

Estudi estructural de l'enllaç entre la Serralada Ibèrica i la Serralada Costanera Catalana

Joan Guimerà Roso

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE GEOLOGIA DINAMICA, GEOFISICA I PALEONTOLOGIA

**ESTUDI ESTRUCTURAL DE
L'ENLLAÇ ENTRE LA SERRALADA
IBERICA I LA SERRALADA
COSTANERA CATALANA**

VOLUM I

JOAN GUIMERA

BARCELONA, GENER DE 1988

4.1.3.1.2: Geometria i desenvolupament dels encavalcaments.

De les descripcions fetes en els apartats anteriors, es dedueixen ja algunes de les característiques principals dels encavalcaments de la Zona d'Enllaç. En aquest capítol les reprendré i en faré una descripció més completa.

Hem vist que hi ha dos nivells de desenganxament principals, on es localitzen els encavalcaments basals de les làmines encavalcants; aquests nivells són el Keuper i el Muschelkalk mitjà. Els primers segueixen majoritàriament la superfície de contacte entre el Keuper i la Fm. Imón; els segons es desenvolupen a l'interior del Muschelkalk mitjà.

Aquests dos tipus d'encavalcaments afluïren en àrees diferenciades. Els que tenen la base de la làmina encavalcant al Keuper dominen als sectors més frontals de la part central del Feix, mentre que els que la tenen a l'interior del Muschelkalk mitjà dominen als sectors més meridionals i als seus dos extrems (Llaberia, Muela de Montalbán). Cal remarcar, però, que els dos encavalcaments més frontals del sector central del Feix (Calanda, Pantà de la Pena) tenen el seu nivell de desenganxament basal clarament al Muschelkalk mitjà, com es dedueix del fet que en tots dos aflori el Muschelkalk superior.

Encara que aquests dos tipus d'encavalcaments se solen trobar en àrees diferenciades, ja hem vist que hi ha algun cas visible al camp de pas progressiu de l'un a l'altre: l'encavalcament de Paüls-Pratdip, amb base al Muschelkalk mitjà, puja -mitjançant una rampa lateral- al Keuper, i es divideix en diversos plans d'encavalcament al sud de Beseit (FIG. 4.19).

A partir de la geometria observable d'aquests encavalcaments, conjuntament amb les deformacions de les seves làmines encavalcants, pot deduir-se la geometria d'ambdós per damunt i per sota de la superfície topogràfica, la seva continuïtat i el salt dels encavalcaments. Els anticlinals de rampa frontal del bloc superior que afecten els termes més elevats de la sèrie estratigràfica indiquen l'avanç màxim dels encavalcaments; si es troba la posició de la rampa corresponent del bloc inferior, podem calcular-ne

FIGURA 4.22:

A: Replà en el llavi superior i rampa en l'inferior a l'encavalcament del sud de Beseit (segon pel nordoest de la LAMINA 2, tall XIII). P: Paleogen; I: Fm d'Imón; B: bretxes de la Fm de Cortes de Tajuña.

B: L'encavalcament d'Herbers-Alfara a l'Hereu (LAMINA 2, tall XIV). Ci: Cretaci inferior; Cs: Cretaci superior. El quadrat discontinu sobre el tall indica la localització de la foto.

C: L'encavalcament de la Muela de Montalbán a Castel de Cabra. Rampa en el llavi superior --Cretaci superior (Cs) invertit-- i replà al llavi inferior --materials paleògens (P)--.

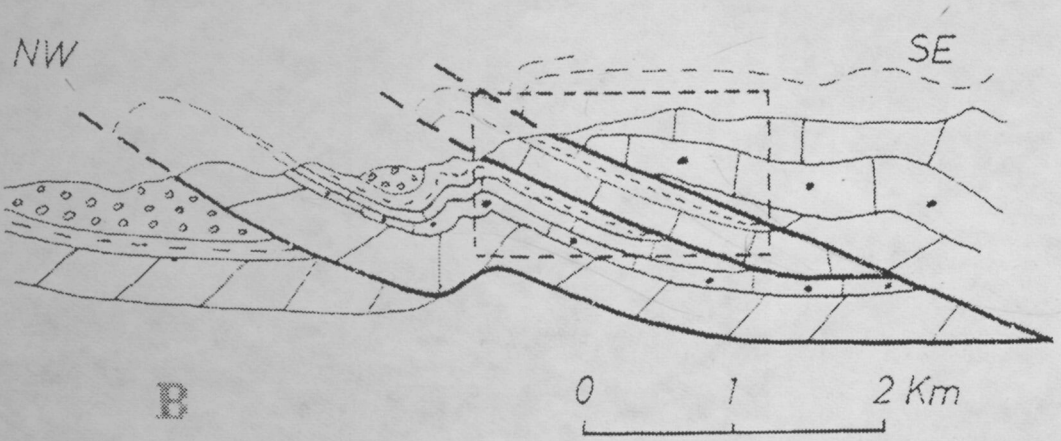
D: La Muela de Montalbán i l'encavalcament al que dona nom (LAMINA 3, tall XX). Cs: Cretaci inferior; P: Paleogen. Cal remarcar el plec al Cretaci superior produïts per la rampa frontal de l'encavalcament.

A



NW

SE



B

0 1 2 Km





la fletxa de l'encavalcament. Aquestes rampes del bloc inferior -que rarament afloren- poden situar-se a partir de les inflexions produïdes en la làmina encavalcant en adaptar-se a la geometria en rampa del bloc inferior.

Geometria dels encavalcaments als diferents nivells estratigràfics.

Exemples de la geometria dels encavalcaments en rampes i replans es troben a diferents alçades estratigràfiques. Els dos nivells de desenganxament principals corresponen a replans a la base de la làmina encavalcant i, mitjançant rampes, poden enllaçar entre si. Tot seguit veurem una sèrie d'exemples -visibles al camp- on s'observa la geometria dels encavalcaments des dels nivells estratigràfics més inferiors fins als més superiors, a quins nivells estratigràfics es localitzen predominantment els replans, i a quins nivells les rampes.

a) Els encavalcaments al Muschelkalk mitjà.

Els únics llocs de tot el Feix frontal de la Zona d'Enllaç on pot interpretar-se la presència d'un encavalcament dins del Muschelkalk mitjà sense haver-hi repetició de la sèrie estratigràfica és entre Mas Riudoms i Fatges (FIG. 4.17) a la franja de Muschelkalk mitjà aflorant que uneix aquestes dues poblacions (TEIXELL, 1983) i a l'est de Paüls (LAM. 2: tall XII) i al Km 21 de la carretera de Tortosa a Gandesa. Aquests tres punts ja els he esmentats en fer la descripció de l'encavalcament de Paüls-Pratdip. Aquests tres casos deuen de correspondre a una situació de replà en tots dos blocs de l'encavalcament.

De la situació en què un encavalcament amb replà de bloc superior al Muschelkalk mitjà talla els materials estratigràficament superiors en forma de rampes i replans, n'és un bon exemple l'encavalcament de Paüls-Pratdip entre Pratdip i Llaberia: les dues klippes que es troben entre el Coll Roig i Llaberia corresponen a una situació de replà en el bloc inferior -materials del Cretaci superior i del Paleogen basal- i en el bloc superior -Muschelkalk mitjà i superior, Keuper i Juràssic-. Als voltants del Coll Roig hi ha la rampa del bloc inferior que, tallant la sèrie

juràssica i cretàcia, fa pujar l'encavalcament des de el Muschelkalk mitjà fins al Cretaci superior (FIGS. 4.17 i 4.20). Fins a Tivissa, aquest encavalcament, presenta un replà en el bloc superior dins el Muschelkalk mitjà, base de la làmina encavalcant; en el bloc inferior tant hi ha una situació de replà sobre el Cretaci superior com de rampa, tallant el juràssic.

En esmorteir-se l'encavalcament de Paüls-Pratdip cap al sudoest apareix l'anticlinal frontal de la rampa del bloc superior que, a l'alçada de Benifallet, es transforma en un plec d'escala quilomètrica vergent cap al nordoest, ja que aquest pla d'encavalcament ja no aflora en superfície (LAM. 2:tall XI); sí que ho fa el pla que el relleva cap al sudoest que, al nord de l'antiga estació de Benifallet (FIGS. 4.18 i 4.21 A) es troba en una situació de rampa tant en el bloc inferior com en el superior: en el bloc inferior talla els materials juràssics, mentre en el superior la rampa en manifesta en l'anticlinal vergent cap al nordoest que afecta el Muschelkalk superior i mitjà.

b) Deformacions per sota de l'encavalcament del Muschelkalk mitjà, on no hi ha repetició de la sèrie.

A l'interior del Feix frontal de la Zona d'Enllaç només afloren materials anteriors al Muschelkalk mitjà a l'encavalcament de Paüls-Pratdip; aquests materials són exclusivament del Muschelkalk inferior, que aflora extensament entre Fatges i Pratdip, i en dos petits afloraments més, un al nordest de Paüls i l'altre al quilòmetre 21 de la carretera de Tortosa a Gandesa.

En els dos darrers afloraments (vegeu FIG. 4.19 i LAM. 2: tall XII per l'aflorament del nordest de Paüls), el Muschelkalk inferior surt al nucli d'un anticlinal i és envoltat pel Muschelkalk mitjà, a l'interior del qual situo l'encavalcament de Paüls-Pratdip. Aquesta disposició implica en tots dos casos l'existència d'un nivell de desenganxament per sota el Muschelkalk inferior, que pot situar-se en la fàcies Röt del sostre del Buntsandstein (LAM. 2: tall XII).

L'estructura de l'àrea entre Fatges i Pratdip ja l'he descrita a l'apartat 4.1.3.1.1, en parlar de l'encavalcament de Paüls-Pratdip; com va deduir ROBLES OROZCO (1974), el Muschelkalk inferior forma part de la

unitat encavalcada, que hauria acabat tallant el pla d'encavalcament principal i va acabar encavalcant sobre el Muschelkalk mitjà. El nivell de desenganxament d'aquest encavalcament del Muschelkalk inferior cal, també, situar-lo al sostre del Buntsandstein. L'estructura d'aquesta àrea correspon a un estat més avançat que els dos afloraments prop de Paüls, on l'encavalcament de la base del Muschelkalk inferior no ha arribat a tallar el del Muschelkalk mitjà que té damunt.

c) Els encavalcaments al Keuper.

Un bon exemple del replà de bloc superior dels encavalcaments amb desenganxament entre la Fm. Imón i el Keuper pot observar-se a la vall del Matarranya, a la primera escata al sudest de Beseit (LAM.2: tall XIII i FIG. 4.22 A). En aquest lloc els materials de la Fm. Imón encavalcuen els conglomerats paleògens mitjançant un pla d'encavalcament que cabussa uns 20° cap al sudest i és paral·lel a les capes dels materials de la Fm. Imón. Aquesta és, com ja he dit anteriorment, la situació més usual d'aquests encavalcaments, que es manté constant lateralment durant diversos quilòmetres.

Es pot observar a diversos llocs com els replans de bloc superior situats entre la Fm. Imón i el Keuper, passen a nivells estratigràfics ~~més~~ més inferiors o més superiors mitjançant rampes.

Un exemple de les rampes del bloc superior que enllacen replans de bloc superior situats al Muschelkalk mitjà i al Keuper ja l'he esmentat anteriorment. A la FIG. 4.19 s'observa com, al sudoest de Paüls, els encavalcaments que es troben a continuació del de Paüls-Pratdip passen d'estar situats sota el Muschelkalk superior a situar-se aproximadament al contacte Keuper-Fm. Imón. El més septentrional de tots és l'encavalcament del sudoest de Baseit que he descrit al principi d'aquest apartat.

A l'escata del Pantà de la Pena, la vall produïda per aquest riu en travessar-la permet veure i deduir la geometria de l'encavalcament, i com aquest puja en la sèrie mesozoica: Al fons del riu i al nucli de l'anticlinal principal afloren el Muschelkalk superior i el Keuper; la regularitat en la geometria del plec i la constància en la

potència del Keuper -que no està engruixit tectònicament- impliquen un desenganxament per sota del Muschelkalk superior que, lògicament, deu de trobar-se al Muschelkalk mitjà, nivell en el qual deu localitzar-se l'encavalcament inferior. Un centenar de metres cap al nordoest s'observa l'encavalcament dels materials juràssics sobre els terciaris (FIG. 4.21 B i B'); en aquest pla d'encavalcament s'observa com, en el bloc superior, hi ha un replà a la base de la Fm. Imón i a continuació una rampa que talla tota la sèrie juràssica que es presenta com un anticlinal vergent cap al nordoest. Aquesta disposició implica l'existència d'una rampa en el bloc superior que talli els materials del Muschelkalk superior i del Keuper i enllaci l'encavalcament visible en superfície amb el deduït per sota del Muschelkalk superior (FIG. 4.21 B'). Per tant, en aquest aflorament reduït, podem veure com un encavalcament puja en la sèrie des del Muschelkalk mitjà fins al Juràssic, com es formen replans al Muschelkalk mitjà i al contacte Keuper-Fm. Imón, i com es formen rampes que tallen el Muschelkalk superior i el Keuper i el Juràssic.

Com s'observa en aquesta figura, els dos anticlinals i el sinclinal que afecten l'escata són producte de la geometria en rampes i replans de l'encavalcament. Al MAPA 1 pot observar-se que aquests plecs són oblics respecte a l'encavalcament, ja que presenten una orientació una mica més pròxima de N-S que aquest. Així, doncs, aquestes rampes són lleugerament obliqües.

d) Els encavalcaments als nivells estratigràfics més superiors.

A l'encavalcament d'Herbers-Alfara, entre Pena-roja de Tastavins i Herbers (LAM. 2: talls XIV i XV; MAPA 4; FIG. 4.22 B i B'), s'observa una rampa en el bloc superior -anticlinal frontal en els materials del Cretaci inferior- i un replà al bloc inferior, al sostre de la sèrie del Cretaci superior. Aquest és dels pocs llocs on s'observen replans a l'interior de la sèrie del Cretaci inferior, en la làmina encavalcant formada per la divisió en dos de l'encavalcament d'Alfara-Herbers. Durant la construcció dels talls, la geometria de les estructures en superfície m'ha dut a suposar l'existència de replans d'una certa importància dins la sèrie juràssico-cretàcia -per exemple al tall XV (LAM. 2), al sud d'Herbers-.

