EROSIE STUDIE PROJECT

ZARAGOZA - SPANJE

VERSLAG VAN HET VOORONDERZOEK
VOORSTELLEN MEERJARIG ONDERZOEK

J. Boerboom
W. v. Campen
S. Duysings
L. Eppink (ed.)
M. Mulders
W. Spaan (ed.)
E. Stamhuis
E. Tideman
L. v. Veldhuizen
H. Zwetsloot

STUURGROEP EROSIE
LANDBOUWHOGESCHOOL WAGENINGEN

november 1978

INHOUD

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

1.2 Onderwijs en onderzoek aan de Landbouwhogeschool

1.3 Probleemstelling

2 ONDERZOEK EN ONDERZOEKSGEBIED

2.1 Onderzoeksthema's

2.2 Onderzoeksaspecten

2.3 Schema van onderzoek

2.4 Onderzoeksmogelijkheden in Spanje

2.5 Criteria voor de selectie van een proefgebied

2.6 Keuze van onderzoeks- en proefgebied

3 BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEKSGEBIED CALATAYUD

3.1 Ligging

3.2 Geologie en geomorfologie

3.3 Klimaat

3.4 Hydrologie

3.5 Landschap, topografie en afwateringspatroon

3.6 Bodem

3.7 Landgebruik

3.8 Sociale en economische aspecten

4 EROSIE, EROSIEBESTRIJDING EN BODEMBESCHERMING

4.1 Vorm en omvang van de erosie

4.2 Oorzaken van de erosie

4.3 Gevolgen van de erosie

4.4 Huidige bodembeschermings- en erosiebestrijdingsmaatregelen

5 VOORSTELLEN MEERJARIG ONDERZOEK

5.1 Kader van het onderzoek

5.2 Opzet van het onderzoek

5.3 Deelonderzoekingen

5.4 Organisatie en deelname

5.5 Sturing van het onderzoek en verslaggeving

5.6 Financiering

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Anthropogene bodemerosie is het snel verdwijnen van voor de plantengroei belangrijke grond onder invloed van water of wind als gevolg van onoordeelkundig grondgebruik door de mens, waardoor het natuurlijk evenwicht tussen bodemverlies door erosie en bodemvorming door verwering wordt verstoord en een snelle regeneratie van de bodem wordt belemmerd.
De toenemende behoefte aan landbouwgrond heeft vrijwel overal geleid tot een uitbreiding van het landbouwareaal op gronden die daarvoor minder geschikt zijn (steile hellingen, erosiegevoelige gronden), terwijl vegetaties die de bodem effectief beschermen (bossen, dichte struikvegetaties) vaak verbruikt werden om te voorzien in de behoefte aan energie, bouwmateriaal en meststoffen van de bevolking.
Als gevolg van dit onoordeelkundig grondgebruik is de laatste 100 à 150 jaar 2 x 10^9 ha land verloren gegaan of in produktiviteit sterk teruggelopen, meer dan het huidige wereldbouwlandareaal (1.5 x 10^9 ha). Verwacht moet worden, dat zonder ingrijpende veranderingen in de komende 25 jaren nog eens ruim 0.5 x 10^9 ha verloren zullen gaan als gevolg van bodemerosie (KOVDA; 1977).
Bodembescherming en erosiebestrijding zijn erop gericht een zodanig grondgebruik te bevorderen dat de bodem binnen de grenzen van economische uitvoerbaarheid, permanent produktief wordt gehouden.
In economische termen heeft bodembescherming tot doel het behoud van de produktiefactor grond en daarmee samenhangend de continuering van het agrarisch bedrijf. Dit grondkapitaal (in de landbouw gelijk te stellen aan produktieniveau, in de recreatie aan landschapsschoon, in de landinrichting ook aan ruimte) is een collectief goed, voor het behoud waarvan de overheid een belangrijke taak heeft. De taak van de overheid betreft:

a. het creëren van het sociale kader waarbinnen bodembescherming en erosiebestrijding op effectieve wijze mogelijk zijn,
b. het scheppen van een economisch kader waarbinnen de te nemen maatregelen aantrekkelijk worden voor alle betrokkenen,
c. het creëren van een juridisch kader waarin de te nemen maatregelen zo nodig dwingend kunnen worden opgelegd, de baten van de maatregelen naar billijkheid ten goede komen aan de produktiefactor grond en de schade, door het nalaten van noodzakelijke maatregelen veroorzaakt, kan worden verhaald op de grondgebruiker.

d. het instellen en instandhouden van diensten die zich bezighouden met problemen omtrent
   - wenselijkheid, mogelijkheid en gevolgen van bodembeschermende en erosiebestrijdende maatregelen,
   - uitvoering en instandhouding van gewenste maatregelen (bodembeschermingsschap),
   - evaluatie van de getroffen maatregelen,
   - onderzoek op het gebied van de erosie, haar preventie en bestrijding.

1.2 Onderwijs en onderzoek aan de Landbouwhogeschool

Binnen de LH verzorgen verschillende vakgroepen onderwijs en verrichten zij onderzoek betrekking hebbende op de erosie. De belangrijkste daarvan zijn verenigd in de Stuurgroep Erosie: Bodemkunde en Geologie, Bosteelt, Cultuurtechniek en Weg- en waterbouw en Irrigatie. De Stuurgroep acht het tot zijn taak t.b.v. dit onderwijs en onderzoek studieprojecten te organiseren ten einde

a. eigen inzicht te vergroten,
b. studenten in aanraking te brengen met praktische erosieproblemen,
c. een eigen bijdrage te leveren aan het onderzoek voor oplossing van erosieproblemen.

