

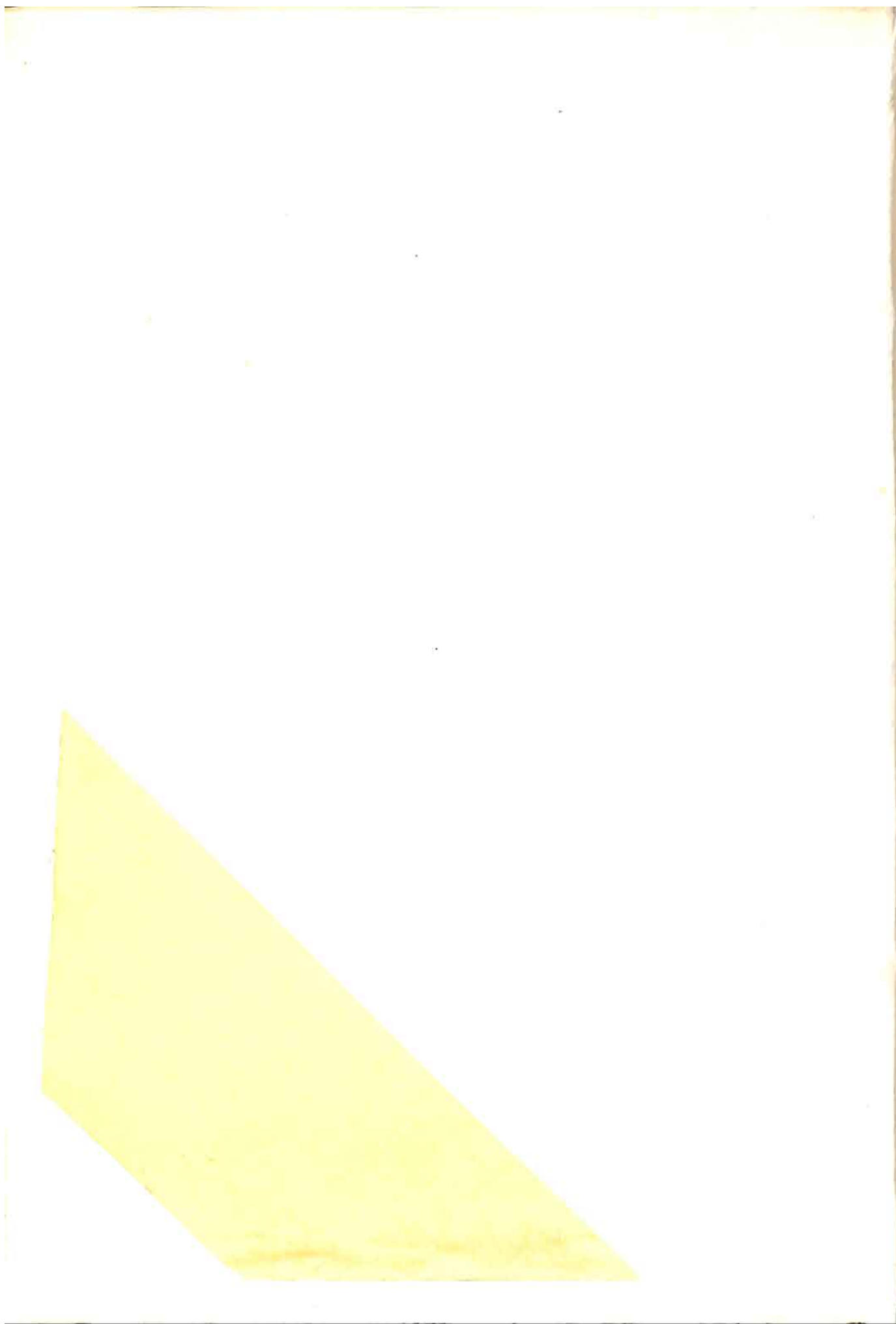
NAM



76

TESIS-BCCT

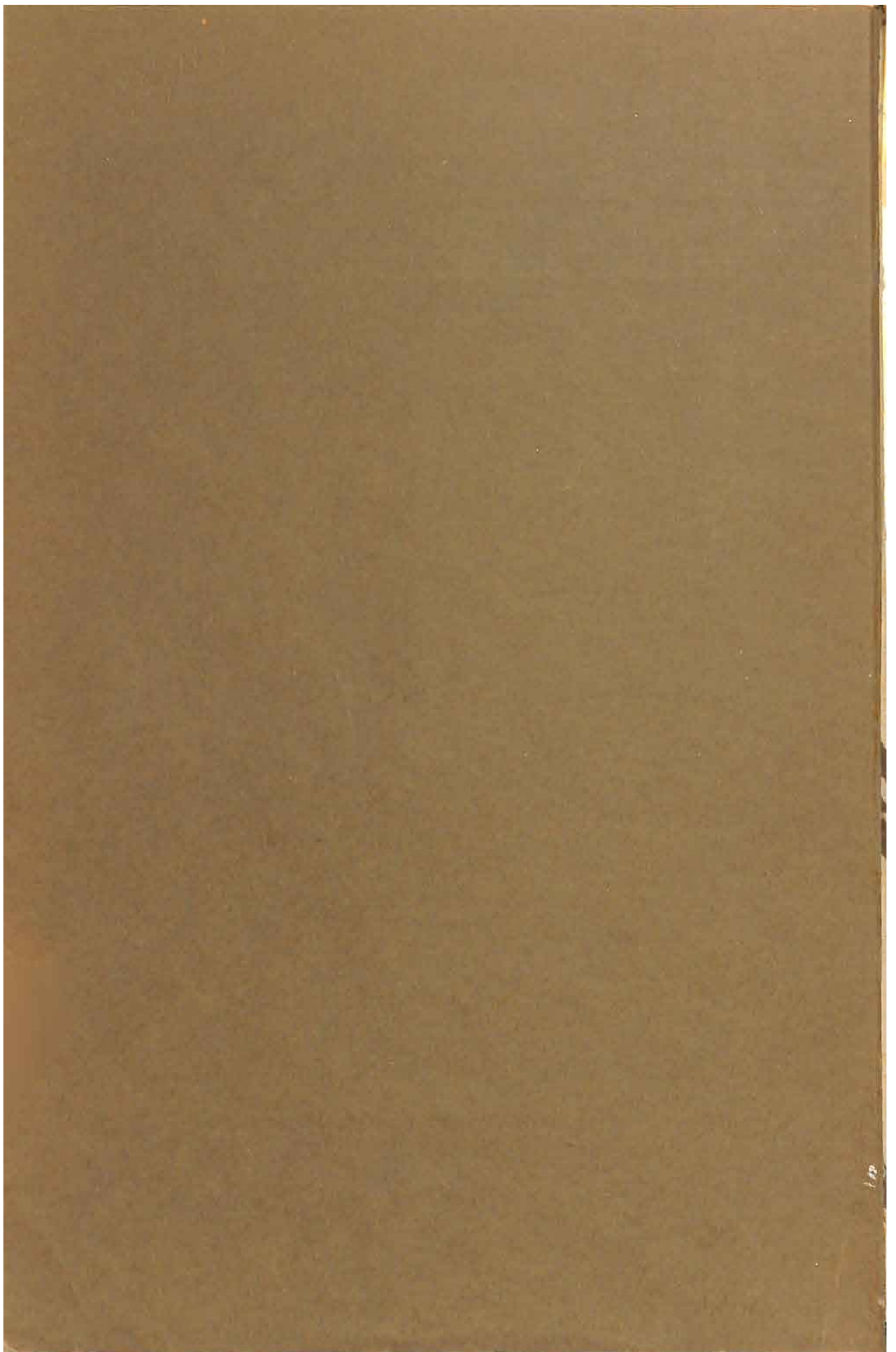
203(560)  
We8b





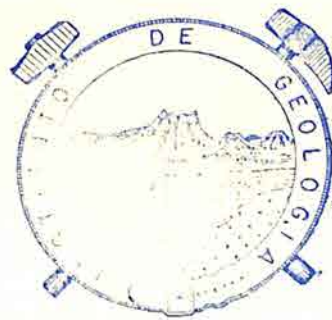
INSTITUTO DE GEOLOGIA  
BIBLIOTECA

I.15  
76



IV-24-2-12  
9361

DE BOUW DER ALPUJARRAS EN HET TEKTONISCHE  
VERBAND DER OOSTELIJKE BETISCHE KETENS.



BIBLIOTECA

CLASIF. WXJ 1929 I-3

ADQUIS. I-75

FECHA 31 enero 2008

PROCED. (D)

# DE BOUW DER ALPUJARRAS EN HET TEKTONISCHE VERBAND DER OOS- TELIJKE BETISCHE KETENS

---

## PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR  
IN DE TECHNISCHE WETENSCHAP AAN DE TECH-  
NISCHE HOOGESCHOOL TE DELFT, OP GEZAG VAN  
DEN RECTOR MAGNIFICUS, T. K. L. SLUYTERMAN,  
HOOGLEERAAR IN DE AFDEELING DER BOUWKUNDE,  
VOOR EENE COMMISSIE UIT DEN SENAAAT TE VERDE-  
DIGEN OP WOENSDAG 30 JANUARI 1929, DES  
NAMIDDAGS TE 3 UUR

DOOR

JAN WESTERVELD,  
MIJNINGENIEUR,  
GEBOREN TE SEMARANG.



GEDRUKT BIJ DE TECHNISCHE BOEKHANDEL EN DRUKKERIJ  
J. WALTMAN JR. DELFT — 1929.

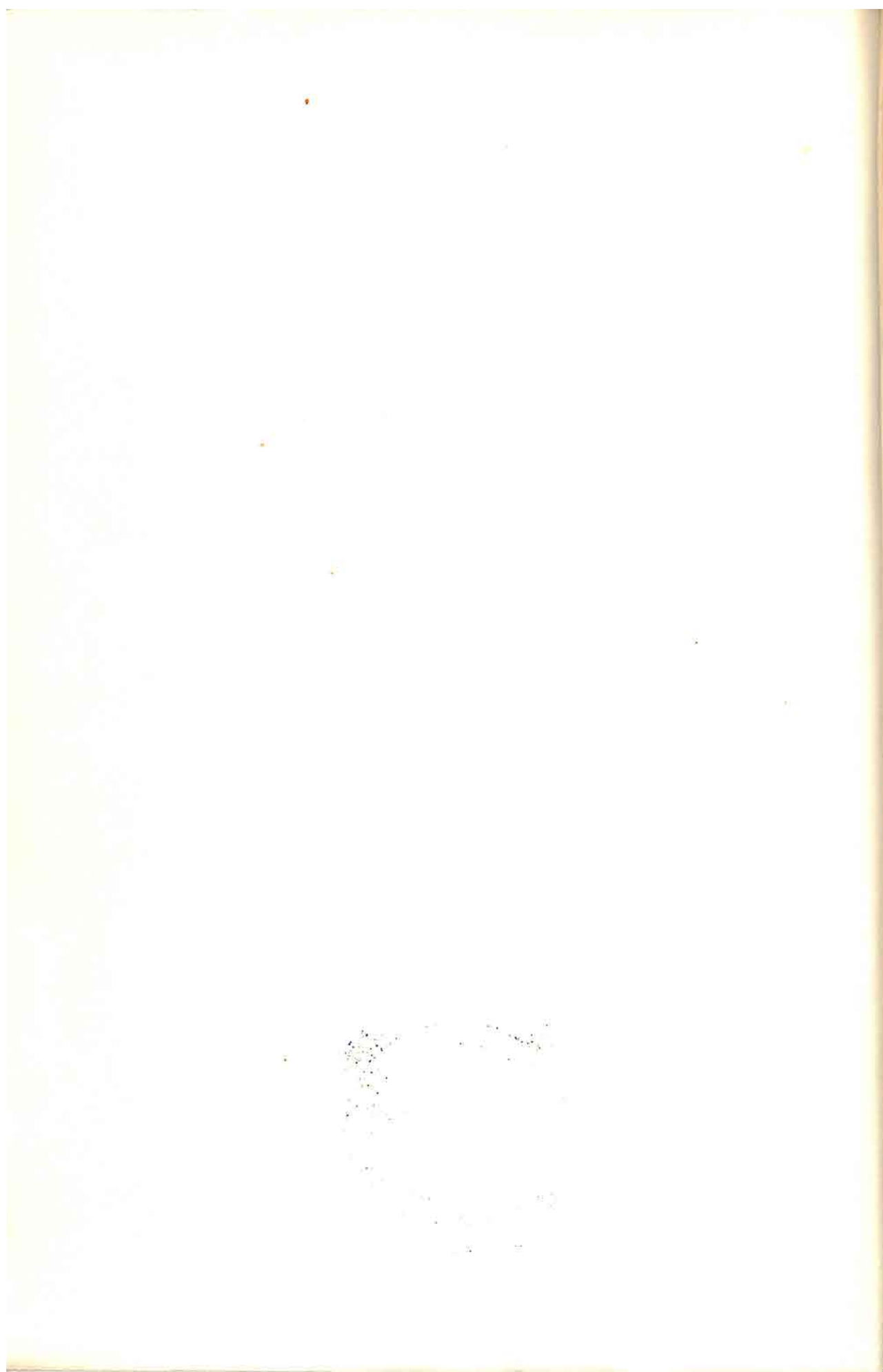
719

203(560)  
we8b





*AAN MIJNE OUDERS.*



*Gaarne maak ik van deze gelegenheid gebruik mijn dank te betuigen aan allen, die tot mijn wetenschappelijke opleiding hebben bijgedragen, vooral aan U, hoogleeraren van de Afdeeling der Mijnbouwkunde aan de Technische Hoogeschool.*

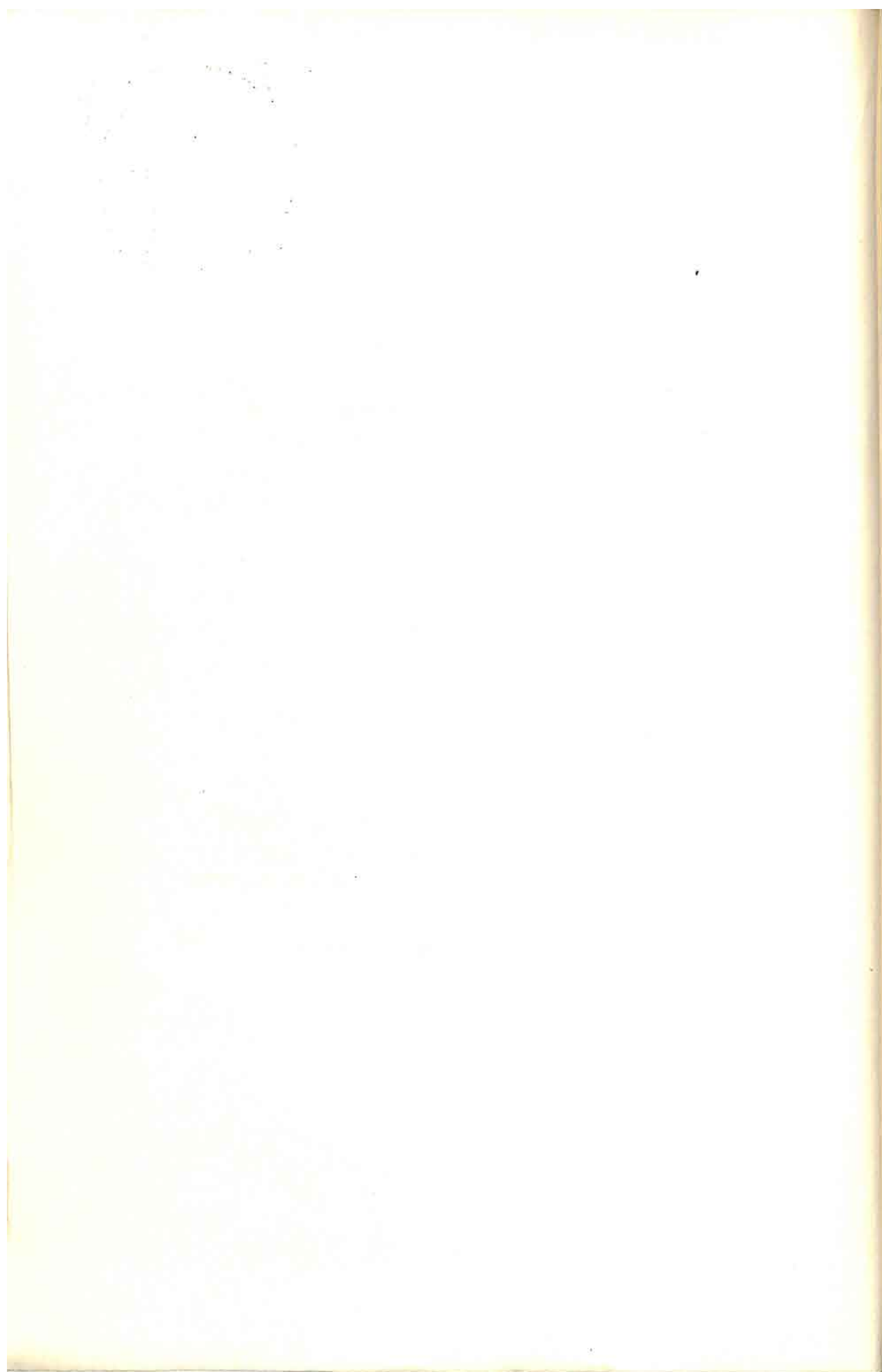
*In het bijzonder voel ik me aan U verplicht, hooggeachte promotor BROUWER. Onder Uw leiding werd door mij in den zomer van 1925 voor het eerst kennis gemaakt met de Oostelijke Betische ketens, welke nadien in de Alpujarras op Uw aanstichting nog twee malen voor mij het onderwerp van een geologische veldstudie waren. Tot U een woord van dank voor de zoo leerzame hulp bij het gereed maken van deze studie. Tevens herdenk ik de excursies in andere deelen van Europa, en wel in de eerste plaats die in de Zwitsersche Alpen, bij welke gelegenheid door Uw uitleg en voortdurende bereidwilligheid zooveel werd medegegeven, dat voor het volbrengen van dit onderzoek van zoo onschatbare waarde bleek.*

*U, hooggeleerde MOLENGRAAFF, zal ik steeds blijven gedenken als leermeester door Uw volstrekt wetenschappelijke en objectieve voordracht der geologische wetenschap.*

*Aan U, hooggeleerde GRONDIJS, past een woord van erkentelijkheid voor de inwijding in de leer der ertsafzettingen. Onder Uw leiding was het mij vergund kennis te maken met de ertsvoorkomens van Scandinavië, en een bezoek aan het ertsdistrict der provincie Huelva in Zuidwest-Spanje was aan Uwe bemiddeling te danken.*



BIBLIOTECA



## VOORWOORD.

---



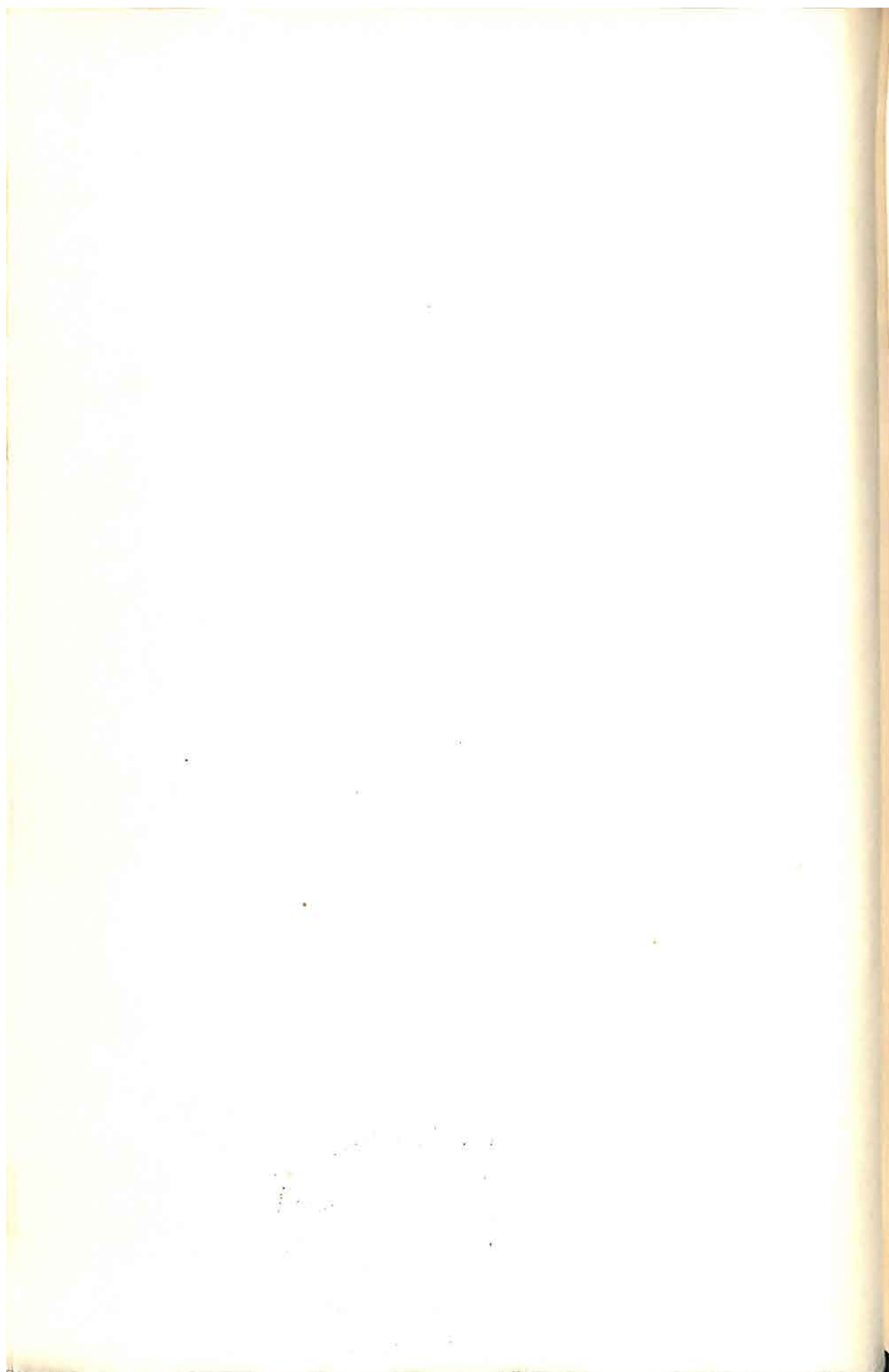
In den zomer van 1925, op een excursie onder leiding van Prof. Dr. H. A. Brouwer en Dr. Ir. C. P. A. Zeylmans van Emmichoven, m.i., werden door mij de Sierra de los Filabres en de Sierra Nevada bezocht. Bij deze gelegenheid had ik de gelegenheid in de omgeving van Monachil een terrein in kaart te brengen en met Ir. H. J. E. M. Hamer, m.i., een studie te maken van de gesteenten der centrale Sierra Nevada in de omgeving van het klooster San Jerónimo.

In den zomer van 1926 begaf ik mij ten anderen male naar de Betische ketens; thans echter naar de Alpujarras, om het gebied tusschen de Sierra Nevada en de Middellandsche zee te bestudeeren. Daar dit onderzoek toenmaals niet ten einde kon worden gebracht, werd in het voorjaar van 1928 ten derden male de reis naar Zuid-Spanje ondernomen, nu echter in opdracht van Zijne Excellentie, den Minister van Koloniën.

Het is mij een behoefte op deze plaats uitdrukking te geven aan mijn erkentelijkheid jegens hen, van wie ik op eenige wijze bij het volbrengen van deze studie steun mocht ondervinden.

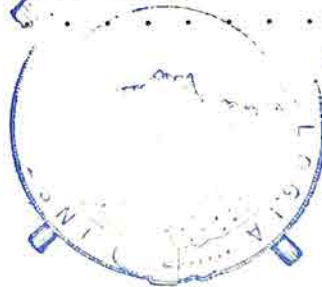
In het bijzonder gaat mijn dank uit naar:

- Prof. Dr. G. A. F. Molengraaff, voor zijn raadgevingen betreffende de geologische nomenclatuur;
- Dr. P. Kruizinga, voor zijn hulp bij het vervaardigen van microfotos van gesteentepreparaten;
- Dr. I. M. van der Vlerk, voor zijn vriendelijke behulpzaamheid bij het determineeren van fossielen in Tertiaire gesteenten;
- Ir. E. L. Meyjes, m.i., voor zijn hulp bij het teekenen van blad III der kaarten;
- Mijne Moeder, Mevrouw Westerveld-Geyl, voor het gereed maken van het handschrift voor den druk;
- J. G. van Blom, cand. m.i., voor zijn gewaardeerd gezelschap en hulp tijdens mijn tweede oponthoud in Zuid-Spanje, in de Alpujarras.



# INHOUD.

	Blz.
Hoofdstuk I. GEOGRAFIE EN KAARTEN.	
<i>Geografisch overzicht</i> . . . . .	1
1. De ketens ten Zuiden der depressie van den Rio Guadalfeo en het Tertiairbekken van Ugíjar—Laujar—Canjáyar. . . . .	2
De Sierra de Gádor. . . . .	2
De Alpujarras . . . . .	4
De Sierra de Lújar . . . . .	9
2. De Zuidhelling der Sierra Nevada . . . . .	10
<i>Gebruikte en vervaardigde kaarten</i> . . . . .	12
Hoofdstuk II. STRATIGRAFIE.	
<i>Algemeen overzicht der prae-Tertiaire stratigrafie</i> . . . . .	14
<i>Inleiding tot de Gesteentemetamorfose</i> . . . . .	27
A. <i>Gesteenten der Sierra Nevada.</i>	
<i>Inleiding</i> . . . . .	28
<i>Kristallijne Schisten der Centrale Zône.</i> . . . . .	31
a. Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose . . . . .	31
b. Verbreiding van de schisten der S. Nevada . . . . .	32
c. Voortzetting van de S. Nevada-schisten naar het Oosten en het Westen . . . . .	32
d. Ouderdom . . . . .	33
<i>Hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada; Zône met Penninisch Mesozoïcum</i> . . . . .	34
a. Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose . . . . .	34
Marmers en conglomeratische mergels . . . . .	34
Gneizen, gneisachtige schisten, kristallijne schisten . . . . .	36
Metamorfe basische intrusiva . . . . .	37
b. Verbreiding van de zône met Penninisch Mesozoïcum langs den Zuidrand der S. Nevada. . . . .	37
c. Verdere verbreiding der zône met Penninisch Mesozoïcum. . . . .	41
d. Ouderdom. . . . .	42



*B. Gesteenten der Alpujarride dekbladen.*

Inleiding . . . . .	43
Kristallijne schisten der Alpujarras . . . . .	43
<i>a.</i> Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose . . . . .	43
<i>b.</i> Verbreiding . . . . .	44
<i>c.</i> Vergelijking met de kristallijne schisten der Sierra Alhama . . . . .	45
<i>d.</i> Ouderdom . . . . .	46
Trias . . . . .	48
<i>a.</i> Triasfyllieten en -kwartsieten . . . . .	48
<i>a.</i> Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose . . . . .	48
<i>β.</i> Verbreiding . . . . .	49
<i>b.</i> Triaskalken en -dolomieten . . . . .	49
<i>a.</i> Beschrijving en graad van metamorfose . . . . .	49
<i>β.</i> Verbreiding . . . . .	52
<i>c.</i> Ouderdom der Triasgesteenten. Fossielen . . . . .	52
<i>d.</i> Vergelijking met de Trias elders in de Oostelijke Betische ketens . . . . .	53

*C. Autochtone jongere formaties.*

Inleiding . . . . .	54
Tertiair . . . . .	54
<i>a.</i> Stratigrafie . . . . .	54
<i>b.</i> Ouderdom . . . . .	55
Vergelijking met de tektoniek en de facies van naburige Tertiaire bekkens . . . . .	55
Palaeontologie . . . . .	57
<i>c.</i> Verbreiding . . . . .	59
Het bekken van Cádiar—Ugíjar—Laujar . . . . .	59
De depressie tusschen de S. de Gádor en de Alpujarras . . . . .	60
Quartair . . . . .	61
Horizontale, losse conglomeraten en -zanden, roode aarde, enz. . . . .	62
Harde, verkitten kalkbreccies . . . . .	62
Kalktuffen . . . . .	63

## Hoofdstuk III. TEKTONIEK.

<i>Geschiedenis van het moderne onderzoek der Oostelijke Betische ketens . . . . .</i>	64
<i>Verdere bevestiging van den dekbladenbouw der Betische ketens . . . . .</i>	66



	XIII
	Blz.
<i>Algemeen overzicht van de Tektoniek der Zuidelijke Betische ketens ten Oosten van Motril . . . . .</i>	67
<i>Het Gádordekblad . . . . .</i>	68
<i>a. Algemeen overzicht . . . . .</i>	68
<i>b. De Sierra de Gádor. . . . .</i>	70
<i>c. De Sierra Alhamilla ten Z. van Berja . . . . .</i>	72
<i>d. Het Gádordekblad in de Alpujarras . . . . .</i>	74
<i>e. Het Gádordekblad langs de Zuidhelling der S. Nevada . . . . .</i>	78
<i>f. De voortzetting van het Gádordekblad naar het Westen en het Oosten en de ontwikkeling ten Noorden der centrale ketens (zie blad III) . . . . .</i>	81
<i>g. De wortel van het Gádordekblad. . . . .</i>	85
<i>Het Lújardekblad . . . . .</i>	86
<i>a. Algemeen overzicht . . . . .</i>	85
<i>b. De Sierra de Lújar . . . . .</i>	87
<i>c. Het venster van Albuñol . . . . .</i>	88
<i>d. Het massief van den Cerrón . . . . .</i>	90
<i>e. De Calares de Turón en de Loma del Pardo. . . . .</i>	91
<i>f. De voortzetting van het Lújardekblad naar het Westen en het Oosten . . . . .</i>	93
<i>g. De vorm en het ontstaan van het Lújardekblad . . . . .</i>	93
<i>Basische intrusiva in de Alpujarride dekbladen . . . . .</i>	96
<i>De diepere dekbladen der S. Nevada; Betisch Penninicum . . . . .</i>	97
<i>Slotwoord over de metamorfose der dekbladen . . . . .</i>	98

#### Hoofdstuk IV.

DE ONTWIKKELING DER BERGVORMING.	100
----------------------------------	-----

#### AANHANGSEL.

I. <i>Economische geologie . . . . .</i>	106
IJzerertsen . . . . .	106
Loodertsen . . . . .	107
Kwikertsen . . . . .	108
Koper . . . . .	108
Goud . . . . .	109
II. <i>Petrografie . . . . .</i>	110
A. Gesteenten der diepere Betische dekbladen (Betisch Penninicum) . . . . .	110

	Blz.
1. Marmers en „conglomeratische mergels” uit de zône met Penninisch Mesozoïcum . . . . .	110
2. Verweerde basische intrusiva, voorkomend in en bij de zône met Penninisch Mesozoïcum . . . . .	112
B. Gesteenten der Alpujarride dekbladen . . . . .	113
1. Kristallijne schisten uit het Gádordekblad . . . . .	113
2. Triasfyllieten . . . . .	114
3. „Conglomeratische mergels” van het overschuivings-kontakt tusschen Gádor- en Lújardekblad bij Albuñol.	115
4. Basische intrusiva tusschen de dekbladen der Alpujarras . . . . .	115
<i>Lijst der geraadpleegde Litteratuur . . . . .</i>	<i>117</i>

#### KAARTEN EN PROFIELEN.

- Blad I. Geologische kaart der Alpujarras. Schaal 1 : 50.000.  
 Blad II. Profielen bij de geologische kaart der Alpujarras.  
 Blad III. Tektonisch overzicht der Oostelijke Betische ketens. Schaal 1 : 300.000.

#### FOTOS.

Foto	1, tegenover	blz.	1.
1.	1.	1.	De Sierra Nevada, gezien van de N.W. uitloopers der Sierra de Gádor.
2.	2.	3.	De Sierra de Gádor, gezien van de Z.-helling der Sierra Nevada bij Paterna.
3.	3.	3.	De Sierra de Gádor, gezien van het Z.W. Op den voorgrond de Sierra Alhamilla (ten Z. van Berja).
4.	4.	7.	De Cerrajón de Murtas, gezien van het O. uit. Links de Rbla. de Murtas.
5.	5.	7.	De Sierra La Contraviesa, gezien van den Noordoever van den Rio de Cádíar, bij Cádíar.
6.	6.	10.	De Sierra de Lújar, gezien van de Rbla. de Gualchos uit.
7.	7.	10.	De Sierra de Lújar, gezien van den Noordoever van den Rio Guadalfeo by Almegíjar.
8.	8.	11.	Het dal van den Rio de Cádíar bij Cádíar. Op den achtergrond de Sierra Nevada.
9.	9.	11.	Het dal van den Rio Trevélez.
10.	10.	58.	Dunne doorsnede van hdst. 1801; harde kalksteen met <i>Archaeolithothamnium</i> , aan het pad Hirmes—Darrícal.
11.	11.	58.	Dunne doorsnede van hdst. 1825; harde conglomeratische kalksteen met <i>Nummulites</i> , <i>Archaeolithothamnium</i> , ten N.O. van Lucainena.

Foto 12, tegenover blz.	60.	Gele mergels en conglomeraten uit het bekken van Ugíjar langs de Zuidhelling der S. Nevada. Rechts in het midden het dorpje Picena; links daarvan, hooger op de schistenhelling, het dorp Laroles.
„ 13, „ „	60.	Gele mergels en conglomeraten uit het bekken van Ugíjar, gezien van den linkeroever van den Rio de Alcolea. Links het dorp Alcolea.
„ 14, „ „	61.	Steile wand van Tertiaire conglomeraten langs den linkeroever der Rbla. Repenil.
„ 15, „ „	61.	Heuvel van Tertiaire conglomeraten ten N.O. van Berja. Links op den achtergrond de S. de Gádor.
„ 16, „ „	74.	Dolomieten der S. Alhamilla, opgeschoven tegen de dolomieten der S. de Gádor, van het Westen gezien.
„ 17, „ „	74.	Dolomietenschub der S. Alhamilla, gezien van de Cda. Alcaudique uit.
„ 18, „ „	75.	De Loma Salobra, gezien van het N.O., van den linkeroever van den Rio Grande. Op den voorgrond de Rbla. Huercol.
„ 19, „ „	89.	Schisten van het Gádordekblad op dolomieten van het Lújardekblad langs den linkeroever der Rbla. de las Angosturas (Venster van Albuñol.).
„ 20, „ „	89.	De Calares de Turón, van het Z. gezien.
„ 21, „ „	110.	Dunne doorsnede van hdst. 1813. Gewoon licht. Kataklastische glimmermarmar. Vindpl.: Ten Z. van Paterna.
„ 22a, „ „	112.	Dunne doorsnede van hdst. 1830. Gewoon licht. Tot albietamfiboliet (met veel titaniet) verweerd basisch intrusief. Vindpl.: Ten W. van Mairena aan den Bco. Hospital.
„ 22b, „ „	112.	Als foto 22a; × nikols.
„ 23a, „ „	114.	Dunne doorsnede van hdst. 1858. Gewoon licht. Distheen- en staurolieithoudende granaatglimmerschist. Vindpl.: Bovenloop Rbla. de Rubite.
„ 23b, „ „	114.	Als foto 23a; × nikols.

#### FIGUREN TUSSCHEN DEN TEXT.

- Fig. 1, blz. 73. Profiel over de opschuivingen in het Westelijk gedeelte der S. Alhamilla (ten Z. van Berja).  
 Fig. 2, blz. 79. Schematisch profiel ten O. van Bco. Hñizar.  
 Fig. 3, blz. 80. Triasdolom., tusschen schisten en Triasfyllieten ingeklemd ten O. van Picena.  
 Fig. 4, blz. 80. Schematisch profiel ten W. van Bco. Bonallar.  
 Fig. 5, blz. 96. Schematisch profiel van het onderlinge verband tusschen Gádordekblad, Lújardekblad en de eenheden der S. Nevada.



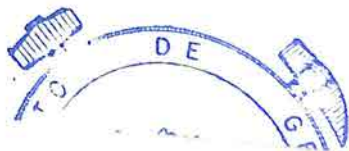
**BETEEKENIS VAN ENKELE AFKORTINGEN, VOORVOEG-  
SELS EN SPAANSCH E WOORDEN.**

- A = arroyo = waterloop.  
 Bco. = barranco = kloof door watererosie gevormd.  
 Calar = kalkgebergte.  
 Cerro (cerrajón) = heuvel (grootte heuvel).  
 Co. = cortijo = boerderij.  
 Cda. = cortijada = verzameling boerderijen, gehucht.  
 Fte. = fuente = bron.  
 Hdst. 1813 d.d. = handstuk no. 1813 uit de verzameling Spanje van het Instituut voor Mijnbouwkunde aan de Technische Hoogeschool te Delft, met bijbehorende dunne doorsnede.  
 Loma = vlakke heuvel.  
 Rbla. = rambla = droge waterloop, welke alleen bij hevige regens water voert.  
 Rio = rivier.  
 S. = Sierra = gebergte.  
 Vega = laaggelegen, meest bevlœide vlakte.  
 Vta. = venta = landelijke herberg.

Nummers tusschen haakjes achter namen van schrijvers verwijzen naar overeenkomstige nummers der lijst van geraadpleegde litteratuur op blz. 117 e.v.

## VERBETERINGEN.

Blz.	1,	regel	21	van	onderen:	lees	metamorfe	<i>i. p. v.</i>	matamorfe.
"	7,	"	4	"	boven :	"	van Berja	"	en Berja.
"	7,	"	13	"	" :	"	subsequent	"	obsequent.
"	16,	"	21	"	" :	"	der S. Tejada	"	de S. Tejada.
"	29,	"	8	"	" :	"	tusschen	"	van.
"	38,	"	14	"	" :	"	linkeroever	"	rechteroever.
"	40,	"	21	"	" :	"	vindt	"	trefte.
"	40,	"	10	"	onderen:	"	Trevélez	"	Trevéleze.
"	55,	"	22	"	boven :	"	, over den Valle	"	van den Valle.
"	56,	"	10	"	" :	"	Burdigalien	"	Burdigadien.
"	61,	"	24	"	" :	"	beide	"	ebide.
"	61,	"	25	"	" :	"	conglomeraten	"	conglomeraetn.
"	62,	"	17	"	" :	"	Laujar	"	Lanjar.
"	76,	"	2	"	onderen:	"	ten N.	"	ten Z.
"	90,	"	11	"	boven :	"	massieve	"	masiseve.
"	90,	"	19	"	" :	"	wegdoken	"	wegdooken.
"	109,	"	2	"	" :	"	gebergte	"	gebegrte.







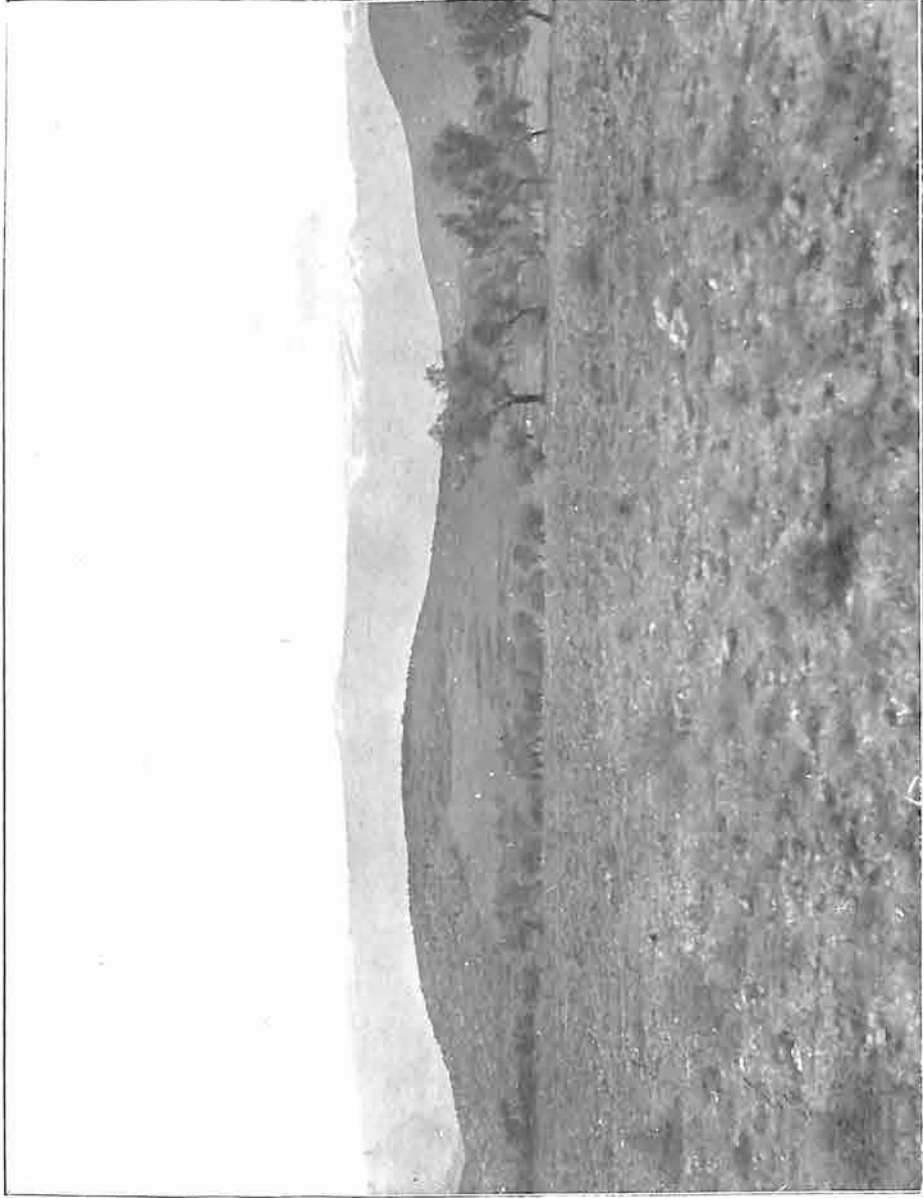


Foto 1.

De Sierra Nevada, gezien van de N.W. uitloopers der Sierra de Gádor.



# HOOFDSTUK I.

## GEOGRAFIE EN KAARTEN.

---

### GEOGRAFISCH OVERZICHT.

Het bestudeerde gebied omvat een onderdeel van de reeks Alpine plooïingsgebergten, welke een groot deel innemen van de provincies Cádiz, Sevilla, Córdoba, Málaga, Jaén, Granada, Almería, Murcia en Alicante in Zuid-Spanje en hun Oostelijke voortzetting vinden in de Balearen, in totaal zich uitstrekkend over een lengte van bijna 1000 K.M. tusschen Cádiz en Menorca.

In dit gedeeltelijk onder zee, gedeeltelijk onder de Tertiaire bekkens van Andalusië aan het oog onttrokken plooïingsgebied, vormt de onderzochte streek een onderdeel der geologisch en geografisch scherp af te scheiden Betische ketens. Deze bestaan hoofdzakelijk uit kristallijne of tamelijk matamorfe gesteenten, voornamelijk van sedimentairen oorsprong, doch gedeeltelijk — vooral in het gebied ten Oosten en Westen van Malaga — uit intrusieve gesteenten. Wat deze eigenschappen betreft en ook in de landschapsvormen leveren ze een scherpe tegenstelling tot de Subbetische ketens. Deze Subbetische ketens bestaan voor het grootste gedeelte uit een aaneenschakeling van dorre, waterarme kalkgebergten, hoofdzakelijk bewoonbaar gemaakt door de tusschenliggende, bevoeide Tertiaire bekkens.

De Betische ketens, waartoe behooren de Sierra de Mijas, de bergen ten Noorden van Málaga en Vélez Malaga, de Sierra Nevada met de Zuidelijke en Noordelijke vorgebergten, de Sierra de los Filabres, de Sierra de las Estancias, de Sierra de Oria en de Sierra Alhamilla, bestaan voor het grootste deel uit kristallijne schisten, terwijl kristallijne kalken en dolomieten, o.a. van de Sierra de Gádor, de Sierra Alhamilla, de Alpujarras, de Sierra de Lújar, de Westelijke randzône der Sierra Nevada, het kalkgebergte tusschen de bekkens van Granada en Guadix, de Sierra de Baza, een voorname plaats innemen.

De basische intrusiva uit het Westelijk gedeelte dezer ketens zijn alleen plaatselijk van belang.

De kristallijne schisten verleen en aan het landschap glooiende

vormen en aan den bodem groote vruchtbaarheid; de dolomietgebergten bieden echter een even troosteloozen en grilligen aanblik als de Noordelijke Mesozoïsche ketens.

In dit proefschrift wordt de aandacht hoofdzakelijk beperkt tot de Zuidelijkste der Betische ketens, gelegen tusschen de Sierra Nevada en de Middellandsche zee.

Geografisch is het onderzochte gebied te verdeelen in:

1. De ketens ten Zuiden der depressies van den Rio Guadalfeo en het Tertiairbekken van Ugíjar-Laujar-Canjáyar, waartoe behooren:

De Sierra de Gádor;  
De Alpujarras;  
De Sierra de Lújar.

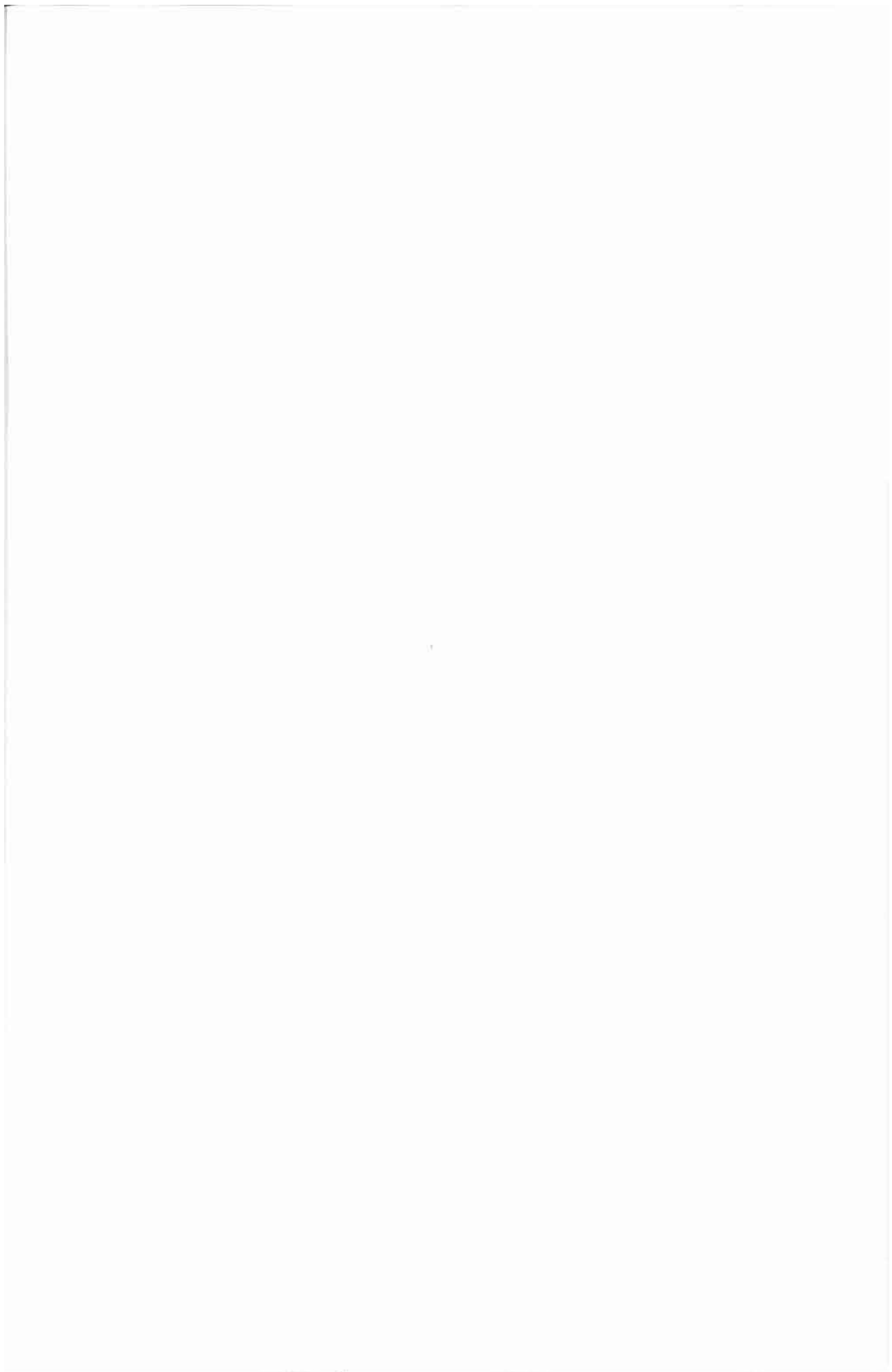
2. De Zuidhelling der Sierra Nevada.

1. **De ketens ten Zuiden der depressies van den Rio Guadalfeo en het Tertiairbekken van Ugíjar-Laujar-Canjáyar** vormen een tektonisch van de Sierra Nevada gescheiden en ook geografisch zelfstandig gebied. Van de centrale, steil oprijzende ketens zijn ze gescheiden, in het Westen door het dal van den Rio Guadalfeo, in het Oosten door het lange met conglomeraten en mergels gevulde Tertiaire en gedeeltelijk Quartaire bekken van Ugíjar-Laujar-Canjáyar, dat omringd wordt door Triasfyllieten, en de Trias van Alpujarras en Sierra de Gádor volkomen scheidt van den Triaskalken en -fyllietenzoom langs de Zuidhelling der Sierra Nevada.

De depressie van den Rio Guadalfeo is niet zoo uitgesproken. Bij Cádiar liggen langs dezen altijd waterhoudenden bergstroom nog eenige resten van het Tertiaire bekken, dat zich eenmaal verder naar het Westen heeft uitgestrekt, doch ter hoogte van Almegíjar en Torvizcón zijn de gesteenten der Alpujarras direkt aan de Noordzijde van het dal tegen de hellingen der Sierra Nevada op te vervolgen.

Eénmaal waren de fyllieten en schisten der Alpujarras bedekt door een aaneengesloten kap Triaskalken en -dolomieten. De erosie heeft dit gebied echter sterk aangegrepen, zoodat de bedekkende dolomieten op enkele resten na zijn verdwenen. In de Sierra de Gádor echter bleef deze kap behouden, zoodat er nu landschappelijk een sterke tegenstelling bestaat tusschen de centrale Alpujarras en de reusachtige dolomietschilden van Sierra de Lújar en Sierra de Gádor aan weerszijden.