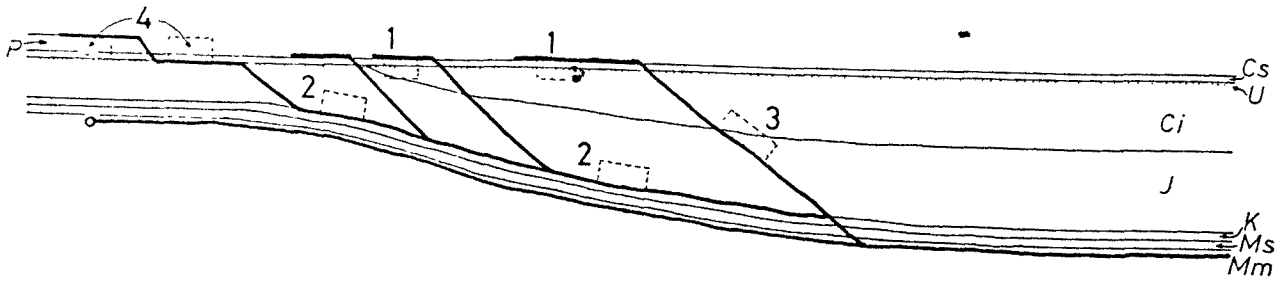


FIGURA 4.23:

Representació esquemàtica de les diverses situacions de rampes i de replans observats en relació a la successió estratigràfica, segons un tall perpendicular a les estructures però encara en estat indeformat. Per més explicacions vegeu el text.

Als encavalcaments de la Muela de Motalbán i de Portalrubio, en la major part de la seva extensió, són els materials del Cretaci superior els que encavalquen (lam. 3: talls XX i XXI i FIG. 4.22 C i D). Aquest encavalcament, tant presenta en el bloc superior una geometria en rampa -anticlinals vergents cap al nord (C)- com en replà (D); a poca distància cap al sud, però, és general l'aflorament de materials anteriors al Cretaci superior (LAM. 3: talls XX i XXI), cosa que indica la poca extensió de les rampes que s'hagin pogut desenvolupar a la base dels materials del Cretaci superior, aprofitant com a nivell de desenganxament local la Fm. Utrillas, que té en aquesta àrea una potència de diversos centenars de metres.

Com a resum pot dir-se que degut a la variació de la sèrie estratigràfica juràssico-cretàcia -fonamentalment del Cretaci inferior-, la geometria dels encavalcaments quan atenyen aquests nivells varia força. En general els encavalcaments tallen aquests materials en rampa i, quan en algun nivell es desenvolupa un replà sol ser d'extensió reduïda.

Es desenvolupen replans d'una certa importància dins la sèrie juràssico-cretàcia a la base dels materials del Cretaci superior, quan aquest reposa sobre una Fm. Utrillas potent; aquest fet es dona a la part occidental del Feix, als encavalcaments Portalrubio i de la Muela de Montalbán. Una altra situació de replà es produeix en el bloc inferior quan l'encavalcament ateny el sostre de la sèrie cretàcia superior que, en àmplies zones, deuria representar la superfície topogràfica. Només localment se'n formen a l'interior dels materials del Cretaci inferior.

Relacions i geometria dels encavalcaments en tall.

En funció de les observacions tot just descrites sobre els elements geomètrics dels encavalcaments i sobre la seva geometria segons els nivells estratigràfics que afecten, faré tot seguit un model de la seva disposició en tall.

Ja hem vist com als dos extrems -oriental i occidental- del Feix, hi ha un sol encavalcament, mentre a tot el sector central n'hi ha diversos. Començaré per

descriure el primer cas.

En ambdós extrems, hi ha un sol encavalcament amb base al Muschelkalk mitjà. A l'extrem oriental -encavalcament de Paüls-Pratdip- això és un fet evident a partir dels extensos afloraments de materials triàsics. A l'extrem occidental -encavalcaments de la Muela de Montalbán i de Portalrubio- els afloraments de materials triàsics són molt més reduïts; els fets que m'han dut a suposar que la base d'aquests encavalcaments es troba també al Muschelkalk mitjà, són els següents:

a) L'existència d'un petit aflorament de materials triàsics a la base de l'encavalcament de la Muela de Montalbán, un parell de quilòmetres a l'oest d'Utrillas. Aquest aflorament, situat al voltant de la muntanya del Rebollar -cota 1207-, consisteix en una llenca estreta de Keuper a sota del qual hi ha un aflorament més extens de materials calcaris del Muschelkalk.

b) Als afloraments triàsics -orientats NW-SE- de l'oest d'Alpeñés i del sudest de Cañada Vellida, afloren, a més del Keuper, materials del Muschelkalk mitjà i superior.

Si suposéssim que el nivell de desenganxament és al Keuper, l'aflorament de materials calcaris del Muschelkalk del Rebollar caldria interpretar-lo com una llenca de materials més inferiors, arrossegats per l'encavalcament; això implicaria o bé que l'encavalcament baixés localment en la sèrie, o bé que per sota d'ell es va produir una falla extensiva. Tenint en compte l'existència d'afloraments de materials del Muschelkalk mitjà i superior al sud d'aquests dos encavalcaments, he suposat més senzill situar la base dels encavalcaments al Muschelkalk mitjà, que és el nivell de base general del Feix.

El salt d'aquests encavalcaments és pluriquilomètric. En el cas de l'encavalcament de Paüls-Pratdip, degut a l'existència de les dues klippes entre Pratdip i Llaberia, ja he dit que es pot observar al camp un salt de 5 Km; el fet que l'encavalcament hagi estat tallat pels encavalcaments més inferiors de la base del Muschelkalk inferior dificulta una apreciació del seu salt real, en quedar la geometria de les estructures relacionades amb l'encavalcament obliterades o amagades. ROBLES (1974) en

suposa un salt mínim de 6 Km, i d'aquest ordre és el salt que l'hi he suposat (vegeu la LAM. 2: tall IX). A l'oest de Fatges la fletxa observable ja he dit que és de 2 Km, però el salt real pot ser força més important, i va minvant progressivament cap al sud-est -com ja va observar ROBLES (1974)-.

El salt visible al camp dels dos encavalcaments més occidentals és, com a màxim, de 500 metres; hi ha, però, tot un seguit de raons que mostren que el salt és força més elevat. PARDO TIRAPU (1979) observà com l'encavalcament de la Muela de Montalbán separa dues àrees amb potències de Fm. Utrillas molt diferents, més important al sud --400 m-- i més petita al nord --menys de 100 m--; aquest fet pot explicar-se per un salt important de l'encavalcament. La fletxa que li he atribuït a aquest encavalcament, ve determinada per la suposició que la rampa del bloc inferior homòloga a la frontal del bloc superior es troba sota la inflexió que afecta el bloc superior a l'alineació de la Muela de San Just (LAM. 3: tall XX); això implica un salt d'aproximadament 5.5 Km. Per criteris semblants li atribueixo a l'encavalcament de Portalrubio (LAM. 3: tall XXI) una fletxa de 4.5 Km.

Al sector central del Feix, entre Paüls i el Puerto de las Traviesas, afloren en superfície diversos encavalcaments, la majoria amb un replà important al Keuper, però alguns amb base al Muschelkalk mitjà -encavalcament del Mas de Barberans (FIG. 4.15 e); aquests darrers ocupen una posició més meridional.

Fer una estimació del percentatge d'escurçament que ha sofert la cobertura mesozoica es veu greument entrabancat per la impossibilitat de fixar un límit absolut al sud; com que la deformació s'esmorreeix cap al sud, el percentatge d'escurçament calculat a cada tall varia segons si aquest comprèn un segment més o menys llarg de l'àrea poc deformada: els càlculs de percentatges no són absoluts.

El que sí que s'observa és que la major part de la deformació --que implica el desplaçament de la cobertura cap al nord-- està produïda pels encavalcaments. A tall d'exemple, els escurçaments produïts pels encavalcaments i pels plecs als talls XIII i XIV (LAM. 2) són de 7 i 1.5 al primer i de 6.5 i 1.3 al segon.

La FIG. 4.23 representa esquemàticament -després de restituir a l'estat indeformat- la relació entre els encavalcaments i la successió estratigràfica segons un tall perpendicular a les estructures. Aquesta és la disposició que cal esperar quan es tenen uns encavalcaments que tenen per base dos nivells de desenganxament a diferent alçada estratigràfica: com que els encavalcaments o bé es mantenen paral·lels a l'estratificació o bé pugen en la sèrie, els que tenen la base als nivells més superiors ocuparan una posició més frontal. Malgrat això, seguint el Muschelkalk mitjà ha continuat l'encavalcament basal, que arriba a aflorar en la posició més frontal de totes: l'escata del riu de la Pena i l'anticlinal de Calanda; entre aquestes dues estructures no hi arriba a aflorar -encavalcament de la Ginebrosa FIG. 4.15 f)-, i es plausible que mori per sota dels encavalcaments amb base al Keuper.

Les diferents geometries descrites a l'apartat anterior queden explicades dins d'aquests model (FIG. 4.23): La situació 1 correspon als replans del bloc inferior desenvolupats al sostre del Cretaci superior en bona part dels encavalcaments -ex. l'Hereu, riu Matarranya, etc.-; la situació 2 és el replà del bloc superior a la base de la Fm. Imón, que ja hem vist que és una de les situacions més generals quan afloren en superfície encavalcaments amb base al Keuper; la situació 3 correspon a una rampa del bloc superior que talla els materials juràssico-cretacis, tal com s'esdevé a l'Hereu -encavalcament d'Herbers-Alfara-, la situació 4 correspon a l'encavalcament dels materials del Cretaci superior sobre els terciaris -per exemple l'encavalcament de la Muela de Montalbán- i 5 representa la posició d'un encavalcament al Muschelkalk mitjà.

4.1.3.1.3: Els plecs: distribució i relacions amb els encavalcaments.

En general en tot el Feix Frontal de la Zona d'Enllaç existeix un paral·lelisme en les orientacions dels plecs i dels encavalcaments. Només als nuclis de les virgacions i al terç occidental del Feix s'observen plecs i --més rarament-- encavalcaments de direccions diferents que interfereixen amb els E-W; aquests casos els veurem als capítols 4.1.3.1.5, 4.1.3.2 i 4.1.3.3.

La presència de plecs és més important al sector central del feix, entre els nuclis de les dues virgacions, i el seu desenvolupament és menor al nord-est de Fredes i a l'oest d'Aliaga (MAPA 1).

Hi ha plecs lligats a la geometria dels encavalcaments, produïts per l'adaptació del llavi encavalcant a la geometria en rampes o replans tant del llavi inferior com del superior; se situen principalment a les parts més frontals del Feix, on la concentració d'encavalcaments és més gran. Diferents exemples d'aquestes estructures els he descrits a l'apartat 4.1.3.1.2.

Contràriament, a les parts més meridionals del Feix --on hi ha pocs o cap encavalcament-- hi ha plecs formats per plegament de la cobertura mesozoica sota camps d'esforços que tenen la mateixa orientació que van produir els encavalcaments, però sense cap relació amb la geometria d'aquests.

Els plecs no lligats a la geometria dels encavalcaments sofreixen les mateixes virgacions que aquests, i hi són aproximadament paral·lels. Aquest paral·lelisme es produeix també amb el límit nord de la Zona d'Enllaç, que és sempre paral·lel a les estructures que defineixen la Zona d'Enllaç --encavalcaments o plecs-- excepte a la virgació occidental (MAPA 1) on els plecs i encavalcaments s'esgraonen sinistralment i són lleugerament oblics a aquest límit. Només a l'extrem oriental del Feix, entre Miravet i Vandellós, no es conserva el paral·lisme entre els plecs i els encavalcaments (MAPA 1): Els plecs que afecten la cobertura de la Zona d'Enllaç tenen una orientació NE-SW, mentre l'encavalcament de Paüls-Pratdip és aproximadament

E-W; com va observar ROBLES OROZCO (1974) alguns d'aquests plecs es desenvolupen clarament a partir del pla d'encavalcament --Muschelkalk mitjà-- cap amunt, i no afecten la unitat encavalcada --unitat de Prades-El Priorat--.

Els plecs que afecten la cobertora mesozoica de la Zona d'Enllaç, de la Serralada Ibèrica i de la Serralada Costanera Catalana -en aquesta darrera unitat són molt poc corrents- són isòpacs. Es desenvolupen a partir dels mateixos nivells de desenganxament en què ho fan els encavalcaments.

Segons les dimensions relatives dels anticlinals i dels sinclinals es poden distingir dos tipus d'àrees plegades:

a) Àrees on els anticlinals i els sinclinals són de dimensions similars. La meitat sud del Feix d'encavalcaments i plecs de Portalrubio-Vandellós -on hi dominen els plecs- presenta aquestes característiques (LAM. 2, talls XI a XVII i LAM. 3, talls XVII i XIX).

b) Àrees on els anticlinals i els sinclinals són de dimensions diferents: els anticlinals tenen unes dimensions clarament més reduïdes que els sinclinals; els anticlinals són molt tancats i els sinclinals són de fons pla i molt extensos. Al nucli dels anticlinals les capes poden arribar a ser verticals i s'hi acumulen plàsticament els materials del nivell de desenganxament --Keuper o Muschelkalk mitjà fonamentalment--. Exemples d'aquest tipus són les àrees de plecs NW-SE de Cantavieja-Mosqueruela i d'Oliete-Alcorisa (LAM. 3, tall XXII i tall XX, respectivament).

Els plecs són, com ja he dit, isòpacs, i poden ser concèntrics o en cofre. La geometria concèntrica és més corrent quan els plecs afecten els materials juràssics -Lias, Dogger i Malm inferior-; la geometria en cofre s'observa més sovint quan els plecs afecten els materials del Malm superior i del Cretaci inferior.