*De Sierra de Gádor* vormt een aaneengesloten schild van dolomieten (zie foto 2), dat alleen langs de randen tot op de onder-



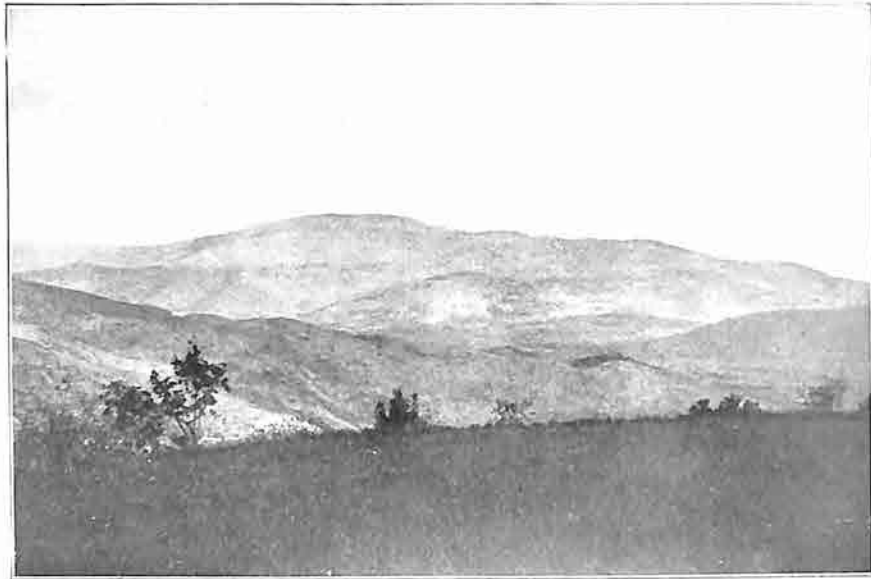


Foto 2.

De Sierra de Gádor, gezien van de Z. helling der Sierra Nevada bij Paterna.



Foto 3.

De Sierra de Gádor, gezien van het Z.W.; op den voorgrond de Sierra Alhamilla (ten Z. van Berja).

liggende fyllieten is aangesneden door de zeer diepe barrancos, welke aan den Zuidkant direkt afwateren naar de Middellandsche Zee, aan de Westhelling naar den Rio Grande de Adra (= de Ugíjar), aan Noord- en Oosthelling o.a. naar den Rio Andarax, die bij Almería in zee uitmondt.

De flanken van het gebergte zijn alle tamelijk steil. Langs den Zuidkant duikt het steil weg onder de jonge vormingen van de vlakke Llanos de Dalías of onder een jong Tertiair heuvellandschap. Ten Westen van Almería komen de Gádorkalken tot aan zee, terwijl ze tusschen Berja en Dalías door een tektonische depressie zijn gescheiden van de lagere, 600—700 M. hooge Sierra Alhamilla (niet te verwarren met het gebergte van denzelfden naam ten N.O. van Almería). Deze depressie is bij Berja bedekt door de jonge vormingen der „vega” van dit stadje en de straatweg Berja-Dalías loopt er doorheen. Ten Noorden van dezen straatweg rijst het gebergte als een muur op en bereikt al gauw boven de ontoegankelijke steilten der Pecho de las Agujas een hoogte van  $\pm$  2000 M. (Foto 3). Aan de Noordflanken dalen de Gádorkalken af naar het Tertiaire en Quartaire bekken van Laujar-Canjáyar. Langs deze voor een groot deel met horizontale Quartaire conglomeraten bedekte tektonische inzinking zijn de dolomieten weggeërodeerd, zoodat er langs de Noordflank veel ontblootingen van fyllieten zijn, die eenigen graanbouw mogelijk maken. Overigens vormt dit gebergte een groot schild van dolomieten met een reeks breede golvende toppen van ruim 2000 M. hoogte. Volkomen verlaten is dit massief op grotere hoogte. Eens bracht de loodmijnbouw er duizenden heen langs de paden welke van Dalías, Berja, Alcolea en Fondón naar de overal verspreide storthoopen van meerendeels ondiepe groeven leiden. Vele ingestorte smeltwerken langs de Westhelling en bij Fondón getuigen ook nog van metallurgische bedrijvigheid. Thans worden deze gure hoogten alleen nog bezocht door houtsprokkelaars, geitenhoeders en een enkelen jager. Boomgroei is er schaarsch. Laag struikgewas en grassoorten vertegenwoordigen daar de flora; alleen langs de steile hellingen ten Oosten van Gastala vindt men nog bergeiken. De meeste afwisseling bieden nog de Westelijke uitloopers van dit gebergte, waar dit overgaat in de Alpujarras.

Naar het N.W. zendt het een golvend landschap van dolomieten uit, dat langs den Rio de Alcolea stuit tegen het veel lager gelegen Tertiaire bekken van Ugíjar en langs den Rio Grande plaats gaat maken voor het op hoge ruggen nog vaak door Triaskalken gekroonde fyllietenlandschap der Oostelijke Alpujarras.

Bij Alcolea en Darrícal vindt men nog vruchtbare bekkens van roode aarde, jonge conglomeraten en Tertiaire mergels in deze dolomieten (o.a. El Campillo).

De bij Gastala uit een diepe kloof te voorschijn komende Rbla. Pulbina loopt ten Zuiden van dit gehucht door de resten van een Tertiair bekken, dat tot aan de dolomieten der Westhelling van de Sierra de Gádor reikt. In de lagere met nog recentere vormen bedekte gedeelten van dit heuvellandschap vindt men graanbouw en druiventeelt, o.a. langs den Bco. de la Leña en de Rbla. del Cid bij het gehucht van dien naam.

Het vruchtbaarst is echter het Quartaire fluviaatiele bekken rondom het stadje Berja, het grootste plaatsje uit de provincie Almería. Dit bekken strekt zich uit langs de Ramblas Salomón en de Beneji tusschen uitloopers der Sierra de Gádor en wordt via een uitgebreid bevoeiingssysteem bereikt door het water uit de krachtige bronnen, welke ontspringen onder de dolomieten van dit gebergte. Aan den teelt van druiven voor den uitvoerhandel in het glooiende bassin dankt Berja zijn voorspoed, die te niet dreigde te gaan na het uitgeput raken der loodaders van de Sierra de Gádor, die behalve aan mijnwerkers brood verschaften aan lastdrijvers en de houders der talrijke kleine smeltovens, waarvan de vervallen schoorsteen nog op vele plaatsen op de toppen van heuvels te zien zijn.

De ten Zuiden van Berja gelegen Sierra Alhamilla vormt een zelfstandig kalkgebergte van het karakter der Sierra de Gádor. Het grenst aan de Zuidzijde tegen een vlak heuvellandschap van jonge vormen (waarsch. gedeeltelijk jong-Tertiair); aan den Noordrand komt het bekken van Berja tot aan de steil oprijzende hellingen; aan den Westkant reikt het tot aan den Rio Grande, die zijn loop in fylleten heeft ingesneden.

*De Alpujarras* reiken van den Rio Guadalfeo, die bij Motril in zee uitmondt, tot aan de Sierra de Gádor. Geografisch is echter de Sierra de Lújar er van af te scheiden, hoewel geologisch dit gebergte onafscheidelijk aan deze streek gebonden is, evenals trouwens de Sierra de Gádor. De Zuidhelling der Sierra Nevada vormt de natuurlijke Noordgrens. Geologisch gesproken zou deze grens moeten worden gelegd dáár waar de kristallijne schisten van de centrale keten te voorschijn komen onder den nog tot de elementen der Alpujarras behoorenden zoom van Triasfylleten en -dolomieten aan de Noordzijde van den Rio Guadalfeo en het Tertiaire bekken van Ugíjar. De diepe dwarsdalen tusschen de hooge, Zuidwaarts gerichte ruggen der Sierra Nevada, de grootere waterrijkdom en grootere hoogte ver-

leenen echter aan laatstgenoemde streek een landschapsbeeld, dat een sterk contrast vormt met de kale hoogten der Alpujarras met haar meestal droge barrancos en ramblas, die dit gebergtecomplex verdeelen in een spinneweb van kale ruggen en diepe valleien, ongeschikt voor het vormen van grootere nederzettingen door hun gebrek aan water en hun groote terreinoneffenheid.

De Sierra de Lújar en de Zuidhelling der Sierra Nevada zullen afzonderlijk besproken worden.

De Alpujarras vormen een uitgebreid, sterk door de erosie aangesneden fyllieten- en schistenlandschap met enkele belangrijke kalkmassieven, waartoe o.a. behooren de Cerrajón de Murtas, het hoogste punt van dit gebergte (1440 M., zie foto 4), de kalken en dolomieten van het venster van Albuñol, dat aangesneden is langs de droge Ramblas de Albuñol, Valenciano, Angosturas, Alcaicería, enz.; dan de grootere, kale dolomietmassieven van den Cerrón (1240 M.), Calares de Turón (830 M., zie foto 20), Loma del Pardo en vele kleinere dolomietkoppen op fyllieten langs den Rio Grande de Adra en tusschen de Rbla. de Murtas en Rio de Yátor, terwijl tot slot nog genoemd kunnen worden de kalkschilden en -eilanden ten Westen van Castell de Ferro en Gualchos bij de Middellandsche Zee en de met steile helling naar het Zuiden wegschietende rug van de Loma Salobra tusschen de Rbla. de Guainos en den Rio de Adra. De fyllieten en schisten gaven echter aan het landschap zijn hoofdkarakter. De glooiende lijnen van de fyllieten- en schistenruggen vormen een sterke tegenstelling tot het harde en onherbergzame uiterlijk der dolomietmassieven van Sierra de Lújar, Sierra de Gádor en Calares de Turón. In deze laatste en de overige dolomietmassieven der Alpujarras, die tot het z.g. Lújardekblad behooren, zooals de dolomieten van het venster van Albuñol, hebben de waterloopen steile kloven ingesneden met haast loodrechte wanden zonder den bodem der dolomieten te bereiken.

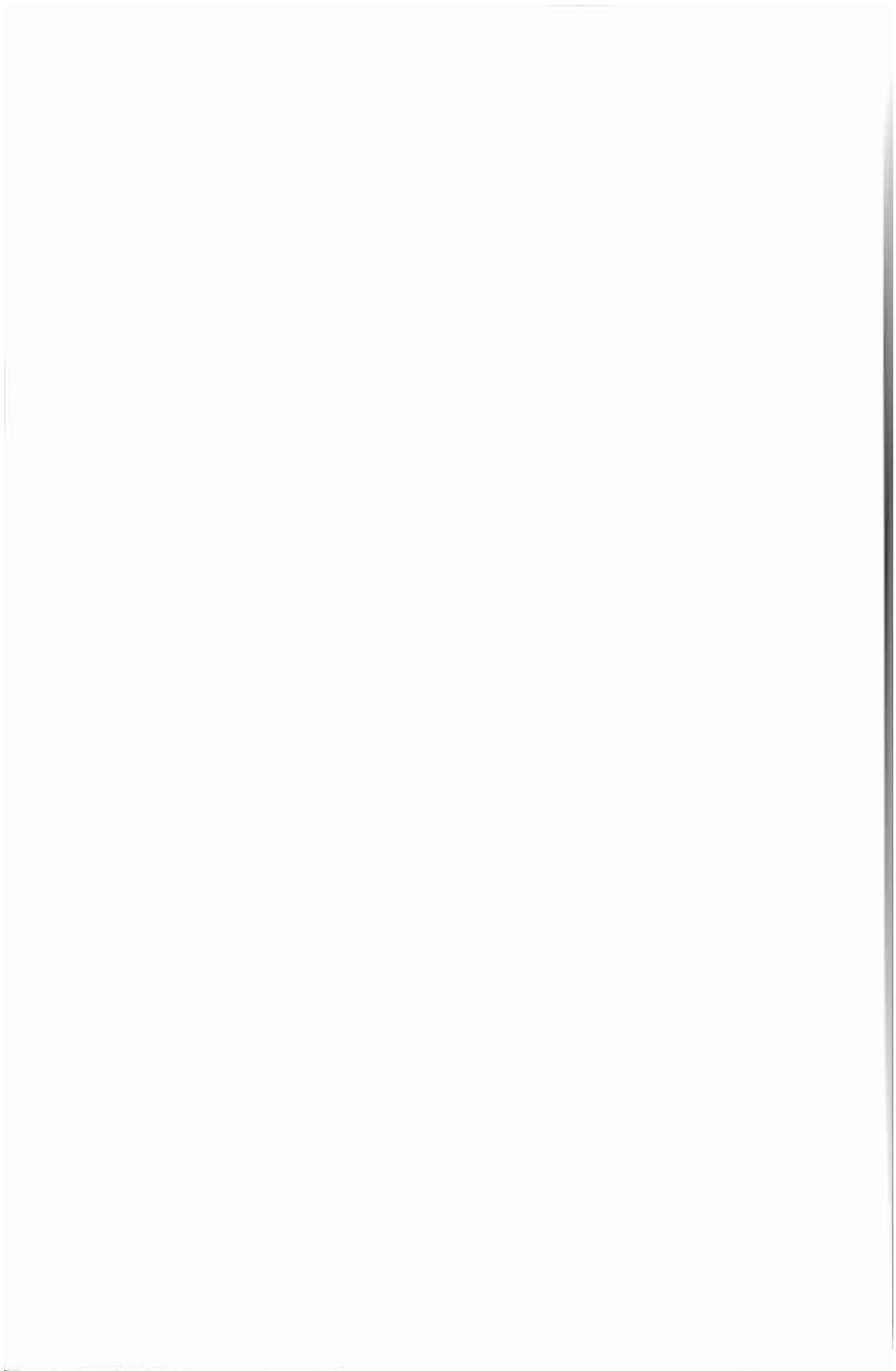
De afwatering van het gebergte geschiedt door een uitgebreid systeem van dwarsdalen, waaraan zich enkele lengtedalen toevoegen. Een groot deel van deze dwarsdalen mondt direkt uit in de Middellandsche Zee, zooals de breede, doch geheel droge Rbla. de Gualchos, de zelden water voerende Rbla. de Albuñol met al haar vertakkingen, de Rbla. de la Alcazaba, Rbla. de Guainos, e.a. Een ander deel stroomt af naar het Noorden en mondt uit in den Rio Guadalfeo, die ook het water van vele bergstroomen uit de Sierra Nevada bij Motril in zee stort. Tot deze Noordwaarts afstromende dwarsdalen behooren o.a. de Rbla. de Torbizcón, de Rbla. de Barbacana, Rbla. de la Toba, Rbla. de Verdebique, enz.

Tot de weinige belangrijke lengtedalen, die hun ontstaan aan tektonische depressies te danken hebben, behooren o.a. de Rio de Yátor, die het geheele Tertiairbekken van Ugíjar doorkruist en zijn water onttrekt aan de Sierra Nevada door den diep in de Centrale keten snijdenden Rio de Mecina; verder de Rbla. de Cojáyar en de Rbla. de Murtas met al haar geledingen. Deze groote lengtedalen komen alle uit op den Rio Grande de Ugíjar, de tweede groote waterafvoerder van de Sierra Nevada naast den Rio Guadalfeo in dit gebied. De Rio Grande baant zich een weg door dolomietmassieven en fylleten langs de groote tektonische dwarsdepressie tusschen de Sierra de Gádor en de Alpujarras. De loop vertoont duidelijk een geërfd karakter. Aan de oppervlakteontsluiting der gesteenten is het tektonische karakter van de depressie te merken, doch de rivier heeft haar bed reeds lang beneden de oorspronkelijke oppervlakte der formaties ingesneden en doorsnijdt nu noodgedwongen de harde Calares de Turón in een zeer steile en smalle kloof tusschen Benínar en Fuentes de Marbella.

Het geërfde karakter is trouwens aan alle belangrijke terreininsnijdingen van dit gebergte eigen. Aan de vergevorderde erosie, waardoor de eenmaal ook over de geheele Alpujarras als een bedekkend schild aanwezige Gádorkalken werden aangetast en op enkele resten (de Cerrajón de Murtas, e.a.) na verwijderd, tengevolge waarvan de onderliggende fylleten en kristallijne schisten bloot kwamen, heeft het terrein zijn typisch uiterlijk te danken, zijn vruchtbaarheid en bewoonbaarheid. De dwars- en lengtetroggen in het oorspronkelijke dolomietenschild bepaalden den aanvangstoestand van het afwateringsnet. De voornaamste beken ondermijnden de dolomieten, voerden het gruis ervan naar zee en sneden zich nadien in sneller tempo in de zachtere fylleten en schisten in. Met het verdwijnen van de dolomieten vervaagde het duidelijke verband tusschen tektoniek en afwatering. De harde dolomieten toch voegden zich naar de plooiing in het groot, de plooibare fylleten en schisten in het klein. De dolomieten van de Sierra de Gádor vormen de gidslagen bij uitnemendheid voor de détailtektoniek van de dekbladen. Waar er nog resten van gespaard zijn gebleven in de Alpujarras is nog wel uit de ruïnes het oorspronkelijke gebouw plaatselijk te reconstrueeren. Daar is het verband tusschen tektoniek en geërfde vallei nog mogelijk, zooals in den Noordoosthoek der Alpujarras met zijn vele dolomieten.

Wat we nu dus voor ons zien is een in wezen consequent afwateringsstelsel, dat door lang aanhoudende erosie veelal het consequente verband verloren heeft en plaatselijk zelfs tot inconsequentie is gebracht, o.a. bij de diepe insnijdingen in de harde dolomieten van





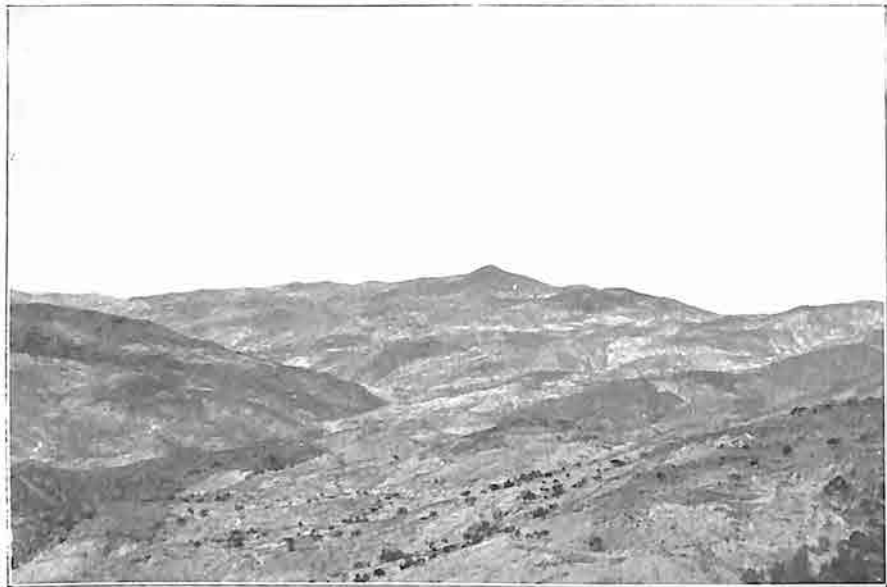


Foto 4.

De Cerrajón de Murtas, gezien van het O. uit. Links de Rbla. de Murtas.



Foto 5.

De Sierra La Contraviesa, gezien van den Noordoever van de Rio de Cádiz, bij Cádiz.

Albuñol en de Calares de Turón, waar dus de waterlopen geërfd zijn. Dit geërfde karakter is bijzonder merkwaardig b.v. bij de Rbla. del Higueral en haar bovenloop, de Rbla. del Cid tusschen de Cda. El Cid en de „vega” en Berja. De volkomen droge rambla loopt hier dwars door de dolomieten van de Loma del Pardo met een zeer breed vlak bed. Veel logischer ware het oogenschijnlijk, wanneer deze rambla zijn koers nam langs den straatweg Berja-Alcolea langs het kontakt der dolomieten van de Loma del Pardo met de zachte fyllieten van het Gádordekblad (zie voor den dekbladenbouw de tabel bij blz. 26 en het hoofdstuk Tektoniek) om zich dan in de vlakke van Berja te vereenigen met de Rbla. Pulbina. Wel stroomt langs dit uitgesproken abnormale kontakt een kleine barranco, die zich volkomen obsequent aanpast aan de scheiding tusschen harde en zachte gesteenten en om de dolomieten heen ten Zuiden van de Cda. Peñaroá zich vereenigt met de Rbla. del Cid, doch deze barranco is van veel jongeren datum dan de breede Rbla. del Cid en past zich aan de tegenwoordige omstandigheden aan zooals van de allerjongste insnijdingen te verwachten is.

De voornaamste dalen dragen dus een geërfd karakter, de jongere zijdalén passen zich aan de tegenwoordige topografie aan en ontleeden de tektoniek. Dit is een algemeen verschijnsel in jonge ketengebergten met hun steeds, als gevolg van nu nog voortdurende rijzing, verjongde erosie. Het algemeen beeld volgt geheel de uitspraak van Heim (22, Bd. II, 1, blz. 70): „Die Talwege beherrschender Dimensionen und unabhängiger Art sind oft eine Überlieferung der ältesten ersten tektonischen Züge von der Oberfläche des werdenden Gebirges. Die erste Tektonik hat sich auf die äuszere Form der tiefsten Gebirgstheile vererbt, dagegen die innere tiefere Baustruktur von der äuszeren Gestaltung ganz überwunden worden ist und sich nur wieder in Kleinformen zeigt.”

Het beeld van steeds verjongde erosie is zeer uitgesproken in de Alpujarras. De V-vormige dalen der ramblas reiken tot aan de steile kust der Midd. Zee. Zij vertoonen nergens het karakter van een benedenloop en zijn gescheiden door hooge ruggen van schisten en fyllieten, die op eenige K.M. van de kust al een hoogte van eenige honderden meters bereiken (zie blad I). De waterscheidingen zijn allen zeer scherp en vormen de hoofdoorzaak van de onherbergzaamheid van dit terrein. De voornaamste zijn de Sierra la Contraviesa (1300 M., zie foto 5) met haar Oostelijke voortzetting, den Cerrajón de Murtas (1440 M.) en de talrijke vertakkingen naar Noord en Zuid; verder de Cerro Salchicha met den langen rug, waarover de weg Orgiva-Albuñol loopt tusschen de Venta de las Tontas en het

dorp Sorvilán; voorts wordt er één aangegeven door het pad van Co. La Negra naar Turón en de rij kalkmassieven gevormd door den Cerrón ten Z.O. van Co. La Negra en de Calares de Turón.

Op het nog steeds voortgaan der rijzing wijst, behalve de steile kust tegenover de diepe zee, het bestaan van jonge kustterrassen, o.a. ten Westen en Oosten van Adra, en van weder ingesneden terrassen langs de verschillende ramblas, zooals langs de Rbla. de Gualchos.

Het is wonderlijk deze scherpe erosie te zien in een terrein, waar haast alle waterlopen droog zijn en hoogstens hier en daar een bronnetje ontspringt, waarvan het water verdrinkt in de rulle grindmassa's der breede beddingen. Zelfs in den winter blijven vele dezer dalen zonder water en dan nog is het magere beekje geheel niet in verhouding tot den vaak een paar honderd meters breeden dalbodem.

Slechts de Rio de Adra en de Rio Guadalfeo voeren een belangrijke hoeveelheid water, doch zij onttrekken dit aan de Sierra Nevada met zijn nooit geheel verdwijnende sneeuwbedekking en krachtige bronnen.

Alleen langs deze dalen en langs enkele in de Alpujarras ontspringende steeds watervoerende beken, zooals de bovenloop der Rbla. de Gualchos (Rbla. de Fregenite), de Rbla. de Guainos, treft men krachtige erosieverschijnselen aan en vele groote rolsteenen. De breede droge ramblas, zooals de Rbla. de Murtas, de Rbla. de Cojáyar en die welke ontspringen in het bekken van Ugíjar, als de Rbla. Seca, hebben een vlak bed van meest fijner gruis en weinig groote gerolde stukken. Zij vormen vele hoofdverkeerswegen en de landbouw heeft soms zelfs op gedeelten der breede vlakke beddingen beslag gelegd.

Het is zeer goed mogelijk, dat eens de regenval aanzienlijk is geweest. Langs de wanden der diepe kloven, die de dolomieten van Albuñol doorsnijden, ziet men gladgepolijste oppervlakken en resten van kolk-gaten, die op een vroegere intensievere waterwerking wijzen. Verder treft men bij Laujar dikke pakketten losse horizontale conglomeraten van misschien Diluvialen ouderdom. Ook deze kunnen door krachtige beken samengespoeld zijn. Von Drasche vestigde reeds op deze mogelijkheid de aandacht (13).

De vruchtbaarheid der Alpujarras is zeer verschillend. Het groote gebied kristallijne schisten is het vruchtbaarst en bij uitstek geschikt voor den teelt van wijndruiven en amandelboomen. Midden in dit gebied liggen de dorpen Albuñol, Albondón, Polopos, Sorvilán en vele gehuchten langs de valleien. De uitgebreide fylleten- en kwart-

sietenlandschappen in den Oosthoek der Alpujarras en langs de Sierra la Contraviesa zijn betrekkelijk onvruchtbaar. Men vindt er hoofdzakelijk graanvelden en wat wijnbouw en amandelboomen en langs de valleien, waar eenige besproeiing mogelijk is, ook vruchtboomen, vijgen en olijven. De dorpjes in laatstgenoemde streken zijn dan ook zeer armoedig en dungezaaid. Voorbeelden hiervan zijn o.a. Alcázar aan de Rbla. de Alcázar, Rubite, Fregenite, Turón, Jorairátar aan de Rbla. de Jorairátar, Mecina Tedél, het hooggelegen Múrtas ( $\pm 1100$  M.), Cojáyar. De betrekkelijk geringe bebouwbare oppervlakte langs den Rio Grande (= Rio de Adra) levert ondanks den grooteren waterrijkdom niet veel meer voorspoed aan de arme dorpjes Lucainena, Darrícal en Benínar. De benedenloop van den Rio Grande heeft echter breede „vegas” met graan, suikerbieten en suikerrietbouw en vele sinaasappelgaarden. Hieraan hebben vele gehuchten en de dorpen La Alquería en Adra hun bestaan te danken. Beter is ook het dal van den Rio Guadalfeo, waar men de groote dorpen Cádíar en Torbizzón aantreft.

Het Tertiaire bekken van Ugíjar is zeer onvruchtbaar. Het vormt een grillig erosielandchap met steile cañons (zie foto's 12, 13, 14). Enkele breede valleien zijn echter goed bevloeid, zooals de breede vallei van Ugíjar — één der welvarendste dorpen uit de Alpujarras — en die van Yátor.

Langs de kust treft men hoofdzakelijk visschersdorpen aan, o.a. La Rábita, Castell de Ferro en eenige gehuchten. Ten Zuiden van de Sierra de Lújar vindt men nog de van amandel- en olijventeelt levende dorpen Lújar en Gualchos.

Slechte verbindingswegen zijn mede de oorzaak van de achterlijkheid dezer streek, zoomede de groote ontoegankelijkheid door de uiterst geaccidenteerde topografie. De laatste oorzaken leidden er ook toe, dat de Mooren juist in dit gebergte het langst stand hielden tegen de „reconquista” en er pas een eeuw na den val van Granada na zeer bloedige botsingen voorgoed uit zijn verdreven. De bevolking werd daarbij sterk gedecimeerd. Vele nederzettingen verdwenen of moesten door immigranten uit Noordelijker provincies opnieuw bevolkt worden. De bevolking moet echter heden niet meer dan een derde of vierde bedragen van die in den Moorentijd. Uitgebreide terreinen zijn dan ook onbebouwd en kaal. Bosschen zijn reeds lang verdwenen op een groot kurkeikenbosch aan den Zuidkant van Cerro Salchicha en eenige dennebosschen in het bekken van Ugíjar na.

*De Sierra de Lújar* sluit de Alpujarras naar het Westen af. Het is een van alle kanten zeer steil oprijzend kaal gebergte van aan-

zienlijke hoogte boven de omgeving ( $\pm 2000$  M.) en van een regelmatig koepelvorm (zie foto's 6 en 7). Slechts aan de Noordhelling van dit dolomietmassief groeien wat dennebosschen. Overigens is het gebergte weinig toegankelijk, volslagen droog en alleen van waarde door het voorkomen van loodertsen.

**2. De Zuidhelling der Sierra Nevada** wordt gekarakteriseerd door een serie evenwijdige, Zuidwaarts gerichte ruggen, gescheiden door diepe dwarsdalen. Deze ruggen bestaan hoofdzakelijk uit kristallijne schisten, doch zijn lager, langs de groote depressie, die de Zuidgrens van de centrale keten vormt, gekroond door grillige rotsen van Triaskalken op een basis van fylleten.

De groote waterrijkdom der dwarsdalen schiep langs de hellingen der diepe valleien vele nederzettingen, vooral op de vruchtbare schisten der Sierra Nevada. De voornaamste dalen zijn van Oost naar West: het dal van den Rio Alcolea met Paterna, van den Rio del Puerto de la Ragua met Bayárcal en Picena, van den Rio de Mairena met Mairena, van de Rbla. de Nechite met Nechite en Mecina Alfáhar, van den Rio Válor met Válor, van den Rio de Mecina met Mecina Bombarón, allen afwaterende naar den Rio Grande. Naar de Rio Guadalfeo (= Rio de Cádiar) zendt zijn water de zeer diepe en breede vallei van den Rio de Cádiar (foto 8) met de dorpen Bérchules, Alcútar en Narila; dan de zeer schilderachtige Rio Trevélez (foto 9) die vóór de vereeniging met den Rio Guadalfeo een stuk lengtedal heeft en waarlangs aan den rechteroever talrijke dorpen liggen, zooals het hoog gelegen Trevélez ( $\pm 1600$  M.), Busquístar, Atalbeitar, Ferreirola, Pórtugos, Fondales, Mecinilla, Mecina, Pitres. Met den Rio Trevélez vereenigt zich het even schilderachtige dal van den Rio Pampaneira, waaraan liggen de hooggelegen dorpen Capileira, Bubión en Pampaneira.

De dolomietmassieven langs den Noordoever van den Rio Guadalfeo en het bekken van Ugíjar liggen als grillige erosieresten op de ruggen tusschen de dwarsdalen. Soms vormen zij aaneengesloten massieven, zooals ten Noorden en Westen van Almegíjar, ten Noorden der dorpjes Cástaras, Nieves en Tímar. De Bco. Cástaras en de Rblas. Nieves en Lobras breken er in steile kloven doorheen. Meer naar het Oosten nemen de dolomieteilanden in omvang af tot aan den Rio Alcolea, doch ten Noorden van Laujar vormen ze weer een aaneengesloten massief, dat wegduikt onder de conglomeraten van het bekken van Laujar.

Na de samenvloeiing met den Rio Trevélez verwijdt het dal van



Foto 6.

De Sierra de Lújar, gezien van de Rbla. de Gualchos uit.



Foto 7.

De Sierra de Lújar, gezien van den Noordoever van den Rio Guadalfeo  
bij Almegijar.









Foto 8.  
Het dal van den Rio de Cádíar bij Cádíar. Op den achtergrond de Sierra Nevada.



Foto 9.  
Het dal van den Rio Trevélez.

den Rio Guadalfeo zich aanmerkelijk en krijgt aan den Noordoever de Tertiaire en recente afzettingen van het bekken van Orgiva, waarin tusschen den Rio Chico en den Rio Seco temidden van olijfgaarden het stadje Orgiva ligt aan den straatweg Granada-Orgiva-Albuñol-Adra-Almería. Aan de grens van de schisten der Sierra Nevada liggen hooger op de dorpen Carataunas en Soportújar.

Alles samengenomen vormen de Alpujarras met de aangrenzende Sierras de Lújar en de Gádor en de Zuidhellingen der Sierra Nevada een der uit landschappelijk oogpunt fraaiste landstreken van Andalusïë en zelfs van het geheele Iberische schiereiland.

De onafgebroken rij besneeuwde toppen van het centrale hooggebergte, de breede en diepe, intensief in cultuur gebrachte en beschutte dalen langs de Zuidhelling met hun weelde van graanvelden en kastanjes, de donkerviolette onbegroeide schisttoppen, de wilde dolomietmassieven lager langs de helling vormen een niet voor de Alpen onderdoend schouwspel. Van de kammen der Alpujarras en der eenzame Sierra de Gádor geniet men een onovertroffen panorama; naar het Noorden het gezicht op de sneeuw der Zuid-Spaansche Alpen (zie foto 1), naar het Zuiden op de Middellandsche Zee. Geen gebergte in Europa vertoont zoo'n verscheidenheid van plantengroei. Op de hellingen van het hooggebergte treft men een Alpenflora aan en planten der gematigde luchtstreken. Hier komen de kastanjes pas laat in de lente uit en er valt in de hooge dorpen in April nog wel sneeuw. De lagere Alpujarras leveren subtropische gewassen, terwijl de kustvlakten bananen, suikerriet en palmen, een haast tropischen plantengroei te zien geven.

### GEBRUIKTE EN VERVAARDIGDE KAARTEN.

Tot mijn beschikking stonden de volgende geologische kaarten van het bestudeerde gebied of van een gedeelte ervan:

R. v. Drasche. 1879. Schaal 1 : 392.727.

Taramelli en Mercalli. 1886.

Mission d'Andalousie. 1886. Schaal 1 : 600.000.

Mapa Geológico de España, segunda edición. Schaal 1 : 400.000.

D. Domingo de Orueta. 1922. Schaal 1 : 400.000.

R. Guardiola en A. de Sierra. 1925. Schaal 1 : 400.000. \*)

Bovendien bediende ik mij bij de samenstelling van blad III der aan deze studie toegevoegde bijlage van de volgende geologische kaarten van naburige gebieden in de Oostelijke Betische ketens:

W. H. Hetzel. Geologische kaart van de Sierra Alhamilla. 1923. Schaal 1 : 100.00.

C. P. A. Zeylmans v. Emmichoven. Geologische kaart van den Noordrand der Sierra de Los Filabres bij Serón. 1925. Schaal 1 : 40.000.

R. W. van Bemmelen. Geologische kaart van het gebergte tusschen Granada en Guadix. 1927. Schaal 1 : 50.000.

Id. en J. Kleinsmiede. Geologische kaart der omgeving van Lanjarón. 1927. Schaal 1 : 20.000.

Bij het vervaardigen van blad I en III der kaarten werd bovendien de „Mapa militar itinerario de España”, blad 85, schaal 1 : 200.000, in hoofdzaak als topografische basis genomen. Voor het veldwerk, waarvan blad I het resultaat is, werd laatstgenoemde kaart viermaal vergroot om de praktisch gebleken schaal 1 : 50.000 te verkrijgen. In het algemeen bleek ze wel met de werkelijkheid overeen te komen. Vele nieuwe straatwegen moesten echter worden toegevoegd, van andere de routes nauwkeuriger aangegeven. Van talrijke kleinere barrancos bleek het verloop op de kaart geheel verkeerd te zijn. Zooveel mogelijk werd hierin overeenkomstig eigen waarnemingen verbetering gebracht, terwijl een aantal bestaande en niet aangegeven waterlopen werd ingetekend. Door den beperkten

\*) Het kartografisch werk van Gonzalo y Tarín voor de provincie Granada en van Botella voor de provincie Almería was voor mij niet toegankelijk.

beschikbaren tijd zag ik mij genoodzaakt enkele gedeelten van het groote onderzochte gebied vluchtiger te bezoeken, i.c. het gebied kristallijne schisten tusschen het venster van Albuñol en de Rbla. de Gualchos. Het is mogelijk dat daar op enkele plaatsen nog wat Triasfyllieten voorkomen, die niet op de kaart zijn aangegeven. Zeer moeilijk viel het mij bovendien vaak de grens te leggen tusschen Triasfyllieten en -kwartsieten en kristallijne schisten door het optreden van vele overgangstypen. Dit was v.n. het geval op de hellingen der Sierra la Contraviesa. De aangifte van de grens tusschen deze gesteenten mag dus niet op zeer groote nauwkeurigheid bogen in tegenstelling met de duidelijk waar te nemen afscheiding tusschen Triasdolomieten en Triasfyllieten of kristallijne schisten. Ook de grens tusschen Triasdolomieten en -fyllieten van het Gádordekblad en de randzône der kristallijne schisten van de Sierra Nevada was scherp te trekken door groote petrografische verschillen.

De hoogtelijnen op blad I zijn ontleend aan een door den Spaanschen topografischen dienst geleverden blauwdruk, schaal 1 : 200.000. Bij vergelijking met den „Mapa militar” en mijn eigen ervaringen bleek echter het verloop der hoogtelijnen op veel plaatsen foutief te zijn. Hier werd zooveel mogelijk verbetering in gebracht onder vermijding van tegenstrijdigheden. Nauwkeurig is de loop der hoogtelijnen in geen geval, doch zij zijn voldoende voor een algemeen inzicht in het relief.



## HOOFDSTUK II.

# STRATIGRAFIE.

---

### ALGEMEEN OVERZICHT DER PRAE-TERTIAIRE STRATIGRAFIE.

Bij het bestudeeren van de litteratuur over de Betische ketens moest men zich tot voor korten tijd tevreden stellen met resultaten van minstens veertig jaren her, uit een tijd, toen de studie der Alpine gebergten nog weinig ver gevorderd was. Aan kristallijne gesteenten schreef men nog een hoogen geologischen ouderdom toe; pas later drong de wetenschap door, dat ook sterk metamorfe gesteenten in jonge formaties kunnen voorkomen. Vandaar, dat men bij vroegere auteurs en nog tot voor kort bij de Spaansche geologen de formaties der Sierra Nevada met het Noordelijk, Zuidelijk, en Westelijk voor-gebergte verklaard vindt als een reusachtige anticline met hoogste opwelling in den centralen kam en met een omzooming van naar buiten minder sterk wordende anticlinale golven, welke naar het Zuiden verdwijnen onder de Middellandsche Zee, naar het Noorden wegduiken onder de jongere formaties der bekkens van Granada, Guadix en Guadalquivir. Tot een opvatting van dekbladenbouw was men nog niet gekomen; hoogstens werd het beeld wat ingewikkelder gedacht door de aannahme van een stelsel lengte- en dwarsbreuken. Door onbekendheid met de tektoniek dezer gebergten kwam men tot verschillende groepsvereeningen der faciëel identieke gesteenten naar gelang de onderzochte streken tot tektonisch verschillende eenheden behoorden.

We willen beginnen met een overzicht te geven van de ontwikkeling der opvattingen over de stratigrafie van dát gedeelte der Betische ketens, waarin de Trias in Oost-Alpine facies ontwikkeld is (S. Nevada, het gebergte tusschen Granada en Guadix, S. de Baza, S. de los Filabres met Oostelijke uitloopers, S. Alhamilla, S. de Gádor, Alpujarras, S. de las Guájaras, etc.).

Eén der oudste onderzoekers, Capt. Cook (10, blz. 465), geeft de volgende indeeling der formaties in en om het Beticum:

Tertiaire vormingen	}	Conglomeraten, zanden, gips en zouthoudende mergels, grove, broze kalksteenen met organische resten uit de bekkens van Granada, Almería, Baza, Alhama.
Secundaire vormingen		Dolomietische kalksteenen (meestal zonder fossielen) der S. de Gádor.
Primaire vormingen	}	Kalksteenen, talk- en chlorietschisten, serpentijnen, micaschisten uit de S. Nevada, S. de los Filabres en de bergen van Vélez Malaga.

Hausmann (21, blz. 261) geeft dezelfde volgorde in ouderdom, rekent echter de fyllieten en dolomieten der S. de Gádor tot het Cambrium („Uebergangsgebirge”). De gips in de fyllieten nam hij ook waar, doch dacht zich dit mineraal epigenetisch ontstaan.

De onderzoekingen van de Verneuil en Colomb (41, blz. 61 e.v.; 42, blz. 674 e.v.), Ansted (1, blz. 585—604), von Drasche (13, blz. 93 e.v.), brachten ook geen verandering in dit algemeene stratigrafische beeld. De Verneuil beschouwt echter de „Schistes satinés, quartzites”, kalken en dolomieten der S. Nevada als Triadisch. Ansted rekent de rauchwacken, schalies en mergels, welke aan de basis der dolomieten van de S. de Gádor voorkomen, eveneens tot het Mesozoïcum, maar vergelijkt de Gádorkalken echter met de door hem als Jurastisch beschreven rots van Gibraltar. Von Drasche meende de fyllieten en kalken van den S. Nevadarand tot de Trias te moeten rekenen, de schisten der centrale koepel tot het Palaeozoïcum. De glimmermarmers tusschen de S. Nevadaschisten en de kalkschisten en kalken aan de hellingen van het gebergte worden ook door hem vermeld. Hij verkeerde echter in twijfel of aan de kalken van den Noord- en Westrand der S. Nevada denzelfden ouderdom zou moeten worden toegekend als aan die van den Zuidrand. Aan den N.W.rand van het gebergte nam hij n.l. tusschen de kalken horizonten leien en kwartsieten waar in het gebergte tusschen Granada en Guadix (het gebergte van Tocón uit de beschrijving van Van Bemmelen), terwijl in de Alpujarras deze horizonten tusschen kalken ontbreken. Van Bemmelen (4, blz. 91 e.v.) verklaarde het voorkomen van leien tusschen kalken in het gebergte van Tocón door tektonische verdubbelingen, hetgeen ook mij de meest waarschijnlijke oplossing lijkt. Von Drasche nam ook reeds waar, dat de fyllieten aan de Zuidhelling der S. Nevada een veel grooter dikte bereiken dan aan den Noordkant van het gebergte. Hij dacht zich dit als een facieel verschijnsel. Dit feit moet echter door tektonische uitwalsing van deze gesteenten verklaard worden.

De iets later in het „Boletin de la Comisión del Mapa geológico

de España" (1882) gepubliceerde onderzoeken van Botella en Gonzalo y Tarín over de geologie der provincies Almería en Granada is me slechts bekend uit aanhalingen in de algemeene samenvatting der stratigrafie van het Iberische schiereiland van de hand van Mallada (25; 26; 27, blz. 231—246). Daaruit blijkt, dat Botella de Trias der provincie Almería voor het grootste gedeelte tot het Perm rekende met uitzondering van een fractie van de kalken der S. de Gádor, waarin door Gonzalo y Tarín Schelpkalkfossielen werden gevonden. Mallada reproduceert een profiel van Botella over den Rio Alcolea bij Alcolea. Hierop worden de Tertiaire zandsteen en zanderige mergels ten Noorden van den Rio in één serie samengevat met de Triasdolomieten en -fyllieten ten Zuiden van Alcolea, wat de stratigrafie van Botella volkomen waardeloos maakt.

De Andalusische aardbeving van 1884 trok vele onderzoekers naar deze streken voor een algemeen stratigrafisch- en tektonisch onderzoek. Van de rapporteurs over de Oostelijke Betische ketens moeten genoemd worden Barrois en Offret (3, blz. 79—169), Taramelli en Mercalli (37, blz. 116).

Barrois en Offret kwamen voor de gebergten ten Zuiden der S. Nevada en de S. Tejada tot de volgende groepsverdeling (3, blz. 115):

*Trias.*

- D. Calcaires dolomitiques blanchâtres de Lentegi.
- C. Calcaires bleus de Gádor.

*Cambrien.*

- B. Schistes, gypses, grès, calcaires dolomitiques jaunes d'Albuñol.
- A. Schistes satinés et schistes à chloritoïde de Motril.
- x. Schistes micacées, schistes et quartzites actinolitiques.

*Primitif.*

- ζ<sup>2</sup>. Michaschistes grenatifères, amphibolites.
- ζ<sup>1</sup>. Gneiss amphiboliques et dolomies de la S. Tejada.

Deze volgorde geeft in uitgebreider zin hetzelfde als de andere beschrijvingen. Met de omschrijving der étage D zijn de schrijvers niet erg duidelijk. In het algemeene stratigrafische beeld spreken zij van „dolomies blanches”. De „calcaire dolomitique grisâtre” der S. Almirajara, waarin resten van *Megalodon* werden aangetroffen, rekenen zij echter ook tot deze étage (l.c., blz. 84), evenals de hoogste



dolomiethorizonten der S. de Gádor, omschreven als „calcaire dolomitique massif, en gros bancs, à stratification obscure, gris-bleu, grenu, caverneux”. In hoeverre een parallelisatie der Almirara- en Gádorkalken opgaat, dient een nader onderzoek van de Westelijke voortzetting der Zuidelijke Betische ketens nog uit te maken. De étage C, „Calcaires bleus de Gádor”, komt overeen met de nog nader te bespreken onderste horizonten der in de S. de Gádor voorkomende dolomieten met hun fyllietische kalken, mergelige kalken, waarin door Gonzalo y Tarín fossielresten werden gevonden in de S. de Gádor, door Zeylmans van Emmichoven in de S. de los Filabres, door mij in de S. de Alhamilla ten Z.W. van Berja.

De étage B komt overeen met de onder de kalken der Alpujarras en S. de Gádor thuis behorende iriseerende leien, fyllieten, kwartsieten, gyps, rauchwacken, afwisselend met laagjes dunplattige gele kalken. Naar beneden is deze horizont niet scherp begrensd en gaat over via meer metamorfe fyllieten en kwartsieten naar de kristallijne schisten der Alpujarras. De naam „étage d'Albuñol” is overigens zeer ongelukkig gekozen. Barrois en Offret meenden de schisten, gips, gele dolomietische kalken van Albuñol te plaatsen onder de massive kalken van dezelfde vindplaats. Nader onderzoek heeft echter geleerd, dat de kalken van Albuñol een tektonisch venster vormen onder de kristallijne schisten der Alpujarras en dat de fyllieten, gips en gele dolomietische kalken, ter plaatse, vlak ten Noorden van het stadje in werkelijkheid *op de kalken* worden aangetroffen. Laatstgenoemde gesteenten behooren m.i. tot een uitgewalste rest van den abnormalen vleugel van het Lújardekblad (zie onder hoofdstuk Tektoniek). Dat deze étage in wezen toch *onder* de massieve kalken van Albuñol thuishoort, is slechts te constateeren in de normale stratigrafische serie van het Gádordekblad. De reeds genoemde meer metamorfe fyllieten en kwartsieten onder de étage B van Barrois en Offret hooren wel hoofdzakelijk thuis in de étage A, „schistes satinés et schistes à chloritoïde de Motril”. Naar boven en beneden is deze étage in de Alpujarras niet scherp begrensd. De étage x kan door mij evenmin als door Van Bemmel en (4, blz. 46) thuisgebracht worden.

Tot de étage  $\zeta^2$  rekenen Barrois en Offret, op de door de „Mission d'Andalousie” ontworpen geologische kaart van het door de aardbeving van 1884 getroffen gebied, voornamelijk de schisten der S. Nevada en verder van enkele verspreide plekken in de Alpujarras (ten Oosten van Lújar, bij Sorvilán, Adra, Lóbras, Cádíar,



BIBLIOTECA

Torbizcón). De kristallijne schisten der Alpujarras (grafietische en gewone granaatglimmerschisten, granaatglimmerkwartsieten) bezitten echter een veel grootere uitbreiding en zijn, zooals onder het hoofdstuk Tektoniek zal worden uiteengezet, tektonisch te scheiden van de kristallijne schisten der S. Nevada.

De amfiboolgneizen en dolomieten der S. Tejéda vatten de Fransche onderzoekers samen als de oudste étage van het kristallijn (5<sup>1</sup>). Of dit wel zoo is, valt zeer te betwijfelen. Een gedeelte der kristallijne dolomieten uit de S. Tejéda en S. Almijara is zeker te vergelijken met de dolomieten der Alpujarras, getuige de vondst van Triadische fossielen door Barrois en Offret in de grijze dolomieten der S. Almijara in den Bco. Arroba (*Megalodon spec.*). De lager voorkomende kristallijne dolomieten der S. Tejéda, welke door de Franschen tot het „Primitif” worden gerekend, lijken volgens dezelfde auteurs veel op de Triaskalken der S. Tejéda (3, blz. 84). Zij scheidden ze echter stratigrafisch, daar tektonische verdubbelingen toentertijd nog niet in overweging werden genomen. In het gebied van de S. Nevada met de omringende Alpujarride dekbladen zijn kalkrijke gesteenten uit den Zuidrand der S. Nevadaschisten van de Triaskalken der hogere dekbladen scherp tektonisch en petrografisch te scheiden. Bij de beschrijving van den Zuidrand der S. Nevada zullen we zien, dat eerstgenoemde kalkrijke gesteenten veel overeenkomst vertoonen met Penninische Trias. Zij vormen de hoogste serie van de kristallijne schisten der S. Nevada. Ter voorloopige oriëntering in den dekbladenbouw der Oostelijke Betische ketens zij verwezen naar de tabel bij blz. 26, opgesteld naar waarnemingen van Hetzel (23), Zeylmans v. Emmichoven (43), Van Bemmelen (4) en naar eigen waarnemingen. Voor uitvoerige documentatie zij verwezen naar het hoofdstuk Tektoniek.

Van de ongeveer gelijktijdig met de „Mission d'Andalousie” verschenen publicaties geeft die van Taramelli en Mercalli (37) niets nieuws. Hun werk is hoofdzakelijk een samenvatting van dat der genoemde Franschen en der Spaansche onderzoekers. Van hun kaart leest men de volgende stratigrafie af in het prae-Tertiair der S. Nevada en Alpujarras:

Palaeozoïcum	{	Sacharoïde kalken van de Westelijke randzône der S. Nevada, der S. de Lújar.
	{	Fyllieten en kwartsieten der Alpujarras (talkschisten, glimmerschisten, epidootschisten, kleileien).
Archaeïcum	{	Glimmerschisten, sacharoïde kalken, gneizen, granulieten, serpentijn- en amfiboolschisten der S. Nevada.
	{	Een strook in de Alpujarras ten Z. van Rubite.

Van de latere Spaansche auteurs kunnen nog worden genoemd Orueta (30) en Carandell (9). Zij beschouwen de zaak nog steeds van het oude standpunt. Orueta geeft voor het kristallijn van de S. Almirajara en de centrale S. Nevada de volgende stratigrafie van oud naar jong:

oogengneis.  
 glimmergneis.  
 veldspaaathoudende glimmerschisten.  
 glimmerschisten.  
 glimmerschisten met stauroliet en chiastoliet.  
 dolomietische kalken en dolomieten.  
 idem met pyroxeen.  
 glimmerschisten met chloritoïd.  
 glimmerschisten met granaten.  
 epidootkwartsieten.  
 amfibolieten en amfiboolgneizen.

Deze stratigrafie bevat zeker tegenstrijdigheden, zooals reeds Van Bemmelen meende. Merkwaardig is het, dat Orueta de granaatglimmerschisten der S. Nevada plaatst *boven* de dolomietische kalken en *onder* de serie glimmerschisten, dus een heel eind boven de onderste series gneizen. Van de veel op de oogen- en glimmergneizen der S. Almirajara gelijkende, gneisachtige gesteenten uit den Zuidrand der S. Nevada, die steeds *op* de granaatglimmerschisten der centrale zône worden aangetroffen, maakt hij geen melding, maar steunt zijn overweging op den vondst van kristallijne dolomietische kalken *onder* granaatglimmerschisten in den rug tusschen Orgiva en Lanjarón, in het dal ten Noorden van Orgiva en in den barranco tusschen de dorpjes Pampaneira en Bubión. Genoemde plaatsen werden door mij niet bezocht, doch indien werkelijk in het centrale gebergte onder de granaatglimmerschisten een serie, welke met de gneizen van den Zuidrand der S. Nevadaschisten overeenkomt, wordt gevonden, zal dit eenig licht kunnen verspreiden over het vraagstuk van den bouw der geweldige schistenkoepel. Behalve herhaling van analoge gesteenteseries in Orueta's indeeling van het kristallijn, wijst nog op de groote waarschijnlijkheid dit profiel door tektonische verdubbelingen te moeten verklaren zijn opmerking over de groote gelijkens van tusschen de dolomietische kalken en glimmerschisten voorkomende epidootkwartsieten met „Cambrische kwartsieten”, welke laatste identiek zijn met onze Triaskwartsieten. Het is zeer goed mogelijk, dat vele van zijn dolomieten eenvoudig Triadisch zijn.