Les diferències litològiques entre els materials juràssics i els del Malm superior-Cretaci inferior poden explicar que majoritàriament els plecs presentin aquestes geometries quan afecten aquests materials. El nivell inferior fonamentalment juràssic està constituït

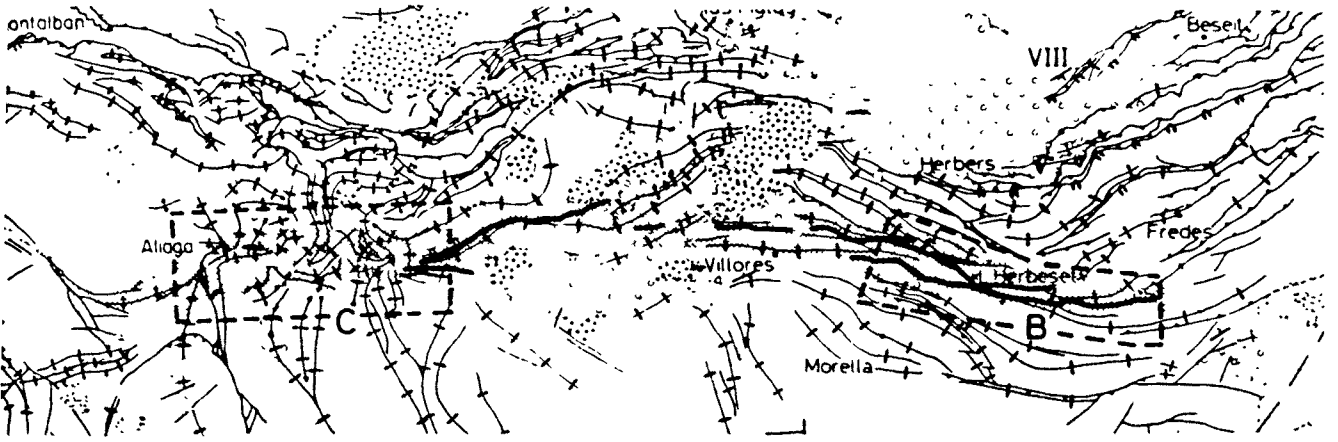
FIGURA 4.25:

Les falles E-W de l'interior del feix de Portarubio-Vandellós:

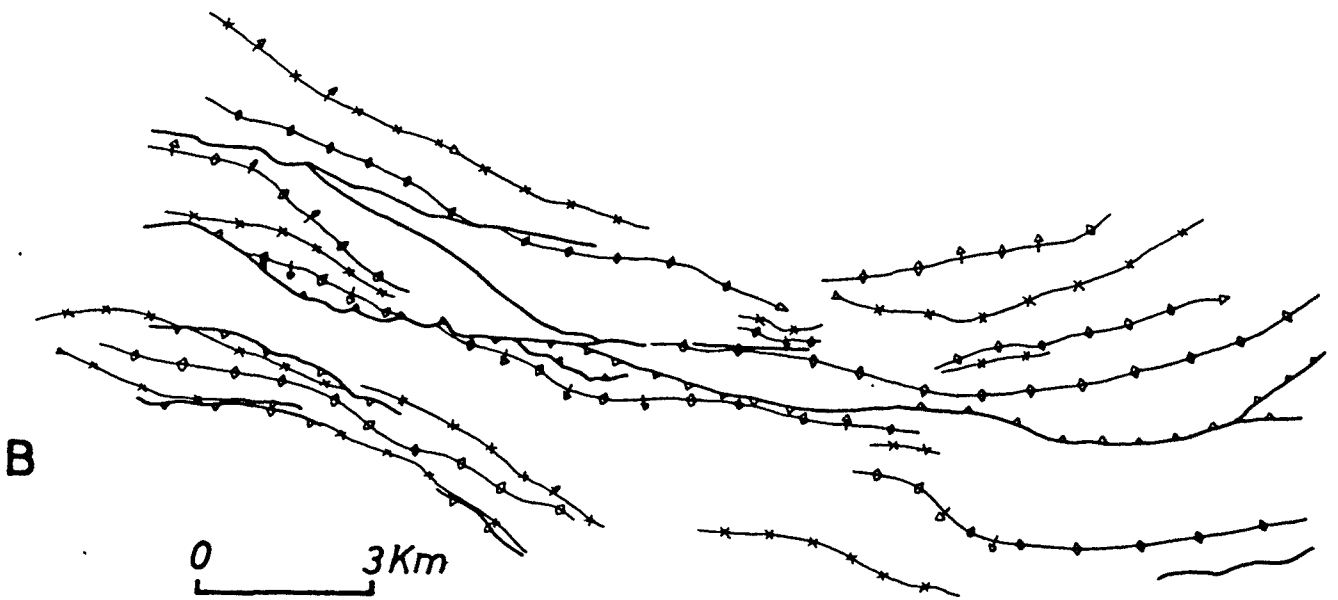
A: Esquema estructural general de la banda E-W (en puntejat) i localització dels esquemes B i C. Per més detalls vegeu el MAPA 1.

B: Esquema estructural de les falles inverses subverticals entre Torre-Miró i Castell de Cabres. Per més detalls vegeu el MAPA 2.

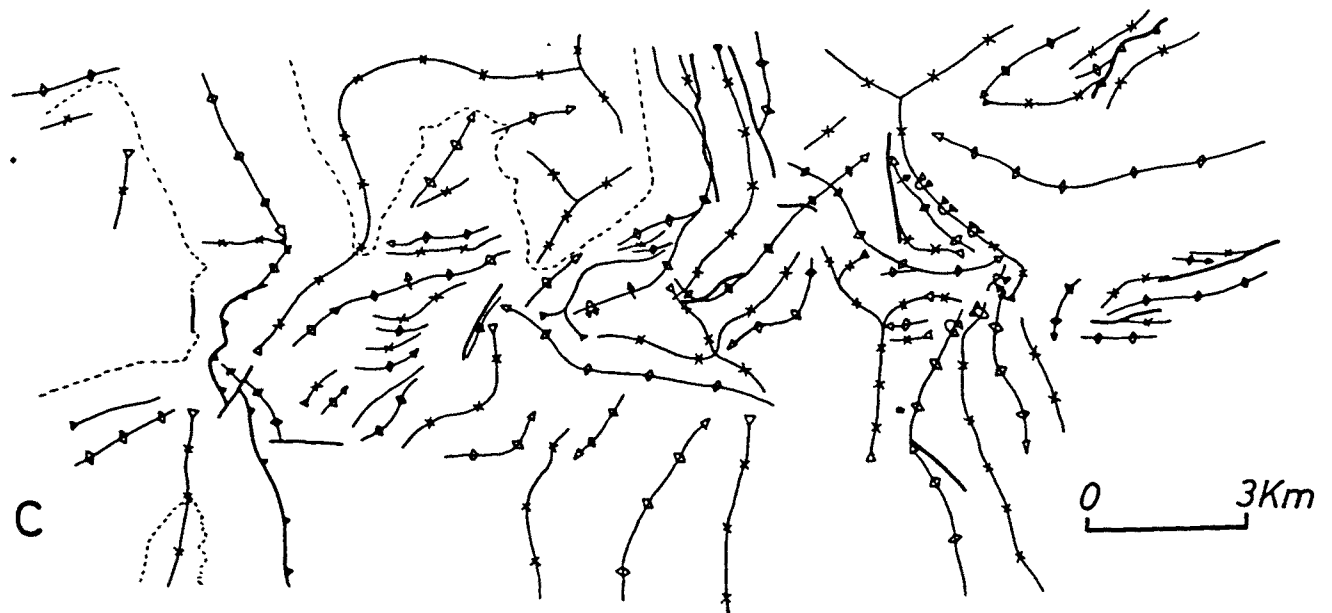
C: Esquema estructural de la banda amb inflexions dels plecs N-S a l'est d'Aliaga. Per més detalls vegeu el MAPA 3.



A



B



C

principalment per materials calcaris massissos, mentre que en el superior l'estratificació és més fina i hi ha una proporció més gran de nivells margosos.

En un mateix plec pot observar-se la transició entre plecs concèntrics i plecs en cofre. Dos exemples són l'anticlinal del Bovalar (LAM. 3, tall XXII) i l'anticlinal entre La Pobla de Benifassà i Bel (MAPA 2); en tots dos casos aquesta transició es produeix lateralment, però pot ser conseqüència d'una transició vertical perquè es produeix quan afloren materials juràssics més antics. Els plecs en cofre tenen una geometria que es pot aproximar a la de kink-bands conjugats amb xarneres arrodonides (similars a les geometries observades per LAUBSCHER, 1976, al Jura).

4.1.3.1.4: Les falles E-W de l'interior del feix frontal.

Travessant d'est a oest la Zona d'Enllaç hi ha una alineació d'estructures que presenten algunes característiques diferents de les vistes fins ara. Formen una banda que s'estén (FIG. 4.25 A) des del sud-est de Castell de Cabres -a l'extrem oriental- fins a l'oest d'Aliaga. A l'oest de Villores aquesta banda es troba al límit meridional del feix frontal, mentre que a l'est d'aquesta població es troba dins del feix, i el límit meridional d'aquest ve marcat pels plecs dels voltants de Morella i les estructures que els continuen cap a l'oest.

Les característiques definitòries d'aquesta banda varien, i la seva existència és més evident als dos extrems d'ella (FIG. 4.25 A, B i C) on ve marcada per estructures diferents:

Entre Villores i Castell de Cabres (FIG. 4.25 A i B; MAPA 2; LAM. 2: talls XV i XVI) ve marcada per una alineació de falles N 100-110 E, en general força redreçades, que presenten en planta una disposició anastomòtica. Solen tenir un component invers; la vergència d'aquestes falles inverses és de vegades cap al nord i d'altres cap al sud, i aquestes vergències oposades arriben a produir-se fins i tot al llarg del mateix pla de falla. També pot observar-se com aquestes falles tenen una orientació lleugerament obliqua als eixos dels plecs, i els tallen.

A l'est d'Aliaga (FIG. 4.25 A i C; MAPA 3; LAM. 3: tall XIX) la banda ve marcada per una concentració de plecs orientada N 080 E en la que s'observen les característiques següents:

- a) els eixos dels plecs aproximadament N-S que es troben als dos costats de la banda s'inflexionen en entrar dins d'ella, de tal manera que els plecs del costat nord ho fan cap a l'oest i els del costat sud cap a l'est.
- b) al sud d'aquesta banda desapareixen brusquement els plecs E-W -que tenen un gran desenvolupament al nord- i només hi ha plecs N-S.

Cap a l'oest aquesta banda es continua seguint la vora sud de la depressió terciària d'Hinojosa de Jarque (FIG. 4.25 A; FIG. 4.28), fins que la vora meridional d'aquesta depressió pren una orientació NW-SE.

Entre l'oest de Villores i la banda de plecs de l'est d'Aliaga la banda queda menys definida, però pot continuar-se per les estructures que hi ha al nord de la depressió terciària de Tronchón (MAPA 1).

La geometria de les inflexions dels plecs de l'est d'Aliaga (FIG. 4.25 C) ha estat interpretada per SIMON (1984) com un producte del moviment dextre d'una falla de sòcol orientada N 080 E, que passaria per sota de la banda de plecs esmentada.

La disposició anastomòtica de les falles subverticals entre Villores i Castell de Cabres, i el fet que, quan són inverses, tinguin vergència tant cap al nord com cap al sud -fins i tot en un mateix pla de falla-, podria ser explicat suposant que haguessin tingut un desplaçament direccional. En aquest cas, però, no he trobat cap criteri fiable a partir del qual deduir-ne el sentit.

4.1.3.1.5: El nucli de les virgacions.

Els nuclis de les virgacions, tot i que formen part del feix frontal de la Zona d'Enllaç, he preferit descriure'ls apart perquè presenten unes característiques que els en diferencien. Les diferències més importants són un desenvolupament més gran dels plecs i la presència de figures d'interferència de plecs. Aquestes dues

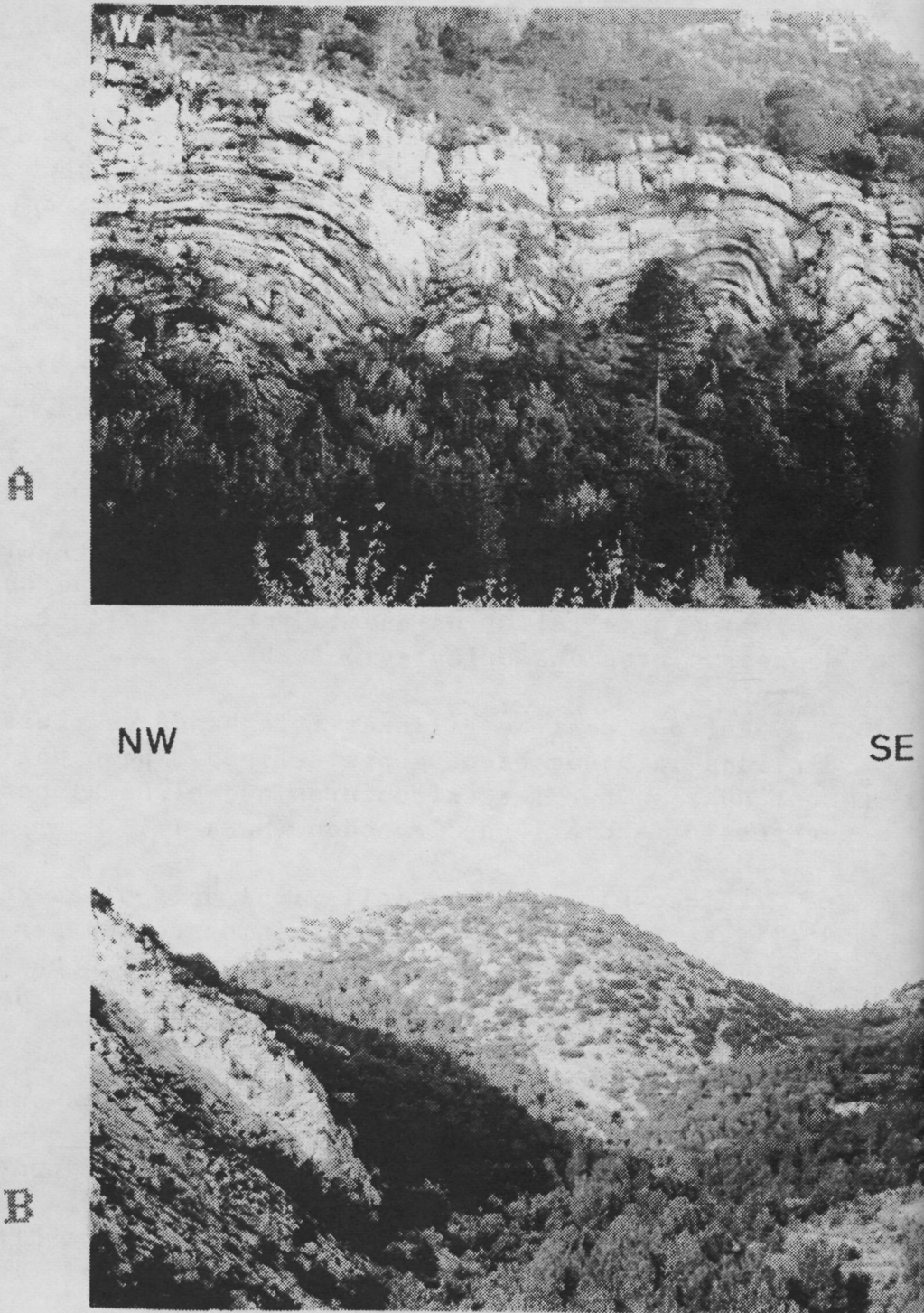


FIGURA 4.26:

Nucli de la virgació oriental:

A: Plecs còncics d'eix aproximadament N-S i d'escala mètrica desenvolupats en materials del Cretaci superior al nord d'Herbers, al nord de l'encavalcament d'Herbers-Alfara.