Van de onderzoekers met moderne tektonische denkbeelden is het voor het eerst *Brouwer* (7), die met de dekbladenstructuur der Alpen voor oogen een tektonische scheiding oppert tusschen de S. Nevadakoepel en den omringenden zoom Triasgesteenten, daarbij steunende op het geweldig gelamineerde en faciëel afwijkende karakter der hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada, o.a. bij Nigüelas en Lanjarón. \*) Voor de Westelijke S. Nevada stelde hij de volgende, behoudens aanvullingen ook voor het geheele Oostelijke Beticum geldende, groepverdeeling op (7, blz. 127):

Trias.	{	Kalksteenen en dolomieten, ten deele zijdeglanzende schisten, zandsteenen en kwartsieten, gips, rauchwacken.
Mengzône.	{	Glimmermarmers, schisten en kwartsieten, kalksteenen en mergels, muscovietoogengneizen, toermalijn- en granaatgneizen, amfibolieten, glimmerschisten (dikwijls granaathoudend), serpentijn.

Kristallijne schisten (gedeeltelijk granaatglimmerschisten), ondergeschikt amfibolieten en serpentijn.

De door *Brouwer* op pag. 126 van genoemde publicatie uitgesproken mogelijkheid zekere horizonten — in het bijzonder uit zijn mengzône — te kunnen vergelijken met faciëel overeenkomende jong-Palaeozoïsche en oud-Mesozoïsche series uit de „schistes lustrés” of „Bündnerschiefer” der Penninische Alpen, wordt met meer nadruk op den voorgrond geschoven in een volgende publicatie, waarin de Betische ketens van onder naar boven worden verdeeld in de volgende eenheden (8, blz. 332—336):

1. Het venster der centrale S. Nevada met de op de Penninische zône der Alpen wijzende mengzône.

2. De Betische dekbladen in de Alpujarras en in de Noordelijke randzône der S. Nevada, waarin de facies der gesteenten met die uit de onderste Oostalpine dekbladen der Alpen vergeleken kunnen worden.

Hiermee werd dus de oude samenvatting van S. Nevada en omringende gebergten tot één stratigrafische serie afgewezen. De door *Van Bemmelen* en in dit proefschrift nader uitgewerkte ontleding der dekbladenbouw van de Sierra Nevada met de omringende

\*) Loc. cit. pag. 136: Als eine der möglichen Lösungen kann man sich die Wurzeln der nördlichen Trias südlich der Sierra Nevada denken. Die nördliche Trias wäre dann über die stark laminierte und wechselnd ausgebildete Mischungszone von sehr weit südwärts verfrachtet worden.

randgebergten gaf in alles een bevestiging van deze hypothese. De door Van Bemmelen (4, blz. 13) als volgt gegeven stratigrafische indeeling der Betische ketens in de provincie Granada:

1. Trias (Alpine facies).
2. Complexe zône der Sierra Nevada (ten deele Mesozoïsch?).
3. Kristallijne schisten:
  - a. der centrale zône (S. Nevada). (Ouderdom? Althans gedeeltelijk prae-Hercynisch).
  - b. der Noordelijke en Zuidelijke zône. (Geb. v. Tocón, Alpujarras, S. de las Guájaras, S. de Almirara, S. Tejada) (prae-Hercynisch).

kan voor het bestudeerde gebied in het bijzonder en voor de Oostelijke Betische keten in het algemeen m.i. beter aldus geschreven worden, met inachtneming der tektonische scheiding tusschen de Alpujarride dekbladen en de diepere eenheden van de S. Nevada met haar Oostelijke en Noord-Oostelijke voortzetting:

#### A. Gesteenten der diepere Betische dekbladen.

1. Kristallijne schisten uit het centrale gedeelte der S. Nevada, S. de Baza en S. de los Filabres (prae-Triadisch).
2. Zône met Penninisch Mesozoïcum.  
(Ongeveer overeenkomend met de „complexe” zône van Van Bemmelen).

#### B. Gesteenten der Alpujarride dekbladen.

1. Kristallijne schisten (prae-Triadisch) uit het gebergte tusschen Granada en Guadix, S. de las Guájaras, Alpujarras, S. Alhamilla (ten N.O. van Almería) (acc. de Trias uit de S. de los Filabres vergezellende?).

2. Trias. { Kalken en dolomieten.  
Fyllieten en kwartsieten, gips, rauchwacken, dunplatige kalken.

In het kort zij tot slot nagegaan hoe de door de jongste onderzoekers voor de Oostelijkste Betische ketens (S. de los Filabres en S. Alhamilla) opgestelde stratigrafie past in het laatste schema.

Hetzel stelde voor de S. Alhamilla (ten N.O. van Almería) de volgende stratigrafie op voor het prae-Tertiair (23, blz. 4, 7, 8):

Trias.	Bovenste afdeeling:	In hoofdzaak fylletische, blauwe en violette, zachte leien. Harde chlorietschisten. Enkele kwartsieten.
	Middelste afdeeling:	Dolomieten en kalken, waarvan de donkere dolomieten overheerschen. In de dolomieten komt gips voor. Aan de basis op enkele plaatsen een lichtgele, fijnkorrelige kalksteen. Fijne conglomeraten in hogere horizonten.
	Onderste afdeeling:	Fylletische, blauwe en violette leien. Chlorietschisten. Vele kwartsieten. Enkele kalkbanken. Talrijke kwartsgangen door alles heen. Gips.

#### Kristallijne schisten.

Onder het hoofdstuk Tektoniek zal nader worden uiteengezet, dat de S. Alhamilla een Oostelijke tektonische en stratigrafische voortzetting vormt van de S. de Gádor. In de S. de Gádor is de bovenste afdeeling fylleten van de Trias volkomen onbekend en bestaan alleen de twee onderste afdeelingen van Hetzel. Op een tocht door de S. Alhamilla van Níjar naar Lucainena kon ik mij persoonlijk overtuigen van de volkomen analogie (behoudens op het korte bezoek vanzelfsprekend niet opgemerkte, mogelijke kleine verschillen) tusschen de stratigrafie van het Gádordekblad in de Alpujarras en die van het bedoelde gebergte. De bovenste afdeeling van Hetzel, welke hij alleen meent te kennen van den Noordrand van het gebergte bij Lucainena, is mij bij dit dorp en ten Oosten daarvan niet opgevallen. Waar Hetzel deze serie leien heeft waargenomen, lijkt het mij waarschijnlijker het feit door plooiing of althans door een tektonische complicatie te moeten verklaren.

De door Hetzel veronderstelde discordantie tusschen Trias en kristallijne schisten (l.c., blz. 4) lijkt mij, zooals bij de afzonderlijke behandeling der stratigrafische eenheden nader zal worden uiteengezet, onwaarschijnlijk.

De conclusie dezer beschouwingen omtrent de stratigrafie der S. Alhamilla ten N.O. van Almería is, dat zij volkomen te vergelijken is met die der Alpujarride dekbladen in de omgeving der S. Nevada en met die van het Gádordekblad in de Alpujarras in het bijzonder. Dan zou de bovenste afdeeling fylleten van Hetzel, door Van Bemmelen reeds in twijfel getrokken (4, blz. 49), komen te vervallen.

Wenden wij ons tot de S. de los Filabres, waarvan Zeylmans van Emmichoven voor de omstreken van Serón zoo'n uitstekende beschrijving gaf, dan merken wij, dat de gegeven strati-



tusschenschakeling van zachte gele mergels, soms iriseerende leien en conglomeratische mergels (l.c., blz. 24) terwijl ze „vaak tot grofklastische endogene breccies van soms aanzienlijke dikte verbrokken kunnen zijn.” Dit wijst er al op, dat de stratigrafie niet normaal is, inzonderheid de tusschenschakeling van iriseerende leien uit de middelste serie. Op de kaarten en profielen van het door *Zeylmans van Emmichoven* bestudeerde gebied is de onderste afdeeling Triaskalken niet aangegeven. Volgens genoemde kaarten rusten Triaskalken en dolomieten met een pakket iriseerende leien — als deze laatste niet aanwezig zijn, zijn ze volgens mij uitgewalst — direkt op „conglomeratische mergels”. Het vermoeden, dat men, waar de onderste horizont kalken mocht voorkomen, werkelijk met een tektonische verdubbeling te doen heeft, wordt nog versterkt door het feit, dat *Zeylmans* onloochenbare tektonische verdubbelingen aantoonde van Triaskalken; behalve bij het venster van *El Rascador* o.a. in den *Calar del Gallinero*. Bovendien komen in de randgebergten der *S. Nevada* talrijke opschuivingen in Triaskalken voor, waarbij iriseerende leien op kalken kwamen te liggen, zoowel bij opschuivingen, welke het karakter namen van dekbladvorming als bij structuren van geringen omvang. Daar zoomin in de randgebergten der *S. Nevada* als in de *S. de Alhamilla* — welke gebergten alle tot dezelfde tektonische groep als de Triasdolomieten en -fyllieten der *S. de los Filabres* behooren — eenigerlei noodzaak bestaat een onderste horizont kalken aan te nemen en waar deze mogelijk kon zijn, zooals in het gebergte tusschen *Granada* en *Guadix*, het voorkomen door tektonische verdubbeling verklaard kan worden, meen ik aan een tektonische verklaring van de onderste afdeeling Triaskalken van *Zeylmans van Emmichoven* de voorkeur te moeten geven. Het vermoeden werd reeds door *Van Bemmelen* uitgesproken (4, blz. 48).

De conglomeratische mergels van *Zeylmans* bevinden zich juist op de plaats, waar boven de kristallijne gesteenten der *S. Nevada* het groote tektonische kontakt gelegd moet worden tusschen de *Alpujarride* dekbladen, welke de randgebergten der *S. Nevada* opbouwen, en de diepere dekbladen der centrale zône van de *S. Nevada*. In de normale stratigrafie der eerstgenoemde dekbladen, o.a. van het *Guájarde*blad en het *Gádorde*blad der *Alpujarras*, komen deze gesteenten niet voor. (Zie voor de namen der dekbladen de tabel bij blz. 26). Wel treft men ze aan bij de kalkrijke hoogste serie van de kristallijne gesteenten der *S. Nevada*. Deze serie is gekenmerkt door het voorkomen van glimmermarmers en gneisachtige



gesteenten, welke volkomen dezelfde zijn als die uit de S. de los Filabres. Bruin gespikkelde conglomeratische mergels komen veel voor bij deze gesteenten. Langs den rand der S. Nevada treft men gesteenteseries aan, welke analoog zijn met die uit de omgeving van Serón in de S. de los Filabres. Aan den Zuidrand der S. Nevada blijkt echter, dat de Triasdolomieten en -fyllieten deel uitmaken van een groot dekblad — het Gádordekblad —, waarvan de stratigrafie overeenkomst met die der S. Alhamilla ten N.O. van Almería, doch waarvan de kristallijne schistenbasis voor het grootste gedeelte tegen de Zuidhelling der centrale keten uitwalst. Behalve conglomeratische mergels treft men langs den Zuidrand van de S. Nevada tektonische reuzenbreccies aan, mengzônes van fyllieten, gips, rauchwacken, Triasdolomieten, marmers (vgl. de gipsrug van Lanjarón, beschreven door Van Bemmelen (4, blz. 47)). Dit optreden van reuzenmylonieten tusschen tektonische eenheden is trouwens in het beschreven gebied niet beperkt tot het contact tusschen de Alpujarride dekbladen en de diepere eenheden der centrale zône. Zooals bij de afzonderlijke beschrijving der tektoniek nader zal worden vermeld, treden deze reuzenbreccies ook op tusschen het Lújar- en Gádordekblad in den vorm van soms tientallen meters lange schollen Triaskalk, zwemmende in Triasfyllieten. De beschrijving der conglomeratische mergels uit de S. de los Filabres komt volkomen overeen met het karakter van deze gemengde zônes, alleen is de graad van vergruizing fijner. Zeylmans van Emmichoven nam zeer juist waar, dat deze gesteenteserie bij het contact met de onderliggende marmers een naar beneden steeds grover wordende marmerbreccie bevat en naar boven, naar de bovenliggende Triaskalken een steeds grover wordende breccie van kalken. Hij meende daarom en om andere bijkomstige redenen (43, blz. 20), aan deze mergels een gemengd sedimentair-tektonischen oorsprong te moeten toeschrijven, waarmee hij dus een stap verder durft te gaan dan De Sierra, die ze beschrijft als conglomeraten zonder meer aan de basis der Triasgesteenten (32), direkt onder de fyllieten en kalkschisten der middelste afdeeling van Zeylmans van Emmichoven (de onderste afdeeling Triaskalken vermeldt De Sierra dus niet). Zeylmans van Emmichoven dacht zich deze gesteenten ontstaan door mylonietieseering, als gevolg van progressieve verglijding, van een pakket mergelige lagen met lenzen leien en gips aan de basis der Triasgesteenten, veroorzaakt door den tangentieelen druk, waaraan het gebergte bloot stond tijdens het tijdvak der Alpine plooiing. Nu echter uit de studie der S. Nevada gebleken

is, dat de normale stratigrafie van Trias naar kristallijne schisten niet te vinden is in de koepel der S. Nevada zelve, maar in de hoogere Alpujarride dekbladen, waarin de conglomeratische mergels, de marmers, gneizen, enz. volkomen ontbreken, moeten de conglomeratische mergels der S. de los Filabres als onderste horizont van de Trias in ieder geval ontkend worden. Of in navolging van Van Bemmelen (l.c. blz. 47) de met de marmers uit de hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada (zijn „complexe zône”) voorkomende mergelige gesteenten met rolstukjes kwarts, talk, verwreven schisten (zijn „conglomeratische mergels in engeren zin”) als klastische gesteenten kunnen worden opgevat, valt nog zeer te betwijfelen. Bij de bespreking van de bovenste serie der S. Nevada-schisten zal nog nader worden teruggekomen op laatstgenoemde gesteenten.

Tot slot van deze beschouwingen omtrent de stratigrafie der S. de los Filabres zij nog gewezen op het ontbreken der serie kristallijne schisten uit de Alpujarride dekbladen in Zeylman's stratigrafisch beeld. Dit is niet te verwonderen, daar, zooals onder het hoofdstuk Tektoniek zal worden uiteengezet, van de kristallijne schisten van het Gádordekblad, tot welke tektonische eenheid m.i. ook de Trias der S. de los Filabres behoort, ten Noorden der S. Nevadakoepel hoogstens sporen worden gevonden en ze doorgaans reeds uitwalsen tegen de Zuidhelling, zoodat we aan den Noord- en Westrand van het gebergte een onvolmaakt beeld krijgen van de stratigrafie van deze tektonische eenheid. Toch zijn er aanwijzingen op sporen van deze kristallijne schisten in het door Zeylman's bestudeerde gebied, o.a. in de door hem als „granaatglimmerschisten, tusschen Triasleien voorkomend” aangegeven gesteenten aan den voet van den Calar del Gallinero boven zijn „derde overschuiving”. Zeylman's vergeleek het overschuivingspakket reeds met de door Hetzel gevonden stratigrafie voor de S. Alhamilla onder weglating van Hetzel's bovenste afdeeling der Trias (43, blz. 78—80), maar kon bij de toenmalige onbekendheid van de algemeene structuur van het Oostelijke Beticum nog slechts denken aan een facieswisseling van Noord naar Zuid in de Oostelijke ketens.

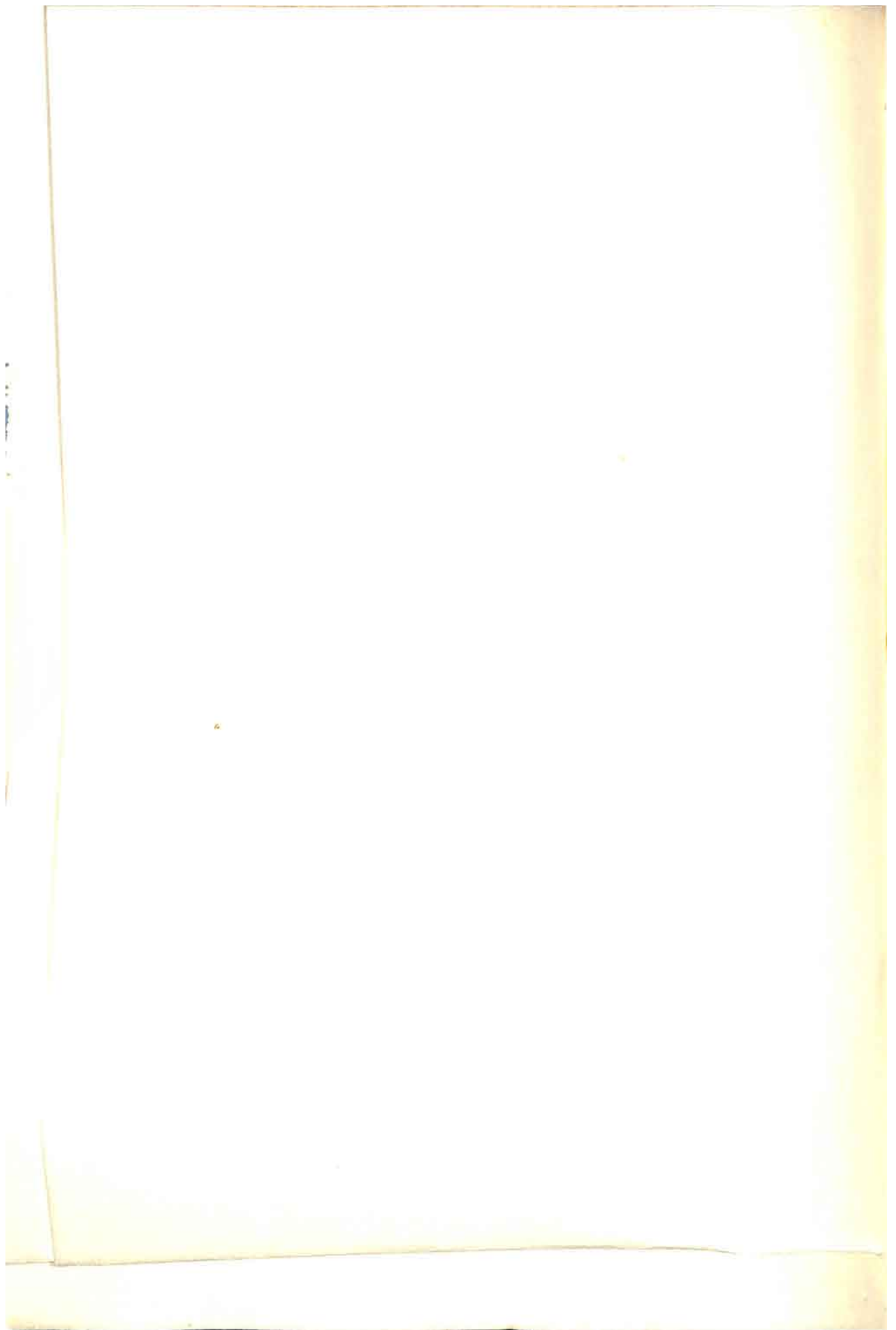
Resumeerende kunnen we zeggen, dat ook de stratigrafie der S. de los Filabres volkomen past in het op blz. 21 gegevene algemeene schema, *dat hiermede mijns inziens voor het geheele Oostelijke Beticum van toepassing kan worden geacht.* (Zie voor de verbreiding der stratigrafische eenheden over de tektonische elementen de tabel bij deze blz. en blad III der kaarten).

# OVERZICHT VAN DEN DEKBLADENBOUW IN DE OOSTELIJKE BETISCHE KETENS,

naar onderzoekingen van Hetzel (Sierra Alhamilla), Zeylmans van Emmichoven (Sierra de los Filabres),  
Van Bemmelen (gebergte tusschen Granada en Guadix en omgeving van Lanjarón) en volgens eigen waar-  
nemingen (Alpujarras en Sierra de Gádor).

OMSCHRIJVING DER DEKBLADEN	NOORDZIDE DER SIERRA NEVADA GEBERTE TUSSEHEN GRANADA EN GUADIX. SIERRA DE BAZA.	ZUID- EN WESTHEILING DER SIERRA NEVADA.	SIERRA DE LAS GUJARRAS. SIERRA DE LUJAR. ALPUJARRAS. SIERRA DE GÁDOR. SIERRA ALHAMILLA (TEN ZUIDEN VAN BAZA).	SIERRA DE LOS FILABRES. SIERRA ALHAMILLA (TEN N.O. VAN ALMERIA).
<b>GUJAR DEKBLAD</b> <small>Omgeving van Val de Baza.</small>	<p>VERSPREIDE KLIPPEN IN HET GEBERTE TUSSEHEN GRANADA EN GUADIX. (Verluidende serie bij Baza).</p> <p>IN DE SIERRA DE BAZA NOG ONBEKEND.</p> <p>VERSPREIDE KLIPPEN TEN Z.W. VAN BAZA.</p>	<p>TRIASCHIE EN DOLOMITEN.</p> <p>PRE-TRIASCHIE schichten.</p>	<p>SIERRA DE LAS GUJARRAS</p> <p>TRIASCHIE EN DOLOMITEN.</p> <p>PRE-TRIASCHIE schichten.</p>	
<b>GÁDOR DEKBLAD</b> <small>Samenvatting van Val de Baza.</small>	<p>ROODE EN GRUIZE DEKBLAD VAN VAN BEMMELLEN IN HET GEBERTE TUSSEHEN GRANADA EN GUADIX.</p> <p>TRIAS BIJ LA CALAHORRA.</p> <p>DE GEHEELE OF EEN GEDEELTE DER TRIAS VAN DE SIERRA DE BAZA.</p>	<p>WESTELIJE TRIASRANDZÓNE DER SIERRA NEVADA.</p> <p>ZUIDELIJKE RANDZÓNE DER SIERRA NEVADA VAN LANJARÓN TOT TEN OOSTEN VAN CANJÁVAR. TEN NOORDEN DER DEPRESSIE VAN DEN RIO GUADALPEJO EN HET TERTIAIRBEKKEN VAN LUJAR—LAMBARÓN—CANJÁVAR.</p>	<p>SIERRA DE LAS GUJARRAS</p> <p>ALPUJARRAS</p> <p>SIERRA DE GÁDOR</p> <p>SIERRA ALHAMILLA (ten Z. van Baza).</p>	<p>OMGEVING VAN SIERRA SIERRA DE LOS FILABRES.</p> <p>SIERRA ALHAMILLA (ten N.O. van Almeria).</p>
<b>LUJAR DEKBLAD</b> <small>Omgeving van Val de Baza.</small>			<p>SIERRA DE LUJAR.</p> <p>Vaanter van Alhóvil.</p> <p>Monsel ten Z.O. van C. de La Naja (C. de Cervin). Calvar de Turco. Loma del Puch.</p>	
<b>SIERRA DE LOS FILABRES DEKBLAD</b> <small>Omgeving van Val de Baza.</small>	<p>MOERDE DER SIERRA NEVADA.</p> <p>KRISTALLIJNE PRESENTIES DER SIERRA DE BAZA.</p>	<p>SIERRA DE LOS FILABRES.</p>		<p>SIERRA DE LOS FILABRES.</p>

BETISCHE DEKBLADEN van Brouwer, ALPUJARRIDEN van Van Bemmelen.



## INLEIDING TOT DE GESTEENTEMETAMORFOSE.

De geschiedenis der metamorfose van gesteenten uit plooïingsgebergten hangt ten nauwste samen met de geschiedenis der gebergtevorming. In het beginstadium der plooïing hoopen de sedimenten zich op, en wel in pakketten, waarvan de dikte toeneemt van de randen der elkaar naderende continentale fronten naar het centrum der middenzeeën. Dit stadium is gekenmerkt door dieptemetamorfose (regionale metamorfose) van de concordant opgestapelde gesteenteseriën en is het meest uitgesproken in den wellicht door een vorige periode van gebergtevorming sterk geplooiden en gemetamorfoseerden ondergrond („das Grundgebirge”). Wanneer de sedimentatie ophoudt door verrijzing van het pakket boven zee als gevolg van doorgaande en in intensiteit sterk toenemende plooïing, dan wordt het proces der zuivere dieptemetamorfose, dat bij betrekkelijke rust der gesteenten plaats had, gestoord door een nu voor de gesteentemetamorfose op den voorgrond tredenden faktor: de beweging.

De eerst heerschende regionale- of dieptemetamorfose (R. M.) werd beheerscht door de diepte der gesteenten, temperatuur, vochtigheidsgraad. De nu optredende dynamometamorfose (D. M.) — of dislokatiemetamorfose in den zin van Heim — hangt af van dezelfde voorwaarden, doch de uitwerking op de gesteenten draagt een verschillend karakter door de nu als voornaamste faktor optredende tangentiele beweging. Door R. M. worden de gesteenten slechts op grootere diepte beïnvloed en in horizontalen zin over uitgestrekte gebieden. De D. M. raakt alle gesteenten van de hoogste tot de laagste seriën en alle tektonische eenheden der plooïings-, i.c. dekbladengebergten. Haar uitbreiding is zonaal volgens de dislokatiezônes in ketengebergten.

Heim (22, Bd. II, 1, blz. 75 e.v.) en Niggli (19, blz. 201 e.v.) noemen de D.M. den voornaamsten faktor bij de gesteenteverandering in ketengebergten. Heim zegt o.a.: „Für alle Kettengebirge besteht die Schwierigkeit, ein Gestein zu finden, dasz sicher nur r.m., nicht zugleich noch mehr oder weinger d.m. wäre, während reine D.M. vielerorts nachweisbar ist” (l.c., blz. 108).

In de hoogste tektonische zônes krijgt men al naar den aard van het gesteente de volgende verschijnselen:

- { Buiging en plooïing.
- { Druksplijting, laminatie, strekking in één richting („Linearstreckung”).
- { Breukvervorming (vorming van kataklaasstructuren, mylonietisering).

Op grootere diepte wordt de druk meer alzijdig en bij belasting boven de breukgrens gaan de gesteenten zich plastisch gedragen. De stuwning grijpt nu ook in de moleculaire structuur der gesteenten in; er treedt herkristallisatie op en vorming van nieuwe mineralen met grooter s.g. Hier gaan de resultaten van R.M. en D.M. elkaar bedekken, want de zich vormende mineralen zijn in beide gevallen dezelfde.

Daar de D.M. toeneemt met de diepte en de temperatuur onderscheidt Heim (22, Bd. II, 2, blz. 857—862), evenals Grubenmann voor de R.M., een epi-, meso- en katazône der D.M. Bij de beschouwingen over den graad der gesteentemetamorfose in de tot de ketengebergten behorende Betische ketens zal de geschiedenis der gesteenteveranderingen gereconstrueerd worden naar het schema van Heim. R.M. kan den tegenwoordigen toestand der gesteenten slechts gedeeltelijk verklaren.

Het resultaat van D.M. en R.M. wordt soms nog bedekt of geheel veranderd door contactmetamorfose, pneumatolytische- en hydrothermale werkingen.

---

## A. GESTEENTEN DER SIERRA NEVADA.

### INLEIDING.

Bij het algemeene overzicht der prae-Tertiaire stratigrafie (blz. 21) werden de gesteenten der centrale Sierra Nevada ingedeeld in:

1. Kristallijne schisten der centrale zône.
2. Zône met Penninisch Mesozoïcum.

De zône met Penninisch Mesozoïcum is een facieel van de kristallijne schisten der centrale zône af te scheiden groep. Brouwer (7, blz. 124) gaf hieraan den naam „mengzône” met de vermelding, dat er zoowel jong-Palaeozoïsche als Triadische gesteenten in kunnen voorkomen. Van de voor deze zône typische glimmermarmers zegt hij, dat zij overal het hoogste lid der kristallijne schisten van de S. Nevada vormen en tusschen de Triasrandzône van het gebergte en deze schisten worden aangetroffen (l.c., blz. 122), terwijl er den nadruk op wordt gelegd, dat de volgorde der lagen wisselt en tektonische complicaties deze zône sterk beïnvloed hebben. Naar mijne

meening is deze zône gekenmerkt door een bepaalde stratigrafische volgorde, die voor de geheele S. Nevada en ook voor de overeenkomstige gesteenten in de S. de los Filabres geldt, behoudens plaatselijk wisselende détails. Zij vormen steeds de bovenste serie van de kristallijne schisten der centrale ketens, doch zullen door plooiing ook onder deze gesteenten gevonden kunnen worden.

Deze zône ligt echter net onder het groote overschuivingskontakt van Alpujarride- en diepere Betische dekbladen door haar positie als topserie. Daardoor wordt zij vergezeld door tektonische gesteenten („Knetgesteine” in den zin van Heim, mylonieten) en door tektonische zônes. Tot de tektonische gesteenten behooren in het bijzonder de conglomeratische mergels. Tot de tektonische zônes behooren de plaatselijk voorkomende doorenmengingen van Triasdolomieten en -fyllieten, gips, rauchwacken van de basis van het Gádordekblad, met glimmermarmers, conglomeratische mergels, enz., uit de hoogste serie der S. Nevadaschisten. Brouwer beschrijft o.a. zoo'n zône uit de omgeving van Nigüelas aan de hand van waarnemingen van Zermatten en In de Betouw van der Voort (l.c., blz. 124), terwijl Van Bemmelen (4, blz. 118) er één beschrijft uit de buurt van Lanjarón. Bij Nigüelas moet zoo'n zône wel 300 M. dik zijn.

Een dergelijke zône krijgt in de S. de los Filabres, waar de Triasfyllieten van het over de kristallijne gesteenten der centrale Betische ketens heengeschoven Gádordekblad door uitwalsing in Noordelijke richting de beweging in mindere mate konden opnemen, het karakter van grove- en ook fijnkorrelige mylonieten, de „conglomeratische mergels” van Zeylmans van Emmichoven (43).

Genoemde zônes kunnen overeenkomstig de meening van Van Bemmelen (4, blz. 16) „mengzônes” genoemd worden. Bij den tegenwoordigen stand onzer kennis is het m.i. wenschelijk den naam „mengzône” voor de hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada te doen vervallen, daar de naam tot een verkeerd begrip aanleiding kan geven. Onder „mengzône” zou men zoowel kunnen verstaan een dooréénmenging van schubben uit verschillende tektonische eenheden, als wel een dooréénmenging van gesteenten uit één stratigrafische serie, hetgeen volgens mij meestal geen van beiden het geval is. De naam „complexe zône”, ingevoerd door Van Bemmelen (l.c., blz. 30), is m.i. al evenmin gelukkig, daar „complex” kan doen denken aan een samenstel van tektonisch heterogene elementen. In deze studie wordt daarom slechts gesproken van „zône met Penninisch Mesozoïcum”, of „hoogste serie van de kristallijne

gesteenten (schisten) der S. Nevada", Nadere motiveering van de omschrijving „Penninisch Mesozoïcum" volgt bij de detailbespreking (blz. 34 e.v., 42).

Door sterke uitwalsing kan het beeld der hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada soms zeer onvolledig zijn. Vooral aan den Zuidrand der S. Nevada is dit het geval.

Aan den Noord- en N.W.-rand vindt men soms verdubbelingen in deze zône, o.a. bij Monachil. Aan den Zuidrand is de zône enkelvoudig.

De afscheiding tegen de kristallijne schisten is niet altijd scherp. Lichtgekleurde, gedeeltelijk granaatvrije glimmerschisten van de basis dezer zône lijken soms veel op lichtgekleurde, eveneens vaak granaatvrije schisten der S. Nevada, zooals o.a. in de buurt van het dorp Carataunas. Ook Van Bemmelen viel het scheiden van deze zônes lastig (l.c., blz. 21). Meestal echter steken de donkere grafietische granaatglimmerschisten der S. Nevada sterk af tegen de lichtgekleurde gesteenten van de basis der zône met Penninisch Mesozoïcum.

*Een discordantie tusschen de twee afdeelingen van de kristallijne gesteenten der S. Nevada is nergens waar te nemen en is ook geenszins noodzakelijk.*

Over het algemeen is het verschil in kristalliniteit niet uitgesproken. De zône met Penninisch Mesozoïcum zelf is van zeer verschillende kristallijnen graad en bevat vaak gesteenten aan welke Grubenmann een grootere ontstaansdiepte zou toewijzen dan aan de eveneens verschillende kristallijne schisten der S. Nevada. Het plaatselijk grovere kristallijne karakter van de zône met Penninisch Mesozoïcum zou men kunnen verklaren door deze zône te beschouwen als schubben kristallijn van tusschen de Alpujarride dekbladen en de kristallijne schisten der S. Nevada te plaatsen tektonische eenheden. Een schubbenkarakter heeft deze zône echter in het geheel niet, al kan ze plaatselijk verplooid zijn met onderliggende en bovenliggende gesteenten. *Zij vormt een onverbreekelijk facieel geheel met de kristallijne schisten der Sierra Nevada.* Over de oorzaken van de plaatselijke kristalliniteit zal nader worden uitgewijd (blz. 36).

Is de basis der zône met Penninisch Mesozoïcum door geringe petrografische verschillen soms niet goed te onderscheiden van de kristallijne schisten der centrale zône, naar boven is eerstgenoemde door een abnormaal contact gescheiden van de Alpujarride dekbladen (i.c. het Gádordekblad) met hun facieel voor het grootste deel sterk afwijkende gesteenten. *Facieel is de grens tusschen de hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada en de*



*basis der hogere tektonische eenheid daardoor scherp, al kunnen bestanddeelen van beide in een tektonische mengzône opgenomen worden, die een onzuiver contact veroorzaakt.*

#### KRISTALLIJNE SCHISTEN DER CENTRALE ZÔNE.

##### a. Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose.

Petrografisch zijn de schisten der centrale zône reeds lang onderzocht en bekend geworden. Aan alle schrijvers viel de eentonigheid dezer gesteenteserie op. Verscheidenheid in petrografische eigenschappen en ook in graad van metamorfose bestaat er zeker in deze gesteenteseries, doch de koepel der S. Nevada is verre van één concordant stratigrafisch pakket. Intensieve plooiing in het klein en in het groot deed voortdurend zich herhalende gesteentepakketten ontstaan, waaruit door de uniforme donkere kleur der gebergten zeer lastig de juiste plooiingsstoestand te reconstrueeren valt. Slechts de hoogste serie van de kristallijne gesteenten met haar kalkrijkdom kan hier eenige leiding geven.

Aan mijzelf zijn de kristallijne schisten der centrale keten slechts bekend van de Zuidhelling en van den bovenloop van den Rio Monachil. Langs de geheele Zuidhelling werden donkere grafietische granaatglimmerschisten aangetroffen, behalve tusschen den Rio de Pampaneira en Soportújar, waar ze lichter gekleurd zijn en gedeeltelijk granaatloos. Als hoofdmineralen vertoonen ze unduleus uitdoovende, lang lensvormige en in elkaar grijpende kwartskorrels, muskoviet, sterk kataklastische granaten, acc. toermalijn, veldspaat, chloriet, magnetiet, etc. Meer kwartsietische banken vertoonen hoofdzakelijk lensvormig uitgetrokken kwartskristallen met een fraaie mortelstructuur.

Gneizen en basische intrusiva werden langs de Zuidhelling der S. Nevada in deze gesteenten niet gevonden, uitgezonderd een tot albietamfiboliet verweerde diabaas aan den Rio de Mairena bij Mairena, vlak onder het abnormale contact tusschen Gádordekblad en kristallijne schisten der S. Nevada.

Brouwer vond bij een tocht over de S. Nevada van Ugíjar naar La Calahorra (7, blz. 123) tusschen de granaatglimmerschisten nog fijnkorrelige muskovietgneizen; Van Bemmelen beschrijft uit de buurt van Lanjarón een veldspaaathoudende grafietchlorietglimmerschist (l.c., blz. 148).

Algemeen is de verbreiding van kwartslenzen tusschen de schisten.

De sterk kataklastische structuren (unduleuze uitdooving der kwartskorrels, afronding en verbrijzeling der granaten) wijzen erop, dat de beweging het tenslotte in deze gesteenten van de kristallisatiekracht bij het proces der dislokatiemetamorfose gewonnen heeft. Deze schisten hooren thuis in de kata-zône der dislokatiemetamorfose van Heim, de zône der kristalloblastische structuren. Het is echter lastig uit te maken in hoeverre de metamorfose dezer gesteenten toegeschreven moet worden aan D.M., en welke het aandeel der prae-Alpine R.M. is. De schisten zijn zeker prae-Triadisch en kunnen dus al een mate van kristalliniteit hebben gehad vóór de Alpine orogenese (zie hdst. 1809 d.d.—1810 d.d.—1834 d.d.—1853 d.d.—1857 d.d.).

#### **b. Verbreiding van de schisten der S. Nevada.**

In de S. Nevada zelf zijn deze gesteenten beperkt tot de centrale zône, die aan Zuid-, West- en Noordwestzijde begrensd wordt door de Trias (dolomieten, kalken en fylleten) der hoogere tektonische eenheden (de Alpujarriden volgens de nomenclatuur van Van Bemmelen). Omtrent de verspreiding der verschillende types kristallijne schisten in het gebergte is weinig bekend. Alle auteurs leggen slechts den nadruk op de eentonigheid der schistmassa's en noemen als bijzonderheden alleen de schaarsche, verweerde basische intrusies aan de Noord- en N.W.-zijde van het gebergte en het plaatselijk voorkomen van kalksteenen en gneisachtige gesteenten in de schistenseries (von Drasche, Botella, Gonzalo y Tarín, Barrois en Offret, Orueta, Brouwer). Von Drasche (13, blz. 97 e.v.) nam reeds waar, dat de schisten met groote granaten vaak voorkomen bij verweerde basische intrusiva (serpentijnen en amfibolieten).

De Zuidgrens der S. Nevadaschisten is een min of meer rechte lijn van Lanjarón tot boven Canjáyar en wordt gevormd door het front van het tegen de Zuidflank der centrale keten opliggende Gádor-dekblad der Alpujarras.

#### **c. Voortzetting van de S. Nevadaschisten naar het Oosten en het Westen.**

Naar het Oosten zetten de kristallijne schisten zich onmiddellijk voort in die der S. de los Filabres, uit welk gebied Zeylmans van Emmichoven (43, blz. 7—9) beschrijft granaat- en epi-

doothoudende fylletische glimmerschisten, grafietsgranaatglimmerschisten, chlorietglimmerschisten, veldspaaathoudende tot gneisachtige schisten. Deze types komen allen ook voor in de S. Nevada.

Naar het Westen duiken de S. Nevadaschisten weg onder de Triasrandzône om waarschijnlijk niet meer te voorschijn te komen.

#### d. Ouderdom.

Palaeontologisch bestaan er absoluut geen aanwijzingen omtrent den ouderdom der S. Nevadaschisten. Eenig houvast kan men slechts krijgen door deze gesteenten en hun graad van metamorfose te vergelijken met soortgelijke in de stratigrafisch goed bekende Alpen en door ze te beschouwen in hun stratigrafisch verband met de hooger liggende serie met Penninisch Mesozoïcum. De Penninische dekbladen der Alpen bestaan uit kernen van orthogneizen (Valpellinen en Arollaserie van het Dent-Blanche dekblad, Monte Rosagneizen, Tessinergneizen) en paragesteenten, welke tot het prae-Carboon gerekend worden, met omhullingen van Permo-Carboon („Casannaschiefer”) en meer of minder sterk metamorf Mesozoïcum (Trias en „Bündnerschiefer”). De „Bündnerschiefer” zijn in de diepste Alpine dekbladen (die van het kanton Tessin) zelfs wel katametamorf in den zin van *Grubenmann*. Ze bevatten daar o.a. granaten, stauroliet, zoïset, plagioklaas en de kalkige bestanddeelen zijn sterk gemarmoriseerd.

De schisten der S. Nevada met hun algemeen voorkomend granaatgehalte zijn volslagen kalkarm, wat een Mesozoïsch ouderdom zeer onwaarschijnlijk maakt. Kalkgehalte vindt men slechts in de stratigrafisch hooger liggende zône met Penninisch Mesozoïcum. Een vergelijking met de oudere en kalkarme paragesteenten uit het Penninicum blijft dan over. Van de „Casannaschiefer” uit het St. Bernarddekblad, die men rekent tot het Permo-Carboon, komt de graad van metamorfose en de habitus (donker door grafietsgehalte) volgens de beschrijving (*Heim*, 22, Bd. II, 2, blz. 485) vaak overeen met die van de kristallijne schisten der S. Nevada. Hiermede zijn laatstgenoemde kristallijne gesteenten misschien te paralleliseeren.

Gaan we na, hoe door fossielvondsten als Palaeozoïcum (Carboon) bepaalde formaties van den Zuidrand der Spaansche Meseta ontwikkeld zijn, dan blijkt hun facieele overeenkomst met de granaatglimmerschisten der S. Nevada. In de provincie Huelva zijn Hercynisch geplooid Carboon (met *Posidonia Becheri*) en ouder Palaeozoïcum ontwikkeld als kleischalies en kwartsieten over groote uitgestrektheden in de omgeving van Rio Tinto en Tharsis (zie R.

Douvillé, 12, blz. 30, 31). In deze formaties zijn kalken ondergeschikt. Misschien is het gewettigd hierin het niet Alpen geplooid en daardoor weinig d.m. veranderde equivalent van de kristallijne schisten der S. Nevada te zien, in de veronderstelling, dat een groot deel van het Palaeozoïcum ten Zuiden der Spaansche Hercynische gebergten onder de wateren der Tethys eveneens als kleischalies en kwartsieten ontwikkeld was.

Evenals vroegere onderzoekers meen ik laatstgenoemde gesteenten althans gedeeltelijk tot het prae-Hercynicum te moeten rekenen of beter prae-Triadisch te noemen. (Zie verder blz. 42).

#### HOOGSTE SERIE VAN DE KRISTALLIJNE GESTEENTEN DER S. NEVADA; ZÔNE MET PENNINISCH MESOZOÏCUM.

##### a. Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose.

In de hoogste serie van de gesteenten der S. Nevada hooren gesteenten van zeer uiteenlopende chemische samenstelling thuis. Uitvoerig werden ze reeds beschreven uit de S. de los Filabres door Zeylmans van Emmichoven (43) als hoogste serie der granaatglimmerschisten en als dynamometamorfe eruptiva. Analoge gesteenten, marmers, gneizen, enz., werden nadien beschreven door Brouwer (7; 8) en Van Bemmel en (4) van den Noordwest-, Noord-, Zuidwest-, en Zuidrand der S. Nevada. Veel nieuwe vondsten brachten de laatste gebieden niet.

Dergelijke gesteenten, welke verzameld werden langs den Zuidrand der S. Nevada tusschen de meridianen van Orgiva en Berja komen volkomen overeen met de door Zeylmans van Emmichoven en Van Bemmel en microscopisch beschrevene. Ze zijn als volgt in te deelen:

Marmers en conglomeratische mergels.

Gneizen, gneisachtige schisten, kristallijne schisten.

Bijkomstig: metamorfe basische intrusiva.

*De marmers en conglomeratische mergels* komen met elkaar voor in het bovenste pakket der hier beschreven serie.

De marmers zijn glimmermarmers of, bij hoog glimmergehalte, kalkfyllieten, welke volkomen gelijken op de „Bündnerschiefer“ der Alpen (hdst. 1813 d.d.—1837 d.d.). De marmers vertoonen vaak prachtige kataklastische calciet (hdst. 1813 d.d., zie foto 21), een aanwijzing op een periode van verbrijzeling op betrekkelijk geringe diepte, volgend op een periode van plastische vervorming en sterke omkristallisatie. Het voorkomen van toermalijn en albiet wijst op

stoffoever in deze gesteenten door pneumatolyse of hydrothermale werkingen.

De conglomeratische mergels beschreef Zeylmans van Emmichoven (43, blz. 18 e.v.) als onderste afdeeling van de Trias en hij beschouwde ze als een sterk gemyloniseerd sedimentair pakket van mergels en fylleten, waarin tektonisch werden opgenomen Triasdolomieten, marmers, basische intrusiva, enz. Het fijner mergelige bestanddeel van dit grof breccieus pakket uit de S. de los Filabres beschouwde hij als oorspronkelijk mergelig gesteente. Intusschen is gebleken uit latere onderzoekingen, dat de Triasdolomieten en -fylleten, welke op de kristallijne gesteenten der centrale Betische ketens — de S. Nevada en de S. de los Filabres — rusten, van deze gesteenten door een abnormaal contact zijn gescheiden; tevens, dat in de normale stratigrafie der op het centrale Beticum rustende dekbladen van de Alpujarras de conglomeratische mergels volkomen ontbreken en de Triasfylleten rusten op min of meer metamorfe kristallijne schisten.

Van Bemmelen geeft weinig nadere beschouwingen over laatstgenoemde gesteenten. De fijn conglomeratische, gelig bruin gespikkelde dolomietische kalksteenen der zône met Penninisch Mesozoïcum werden door hem opgevat als oorspronkelijk bestanddeel dezer gesteenteserie (4, blz. 31, 47). Dergelijke gesteenten uit deze zône van de Zuidhelling der S. Nevada bestaan uit een fijnkorrelig aggregaat van calciet- en dolomietkorrels, met verspreide, meest unduleus uitdoovende kwartskorrels, plagioklaaskristalletjes, terwijl er verder stukjes fyllet en granulietachtige gesteenten in voorkomen (hdst. 1805 d.d.—1822—1836—1854 d.d.). Ze maken volkomen den indruk van tektonische menggesteenten, mylonieten. Ook de petrografische beschrijvingen van Zeylmans van Emmichoven (43, blz. 113 e.v.) wijzen op een mylonietisch karakter dezer gesteenten. *Merkwaardig is in dit verband, dat macroscopisch en microscopisch volkomen analoge gesteenten voorkomen op het overschuivingscontact tusschen Triasdolomieten van het Lújardekblad en schisten van het Gádordekblad der Alpujarras in de omgeving van Albuñol* (hdst. 1386 d.d.—1399—1407—1408). Deze bevat ten eveneens stukjes fyllet, kwartsiet, kwarts, plagioklaas en komen voor op een zeer sterk tektonisch beïnvloede zône van Triasdolomieten.

Een ander argument voor den tektonischen oorsprong der fijnkorrelige conglomeratische mergels is het feit, dat de hier besproken gesteentezône sterk dislokatiemetamorf beïnvloed is en grof kristallijn

geworden. Oorspronkelijk conglomeratisch-mergelige gesteenten zouden eveneens aan sterke automineralisatie onderhevig zijn geweest en b.v. het karakter van kristallijne kalkfyllieten hebben gekregen. De congl. mergels zijn echter min of meer fijnkorrelig; de er in aangetroffen fyllietstukjes vertoonen b.v. aanmerkelijk fijner glimmerblaadjes dan de glimmermarmers en kristallijne schisten. Aan de marmers is waar te nemen, dat grove omkristallisatie het resultaat is van een eerste stadium van dislokatiemetamorfose, en inwendige vergruizing dat van een tweede stadium. Het is mogelijk, dat bij de congl. mergels de vergruizing een oorspronkelijk eveneens kristallijne structuur volkomen heeft vernietigd, terwijl door sterke verwrijving stukken nevengeesteente in het kalkig-dolomietische gesteente werden opgenomen.

*Gneizen, gneisachtige schisten, kristallijne schisten* vormen de tweede hoofdgroep uit de hoogste serie der kristallijne gesteenten van de S. Nevada.

Ze zijn niet scherp van elkaar te scheiden. Overgangen zijn waar te nemen van glimmerkwartsieten, glimmerschisten, granaatglimmerschisten (zie de hdst. serie 1806 d.d.—1807 d.d.—1816 d.d.—1820 d.d.—1821 d.d.—1824 d.d.—1826 d.d.—1827 d.d.—1831 d.d.—1832 d.d.—1835—1839 d.d.—1856 d.d.—1823 d.d.—1833—1842 d.d.—1843 d.d.—1841 d.d.—1838 d.d.) naar veldspaaathoudende schisten, gneisachtige schisten, oogengneizen, granulieten, toermalijn-oogengneizen.

Opmerkelijk is het, dat de veldspaten der oogengneizen zure plagioklazen zijn, albieten, terwijl de toermalijnhoudende gneizen het rijkst zijn aan deze veldspaten en het grofst kristallijn zijn. De aanwezigheid van toermalijn wijst op stoftoevoer. Het samengaan van stoftoevoer met grove kristallisatie en plagioklaasgehalte is m.i. een aanwijzing op stofaanvoer óók bij de vorming der veldspaten (albieten). Een verdere aanwijzing op den pneumatolytischen- of hydrothermalen oorsprong der plagioklazen is voorts het vreemde voorkomen van albiet in de marmers.

Het gneisachtige type van vele dezer gesteenten kan dus aan pneumatolytische werkingen worden toegeschreven, welke plaats hadden langs het groote overschuivingskontakt, dat de dekbladen der Alpujarras scheidt van de gesteenten der centrale S. Nevada (zie hoofdst. Tektoniek). Dat deze zône erg toegankelijk is geweest voor circuleerende oplossingen, bewijst wel het voorkomen van tot ijzererts vererfde marmers en Triasdolomieten, zoomede van kwikertsen (cin-

naber) in en bij genoemd abnormaal kontakt. Als een vroegere, pneumatolytische fase van stoftoevoer kan men in dit verband de toermalinisatie en albitisatie van de hoogste serie der kristallijne S. Nevada-gesteenten beschouwen.

*Metamorfe basische intrusiva* werden langs den Zuidrand der S. Nevada in deze zône slechts in beperkten mate gevonden. Hun voorkomen in de centrale keten is slechts kwalitatief te vergelijken met de ophiolithen uit de Penninische dekbladen der Alpen; quantitatief zijn ze verre in de minderheid. Aangetroffen werd slechts een tot albitamfiboliet verweerde intrusie (hdst. 1830 d.d., zie foto's 22, a en b) en een schol biotietalbitgneis (hdst. 1855 d.d.).

De zône met Penninisch Mesozoïcum is dus van verschillenden graad van metamorfose. De glimmermarmers, kalkfyllieten en granaatlooze glimmerschisten zijn te vergelijken met het Penninisch Mesozoïcum der Alpen. De albitgneizen, toermalijnalbitgneizen, plagio- klaashoudende glimmerschisten, kunnen hun grof kristallijn karakter verkregen hebben door pneumatolytische werkingen.

Onjuist is de mededeeling van Staub (34, blz. 216), dat de gneizen uit de hier besproken zône voorkomen als lamellen tusschen de „Bündnerschiefer“ der „Veleta-zône“ en de Triasrandzône der S. Nevada. *Steeds komen de gneizen in de door mij onderzochte gebieden onder de marmers voor.*

Een bepaalde stratigrafische positie van de gneizen t.o.v. de er samen mee voorkomende glimmerschisten en -kwartsieten is niet aan te geven. Vaak ontbreken ze geheel.

#### **b. Verbreiding van de zône met Penninisch Mesozoïcum langs den Zuidrand der S. Nevada.**

Deze gesteentezône werd gevolgd vanaf den Oostelijken oever van den Rio Alcolea langs de Zuidhelling der S. Nevada tot boven Orgiva.

Aan den linkeroever van den Rio Alcolea vanaf den straatweg Laujar—Paterna tot boven den oorsprong van Bco. Bonallar treft men een regelmatig pakket grijs- en geelgebande glimmermarmers aan, van de bovenliggende Triasdolomieten slechts gescheiden door een brecciezône van kalken en marmers; de fyllieten zijn hier uitgewalst. De marmers bereiken hier eenige meters dikte, vormen een integreerend bestanddeel van de bovenvermelde zône tot boven Laujar. Zij rusten hier op lichtgrijs gekleurde granaatglimmerschisten en -kwart-

sieten (hdst. 1820 d.d.—1821 d.d.). Gneizen en basische intrusiva werden daar niet aangetroffen.

Lager, in den Rio Alcolea, ontbreken de marmers geheel en bestaat de geheele zône slechts uit mergelige gesteenten (hdst. 1805 d.d.), bestaande uit dunne laagjes mergels afwisselend met laagjes kristallijne kalk; daaronder granaatglimmer- en glimmerschisten, welke langzamerhand overgaan in de schisten der S. Nevada. Op de haast ontbrekende zône met Penninisch Mesozoicum rust een dooreengewoeld pakket Triasleien en brokken Triasdolomiet. Aan den rechteroever van den Rio Alcolea verschijnen op de helling ten Z. van Paterna weer marmers in sterk geplooid brokken zonder samenhang; een sterk uitgewalst pakket.

De marmers, vergezeld van gespikkelde mergels nemen weer in omvang toe naar het Westen aan den rechteroever van Bco. Híñizar, aan weerszijden van het pad, dat leidt van de aardverschuiving van Híñizar naar Paterna. Hier zijn de marmers (hdst. 1813 d.d.) gedeeltelijk verertst tot ijzererts (hdst. 1815 d.d.). De eenige meters dikke grijze en lichtgekleurde, gebande glimmermarmers treft men eveneens aan langs den rechteroever van Bco. Híñizar en ze hebben een groote uitbreiding ten Zuiden van den straatweg Paterna—Bayárcal. Ook ten Noorden van dien weg breiden ze zich nog een eind uit als korsten op de kristallijne Sierraschisten tegen de helling van het gebergte op. Ze rusten op lichtgekleurde granaatglimmerschisten en -kwartsieten (hdst. 1824 d.d.) en petrografisch van de vorige betrekkelijk weinig afwijkende gneizen (hdst. 1816 d.d.—1823 d.d.).

Dalen we af naar de Rambla del Puerto de la Ragua, dan verdwijnt deze zône ongeveer geheel onder in de vallei bij Picena. Op den rug van Laroles, tusschen Picena en de Rbla. Honda, werden wat marmers aangetroffen, rustende op lichtgekleurde glimmerschisten.

Op den rug tusschen de Rbla. Honda en haar Westelijken zijbarranco, welke ten Westen van Júbar het pad Mairena—Júbar kruist, komen de marmers weer in een regelmatig, hoewel slechts eenige meters dik pakket voor, gedeeltelijk vrij liggend op lichtgekleurde glimmerschisten tegen den rug op, gedeeltelijk ingeklemd tusschen kristallijne schisten der S. Nevada en de fylleten (met veel gips en rauchwacken) van het Gádordekblad aan den rechteroever der Rbla. Honda.

In den barranco tusschen Júbar en het kerkhof van Mairena ontbreekt deze zône zoo goed als geheel. Het kerkhof van Mairena rust echter weer op marmers, welke Zuidwaarts afdalen naar de fyl-



lieten van het Gádordekblad en daaronder verdwijnen voor zoover ze niet uitgewalst zijn. Ze rusten vergezeld van conglomeratische mergels op lichtgekleurde glimmerschisten en -kwartsieten.

Ten Z. van Mairena en in de Rbla. Hospital ontbreken de marmers weer. Slechts wat lichtgekleurde veldspaat- en toermalijnhoudende granaatglimmerschisten (hdst. 1826 d.d.—1827 d.d.) tusschen types van het karakter der S. Nevadaschisten vertegenwoordigen hier deze serie, die slecht ontbloot is door de begroeiing en niet goed als zoodanig is te onderscheiden. Het pad Mairena—Júbar—Laroles loopt hoofdzakelijk door donkere grafietische granaatglimmerschisten der S. Nevada.

Aan het pad Mairena—Mecina Alfáhar ziet men enkele resten van deze gesteenten: losse brokken marmers en mergels in lichtgekleurde glimmerschisten (hdst. 1831 d.d.), toermalijn-glimmergneizen (hdst. 1833 d.d.), epidootchlorietschisten (hdst. 1832 d.d.).

Tusschen kristallijne schisten aan den rechteroever van de Rbla. Hospital, dicht onder de zoo goed als geheel uitgewalste zône met Penninisch Mesozoïcum en het contact daarvan met de Triasfyllieten komt een tot albiet-amfiboolgesteente verweerde basische intrusie voor (hdst. 1830 d.d.).

Aan den Oostelijken oever van den Rio de Nechite komen nog wat marmers voor, slechts enkele brokken. Aan het contact van Triasfyllieten met de schisten der S. Nevada (hoofdz. lichtgekleurde, granaatlooze glimmerschisten) ontbreken ze.

Naar het Westen gaande treffen we de zône met Penninisch Mesozoïcum ongeveer langs den straatweg Mecina Alfáhar—Válor—Yegen aan. Marmers ontbreken zoo goed als geheel op dit stuk. Slechts hier en daar komen wat gele conglomeratische mergels als brokken verspreid in het bouwland voor. Voornamelijk ziet men hier de lichtgekleurde, gedeeltelijk granaatlooze glimmerschisten (hdst. 1835 d.d.). Plaatselijk ontbreekt deze serie gesteenten geheel, zooals ten N.O. van Válor, waar Triasleien op donkere granaatglimmerschisten der S. Nevada rusten.

Tusschen Yegen en den Rio de Mecina is deze zône gebrekkig ontwikkeld en ontbloot ten N. van het dolomietmassief, aan welks Z.O.-voet Yegen ligt. Men treft hier een uitgewalste serie lichtgekleurde glimmerschisten, dan toermalijnoogengneizen, fijner kristallijne toermalijngneizen (hdst. 1838 d.d.), ten N. van Yegen aan den bovenloop van Bco. Carlonca; en meer Westwaarts, afdalende naar den Rio de Mecina enkele schollen donkere, gebande kalkfyllieten vlak onder Triasdolomieten (de Triasfyllieten zijn langs de bovengrens van

het dolomietmassief uitgewalst). Afdalende naar den Rio de Mecina treffen we deze zône slechts aan als een dunne zoom lichtgekleurde glimmerschisten, evenals aan den Westelijken oever bij het kerkhof van Mecina Bombarón. Op den rug tusschen Mecina B. en den Rio de Cádiar komen behalve deze gesteenten weer enkele ruggen donkere conglomeratische dolomieten voor in dikke platen met fyl-lietische voegvlakken (hdst. 1837 d.d.), vergezeld van gele conglomeratische mergels (hdst. 1836 d.d.) van ongeveer dezelfde petrografische samenstelling.

Op de hellingen langs den Rio de Cádiar is deze zône weer zeer rudimentair en ontbreekt haast ten Z. van Alcútar, evenals ten Z. van het pad Alcútar—Jubiles. Alleen wat congl. mergels vergezellen tusschen den Bco. de los Molinos en den Bco. Umbría de uitgewalste resten lichtgekleurde glimmerschisten en toermalijnneizen.

Ten N.W. van Jubiles werden fijnkristallijne witte granulieten aangetroffen (hdst. 1839 d.d.), terwijl we verder Westwaarts gaande weer een zeer rudimentaire serie aantreffen van wat lichtgekleurde gl.schisten tot boven de knievormige ombuiging van den Rio Trevélez, van welk punt deze zône onafgebroken den Zuidoever dezer rivier volgt tot aan haar ontmoeting met den Rio de Pampaneira.

Ten N. van de Fca. de Villarreal treft men langs den Bco. Prados witte fijnkristallijne, sterk dynamometamorf veranderde kwarts-veldspaatgesteenten (hdst. 1841 d.d.).

Eenige afwisseling vormen Westwaarts een paar ruggen, onder de Triasfyllieten van het Gádordekblad te voorschijn komende, glimmermarmers aan den Noordrand van den Cerro Conjuero en ten N.O. van Co. Raimundo. Ze zijn evenals de basis der Triasdolomieten van den Cerro Conjuero gedeeltelijk verertst tot ijzererts.

Tegenover het dorpje Fondales, hoog boven het bed van den Rio Trevélez, komt een dun pakket glimmergneizen (hdst. 1842 d.d.) en chlorietepidootgneis (hdst. 1843 d.d.) voor.

Beneden de samenvloeiing van den Rio Trevéleze en den Rio Pampaneira kruist een zeer rudimentaire serie dezer gesteenten den Rio Trevélez, om Westwaarts vervolgd te kunnen worden ongeveer langs de lijn Vta. del Aire—Soportújar. De lichtgekleurde glimmerschisten zijn daar lastig te onderscheiden van lichtgekleurde schisten der S. Nevada (hdst. 1853 d.d.—1857 d.d.). Bij Vta. del Aire komen wat gneizen voor aan het pad Vta. del Aire—Soportújar; ten Oosten van den bovenloop van den Rio Seco wat congl. mergels (hdst. 1854 d.d.) en een uitgewalste schol verweerd basisch intrusiefgesteente, een albietbiotietgneis (hdst. 1855 d.d.).

Aan het pad van Vta. del Aire naar Pampaneira werd een los blok sterk uitgewalste, fijnkorrelige kwartsveldspaatgneis aangetroffen (hdst. 1856 d.d.), waarschijnlijk afkomstig van den rug tusschen den Rio de Pampaneira en den Rio Seco. De schisten der S. Nevada zijn aan dit pad gedeeltelijk granaatvrij en lichtgekleurd, daardoor veel gelijkend op lichtgekleurde granaatvrije schisten uit de zône met Penninisch Mesozoïcum.

### c. Verdere verbreiding der zône met Penninisch Mesozoïcum.

In de Oostelijke Betische ketens zijn deze gesteenten beperkt tot de S. Nevada en de S. de los Filabres.

Het onderzochte gebied aan de Zuidhelling der S. Nevada is naar het Oosten direkt te vervolgen ten N. van de plaatsjes Laujar en Canjáyar. Naar het W. zet deze zône zich voort in de richting van Lanjarón, buigt dan naar het N.W. om en volgt de grens tusschen den Triasdolomietenzoom der S. Nevada en het centrale gebergte. Bij het bereiken van den Rio Monachil ten Z.O. van het klooster San Jerónimo buigt deze zône naar het N.O. om. Bij La Calahorra zien we deze gesteenten weer hier en daar, terwijl ze ook zeker aan de Zuidgrens der Triasdolomieten van de S. de Baza voor zullen komen.

Analoge gesteenten werden door Zeylmans van Emmichoven (43, blz. 10, 44 e.v.) beschreven van de Noordhelling der S. de los Filabres bij Serón. Zij komen geheel overéén met de zône met Penninisch Mesozoïcum der S. Nevada en liggen ook volkomen in het tektonisch verlengde van dit gebergte. De gneizen uit het massief La Rosariera rekent Zeylmans met de basische intrusiva (serpentijnen en „zobtenieten”) tot de uitgewalste eruptiva. Wat de gneizen betreft, lijkt me dit onwaarschijnlijk (zie blz. 36). In dit gebied is de groote uitbreiding van basische intrusiva een bijzonderheid.

*In al de genoemde gebieden ligt het voornaamste pakket der glimmermarmers en -dolomieten, vergezeld van de mylonietische „conglomeratische mergels”, als hoogste lid der zône met Penninisch Mesozoïcum op glimmerschisten, glimmergneizen, oogengneizen, toermalijnoogengneizen, epidootgneizen, granulieten, enz. \*) Bij het verder onderzoek in deze ketens zal deze volgorde van belang zijn voor het nagaan van den tektonischen bouw.*

\*) Bij Nigüelas vond Zermatten (zie het profiel in de publicatie van Brouwer (7)) ook tusschen de gneizen nog bandjes marmer.

#### d. Ouderdom.

De ouderdom dezer gesteenten is door het ontbreken van fossielvondsten onzeker. Een waarneembare discordantie, welke, indien zij bestond, op prae-Hercynischen ouderdom zou kunnen wijzen, ontbreekt onder deze gesteenten, zoowel in de S. Nevada als in de S. de los Filabres. (Zeylmans van Emmichoven beschrijft ze eenvoudig als de bovenste afdeeling van de kristallijne schisten).

Door den graad van metamorfose en de geheele tektonische positie der S. Nevadakoepel werd Brouwer (8, blz. 335) er toe geleid het centrale gebergte met het Penninicum der Alpen te vergelijken. Bij de bespreking der kristallijne schisten van de S. Nevada werd de mogelijkheid van Palaeozoïschen ouderdom van laatstgenoemde gesteenten uitgesproken. De kalkrijkdom der hoogste serie wettigt het vermoeden deze zône te vergelijken met metamorf Mesozoïcum, i.c. de „Bündnerschiefer” en Trias der Penninische Alpen. Naast punten van overeenkomst zijn er echter groote verschillen. In de Penninische zône der Alpen is de Trias ontwikkeld in min of meer Germaansche facies met hier en daar basale conglomeraten, metamorfe Bontzandsteen, -Schelpkalk (rauchwacken, gips, suikerig kristallijne, witte dolomieten, marmers, „Rötidolomiet”) en -Keuper („Quartenschiefer”). Op deze Trias volgen de geweldige series der kalkrijke „Bündnerschiefer”, welke ten deele tot de Lias behooren. Dit Alpine Penninische Mesozoïcum bezit een groote dikte. De hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada biedt hier tegenover slechts het armoedige beeld eener vaak geheel uitgewalste en nooit dikke serie. De enorme serie der kalkfyllieten ontbreekt zoo goed als geheel. We zouden in de glimmermarmers en -dolomieten met de onderliggende lichtgekleurde glimmerschisten, -kwartsieten en pneumatolytisch gemetamorfoseerde gneisachtige gesteenten een evenbeeld der Penninische Trias kunnen zien in onvolledige of faciel afwijkende ontwikkeling. De Lias zou dan zoo goed als geheel ontbreken in deze zône.

In laatstgenoemd verband is het opmerkelijk, dat tot nu toe door ons in de hoogere tektonische eenheden — de dekbladen der Alpujarras — evenmin Jura is aangetoond. Het is mogelijk, dat Juragesteenten nooit of slechts in gebrekkige ontwikkeling deel hebben uitgemaakt van de lagere dekbladen der Oostelijke Betische ketens als gevolg van tektonische bedekking dezer eenheden tijdens het Mesozoïcum, een mogelijkheid, waarop Van Bemmelen de aandacht vestigde (l.c., blz. 130).

## B. GESTEENTEN DER ALPUJARRIDE DEKBLADEN.

### INLEIDING.

Bij het algemeene overzicht der stratigrafie (blz. 21) werden tot de gesteenten der Alpujarras gerekend:

1. Kristallijne schisten, prae-Triadisch.
2. Trias } kalken en dolomieten.  
          } fyllieten en kwartsieten.

Triaskalken, -dolomieten, -fyllieten en -kwartsieten zijn in het bestudeerde gebied zoowel in Lújar- als Gádordekblad vertegenwoordigd, terwijl de kristallijne schisten er slechts werden aange- troffen als basis van het Gádordekblad.

### KRISTALLIJNE SCHISTEN DER ALPUJARRAS.

#### a. Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose.

De kristallijne schisten der Alpujarras vallen in het veld op door hun donkere of roodbruine kleuren; soms zijn ze bronskleurig gevlekt door ontwikkeling van biotietschubjes op de schistvlakken. Lichtgekleurde, zeer kristallijne typen komen echter ook voor, o.a. langs de Rbla. de Rubite.

Het zijn in het algemeen granaatmuskovietschisten en -kwartsieten met als accessorische bestanddeelen b.v. biotiet, chloriet, veldspaat, Fe erts, toermalijn. Met het bloote oog zijn de granaten te zien als kleine puntjes op het donkere bronskleurig gevlekte schistvlak. Ook gesteenten met groote granaten, stauroliet en distheen komen voor, o.a. langs de Rbla. de Rubite (hdst. 1858 d.d.).

Algemeen is het kataklastische karakter der kristalloblastische mineralen als granaat en veldspaat. De kristalomtrek is weggevaagd en de mineralen zijn sterk gebroken. Hdst. 1858 geeft b.v. fraaie groote granaten te zien met kwartsinsluitels in evenwijdige rijen; insluitels, welke vóór en tijdens de vorming der granaten volgens de algemeene eenzijdige strekking van het gesteente gericht waren, doch met de doorgaande progressieve beweging onder belasting met hun oorspronkelijke richting scheef op de schistositeit zijn komen te staan (zie foto's 23, a en b). Dergelijke sporen van doorgaande beweging na vorming der kristalloblasten zijn zeer algemeen in de „Bündnerschiefer“ der Alpen (zie Heim, 22, Bd. II, 1, blz. 101, fig. 42).

De kristallijne schisten der Alpujarras vormen de basis van het Gádordekblad onder Triasfyllieten en -kwartsieten.

De overgang naar de fylleten is nergens scherp en heeft plaats langs een serie overgangstypen, die soms een aanmerkelijke dikte kunnen bereiken, zooals langs de Zuidhellingen der S. la Contraviesa, langs den Bco. de Guainos ten N. van de Loma Salobra. Deze overgangstypen vertoonen vaak de donkere kleur en het bronskleurig gevlekte karakter der granaatglimmerschisten, doch bevatten meestal geen granaten. Andere types zijn weer lichtgekleurd en gaan meer lijken op fylleten. De echte Triasfylleten en -kwartsieten splijten echter veel vlakplatiger en zijn in het algemeen licht van kleur. In het veld vallen de overgangstypes op door de roode verweeringskleuren en de verschillende beplanting (wijn, amandelen, tegenover graan op de fylleten). Het zijn muskoviet-, biotiet-, chlorietschisten en -kwartsieten, soms grover, soms fijner kristallijn. Soms zijn de glimmerblaadjes fijn, is er veel pigment en gaat het gesteente op een Triasfyllet lijken, soms ook hebben ze het gewone kristallijne karakter der granaatglimmerschisten en bevatten veldspaat (plagioklaas), toermalijn.

We vinden dus in de kristallijne schisten der Alpujarras gesteenten vanaf de katazône der dislokatiemetamorfose met zijn kristalloblastische structuren tot de mesozône.

Echte kristallijne schisten treft men slechts in beperkten omvang aan, zooals langs de Rbla. de Rubite en op enkele andere plaatsen.

Het grootste gedeelte van de schisten der Alpujarras is minder grof kristallijn dan die der S. Nevada.

Voorbeelden van schisten en overgangstypen zijn:

Schisten: hdst. 1401—1402—1403—1404—1405—1406—1416  
d.d.—1383 d.d.—1385 d.d.—1389—1396—1437—1464—1750  
d.d.—1751—1752 d.d.—1753 d.d.—1828—1858 d.d.

Overgangstypen: 1388 d.d.—1410—1411—1424—1425—1434  
—1432—1433—1455—1478—1760 d.d.—1762—1763 d.d.—  
1764 d.d.—1767—1768 d.d.—1769 d.d.—1770 d.d.—1796 d.d.—  
1798—1799—1800 d.d.—1847 d.d.—1848 d.d.—1849 d.d.—  
1850 d.d.

#### b. Verbreiding.

De kristallijne schisten der Alpujarras komen hoofdzakelijk voor in de Westelijke helft van het gebergte, ten Zuiden van den Rio Guadalfeo en het bekken van Ugíjar. Ten N. dezer depressie treft men nog een O.—W. gerichte tusschen Triasfylleten ingeklemde strook aan, welke opgeplooid is tegen de Z.-hellingen der S. Nevada.

Deze strook is te vervolgen met onderbrekingen van het dorpje Cástaras over het dwarsdal van den Rio de Cádiar tot aan den Rio de Alcolea (zie blad I der kaarten). Ook op enkele plaatsen onder de dolomieten aan de Zuidhelling der S. Nevada werden nog wat meegesleurde granaatglimmerschisten aangetroffen, o.a. ten N.W. van Cástaras en tusschen de dolomieteilanden van den Cerro Conjuero ten N. van Notáez (deze schisten zijn niet op blad I aangegeven).

In het algemeen zijn deze gesteenten ten Z. der S. la Contraviesa ontbloot; alleen ten Oosten en Westen der Rbla. de Torbizcón zijn de fyllieten weggeërodeerd en komen de schisten tot aan den Rio Guadalfeo. Aan den bovenloop van de Rbla. de Cojáyar en tusschen de Rbla. de Repenil en den Rio de Jorairátar zijn ze ook nog ontbloot.

Naar het Oosten wordt de uitbreiding begrensd door den Rio Grande de Ugijar op een strookje halfslachtige schisten en fyllieten aan den Oostelijken oever dezer rivier bij Cda. Manjaroba na.

De kristallijne schisten der Alpujarras met hun vele overgangstypes bepalen het landschapsbeeld langs de geheele kuststreek van Adra tot de Rbla. de Gualchos. De eentonige reeks evenwijdige, steil naar zee afdalende ruggen ten Z. van den straatweg Vta. Haza del Lino—Albuñol bestaan hoofdzakelijk uit deze types, evenals de omstreken van Albondón. Het geheele Triasdolomietenvenster van Albuñol wordt er door omgeven.

Naar het Westen staan deze gesteenten direkt in verbinding met de schisten ten N.O. en N.W. van Motril door middel van een strook tusschen de steile Zuidflank der S. de Lújar en de dolomieten van Gualchos, Calahonda en Castell de Ferro. Van Bemmel en (l.c., blz. 23) rekent deze schisten tot de basis van zijn Lanjarón-dekblad, dat overeenkomt met het Gádordekblad der Alpujarras en S. de Gádor. Het voorkomen van sillimaniet-staurolietschisten stemt overeen met het voorkomen van overeenkomstige schisten in de Westelijke Alpujarras (Rbla. de Rubite).

### c. Vergelijking met de kristallijne schisten der Sierra Alhamilla.

Het Gádordekblad duikt in den vorm der dolomieten van de S. de Gádor bij den Rio Andarax weg onder het jong-Tertiair (Plioceen), dat een groot deel der S. Alhamilla omgeeft. In de S. Alhamilla zien we weer een opduiking van het Gádordekblad. De Triasdolomieten zijn voor een groot deel verdwenen en de kern van het gebergte bestaat voornamelijk uit schisten van het type der Alpujarras. Aan Hetzel danken wij de beschrijving dezer gesteenten.

Hij noemt (23, blz. 27—35) granaatglimmerschisten, toermalijnen veldspaaathoudende schisten, staurolietglimmerschisten. Het zijn naar deze beschrijving te oordeelen petrografisch dezelfde gesteenten als de schisten der Alpujarras. Op een tocht door de S. Alhamilla van Nijar naar Lucainena viel mij bovendien het volkomen identieke uiterlijk op.

#### d. Ouderdom.

Voor de ouderdomsbepaling dezer meso-katametamorfe schisten is in de eerste plaats van belang, dat ze stratigrafisch lager liggen dan de zeker Triadische dolomieten der Alpujarride dekbladen. Deze gesteenten zijn opvallend metamorfer dan de Triasleien en -dolomieten, welke naar den maatstaf van Heim tot de epizône der D.M. moeten worden gerekend. Ze moeten daarom zeker als prae-Triadisch worden beschouwd. Van Bemmel en meent ten slotte een prae-Triadischen, doch post-Hercynischen ouderdom te moeten verwerpen op grond van de volgende punten:

„1. Daar deze formatie (= het Perm) direct volgt op de Hercynische bergvorming, die ook in dit gebied zijn sporen heeft achtergelaten is het te verwachten, dat ze conglomeratische afbraakprodukten van dit gebergte of een transgressie-conglomeraat zal bezitten. De Penninische afzettingen in de Alpen en in de Betische ketens worden vaak door conglomeraten gekarakteriseerd. In de kristallijne schisten daarentegen zijn *nooit* conglomeraten waargenomen.

2. De overgang van de mesometamorfe schisten in de epimetamorfe fyllicten is vaak zeer abrupt, terwijl wij bij de regionale metamorfose in een pakket van post-Hercynische sedimenten geleidelijke toename verwachten moeten.”

Bij punt 2 beriep hij zich op het gebergte tusschen Granada en Guadix en wilde de door Hetzel in de S. Alhamilla waargenomen overgangstypen tusschen fyllicten en schisten verklaren door uitwissing van het verschil in kristallijnheid als gevolg van de Alpine metamorfose. De mogelijkheid van uitwissing van overgangstypen in het gebergte tusschen Granada en Guadix verwerpt hij op grond van het feit, dat de overgang van epi- naar mesozône een kwestie is, niet van eenige honderden meters, maar van kilometers.

Beschouwen we punt 1, dan kan men zich afvragen, waarom bij het ontbreken van het Perm, dan niet b.v. oud-Triadische transgressieconglomeraten de vermeende Hercynische discordantie aantoonen, zooals in de Alpen vaak het geval is. Het ontbreken van



conglomeraten wijst eerder op een concordantie tusschen fylleten en schisten.

Punt 2 biedt een veel grooter waarschijnlijkheid voor den prae-Hercynischen ouderdom der schisten. Van Bemmelen's waarnemingen in het gebergte tusschen Granada en Guadix gelden echter niet voor de Alpujarras. Aan de Zuidhellingen der S. la Contraviesa stuit men op groote moeilijkheden bij het aangeven van de grens tusschen kristallijne schisten en fylleten, hoewel plaatselijk de grens ook wel scherp te trekken valt. Een serie van kilometers ligt er zeker niet tusschen echte fylleten en echte kristallijne schisten, doch men moet in aanmerking nemen, dat de uitwalsingen in deze streken zeer sterk zijn geweest. De fylleten- en schistenbasis van het Gádor-dekblad in de Alpujarras is b.v. tegen de Zuidhelling der S. Nevada haast totaal uitgewalst en komt slechts als gebrekkige resten over het gebergte heen. Bovendien is geen discordantie waar te nemen tusschen fylleten en schisten. Hetzel (23, blz. 4) meende dit wel waargenomen te hebben in de S. Alhamilla, doch het feit, dat de schisten dikwijls steiler hellen dan de Triaskalken is mede eigen aan de fylleten en m.i. een verschijnsel van intensievere plooiing der meer plastisch vervormbare gesteenten.

In weerwil van de bovengenoemde tegenwerpingen is een groot verschil in ouderdom tusschen echte Triasfylleten- en echte kristallijne schisten aan te nemen op grond van het groote verschil in metamorfose. Prae-Hercynische ouderdom van de kristallijne schisten is daarom wel zeer waarschijnlijk. De ouderdom der groote series halfslachtige schisttypen in de Alpujarras blijft dan echter dubieus; misschien is Permische ouderdom aan te nemen. Of werkelijk de Hercynische discordantie vóór de Alpine metamorfose dezer gesteenten in het gebied der Thetys uitgesproken is geweest of dat men met een min of meer parallele discordantie te maken heeft gehad, zij in het midden gelaten.

Resumeerende, lijkt het mij voorloopig aangewezen aan de overgangstypen een jong-Palaeozoischen ouderdom (Perm) toe te schrijven, de granaathoudende schisten echter als Carboon en ouder te beschouwen.

Tot slot van deze beschouwing zij nog gewezen op de overeenkomst in oorspronkelijk facieel karakter tusschen S. Nevada- en Alpujarride schisten. Het is waarschijnlijk, dat ze van denzelfden ouderdom zijn en dezelfde gesteenten vertegenwoordigen uit een Zuidelijker gedeelte van de Spaansch-Marokkaansche Thetys.

## TRIAS.

**a. Triasfyllieten en -kwartsieten.***a. Petrografische eigenschappen en graad van metamorfose.*

Deze onderste afdeeling van de Trias bestaat uit zijdeglanzende fyllieten en -glimmerkwartsieten met wisselend glimmergehalte. Soms krijgen zij het karakter van haast zuivere kwartsieten met fraaie mortelstructuur en unduleuse uitdooving der kataklastische kwartskorrels. Als bijkomstige bestanddeelen bevatten zij chloriet, toermalijn, magnetiet, limoniet, soms ook een Ca-gehalte in den vorm van calcië, epidoot (hdst. 1413 d.d.).

De graad van kristalliniteit dezer gesteenten is verschillend. Bij de minst kristallijne ziet men kwartskorrels van wisselende grootte in een grondmassa van zich ontwikkelende muskovietblaadjes; bij de meer kristallijne zijn de glimmerblaadjes meer ontwikkeld evenals de strekking van de mineralen in één richting. De minst kristallijne types bevatten ook nog veel pigment. In het algemeen zijn deze gesteenten al tamelijk metamorf en behooren thuis in de epi- (tot meso-) zône der D.M. in het schema van Heim, naar hun mineralisatie.

Ook deze gesteenten hebben na de mineraalvorming nog sterk van inwendige vergruizing te lijden gehad evenals de schisten der Alpujarras.

Gelaagde en ongelaagde gips komt in deze onderste afdeeling der Trias plaatselijk veel voor, terwijl vlak onder de Triaskalken en -dolomieten tusschen de fyllieten ook plaatselijk dungelaagde harde kalken voorkomen. Misschien hooren ook in de afdeeling der Triasfyllieten en -kwartsieten de eigenaardige, dik- en dunplatische, fyllietische, lichtgekleurde en zeer kristallijne kalken van den Cerro Salchicha thuis (hdst. 1844—1845 d.d.). Deze kalken komen half ingeklemd tusschen fyllieten en kwartsieten voor aan beide oevers van den bovenloop der Rbla. de Torbizcón.

## Voorbeelden van Triasfyllieten en -kwartsieten:

hdst. 1380—1381—1390—1395—1397—1398—1409—1413  
d.d.—1418—1422—1423—1426—1427—1429—1438—1439—  
1440—1441—1442—1443—1445—1446—1447—1448—1450—  
1451—1454—1456—1460—1461—1463—1474—1756—1757—  
1758 d.d.—1759—1761—1766—1773—1774—1778—1780 d.d.  
—1781 d.d.—1782 d.d.—1789 d.d.—1797 d.d.—1804—1840 d.d.

*β. Verbreiding.*

Deze gesteenten vormen steeds de basis der Triaskalken en -dolomieten. Hun grootste uitbreiding hebben deze gesteenten langs den Zuidrand der S. Nevada, in het Oostelijk gedeelte der Alpujarras en in de S. la Contraviesa. In de twee laatstgenoemde streken vormen deze gesteenten geheele bergruggen en beheerschen het landschapskarakter met hun lichtgrijze kleuren en iriseerende splijtvlakken.

Algemeen verbreid is de lichtgrijze kleur, waardoor deze gesteenten al van verre zichtbaar zijn. Ook groene, violette en roode fylleten en haast witte of licht-rose kwartsieten komen voor.

Gelaagde en ongelaagde gips vindt men vooral langs den Zuidrand der S. Nevada bij de zône met Penninisch Mesozoïcum, dan langs den Rio Grande bij Benínar en tusschen Benínar en het gehucht Hirmes.

**b. Triaskalken en -dolomieten.**

*a. Beschrijving en graad van metamorfose.*

De serie Triaskalken en -dolomieten is in de Alpujarras verdeeld over twee dekbladen, het Gádor- en Lújardekblad. Onderlinge verschillen tusschen deze gesteenten uit de genoemde tektonische eenheden is mij nergens opgevallen. Bij het bestudeeren van de stratigrafie der dolomieten is men echter in de eerste plaats aangewezen op het Gádordekblad, daar men dan zeker is een normale serie voor zich te hebben, waarvan de onderkant op tal van plaatsen ontbloot is.

Het best gespaard is het pakket dolomieten nog in de S. de Gádor, waar door mij de dikte wel op een 400—500 M. wordt geschat. In de Alpujarras zijn nog slechts onvolledige resten van deze serie aanwezig als bestanddeel van het Gádordekblad.

Een geweldige dikte hebben de dolomieten van het Lújardekblad, zeker wel 500—600 M. en meer. De onderkant der Lújardolomieten is ondanks de diepe insnijdingen in de omgeving van Albuñol en langs den Rio de Adra nergens bekend.

In het algemeen werd door mij langs de Westhelling der S. de Gádor en in de S. Alhamilla ten Z. van Berja van boven naar beneden de volgende opeenvolging waargenomen:

- dikbankige, donkere, bitumineuze, kristallijne dolomieten.
- dikplatige, grijze, fijnkristallijne, bitumineuse dolomieten.
- dunplatige, dolomietische kalken met fylletische voegvlakken (vaak met wormvormige buisjes), vergezeld van dik-

platige dolomieten en gelig mergelige, dunplatige lagen, soms fossielhoudend.

Deze serie gaat naar beneden over in iriseerende leien met gips en rauchwacken, enkele laagjes dunplatige, harde dolomietische kalken en plaatselijk veel kwartsieten.

Bovengenoemde algemeene volgorde der dolomieten van de S. de Gádor was reeds lang bekend. Uit de beschrijving van Mallada b.v. (27, blz. 234 e.v.), welke hij ontleende aan het werk van Gonzalo y Tarín en Botella is de volgende algemeene volgorde op te maken:

„Harde, taaie, blauwachtige of donkere, fijnkorrelige, compacte of cavernouse dolomieten in banken van meer dan 1 M. dikte, vaak doorweven met witte calcieters, welke evenwijdig gerangschikt zijn of elkaar kruisen (*piedra indiana* en *piedra franciscana* der mijnwerkers). Deze dolomieten zijn vaak grof gebroken (*chiscarra*). Zij worden vergezeld door lichtgekleurde, welke dikwijls breccieus zijn en massa's gips, kwarts- en vloeispaataders bevatten, behalve nog rijke loodaders.

Platige kalken, fylietisch, blauwachtig grijs, in lagen van een c.M. tot eenige d.M. dikte, afwisselend met fylietische, grauwachtige, blauwachtige en roodachtige mergels. Ze bevatten de volgende fossielen (gevonden door Gonzalo y Tarín): *Myophoria laevigata* Gold; *M. Goldfussi* Alb.; *Avicula Bronni* Alb.; *Hinnites spec. indet.*; *Monotis spec. indet.*; *Myacites spec. indet.*; *Rissoa spec. indet.*; e.a.

Fylietische, zeer dunplatige kalken, grijs grauwachtig of gelig van kleur met fylietische voegvlakken (..... calizas pizarreñas..... cuyas caras de junta están como untadas por una substancia arcillosa).”

Deze volgorde komt overeen met de door mij gevondene. Barrois en Offret geven dezelfde volgorde in grove trekken. Een kritische bespreking van hun stratigrafie werd reeds gegeven bij het algemeene overzicht der prae-Tertiaire stratigrafie (blz. 16 e.v.).

De dolomieten van het Lújardekblad vertoonen dezelfde types. Langs de diep in dolomieten ingesneden ramblas ten N. van Albuñol, langs den Rio Grande de Adra en de Rbla. del Cid ten N.W. van Berja heeft men fraaie profielen door Lújardolomieten. De zeer dikbankige, kristallijne, bitumineuse dolomieten langs deze insnijdingen vallen op. Men vindt er echter ook dunplatige, mergelige dolomie-

tische kalken, fylletische kalken, wit en grijs gebande, vrij grof kristallijne, dikplatige dolomieten.

Langs de Zuidhellingen der dolomietmassieven van den Cerrón en de Calares de Turón treft men dunplatige dolomietische kalken aan met fylletische voegvlakken. Zooals bij Tektoniek zal worden uiteengezet hebben we hier m.i. te maken met een tektonische complicatie: de dunplatige, fylletische, dolomietische kalken zijn immers kenmerkend voor de onderste series van de dolomieten der S. de Gádor.

De dolomieten, zoowel van Lújar- als Gádordekblad der Alpujarras en S. de Gádor zijn tamelijk metamorf; zelfs past vaak beter de naam dolomietische marmers. Sporen van fossielen zijn in de dikplatige en dikbankige dolomieten zeldzaam geworden; geen gedetermineerde soorten zijn er uit bekend. Slechts de onderste afdeeling heeft in dunplatige, mergelige, dolomietische kalken fossielen opgeleverd.

De fylletische voegvlakken in de onderste serie der dolomieten wijzen op de vorming van glijdmineralen onder invloed van de bergtevormende beweging onder hoogen druk.

Wat de graad van metamorfose betreft zijn de Triasdolomieten en de daaronder liggende fylleten en kwartsieten in één groep samen te vatten, die een lichter graad van metamorfose vertoont dan de prae-Triadische schisten en -overgangstypen der Alpujarras.

Voorbeelden van Triasdolomieten en dolomietische kalken der Alpujarras en S. de Gádor zijn:

1. Uit het Gádordekblad:

Dunplatige, dolomietische kalken en kalkfylleten der onderste afdeeling:

hdst. 1393—1755—1776—1777—1790—1791—1794.

Dikplatige en dikbankige dolomieten der bovenste afdeeling:

hdst.: 1417—1436—1444—1449—1452—1453—1457—1754—1771—1772—1779—1793—1795.

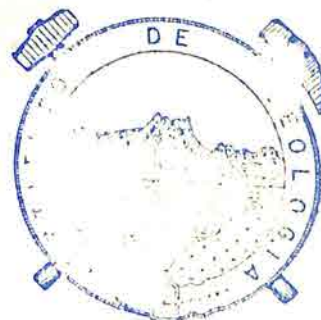
Harde, dunplatige kalken, tusschen de bovenste serie der fylleten voorkomend:

hdst.: 1419—1765—1784.

2. Uit het Lújardekblad:

Dunplatige- en fylletische, dolomietische kalken:

hdst.: 1412—1414—1420—1421—1428—1859.



BIBLIOTECA

Dikplatige- en dikbankige dolomieten:  
hdst.: 1377—1378—1384—1431—1802.

*β. Verbreiding.*

Zooals reeds gezegd is de kalkig-dolomietische afdeeling van de Trias in het bestudeerde gebied het best gespaard gebleven in de S. de Gádor en de ten Z.W. daarvan gelegen S. Alhamilla. In de Alpujarras is deze afdeeling, voor zoover ze deel uitmaakt van het Gádordekblad, voor het grootste gedeelte weggeërodeerd, op enkele resten na. (Cerrajón de Murtas, Loma Salobra, verspreide eilanden ten W. van den Rio Grande de Ugíjar, e.a.). Langs de Zuidhelling der S. Nevada treffen we nog talrijke resten van deze gesteenten aan, vooral ten N. van den Rio Guadalfeo (Cerro Campuzano, e.a.).

Het meest valt in het landschap op de bovenste afdeeling der donkere, dikbankige dolomieten, die echter ook wel eens zeer lichtgekleurd tot wit kan zijn, zooals in de dolomieten ten N.W. van Castell de Ferro.

De onderste afdeeling, dunplatige kalken, is vaak slecht herkenbaar of uitgewalst. Het contact met de fyllieten draagt dikwijls het karakter van wrijvingsbreccies.

**c. Ouderdom der Triasgesteenten. Fossielen.**

De ouderdom der Triasgesteenten is, wat de onderste afdeeling der kalkig-dolomietische serie betreft, als zeker Triadisch komen vast te staan sinds de vondst van de reeds genoemde Schelpkalkfossielen door Gonzalo y Tarín in de S. de Gádor (blz. 50). Door mij werden slecht bewaarde steenkernen van *Myophoria* gevonden in de S. Alhamilla ten Z.W. van Berja, bij den straatweg Berja—Adra, in dunplatige mergelige kalken der onderste afdeeling.

De bovenste serie, dikplatige- en dikbankige dolomieten, zal hierdoor te rekenen zijn tot de hoogste afdeelingen van de Trias (Keuper) en misschien wel gedeeltelijk tot de infra-Lias.

Daar de Triasfyllieten een concordanten overgang vormen naar de dolomieten en met laatstgenoemde gesteenten t.o.v. de oudere schisten der Alpujarras een minderen graad van metamorfose vertoonen, bestaat er geen enkel bezwaar tegen om ook de fyllieten als Triadisch te beschouwen, zooals ook Hetzel, Zeylman s v. Emmichoven, Brouwer en Van Bemmelen meenden te moeten doen.

Van Bemmelen (4, blz. 50 e.v.) geeft een vergelijking van de Trias der S. Nevada met die der Oost-Alpen. Deze vergelijking

met haar gebreken geldt ook volkomen voor de Trias uit het door mij bestudeerde gebied. In grove trekken kan men waarschijnlijk de Triasfyllieten en -kwartsieten vergelijken met de Oost-Alpine Bontzandsteen (de z.g. „Werfenschichten”), de onderste dunplattige afdeeling der dolomieten met de Oost-Alpine Schelpkalk (Ladinien en Anisien), de bovenste afdeeling dikbankige dolomieten met de Oost-Alpine Keuper (Norien, Dachsteinkalken, Hauptdolomit). De kalkarme „Raiblerschichten” (Carnien) zijn door mij niet aangetroffen.

#### d. Vergelijking met de Trias elders in de Oostelijke Betische ketens.

Voor de N.W. en Z.W. randgebergten der S. Nevada geeft Van Bemmelen (l.c., blz. 45) hetzelfde algemeene stratigrafische beeld der Triasgesteenten als hier wordt gegeven. Ook daar komen aan de basis der Triasdolomieten meer dunplattige dolomitische kalken voor, vaak met fyllietische voegvlakken, kalken met wormvormige buisjes, enz., terwijl de dikplattige- en dikbankige dolomieten de bovenste afdeeling vormen.

Hetz el voor de S. Alhamilla en Zeylmans v. Emmichoven voor de S. de los Filabres stelden een enigszins afwijkend schema op voor de Trias der Oostelijkste Betische ketens. Zooals bij het algemeene overzicht der stratigrafie werd besproken, (blz. 21 e.v.) zijn deze afwijkingen m.i. door tektonische verdubbelingen te verklaren.

De kalken en dolomieten der S. Alhamilla komen volkomen overeen met die der S. de Gádor, zooals reeds Hetzel waarnam en waarvan ik mijzelf bij een bezoek aldaar kon overtuigen. De door Hetzel vermelde „fijne conglomeraten in hogere horizonten” der Triasdolomieten (l.c., blz. 8) werden in het door mij bestudeerde gebied niet gevonden.

In de S. de los Filabres komt Zeylmans' bovenste afdeeling Triaskalken en -dolomieten overeen met de dolomieten en dolomitische kalken der S. de Gádor. Als bovenste serie van deze afdeeling geeft hij op zijn geologische profielen (blad VI der aan zijn studie toegevoegde kaarten) „dolomieten” aan, als onderste serie „kalken”. De door hem gevonden Triasfossielen (*Myophoria elegans* Dkr., e.a.; l.c., blz. 32) werden ook aangetroffen in platig schilferige, mergelige kalksteen, welke direkt rusten op blauwe, iriseerende leien.

*Gezegd kan dus worden, dat in alle Oostelijke Betische ketens ook de Trias eenzelfde algemeen stratigrafisch beeld vertoont.*

## C. AUTOCHTONE JONGERE FORMATIES.

### INLEIDING.

De autochtone jongere formaties uit de Alpujarras en van de flanken der S. Nevada en S. de Gádor zijn nooit het onderwerp van diepgaande studie geweest en tot nu toe even onbekend gebleven als de bouw van het omringende dekbladengebergte, waarvan ze de erosieresten discordant bedekken. De verbreiding dezer formaties is veel grooter dan de bestaande geologische kaarten aangeven. (Zie de op blz. 12 vermelde kaarten).

Dit autochtoon omvat vormen in het bekken van Cádiar—Ugíjar—Laujar, de verspreide jongere formaties tusschen de Westflank der S. de Gádor en den Rio Grande, en het bekken van Orgiva.

Het Quartair is weinig of niet geplooid in tegenstelling met het Tertiair.

Het hoofddoel van het terreinwerk was het bestudeeren van de tektoniek der prae-Tertiaire gesteenten, waardoor de jongere formaties niet in alle détails bestudeerd zijn. Beperkte fossielvondsten en regionaal tektonische vergelijkingen zullen echter reeds aanleiding geven tot het vormen van een oordeel over den ouderdom dezer gesteenten en een vergelijking mogelijk maken met de andere autochtone bekkens in de nabijheid der Betische ketens.

### TERTIAIR.

#### a. Stratigrafie.

De faciesverdeling in deze sterk geplooiden formatie is niet altijd even duidelijk. Het Tertiair uit de depressies, die de S. Nevada scheiden van de Alpujarras en de Sierras de Lújar en de Gádor, en tevens de S. de Gádor van de Alpujarras, bestaat in grove trekken uit een onderste zandig mergelige, fijn conglomeratische afdeeling en een bovenste van grove, vaak zeer harde, verkitten conglomeraten. Niet steeds komen beide ontwikkelingen voor. Het heeft er veel van of de conglomeratische bovenste afdeeling verder transgreedeerde dan de mergelige onderste. Men vindt de harde conglomeraten vaak aan de randen der bekkens zonder begeleiding van mergels, doch indien beide afdeelingen samen ontbloot zijn met hun ondergrond, dan rust de formatie steeds met de mergels of mergelige zandsteen discordant op oudere gesteenten (meest Triasdolomieten, -fyllieten en -kwartsieten).



Voorloopig kan een volgende, geenszins volledige indeeling gegeven worden van jong naar oud:

Meest hard verkitte, roode, blauwgrijze of gelige conglomeraten.

Gele foraminiferen-mergels en mergelige zandsteenen, harde Lithothamnium- en foraminiferenkalken en congl. kalksteenen, glimmerzandsteenen.

### b. Ouderdom.

*Vergelijking met de tektoniek en de facies van naburige Tertiaire bekkens.*

De Oostelijke Betische ketens ten O. van den meridiaan van Motril zijn tektonisch het best bekend, terwijl ook de autochtone vormen rond deze ketens door de studies van Silvertop, Verneuil en Colomb (41; 42), von Drasche (13), Gonzalo y Tarín, Botella, Cortázar, Taramelli en Mercalli (37), Bertrand en Kilian (5), Siegert, Hetzel (23), Zeylmans v. Emmichoven (43), en Van Bemmelen (4), facieel en stratigrafisch vrij goed bekend zijn geworden, wat niet wegneemt, dat er nog vele twistpunten, o.a. omtrent de opvatting van den juiste ouderdom van sommige series, overblijven.

Van Bemmelen geeft een kritisch overzicht der verschenen litteratuur, aangevuld met zijn eigen waarnemingen (l.c., blz. 64—78) van den Valle Lecrín, de bekkens van Granada, Guadix, Baza, de omgeving van Serón. Verkort luidt zijn samenvatting der stratigrafie van jong naar oud (l.c., blz. 60 en 77):

Alluvium	}	„Vega“-vormingen van Granada, Padulbreccies, Alluviale rivierafzettingen, kalktuffen.
Diluvium (horizontaal)		Alhambracongl., Guadixformatie, langs de Noordzijde der S. de los Filabres.

#### Pliocéen

Messinien (zwak geplooid)	}	gips-formatie.
Sarmatien		lacustrische formaties, kalken.

Tortonien	}	grootendeels mariene, grove conglomeraten; kleien, mergels en zanden.
Blokformatie van v. Drasche (zwak geplooid)		

Helvetien (en Burdigalien) (zwak-sterk geplooid).	}	Mariene strandvormingen met <i>Pecten</i> , <i>Ostrea</i> , <i>Lithothamnium</i> , <i>Bryozöen</i> -kalken, kleien, mergels.

Nummuliticum  
(sterk geplooid,  
ingewikkeld aan  
den Noordrand van  
het gebergte van  
Tocón tusschen  
Permo-Trias en Jura).

gele tot roodbruine kalken, met of zonder *Nummulieten*, witte massieve kalken met *Nummulieten*, zachte grijze mergels, mergelige leien, alterneerend met fijne conglomeraatbankjes en foraminiferen kalken.  
conglomeratsche kalken.

Wat de intensiteit der plooiing betreft komt de onderste afdeeling van het Tertiair der Alpujarras het meest overeen met het zwak tot sterk geplooid Helvetien en Burdigadien uit de bekkens van Granada en Guadix, terwijl het er ook facieel gedeeltelijk bij aansluit.

In het bekken van Orgiva vond ik slechts zwak geplooid, zeer grove conglomeraten, terwijl de Westelijke helft van het bekken van Ugíjar ten Oosten en Westen van Cádiz eveneens voor het grootste deel uit zeer grove conglomeraten van kalken, fyllieten en schisten bestaat. Deze conglomeraten kunnen misschien tektonisch en facieel vergeleken worden met de Sarmatische blokformatie. Een discordantie met de onderste, mergelig zanderige afdeeling uit het bekken van Ugíjar—Laujar vond ik niet. Het bestaan ervan is echter geenszins onwaarschijnlijk.

Overschoven en ingeplooid als het Nummuliticum uit den Noordrand van het gebergte tusschen Granada en Guadix is het Tertiair van Ugíjar en de Westhelling der S. de Gádiz niet; wel komt overkipte stand der lagen voor aan de randen van het bekken.

Een ander en zeer belangrijk punt van vergelijking vormt het Tertiair, dat Hetzel beschreef van den Noord- en Zuidrand der S. Alhamilla ten N.O. van Almería. Het bekken van Ugíjar—Laujar staat via Canjáyar direkt in verbinding met dat van Tabernas—Sorbas tusschen de S. Alhamilla en de S. de los Filabres en ligt langs dezelfde tektonische depressie. Hetzel (l.c., blz. 17—25, 38—40) deelt het Tertiair om de S. Alhamilla als volgt in:

Pliocéen  
(horizontaal of  
zwak hellend)

harde, fossielrijke, lichtroze kalksteenen, met *Lithothamniae*; lichtgekleurde, losse conglomeratische kalksteenen; fijnkorrelige kalksteenen met talrijke fossielen.  
dikbankige, losse, geelgekleurde zandsteenen en conglomeraten met veel fossielen (dikschalige *Ostreas*, *Pecten*, *Spondylus*, *Terebratulas*).

Oud-Tertiair.  
(De afdeelingen  
a, b, c waarschijnlijk  
Eoceen, de afd. d  
misschien Oligoceen  
en Mioceen)  
(sterk geplooid,  
overkipt).