B: Plecs cònic d'escala hectomètrica desenvolupat al flanc de la cubeta sinclinal de la Mare de Déu del Sargar, a l'est d'Herbers (estructura "en madalena"), al sud de l'encavalcament d'Herbers-Alfara.

C: Disposició dels plans d'estratificació, les xarneres i els eixos de quatre plecs de l'aflorament de la foto A.

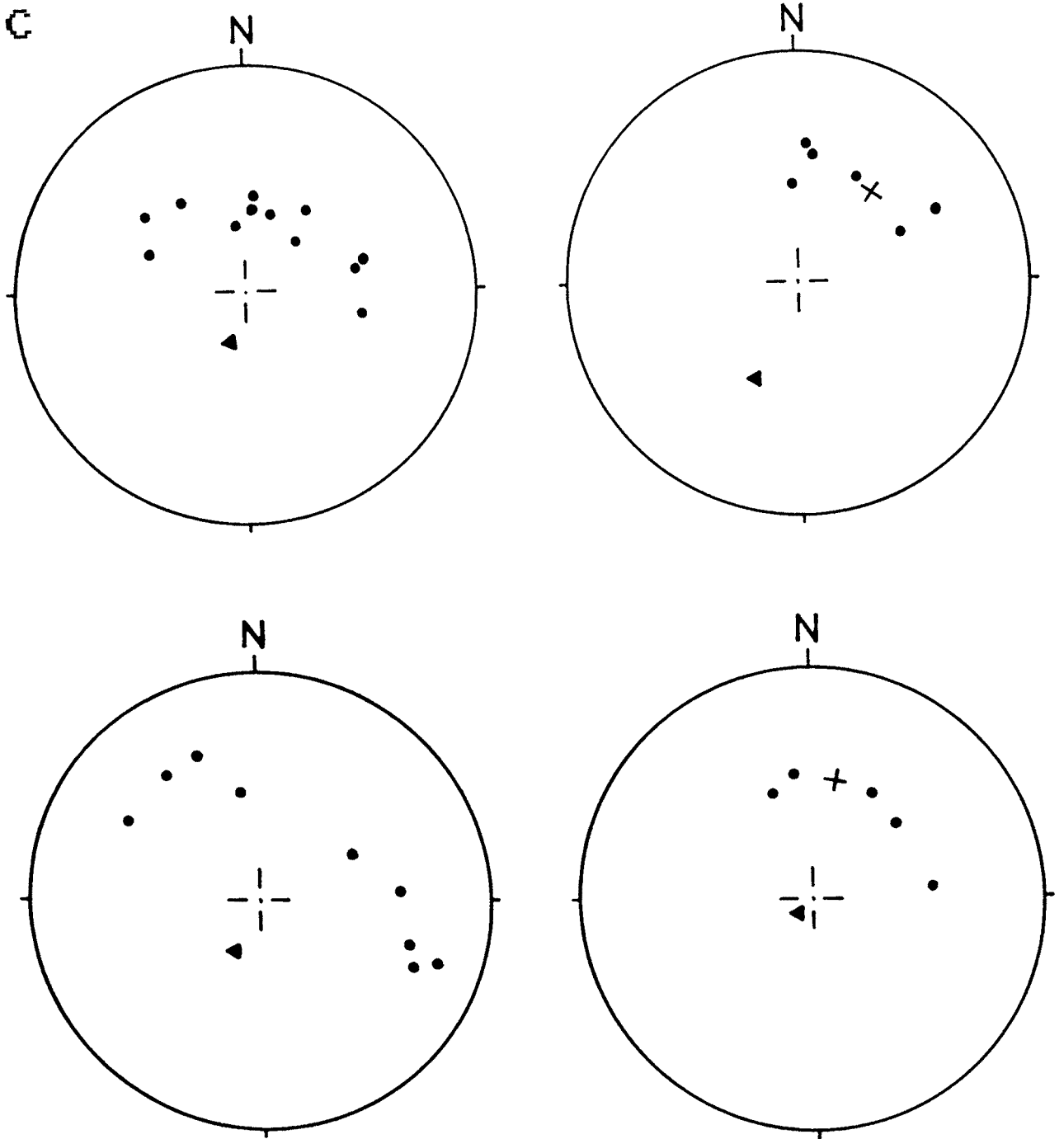


FIGURA 4.26: Continuació.

característiques es troben molt més desenvolupades al nucli de la virgació occidental.

El nucli de la virgació oriental.

La superfície axial de la virgació apareix sobre el mapa com una línia sinuosa que passa per (MAPES 2 i 3) Fontespatla, Pena-roja de Tastavins, l'ermita de la Mare de Déu del Sargar -a l'est d'Herbers- i entre Coratxà i Castell de Cabres. El radi de curvatura de la inflexió que fan les estructures augmenta des del nord cap al sud: a Fontespatla la inflexió es produeix a l'interior del poble en poc més d'un centenar de metres i l'angle que fan les dues branques és de 100° aproximadament; a Castell de Cabres la inflexió es produeix en una distància superior als 10 Km i l'angle que formen les dues branques és de 150° a 160° . L'angle que forma la inflexió de l'encavalcament d'Herbers-Alfara és més gran -i, consegüentment, també ho és el radi de curvatura- que els plecs que es troben immediatament al sud.

Entre Pena-roja de Tastavins i Herbers, a més de les estructures típiques del feix frontal n'hi ha d'altres de característiques diferents. Aquestes estructures són plecs d'orientació pròxima a N-S que, per tant, formen un angle ben marcat amb les estructures típiques del feix frontal. Immediatament al sud de Pena-roja de Tastavins (MAPA 2) hi ha un anticlinal i un sinclinal d'orientació NNW-SSE que interfereixen amb les estructures E-W; la intersecció de dos anticlinals ha produït un dom. Els dos plecs NNW-SSE es continuen cap al nord fins que l'anticlinal mor periclinalment i el sinclinal s'esvaeix; cap al sud s'esvaeixen tots dos i ja no s'intersequen amb les estructures E-W que s'hi troben. En aquest sector els materials terciaris són gairebé sempre damunt dels del Cretaci superior; al flanc occidental de l'anticlinal NNE-SSW els materials terciaris reposen cap al sud sobre materials progressivament més antics fins a fer-ho sobre els juràssics, fet que es podria relacionar amb un desenvolupament del plec abans de la sedimentació dels materials terciaris, tot i que aquests són en part posteriors a un cert plegament; els materials terciaris estan afectats pel plec i l'eix del sinclinal passa a través del contacte entre els materials mesozoics i els terciaris.

A l'oest del sinclinal i en materials del Cretaci

superior hi ha diversos plecs d'escala mètrica a decamètrica que afecten les capes basculades cap al sud (FIG 4.26 A). Tal com es dedueix de la FIG. 4.26 C tenen una geometria marcadament cònica i l'orientació de les seves xarneres és similar a la dels plecs tot just descrits (53 S / 012 i 53 S / 041); aquestes dues xarneres mesurades pertanyen a dos anticlinals i tenen una inclinació més petita que els eixos dels plecs calculats, que són molt pròxims a la vertical.

Per damunt del pla de l'encavalcament d'Herbers-Alfara i als voltants de l'ermita de la Mare de Déu del Sargar -a l'est d'Herbers- hi ha una cubeta sinclinal de característiques especials (MAPES 2 i 3): és de forma molt irregular i els seus flancs estan afectats per plecs hectomètrics, cònics, amb les xarneres fortament inclinades cap a l'interior de la cubeta (FIG. 4.26 B) i una orientació aproximadament N-S. Es una geometria que simplificadament es pot comparar a la del paper que conté una "madalena", una mica allargada en la direcció E-W.

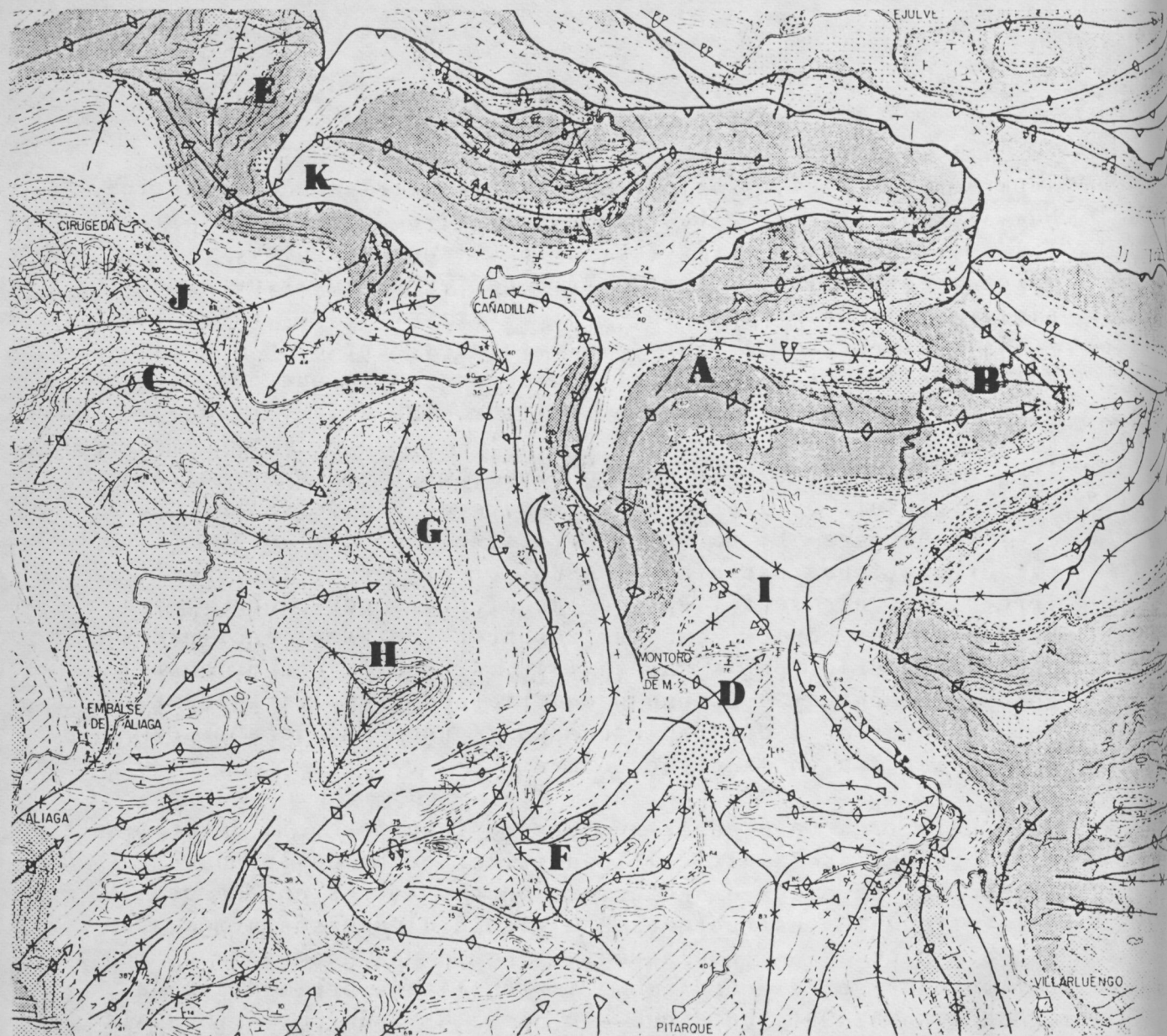
Dels tres casos d'estructures d'interferència descrits, en el primer es fa difícil identificar quina de les dues direccions de plecs és anterior; en els altres dos casos, del fet que les estructures E-W siguin d'una escala més gran que els plecs N-S i que aquests tinguin una geometria cònica pot suposar-se -d'acord amb els resultats experimentals de GHOSH i RAMBERG (1968)- que els plecs N-S són posteriors als E-W.

El nucli de la virgació occidental:

La geometria en planta de la virgació occidental és similar a la descrita en la virgació oriental; el radi de curvatura, però, és més constant.

De la virgació occidental cap a l'oest -regió de contacte entre la Zona d'Enllaç i la Serralada Ibèrica- es troben a diversos llocs estructures d'interferència entre les estructures NW-SE -que en algunes àrees s'acosten a una orientació N-S- i les E-W, que han estat estudiades per SIMON (1980), a les que faré referència d'una manera més general a l'apartat 4.1.3.3.