- d. Zandsteenen met gips; zeer fijnkorrelige geel- en grijsgekleurde mergels; conglomeraten.
- c. lichtgekl., min of meer fijnkorrelige, vrij harde kalksteenen, glimmerhoudende kalkzandsteenen. De kalksteenen bevatten kwartsrolstukjes, *Lithothamnium*, *Nummulitinae*, *Rotalia*.
- b. Donkergrijze, fijnkorrelige, zandige schalies. De schalies bevatten glimmer en calciet en bestaan uit hoekige stukjes kwarts, verder *Globigerinen*. Geelgekl., dungelaagde schalies met *Globigerinen* en *Amphistegina*.
- a. Donkergrijs gekleurd, fijn conglomeratisch gesteente, met rolstukjes van kalkzandsteen, blauwe lei, verkit door calciet, kwarts, dolomiet. Doorsneden van *Lithothamnium*, *Nummulitinae*.

Tektonisch en facieel komt het oud-Tertiair van Hetzel zeer veel overeen met de onderste series uit het bekken van Ugíjar—Laujar. Bij een bezoek aan den Noordrand der S. Alhamilla bij Lucainena kon ik me overtuigen van de groote overeenkomst tusschen de in de omgeving van dat plaatsje voorkomende grijze en gele glimmerzandsteenen met dergelijke gesteenten uit het bekken van Ugíjar in de omgeving van Alcolea. De sterkte der plooiing komt ook overeen met die van het oud-Tertiair aan den Noordrand der S. Alhamilla. De grove, hard verkitte en gedeeltelijk losse conglomeraten uit het bekken van Ugíjar komen misschien overeen met de afdeeling *d* van Hetzel.

Op grond van tektonische- en regionaal facieele overeenkomst bestaat er dus veel aanleiding althans de onderste afdeeling van het Tertiair uit het bekken van Cádíar—Ugíjar—Laujar in ouderdom gelijk te stellen met het oud-Tertiair van Hetzel; de bovenste, grof conglomeratische, afdeeling komt misschien overeen met de afd. *d* of met de Sarmatische blokformatie.

#### *Palaeontologie.*

In mergels, mergelige zandsteenen, conglomeratische kalksteenen uit de onderste afdeeling van het Tertiair van Ugíjar en den Westrand der S. de Gádor werden fossielen gevonden. De gesteenten bevatten foraminiferen, kalkalgen, resten van lamellibranchiaten (*Ostrea*, e.a.).

Aan de hand van eenige handstukken zij een kort overzicht gegeven van de gedetermineerde geslachten en soorten, waarbij ik op deze plaats nogmaals mijn hartelijken dank betuig aan Dr. I. M. van der Vlerk voor zijn hulp bij het onderzoek dezer gesteenten:

**No. 1792.** Gele foraminiferenmergel.

Vindplaats: Ten O. van den straatweg Berja-Alcolea, tusschen den Bco. Martos en den Bco. de la Leña.

Bevat:

*Globigerina spec. indet.*

*Orbulina universa* d'Orb.

*Textularia spec. indet.*

**No. 1801, a, b, c en d.** Harde, fijnkorrelige, lichtgekleurde kalksteen.

Vindplaats: Ten N. van den Bco. de Hirmes aan het pad Hirmes-Darrical.

Bevat:

*Globigerina spec. indet.*

*Orbulina universa* d'Orb.

? ? *gen. Nummulites.*

*gen. Lithothamnium.*

*gen. Archaeolithothamnium.* (Zie foto 10).

**No. 1803.** Glimmerhoudende kalkzandsteen.

Vindplaats: Linkeroever van den Rio de Alcola, ten N. van Alcolea.

Bevat:

*Globigerina spec. indet.*

**No. 1817.** Grofzanderige mergel met hoekige stukjes kwarts en vele secundaire calciëdertjes.

Vindplaats: Bovenloop Rbla. Honda, ten Z. van den straatweg Laujar-Paterna.

Bevat:

*Globigerina spec. indet.*

*gen. Rotalia.*

*gen. Lithothamnium.*

**No. 1818.** Fijnkorrelige mergel met stukjes glimmer, kwarts en calcië.

Vindplaats: Als 1817.

Bevat:

*Globigerina spec. indet.*

*Orbulina universa* d'Orb.

**No. 1825, a, b en c.** Harde, lichtgekleurde conglomeratische kalkseen.

Vindplaats: Tusschen het oude pad Alcolea-Lucainena en den straatweg.

Bevat:

*Nummulites spec. indet.* (Zie foto 11).

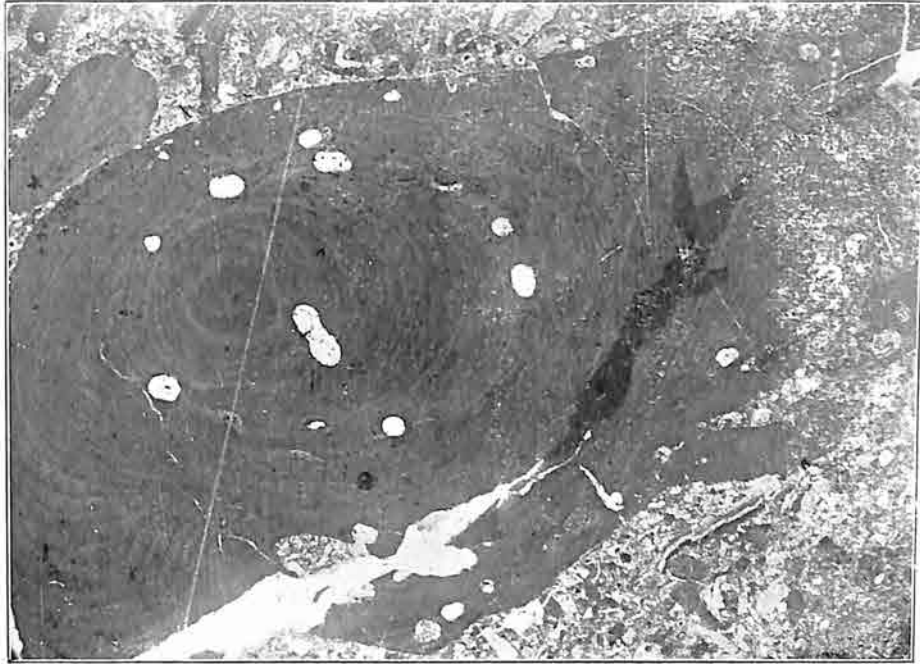
*Sphaeroidina spec. indet.*

*Rotalia spec. indet.*

*gen. Lithothamnium.*

*gen. Archaeolithothamnium.*

Volgens de meening van Dr. van der Vlerk is No. 1825 vrij zeker van Palaeogenen ouderdom op grond van het voorkomen van *Nummulites*, terwijl No. 1801 waarschijnlijk even oud is. Het is

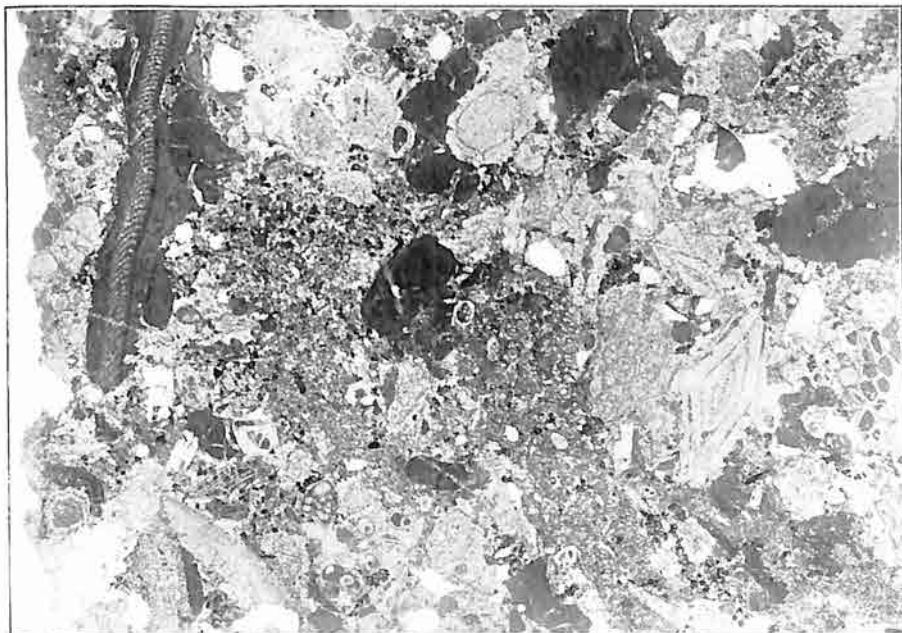


Vergr.: 14 ×

Foto 10.

Foto Kruizinga

Dunne doorsnede van hdst. 1801: harde kalksteen met *Archaeolithothamnium* aan het pad Hirmes-Darrical.



Vergr.: 14 ×

Foto 11.

Foto Kruizinga

Dunne doorsnede van hdst. 1825: harde conglomerasische kalksteen met *Nummulites*, *Archaeolithothamnium*, ten N.O. van Lucainena.



echter nog de vraag of dit Palaeogeen even oud is als het door Prof. Dr. L. Rutten beschreven prae-Oligoceen (Van Bemmelen l.c., blz. 61—63). Naar den minder sterken plooiingstoestand te oordeelen is het jonger. Ook bevat het niet de groote Nummulieten en Orthophragminen, doch slechts kleine Nummulieten.

Of aan de afdeelingen *a*, *b* en *c* van het oud-Tertiair van Hetzel een Eocenen ouderdom toegeschreven moet worden, is nog twijfelachtig. De door Hetzel beschreven gesteenten zijn volkomen identiek met het oud-Tertiair der Alpujarras.

Tot slot kan gezegd worden dat de oudste gesteenten uit het autochtone bekken van Ugíjar vrij zeker Palaeogeen zijn, de hoogere, grof-conglomeratische afdeelingen waarschijnlijk voor een groot deel jonger-Tertiair, misschien identiek met de blokformatie (Sarmatien) van de Noordwesthelling der S. Nevada en den Valle Lecrín. Het bekken van Orgiva is hier wellicht in zijn geheel toe te rekenen.

De autochtone vormen der Alpujarras zijn dus voor een deel van hooger en ouderdom dan door diverse auteurs op hun kaarten wordt aangegeven. Von Drasche (13) geeft het bekken van Ugíjar b.v. aan als equivalent van de horizontale Guadixformatie; Barrois en Offret (3) als Tortonien; de tweede druk van de geologische kaart van Spanje zelfs als recent; Guardiola en De Sierra (20) beschouwen de bekkens van Orgiva en Ugíjar echter als Mioceen.

### c. Verbreiding.

#### *Het bekken van Cádíar—Ugíjar—Laujar.*

Het Tertiair van dit bekken strekt zich in een lange strook uit, die reikt van ten W. van Cádíar tot aan den Rio Alcolea, waar de mergelige zandsteenen en glimmerhoudende kalkzandsteenen der onderste afdeeling over de grootste breedte wegduiken onder de horizontale, losse, Quartaire conglomeraten uit het bekken van Laujar. Alleen langs den Noordrand van het bekken blijven nog gelige, mergelige zandsteenen en mergels ontbloot tot bij Laujar. Hoe de toestand verder Oostwaarts is, is mij niet bekend. Waarschijnlijk duiken ze daar weg onder het door Hetzel beschreven Pliocéen van het bekken tusschen de S. Alhamilla en S. de los Filabres, om langs de Noordflank der S. Alhamilla weer door de erosie te zijn blootgelegd.

De Noordgrens van het bekken loopt, zooals blad I aangeeft,

onder langs den Triasrandzoom van de Zuidhelling der S. Nevada. Door inplooiing en latere erosie geïsoleerde bekkentjes zijn hier en daar door smalle strooken verbonden met het hoofdbekken, o.a. het kleine bekkentje ten Z.W. van Mairena en dat ten Westen van Yegen.

De Zuidgrens loopt min of meer parallel met de grens der tektonische depressie tusschen de S. Nevada aan de ééne zijde, Alpujarras en S. de Gádor aan de andere zijde. Deze depressie staat ter hoogte van den Rio Grande in verbinding met de depressie tusschen de S. de Gádor en de Alpujarras. Het bekken krijgt daar ook een uitbochtiging naar het Zuiden, die in verbinding staat met het ingeplooid Tertiaire bekkentje langs het pad van Lucainena naar de Cda. Cantera.

De fijnklastische, gele mergelige gesteenten breiden zich in hoofdzaak uit in de Oosthelft van het bekken bij Alcolea, hier en daar vergezeld van harde conglomeraten, welke ook vaak licht gekleurd zijn zooals langs den Bco. Híñizar. De gele, door de erosie diep aangesneden mergelig-zanderige afzettingen vormen een sterk contrast tegen de donkere schisten der steil opgaande Zuidhelling der S. Nevada (zie foto 12). Van den hoogen erosierand aan den Oostelijken oever van den Rio Alcolea ziet men van het Quartair uit het bekken van Laujar hoog neer op het grillige, lichtgekleurde Tertiair-landschap bij Alcolea (foto 13).

Langs den Zuidrand van het bekken ten Z. der Rbla. Seca vindt men ook de mergelig-zandige ontwikkeling.

De Noordrand, van den Bco. Híñizar Westwaarts, en de geheele Westhelft van het bekken laten v.n. slechts de grof-conglomeratische ontwikkeling zien van roode, grijze en blauwgrijze conglomeraten (dit laatste wanneer ze veel fylleten bevatten), waarin de „ramblas” diepe cañonachtige dalen hebben uitgesneden (foto 14).

Ten W. van Cádíar wigt het bekken langzamerhand uit; hier en daar, o.a. ten Z. van Lobras, zijn nog wat bekkentjes van grove conglomeraten gespaard gebleven. Aan den Westelijken oever van den Rio de Cádíar bij Cádíar werden nog wat fijne kalkzandsteenen aangetroffen.

*De depressie tusschen de S. de Gádor en de Alpujarras.*

Aan weerszijden van den Rio Grande de Adra en onder langs de Westflank der S. de Gádor vindt men het Tertiair uit het bekken van Ugíjar terug. De Zuidelijkste geïsoleerde voorkomens komen tot





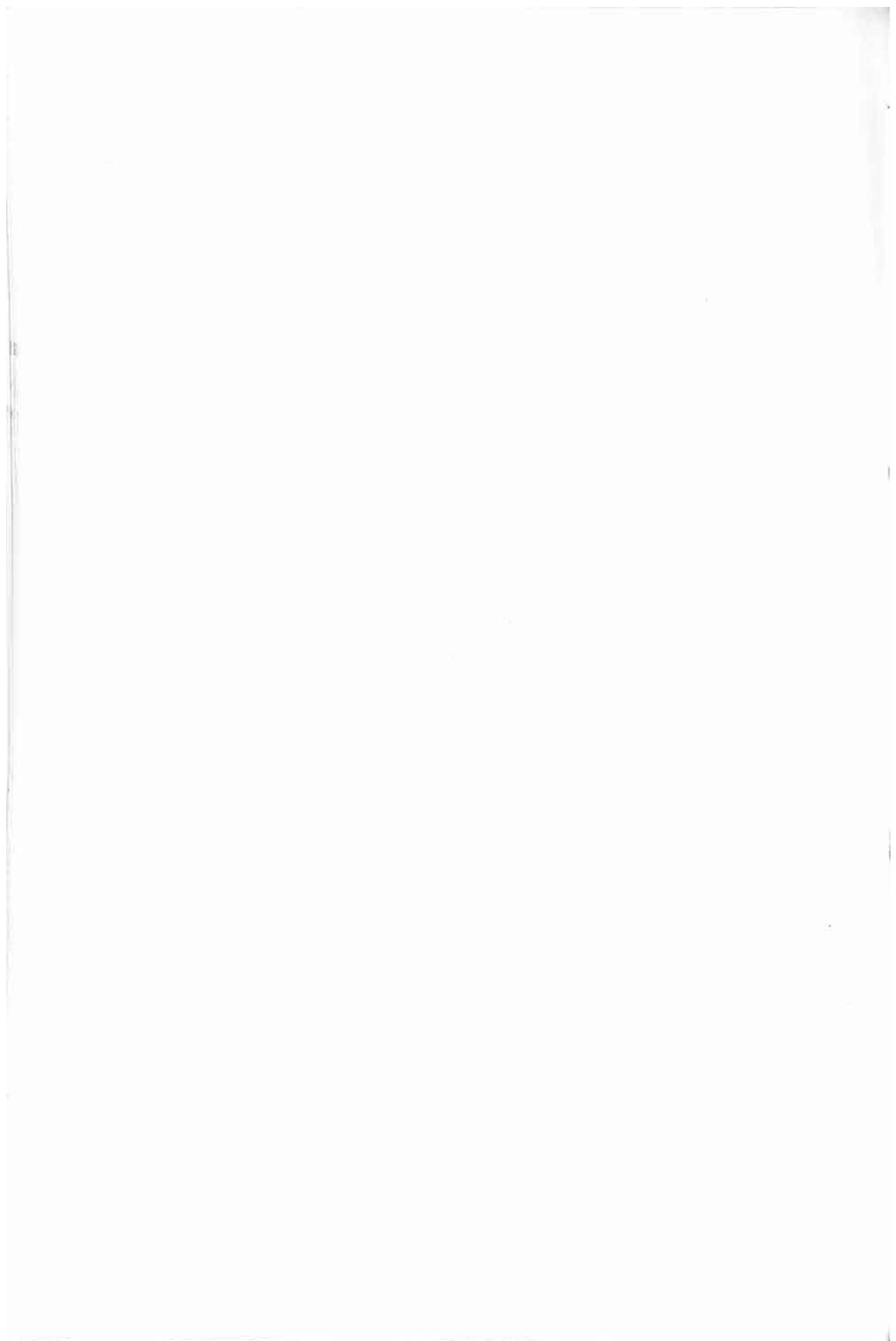
Foto 12.

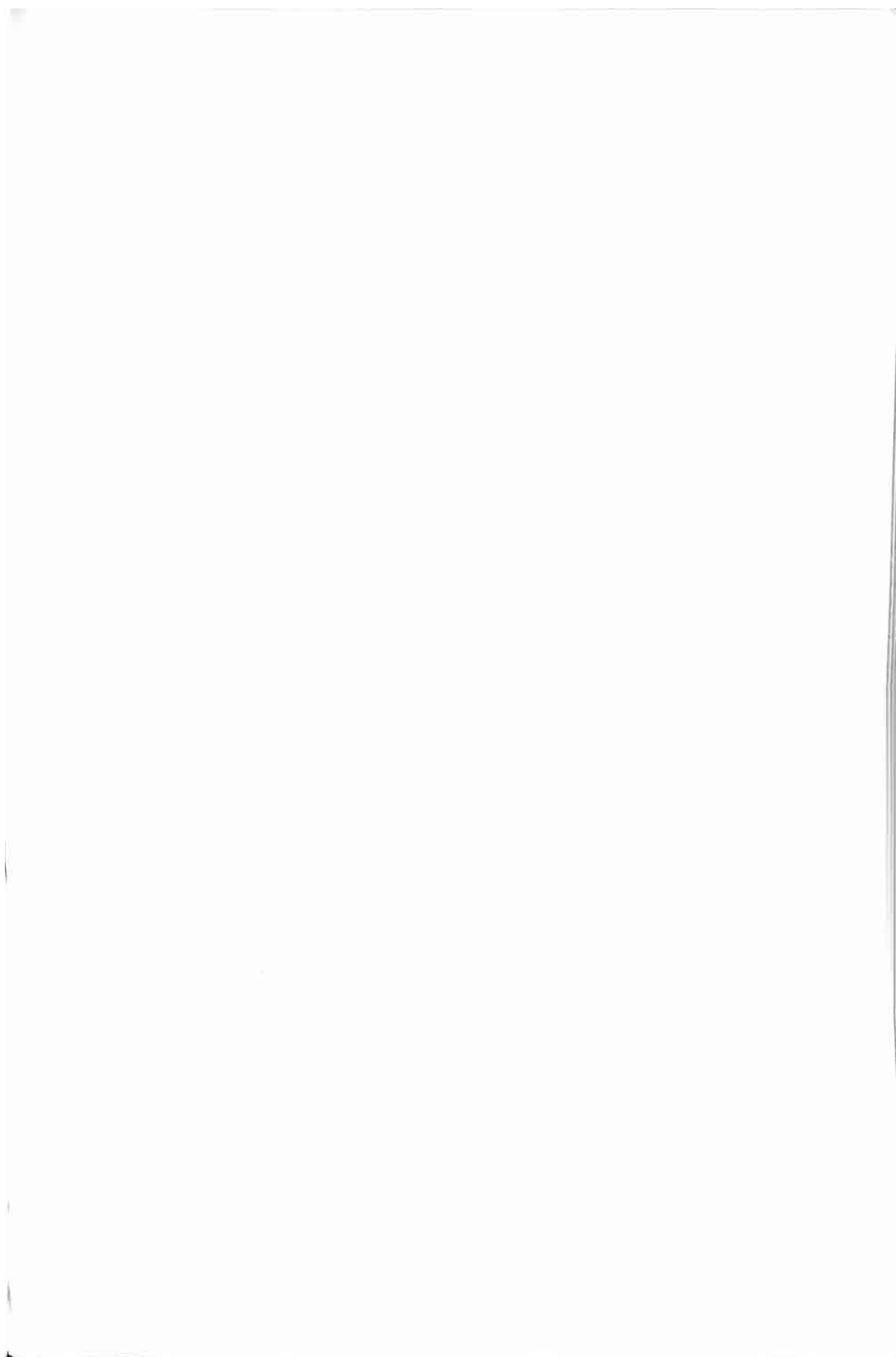
Gele mergels en conglomeraten uit het bekken van Ugijar langs de Zuidhelling der Sierra Nevada. Rechts in het midden het dorpje Picena. Links daarvan, hooger op de schistehelling, het dorp Laroles.



Foto 13.

Gele mergels en conglomeraten uit het bekken van Ugijar, gezien van den linkeroever van den Rio Alcolea. Links het dorp Alcolea.





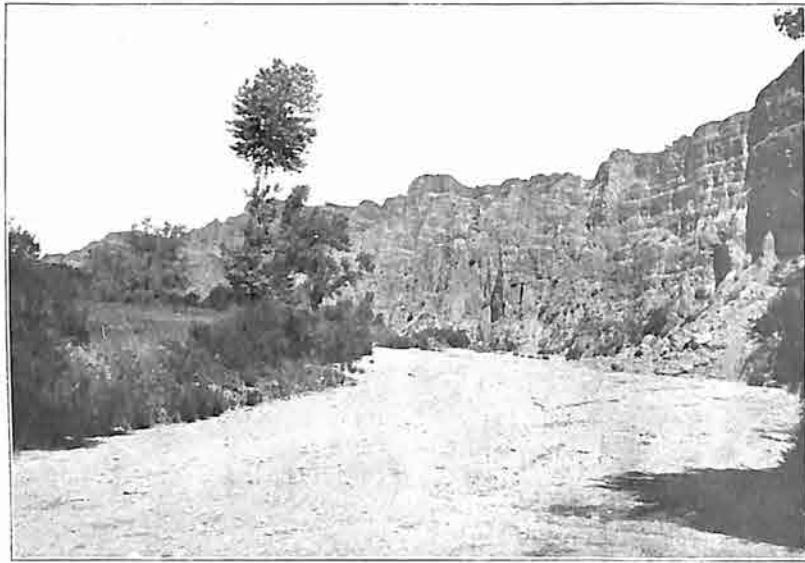


Foto 14.

Steile wand van Tertiaire conglomeraten langs den linkeroever der Rbla. Repenil.



Foto 15.

Heuvel van Tertiaire conglomeraten ten N.O. van Berja. Links op den achtergrond de Sierra de Gádor.

dicht bij Berja (zie blad I). In deze streken is zoowel de mergelig-zanderige als de grofklastisch-conglomeratische afdeeling aanwezig. De gele foraminiferenmergels komen hier steeds voor aan den onderkant der harde verkittete conglomeraten. Ze worden vergezeld door conglomeratische, harde, foraminiferen- en Lithothamniumkalken. De gele mergels bereiken echter geen groote dikte en ontbreken vaak geheel. Ze werden aangetroffen ten N. van het gehucht Hirmes onder donkere, harde, heuvelvormende conglomeraten met resten van lamellibranchiaten. Verder komen ze voor op enkele plaatsen langs den Westelijken oever van den Rio Grande onder conglomeraten; dan aan weerszijden van den weg Berja—Alcolea tusschen den Bco. de la Leña en den Bco. Martos; langs het pad Hirmes—Lucainena ter hoogte van El Campillo. Harde conglomeratische Lithothamniumkalken met *Nummulites* (hdst. 1825) werden gevonden op Trias tusschen het oude pad Lucainena—Alcolea en den straatweg Lucainena—Ugíjar. De hoofdzaak van het Tertiair langs den Westrand der S. de Gádor bestaat echter uit harde conglomeraten met afwisselend dunne en zeer dikke banken. Men treft deze formaties in grootste uitbreiding aan tusschen de Rbla. Pulbina, den straatweg Berja—Alcolea en den Bco. de la Leña in het bekken van Gastala. Verder komen deze conglomeraten voor als eenzame hooge heuvels in het landschap, op Triasdolomieten en -fyllieten, o.a. ten N.O. van Hirmes en ten N.O. van Berja (foto 15). Hoog langs ebide oevers van den Rio Grande de Ugíjar vindt men de harde conglomeraten vaak als overkorstingen op Triasfyllieten en -dolomieten, samen met harde conglomeratische Lithothamniumkalken.

Barrois en Offret (l.c., blz. 104) zagen conglomeratische banken, welke als korsten of fyllieten ontwikkeld zijn langs de Zuidgrens van het bekken van Ugíjar, als een equivalent der in deze streken veel voorkomende Quartaire kalktuffen en -breccies aan. Deze heuvelconglomeraten zijn echter geïsoleerde resten van een eens uitgestreker bekken, waarvan de oudste afzettingen in het Palaeogeen gevormd werden.

#### QUARTAIR.

Tot dit tijdperk kunnen gerekend worden:  
 Horizontale, losse conglomeraten en -zanden, roode aarde, enz.  
 Harde, verkittete kalkbreccies.  
 Kalktuffen.

*Horizontale, losse conglomeraten en -zanden, roode aarde, enz.*

Hieronder vallen fluviatiele afzettingen langs „ramblas” en rivieren, en strandafzettingen. Tot de fluviatiele afzettingen zijn te rekenen de terrassen van losse of verkitte conglomeraten langs de Rbla. de Gualchos, de uitgestrekte bekkenvormingen van Berja langs de Rblas. de Salomón, de Beneji, del Higueral en de Pulbina. Deze conglomeraten en breccies bevatten de bestanddeelen der omringende gebergten; in het bekken van Berja b.v. groote en kleine blokken en rolsteenen van Triasdolomieten, welke bij verweering een hoeveelheid roode aarde achterlaten.

Zijn de vormingen van genoemde vindplaatsen waarschijnlijk voor het grootste deel tot het Alluvium te rekenen, ouder zijn naar mijn meening de losse horizontale lagen van conglomeraten, zanden en roode aarde uit het bekken van Laujar, die discordant rusten op gele Tertiaire mergels en mergelige zandsteenen. De tweede druk van de geologische kaart van Spanje, schaal 1 : 400.000, geeft de vormingen uit het bekken van Lanjar als Diluviaal aan. Waar de eerstgenoemde duidelijk ontwikkeld zijn langs laag gelegen rivierstelsels, zijn de laatstgenoemde thans op een tamelijke hoogte boven zee geheven en door een jonger erosiestelsel aangesneden.

Strandafzettingen vindt men langs de kust bij Adra. De heuvelvormende conglomeraten en zanden langs beide oevers van den Rio de Adra bij Adra en langs den weg Adra—Almería zijn eenigszins geplooid en daardoor misschien te rekenen tot het allerjongste Tertiair, het Pliocéen, zooals de geol. kaart van Spanje aangeeft. Het Pliocéen uit het Oosten der Prov. Almería is gekenmerkt door een zwakke plooiing (zie H e t z e l, 23, blz. 73, 74).

*Harde, verkitte kalkbreccies* zijn een typische vorming in de Andalusische ketengebergten en kenmerkend voor droge, warme klimaten. Barrois en Offret (2) wijzen er terecht op, dat dergelijke vormingen niet voorkomen in het Quartair van Noord-Europa, en op het Europeesche continent slechts worden aangetroffen in Zuidelijke landen met een droge, warme atmosfeer, waar hellingpuinen van kalkgebergten gemakkelijk verkit kunnen worden door circuleerende koolzuur- en Fe-houdende wateren uit bronniveaux aan den voet der kalkmassieven. Het zijn harde breccies van hoekige stukjes kalken, dolomieten en andere gesteenten, verkit door een bruinrood of gelig cement van fijnkorrelige ferrugineuze kalk. Soms bestaan deze gesteenten geheel uit harde fijnkorrelige kalken met eigenaardige concentrische structuur (hdst. 1783—1787 d.d.—1788).

Men treft deze gesteenten in de Alpujarras aan in bekkens langs tektonische en topografische depressies. De hellingen der S. de Lújar langs de Rbla. de Fregenite en de vlakten in de S. Alhamilla ten Z. van Berja (o.a. de Llanos de S. Celedonio) liggen vol van deze gesteenten.

Het bestaan ervan in de Alpujarras is behalve door bovengenoemde schrijvers reeds vermeld door Hausmann (21, blz. 286 e.v.), terwijl Hetzel (l.c., blz. 25, 26) ze vermeldt van de S. Alhamilla ten N.O. van Almería en van de S. de Gádor.

In het algemeen lijken me deze gesteenten ouder dan de laagstgelegene bekkenvormingen langs „ramblas” en „rio's”. Laatstgenoemde bestaan in hoofdzaak uit losse onverkitte conglomeraten, terwijl eerstgenoemde vaak door de beken aangesneden zijn en door hun ver gevorderde diagenese een zekeren ouderdom verraden.

*Kalktuffen* komen voor in de omgeving van Albuñol, waar ze op de helling tusschen de Rbla. de Albuñol en de Rbla. de las Angosturas eenige terrassen vormen. Het zijn fijnkorrelige, gedeeltelijk losse, gedeeltelijk harde kalktuffen met afdrukken van bladeren (loofboomen) en rietstengels. Sommige kalken vertoonen een concretionair, eenigszins oölitisch karakter. (Zie hdst. 1379 d.d.—1391—1392—1394—1400).

Deze afzettingen danken misschien hun ontstaan aan minerale bronnen, waarvan er nu nog een paar ontspringen in de Rbla. de las Angosturas, ongeveer bij het contact der Triasdolomieten met de erop rustende schisten. Als zoodanig zullen ze te vergelijken zijn met de kalktuffen van Lanjarón.



## HOOFDSTUK III.

### TEKTONIEK.

---

#### GESCHIEDENIS VAN HET MODERNE ONDERZOEK DER OOSTELIJKE BETISCHE KETENS.

Een eerste begin met deze onderzoekingen werd gemaakt in 1919 tijdens een geologisch-mijnbouwkundige excursie naar Spanje met Delftsche studenten en -mijnningen, onder leiding van Prof. H. A. Brouwer en Prof. R. W. van der Veen.

Naar aanleiding der toenmaals gedane waarnemingen in de S. Nevada en de S. de los Filabres, werden door twee deelnemers aan deze excursie gedetailleerde onderzoekingen in Zuid-Spanje uitgevoerd. Hetzel onderzocht de S. Alhamilla ten N.O. van Almería (23) en Zeylmans van Emmichoven een gedeelte van de S. de los Filabres (43); hunne resultaten zijn resp. in 1923 en 1925 verschenen.

In een in 1924 verschenen mededeeling van Brouwer en Zeylmans van Emmichoven over de tektoniek van het centrale gedeelte der S. de los Filabres (7a) werd voor het eerst aangetoond, dat éézijdige, horizontale bewegingen een belangrijke rol hebben gespeeld bij de vorming der Betische ketens.

In 1925 werden de onderzoekingen in Zuid-Spanje onder leiding van Prof. Brouwer voortgezet langs de West-, Zuid- en Noordhelling van de S. Nevada en in de centrale deelen van dit gebergte. De resultaten dezer onderzoekingen werden in een voorloopige publicatie (7) beschreven en omvatten waarnemingen en opnamen van Prof. Brouwer en zijn leerlingen R. W. van Bemmelen, J. A. W. In de Betouw van der Voort, H. J. E. M. Hamer, J. Kleinsmiede, J. Westerveld en J. H. L. Zermatten.

Van belang voor den algemeenen bouw der Betische ketens was vooral het aantoonen van een intensief tektonisch beïnvloede en sterk metamorfe serie kalkig-fylletische gesteenten tusschen de kristallijne schisten der S. Nevada en de Triasrandzône van dit gebergte;



tevens werden bij Monachil aan den N.W.-rand der S. Nevada en bij Lanjarón abnormale liggingen gevonden van kristallijne schisten op Triaskalken. Uit het eerstgenoemde feit kon een belangrijk overschuivingscontact worden afgeleid tusschen de Triaszône der S. Nevada en de kristallijne gesteenten van dit gebergte; uit de twee laatstgenoemde waarnemingen volgde, dat ook in de randgebergten der S. Nevada belangrijke overschuivingsvlakken zouden zijn aan te toonen.

In 1926 nam Brouwer de abnormale ligging waar van zandig-conglomeratische Permo-Trias op de kalkige Trias aan den Noordrand van het gebergte tusschen Granada en Guadix, waardoor het hem mogelijk werd op een voordracht voor het Internationale Geologische congres te Madrid in Mei 1926 \*) drie groote struktureenheden in den bouw der Betische ketens te onderscheiden, welke met de Penninische en Oost-Alpine dekbladen der Alpen konden worden vergeleken.

In den zomer van 1926 werden door mij bij Albuñol over groote afstanden schisten in abnormaal contact gevonden op Triaskalken en -dolomieten. Een voorloopig kaartje van het venster van Albuñol werd samen met een — v.n. aan de hand van waarnemingen van R. W. van Bemmelen in het gebergte tusschen Granada en Guadix en de omgeving van Lanjarón verbeterd — schematisch profiel over de Betische ketens opgenomen in een tweede publicatie van Brouwer (8), waarin boven de Penninische eenheden door hem de Betische en Subbetische dekbladen werden onderscheiden.

De in 1927 verschenen studie van Van Bemmelen (4) bracht voor de Westelijke Alpujarras een ontleding der Betische dekbladen van Brouwer in 3 dekbladen, door hem aangeduid als Lújar-, Lanjarón-, en Guájardekblad (l.c., blz. 113 e.v.), terwijl het gebergte tusschen Granada en Guadix door hem werd ontleed in 4 eenheden, te weten: het Subbeticum der S. Harana met een basis van zandig-conglomeratische Permo-Trias; klippen, welke hij meende te moeten rekenen tot het Guájardekblad der Westelijke Alpujarras; en zijn „Roode” en „Grijze” dekblad, de beide laatste opgevat als een verdubbeling van het over het kristallijn der S. Nevada heengeschoven Lanjaróndekblad (l.c., blz. 89—108).

In 1928 werden door mij de Alpujarras, waarin in 1926 het onderzoek onder medewerking van J. G. van Blom werd aangevangen,

\*) Het verslag der voordracht zal binnenkort verschijnen in „Comptes Rendus du XIXme Congrès Géologique International, Madrid, 1926,” deel III, onder den titel: „Overthrust Structure in the Eastern Betic Cordillera”



BIBLIOTECA

verder in kaart gebracht, waarmede de aanwezigheid van twee voorname tektonische eenheden in dit gebied werd aangetoond, n.l. het hier beschreven Gádor- en Lújardekblad, waarvan het eerste identiek is met het Lanjaróndekblad van Van Bemmelen.

Door alle onderzoeken samen te vatten is het mij mogelijk geworden reeds nu een algemeen — hoewel nog onvolledig — tektonisch overzicht der Oostelijke Betische ketens te geven (zie blad III der kaarten).

### VERDERE BEVESTIGING VAN DEN DEKBLADENBOUW DER BETISCHE KETENS.

In de Alpujarras hebben wij over groote afstanden overschuivingsbladen kunnen constateeren, waarvan de nauwkeurige beschrijving hieronder zal volgen.

Lastiger wordt het bewijs, wanneer we ons van de Alpujarras Noordwaarts begeven naar de heilingen der S. Nevada, waar het Gádordekblad opkruipt tegen de centrale schistenketen. Daar is de toename der metamorfose van boven naar beneden schijnbaar normaal, wanneer we afzien van het geweldig dooreengewalste, mylonietische karakter langs het contact der Gádorfyllieten met de hoogste serie van de kristallijne schisten der S. Nevada, dat men desnoods door inwendige progressieve verschuiving van een gesteentepakket zou kunnen verklaren. De kristallijne gesteenten der S. Nevada duiken weg onder de veel minder metamorfe gesteenten van de bovenste serie uit het Gádordekblad, die epi- tot meso-d.m. is.

Deze toestand heerscht ook aan de Noordhelling der S. de los Filabres, waar Triasfyllieten en -dolomieten rusten op glimmermarmers, welke identiek zijn met overeenkomstige gesteenten uit de randgebieden der S. Nevada, terwijl deze marmers weer rusten op kristallijne schisten van het centrale gebergte. Zeylmans van Emmichoven zag zich dan ook niet genoodzaakt een abnormaal contact te leggen tusschen de Trias der Sierra de los Filabres en de kristallijne marmers. Zeylmans dacht bovendien bij den toenmaligen stand onzer kennis nog niet aan een door Brouwer (7, 8) naar voren gebracht nieuw argument voor dekbladenbouw; n.l. het voorkomen, op elkaar, van Alpine Trias in twee petrografisch verschillende facies; een min of meer Oost-Alpine ontwikkeling (de Triasdolomieten der S. de Gádor, enz.) en een met het Penninisch Mesozoïcum der Alpen vergelijkbare, meer metamorfe facies (de glimmermarmers, granaatlooze glimmerschisten, enz.).

Het is nu mogelijk een ander, meer constructief bewijs voor het aannemen van een overschuivingskontakt tusschen het Gádordekblad en de centrale keten af te leiden uit den bouw van de Alpujarras. Daar vindt men onder dit dekblad een andere eenheid, het Lújardekblad, dat minder kristallijn is dan de kristallijne basis van het Gádordekblad.

Uit het bestaan van een overschuivingskontakt tusschen de dolomieten van het Lújardekblad en de basis van het Gádordekblad en tevens uit het feit, dat alle tektonische verschijnselen op een naar het Noorden gerichte beweging wijzen (uitwalsingen van Z. naar N., Z.—N. gerichte detailstructuren, enz.), volgt, dat de laatste eenheid van zeer ver Zuidelijk afkomstig is.

De kalken van het Lújardekblad zijn slechts in vensters ontbloot en duiken aan den Noordrand van deze ontsluitingen voor goed weg; aan den Zuidrand der S. Nevada komen ze niet weer te voorschijn. De gesteenten van het Gádordekblad zijn echter van de Middellandsche Zee over het Lújardekblad heen te vervolgen tot op de Zuidhellingen der S. Nevada ten W. van het Tertiairbekken van Ugíjar en tevens via de Westelijke Triasrandzône van dit gebergte tot aan den Noordrand van de centrale keten, waar men ze aantreft in het gebergte tusschen Granada en Guadix, bij La Calahorra, in de S. de Baza, enz.

Uit het feit, dat het Gádordekblad in de Alpujarras overschoven is moet afgeleid worden, dat ook het front van dit gesteentepakket over de kristallijne gesteenten der S. Nevada heengestuwd moet zijn.

#### ALGEMEEN OVERZICHT VAN DE TEKTONIEK DER ZUIDELIJKE BETISCHE KETENS TEN OOSTEN VAN MOTRIL.

Brouwer onderscheidde in dit gebied:

Betische dekbladen.

Penninicum	{	Kristallijne schisten der S. Nevada.
	}	Mengzône.

Van Bemmelen onderscheidde aan den Zuidrand der S. Nevada de volgende tektonische eenheden (l.c., blz. 18).

Alpujarriden	{	Guájardekblad	{	Triaskalken en -dolomieten.
			}	Prae-Hercynische schisten.
		Lanjaróndekblad	{	Triaskalken en -dolomieten.
	}		}	Triasfyllieten.
		Lújardekblad	{	Triaskalken en -fyllieten.

Mogelijk } Complexe zône.  
Penninicum } Schisten der S. Nevada.

Uit mijn onderzoekingen bleek, dat het Guájardekblad in de Alpujarras en Oostelijker ontbreekt.

Het Lanjaróndekblad en het Lújardekblad van Van Bemmelen zijn beide naar de Alpujarras te vervolgen en bouwen samen de Zuidelijke voorgebergten der S. Nevada op.

Voor den naam Lanjaróndekblad wordt hier de omschrijving Gádordekblad ingevoerd, daar de groote gidslagen der Alpujarride dekbladen, de Triaskalken en -dolomieten, in de Oostelijke voortzetting van het Lanjaróndekblad het fraaist ontwikkeld zijn in de geweldige dolomietenkoepel der S. de Gádor.

De naam Lújardekblad wordt aangehouden, daar deze eenheid inderdaad het fraaist vertegenwoordigd is in de S. de Lújar.

De door Brouwer ingevoerde en door Van Bemmelen overgenomen vergelijking van de kristallijne gesteenten der S. Nevada met het Penninicum der Alpen is bij den voortgang der onderzoekingen aanneembaar gebleven.

In het door mij bestudeerde gebied worden dus onderscheiden de volgende tektonische eenheden, zooals ook het tabellarisch overzicht bij blz. 26 en blad I en III der kaarten aangeven:

Het Gádordekblad	{	Trias	{	kalken en dolomieten. fyllieten en kwartsieten.
				Kristallijne schisten en overgangstypen (prae-Triadisch).
Het Lújardekblad	{	Trias	{	kalken en dolomieten. fyllieten.
Diepere dekbladen der Sierra Nevada; Betisch Penninicum	{			hoogste serie van de kristallijne gesteenten der S. Nevada (zône met Penninisch Mesozoïcum, v.n. Trias). kristallijne schisten der S. Nevada (prae-Triadisch).

## HET GÁDORDEKBLAD.

### a. Algemeen overzicht.

Het Gádordekblad is verreweg het voornaamste dekblad der Zuidelijke randgebergten van de S. Nevada en eigenlijk van alle randgebergten der centrale keten, terwijl de door H e t z e l beschre-

ven S. Alhamilla ten Z. van de Oostelijke voortzetting der S. Nevada — de S. de los Filabres — eveneens tot deze eenheid gerekend moet worden.

In de Alpujarras wordt het grootste gedeelte van het schisten- en fyllietenlandschap door deze eenheid ingenomen.

De S. de Gádor behoort er in zijn geheel toe en Van Bemmel en verbond dit machtige samenstel via de Westelijke Triasrand-zône der S. Nevada met het dolomietengebergte tusschen Granada en Guadix, dat met zijn verdubbelde serie — zijn „Roode” en „Grijze” dekblad — doodloopt tegen de Zuidelijkste der Juraketens van het Subbeticum, de S. Harana.

Dit geweldige schild is nu vervolgd als een grootsche ruïne rondom de centrale ketens vanaf den meridiaan van Motril tot aan het uiterste Oosten der provincie Almería, waar de Middellandsche Zee de voortzetting van de Betische ketens onderbreekt.

Aan den Noordkant van de centrale ketens reikt het dekblad tot aan het Subbeticum, zooals ten Z. der S. Harana.

Meestal hebben de sedimenten uit Tertiaire zeebochten en Quartaire fluviaatiele bekkens de grenzen tegen de Subbeticische kalkgebergten bedekt en daardoor de studie van het tektonische verband tusschen Beticum en Subbeticum aanmerkelijk bemoeilijkt.

Aan de Zuidzijde der centrale ketens is dit dekblad het best gespaard gebleven en daardoor in al zijn onderdeelen fraai te bestudeeren. Het duikt aan de kust weg onder de Middellandsche Zee, of het wordt bedekt door autochtone vormen (Tertiair en Quartaair).

De erosie heeft dit dekblad sterk aangegrepen al vanaf prae-Palaeogenen tijd. Van de centrale ketens is het haast geheel verdwenen; in de Alpujarras en de S. Alhamilla ontbreken de kalken en dolomieten over groote oppervlakten, terwijl Tertiaire- en Quartaire autochtone sedimenten zijn afgezet in de lengte- en dwarsdepressies.

Geenszins is het groote complex een fraai concordant overschoven pakket. Synclinale inplooiingen, plooiofschuivingen, tektonische uitwalsingen, groote verdubbelingen zijn in dit gesteentepakket gevonden. Deze laatste zijn vooral aan den Noordrand van het Oostelijke Beticum aangetroffen, zooals in de S. de los Filabres, waar Zeylmans van Emmichoven zelfs gesteenten van het centrale gebergte (marmers en kristallijne schisten) meegeschoven vond over Triaskalken, en in het gebergte tusschen Granada en Guadix, waar Van Bemmel en zijn „Roode” en „Grijze” dekblad onderscheidde (l.c., blz. 91). Synclinale inplooiingen en plooiofschuivin-

gen werden aangetroffen in het door mij bestudeerde gebied (zie bij de detailbeschrijvingen).

Gaan wij thans over tot de beschrijving der geografisch af te zonderen gebieden:

#### **b. De Sierra de Gádor.**

Van dit gebergte, dat zich uitstrekt van den meridiaan van Berja tot aan het Tertiairbekken tusschen de S. de Gádor en de S. Alhamilla werd alleen de Westrand nauwkeurig in kaart gebracht met een klein gedeelte van de Noord- en Zuidflank.

Het gebergte bestaat ongeveer geheel uit Triaskalken en -dolomieten, die als een groot schild liggen op een fyllietenbasis en zich daarop tot ruim 2000 M. hoogte verheffen met een reeks weinig in hoogte verschillende, vlakke toppen.

Langs de flanken van het gebergte dalen de dolomieten af naar de randdepressies, waartoe behooren de met Tertiaire en Quartaire vormen bedekte depressie langs den Noordrand, de depressies langs den Westrand van het gebergte — welke eveneens, hoewel slechts gedeeltelijk, met autochtone vormen zijn bedekt, zooals het bekken van Gastala —, vervolgens nog de depressie tusschen de S. Alhamilla (ten Z. van Berja) en de S. de Gádor langs den straatweg Berja—Dalías.

De twee eerstgenoemde depressies dragen den vorm van eenvoudige longitudinale en transversale synclines in het Gádordekblad; de laatstgenoemde wordt veroorzaakt door een groote opschuiving tusschen de dolomieten der S. Alhamilla en die der S. de Gádor. De fyllietenbasis diende hierbij als bewegingsopnemer. (Zie profiel VI, blad II). Deze opschuiving is prachtig waar te nemen langs den reeds genoemden straatweg, waar de gesteenten van S. Alhamilla en S. de Gádor elkaar ontmoeten. Langs dezen straatweg ontwaart men van N. naar Z. het volgende profiel:

#### Triasdolomieten—Triasfyllieten—Triasdolomieten.

De Gádorkalken duiken steil weg onder de fyllieten, juist ten Z. van den weg (zie foto 16 met verklarende overteekening en profiel VI, blad II). Naar het Westen verdwijnt het abnormale contact onder de recente vormen uit het bekken van Berja langs de Rbla. Salomón. Deze verdubbeling maakt geheel den indruk van een plooiopschuiving en niet van een naar het N. overhellende scheeve plooi, wat ook niet te verwonderen is bij deze zoo weinig plooibare, dikbankige, stugge dolomieten.

Langs de Westflank van het gebergte is de helling der Gádor-

dolomieten in het algemeen Westwaarts. Ze dalen af naar het bekken van Gastala en den straatweg Berja—Alcolea. Aan den Westrand van de S. de Gádor gaat dus de topografische depressie met een tektonische gepaard.

De helling en strekking der kalken is in het algemeen slecht waar te nemen door de onduidelijke gelaagdheid der dikbankige dolomieten en ze is bovendien zeer onregelmatig ten gevolge der sterke gebergtevormende bewegingen.

Een goede indicator voor asduikingen en hellingsrichting der dolomieten vormt het langs enkele diepe terreininsnijdingen ontbloote contact tusschen de dolomieten en de onderliggende fylleten. Hier kan men waarnemen, dat de Gádorkalken naar alle richtingen afdalen naar de omringende bekkens, zooals langs de bovenlopen van den Bco. Martos en den Bco. Sabinas. Bij den oorsprong dezer barrancos werd dit contact wel tot  $\pm 1300$  M. hoogte aangetroffen. Het lijkt mij, dat aan den Noordrand van het gebergte dit contact nog hooger ontbloot is, te oordeelen naar de, van de hellingen der S. Nevada uit, zichtbare ontblootingen van fylleten op de Noordhellingen der S. de Gádor.

Aan den Oostrand van het Tertiaire bekken van Gastala en aan de bovenlopen van de vertakkingen der Rbla. de Beneji zijn, zooals blad I der kaarten aangeeft, op vele plaatsen fylleten onder de dolomieten ontbloot. Hieruit volgt, dat in het bekken van Gastala deze gesteenten voor een groot deel weggeërodeerd zijn en het Tertiair voornamelijk in fylleten rust.

Enkele eilandjes van dolomieten komen nog in dit bekken te voorschijn ten N. van de Rbla. Pulbina en langs den Westrand van het bekken ten O. van den straatweg Berja—Alcolea, waar de dolomieten van de Loma del Pardo, die tot het Lújordekblad behooren, wegduiken onder fylleten van het Gádordekblad, juist langs dezen weg. Een barranco heeft zich langs dit abnormale contact ingesneden en hoog op de fylleten ontwaart men ten O. van den straatweg een erosierest Gádordolomieten, die onder Tertiaire conglomeraten wegduiken aan gene zijde van den hoogen erosierand.

In de omgeving van Berja reiken enkele ruggen Gádordolomieten wat meer naar het Westen. De voornaamste loopt vlak ten N. van den straatweg Berja—Dalías en komt tot aan de Rbla. Beneji. Aan den Noordrand van deze rug komen fylleten onder de dolomieten te voorschijn.

Enkele geïsoleerde eilanden Gádordolomieten op fylleten treft men nog aan ten O. en W. van Berja, geheel omringd door de jonge vormen der „vega”, die geheel in fylleten rusten.

Verder naar het Noorden zijn de Gádordolomieten aan den rand van het gebergte meer gespaard gebleven. Ze dalen ten N. van het dorpje Beníñar af naar de depressie, die aangegeven wordt door den Rio Grande de Ugíjar en komen tusschen Beníñar en Lucainena over den Rio Grande heen. Deze rivier heeft zich meestal door de dolomieten heengesneden, doch tusschen Darrícal en Lucainena komen deze gesteenten nog tot aan het bed van de rivier. De Rio Grande en de Rio Alcolea loopen daar door een diepe en smalle kloof in dolomieten.

Aan den Noordrand dalen de Gádordolomieten af naar het bekken van Laujar—Canjáyar. Ten Z. van den straatweg Alcolea—Laujar zijn fylieten ontbloot onder de dolomieten aan den rand van het bekken. Dit bewijst dus, dat de ondergrond van het bekken van Laujar lager ligt dan de basis der dolomieten en waarschijnlijk voor het grootste gedeelte door fylieten wordt gevormd.