Al nucli de la virgació occidental les estructures



0 1 2 3 Km

	ENCAVAMENT		TERCIARI POSTCOMPRESSIU
	ANTICLINAL		TERCIARI PRE I SINCOMPRESSIU
	SINCLINAL		CRETACI SUPERIOR
	FALLA		FM UTRILLAS
	FRACTURA VISIBLE EN FOTOGR. AÈRIA		CRETACI INFERIOR
	TRACAT DE LES CAPES EN FOTOGR. AÈRIA		JURÀSSIC
	CONTACTE ENTRE UNITATS ESTRATIGRÀFIQUES		TRIÀSSIC
	DISCORDANÇA ANGULAR		

FIGURA 4.27:

Estructures de superposició de plects al nucli de la virgació occidental. Les lletres es refereixen a les diferents estructures i relacions esmentades al text.

d'intersecció de plecs -i també d'encavalcaments- tenen una importància molt més gran que enlloc de la regió estudiada. Els encavalcaments s'orienten bé E-W o bé N-S, associats amb plecs d'aquestes dues direccions, i algunes vegades arriben a estar plegats (FIG. 4.27 K). Les característiques dels plecs d'aquesta àrea es poden resumir amb els punts següents (MAPA 4 i FIG. 4.27):

-a) Tot i que hi ha un predomini de plecs i d'encavalcaments aproximadament N-S o E-W, n'hi ha també en moltes altres direccions -NW-SE i NE-SW, per exemple- i, sovint, els plecs s'inflexionen i canvien de direcció.

-b) Aquests canvis de direcció poden arribar a ser molt marcats, de l'ordre de 90°. Així s'observa com l'anticlinal del Barranco de los Degollados passa de ser N-S a ser E-W (FIG. 4.27 A) i després NW-SE (FIG. 4.27 B); el sinclinal que es troba immediatament al nord fa la primera inflexió, però desapareix periclinalment quan l'anticlinal anterior en sofreix la segona. Un altre exemple el trobem en un anticlinal que afecta els materials terciaris a l'est de Campos (FIG. 4.27 C) que passa de tenir una orientació NE-SW a NW-SE.

-c) Hi ha exemples de doms anticlinals (FIG. 4.27 D) i, sobre tot, de cubetes sinclinals (FIG. 4.27 E i F). Les cubetes sinclinals tenen sovint en planta una geometria triangular (FIG. 4.27 G, H, I i J).

-d) Rarament s'encreuen plecs de diferent orientació -vegeu, per exemple, la FIG. 4.27 D i F-; normalment quan un plec s'acosta al flanc d'un altre d'orientació diferent desapareix periclinalment -vegeu, per exemple, la FIG. 4.27 G, H, i I-.

Aquestes característiques que acabo de descriure indicarien, segons els experiments de GHOSH i RAMBERG (1968), que aquestes estructures són el producte d'una compressió simultània en totes les direccions paral·lelament al pla que es deforma, que en aquest cas serien unes capes inicialment horitzontals. Els doms anticlinals i les cubetes sinclinals triangulars, però, per la seva geometria tant poden haver-se format per un escurçament simultàniament en totes les direccions horitzontals com per una superposició de plecs de direccions diferents.

A part del fet que aquests autors hagin obtingut aquestes estructures experimentalment, pot fer-se una altra

argumentació que abona la hipòtesi de la sincronia entre bona part de les estructures del nucli de la virgació: Si suposéssim que l'anticlinal del Barranco de los Degollados és una estructura inicialment N-S que, posteriorment, ha estat deformada fins a prendre una orientació E-W, caldria suposar una rotació molt important -90° a escala quilomètrica de tota l'àrea que hi ha al voltant d'aquest plec, cosa de la què no hi ha indicis i que plantejaria greus problemes d'espai; el mateix raonament pot fer-se si suposéssim que inicialment era E-W i va ser deformat fins a orientar-se N-S.

De tot això que acabo d'exposar en dedueixo l'existència d'un escurçament en totes les direccions horitzontals al nucli de la virgació occidental. En la virgació oriental, les estructures de superposició són molt menys importants, es troben en una àrea molt més petita i, a partir de la seva geometria, és difícil deduir-ne la relació temporal; per comparació amb la virgació occidental, suposo que les estructures de superposició presents poden ser fruit d'un mateix procés.

4.1.3.1.6: Les cubetes terciàries internes.

A l'interior del Feix de Portalrubio-Vandellós hi ha diverses cubetes amb materials terciaris (MAPA 1; FIG. 4.15). Tenen, en gros, una estructura sinclinal, i els materials terciaris que les rebleixen estan involucrats en graus diversos en les estructures que afecten els materials mesozoics.

Les cubetes principals són -d'oest a est- les de Cervera del Rincón, Hinojosa de Jarque, Las Cuevas de Cañart, Bordón i Aiguaviva; al sud de Rossell, a la part meridional del feix frontal, hi ha un altre petit aflorament de materials paleògens. La successió estratigràfica del Terciari de les diverses cubetes la veurem al capítol 4.2; tot seguit faré una descripció de la seva estructura.

Cubetes d'Hinojosa de Jarque i de Cervera del Rincón (FIG. 4.15 2 i 1):

La cubeta d'Hinojosa de Jarque és un sinclinori

complex. Els seus límits venen donats per flexions o plecs de la cobertora mesozoica, i poden arribar a ser verticals i, fins i tot invertits; aquest contacte no es presenta mai en superfície com un encavalcament, excepte molt localment i degut a encavalcaments molt secundaris (MAPA 3 ; FIG. 4.28). Al seu interior hi ha l'anticlinal de Campos -orientat N 170 E (MAPA 3)- i, al nord d'Hinojosa de Jarque, una alineació anticlinal d'orientació N 125 E.

Els materials terciaris que l'omplen són gairebé exclusivament lutites, gresos i conglomerats, amb alguna intercalació calcària poc important (FIG. 4.28). Tenint en compte quines estructures afecten els materials terciaris i en quin grau ho fan, poden distingir-se dues unitats -inferior i superior- afectades per les macroestructures compressives, i una altra de posterior no afectada.

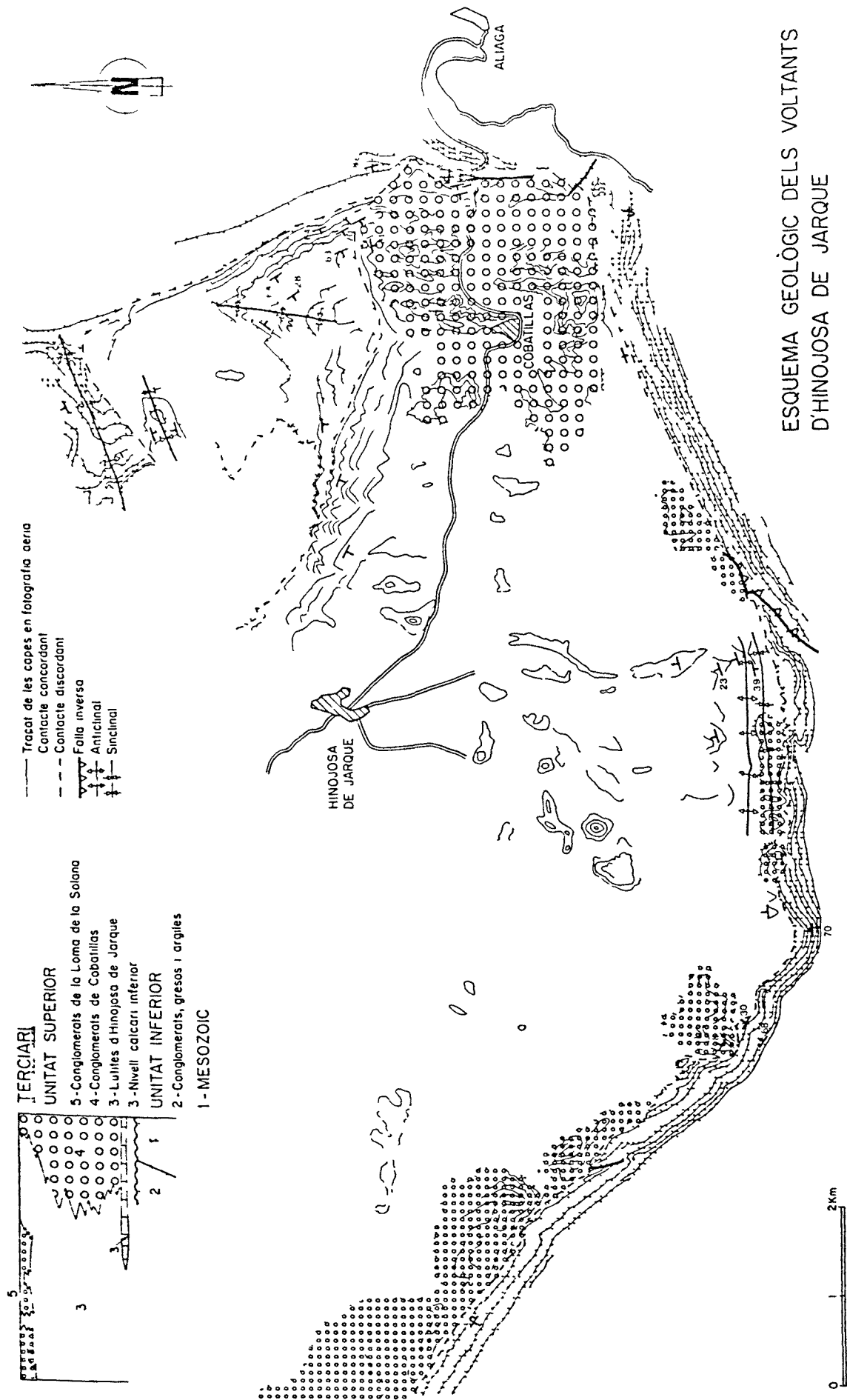
La **unitat inferior** ocupa tot el segment nordest de la cubeta i els seus materials estan afectats pels plecs NW-SE (LAM. 3: tall XVIII) -aquí, localment, més N-S- i els W-E en un grau similar. S'observen figures d'interferència de plecs de geometries similars a les que hi ha al nucli de la virgació occidental; de fet, la part més oriental -a l'est de Campos- hi és inclosa. Al flanc est de l'anticlinal de Campos (MAPA 3) hi ha una discordança dins aquesta unitat inferior que fa desaparèixer la part basal més lutítica.

La **unitat superior** ocupa la meitat sudoccidental de la cubeta i reposa en discordança angular sobre la inferior a les vores de la conca (FIG. 4.28) mentre que cap al centre aquesta discordança angular es fa difícil d'identificar. Només està afectada molt lleugerament pel flanc oest de l'anticlinal de Campos -aproximadament N-S-, mentre que arriba a redreçar-se fins a la vertical en contacte amb les flexions del substrat mesozoic que limita la cubeta pel sud i pel sudoest -amb orientacions E-W i NW-SE respectivament- (LAM. 3: tall XX). Mentre la part inferior d'aquesta unitat està fortament afectada per les estructures que limiten la cubeta pel sud, a mesura que pugem en la sèrie el grau de basculament de les capes terciàries minva, fins que els termes més superiors es posen en "onlap" sobre el Mesozoic, estan molt feblement basculats (FIG. 4.28) i passen sense solució de continuïtat cap amunt als **materials terciaris postcompressius**, que ocupen una extensió molt limitada (FIG 4.29).

FIGURA 4.28:

Esquema geològic dels voltants d'Hinajosa de Jarque. Per més explicacions, vegeu el text.

ESQUEMA GEOLÒGIC DELS VOLTANTS D'HINOJOSA DE JARQUE



La cubeta de Cervera del Rincón es troba al nordoest de la d'Hinojosa de Jarque, a l'interior d'un petit sinclineri d'orientació E-W en materials del Cretaci superior. Poden distingir-s'hi dues unitats dins els materials terciaris, una afectada pels plecs E-W que correspondria a la unitat superior de la cubeta d'Hinojosa, i una altra no afectada per les macrostructures compressives (LAM. 3: tall XXI).

Cubeta de Las Cuevas de Cañart (FIG. 4.15 3):

Es troba a l'interior de la virgació occidental, on els plecs i encavalcaments del feix Portalrubio-Vandellós tenen una orientació NE-SW (MAPA 1). Es un sinclineri de dimensions reduïdes produït per plecs d'aquesta orientació.

CANEROT (1974), CANEROT i PIGNATELLI (1979: full 519, Aiguaviva) i GONZALEZ et al. (1985) hi distingeixen dues unitats fortament afectades pels plecs del feix frontal. La inferior té una potència de poques desenes de metres i CANEROT i PIGNATELLI (1979: full 519, Aiguaviva) li atribueixen una edat paleocena. La segona unitat té, segons GONZALEZ et al. (1985), una potència màxima de 470 m i reposa sobre l'anterior lleugerament discordantment; en tots aquests treballs se li atribueix una edat oligocena.

La resta d'afloraments de l'àrea són segons CANEROT (1974) i CANEROT i PIGNATELLI (1979) posttectònics, i els atribueixen una edat de catiana a miocena. GONZALEZ et al. (1985) hi distingeixen dues unitats, una inferior en discordança angular sobre els sediments mesozoics i terciaris anteriors però que encara està lleugerament plegada, i una de posttectònica horitzontal; a la primera li atribueixen una edat oligocena superior-aragoniana basal, mentre els posttectònics en serien posteriors.

Cubeta de Bordón (FIG. 4.15 4 i 5):

Agrupó sota aquest nom tota l'àrea d'afloraments irregulars que es troba al nord i a l'oest de Villoros (MAPA 1: LAM. 2: talls XVI i XVII). Els sediments terciaris més antics es concentren -com en el cas anterior- al nucli dels sinclinals, mentre que els més moderns ultrapassen aquest límit i tendeixen a expansionar-se discordantment sobre la estructura ja més o menys erosionada.

S

N

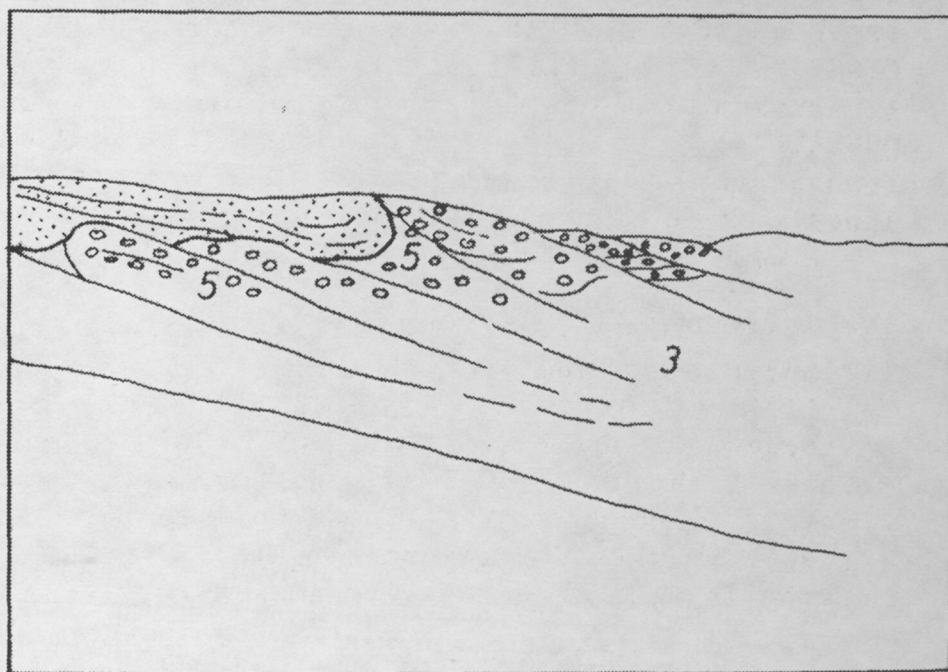
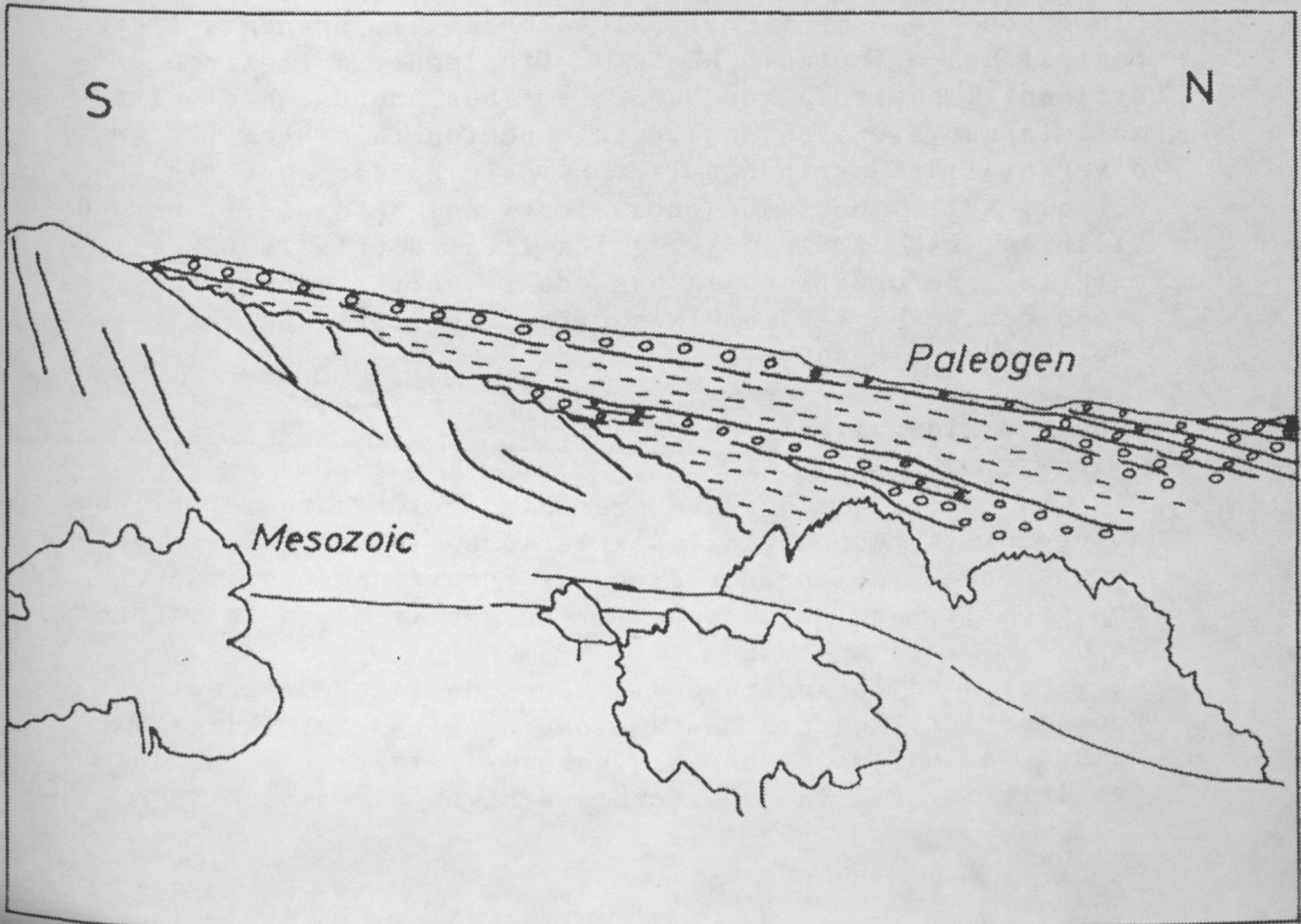


FIGURA 4.29:

Vora sud de la cubeta d'Hinojosa de Jarque. Aspecte de l'onlap dels conglomerats de la unitat 5 sobre el Cretaci superior subvertical (puntejat). Els números corresponen a les unitats diferenciades a la FIG. 4.28.

FIGURA 4.30:

Vora sud de la cubeta d'Aiguaviva (Les Rases). Onlap dels materials paleògens sobre un plec E-W ja desenvolupat en materials mesozoics.



Pot dividir-se en dues àrees sinclinals: al nord la de l'embassament de Santolea i al sud la de Bordón, que es continua fins a l'est d'Ortells; ambdues estan separades per l'anticlinal de Bordón (LAM. 2: tall XVII). Les cartografies existents (fulls d'Aiguaviva, 519: CANEROT i PIGNATELLI, 1979; El Forcall, 544: CRESPO ZAMORANO i NAVARRO VAZQUEZ, 1981; i Pena-roja de Tastavins, 520: CANEROT i LEIVA, 1978) hi diferencien dues unitats terciàries, les mateixes que a la cubeta de Las Cuevas de Cañart. Segons les meves observacions en la unitat superior -clarament discordant sobre el Mesozoic i, a vegades, sobre la unitat inferior- pot distingir-se una part més basal encara deformada de la part més superior totalment horitzontal; el trànsit entre elles és gradual, i la sèrie culmina amb un paquet de conglomerats massissos que pot arribar a superar els 200 m -per exemple els conglomerats de la Balma-. Així, doncs, de fet poden diferenciar-se les tres unitats principals descrites per GONZALEZ et al. (1985) a la Cubeta de las Cuevas de Cañart; només hi faltaria la més inferior.

Els materials de la sèrie inferior estan plegats amb les mateixes directrius de plecs que els materials mesozoics i poden arribar a estar-ho amb una intensitat semblant; els plecs són E-W o NW-SE a l'extrem oriental, prenen a l'àrea central una orientació NE-SW i, finalment, a l'extrem occidental passen a ser NW-SE; arriben, doncs, a dibuixar tota la curvatura de la virgació occidental (MAPA 1); a diversos llocs arriben a la vertical -Bordón, Ortells (LAM. 2: tall XVI). Només són encavalcats pel Mesozoic al nord de Villores (LAM. 2: tall XVII) i a l'est d'Ortells. En els materials deformats de la base de la unitat superior els plecs conserven les mateixes directrius però són més laxos -no superen els 30°-.

Cubeta d'Aiguaviva (FIG. 4.15 6):

La cubeta d'Aiguaviva presenta certes característiques diferencials respecte a les anteriors, ja que es desenvolupa en una àrea afectada per diversos encavalcaments i, per Fontespatla, arriba a connectar-se amb la Conca de l'Ebre.

Pel nord la separa de la Conca de l'Ebre -excepte a Fontespatla- l'escata de La Ginebrosa (LAM. 2: tall XVI), damunt la qual es troben els materials terciaris basals. Al seu interior i a la seva vora sud hi ha diversos

encavalcaments que afecten els termes inferiors de la sèrie terciària però que són fossilitzats pels més superiors (LAM. 2: talls XV i XVI). A l'oest de la cubeta (MAPA 1) emergeixen dos encavalcaments en què es veuen aquestes relacions amb el Terciari. Al sud només hi aflora un encavalcament, a Herbers, que és recobert en "onlap" a l'oest d'aquesta població per materials més superiors (MAPES 1 i 2); aquest contacte en "onlap" es continua per tota la vora sud (FIG. 4.30).

Les cartografies existents coincideixen en diferenciar-hi dues unitats terciàries, però no coincideixen en la seva delimitació. CANEROT (1974) hi diferencia una unitat basal paleògena que ocuparia tota la cubeta, damunt la qual hi hauria una unitat neògena posttectònica miocena que s'extendria entre la Sorollera i la Torre d'Arques, al voltant de Mont-roig. Els autors dels fulls geològics de Pena-roja de Tastavins (full 520), d'Aiguaviva (full 519) i de Calanda (full 494) i ANADON, CABRERA, CALVET et al. (1983) coincideixen bastant exactament en la delimitació de les dues unitats i els atribueixen edats equiparables: els primers autors parlen d'una unitat inferior oligocena i d'una de superior catiana-miocena; ANADON (19??) atribueix a la unitat inferior una edat paleògena inferior i a la superior una edat paleògena superior a miocena inferior -que serien els dipòsits sintectònics-.

De les unitats diferenciades pels darrers autors, la inferior és encavalcada pels materials mesozoics, mentre la superior recobreix discordantment i en "onlap" els encavalcaments i està lleugerament plegada. Dins d'aquesta darrera unitat -prop del Mas de las Matas-, en uns sediments calcàreo-margosos situats per damunt dels conglomerats que descansen en "onlap" sobre el Mesozoic de la vora sud de la cubeta, han estat trobats restes de vertebrats que indiquen una edat oligocena superior (AGUSTI et al., 1983). En quant a l'edat suposadament miocena (CANEROT, 1974) dels materials dels voltants de Mont-roig, val a dir que no es basa en cap troballa paleontològica i, que sediments al nord de Fontespatla -ja dins de la Conca de l'Ebre- atribuïts per aquest autor també al Miocè són, segons CABRERA (1983), d'edat clarament oligocena.

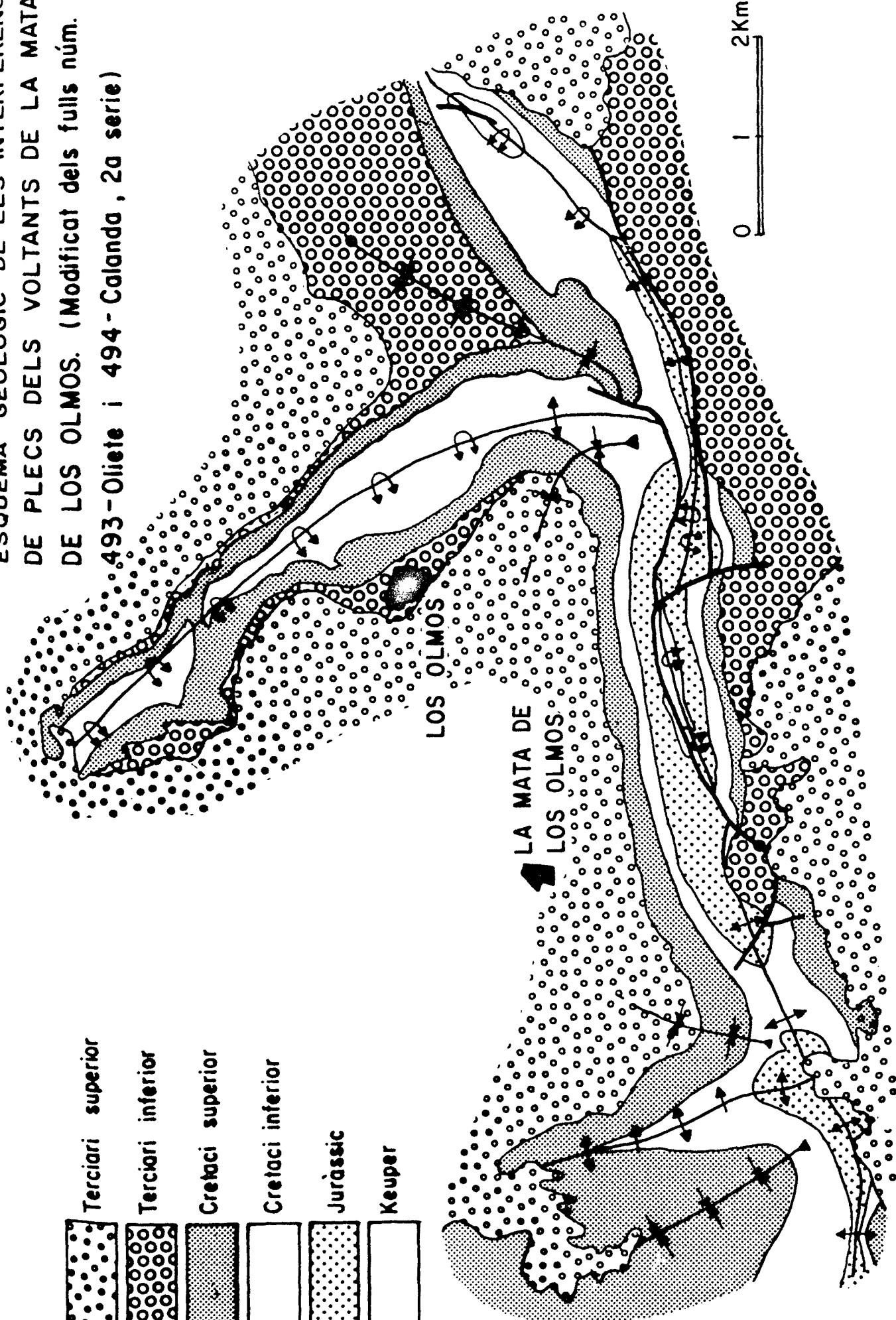
FIGURA 4.31:

Esquema geològic de la interferència entre els plecs NW-SE i els aproximadament E-W als voltants de la Mata de los Olmos. Les primeres estructures són anteriors a les segones.

ESQUEMA GEOLOGIC DE LES INTERFERÈNCIES
 DE PLECS DELS VOLTANTS DE LA MATA
 DE LOS OLMOS. (Modificat dels fulls núm.

493-Oliete i 494-Calanda, 2a serie)

- Terciari superior
- Terciari inferior
- Cretaci superior
- Cretaci inferior
- Juràssic
- Keuper



4.1.3.2: Les estructures NW-SE de l'interior de la Zona d'Enllaç.