Uit een en ander volgt, dat de S. de Gádor een anticlinale dom voorstelt met synclinale randdepressies.

De dikte der Gádorkalken is slechts schijn. Ik schat haar op niet meer dan 400—500 M. In de storthoopen bij ondiepe mijnputten op den top van het gebergte werden door mij dunplaatige kalken aangetroffen van het type der onderste serie uit het kalken- en dolomietenpakket. De onderkant der kalken en dolomieten ligt dus blijkbaar niet diep onder den top van het gebergte.

De dolomieten der S. de Gádor zijn vaak zeer sterk verdrukt en verbroken. Verschuivingsvlakken komen er in voor, zooals mij o.a. bleek aan den bovenloop van Bco. Sabinas ten O. van den straatweg Berja—Alcolea, waar een strook leien ingeklemd werd gevonden tusschen kalken (zie blad I). De plaatselijke opschuivingskontakten zijn echter lastig te vervolgen en gaan al gauw te loor in de dolomieten.

De sterke verbrokkeling van het harde gesteente, de vorming van scheuren en spleten gaf aanleiding tot de vorming van talrijke grove calcieters in alle richtingen (de z.g. „piedra franciscana” der mijnwerkers) en bereidde tevens het ontstaan van verspreide nesten van loodertsen voor.

Groote tektonische complicaties konden door mij in de S. de Gádor niet vastgesteld worden. (Profiel VI, blad II geeft een N.—Z.-snede over dit gebergte).

### c. De Sierra Alhamilla ten Z. van Berja.

Dit kleinere gebergte is gelegen tusschen den straatwegenvierhoek



Adra—Berja, Adra—Almería, Berja—Dalías, Dalías—Almería, en bereikt niet meer dan  $\pm 800$  M. hoogte.

Alleen de Westhelft ervan werd onderzocht.

Het voornamelijk uit dolomieten bestaande gebergte rust op Triasfyllieten en -kwartsieten, waarvan het contact met de dolomieten fraai ontbloot is langs den straatweg Adra—Berja en ten Z. der Rbla. de Salomón aan den Noordrand der Sierra.

Bij de bespreking der S. de Gádor werd reeds vermeld, dat het front van de dolomieten der S. Alhamilla tegen de Zuidwaarts steil afdalende Gádordolomieten is opgeschoven. De S. Alhamilla zelf is eveneens gekenmerkt door het bestaan van opschuivingen in de starre dolomieten. Twee van dergelijke opschuivingsvlakken werden geconstateerd in de Westhelft van het gebergte. De eerste is te vervolgen langs de depressie der Llanos de S. Celedonio, de tweede, Oostelijk van de eerste, ongeveer langs het pad, dat van de Cda. Alcaudique naar het visschersdorpje Balerna loopt, over het gebergte heen.

De dagzoomen dezer opschuivingsvlakken loopen ongeveer N.O.—Z.W., evenals de strekkingen der dolomieten in de tegen elkaar opgeschoven schotsen. Deze dagzoomen zijn te vervolgen langs de medeoverschoven fyllieten aan de basis van de dolomieten der bovenliggende schubben. Bij de meest Westelijke opschuiving zijn de tusschengeklemde fyllieten te vervolgen vanaf den Noordrand van het gebergte tot aan den Zuidrand, waar het begrensd wordt door de jongere vormingen der kuststreek.

De tweede opschuiving is eveneens te vervolgen langs ingeklemde fyllieten. Deze verdwijnen evenwel in de Zuidelijke helft van het gebergte, een eindje ten W. van het pad Cda. Alcaudique—Balerna onder de dolomieten, die zich daar weer sluiten. De opschuiving loopt hier blijkbaar dood (zie blad I).

Een eind ten O. van het genoemde pad treft men weer een groote dwarsdepressie in het gebergte aan, voor een groot deel bedekt met

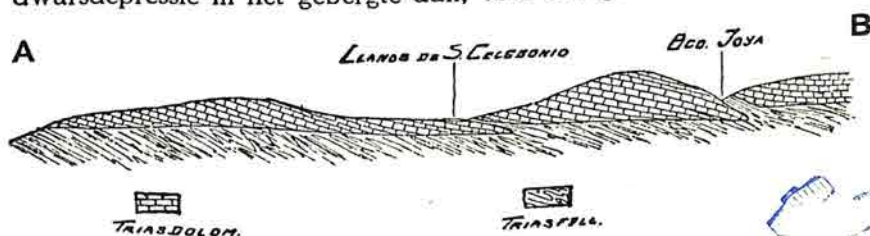


Fig. 1.  
Profiel over de opschuivingen in het Westelijk gedeelte der S. Alhamilla (ten Z. van Berja).



Quartaire, verkitte kalkbreccies (op blad I aangegeven). Hier loopt misschien weer een opschuivingsdagzoom. De situatie denk ik mij in profiel ongeveer als in fig. 1, genomen langs de lijn A—B op blad I.

Een fraai overzicht van de twee Westelijkste depressies en de opgeschoven pakketten dolomieten en fyllieten heeft men van den straatweg Berja—Cda. Alcaudique. Foto 17 met verklarende overtekening geeft dit gezicht weer.

Uit het zwenken der strekkingen van O.—W. in de fyllieten en schisten van het Gádordekblad ten W. van Adra naar N.O.—Z.W. in de fyllieten langs den Westrand der S. Alhamilla blijkt de aanwezigheid eener asduiking in Oostwaartsche richting ter hoogte van dit gebergte; een asduiking, welke eveneens af te leiden valt uit de sterke rijzing van het fyllieten- en schistengebergte aan den Westelijken oever van den Rio de Adra.

#### **d. Het Gádordekblad in de Alpujarras.**

In de Alpujarras zijn de kalken en dolomieten van het Gádordekblad voor het grootste deel verdwenen, behalve in den N.O. hoek van dit gebergtesysteem, waar ze eenige uitbreiding hebben als gespaarde korsten op sterk geplooid en dooreengewalste fyllieten.

Opmerkelijk is in laatstgenoemd gebied het feit, dat de dolomieten van de fyllietenruggen vaak afdalen naar de terreininsnijdingen, o.a. langs de Rbla. de Cojáyar, den Rio Yátor, de Rbla. de Murtas (zie blad I). Hieruit blijkt, dat deze „ramblas” en „rios” loopen langs synclinale depressies in het Gádordekblad, die hun loop bepaald heben, zooals reeds bij het geografisch overzicht (blz. 6 e.v.) werd vermeld.

De grootste dikte bereiken de dolomieten nog in den 1400 M. hoogen Cerrajón de Murtas.

Merkwaardig zijn de geïsoleerde eilanden van Gádordolomieten, vergezeld van fyllieten, op de in vensters ontbloote dolomieten van het Lújardekblad in de omgeving van Turón en Benínar. Op de Lújar-dolomieten (zie blad I) liggen b.v. ten N. en ten Z. van Turón en ten O. en W. van den straatweg Berja—Benínar korsten dolomieten van het Gádordekblad vlak op de dolomieten van het Lújardekblad, slechts door een dunne laag leien, die soms geheel uitgewalst is, van de Lújardolomieten gescheiden.

Lújardolomieten duiken naar het Noorden weg onder Gádor-fyllieten ten Z. van de Rbla. de Murtas en van het pad van Benínar naar Berja (via de Rbla. del Cid en de Cda. Peñaroá). De eilanden Gádordolomieten doen aan die duiking mee, doch het contact dolo-

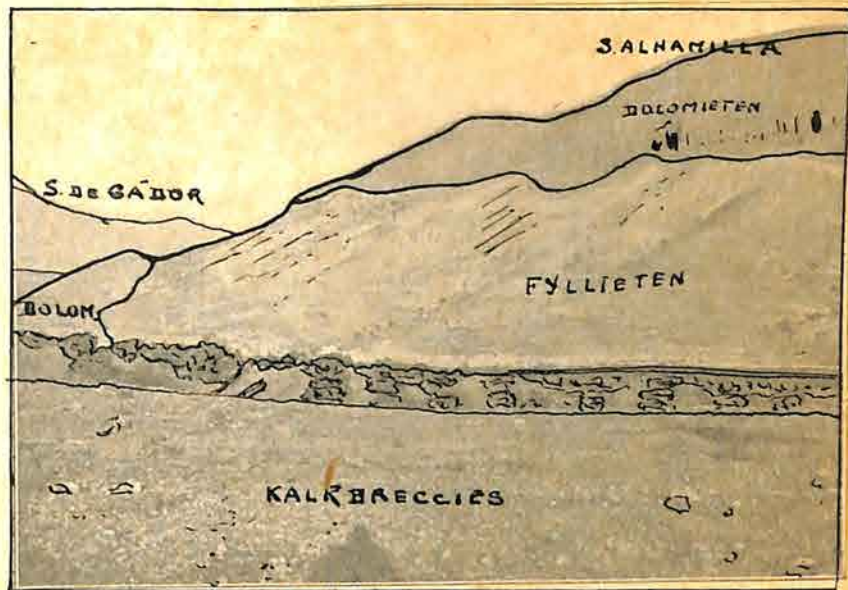


Foto 16.

Dolomieten der Sierra Alhamilla, opgeschoven tegen dolomieten der Sierra de Gádor, van het Westen gezien.

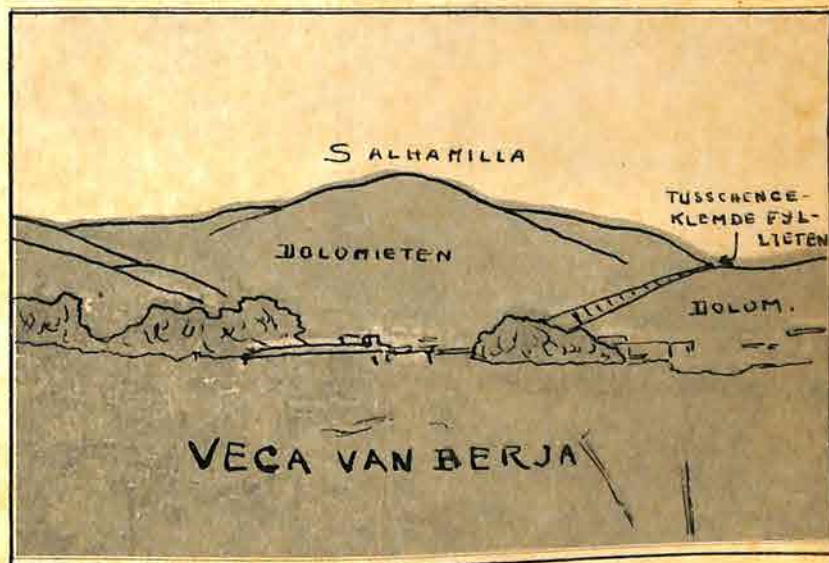


Foto 17.

Dolomietenschub der Sierra Alhamilla, gezien van de Cda. Alcandique uit





Foto 16.

Dolomieten der Sierra Alhamilla, opgeschoven tegen dolomieten der Sierra de Gádor, van het Westen gezien.

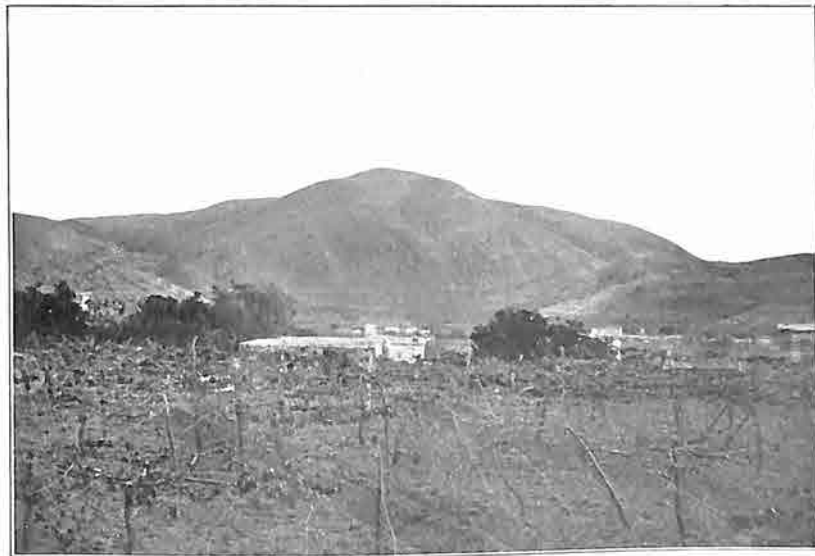


Foto 17.

Dolomietenschub der Sierra Alhamilla, gezien van de Cda. Alcaudique uit.



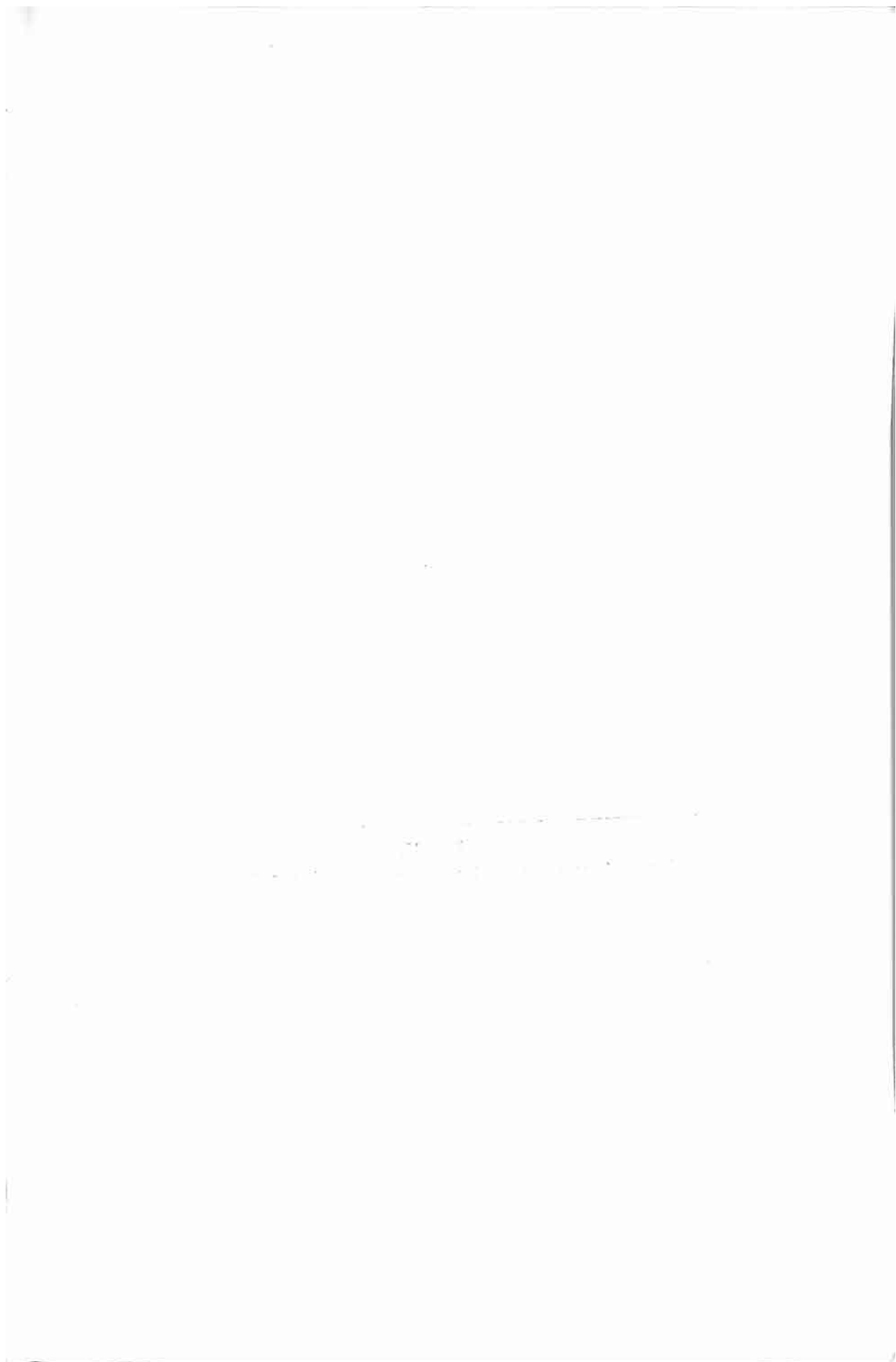
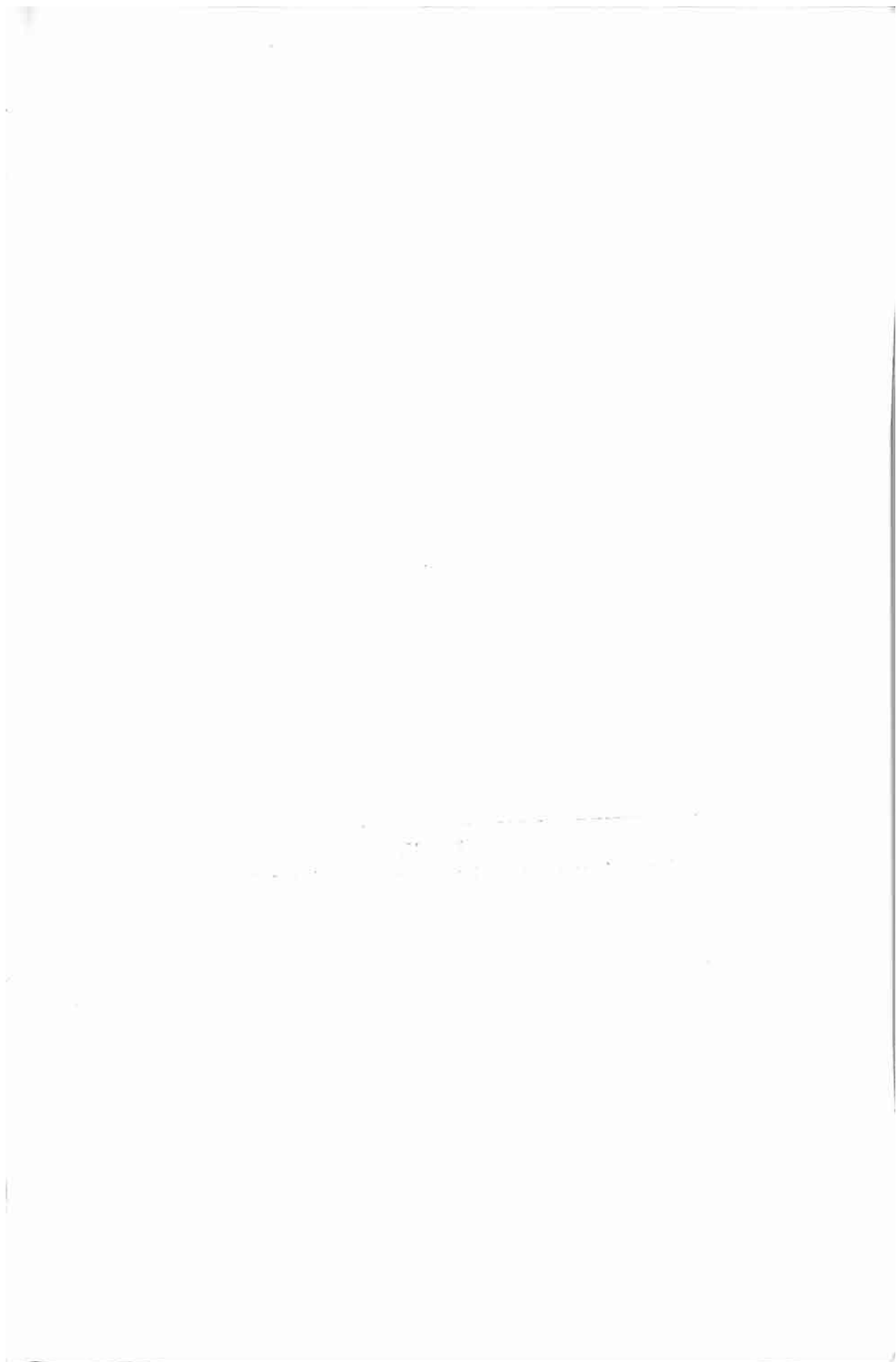




Foto 18.

De Loma Salobra, gezien van het N.O., van den linkeroever van den Rio Grande. Op den voorgrond de Rbla. Huercol.





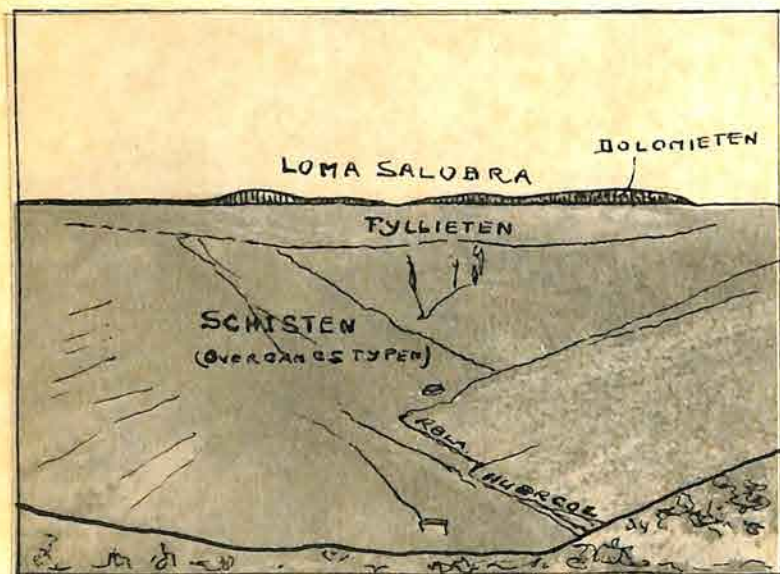


Foto 18.

De Loma Salobra, gezien van het N.O., van den linkeroever van den Rio Grande. Op den voorgrond de Rbla. Huercol.

mieten-fyllieten in het Gádordekblad rijst weer snel ten N. van de Rbla. de Murtas en den Bco. de Hirmes. De fyllieten nemen echter zeer snel ten N. van de wegduiking der Lújardolomieten in dikte toe van een te verwaarloozen afmeting tot een eenige honderden meters hoog pakket. Ze zijn dus boven de groote culminaties der Calares de Turón en de Loma del Pardo haast volkomen uitgewalst (zie profielen IV, V en VII, blad II).

De fyllieten ten N. der culminaties van het Lújardekblad hebben echter evenmin een oorspronkelijke stratigrafische dikte. De groote tektonische depressie tusschen de verheffingen van het Lújardekblad en de Z. helling der S. Nevada is als het ware een tektonisch verzamelmekken geworden van plastische gesteenten uit de basis van het Gádordekblad.

De schisten komen vaak niet over de Lújardolomieten heen, doch de fyllieten zijn tot enorme massa's samengekruid in de genoemde breede trog, die als het ware gevuld is met een tektonische reuzenbreccie.

Groote schollen dolomieten zijn in de fyllietenbergen uit de Noord-oostelijke Alpujarras opgenomen; men ziet ze o.a. tusschen fyllieten langs de Rbla. de Murtas, de Rbla. de Cojáyar en bij Hirmes.

Ten Z. der genoemde culminaties treft men weer een uitgebreid fyllietenlandschap aan, dat echter naar mijn meening gedeeltelijk tot het Lújardekblad behoort.

De grens tusschen de twee groote eenheden der Alpujarras is daar niet scherp te trekken (zie verder hierover bij de bespreking van het Lújardekblad).

Een aardige illustratie van de wijze, waarop het voor het grootste deel verdwenen dolomietenschild tektonisch beïnvloed was, vormt de hoog boven het landschap uitstekende Loma Salobra, een steil Zuidwaarts hellende ingeklemde syncline van Gádordolomieten en -fyllieten (zie foto 18 met overteekening).

Loopt men de Rbla. de Guainos op, dan komt men langs deze ingeklemde dolomieten. Van Zuid naar Noord doorloopt men langs deze rambla van Guainos Bajo af het volgende profiel van steil Zuidwaarts hellende gesteenten:

Granaatglimmerschisten.

Triasfyllieten (met bandjes harde fijnkrist. kalken).

Triasdolomieten der Loma Salobra.

Triasfyllieten.

Schisten (overgangstypen).

Het feit, dat zoowel in het dak als in de vloer van deze dolomieten

fyllieten worden aangetroffen stempelt het massief tot een ingeklemde, sterk toegeknepen syncline.

De fyllietenzoom om deze dolomieten, die naar het Oosten en Westen al gauw de lucht in gaan, verbreedt zich sterk naar het Oosten en staat over den Rio de Adra heen direkt in verbinding met de fyllieten der S. Alhamilla. Naar het Westen wiggen deze fyllieten tusschen half-metamorfe schisten uit zonder scherpe afscheiding.

Naar het Noorden buigt het kontakt tusschen de dolomieten der Loma Salobra en de onderliggende fyllieten van steile Zuidwaartsche helling naar min of meer horizontale richting om (zie profiel IV, blad II).

Een eind ten N. der Loma Salobra loopt een barranco, die in de Rbla. de Guainos uitmondt. Deze Bco. loopt ongeveer op de grens tusschen het pakket schisten (overgangstypen), waarop de dolomieten en fyllieten der ingeklemde syncline rusten, en het fyllietenlandschap ten Z. der culminaties van het Lújardekblad. Op de fyllieten ten N. van deze terreindepressie rusten weer enkele eilanden kalken, die Zuidw. afdalen naar den genoemden barranco. Deze kalken moeten eens ingeklemd zijn geweest tusschen de schisten van de Noordhelling der Loma Salobra en de onderliggende fyllieten, daar de fyllieten onder laatstgenoemde dolomieten langs den beschreven barranco en ook ten W. der Rbla. de Guainos met Z. waartsche helling weghellen onder de schisten der Loma Salobra. (Op profiel IV, blad II, is het kontakt als overschuivingskontakt aangegeven). Het is echter zeer lastig in de omgeving van den Cerrón en de Calares de Turón den oorspronkelijken bouw van het Gádordekblad te reconstrueeren door het ontbreken van gidslagen.

Waar te nemen valt echter het ingewikkelde verschijnsel, dat de schisten der Alpujarras zoowel naar het Noorden uitwalsen tusschen de Loma Salobra en de Calares de Turón, als naar het Oosten tusschen den Cerrón en de Calares de Turón. In de depressie tusschen de tweede dolomietenverheffingen zijn nog schisten te vinden, welke door een pakket fyllieten worden gescheiden van de Lújardolomieten. Op de Calares de Turón treft men bij Turón Gádordolomieten aan, waaronder de schisten echter geheel uitgewalst zijn. Over den Cerrón zijn wel schisten heengekomen. Ten O. van Co. La Negra rusten ze op de Lújardolomieten; Noordelijker vindt men ze nog ontbloot in diepe terreininsnijdingen, zooals in de Rbla. de Cojáyar ten Z. van den Cerrájon de Murtas, en het is niet onmogelijk dat ze onder het bekken van Ugijar door te verbinden zijn met de,

tusschen fyllieten ingeklemde, Alpujarrasschisten langs de Z. helling der S. Nevada.

Deze strook ingeklemde schisten (zie blad I en de profielen II, III, IV en V van blad II) is echter ook nog aanwezig ten N. der Calares de Turón en Loma del Pardo. Het vermoeden ligt voor de hand, dat deze schisten meer naar het Oosten losgescheurd zijn geraakt van die, welke ten Z. der Calares de Turón achtergebleven zijn.

Uit een en ander blijkt wel, dat de plastische basis van het Gádor-dekblad zich op veel ingewikkelder — en tamelijk onafhankelijke — wijze geschikt heeft naar de bewegingen dan de stugge dolomieten.

De geïsoleerde dolomieteilanden van den N.O. hoek der Alpujarras dalen af naar het Tertiairbekken van Ugíyar en aan den Noordrand van dit bekken zijn ze weder in geïsoleerde massa's tegen de Zuidhelling der S. Nevada op te vervolgen. Dit illustreert fraai de tektonische depressie tusschen S. Nevada en Alpujarras.

Op de plaats van het bekken zijn de dolomieten weggeërodeerd en rusten de Tertiaire mergels en conglomeraten in fyllieten. Aan de randen van het bekken komen steeds onder de dolomieten fyllieten te voorschijn.

Dat het bekken in fyllieten rust, merkt men ook meer naar het Westen, waar het tusschen Cádíar en Lobras langzamerhand verdwijnt, geheel rustende in de fyllieten van beide oevers van den Rio Guadalfeo.

De Gádordolomieten verdwijnen in de Westhelft der Alpujarras door een algemeene asrijzing in het Gádordekblad; onder den Cerrajón de Murtas ligt het contact tusschen dolomieten en fyllieten nog  $\pm$  1100 M. hoog, doch in de Westelijke S. La Contraviesa bereiken de fyllientoppen 1300 M. hoogte zonder dat er kalken op komen te rusten.

Nog meer Westwaarts bereikt de asrijzing tegen de Oostflank der S. de Lújar een maximum.

Zuidelijker, bij de Middellandsche Zee, heeft echter een asdaling plaats. Ten N.W. van het visschersdorpje Castell de Ferro treft men weer een Triasdolomietenmassief aan — den Conjuero de Gualchos —, met fyllieten op Alpujarrasschisten rustende. Deze dolomieten dalen steil naar de zee af en vormen van Castell de Ferro tot voorbij Calahonda de steile kust. Ze zijn een eind naar het N. te vervolgen in geïsoleerde eilanden tot voorbij het gehucht Jolúcar. Ons verder Noordwaarts begevende komen we in steil Z. waarts hellende schisten, die de Zuidflank der S. de Lújar omzoomen.

Vlak ten N. van het dorpje Lújar stuiten we op een eigenaardig verschijnsel. Men treft daar een dolomietenkap aan, die op fyllieten rust, doch naar het N. over deze fyllieten heen in direkt kontakt komt met de Lújardolomieten en daar steil tegen op helt. De Lújardolomieten zelf hellen ten N.O. van Lújar weg onder schisten en aan den rechteroever der Rbla. de Fregenite onder fyllieten. Het vermoeden bestaat, dat de op fyllieten rustende dolomieten bij het dorpje Lújar tot het Gádordekblad behooren en tegen de Z. helling der S. de Lújar direkt op de Lújardolomieten komen te rusten door algeheele achterblijving van de kristallijne schisten en uitwalsing der Gádorfylieten boven de reusachtige Lújaranticline (zie blad II, profiel I). Deze aanname wordt waarschijnlijk gemaakt door:

1. Het ontbreken van kristallijne schisten in het Gádordekblad aan de Noordzijde der S. de Lújar.

2. De sterke uitwalsing der Gádorfylieten boven de meer Oostelijk gelegen culminaties van het Lújardekblad (de Calares de Turón, Loma del Pardo).

3. Het elkaar raken of zeer dicht naderen van Lújar- en Gádordolomieten langs den Rio Guadalfeo ten W. der uitmonding van de Rbla. de Alcázar.

De fyllieten waaronder de S. de Lújar aan de Oostzijde wegduikt behooren misschien tot een omgekeerden vleugel van het Lújardekblad. Deze fyllieten duiken tusschen de Rblas. de Fregenite en de Rubite weg onder kristallijne schisten.

In de S. la Contraviesa rusten de fyllieten echter weer op schisten. De Contraviesafyllieten behooren tot het Gádordekblad.

Het is lastig in deze streek eventueele Lújarfyllieten van Gádorfylieten te scheiden, te meer daar de kristallijne schisten van het Gádordekblad tegen de Oostflank der S. de Lújar uitwalsen en zoodoende de tot twee eenheden behorende fyllieten elkaar direkt moeten raken.

#### **e. Het Gádordekblad langs de Zuidhelling der S. Nevada.**

Van de Alpujarras uit is het Gádordekblad direkt tegen de hellingen der S. Nevada op te vervolgen ten W. van het Tertiaire bekken van Ugíjar.

Van de hellingen der S. la Contraviesa dalen de Gádorfylieten af naar den Rio Guadalfeo en aan den Noordoever ziet men ze tegen de centrale keten opgaan. Triasdolomieten rusten als talrijke grootere en kleinere eilanden op de fyllieten langs den gebergtezoon.

De eilanden van Triaskalken en -dolomieten dalen meestal vrij

steil af naar de Zuidelijke randdepressie der S. Nevada (zie de profielen I—VI, blad II).

Tegen het gebergte op ziet men vaak de dolomieten een geringer helling aannemen. *Het verschijnsel gaat samen met het uitwalsen der fylleten tegen de Zuidhelling van het gebergte.* Dit heeft over korten afstand plaats (zie fig. 2 en 4).

De Triasdolomieten komen vaak direkt op de zône met Penninisch Mesozoïcum te liggen langs den Noordrand der gespaarde eilanden, o.a. langs den Cerro Conjuero tegenover Busquistar, bij Jubiles, ten Z. van Mairena, ten Z. van den straatweg Paterna—Bayárcal en ten N.W. van Laujar (zie fig. 4).

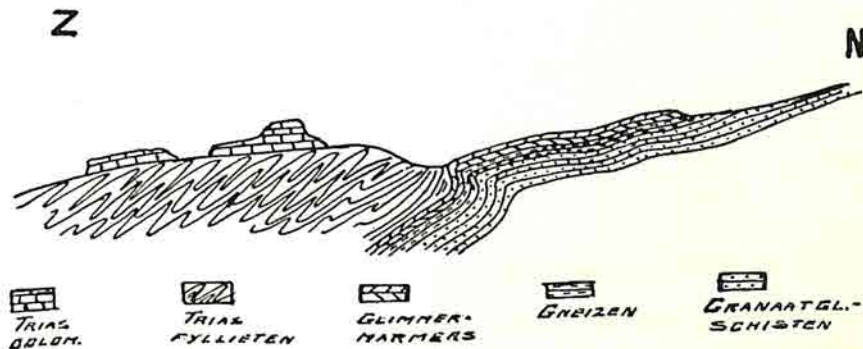


Fig. 2.

Schematisch profiel ten O. van Bco. Híñizar.

We zien dus langs de geheele Zuidhelling der S. Nevada de uitwalsing van de geheele basis van het Gádordekblad tegen de culminatie der S. Nevada; eerst blijven de schisten voor het grootste gedeelte achter ten Zuiden van den Rio Guadalfeo en het Tertiaire bekken van Ugíjar; meer naar het Noorden walsen de fylleten uit tegen de hoogste serie der S. Nevadaschisten.

Merkwaardig is in dezen zoom van het Gádordekblad een strook ingeklemde Zuidwaarts hellende Alpujarrasschisten, granaatglimmerschisten en overgangstypen, welke strook met onderbrekingen, door bedekkingen met Tertiair, te vervolgen is van het dorpje Cástaras onder langs de dolomieteneilanden tot aan den Rio Alcolea. Deze zoom markeert een opschuiving in het Gádordekblad, welke duidelijk wordt op plaatsen waar dolomietschollen wegduiken tusschen fylleten en den Noordrand van dezen ingeklemden strook, zooals dit het geval is ten Z. van het pad tusschen de dorpen Narila en Mecina Bombarón (zie blad I), dan ten Z. van het pad Picena—Bco. de

Híñizar. Deze laatste inklemming, zooals men haar ziet van den rug tusschen de Rbla. Honda en de Rbla. del Puerto de la Ragua, is schematisch weergegeven in fig. 3, welke tevens ongeveer overeenkomt met een snede langs het stuk E—F uit profiel V, blad II.

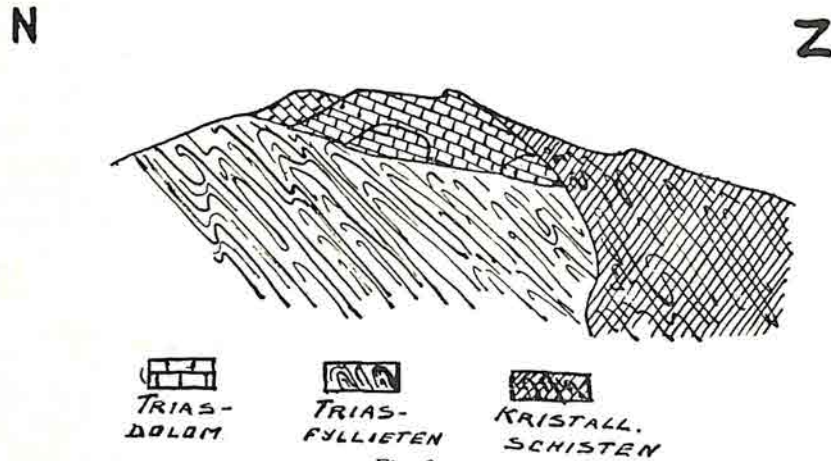


Fig. 3.

Triasdolom., tusschen schisten en Triasfyllieten ingeklemd ten O. van Picena.

Aan den Oostelijken oever van den Rio Alcolea komen deze schisten niet meer te voorschijn. De opschuiving is echter nog te constateeren ten W. van den Bco. Bonállar. Daar ziet men de Triasdolomietenzoom, welke ononderbroken te vervolgen is van den straatweg Laujar—Paterna tot ten W. van Laujar en Canjáyar, wegduiken met steile Zuidwaartsche helling onder fyllieten, waarop langs den genoemden straatweg weer eenige dolomieten-eilandjes rusten dicht langs den rand van het Tertiair. Een schematisch profiel ter plaatse geeft fig. 4, ongeveer genomen langs het stuk C—D uit profiel VI, blad II. In deze figuur is eveneens weergegeven de fraaie uitwalsing der fyllieten tegen de S. Nevada.

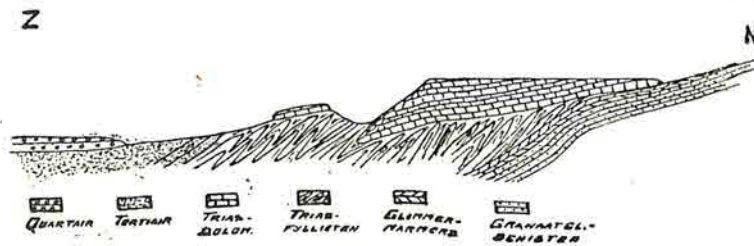


Fig. 4.

Schematisch profiel ten W. van Bco. Bonállar.



Ten W. van Cástaras is van deze opschuiving niets meer te merken. De dolomieten nemen daar sterk in dikte toe en dalen in de omgeving van Almegíjar direkt af naar den Rio Guadalfeo.

Tusschen Torbizcón en de samenvloeiing van den Rio Guadalfeo met den Rio Trevélez raken de dolomieten van het hooge massief Cerro Campuzano zelfs direkt tegen de Lújardolomieten, en het geheele fylleten- en schistenlandschap ten N. der culminaties van het Lújardekblad in de Alpujarras is tot een te verwaarloozen strook ingeklemde leien, tusschen de dolomieten der twee dekbladen, gereduceerd.

**f. De voortzetting van het Gádordekblad naar het Westen en het Oosten en de ontwikkeling ten Noorden der centrale ketens. (Zie blad III).**

Het Gádordekblad is langs de Noord- en Zuidzijde der S. de Lújar in Westelijke richting te vervolgen.

Aan de Noordzijde van dit gebergte bestaat het slechts uit dolomieten en fylleten, terwijl tusschen de reusachtige Lújaranticline en de Midd. zee ook de kristallijne schisten van het Gádordekblad optreden, die tegen het groote Lújardolomietenschild uitwalsen (zie profiel I, blad II).

De Gádordolomieten en -fylleten van de Zuidhelling der S. Nevada bij Orgiva zijn direkt te verbinden met de dolomieten en fylleten, welke Van Bemmel en onder den naam Lanjaróndekblad beschrijft uit de omgeving van Lanjarón. De dolomieten vormen ten Z. van dit plaatsje de z.g. syncline van Lanjarón van Van Bemmel en (l.c., blz. 116) en staan volgens zijn onderzoekingen naar het N.W. direkt in verbinding met de Westelijke Triasrandzône der S. Nevada en naar het Z. met de dolomietenzoom tusschen de S. de las Guájaras en den Rio Guadalfeo, welke met steile Westwaartsche asduiking wegduikt onder de kristallijne basis van het hoogere Guájardekblad, tot welke laatste eenheid de geheele S. de las Guájaras behoort.

Van Bemmel en vervolgde zijn Lanjaróndekblad via de Westelijke asduiking der S. de Lújar tot aan de Midd. zee. Ten Z. der S. de Las Guájaras vormen de dolomieten van dit Lanjaróndekblad een naar het Noorden onder het Guájardekblad wegduikenden rand. Ze rusten daar met fylleten op kristallijne schisten. Bij La Herradura aan de kust der Middellandsche Zee zag Van Bemmel en deze schisten wegduiken onder Triasdolomieten, welke aan de kust steil in zee verdwijnen (l.c., blz. 119 e.v.).

De schisten van het Lanjaróndekblad zijn naar het Oosten te vervolgen en langs de Zuidflank der Lújaranticline te verbinden met de Zuidwestelijke uitbreiding van de schisten der Alpujarras. Op deze gesteenten rusten bij Gualchos fylleten en zeer kristallijne dolomieten van het Gádordekblad, welke tusschen Castell de Ferro en Calahonda steil wegduiken in zee; eenzelfde verschijnsel als bij la Herradura.

Langs twee wegen zijn dus de gesteenten van het Gádordekblad der Alpujarras en S. de Gádor te verbinden met die van het Lanjaróndekblad van Van Bemmelen; de onder verschillende namen beschreven eenheden zijn bijgevolg identiek. De naam Gádordekblad lijkt mij een passender benaming, daar dit groote tektonische geheel der Oostelijke Betische ketens het gaafst gespaard is gebleven in de S. de Gádor.

De dolomieten der S. de Gádor duiken met Oostelijke asduiking weg onder de Tertiaire vormen uit het bekken van Alhama langs den Rio Andarax. Naar het N.O. gaande, van deze wegduiking der S. de Gádor af, stuit men plotseling weer op een steil oprijzenden dolomietenrand; de Triasrandzône der S. Alhamilla. Deze S. Alhamilla vertoont, zooals bij de bespreking der stratigrafie werd uiteengezet (blz. 22), volkomen dezelfde samenstelling als het Gádordekblad in de Alpujarras, n.l. Triasdolomieten en -fylleten op vaak onscherp af te scheiden kristallijne schisten.

Hetz el (23, blz. 74, e.v.) beschouwde reeds de S. de Gádor als de Westelijke voortzetting der S. Alhamilla. Hij nam zelfs waar, dat de strekkingen in de dolomieten aan den Westrand der S. Alhamilla van O.—W. naar N.O.—Z.W. omloopen in de richting van de S. de Gádor. In aansluiting daaraan constateerde hij het omloopen der strekkingen in het Oostelijk gedeelte der S. de Gádor van O.—W. naar Z.W.—N.O. Zijn opvatting was dus juist en *we moeten in de S. Alhamilla een opduiking zien van het Gádordekblad.*

Naar het Oosten gaat de S. Alhamilla over in de lagere S. Cabrera, die afgesneden wordt door de kust der Midd. Zee.

De groote depressie tusschen de S. de Gádor en de S. Alhamilla verklaarde Hetz el (l.c., blz. 75 e.v.) door het aannemen van een grooten breuk tusschen de twee gebergten. Hij dacht zich deze breuk vooral ontstaan tijdens de sterke jong-Tertiaire orogenetische bewegingen en als gevolg van een post-Triadisch, doch prae-Eoceen ontstaan buigpunt in de anticlinale assen der gebergten, welke oorspronkelijk in elkaars verlengde gelegen zouden hebben en nu ten opzichte van elkaar verschoven zijn. Het buigpunt dacht hij zich op

grootte diepte ontstaan onder een bedekking van jongere, mogelijk Jurassische of Cretaceïsche sedimenten, dus toen de Triasdolomieten der S. Alhamilla zich nog eenigszins plastisch gedroegen. Tijdens de prae-Eocene erosie zou dit sedimentpakket verwijderd zijn en daarmee de Trias zijn gebracht in de breukzône der aardkorst. De buiging der anticlinale as van de vereenigde S. de Gádor en S. Alhamilla moest overgaan in een transversalen breuk door opheffing der plasticiteit.

Sinds de onderzoeken van H e t z e l is echter gebleken, dat de dolomieten der S. Alhamilla en S. de Gádor waarschijnlijk een tektonische bedekking moeten hebben gehad, wat niet alleen volgt uit de metamorfose van deze gesteenten, doch ook uit de vondst van een hogere tektonische eenheid langs de Westelijke asduiking der Betische ketens ter hoogte van den meridiaan van Granada—Motril, in den vorm van het Guájardekblad van V a n B e m m e l e n.

Ook is gevonden, dat sterke asduikingen algemeen worden aangetroffen in het Oostelijke Beticum, o.a. langs den Westrand der S. Nevada en in de Alpujarras, zonder dat bij alle sterke asduikingen een buigpunt in de ketens vast te stellen valt.

Uit deze vondsten volgt, dat het ontstaan van een buigpunt door plastische vervorming, zooals H e t z e l aannam, plaats moet hebben gehad, toen de *tektonische* bedekking van het Gádordekblad nog aanwezig was. Of het ontstaan van een buigpunt in de gezamenlijke as der S. de Gádor en S. Alhamilla *alleen* de oorzaak was van het ontstaan der depressie tusschen de twee ketens is m.i., wanneer men let op de merkwaardig steile asduikingen in de Alpujarras, nog te betwijfelen. Men kan zich voorstellen, dat zekere verheffingen in den autochtonen ondergrond der Betische dekbladen het ontstaan van anticlinale opwellingen in deze dekbladen voorbeschikten, of wel, dat bij de aanpassing der opdringende aardplooien aan den vorm van het voorland der ketens een zekere dwarsreactie op de dekbladenstructuur ontstond, als gevolg van beperking der mogelijkheid tot zijdelingsche uitwijking.

De opmerkingen van H e t z e l behouden echter, bij aanpassing aan den tegenwoordigen stand onzer kennis, hun waarde.

De depressie tusschen de S. de Gádor en S. Alhamilla maakt deel uit van een grootere terreininzinking, welke in een scheeve lijn loopt van het bekken van Guadix naar de omgeving van Almería en welke gekenmerkt is door het voorkomen van aardbevingsepicentra, waardoor het bestaan van een stelsel transversale verschuivingen hier wel als vrij zeker mag worden aangenomen.

Beschouwen wij nu den Noordrand der Oostelijke Betische ketens.

Van Bemmelen vervolgde de dolomieten der syncline van Lanjarón via de Westelijke Triasrandzône der S. Nevada naar het gebergte van Tocón tusschen de autochtone bekkens van Granada en Guadix. In dit laatste gebergte vond hij de serie dolomieten en fylleten verdubbeld, en wel zóó, dat de Westelijke Triasrandzône der S. Nevada correspondeert met de hoogste eenheid dezer verdubbeling (zijn „Roode dekblad”).

Gaan we van het gebergte van Tocón Oostwaarts, dan stuiten we op eilanden Triasdolomieten bij La Calahorra.

Verder naar het Oosten duiken de kristallijne schisten der S. Nevada direkt weg onder de conglomeraten uit het bekken van Guadix.

In de S. de Baza vinden we weer een breede zoom van Trias. Het is waarschijnlijk dat ook deze, althans gedeeltelijk, tot het Gádordekblad behoort.

Ten O. van de S. de Baza dringt het Tertiair tot het hart van de culminatie der S. Nevada door.

De centrale keten is verder naar het O.N.O. te vervolgen in de S. de los Filabres, waar we langs den Noordrand bij Serón weer een belangrijke rest van Triasdolomieten vinden, rustend op fylleten. Uit de beschrijving van Zeylmans v. Emmichoven blijkt, dat de kristallijne schisten der Alpujarras daar ontbreken of althans in zeer gereduceerde mate aanwezig zijn.

De Trias der S. de los Filabres neemt t.o.v. de kristallijne schisten van dit gebergte, die volkomen analoog zijn aan die der S. Nevada, een zelfde positie in als de Triasrandzône der S. Nevada t.o.v. de schisten der centrale keten. Daar de schisten van de S. de los Filabres en de S. Nevada direkt met elkaar in verbinding staan, is de veronderstelling gewettigd, dat de Trias van den Noordrand van het eerstgenoemde gebergte tot het Gádordekblad behoort.

De door Zeylmans v. Emmichoven gevonden groote overschuivingen in de S. de los Filabres zijn ontstaan in een op de hoofdfase der gebergtevorming volgenden, posthumen voortgang der horizontale bewegingen.

Beschouwen we ten slotte de S. Alhamilla en de S. de los Filabres ten opzichte van elkaar, dan merken we op, dat deze gebergten tegenover elkaar staan als Alpujarras en S. Nevada; in de S. Alhamilla en de Alpujarras de volle ontwikkeling van het Gádordekblad met kristallijne schisten, Triasfylleten en -dolomieten; langs den Noordrand van S. Nevada en S. de los Filabres een ontbreken van de

kristallijne basis van het Gádordekblad en een sterke reductie van de serie Triasfyllieten (zie blad III en de tabel bij blz. 26).

Ten N. der depressie van den Rio Almanzora vinden we de Sierras de Oria en de las Estancias met haar kristallijne schisten en Triasdolomieten. De tektonische positie dezer gebergten is nog onzeker. De zoo karakteristieke zône met Penninisch Mesozoïcum (marmers en gneizen) uit de hoogste serie der S. Nevadaschisten schijnt daar te ontbreken, zoodat het niet onmogelijk is, dat deze gebergten in hun geheel tot de Alpujarride dekbladen behooren. De veronderstelling van Staub (34, 35), dat de schisten dezer ketens tot de basis van zijn Subbetisch dekblad zouden behooren, dus tot een hogere eenheid dan de Alpujarride dekbladen, is onjuist, daar de Trias er voorkomt in Oost-Alpine ontwikkeling.

#### g. De wortel van het Gádordekblad.

Aan de kust der Middellandsche Zee wordt het Gádordekblad plotseling afgebroken, zoodat de Zuidgrens voor ons verborgen blijft.

Wanneer we letten op hetgeen is waargenomen, dan treft de mededeeling van Van Bemmelen over het steil wegduiken van Triasdolomieten, welke behooren tot zijn Lanjaróndekblad, tusschen schisten ten W. van Almuñecar aan de Middellandsche zeekust. De onderliggende kristallijne schisten vormen de kristallijne basis van het Lanjarón—Gádordekblad, terwijl Van Bemmelen de bovenliggende tot zijn Guájardekblad rekent (l.c., blz. 119—122).

Eenzelfde steil wegduiken van de Gádorkalken treffen we aan tusschen Calahonda en Castell de Ferro aan dezelfde kust meer naar het Oosten. Nog verder Oostwaarts komen de schisten van het Gádordekblad aan de kust.

Ten Z.W. der S. de Gádor vormen de dolomieten der S. Alhamilla (ten Z. van Berja) de Zuidelijkste voorpost van het Gádordekblad en ten N.O. van Almería wordt deze gevormd door de Zuidelijke dolomietenrandzône der andere S. Alhamilla.

Wortelstructuren vindt men aan de Zuidgrens van laatstgenoemde gebergten niet. Het eenigste wat er op kan wijzen, zijn de steil Z. waarts wegduikende dolomieten bij Almuñecar en tusschen Calahonda en Castell de Ferro.

Het is overigens nog zeer de vraag of men bij de Zuidelijke begrenzing van het Gádordekblad wel van een „wortelzône” kan spreken. Bij dit laatste denkt men aan steil staande, toegeknepen synclinale structuren, zooals ze b.v. worden aangetroffen in de wortelzône der Helvetische dekbladen van de Zwitsersche Alpen.

De dekbladen der Alpujarras zijn echter typische breukoverschuivingen, „nappes du deuxième genre” in den zin van Termier (39, blz. 87), welke gekenmerkt zijn door het ontbreken van keervleugels (abnormale vl.) en die reeds bij het beginstadium der horizontale beweging afgeknapt zullen zijn aan het front. Het is beter bij deze dekbladen te spreken van Zuidgrens of oorsprongsgebied („pays d'origine” volgens Termier, l.c.). Onder de omschrijving „oorsprongsgebied” zij hier verstaan het gebied, waar het dekblad steil wegschiet naar den Zuidelijken afknappingsrand, en niet de autochtone ondergrond, waarop de sedimenten van het dekblad gevormd werden. Het is wel hoogstwaarschijnlijk, dat het Gádordekblad niet meer aan het autochtoon vast zit, doch er van losgerukt is als een geweldige schub.

### HET LÚJARDEKBLAD.

#### a. Algemeen overzicht.

Onder het Gádordekblad werd, zoowel in het venster van Albuñol als in de Sierra de Lújar, het eerst een lagere tektonische eenheid aangetroffen. Van B e m m e l e n onderzocht haar ten Z. van Lanjarón en gaf er den naam Lújardekblad aan (4, blz. 117). Hij zag de dolomieten der S. de Lújar aan den Noordkant van het gebergte wegduiken onder de Triasfyllieten van zijn Lanjaróndekblad, doch zag ze niet meer te voorschijn komen tusschen de Penninische gesteenten der S. Nevada en de fyllieten der syncline van Lanjarón.

In de Alpujarras kon dit dekblad door mij verder Oostwaarts vervolgd worden. Hierbij bleken de door V a n B e m m e l e n vastgestelde feiten ook voor laatstgenoemde streken te gelden. *Het Lújardekblad blijft in zijn geheel ten Z. der S. Nevada en is slechts ontbloot in een aantal zeer fraaie en eigenaardige vensters, terwijl de vloer der Lújardolomieten nergens werd gevonden.*

Aan de Zuidzijde der vensters duiken de dolomieten van het Lújardekblad steil weg, terwijl ze aan de Noordzijde verdwijnen onder Gádorfyllieten en -kwartsieten of de kristallijne schisten der Alpujarras zonder aan den Zuidrand der centrale keten weer op te komen.

Langs den straatweg Berja—Alcolea duiken de dolomieten van de Loma del Pardo, welke het Oostelijkste venster van het Lújardekblad vormen, weg onder Gádorfyllieten, welke op hun beurt weer verdwijnen onder de conglomeraten uit het Tertiaire bekken

van Gastala om aan de Westflank der S. de Gádor weer te voorschijn te komen. Het Lújardekblad verdwijnt echter voor goed onder het Gádordekblad langs genoemden weg (zie blad I en III en de profielen van blad II).

De vensters, waarin we deze hoofdzakelijk uit dolomieten opgebouwde eenheid ontbloot zien, zijn de volgende:

De Sierra de Lújar.

Het venster van Albuñol.

Het massief van den Cerrón.

De Calares de Turón en de Loma del Pardo.

#### **b. De Sierra de Lújar.**

Dit gebergte vormt het grootste venster waarin het Lújardekblad ontbloot is.

Met steile hellingen duikt deze massieve dolomietenromp (zie foto's 6 en 7) naar alle zijden weg onder gesteenten van het Gádordekblad; naar het Noorden, Oosten en Westen onder fyllieten, naar het Zuiden onder schisten. Het gebergte heeft een uitgesproken anticlinale structuur, die blijkt uit het rondlopen der strekkingen aan de Zuid- en Z.O.-zijde.

De inwendige bouw van dit gebergte is nog onbekend, evenals van de meer Oostelijk gelegen koepels van Lújardolomieten.

Beschouwen we het contact tusschen het Gádordekblad en het Lújardekblad om de S. de Lújar, dan valt in de eerste plaats op, dat de kristallijne schisten der Alpujarras niet over de S. de Lújar heenkomen, maar tegen de Zuidhelling uitwalsen. (Aan de N.O.-helling van het gebergte werden door mij wat schisten opgeraapt, die er op zouden wijzen dat er toch wel wat van deze gesteenten over de Lújaranticline zijn heengesleurd vóór de uitwalsing der schisten tegen de Z.-helling). Waarschijnlijk zijn op de Lújaranticline zelf ook de Gádorfyllieten geheel uitgewreven. Men vindt n.l., zooals reeds bij de bespreking van het Gádordekblad werd vermeld (blz. 78, 79), ten N. van het dorpje Lújar een eiland dolomieten, met fyllieten op schisten rustende. Laatstgenoemde dolomieten komen in contact met de steil afdalende dolomieten der S. de Lújar, welke laatste wat meer naar het O. onder schisten wegduiken. Deze zich verschillend gedragende dolomieten zullen resp. behooren tot het Gádor- en Lújardekblad en gescheiden zijn door een overschuivingscontact, waarop fyllieten en schisten van het Gádordekblad ontbreken (zie profiel I, blad II).

De S. de Lújar heeft een Noordoostelijken uitlooper in den Cerro Serreta, waarvan de dolomieten tot aan den Rio Guadalfeo komen en daar zelfs in direkt kontakt geraken met de Gádordolomieten van den Cerro Campuzano. Op de hellingen van den Cerro Serreta is fraai het gepolijste overschuivingskontakt tusschen Lújardolomieten en Gádorfyllieten waar te nemen langs den straatweg Orgiva—Torbizcón, veel mooier dan langs de Oostflank der S. de Lújar, waar het kontakt vaak bedekt wordt door grove aanééngekittede dolomietbreccies.

De meest vooruitgeschoven post van Lújardolomieten wordt gevormd door een éénzame dolomietenmassa in de knievormige ombuiging van den Rio Guadalfeo ten Z. van zijn vereeniging met den Rio Trevélez. Dit massiefje breekt steil aan den Noordkant af. De fyllieten onder de dolomieten van den Cerro Negro rusten er plaatselijk op, terwijl de geheele ruimte tusschen de steil Zuidwaarts wegduikende schisten der S. Nevada en deze Lújardolomieten door fyllieten wordt opgevuld (zie profiel I, blad II). Het kontakt van deze dolomieten met de S. Nevadaschisten is niet ontbloot. Uit de steile Z.-waartsche helling van de schisten der centrale keten is echter af te leiden, dat ze wegduiken onder het Lújardekblad. Wat er tusschen deze twee eenheden ingeplooid is, werd nog nergens gezien.

Een eigenaardige complicatie in het Lújarcomplex is waar te nemen langs den straatweg Orgiva—Albuñol ten W. van Bco. Camacho. Daar rust een groot eiland fyllieten, waaronder wat glimmerschisten werden gevonden ten W. van den straatweg, op Lújardolomieten. Deze fyllieten hellen steil naar het Westen, wat kan doen veronderstellen, dat ze naar het W. wegduiken onder Lújardolomieten. Bij Co. Camacho ziet men echter aan den straatweg het zeer steile overschuivingskontakt tusschen deze dolomieten en de bewuste fyllieten, zoodat we hier m.i. te doen hebben met een steile dwarssyncline in de Lújardolomieten. Bij de zeer steile asduikingen in deze gebergten is het verschijnsel niet vreemd.

Met sterke asduiking verdwijnen de Lújardolomieten langs den recheroever van de Rbla. Fregente onder fyllieten. Ze komen pas weer te voorschijn in het venster van Albuñol bij het gehucht Alforón.

### c. Het venster van Albuñol.

Deze ontblooting is een fraai voorbeeld van een tektonisch venster, dat door diepgaande erosie werd gevormd.

De Lújardolomieten zijn in de omgeving van Albuñol ontbloot langs de loop van de Rbla. de Albuñol, de Rbla. Valenciano, de Rbla. de las Angosturas, den A. de la Alcaiceria, e.a. (zie blad I).





Gele tektonische mergels langs het overschuivingsvlak.



donkere glimmer-schisten van het Gádor-dekblad.

Foto 19.

Foto Van Blom

Schisten van het Gádordekblad op dolomieten van het Lújardekblad langs den linkeroever der Rbla. de las Angosturas (Venster van Albuñol).

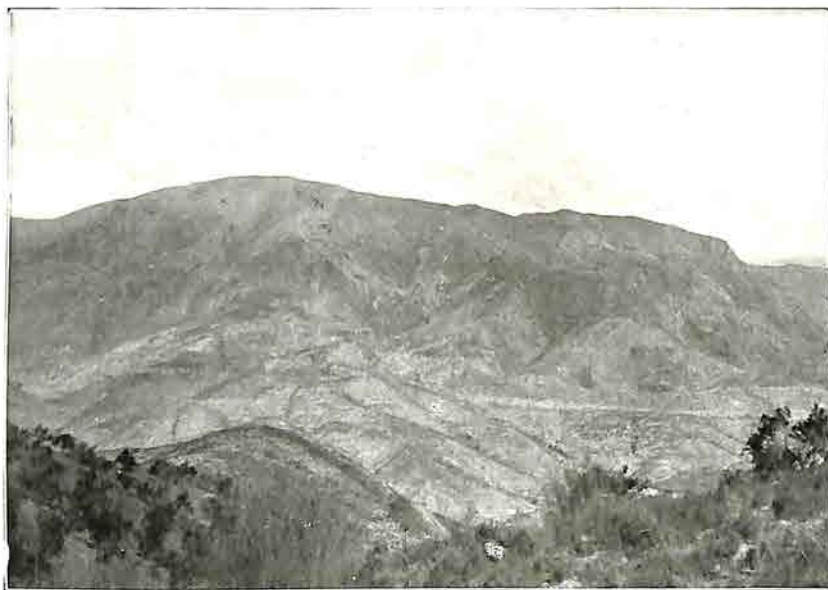


Foto 20.

De Calares de Turón, van het Z. gezien.

Zeer diep zijn de kloven in de Lújardolomieten langs de Rbla. de las Angosturas en de Rbla. Valenciano.

De dolomieten zijn soms sterk geplooid en doorzet met tektonische brecciezônes, wat goed waar te nemen is langs de insnijdingen, waaraan het venster zijn ontstaan dankt.

Het geheele venster is ontbloot in schisten van het Gádordekblad, dat bij de overschuiving de dolomieten van Albuñol langs het abnormale kontakt geweldig door elkaar wreef en vermaalde tot grove mylonieten van harde dolomietstukken uit hardere lagen in een matrix van vergruizingsmeel. Deze gestoorde zône is fraai waar te nemen bij de brug van den straatweg Orgiva—Albuñol over de Rbla. de Albuñol en langs de Rbla. de las Angosturas aan haar linkeroever, waar de abnormale positie van de kristallijne schisten der Alpujarras op de dolomieten van Albuñol tevens prachtig te zien is (zie foto 19).

Ook fijnere mylonieten, op het oog den indruk makende van gelig bruine conglomeratische mergels, komen langs dit overschuivingskontakt voor, o.a. langs den genoemden linkeroever van de Rbla. de las Angosturas, vlak onder kristallijne schisten van het Gádordekblad, en langs den Bco. Puñaleros. Zij lijken veel op de conglomeratische mergels uit de zône met Penninisch Mesozoïcum der S. Nevada en hebben hun ontstaan te danken aan eenzelfde oorzaak; ze bestaan eveneens uit een tektonische menging van de omringende gesteenten. De conglomeratische mergels van het venster van Albuñol zijn breccies van calcië- en dolomietkorrels, stukjes fyllet en lei, verkit door fijn dolomietgruis, bruin gekleurd door stipjes limoniet; verder bevatten ze stukjes plagioklaas en kwarts (hdst. 1386 d.d.—1399—1407—1408).

In verband met het voorkomen van stukjes fyllet en weinig metamorfe lei in bovengenoemde gesteenten, moet gewezen worden op het voorkomen van leien en fylleten ten N. van Albuñol op de dolomieten. De leien worden vergezeld door gips en rauchwacken. Ze verdwijnen ten Z. van den weg Albuñol—Abondón tusschen dolomieten van het Lújardekblad en de schisten van het Gádordekblad. Mogelijk behooren deze fylleten tot de uitgewalste resten van een omgekeerden vleugel dolomieten—fylleten van het Lújardekblad. Een aanwijzing daarvoor vindt men bij de meer Oostelijk-ontbloote vensters van Lújardolomieten, den Cerrón en de Calares de Turón. Bij laatstgenoemde ontsluitingen treft men langs de Zuidgrens der anticlinaal opgewelfde dolomieten een concordante overgang aan van dolomieten naar fylleten met tusschenschakeling van fylletische kal-

ken, dunplattige kalken; dus het omgekeerde van de normale successie, welke we aantreffen in de S. de Gádor. Deze feiten wijzen m.i. op resten van steile synclinale structuren aan de Zuidflanken van de anticlinale opwelvingen van het Lújardekblad. Op de dolomieten van Albuñol met hun sterk gestoorde bovenste series zouden dan nog overblijfsels aanwezig zijn van een uitgewalsten omgekeerden vleugel (zie profiel II, blad II).

Opmerkelijk is het, dat Barrois en Offret (3) hun „étage d'Albuñol" beschrijven als voorkomend *onder* de massieve dolomieten der S. de Gádor en *boven* hun „étage de Motril". Nu rusten juist bij Albuñol de fylleten met gips en rauchwacken *op* de masiseve dolomieten, en de schisten der Alpujarras weer *op* de fylleten. Barrois en Offret hebben blijkens hun algemeen profiel over de S. Nevada en de Alpujarras (l.c., blz. 95) de werkelijke situatie bij Albuñol wel goed waargenomen, doch zij zochten de verklaring in de aanname van een naar het Noorden overkipte syncline van dolomieten en fylleten in schisten, wat met zich mee zou brengen dat langs de Noordgrens dezer syncline fylleten met Zuidwaartsche helling onder de dolomieten wegdooken in normale stratigrafische positie. Dit laatste is in het geheel niet het geval; integendeel duiken de dolomieten van Albuñol langs de Noordelijke begrenzing van het venster overal weg onder de schisten der S. la Contraviesa.

Aan den linkeroever van de Rbla. de las Angosturas en den A. de la Alcaiceria verdwijnen de Lújardolomieten onder de schisten van het Gádordekblad en zij komen weer te voorschijn langs den A. del Tajo ten Z.O. van Co. La Negra, waar de dolomieten van den Cerrón met steile Westwaartsche asduiking onder de schisten verdwijnen.

#### **d. Het massief van den Cerrón.**

Dit  $\pm$  1240 M. hooge massief doet in zijn eenzaamheid en steile verheffing denken aan de S. de Lújar, waarmee het in bouw en tektonische positie overeenkomt.

Aan de West- en Noordzijde wordt dit venster omgeven door schisten. Tusschen schisten en dolomieten ingeklemd treft men nog meegesleurde leien aan langs den A. del Tajo. Begeven we ons echter langs de steil afdalende Zuidflank van het massief, dan zien we de schisten naar het Z.O. terugwijken en plaats maken voor fylleten, die in een dikke serie bij den oorsprong van Bco. de las Dagas tegen de dolomieten rusten, steil naar het Z. hellend. De strekkingen in de dolomieten en dolomietische kalken loopen langs den Zuid- en Z.O.-kant van het massief rond (zie blad I), een

goede illustratie van den domvorming anticlinalen bouw van dit dolomietenvenster.

Bij de bespreking van het venster van Albuñol werd reeds gewezen op de aanwezigheid van fyllietische, dunbladerige en dunplatige, dolomietische kalken aan de Zuidhelling van den Cerrón, kalken welke gemeenlijk deel uitmaken van de onderste serie der Gádordolomieten en -kalken. Aan den Noordrand van het massief is daar niet veel meer van te bespeuren. De schisten rusten daar vrijwel direkt op de dolomieten, en de fyllieten der Zuidzijde zijn haast geheel uitgewalst, eenzelfde verschijnsel als we meer Oostelijk bij de Calares de Turón waarnemen. Een gedeelte der tegen de Zuidflank van den Cerrón hellende fyllieten behooren, samen met de fyllietische kalken, m.i. tot een omgekeerden vleugel en geven zoodmede een aanwijzing op de aanwezigheid van steile synclinale structuren aan de Zuidhellingen van de koepelvormige vensters, gevormd door den Cerrón en de Calares de Turón. De ombuiging in de dolomieten werd helaas nooit waargenomen.

Ten N. van den Cerrón vinden we op de weinig dikke schisten van het Gádordekblad weer een eiland Gádorkalken vlak ten Z. van het pad Co. La Negra—Turón. De schisten zijn op dit massief dus blijkbaar sterk uitgewalst geweest. Meer naar het Noorden komen we aan de depressie van den Bco. del Monte, waarheen de Gádorkalken van den Cerrajón de Murtas afdalen. Tegen het massief van Lújardolomieten rezen ze eens weer omhoog, doch zijn nu op enkele resten na weggeërodeerd (zie profiel III, blad II).

Tegen de Oosthelling van den Cerrón hellen eveneens fyllieten langs den bovenloop van de Rbla. de Guainos. Op deze fyllieten rusten in de trog tusschen den Cerrón en de Calares de Turón weer schisten, welke met een tong Zuidwaarts reiken ongeveer tot het pad van Fuentes de Marbella naar het gehucht Los Clementes. Het is lastig te zeggen of deze fyllieten nog tot het Lújardekblad behooren en misschien de uitgewalste resten van een omgekeerden vleugel voorstellen, of wel onder de schisten geplooiden fyllieten van het Gádordekblad zijn. De grens tusschen Lújar- en Gádordekblad is langs den Zuid- en Oostkant van den Cerrón niet scherp te trekken zooals om het venster van Albuñol. Evenmin is dit het geval langs den Zuidkant der nu te bespreken vensters.

#### **e. De Calares de Turón en de Loma del Pardo.**

Deze twee massieven vormen met de nog Oostelijker gelegen voortzetting langs den linkeroever van de Rbla. del Cid één geheel, dat

door diepe terreininsnijdingen, welke hun ontstaan aan oorspronkelijke tektonische depressies in deze gezamenlijke dolomietkoepel te danken hebben, in enkele stukken is verdeeld, waarvan de twee voornaamste de bovengenoemde namen dragen en gescheiden worden door den Rio Grande.

Langs den Arroyo Pajarillo rijzen de Calares de Turón steil omhoog met Zuidwaartsche helling (zie foto 20 en profiel IV, blad II); meer naar het Oosten duiken de dolomieten van de Loma del Pardo onder fylleten weg ten N. van den straatweg Berja—Fuentes de Marbella (zie profiel V, blad II). Aan den Noordkant duiken deze massieven weg onder de fylleten van het Gádordekblad ten Z. van de Rbla. de Murtas en van het pad Benínar—Berja (dit pad loopt via de Cda. Peñaroá en de Rbla. del Cid). Zij doen zich dus weer evenals de S. de Lújar voor als één groot dolomieten-schild zonder ontblooten ondergrond.

Merkwaardig is de verdeeling van deze Oostelijkste opduiking van het Lújardekblad door erosie en tektonische depressies. De Loma del Pardo is door de breede Rbla. del Cid (= Rbla. del Higueral) gescheiden van twee geïsoleerde massiefjes Lújardolomieten, waarvan het eene ligt vlak ten Z. van de knievormige bocht in de Rbla. del Higueral, het andere zich uitstrekt van even ten Z. van het gehucht Hirmes in Z.O.-waartsche richting tusschen de Rbla. del Cid en den straatweg Berja—Cda. del Cid. De Rbla. del Cid kruist laatstgenoemd masief vlak ten Z. der Cda. del Cid in een smalle kloof. Bij de Cda. Peñaroá is de bedding echter zeer breed en draagt daar het karakter eener tektonische depressie, de Zuidelijke voortzetting van de depressie langs het pad Cda. Peñaroá—Hirmes. Ten Z. van Hirmes is deze depressie opgevuld met fylleten van het Gádordekblad, waarop nog enkele eilanden van Gádordolomieten rusten (zie blad I). Ze is eenigszins te vergelijken met die, welke gelegen is tusschen de N.O.-helling der S. de Lújar en de opduiking van het Lújardekblad in den Cerro Serreta tusschen den Bco. Camacho en de Rbla. de Alcázar.

Evenals bij den Cerrón treft men, zooals gezegd, langs de Zuidhelling van de Calares de Turón concordant tegen de dolomieten steil Zuidwaarts hellende fylleten aan. Waarschijnlijk ook hier de sporen van een omgekeerden vleugel. Goed is dit verschijnsel waar te nemen langs den Arroyo Pajarillo.

Merkwaardig zijn deze culminaties van het Lújardekblad door de aanwezigheid van eenige resten Gádordolomieten en fylleten op haar rug. De voornaamste liggen ten N. en Z. van het dorpje Turón

en langs den straatweg Berja—Beníjar. Bij de bespreking van het Gádordekblad werd er reeds op gewezen, dat onder deze eilanden val dolomieten de fylleten soms totaal zijn uitgewalst, zoodat dolomieten op dolomieten kwamen te liggen. De kristallijne schisten van het Gádordekblad zijn op deze culminaties volkomen uitgewalst. Dat er wel kristallijne schisten overheen zijn gekomen, bewijzen de tusschen fylleten ingeklemde schisten langs de Zuidhelling der S. Nevada ten N. van het Tertiaire bekken van Ugíjar.

In de depressie tusschen de Calares de Turón en den Cerrón zijn nog kristallijne schisten aanwezig, door een meegewalste laag fylleten gescheiden van de Lújardolomieten. Naar het O. tegen de Calares de Turón wiggen deze schisten echter vrij plotseling uit, zoodat ze onder de eilanden van Gádordolomieten bij Turón niet meer aanwezig zijn.

De Calares de Turón en de Loma del Pardo vormen de Oostelijkste ontblootingen van het Lújardekblad. Langs den straatweg Berja—Alcolea duiken de Lújardolomieten met een prachtig gepolijst overschuivingsvlak voor goed weg onder het Gádordekblad om niet meer te voorschijn te komen.

#### **f. De voortzetting van het Lújardekblad naar het Westen en het Oosten.**

In verband met de algemeene Westelijke asduiking der Oostelijke Betische ketens ter hoogte van den meridiaan van Motril is het onwaarschijnlijk, dat het Lújardekblad ten W. van dezen meridiaan nog eens te voorschijn komt.

Houden we bovengenoemd feit in het oog en denken daarbij tevens aan de wegduiking van het Lújardekblad onder de S. de Gádor, *dan is het wel zeer waarschijnlijk, dat de ontblootingen van dit eigenaardig ontwikkelde Lújardekblad slechts beperkt zijn tot de Alpujarras.*

#### **g. De vorm en het ontstaan van het Lújardekblad.**

Zooals werd uiteengezet is de vloer van het Lújardekblad niet bekend.

Langs den Noordkant breekt het dekblad af, wat te zien is langs den Rio Guadalfeo bij de samenvloeiing met den Rio Trevélez. Aan den Zuidkant van de venstervormige ontblootingen van deze eenheid duiken de Lújardolomieten steil weg onder gesteenten van het Gádordekblad, terwijl we in aansluiting hieraan de Gádordolo-

mieten weer steil zien wegduiken in de Middellandsche Zee tusschen Castell de Ferro en Calahonda.

Het is waarschijnlijk, dat de gesteenten van het Lújardekblad in hun geheel tusschen de S. Nevada en de Midd. zee begrensd blijven en niet, zooals *Blumenthal* op de aan zijn „Versuch einer tektonischen Gliederung der Betischen Cordilleren von Central- und Südwest-Andalusiën” (6) toegevoegde tektonische kaart aangeeft, met een Zuidwaarts gerichte wortel onder de Midd. zee verdwijnen. Gewezen werd op sporen van een omgekeerden vleugel, gekarakteriseerd door dunplatische dolomietische kalken en fylleten, aan de Zuidflanken van de Calares de Turón en den Cerrón. Indien de Lújardolomieten zich nog veel verder Zuidelijk voortzetten onder de schisten van het Gádordekblad, zou er weinig kans bestaan op het gespaard blijven van resten van een omgekeerden vleugel. We zien immers in de Alpujarride dekbladen, dat ze geen sporen van keervleugels hebben op hun rug en aan hun basis. Het zijn fraaie voorbeelden van breukoverschuivingen. Waar nog iets van een omgekeerden vleugel wordt aangetroffen in het Zuidelijk gedeelte van een dekblad, kan men de nabijheid der Zuidelijke begrenzing verwachten. Bij het Lújardekblad zien we al de snelle verdwijning en uitwalsing van eenige resten van een keervleugel, zoodra we op de culminaties komen, en over de culminaties aan de wegduikingen naar het Noorden.

Ter verklaring van het ontstaan van deze merkwaardige eenheid zij hier een veronderstelling ontwikkeld, welke in verband met de geringe kennis omtrent de begrenzing van het Lújardekblad naar beneden en naar het Zuiden een zeker spekulatief element moet hebben.

Nemen we aan, dat het Lújardekblad zich niet veel verder naar het Zuiden uitstrekt dan de zichtbare, in vensters ontbloote, Zuidelijke begrenzing, die gekenmerkt is door het steil wegduiken der dolomieten, en houden daarbij in het oog, dat deze eenheid niet over de koepel der S. Nevada heen komt, dan valt de geringe breedte van dit dekblad op t.o.v. de reeds bekende breedte van het reusachtige Gádordekblad. De S. de Lújar is tusschen het dorpje Lújar en den Rio Guadalfeo niet meer dan  $\pm 11$  K.M. breed, terwijl het Gádordekblad zich tusschen de zeekust bij Motril en de S. Harana reeds over een transversalen afstand van  $\pm 70$  K.M. uitstrekt (zie blad III). Het achterblijven der Lújardolomieten ten Z. der S. Nevada wijst er m.i. op, dat deze hooge en grootste anticline van het Beticum een onoverkomelijk stootblok heeft gevormd bij de op-



dringing der Lújardolomieten tegen de, uit Noordelijke gedeelten der Westmediterrane Thetys opgeplooiden en nu tektonisch dieper liggende, dekbladen der centrale keten. Het Gádordekblad kon na schuiving over de Lújardolomieten, welke als het ware een leidbrug vormden tegen de Zuidflank der S. Nevada-anticline, wel over de centrale koepel heenkomen. Dat dit moeite kostte, bewijst de totale uitwalsing van de kristallijne schisten der Alpujarras tegen deze Zuidflank, en zelfs ter hoogte van de S. de Lújar en de Calares de Turón tegen de Lújardolomieten. Zelfs de Triasfyllieten nemen aanmerkelijk in dikte af tegen de S. Nevadakoepel en erover heen, waardoor soms Triasdolomieten direkt op de marmers der zône met Peninisch Mesozoïcum kwamen te liggen en het overschuivingscontact een geweldige tektonische brecciezône werd door het over elkaar schuiven der stugge gesteenten (men denke b.v. aan de door Z e y l m a n s beschreven geweldige ontwikkeling van z.g. „conglomeratische mergels” op het contact van Triasdolomieten met fyllieten en marmers in de S. de los Filabres).

Het nog hooger gelegen Guájardekblad kwam zelfs met kristallijne schisten over de S. Nevada heen. Dit laatste wijst er op, dat na de vorming van Lújar- en Gádordekblad een zekere vereffening van de overschuivingsoppervlakte vóór de opdringende Alpujarride dekbladen ontstond, waardoor de overschuiving der hoogere eenheden gemakkelijker werd.

Het is in den hierboven gevolgden gedachtengang niet onwaarschijnlijk het geheele Lújardekblad te beschouwen als een reusachtige muis van Triasdolomieten, die eens het front vormde van het Gádordekblad, dat tegen de S. Nevadakoepel bleef steken, toen op een betrekkelijk geringen afstand achter het front afknapte na een zekere opplooiing langs de afknappingslijn, en daarna over het achterblijvende frontstuk, dat als leidbrug dienen ging, heenschoof, om over de groote centrale hindernis heen het voorland der Betische ketens te bereiken. Dit achtergebleven frontstuk zien we nu als een dikke dolomietenmassa van betrekkelijk geringe breedte midden door de Alpujarras loopen als Lújardekblad. Fig. 5 geeft de situatie in profiel schematisch weer ongeveer ter hoogte van de S. de Gádor, waaronder de Lújardolomieten een groote domvormige anticline zullen vormen, nog geheel bedekt door Gádordolomieten en -fyllieten. De dolomieten der twee eenheden zijn in fig. 5 met zwart aangegeven, de diepere dekbladen der S. Nevada vertikaal gestreept. Volgens deze beschouwing heeft dus het Lújardekblad aan zijn Zuidzijde een afknappings-

rand, hoogstens nog met resten van een even opgewipten omgekeerden vleugel.

Daar de opwelling der S. Nevada — volgens veronderstelling de oorzaak van het ontstaan van het Lújardekblad — naar het Westen met aanmerkelijke asduiking wegduikt, is het niet onwaarschijnlijk aan te nemen, dat in deze richting ook de aanleiding tot het tegen-

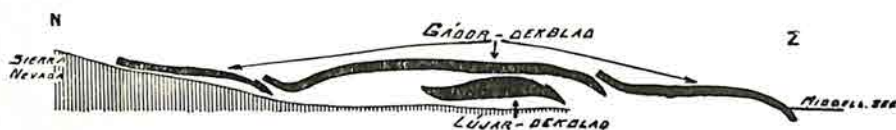


Fig. 5.

Schematisch profiel van het onderlinge verband tusschen Gádordekblad, Lújardekblad en de eenheden der S. Nevada.

houden der Lújardolomieten verdween, m.a.w. dat de Westelijke voortzetting van het Gádordekblad geen bijzondere moeilijkheden bij de overschuiving heeft ondervonden en daar geen frontstuk achterliet, wat de uitwiggung van het Lújardekblad naar het Westen met zich moet meebrengen. Een uitgebreid onderzoek in de S. Almirara en S. Tejada moet uitmaken of dit laatste inderdaad zoo is.

### BASISCHE INTRUSIVA IN DE ALPUJARRIDE DEKBLADEN.

In de Alpujarras zijn basische intrusiva zeldzaam.

Een stuk groenig, brokkelig verweerd basisch intrusief, bij microscopisch onderzoek een verweerd diabaasachtig gesteente blijkend te zijn, werd aangetroffen aan den linkeroever van de Rbla. de Cojáyar even ten Z.O. van het dorp van dien naam, ingeklemd tusschen fylleten en een steil uit de rambla opduikende schol dolomieten (hdst. 1459 d.d.). Een dergelijke gesteente werd gevonden op de dolomieten der S. de Lújar als een los brok aan den weg Orgiva—Torbizcón ten Z. van den Río Guadalfeo (hdst. 1852 d.d.). Dit stuk is als zoodanig slechts een spoor van de voortschuiving van het nu ter plaatse weggeërodeerde Gádordekblad over de dolomieten der S. de Lújar.

Enkele schollen sterk geserpentiniseerd basisch intrusief en serpentin werden aangetroffen tusschen fylleten aan den rechteroever van Bco. Híñizar en langs den straatweg Laujar—Paterna (hdst. 1811 d.d.—1819 d.d.).

Hausmann (21) spreekt van een serpentijnachtig gesteente onder de S. de Gádor bij Berja. Door mij werd niets van dien aard aangetroffen.

Bovengenoemde, bij de overschuiving meegesleurde, wortellooze schollen basisch intrusief getuigen van het inpersen van basische intrusiva, te vergelijken met de ophiolieten der Penninische Alpen, tusschen de Alpujarride dekbladen bij het ontstaan der overschuivingstektoniek.

### DE DIEPERE DEKBLADEN DER S. NEVADA; BETISCH PENNINICUM.

Omtrent de tektoniek van de kristallijne gesteenten der S. Nevada — zône met Penninisch Mesozoïcum en kristallijne schisten — valt nog niet veel mede te deelen. Bij de bespreking der S. Nevada-gesteenten (Hoofdst. Stratigrafie) werd er op gewezen, dat de zône met Penninisch Mesozoïcum steeds de hoogste positie inneemt in de centrale keten, terwijl in deze zône zelf de kalkig-fyllietische afdeling steeds bovenaan voorkomt. Dit laatste geldt voor den geheelen Zuidrand der S. Nevada vanaf Orgiva tot bij Laujar. Aan den Noordrand is deze gesteentezône wel eens verdubbeld (o.a. ten Z.O. van Monachil), terwijl de marmers der S. de los Filabres, welke eveneens daar de hoogste plaats innemen in genoemde serie, met onderliggende kristallijne schisten en bovenliggende Triasfyllieten en -dolomieten van het Gádordekblad door Zeylmans v. Emmichoven (43) verplooid werden gevonden, waardoor kristallijne schisten en marmers op Triasdolomieten kwamen te liggen, o.a. bij het venster van El Rascador (zie de profielen van Zeylmans). Langs den Zuidrand der S. Nevada vertoont de zône met Penninisch Mesozoïcum een enkelvoudig karakter en een opvallende uitwalsing tot totale afwezigheid der marmers toe.

Langs diepe dalen in het centrale gebergte zou men deze gesteenten terug moeten vinden om groote verdubbelingen in het profiel over de S. Nevada aan te kunnen toonen. Tot nu toe is dit nog niet overtuigend geschied.

Een tektonische bijzonderheid langs den Zuidrand der S. Nevada vormt de op vele plaatsen achterovergekipte en ondergestuwde stand van de hoogste serie der S. Nevadaschisten. Dieper het gebergte in is een meer constante Zuidwaartsche helling aanwezig, welke ongeveer ter hoogte van de kamlijn in een Noordwaarts gerichte overgaat.

## SLOTWOORD OVER DE METAMORFOSE DER DEKBLADEN.

Evenals in de andere Alpine ketengebergten neemt de graad van metamorfose van de hogere naar de lagere tektonische eenheden der Betische ketens toe. Aan de beschouwingen van Van Bemelen hierover (4, blz. 142—145) zij nog een enkele opmerking toegevoegd.

Bij de microscopische en ook reeds bij de macroscopische bestudeering van de gesteenten der Alpujarriden en van de centrale keten valt op, dat naast de vorming van nieuwe mineralen zoowel bij Triadische als oudere gesteenten (de kristallijne schisten) een duidelijke kataklastische structuur optreedt. De kristallijne schisten der S. Nevada en der Alpujarras geven gerolde en gebroken granaatkristalloblasten te zien (zie foto's 23, *a* en *b*) en unduleus uitdoo-venden kwarts, de kwartsieten een fraaie mortelstructuur. De marmers der zône met Penninisch Mesozoïcum met hun rijke ontwikkeling van glimmerblaadjes vertoonen sterk gebroken en unduleus uitdoo-vende carbonaatkristallen (zie foto 21).

De Triasdolomieten en -fyllieten van Lújar- en Gádordekblad zijn minder kristallijn dan de schisten der Alpujarras en de gesteenten van het Betische Penninicum; eerstgenoemde hooren thuis in de epi- (tot meso-) zône der dislokatiemetamorfose volgens Heim, laatstgenoemde in de meso- (tot kata-) zône. De dolomieten zijn echter soms reeds grofkristallijn en in de onderste, meer mergelige, series is naast een zekere marmorisatie de ontwikkeling van glimmer op glijvlakken te zien; de fyllieten hebben haast allen het karakter van leien verloren. Ook deze mineralisatie der Triasgesteenten wordt begeleid door kataklastische structuren.

Beschouwen we de gesteenteseries in het groot, dan valt op, dat naast waarneembare plastische vervorming — vorming van groote en kleine plooien — zeer ver gaande verdrukking of vergruizing der gesteenten optreedt. Het sterkst is deze brecciatie langs de groote abnormale kontakten, waarbij men denke aan de tektonisch ontstane „conglomeratische mergels”, welke de marmers der zône met Penninisch Mesozoïcum vergezellen en in analoge ontwikkeling voorkomen langs het contact tusschen Gádor- en Lújardekblad op de dolomieten van Albuñol. Echter ook de massieve Gádordolomieten vertoonen overal in de S. de Gádor en de Alpujarras intensieve vervorming door breuk naast plastische vervormingen. De syncline der Loma Salobra b.v. wijst op het laatstgenoemde verschijnsel.

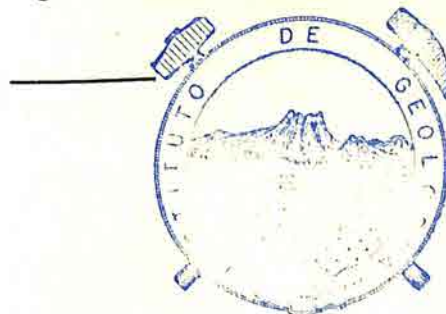
In sterkere mate vertoonen de marmers der zône met Penninisch

Mesozoïcum fraaie detailplooïing; daarnaast echter ook vérgaande verbreking van het verband, en brecciatie.

We nemen in het algemeen waar dat de sporen van plastische vervorming van de hoogere Alpujarriden naar de centrale keten toenemen. Zoo vertoonen reeds de dolomieten van het Lújardeklad, natuurlijk slechts in het algemeen, niet het sterk gebroken karakter van die der S. de Gádor met hun aders van secundaire calciet en uitgebreide ontwikkeling van loodertsen langs scheuren en brecciezône's; terwijl we in het Betische Penninicum slechts meso- tot katagesteenten aantreffen.

Het optreden van breukverschijnselen in alle dekbladen der Betische ketens naast een toenemenden graad van mineralisatie naar de diepte kan verklaard worden door een vermindering in tektonische diepte, door erosie, van deze eenheden gedurende het proces der gebergtevorming. Men kan zich voorstellen dat gedurende de opstuwing der Betische ketens deze tijdens de hoofdfase in de ontwikkeling van het dekbladengebouw boven zee verzezen en daardoor aan de erosie werden bloot gegeven. De hoogere eenheden werden daardoor verwijderd, waardoor de sterker gemetamorfoseerde zône's in het gebied der kataklastische structuren en brecciatie kwamen en de min of meer plastisch vervormde gesteenten aan breukvorming ten prooi vielen.

De grootere graad van kristallijnheid van vele schisten en gneizen uit de zône met Penninisch Mesozoïcum vergeleken met de schisten der S. Nevada verklaren wij door aan te nemen dat de bijzonder grof gemineraliseerde toermalijngneizen en granaatglimmerschisten uit deze zône hun ontstaan niet in hoofdzaak te danken hebben aan dislokatiemetamorfose op grootere diepte. Pneumatolytisch-hydrothermale werkingen en kontaktmetamorfose hadden plaatselijk een overwegenden invloed langs het grootte overschuivingskontakt tusschen de Alpujarride dekbladen en de diepere Betische eenheden; dikwijls in de buurt der basische intrusiva. Dit verklaart het ontstaan der toermalijnalbietgneizen, glimmerschisten met groote granaten, en het albietgehalte der marmers in de hoogste zône's van de kristallijne schisten der S. Nevada. Het sterker kristallijne karakter is dus niet het resultaat van dislokatiemetamorfose alleen. Deze laatste neemt, afgezien van voorkeur voor horizonten van intensieve schuiving, in het algemeen in sterkte toe van de hoogere naar de dieper gelegen gesteentemassa's.



BIBLIOTECA

## HOOFDSTUK IV.

### DE ONTWIKKELING DER BERGVORMING.

---

Een voorloopig algemeen overzicht van de voornaamste discordanties en de daaruit af te leiden tijdsbegrenzing van de ontwikkeling der bergvorming in de Betische ketens gaven o.a. Van Bemmelen (4) en Blumenthal (6). Wij ontleenen aan onze onderzoekingen in de Zuidelijke Betische ketens nieuwe gegevens, die voor dit onderwerp van belang zijn.

Als eerste belangrijke discordantie wordt genoemd die aan de basis van het Eoceen, welke reeds door Bertrand en Kilian werd beschreven (5, blz. 470). In de Alpujarras werden door mij eveneens Palaeogene gesteenten aangetroffen langs het bekken van Ugíjar en de depressie tusschen de S. de Gádor en de Alpujarras, Palaeogeen, dat met zijn conglomeratisch-kalkige facies volkomen overeenstemt met het door Hetzel uit de omgeving der S. Alhamilla beschrevene (23, blz. 17 e.v.). Bij de beschrijving van dit Palaeogeen der Alpujarras (blz. 54 e.v.) werd reeds gewezen op het gehalte aan kleine, naar de spec. onbepaalde Nummulieten, in tegenstelling met de groote Nummulieten uit het door Van Bemmelen beschreven ingeplooid Eoceen van den Noordrand van het gebergte tusschen Granada en Guadix. Het Nummuliticum van den rand van het Tertiaire bekken van Ugíjar—Laujar—Canjáyar en van den Noordrand der S. Alhamilla (ten N.O. van Almería) rust als autochtone formatie discordant op Triasdolomieten en -fyllieten, zooals in de Alpujarras werd vastgesteld en eveneens bij een kort bezoek aan den Noordrand der S. Alhamilla werd waargenomen. Deze Triasfyllieten en -dolomieten behooren zoowel in de Alpujarras als aan den Noordrand der S. Alhamilla tot het Gádordekblad (zie blad III der kaarten). Dit Gádordekblad is eens bedekt geweest door hoogere tektonische eenheden, waartoe, voor zoover bekend, het door Van Bemmelen beschreven Guájardekblad uit de S. de las Guájaras vrij zeker behoort en misschien het kristallijn van Malaga.

In ieder geval is aan de transgressie van het oud-Tertiair in de

Zuidelijke Betische ketens een belangrijke erosieperiode voorafgegaan, waarin de hoogere eenheden der Betische ketens totaal werden verwijderd. Het is lastig aan te geven, wanneer het reeds in hoofdtrekken voltooide gebouw der Betische ketens boven zee verrees om door de erosie te worden aangegrepen, of dit in het alleroudste Tertiair plaats had of vroeger.

Bij het bespreken van het Tertiair werd nog in het midden gelaten of het Palaeogeen der Alpujarras wel Eoceen is, dus even oud als het overschoven Tertiair van de S. Harana, of wel Oligoceen. Is het Eoceen, dan moet men aannemen, dat de plooiing aan den Noordrand der Betische ketens na de ruwe voltooiing der dekbladenstructuur nog in sterkeren mate doorging dan langs den Zuidrand. Heeft men in de Alpujarras met Oligoceen te maken, dan is het mogelijk, dat de oud-Tertiaire zee in het Zuiden later transgredeerde dan in de Subbetische ketens, waardoor het Oligoceen ontsnapte aan de intensieve plooiing en overschuiving, waaraan nog het Eoceen der S. Harana ten prooi viel. Het is in het laatste geval niet onaannemelijk, dat door de sterkere verheffing der Betische ketens het Eoceen eerder kon transgredeeren over de lagere Subbetische ketens, het Oligoceen pas later in de hoogere en voor de erosie zooveel meer tijd vereischende Betische ketens.

Hoe het ook zij, het Tertiair der Subbetische- en Betische ketens heeft niet meer aan de dekbladenvorming deelgenomen.

*De hoofdontwikkeling van de dekbladenstructuur der Betische ketens valt in verband met het bovenstaande in ieder geval vóór het Palaeogeen, en wanneer men in aanmerking neemt, dat vóór de transgressie van het oud-Tertiair in de Alpujarras een zeer aanzienlijke tektonische bedekking door erosie verwijderd moet zijn geweest, is het wel aan te nemen, dat tegen het einde van het Krijt de dekbladen reeds over elkaar moeten hebben gelegen. De voltooiing der Zuid-Spaansche Alpen in hoofdtrekken valt hiermede beslist vroeger dan in de Zwitsersche Alpen, waar het Nummulithicum („Flysch”) nog overal aan de dekbladenstructuur deelneemt (vgl. de Oligocene of vroeg-Penninische hoofdfase der Alpenvorming volgens Heim (22, Bd. II, blz. 882)).*

Werd geconstateerd, dat in het Palaeogeen de structuur van de Betische ketens in hoofdaanleg reeds aanwezig was, dan is de veronderstelling gewettigd de wording van deze structuur in Jura en Krijt te plaatsen. In dit verband krijgt de door Van Bemmelen (4, blz. 130) geopperde idee (ontleend aan Jenny's „Die Alpine Faltung”) omtrent het ontstaan van tektonische transgressies tijdens

den groei der ketengebergten voor de Betische ketens in het bijzonder een verhoogde waarde. In de Alpujarriden en eveneens in de zône met Penninisch Mesozoïcum der S. Nevada valt het ontbreken van zeker jong-Mesozoïcum op, in tegenstelling met de aanwezigheid van jonger Mesozoïcum in de Penninische dekbladen der Alpen met hun reusachtige ontwikkeling van „Bündnerschiefer” (waarin men zelfs in Prättigau oud-Tertiair onderscheidt) en in de onder-Oostalpine eenheden met hun Liasbreccies, Malm, Krijt („couches rouges”), enz. Zoo kan dus na de vorming van de Trias der Alpujarride dekbladen en van de diepere, min of meer Penninische, eenheden dit oudste Mesozoïcum door opdringende breukoverschuivingen tektonisch bedekt zijn geworden, waardoor het ontbreken van het jongere Mesozoïcum in de Betische dekbladen kan worden verklaard. Men zou hiertegen kunnen opwerpen, dat na de vorming van de Triassedimenten de Westmediterrane Thetys droog liep, waardoor er nooit Jura en Krijt tot afzetting kwam in het gebied, waaruit de dekbladen van Alpujarras en S. Nevada verzezen. In dat geval zou m.i. de erosie de Triassedimenten voor een groot deel vernietigd hebben. Dit laatste is zeker niet het geval geweest; van den meridiaan van Granada tot aan de Oostelijkste uitloopers van de S. de los Filabres en de S. Alhamilla treffen we Triasdolomieten aan in machtige ontwikkeling, zonder dat er aanwijzingen zijn, dat ze plaatselijk ontbroken hebben. Door tektonische bedekking kunnen sedimenten voor de erosie behoed worden, evenals door bedekking door de zee. De laatste factor moet echter in verband met het ontbreken van jonger Mesozoïcum worden uitgeschakeld, hoewel hiermede niet ontkend wordt, dat de hoogste, nu door erosie verdwenen, struktuureenheid der groeiende Betische ketens tijdens de Mesozoïsche ontwikkelingsfase onder zee heeft gelegen. Dit laatste kan pas uitgemaakt worden wanneer eventueele hoogere eenheden beter onderzocht zullen zijn.

Tot slot van de bespreking van de oudste- en hoofdfase in de geschiedenis der wording van de Betische ketens zij nog het een en ander opgemerkt over het bestudeerde gebied zelf.

Bij de bespreking van het Lújardekblad werd dit langgerekte dolomietenschild opgevat als een reusachtige muis, een tegen de culminatie der S. Nevada achtergebleven stuk uit het front van het verder naar het Noorden overschoven Gádordekblad. Bij de bespreking van het Gádordekblad werd reeds gewezen op de soms haast volledige uitwalsing der schisten- en fylletenbasis van deze



eenheid boven de culminatie van het Lújardekblad en tegen de Zuidhelling der S. Nevada. Dit wijst er op, dat de anticlines van Lújardekblad en S. Nevada tijdens de prae-Tertiaire fase der gebergtevorming remmend werkten op de meesleuring van de fyl-lieten- en schistenbasis der Gádordolomieten. Tijdens deze fase werd reeds de groote depressie tusschen Lújaranticlines en S. Nevada-culminatie geschapen, evenals in aanleg het stelsel dwarssynclines tusschen de verheffingen van Lújar- en Gádordekblad in de Alpujarras. De groote depressie ten Z. der S. Nevada werd een verzamel-bekken van de over de Lújaranticlines gesleurde Gádorfyllieten en kristallijne schisten der Alpujarras.

Tusschen de S. de Lújar en de Oostelijkste, koepelvormige ont-blootingen van het Lújardekblad vormden de dolomieten van deze eenheid een vlakke trog, waarin een onbelangrijke culminatie ont-bloot is in het venster van Albuñol (zie lengteprofiel VII, blad II). Over deze vlakke trog konden de kristallijne schisten van het Gádor-dekblad het verst naar het Noorden opdringen en zelfs den Rio Guadalfeo bereiken. Over de hooge culminaties van S. de Lújar en Calares de Turón kwamen geen of weinig kristallijne schisten heen. De lange strook ingeklemde schisten langs de Zuidhelling der S. Nevada tusschen Cástaras en den Rio Alcolea wijst op een beperkte stuwing van kristallijne schisten, óók over de Oostelijkste culminaties van het Lújardekblad in de Alpujarras.

In de samenvatting, die Van Bemmel en over den gang der gebergtevorming in de Oostelijke Betische ketens geeft, zijn nog de volgende discordanties vermeld:

een *tweede* discordantie tusschen het Nummulithicum en het onder-Mioceen;

een *derde* discordantie tusschen onder- en midden-Mioceen, resp. Helvétien en Tortonien (de blokformatie van Von Drasche);

een *vierde*, zwakkere discordantie boven het Tortonien.

In de Alpujarras werden deze laatste discordanties niet waar-genomen. Ten Oosten van den Rio Alcolea is alleen de discordantie tusschen de gele zanderige mergels uit het bekken van Ugijar en de losse horizontale conglomeraten uit het bekken van Laujar (waar-schijnlijk Diluvium) te zien.

Vóór de transgressie van het onder-Mioceen (Aquitaniën of Hel-vétien) werd het Nummulithicum in de Subbetische ketens sterk geplooid, zelfs overschoven. In deze periode laat Van Bem-mel en ook de vorming van de Juravensters in het gebergte tusschen Granada en Guadix vallen.

Of de plooiing van het Tertiair der Alpujarras ook samenvalt met de overschuiving van het Eoceen der Subbetische ketens, valt niet met juistheid te zeggen. De Palaeogene gesteenten uit het bekken van Ugíjar (de conglomeratische kalksteenen met *Nummulites* en *Archaeolithothamnium*) zijn op zijn jongst Oligoceen, de harde, eveneens aan de randen van het bekken sterk geplooid, conglomeraten kunnen echter wel reeds Mioceen zijn. Voor zoover kon worden nagegaan zijn de oudste conglomeraten met de kalksteenen en mergels samen geplooid, zoodat bij Miocenen ouderdom der conglomeraten de plooiing wel gelijktijdig zal hebben plaats gehad met de sterke plooiing van het onder-Mioceen in het bekken van Granada (Helvétien) en de overschuiving van deze formatie (het Aquitanien) in de Noordelijke Subbetische ketens (provincie Jaén).

De steile hellingen van resten Tertiaire mergels en harde conglomeraten in de groote dwarsdepressie tusschen S. de Gádor en Alpujarras wijzen er op, dat deze, reeds tijdens de prae-Palaeogene bergvorming in aanleg aanwezige, tektonische dalen na het Palaeogeen nog bijzonder geaccentueerd werden, waardoor de merkwaardige ontblootingen van het Lújardekblad zich nu aan ons oog voordoen als steile, plotseling oprijzende hoogten.