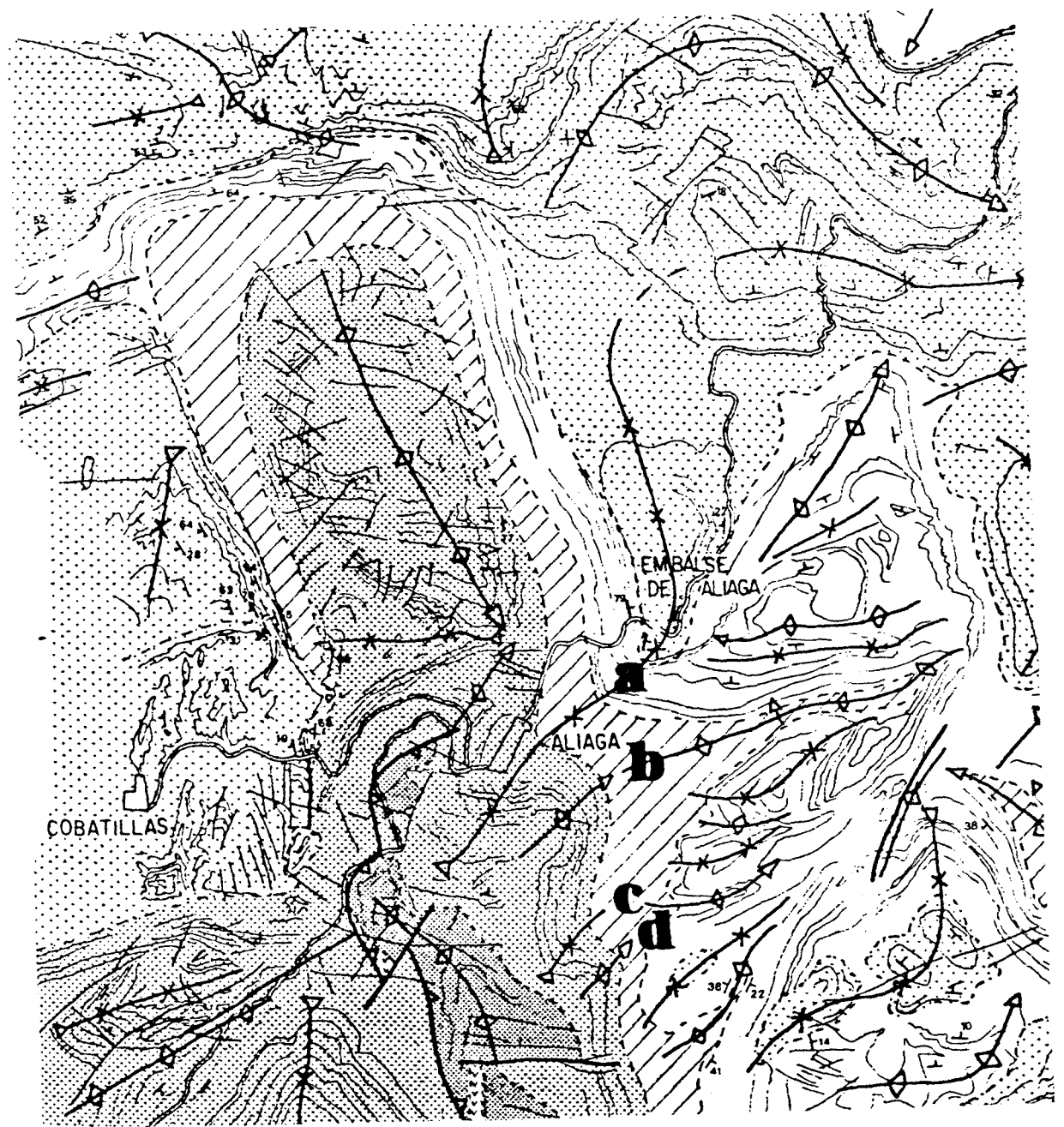
A tot el feix frontal de la Zona d'Enllaç hi dominen, com ja hem vist, les estructures E-W, mentre que d'estructures NW-SE molt rarament se n'hi troben; només a l'interior de la virgació occidental hi ha algun plec NW-SE aïllat, als voltants del pantà de Santolea.

Es al sud del feix frontal i a la part occidental de la Zona d'Enllaç on és important el desenvolupament de plecs NW-SE (MAPA 1; FIG. 4.15). Són, com ja hem vist, les estructures dominants al sud de la banda E-W d'Aliaga, i limiten per l'oest la Zona d'Enllaç. Els talls XXI i XXII (LAM. 3) mostren aquestes estructures.

Els plecs que es troben entre Aliaga i Mosqueruela tenen al nord una orientació pròxima de N-S en acostarse a la banda E-W de plecs del sud d'Aliaga, però cap al sud van prenent progressivament una orientació NW-SE, alhora que es fan cada cop més oberts fins que desapareixen als voltants de Mosqueruela. Són uns plecs d'ordre quilomètric i de gran radi de curvatura; els anticlinals solen ser més tancats que els sinclinals, i en el cas de l'anticlinal d'Aliaga els materials juràssico-cretacis arriben a ser verticals als flancs, i hi ha acumulació plàstica de materials del Keuper al seu nucli.

Els plecs NW-SE limiten per l'oest la Zona d'Enllaç des de l'oest de Portalrubio (Alpeñés) fins -d'una manera contínua- Alcalà de la Selva. Als voltants de Lluçena hi ha un anticlinal de la mateixa orientació que es troba a la continuació cap al sud-est de les estructures anteriors (FIG. 4.38); potser que aquestes estructures es continuessin almenys fins a Lluçena i actualment estiguin mascarades per la gran quantitat de falles normals del sud de la Zona d'Enllaç.

Al nucli dels anticlinals hi ha acumulació plàstica dels materials del Keuper (MAPA 1); a l'anticlinal d'Alcalà de la Selva arriba a aflorar el Muschelkalk en posició subvertical, cosa que abona la possibilitat de l'existència en aquesta àrea de Muschelkalk mitjà, que no aflora.



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▽▽▽ ENCAVALLAMENT ◇◇◇ ANTICLINAL ××× SINCLINAL — FALLA — FRACTURA VISIBLE EN FOTOGR. AÈRIA — TRACAT DE LES CAPES EN FOTOGR. AÈRIA - - - CONTACTE ENTRE UNITATS ESTRATIGRÀFIQUES - - - DISCORDANÇA ANGULAR | <ul style="list-style-type: none"> ▤ Terciari postcompressiu ▥ Terciari pre i sincompressiu □ CRETACI SUPERIOR ▨ FM UTRILLAS ▩ CRETACI INFERIOR ▧ JURÀSSIC ▦ TRIÀSIC |
|--|---|

FIGURA 4.32:

Superposició de plects als voltants d'Aliaga:

Les capes verticals del flanc oriental de l'anticlinal N-S es troben plegades per plects cònicos d'escala hectomètrica a quilomètrica, d'eix subvertical i de pla axial orientat E-W, que en serien posteriors. Amb lletres hi ha indicats quatre d'aquests plects cònicos.

4.1.3.3: Relacions entre les estructures NW-SE de la Serralada Ibèrica i de l'interior de la Zona d'Enllaç amb les estructures E-W del feix frontal de la Zona d'Enllaç.

Les relacions espacials entre aquestes dues direccions d'estructures, i les relacions temporals que se'n desprenen, han estat estudiades per RIBA et al. (1971) i per SIMON (1980). En tots dos treballs s'estableix l'antecedència de les estructures NW-SE respecte de les E-W. RIBA et al. ho fan fonamentalment tenint en compte les relacions d'ambdues direccions d'estructures amb els materials terciaris, mentre SIMON es basa en les relacions geomètriques de les interferències de plects de les dues direccions.

Les meves observacions coincideixen amb el que descriuen aquests autors. Només en un dels casos presentats per SIMON -al nordoest de La Cañadilla- potser la interpretació és més insegura, ja que es tracta d'una interferència d'estructures a l'interior del nucli de la virgació occidental; com ja hem vist a l'apartat 4.1.3.1.5 al nucli de la virgació es van produir estructures de plegament que indiquen un escurçament horitzontal en totes direccions, raó per la qual no pot eliminar-se la possibilitat que altres estructures que interfereixen siguin gairebé sincròniques.

Tanmateix, a més a més dels casos descrits per aquests autors, hi ha exemples fora del nucli de la virgació que indiquen clarament que estructures NW-SE i E-W han actuat sincrònicament. Tot seguit faré una descripció d'alguns exemples d'aquestes tres situacions:

1) **Estructures NW-SE tallades per estructures E-W:** En descriuré tres exemples, un d'interferència d'estructures de la Serralada Ibèrica i del feix frontal de la Zona d'Enllaç, i dos de l'interior de la Zona d'Enllaç; els dos primers exemples van ser descrits per SIMON (1980).

El primer exemple correspon a la interferència entre les estructures de la Serralada Ibèrica i de la Zona d'Enllaç entre Gargallo i Alcorisa (FIG. 4.31). Dos anticlinals tancats -separats per un sinclinal molt lax- de direcció NW-SE són tallats i deformats per una alineació

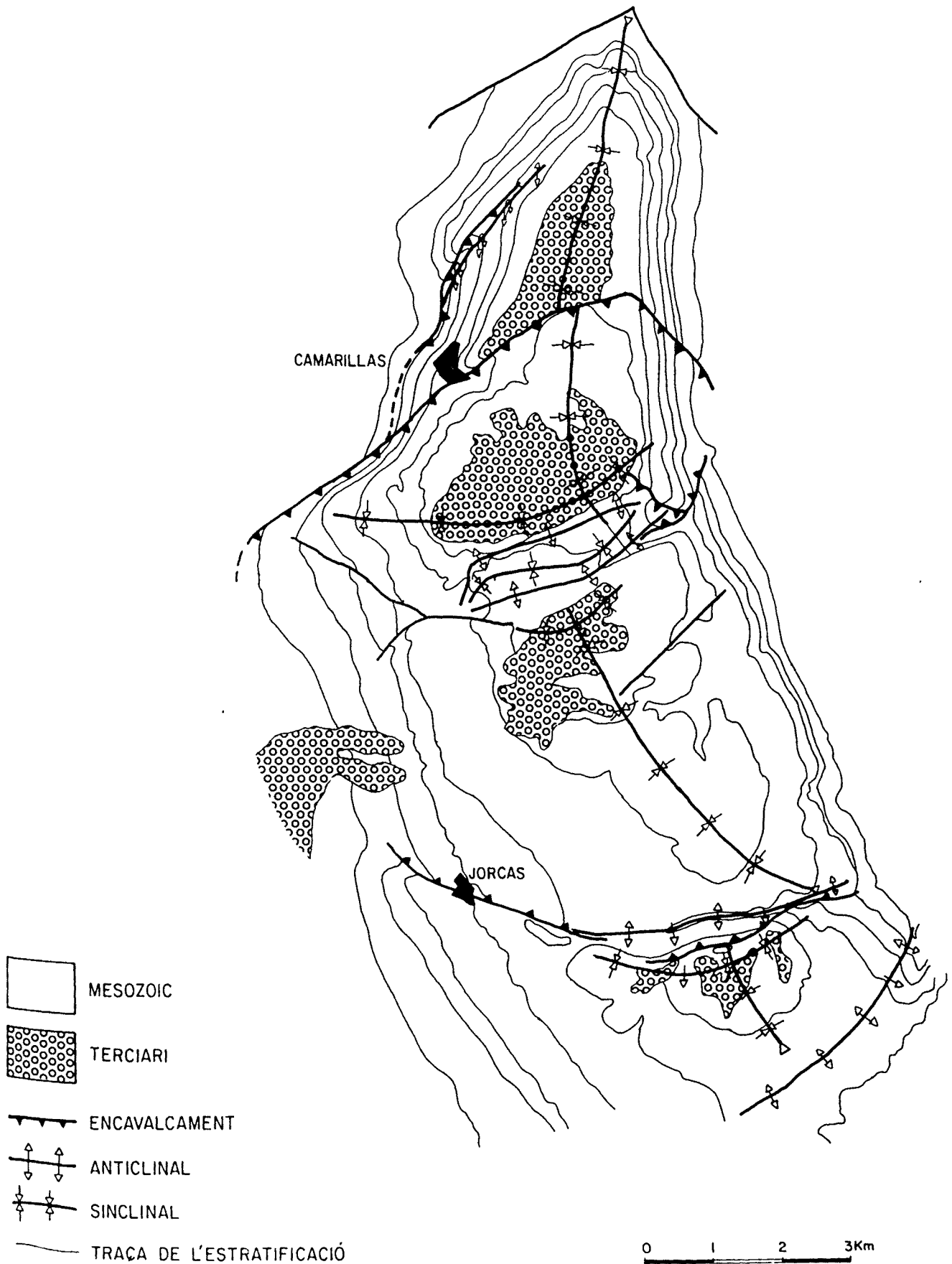


FIGURA 4.33:

Esquema tectònic del sinclinal de Camarillas amb orientació entre N-S i NNW-SSE. Està tallat per encavalcaments d'orientació E-W, els més importants a Camarillas i a Jorcas.

anticlinal d'orientació ENE-WSW que, localment, arriba a encavalcar cap al sud.

El segon exemple és als voltants de la població d'Aliaga (FIG. 4.32), on s'obseva un anticlinal d'orientació ibèrica -que aquí, com ja hem vist, tenen localment una orientació pròxima a N-S-. Els flancs verticalitzats d'aquest plec han estat deformats per plecs E-W; com a conseqüència han pres en planta una disposició ondulada, i la xarnera dels plecs E-W és aproximadament vertical.

El tercer exemple és entre Camarillas, Jorcas i Villarroya de los Pinares, al sud de la cubeta d'Hinojosa de Jarque i immediatament a l'oest de l'exemple anterior (FIG. 4.33). Hi ha un sinclinal lax orientat N-S desenvolupat en materials del Cretaci, que té al nucli materials terciaris; cap al sud pren progressivament una orientació més NW-SE. Aquest sinclinal està afectat per diverses falles inverses i plecs orientats E-W. Les dues falles inverses més importants passen per Camarillas i per Jorcas -la primera encavalca cap al nord i la segona cap al sud-, mentre que els plecs es concentren al sud de Camarillas i als voltants de la falla de Jorcas. Aquestes estructures E-W són clarament posteriors al plec N-S, perquè tallen i desplacen el plec, ja format, i no en són afectats.