De invloed van de jongste ontwikkeling der bergvorming is lastig na te gaan in de Alpujarras. De conglomeraten en zanden langs de kust bij Adra, welke eenigszins geplooid zijn en min of meer naar het Zuiden hellen, evenals het door Hetzel beschreven Pliocéen uit de bekkens om de S. Alhamilla, zijn van onbekenden ouderdom, misschien jong-Pliocéen. Zij zijn waarschijnlijk geplooid tijdens de laatste merkbare plooiingsfase, waardoor de conglomeraten van het Tortonien (= de blokformatie van Von Drasche) hun helling verkregen.

Als laatste merkbare invloed der Alpine orogenese in de Alpujarras kan genoemd worden de nog steeds voortgaande rijzing der Middellandsche zeekust, waardoor nog jonge terrassen langs breede ramblas, w.o. de rambla de Gualchos, werden gevormd; evenals kustterrassen, o.a. bij Adra.

Resumeerende kan gezegd worden, dat de *hoofdontwikkeling der Alpine bergvorming in het gebied der Zuid-Spaansche Alpen reeds plaats had vóór het Nummulithicum*, dus aanmerkelijk vroeger dan de gelijkwaardige „frühpenninische phase” van Heim in de Zwitsersche Alpen, die met het Oligoceen samenvalt.

Met bovenstaande uitspraak worden dus de oudere ideeën over

den ouderdom der bergvorming in Zuid-Andalusië sterk gewijzigd of verworpen. Zoo lezen we b.v. bij Gentil (14, 15, 16, 17, 18), dat hij zich het ontstaan der Betische- en Subbetische ketens pas dacht na het Helvétien, waarbij hij wel v.n. lette op de overschuiving van het onder-Mioceen in de Subbetische ketens (vgl. de studie van R. Douvillé over de omgeving van Jaén, 11), tevens steunende op de onjuiste veronderstelling, dat om het bekken van Granada de Trias als dekblad rust op het Helvétien, dat in werkelijkheid autochtoon is.

Blumenthal (6, blz. 515) spreekt van een post-Eocene hoofdfase der orogenese, die hij nog onderverdeelt in twee secundaire fasen: een onder-Oligocene en boven-Oligocene tot onder-Miocene. De onder-Oligocene fase bracht volgens hem het begin der inwikkelingsverschijnselen aan den Noordrand der Betische ketens. Deze inwikkelingen zijn echter m.i. een posthume verschijnsel; de dekbladen der Betische ketens bestonden reeds vóór die inwikkeling, dus vóór de transgressie van het Nummuliticum. *De Tertiaire discordanties in de Oostelijke Betische ketens zijn te beschouwen als indicatoren der tijdens het Palaeo- en Neogeen doorgaande, en langzaam minder wordende, voortstuwing der Betische ketens na de hoofdontwikkeling der gebergtevorming in het jongere Mesozoïcum.*



## AANHANGSEL.

---

### I. ECONOMISCHE GEOLOGIE.

De minerale rijkdom der Alpujarras en S. de Gádor was reeds den Romeinen bekend en blijft dan ook in de litteratuur niet onvermeld. Vele publikaties geven een overzicht van de voorkomende ertsen, waarvan uit den laatsten tijd genoemd kunnen worden die van R. Guardiola en A. de Sierra (20), en F. Schumacher (31). De laatste publikatie geeft bovendien een uitgebreid litteratuuroverzicht over alle ertsvoorkomens van het Iberische schiereiland.

Voor een volledige opsomming van ertsvoorkomens in de Alpujarras en aangrenzende gebergten — in het bijzonder der provincies Almería en Granada — zij verwezen naar het werk van Guardiola en De Sierra. Hier zal slechts een en ander medegedeeld worden over het verband tusschen de ertsvorming en de tektoniek.

*IJzerertsen* worden op vele plaatsen in de Alpujarras gevonden. Zij behooren tot een groep van metasomatische ijzerertsen, welke algemeen verbreid zijn in de Oostelijke Betische ketens en gebonden zijn aan de Triaskalken en -dolomieten en tevens aan de glimmermarmers uit de zône met Penninisch Mesozoïcum, welke laatste de hoogste serie van de kristallijne schisten der S. Nevada en S. de los Filabres vormt.

De vorming der ertsen ging langs den weg calcië (dolomiet)—sideriet—limoniet en haematiet (de laatste mineralen zijn ontstaan door oxydatie en hydratisatie van de sideriet). Behalve Fe bevatten de ertsen Mn en soms wat Cu (volgens Zeylmans v. Emmichoven, 43, blz. 52—54), echter weinig fosfor en zwavel (zie de analyseopgaven van Guardiola en De Sierra, 20).

Zeylmans v. Emmichoven (43) en Van der Veen (40) dachten zich de ertsen ontstaan door circuleerende oplossingen, welke langs toevoerspleten in de schisten der S. Nevada en S. de los Filabres de marmers en Triaskalken bereikten en deze verertsten tot sideriet met behoud van de oorspronkelijke structuur der gesteenten, in de marmers zelfs met sparing van de glimmerschubjes, ook na de

oxydatie tot limoniet. Het laatste verschijnsel werd door mij fraai waargenomen ten Z. van Paterna in gedeeltelijk verertsste marmers (zie hdst. 1813 d.d. en 1815). Bij microscopisch onderzoek der sterk dislokatiemetamorfe beïnvloede marmers (hdst. 1813 d.d.) werd het optreden van siderietkristallen — langs de scheurtjes reeds verweerd tot limoniet — waargenomen in de nog weinig veranderde gesteenten, waarvan het direkte contact met Fe-erts in het veld te bespeuren valt.

Het is niet onwaarschijnlijk, dat de siderietgangen der S. Nevada en S. de los Filabres, welke gekenmerkt zijn door kopergehalte (chalcopyriet, sulfoarseniden en -antimoniden) volgens de de meening van Z e y l m a n s (l.c.) en V a n d e r V e e n (l.c.) als toevoerkanaalen zijn te beschouwen van de ertsbrengende oplossingen, welke de hooger liggende marmers en Triaskalken verertsten.

Hun grootste verspreiding vinden deze ertsen in de centrale Betische ketens, echter komen ze ook voor in de Alpujarride dekbladen, o.a. in de S. Alhamilla ten N.O. van Almería aan de basis der Triaskalken en -dolomieten.

Wat het voorkomen in de centrale ketens betreft, zij gewezen op het merkwaardige feit, dat de verertsing, zoowel in de marmers als in de Triaskalken en -dolomieten, plaats heeft gehad langs het groote overschuivingscontact tusschen de diepere eenheden der S. Nevada (Betisch Penninicum) en de Alpujarride dekbladen, i.c. het Gádordekblad.

Het is mogelijk, dat, zooals V a n B e m m e l e n (4, blz. 10) meende, de ijzer- en koolzuurhoudende bronnen, welke in grooten getale langs dit contact aan de Zuidhelling der S. Nevada ontspringen, als laatste verschijnselen van hydrothermale actie zijn te beschouwen.

Tot de Alpujarride dekbladen hebben de Fe-houdende oplossingen blijkbaar veel minder gemakkelijk toegang kunnen krijgen, in tegenstelling tot de loodbrengende.

In de Alpujarras worden momenteel geen Fe-ertsen ontgonnen. Het belangrijke voorkomen van den Cerro Conjuero aan den linker-oever van den Rio Trevélez tegenover Busquistar is een verertsing van de basis der Triasdolomieten tot een dikte van wel 50 M.; transportmoeilijkheden belemmeren echter de ontginning.

Alle noembare voorkomens in het bestudeerde gebied zijn beperkt tot het contact tusschen S. Nevadageesteenten en Gádordekblad.

*Loodertsen* werden in de Alpujarras en de S. de Gádor al sinds onheugelijke tijden ontgonnen. Verspreide nesten van loodglans en

sfaleriet langs tektonische brecciezône's en langs spleten zijn algemeen in de Triasdolomieten der Oostelijke Betische ketens; de ondiepe ligging maakte mijnbouw met primitieve middelen gemakkelijk loonend.

Van het Gádordekblad zijn in de eerste plaats te noemen de over het geheele gebergte verspreide loodertsen der S. de Gádor, waarvan de ontginning eenmaal zelfs een belangrijk aandeel leverde van de loodproduktie der wereld. De meestal met primitieve middelen gedreven mijnen staan nu haast alle stil. Haar bloeiperiode beleefde de ontginning in de vorige eeuw na de opening der mijnen in 1822. Hausmann (21) bezocht de mijnen in 1829 en vond er  $\pm 80$  tot 600 voet diepe schachten en 1500 ondiepere, benevens een mijnbouwende bevolking van  $\pm 10.000$  man, en een vijftigtal smeltovens langs den voet van het gebergte.

In het Lújardekblad zijn te noemen de loodglansvoorkomens der Calares de Turón en S. de Lújar, waarvan die der S. de Lújar tot exploitatie met modernere middelen aanleiding hebben gegeven.

Het voorkomen der loodertsen is meer verspreid dan dat der ijzerertsen; eenig verband met groote overschuivingskontakten valt niet te bespeuren.

*Kwikertsen* zijn in tegenstelling met de loodertsen in hoofdzaak gebonden aan het overschuivingskontakt tusschen het Gádordekblad en de gesteenten der S. Nevada, evenals de ijzerertsen. Het zijn impregnaties van cinnaber in gebroken Triasdolomieten langs het kontakt met fylleten en in de fylleten van de Zuidhelling der S. Nevada. De belangrijkste voorkomens liggen bij Nieles, Tímar, Notáez en zijn reeds lang bekend en ontgonnen. Tegenwoordig is nog slechts één kleine mijn ten O. van Tímar in ontginning. Het erts bevat slechts 0.5—2% Hg, zoodat de exploitatie nauwelijks loonend is.

Behalve door Guardiola en De Sierra (20) en Schumacher (31) worden deze ertsen o.a. vermeld door Tarayre (38). Guardiola en De Sierra noemen, behalve aan de Zuidhelling der S. Nevada, nog Hg-ertsen bij Albuñol, in Triasdolomieten.

*Koper* komt hoofdzakelijk voor in de S. Nevada als chalcopryiet, sulfoantimoniden en -arseniden in siderietgangen. Guardiola en De Sierra noemen ze van de Z.-helling der S. Nevada bij Capileira.

De voornaamste Cu-voorkomens in de S. Nevada liggen bij de centrale kam van het gebergte ten N. van den Mulhacén en den Picacho de Veleta (zie o.a. De Kalb: Copper in the S. Nevada, 24).

Ook in de Alpujarras komt hier en daar wat Cu voor als carbonaat of chalcopyriet, o.a. in Trias bij Albuñol.

Goud werd in de Alpujarras aangetroffen in Alluviale zanden langs de „ramblas” uit het bekken van Ugíjar. Hiermee correspondeert het voorkomen van alluviaal goud bij Granada langs den Rio Darro en Rio Genil.

De mineralisatie der Oostelijke Betische ketens is als betrekkelijk jong te beschouwen. Ze had plaats na de hoofdfasen der bergvorming, dus waarschijnlijk tijdens het Tertiair. Het opdringen van jong Tertiaire eruptiva, welke door de erosie ontbloot zijn in het Z.O. en O. der provincie Almería (de andesieten van den Cabo de Gata, e.a.) zal niet vreemd zijn geweest aan de circulatie van ertsbrengende oplossingen. Om over de volgorde in de komst der verschillende metalen een oordeel uit te spreken is mijn kennis van de ertsvoorkomens te gering.

Volgens Zeylmans v. Emmichoven (l.c., blz. 52—54) hebben de Fe-ertsen der S. de los Filabres nog den invloed van orogenetische bewegingen ondervonden (wrijfspiegels).

---

## II. PETROGRAFIE.

In de volgende bladzijden zullen slechts enkele typische gesteenten uit het onderzochte gebied beschreven worden, welke van belang zijn voor het geven van een indruk der gesteentemetamorfose of wel petrografisch interessant zijn. Voor een uitvoerige beschrijving van de gesteenten der diepere Betische dekbladen, het Betische Penninicum, zij verwezen naar de studie van C. P. A. Zeylmans v. Emmichoven (43) en de binnenkort te verschijnen onderzoekingen van J. H. L. Zermatten; een beschrijving van de gesteenten uit het Gádordekblad gaf W. H. Hetzel in zijn bijdrage tot de geologie der Sierra Alhamilla (23). Zoowel van de dekbladen der Alpujarras als van de gesteenten uit de centrale S. Nevada gaf bovendien Van Bemmel en nog eenige korte beschrijvingen (4).

### A. GESTEENTEN DER DIEPERE BETISCHE DEKBLADEN (BETISCH PENNICUM).

#### 1. Marmers en „conglomeratische mergels” uit de zône met Penninisch Mesozoïcum.

**No. 1813.** *Glimmermarmor* (zie foto 21).

Vindplaats: Ten Z. van Paterna.

Sterk inwendig gebroken gesteente. De mineralen vertoonen, voor zoover ze niet secundair zijn, kataklastische structuur, vergruizingsranden, unduleuze uitdooving. Dit is het geval bij:

Calciet, het voornaamste bestanddeel uit het gesteente, dat sterke vertweeling vertoont, verbuiging van de grootere kristalindividen, welke omgeven zijn door een gruis van kleinere korreltjes.

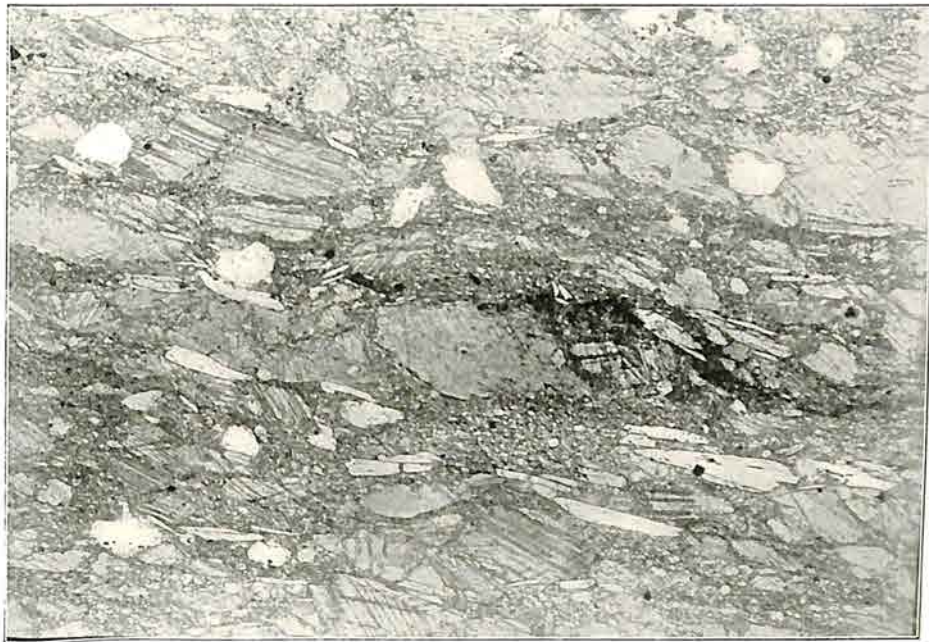
Muscoviet, dat voorkomt in talrijke grootere en kleinere blaadjes, gestrekt volgens de evenwijdige structuur van het gesteente.

Kwarts, dat voorkomt in verspreide, unduleus uitdoovende korreltjes met onregelmatigen omtrek.

Geen kataklastische structuur vertoont:

Sideriet, dat voorkomt in enkele groote en kleinere kristallen met onregelmatigen omtrek. Dit mineraal stoort zich niet aan de parallelstructuur van het gesteente. Het valt op door de hooge brekingsindex, het ontbreken van vertweeling, de gelijkmatige





Vergr. : 31 ×

Foto 21.

Foto Kruizinga

Dunne doorsnede van hdst. 1813. Gewoon licht.  
Kataklastische glimmermarmor.  
Vindplaats: Ten Z. van Paterna.

1875

uitdooving. Langs de talrijke barsten in de korrels is dit mineraal omgezet tot limoniet. Het mineraal is metasomatisch ontstaan door vervanging van de calciet en is een fase in het verertsingsproces der marmers volgens de reeks calciet—sideriet—limoniet (haematiet).

Haematiet komt voor als verspreide, zeshoekige blaadjes.

**No. 1805.** *Kalkmyloniet („conglomeratische mergel“).*

Vindplaats: Op het overschuivingscontact tusschen het Gádor-dekblad en de schisten der S. Nevada in den Rio Alcolea bij Paterna.

Het gelig mergelige gesteente bestaat v.n. uit:

Carbonaat, waarsch. dolomiet; grootere, vaak unduleus uitdoovende, onvertweelingde korrels in een gruis van hetzelfde mineraal. De grootere korrels zijn afgerond.

Kwarts komt voor in verspreide afgeronde korreltjes.

Pyriet komt in verspreide korrels voor, omgeven door een verweeringsrand van limoniet.

**No. 1836.** *„Conglomeratische mergel“, mylonietisch gesteente.*

Vindplaats: Uit de zône met Penninisch Mesozoïcum, tusschen Mecina Bombarón en den Rio de Cádjar.

Het gele, mergelige gesteente bestaat in hoofdzaak uit:

Carbonaat, waarschijnlijk dolomiet; een aggregaat van onvertweelingde korrels van min of meer gelijke grootte. In deze grondmassa zijn enkele grootere en kleinere, sterk verwreven en inwendig geplooidde korrels fylleten opgenomen met nog bewaard gebleven parallelstructuur. De fylletkorrels bevatten nog toermalijn- en rutielnaaldjes, kwartskorreltjes.

Plagioklaas komt verspreid in het gesteente voor als kleine, vaak vertweelingde latjes, soms met kristalomtrek; dit laatste wijst waarschijnlijk op een secundairen oorsprong.

Korrels geheel bestaande uit sericietschubjes zijn misschien ontstaan door verweering van veldspaat.

Sideriet zijn waarschijnlijk talrijke carbonaatkorreltjes met hooger relief en een verweeringsrand van limoniet.

**No. 1854.** *„Conglomeratische mergel“, mylonietisch gesteente.*

Vindplaats: Zône met Penninisch Mesozoïcum ten O. van Sportújar.

Ongeveer als 1836. Het gesteente bevat talrijke grootere en kleinere korrels, welke geheel bestaan uit zure plagioklaaskorreltjes en

sericietschubjes. Deze korrels zijn misschien afkomstig uit de veldspaatrijke gesteenten der zône met Penninisch Mesozoïcum.

## 2. Verweerde basische intrusiva, voorkomend in en bij de zône met Penninisch Mesozoïcum.

**No. 1830.** *Verweerd basisch intrusiefgesteente, Albietafiboliet* (zie foto's 22, a en b).

Vindplaats: Ten W. van Mairena aan den Bco. Hospital als intrusie tusschen schisten der S. Nevada.

Het gesteente is macroscopisch fijnkorrelig, en donkergroen van kleur.

Als voornaamste mineralen bevat het:

Amfibool; ontwikkeld als lichtgroene stengels met geringen uitdoovingshoek, min of meer idioblastisch.

Albiet; met amfibool het voornaamste bestanddeel van het gesteente. Ontwikkeld in tamelijk groote, meest onvertweelingde xenoblasten. Optisch is het positief. Brekingsindex < canadabalsem. Enkele exemplaren vertoonen Karlsbader vertweeling. De albietskristallen zitten vol amfiboolstengeltjes, welke min of meer in één richting georiënteerd zijn (zie foto's 22, a en b).

Titaniet; ontwikkeld als grove korrels zonder kristalbegrenzing, valt op door de hooge dubbelbreking en het hooge relief. Het mineraal komt in belangrijke hoeveelheid voor (zie op foto's 22, a en b, de korrels met hoog relief).

Chloriet en biotiet komen voor als ontledingsprodukten van amfibool in vele groote en kleine blaadjes.

Bijkomstig zijn:

Calciet; ontwikkeld in onregelmatige partijen langs korrelgrenzen.

Zoïset; enkele korrels, opvallend door de lavendelblauwe kleur bij  $\times$  nikols.

Het gesteente is een typisch verweerd diabaasachtig intrusiefgesteente. De oorspronkelijke augieten zijn geheel omgezet tot amfibool, de plagioklazen tot albiet met verlies der ophiëtische structuur. Het Ca-gehalte is zoo goed als niet overgegaan in mineralen der epidootgroep, echter wel, voor zoover het niet weggevoerd is, in de rijkelijk ontwikkelde titaniet en misschien in de calciet. Het titaangehalte zal de titaniet ontleend hebben aan nu geheel verdwenen ilmeniet.



Vergr.: 31 ×

Foto 22a.

Foto Kruizinga

Dunne doorsnede van hdst. 1830. Gewoon licht.  
Tot albietamfiboliet (met veel titaniet) verweerd basisch intrusief.  
Vindpl.: Ten W. van Mairena aan den Bco. Hospital.



Vergr.: 31 ×

Foto 22b.

Foto Kruizinga

Als foto 22a; × nikols.



**No. 1855.** *Metamorf basisch intrusief. Biotietgneis.*

Vindplaats: Ten O. van Soportújar als wortellooze schol in de zône met Penninisch Mesozoïcum.

Het macroscopisch fijnkorrelige, groenachtige gesteente bevat in hoofdzaak:

Zure plagioklaas (albiet); vele grootere en kleinere, afgeronde korrels. De plagioklaas is opt. +; brekingsind.  $\leq$  canadabalsum.

Vele exemplaren vertoonen fijne tweelinglamellen.

Biotiet; talrijke groene blaadjes met vrij hoge dubbelbreking, blijkens de kleur op weg naar de verweering tot chloriet, vullen de ruimten tuschen de albietkorrels op.

Bijkomstig zijn:

Toermalijn; enkele staafjes met sterk pleochroïsme (lichtroze-blauwachtig groen).

Rutiël; honiggele staafjes met hoge dubbelbreking en hoog relief; ontledingsprodukt van ilmeniet.

Muskoviet; kleine kleurlooze schubjes als verweeringsprodukt in de plagioklaas.

Ilmeniet; enkele korrels met verweeringsrand van leucoxeen.

Apatiet; staafjes in de plagioklaas.

Calciët; ontwikkeld langs korrelgrenzen en langs spleetjes.

Het gesteente is sterk dynamometamorf veranderd. Stollingsgesteentestructuur is niet meer te onderkennen.

## B. GESTEENTEN DER ALPUJARRIDE DEKBLADEN.

### 1. Kristallijne schisten uit het Gádordekblad.

#### **No. 1858.** *Distheen-stauroliet-granaatglimmerschist* (zie foto's 23, a en b).

Vindplaats: Bovenloop Rbla. de Rubite.

Macroscopisch is het een lichtgekleurde granaatglimmerschist met tot eenige m.M. groote granaten.

Het gesteente bevat in hoofdzaak.

Muskoviet; kleurlooze blaadjes, geheel gerangschikt volgens de schistositeit van het gesteente. Door den sterken invloed van de beweging op het gesteente zijn de bundels glimmer intensief in het klein geplooid.

Kwarts; talrijke fijne korrels, min of meer langwerpig gestrekt volgens de richting van het gesteente. Komt voor als enkelvoudige korrels tuschen de glimmerblaadjes en als afgescheiden snoeren.

Granaat; enkele grootere en kleinere individuen met door de sterke dynamometamorfose afgeronden omtrek. De muskoviet en de stengelige distheen vlieën zich om de granaatkristallen heen. Aan den rand is dit mineraal verweerd tot chlorietachtige ontledingsprodukten. In de granaten komen evenwijdige snoeren langgerekte kwartskorreltjes voor, waarvan de richting bij alle granaatindividuen echter een grooten en ongeveer gelijken hoek maakt met de algemeene richting van het gesteente (zie foto's 23, *a* en *b*). Dit wijst er op, dat de granaten ten koste van de muskoviet om de kwartskristalletjes gegroeid zijn en door de progressieve verglijding van het bladerige gesteente tusschen de glimmer voortgerold zijn.

Stauroliet; enkele gele staafjes met lage dubbelbreking, rechte uitdooving en tweelingvorming (op de foto's zijn 2 tweelingen te zien, één ter halver hoogte op de foto, links van de groote granaat, en een tweede wat hooger in den linker bovenhoek. Links boven de groote granaat in het midden bevinden zich nog een paar andere staurolietkristallen.

Distheen; verspreide stengeltjes en aggregaten van stengels; kleurloos of zeer licht blauw, min of meer scheef uitdoovend, lage dubbelbreking, hoog relief (op de foto's is een distheestengel zichtbaar, rechts van de groote granaat).

Acc. IJzererts.  
Biotiet, chloriet.

## 2. Triasfyllieten.

### No. 1413. *Epidootkalkfylliet*.

Vindplaats: Aan den bovenloop van den Bco. de las Dagas.

Macroscopisch is het gesteente een grijze, bladerige en brooze fylliet.

De voornaamste mineralen zijn:

Kwarts; kleine korrels met onregelmatige begrenzing.

Muskoviet; kleine kleurloze blaadjes tusschen de kwartskorrels of gerangschikt in snoeren volgens de schistositeit van het gesteente.

Calciet; talrijke korrels over het geheele praeparaat verspreid.

Epidoot; talrijke snoeren van recht uitdoovende, kleurloze stengeltjes met hoog relief en hooge dubbelbreking.

Acc. Chloriet, ijzererts.



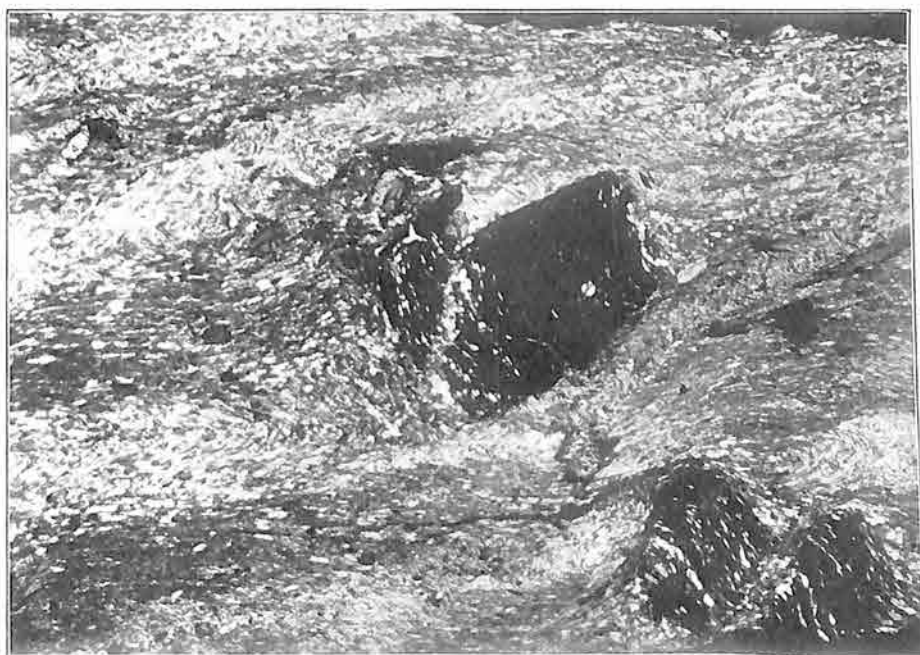


Vergr.: 14 ×

Foto 23a.

Foto Kruizinga

Dunne doorsnede van hdst. 1858. Gewoon licht.  
Distheen- en staurolieithoudende granaatglimmerschist.  
Vindpl.: Bovenloop Rbla. de Rubite.



Vergr.: 14 ×

Foto 23b.

Foto Kruizinga

Als foto 23a; × nikols.



### 3. „Conglomeratische mergels” van het overschuivingskontakt tusschen Gádor- en Lújardekblad bij Albuñol.

No. 1386. Vindplaats: Bovenloop Bco. Puñaleros.

Macroscopisch een gelig bruin, conglomeratisch mergelig gesteente.

De bestanddeelen zijn:

Aggregaat van fijn korrelig carbonatisch gruis (dolomiet en sideriet?) met verspreide grootere onvertweelingde korrels van hetzelfde mineraal.

Verspreide kwartskorreltjes.

Stukjes fyllet, bestaande uit kwartskorreltjes en muskovietblaadjes.

Korrels geheel bestaande uit sericiet.

Veldspaatkorrels (plagioklaas). Nieuwe vormen?

De geelkleuring van het gesteente komt door het verspreid voorkomen van fijne limoniet. Het geheel vergruisde karakter van het gesteente en het voorkomen van vreemde bestanddeelen wijzen er m.i. op, dat dit gesteente geheel zijn ontstaan te danken heeft aan tektonische vergruizing van Triasdolomieten, onder opname van bestanddeelen uit aangrenzende gesteenten (fyllieten).

### 4. Basische intrusiva tusschen de dekbladen der Alpujarras.

No. 1459. *Verweerd diabaasachtig gesteente.*

Vindplaats: Rbla. de Cojáyar, ten Z.O. van Cojáyar, aan den linkeroever tusschen fyllieten en Triasdolomieten.

Macroscopisch is het een brokkelig verweerd, fijnkorrelig, groen gesteente.

Microscopisch bevat het in hoofdzaak:

Plagioklaas; ontwikkeld in tamelijk groote latjes met tweelinglamellen. De veldspaat is verweerd, kataklastisch (unduleuse uitdoo-ving). De ophietische structuur is nog bewaard gebleven.

Amfibool; bundels langgestrekte vezels, pleochroïtisch van licht—blauwgroen. Het mineraal, zelf waarschijnlijk ontstaan uit augiet, is verweerd tot:

Chloriet; talrijke lichtgroene radiaal-vezelige aggregaten, met lage dubbelbreking en zwak pleochroïsme.

Epidoot; sterk dubbelbrekende, lichtgele korreltjes, over het geheele praeparaat verspreid, met hoog relief, is een verweeringsprodukt van de plagioklaas.

Access: IJzererts, kwarts.

Calciet langs scheurtjes.

**No. 1852.** *Verweerd diabaasachtig gesteente.*

Vindplaats: Aan den straatweg Orgiva—Torbizcón op dolo-  
mieten der S. de Lújar, ten Z. van den Rio Guadalfeo.

Macroscopisch een brokkelig verweerd, fijnkorrelig, groen gesteente.

Microscopisch is de samenstelling:

Plagioklaas; kleine verweerde latjes. De ophiëtische structuur is nog  
bewaard gebleven.

Uralietische amfibool; lichtgroen, in bundels en aggregaten, kata-  
klastisch (unduleuse uitdooving, sterke kromming der stengelige  
aggregaten). Verweerd tot chlorietschubjes.

Ilmeniet, met leukoxeenrand.



## LIJST DER GERAADPLEEGDE LITTERATUUR.

---

1. D. T. Ansted. On the Geology of Malaga and the southern part of Andalusia. Quarterly Journal of the Geological Society XV. 1859.
2. Ch. Barrois et A. Offret. Sur la disposition des brèches calcaires des Alpujarras et leur ressemblance avec les brèches houillères du nord de la France. Comptes Rend. hebdomad. des Sc. de l'Ac. des Sc., CIII, p. 400. 1886.
3. Ch. Barrois et A. Offret. Mémoire sur la constitution géologique du sud de l'Andalousie, de la Sierra Tejeda à la Sierra Nevada. Mission d'Andalousie, pag. 79—169. 1889.
4. R. W. van Bemmelen. Bijdrage tot de Geologie der Betische ketens in de Provincie Granada. Dissertatie Delft, 1927.
5. Bertrand et Kilian. Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les Provinces de Grenade et Malaga. Mission d'Andalousie, pag. 377—599. 1889.
6. M. M. Blumenthal. Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central- und Südwest-Andalusien. Eclogae Geol. Helvetiae, Vol. XX, No. 4, blz. 487 e.v., 1927.
- 7a. H. A. Brouwer en C. P. A. Zeylmans van Emmichoven. De tectoniek van het centrale gedeelte van de Sierra de los Filabres (Zuid-Spanje). Versl. Kon. Akad. v. Wet., Amsterdam; XXXIII, Nr. 9, 1924; p. 873.
7. H. A. Brouwer. Zur Geologie der Sierra Nevada. Geologische Rundschau. Bd. XVII, Heft 2. 1926.
8. Id. Zur Tektonik der betischen Cordilleren. Geologische Rundschau. Bd. XVII, Heft 5. 1926.

9. J. Carandell. La Sierra Nevada. Ensayo de su interpretación tectónica. Madrid 1921.
10. S. E. Cook. Scetches in Spain. Proceed. of the Geol. Soc. of London. 1829, pag. 216; 1835, pag. 465.
11. R. Douvillé. Esquisse géologique des Préalpes subbétiques. (Partie centrale). Thèse de doctorat. 1906.
12. Id. La Péninsule Ibérique. A. Espagne. Handb. der Reg. Geol. Heft 7. (1911).
13. R. von Drasche. Geologische Skizze des Hochgebirgstheiles der Sierra Nevada. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt, 1879, Bd. XXIX, Heft 1.
14. L. Gentil. Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix. Comptes Rendues hebd. d. Sc. d. l'Ac. d. Sc. CLXVI, 1918; p. 1003.
15. Id. Sur l'existence en Andalousie des nappes de recouvrement dans la province de Cadix. Id. CLXVII, 1918; p. 83.
16. Id. Sur l'origine des nappes de recouvrement de l'Andalousie. Id., p. 238.
17. Id. Sur l'age des nappes de recouvrement de l'Andalousie et sur leur raccordement avec les nappes préifainas. (Maroc septentrional). Id., p. 373.
18. Id. Sur le synchronisme des dépôts et des mouvements orogéniques dans les détroits Nord-Bétique et Sud-Rifain. Id., p. 727.
19. Grubenmann-Niggli. Die Gesteinsmetamorphose. I Teil, 1924.
20. R. Guardiola en A. de Sierra. Hierros de Almería y Granada. Memorias del Instit. geol. de Esp. 1925. Tomo 1.
21. Hausmann. Ueber das Gebirgssystem der Sierra Nevada. Abh. K. Soc. d. Wissensch. zu Göttingen; 1841.
22. A. Heim. Geologie der Schweiz, Bd. II, 1 en 2. 1922.
23. W. H. Hetzel. Bijdrage tot de Geologie van de Sierra Alhama (Prov. Almería). Dissertatie Delft, 1923.

24. C. de K a l b. Copper in the Sierra Nevada, Spain. Mining & Scientific press. 1922, pag. 291 e.v.
25. L. M a l l a d a. Rocas Hipogénicas y sistema estrato Cristalino. Mem. del Instit. Geol. de Esp. T. 1, 1895.
26. Id. Sistemas Cambriano y Siluriano. Id., T. II, 1896.
27. Id. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico. Id., IV, 1902.
28. Id. Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno. Id., VI, 1907.
29. Id. Sistemas Plioceno, Diluvial y Aluvial. Id., VII, 1911.
30. D. de O r u e t a. Estudio Petrográfico de S. Almirante y de la parte occidental de la Sierra Nevada y las Alpujarras. Bol. del Instit. Geol. de Esp. Tomo XVIII. Tercera serie 1922.
31. F. S c h u m a c h e r. Uebersicht über die nutzbaren Bodenschätze Spaniens. 1926.
32. A. de S i e r r a. Reseña geológica de la Sierra de Filabres. Bol. del Inst. Geol. de España. Tomo XXXVI, 1915.
33. R. S t a u b. Der Bau der Alpen (Versuch einer Synthese). Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, 52e Lief. 1924.
34. Id. Gedanken zur Tektonik Spaniens. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Ges. in Zürich. Sept. 1926.
35. Id. Ideas generales sobre la Tectónica de España. Real Academia de Ciencias, etc. de Córdoba; 1927.
36. Id. Corte transversal esquemático al través de la Cordillera Bética. (Id. 1927).
37. T. T a r a m e l l i e G. M e r c a l l i. I terremoti andalusi cominciati il 25 dicembre 1884. Atti della R. Accad. dei Lincei; CCLXXXIII, 1885—1886, serie quarta. Mem. della cl. di Scienze fis., matem. e natur.; III; p. 116.
38. G. T a r a y r e. Sur la constitution minéralogique de la Sierra Nevada de Grenade. Comptes Rend. hebd. des Sc. de l'Ac. des Sc., tome C, 1885.
39. P. T e r m i e r. Les problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale. A la gloire de la Terre. pag. 85—117.

40. R. W. van der Veen. Origin of the Bilbao, Almería, and Santander iron ores. *Economic Geology*. Vol. XVII, No. 7, 1922.
  41. De Verneuil et Colomb. Coup d'oeil sur la constitution Géologique de plusieurs provinces de l'Espagne. *Bull. de la Soc. géol. de France*. 2e serie, t. X, 1853.
  42. Id. Géologie du Sud-Est de l'Espagne. Résumé succinct d'une excursion en Murcie et sur la Frontière de l'Andalousie. *Id.* 2e serie, t. XIII, p. 674, 1856.
  43. C. P. A. Zeylmans van Emmichoven. Geologische onderzoeken in de Sierra de los Filabres (Prov. Almería, Spanje). *Dissertatie Delft*, 1925.
-



# STELLINGEN.

---

## I.

In de dekbladen der Oostelijke Betische ketens valt in de richting der plooiingsassen geen belangrijke facieswisseling te bespeuren.

## II.

Het ontbreken van het jongere Mesozoïcum in de dekbladen der Oostelijke Betische ketens vindt een bevredigende verklaring in de aanname van een tektonische bedekking der Triassedimenten tijdens de prae-Tertiaire hoofdphase in de ontwikkeling der gebergtevorming.

## III.

Asduiking in ketengebergten gaat soms wel, soms niet samen met ombuigingen in de plooiingsassen.

## IV.

Ook bij de diepste Penninische dekbladen der Alpen heeft de dynamo(dislokatie)metamorfose een rol gespeeld.

## V.

Ten onrechte voert Stille als verschilpunt tusschen orogenese en epirogenese aan, dat de eerste zou zijn „episodisch”, de tweede „seculair”.

H. Stille. — Grundfragen der vergleichenden Tektonik, 1924.

## VI.

De veronderstelling van Stille, dat wij in een „anorogenen” tijd leven, moet verworpen worden.

H. Stille. — Grundfragen der vergleichenden Tektonik, 1924.

## VII.

De koperhoudende, massieve pyrietlichamen uit het ertsgebied der provincies Huelva en Sevilla (Z.W.-Spanje), danken hun ontstaan aan metasomatische vervanging, zoowel van intrusieve porfierische gesteenten, als van Palaeozoïsche fylleten en -kwartsieten.

## VIII.

De metaalhoudende oplossingen, welke bij de vorming der onder VII genoemde pyrietlichamen als ertsbrengers optraden, zijn, evenals de in vermelde districten voorkomende gangvormige, basische intrusies, te beschouwen als splitsingsprodukten van het aan vluchtige bestanddeelen verzadigde restmagma der zure batholieten.

## IX.

De scheiding, welke Lindgren maakt tusschen ertsafzettingen, die zich min of meer voordoen als kontaktmetamorfe lichamen („pyrometasomatic deposits”) en die, welke bij hooge temperatuur worden gevormd als gangen en aders („hypothermal deposits”), is overbodig.

W. Lindgren. — Mineral Deposits, 1928.

## X.

In het Nederlandsche mijngebied zal in de toekomst de verbeterde methode Honigmann (verbeterd door De Vooy) voor het afdiepen van schachten in waterhoudende deklagen te verkiezen zijn boven de bevriesmethode.

## XI.

Art. 3 der Wet van 27 April 1904, Stbl. No. 73 (Mijnwet 1903) aangaande den openbaren verkoop van mijnconcessies, is ongrondwettig.

## XII.

Het zout neemt in de Nederlandsche mijnwetgeving een onzekere plaats in.

---



BIBLIOTECA



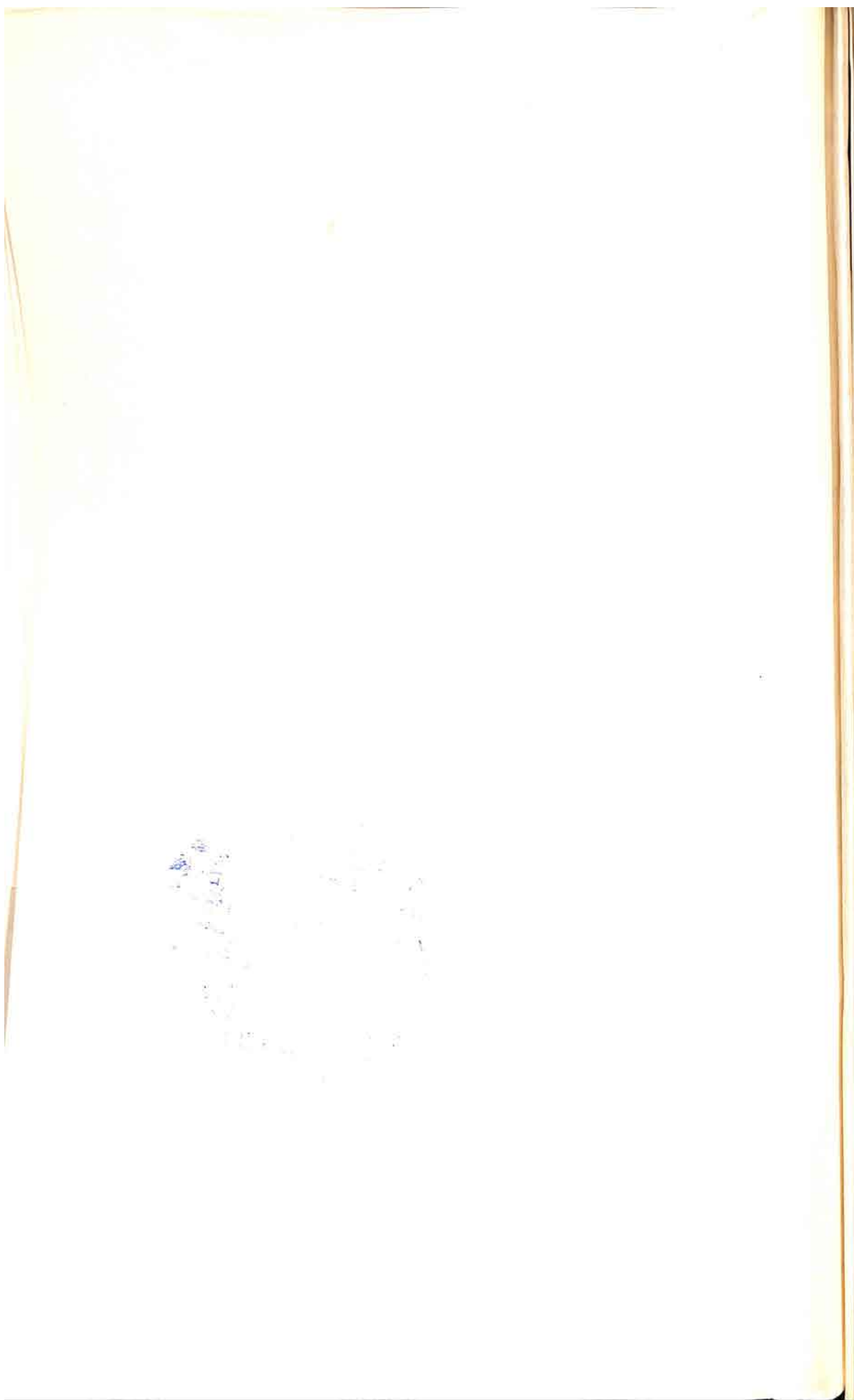
BIBLIOTECA





1874

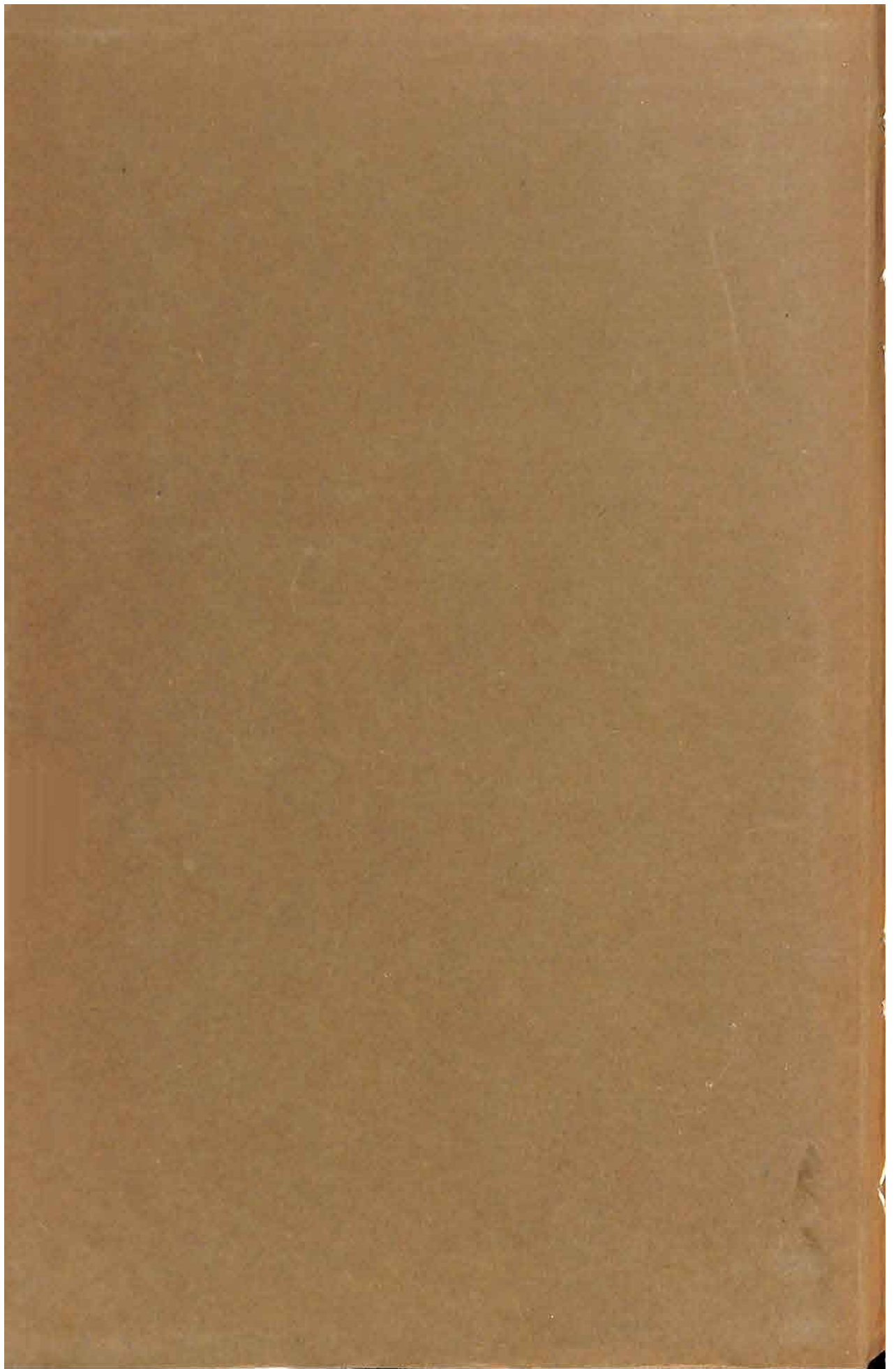


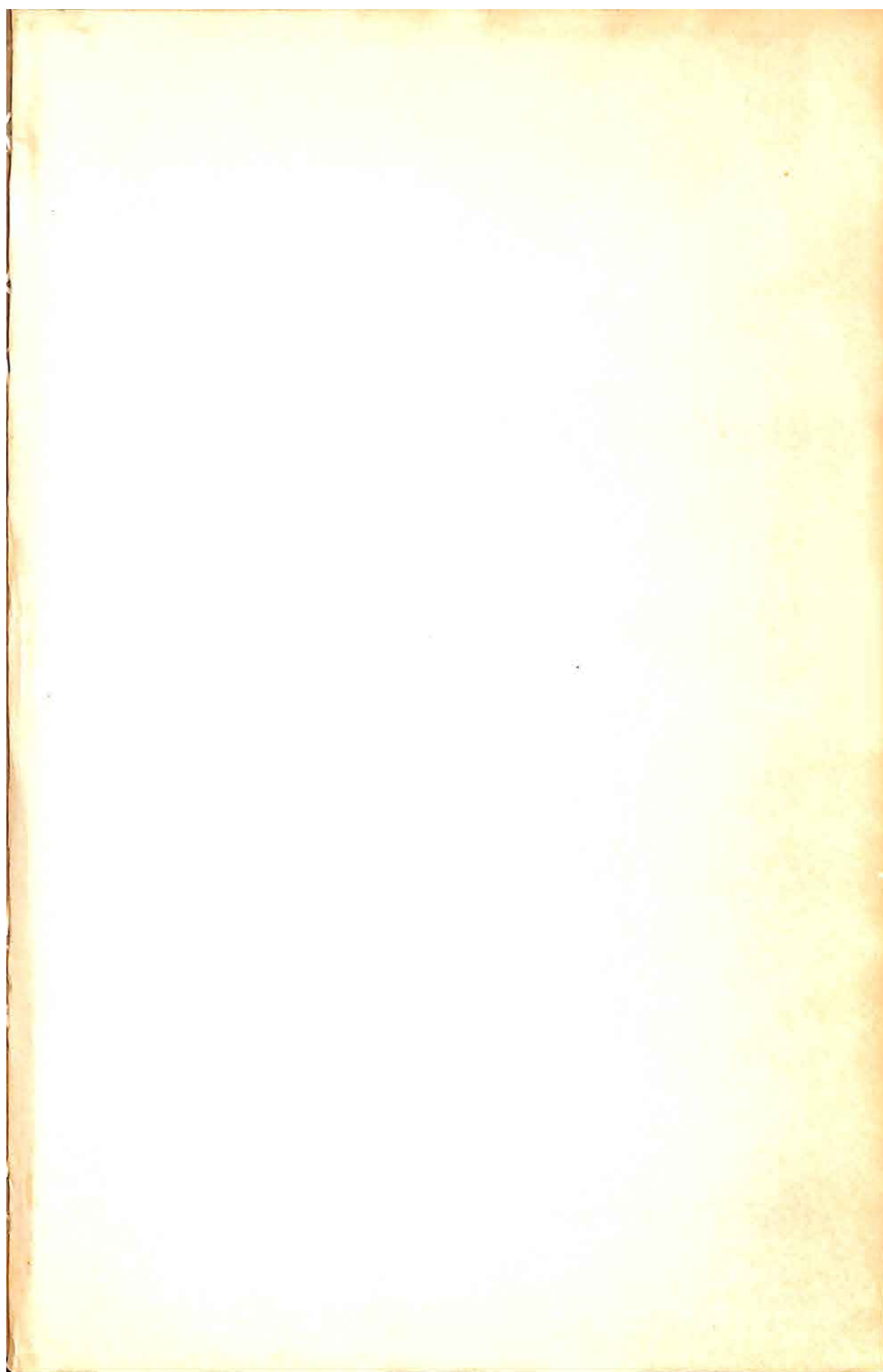






BIBLIOTECA





### FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del vencimiento de préstamo señalado por el último sello.

---

--	--	--	--