2) Materials terciaris afectats diferentment per les dues direccions d'estructures:

El cas més evident són les relacions amb els materials terciaris de l'anticlinal amb nucli paleozoic de Montalbán i de l'encavalcament de la Muela de Montalbán (LAM. 3: tall XX). La part inferior dels materials terciaris són deformats pel flanc sudoest de l'anticlinal de Montalbán, fins arribar a estar verticals (FIG. 4.9) i, per mitjà d'una discordança progressiva (FIG. 4.10), aquest flanc arriba a ser fossilitzat pels materials terciaris de la part superior de la discordança; per damunt d'aquests darrers continua la successió estratigràfica terciària, i els termes més superiors d'aquesta sèrie són encavalcats pels materials del Cretaci superior -encavalcament de la Muela de Montalbán-, del front de la Zona d'Enllaç (FIG. 4.22 C i D).

Un altre exemple es troba a la vora est de la cubeta terciària d'Hinojosa de Jarque, als voltants de Cobatillas

(FIG. 4.28). En el Terciari d'aquesta cubeta poden distingir-se dues unitats, una inferior i una altra superior. La unitat inferior està plegada per plecs N-S i es redreça fortament al flanc occidental de l'anticlinal de Campos, d'orientació NNW-SSE (FIG. 4.28; LAM. 3: tall XVII); els materials de la unitat superior es troben només molt lleugerament basculats quan es disposen discordantment sobre el flanc oest de l'anticlinal de Campos, però es redrecen fins a la vertical quan, al límit sud de la cubeta, són deformats per les estructures ENE-WSW que la limiten.

Els cinc exemples descrits fins ara mostren clarament l'existència de grans estructures -de fet les més importants- de direcció ibèrica -NW-SE- que són anteriors a les estructures E-W de la Zona d'Enllaç.

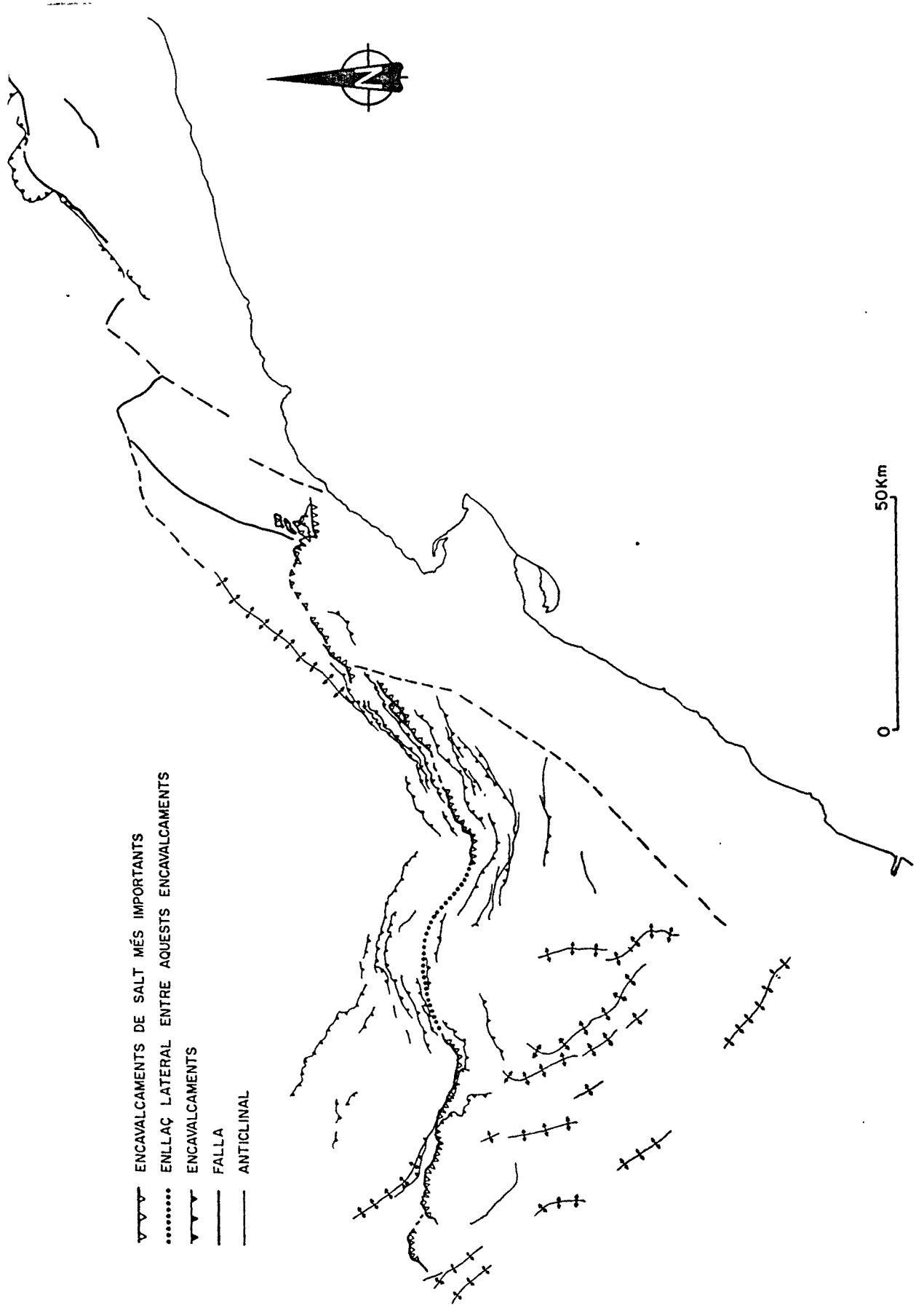
3) Estructures NW-SE i E-W clarament sincròniques:






Les estructures E-W del feix frontal de la Zona d'Enllaç s'acaben bruscament entre Portalrubio i Alpeñés; des d'aquesta darrera població cap al sud-est només hi ha estructures NW-SE. En tota aquesta àrea no hi ha superposició d'estructures; les estructures E-W o simplement s'acaben o enllacen amb les NW-SE. Un bon exemple d'aquest darrer cas és la vora sud de la cubeta terciària d'Hinojosa de Jarque (FIG. 4.28). Aquesta vora ve marcada per materials del Cretaci força redreçats o invertits; en la part oriental tenen primer una orientació ENE-WSW que passa a E-W i s'inflexiona i pren una orientació NW-SE. El traçat de les capes en fotografia aèria mostra que no hi ha solució de continuïtat entre les dues direccions. A més a més, les mateixes unitats de materials terciaris guarden les mateixes relacions respecte a les dues direccions: la unitat superior és deformada igualment per les dues direccions i els conglomerats més superiors (FIG. 4.28, nivell 5) estan lleugerament basculats i tenen una disposició en "onlap" respecte de les dues direccions (FIG. 4.29 A), cosa que indica l'aminorament de la deformació en tota la vora sud de la cubeta.

Com a conclusió d'aquest apartat pot dir-se que la major part de les macroestructures NW-SE són anteriors a les E-W, però que n'hi ha també que van desenvolupar-se simultàniament, sobretot a l'extrem occidental de la Zona d'Enllaç.

FIGURA 4.34:

Mapa d'isòpaques dels materials de la macroseqüència del Cretaci inferior i relació amb les macrostructures desenvolupades durant la compressió paleògena.



-  ENCAVALCaments DE SALT MÉS IMPORTANTS
-  ENLLAÇ LATERAL ENTRE AQUESTS ENCAVALCaments
-  ENCAVALCaments
-  FALLA
-  ANTICLINAL

4.1.3.4: Variació en la potència de la cobertora i la seva relació amb les macrostructures.

Estudiant la variació de la potència de la cobertora mesozoica es poden deduir els grans accidents que van delimitar la seva paleogeografia, i comparant tot plegat amb les estructures compressives produïdes posteriorment, pot arribar a veure's fins a quin punt l'estructura compressiva ha estat influida pels grans accidents de sòcol anteriors, i per les variacions de potència de la cobertora.

En el cas de la Zona de Enllaç, les variacions de la potència de la cobertora pel que fa al Malm i al Cretaci inferior estan íntimament relacionades amb les grans falles de sòcol.

En la FIG. 4.34 es mostra la relació entre les variacions de la potència del Cretaci inferior -macroseqüència IV- i dels encavalcaments i plecs de la Zona d'Enllaç.

En el feix frontal s'observa com la desaparició del Cretaci inferior es produeix coincidint amb els encavalcaments més importants: Portalrubio, la Muela de Montalbán, Herbers-Alfara i Paüls-Pratdip. Entre els encavalcaments de la Muela de Montalbán i d'Herbers-Alfara, on aquests han desaparegut lateralment- la desaparició del Cretaci inferior es produïx als voltants de Castellote, coincidint amb els plecs i encavalcaments que enllacen lateralment els dos encavalcaments esmentats anteriorment.

Els encavalcaments més importants poden arribar a separar sèries del Cretaci inferior de potències molt diferents. L'exemple més evident n'és l'encavalcament d'Herbers-Alfara, als voltants de la primera població, on la potència del Cretaci inferior de la unitat encavalcada és de 50 m, mentre la unitat encavalcant en té 925.

Aquesta variació de la potència es produeix per erosió de les parts superiors de la sèrie del Cretaci inferior per la Fm. Utrillas, i no per condensació de la sèrie: els 50 m de la unitat encavalcada corresponen a la base de la sèrie encavalcant (MAPA-4). Aquest fenomen s'observa a nivell

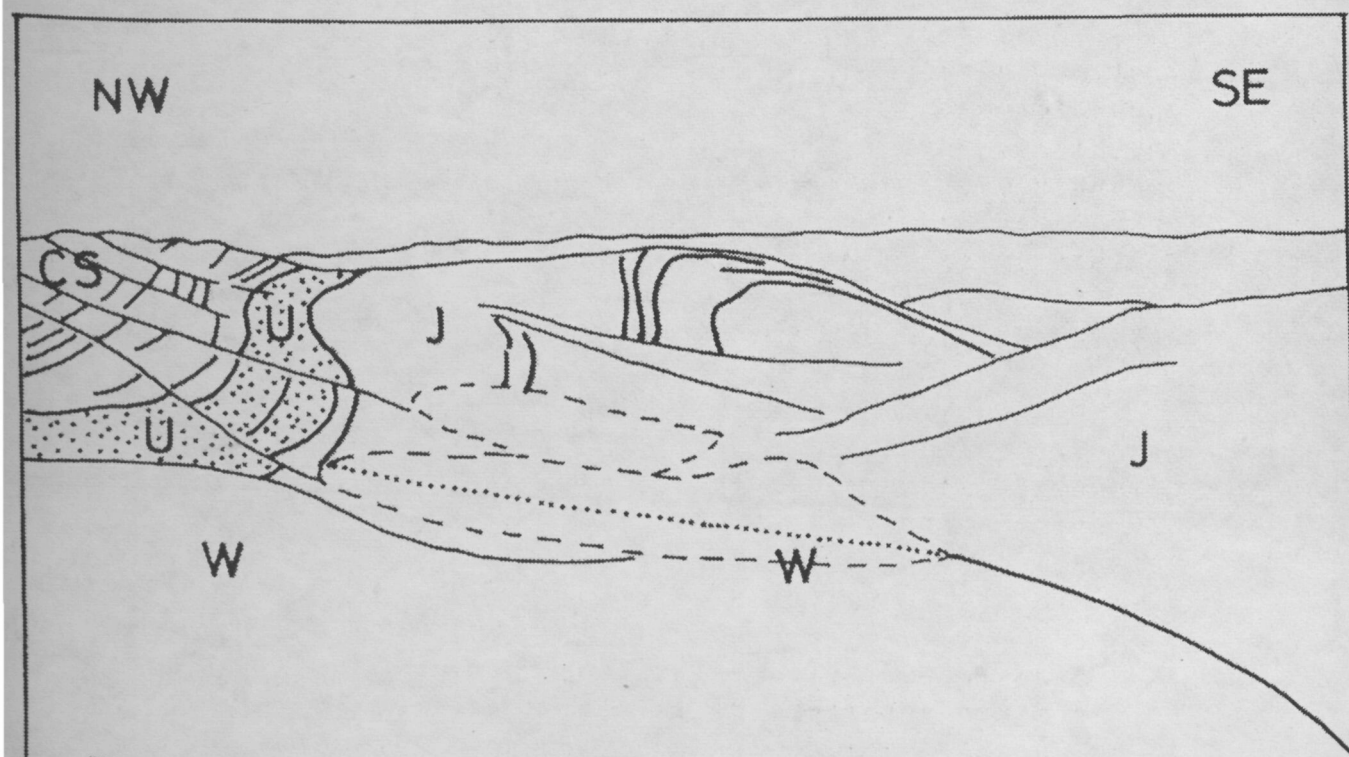


FIGURA 4.35:

Aspecte de l'escapçament dels materials del Cretaci inferior per la base de la Fm d'Utrillas al nord de Seno. J: Juràssic; W: fàcies Weald; U: Fm d'Utrillas; CS: Cretaci superior.

d'aflorament entre Jaganta i Seno -als voltants de Castellote- (FIG. 4.35); la inexistència d'encavalcaments importants en facilita l'observació.

En la meitat occidental de la Zona d'Enllaç hi ha una coincidència clara entre l'orientació del llindar d'Ejulve-Mosqueruela i la cubeta de la Penyagolosa amb els plecs NW-SE de la cobertora. L'acabament occidental del feix de Portalrubio-Vandellós coincideix amb l'alineació marcada per la vora sudest de la cubeta de la Penyagolosa.

La separació entre la cubeta del Baix Maestrat i la del Perelló ve marcada per un llindar E-W, la prolongació del qual passa per la zona de falles de Torre-Miró i del sud d'Aliaga.

Aquestes coincidències ens indiquen -potser- una influència de les variacions del gruix de la cobertora sobre les estructures compressives. També poden indicar -més probablement, al meu entendre- la influència dels grans accidents de sòcol, que determinaren la paleogeografia del Mesozoic -en aquest cas del Cretaci inferior- i l'estructura de la cobertora.