Deze studieprojecten werden gerealiseerd in Spanje waar de Stuurgroep van meet af aan uitstekende contacten heeft onderhouden met de Servicio de Conservación de Suelo. Tot nu toe zijn drie multidisciplinaire erosiestudieprojecten voltooid, te weten

- Project Salamanca (1971-1972), in een golvend heuvelgebied met gemengd bedrijf (Armenteros).
- Project Jaén (1973-1974), in een sterk hellend terrein met kleine boerenbedrijven in een bosrijk gebied (Hornos).
- Project Córdoba (1975-1977), in een heuvelachtig gebied met grootschalige landbouw (Campiña de Córdoba).

1.3 Probleemstelling

De voorgaande projecten hebben zich gekenmerkt door hun synthetiserend karakter: bij elk project werd een gebied, variërend van 600 tot 2000 ha door de deelnemende vakgroepen vanuit hun eigen competentie geïnventariseerd op fysische, biotische, landbouwkundige en sociaal-economische factoren, waarna gezamenlijk enkele alternatieve erosiebestrijdings- en bodembeschermingsplannen werden opgesteld, die niet primair op realisatie waren afgestemd. De meeste - soms essenti-

ele - gegevens zoals erosiegevoeligheid, erosiviteit van de neerslag, oppervlakkige afstroming en bodemverlies, konden vanwege de tijd niet voldoende nauwkeurig worden bepaald, hetgeen moest worden ondervangen door aannamen of schattingen aan de hand van veldwaarnemingen in combinatie met in de literatuur algemeen aanvaarde empirische verbanden. Daarbij werden vaak modellen gebruikt, waarvan de toepasbaarheid onder de plaatselijke omstandigheden niet steeds kon worden nagegaan. De analyse van de problemen beperkte zich dus tot het veldniveau: Welke gegevens zijn nodig om tot een praktische oplossing te komen?

Na deze ervaringen lijkt de tijd thans rijp om te trachten de op bovengenoemde wijze verdisconteerde algemene waarnemingen nader door eigen onderzoekingen te toetsen. Verwacht mag worden dat de aldus verkregen verdiepte en meer gedetailleerde kennis van de erosieproblemen een betere basis zal geven voor de erosie-elementen in het onderwijs van de participerende vakgroepen, terwijl doctoraalstudenten die bijzondere belangstelling hebben voor het vakonderdeel erosie in het onderzoek kunnen worden betrokken.
De algemene doelstellingen van zo'n meerjarig onderzoek kunnen als volgt geformuleerd worden:

1. Verwerven van inzicht in de samenhang tussen oorzaken, werkingen en gevolgen van de watererosie.
2. Leveren van een bijdrage aan de oplossing van de erosieproblemen in daarvoor in aanmerking komende gebieden ten aanzien van zowel de bestrijding (curatief) als de voorkoming (preventief).
3. Bijdragen aan de evaluatie van in het verleden genomen erosiebestrijdings- en bodembeschermingsmaatregelen.
4. Het verkrijgen van praktische ervaring in het opstellen van erosiebestrijdingsplannen waarin landbouwkundige, bodem- en bosbouwkundige, civiel- en cultuurtechnische en sociaal-economische aspecten zijn geïntegreerd en waarbij theorie en praktijk aan elkaar worden getoetst.
5. Creëren van mogelijkheden voor studenten om deel te nemen aan een praktisch erosie-onderzoek.

2 ONDERZOEK EN ONDERZOEKSGEBIED

2.1 Onderzoeksthema's

Het erosieprobleem wordt gekenmerkt door een bijzonder complexe structuur, waarbij oorzaken, werkingen en gevolgen onderling sterk vervlochten zijn.

Het is daarom zinvol bij het onderzoek naar het ontstaan van de erosie en naar de wijze waarop het erosieproces zich voltrekt, ook de oorzaken duidelijk te blijven onderscheiden.
Dit thema van de beschrijving van het erosieproces kan worden onderverdeeld in subthema's, samenhangend met klimaat, landschap, bodem, vegetatie en ingrepen door de mens.
Het tweede thema heeft dan betrekking op de gevolgen van de erosie, zowel directe (produktiviteitsvermindering van de bodem, landverlies, schade aan gewassen, kunstwerken en wegen, landschappelijke degradatie), als indirecte (overstromingen, ongewenste sedimentatie en schade aan waterbouwkundige werken elders).
In het verlengde hiervan ligt de formulering van redenen en doelstellingen om in te grijpen teneinde het erosieproces te vertragen of bij te sturen.
Tenslotte dient daarom het onderzoek zich te richten op de maatregelen die gewenst zijn om optredende erosie te bestrijden of potentiële erosie te voorkomen.

Samenvattend betreffen de onderzoeksthema's:

1. Beschrijving van het erosieproces.
2. Gevolgen van de erosie en redenen voor bestrijding.
3. Maatregelen ter voorkoming en bestrijding van de erosie.

2.2 Onderzoeksaspecten

Onderscheid moet worden gemaakt tussen onderzoeksthema's en onderzoeksaspecten. Deze laatste zijn niet specifiek voor erosie, maar kunnen aan elk willekeurig onderwerp als werkelijkheidsaspecten worden onderscheiden.
Kenmerkend voor aspecten is hun onderlinge onherleidbaarheid, ofschoon er vaak een duidelijke onderlinge samenhang bestaat. Men kan twee groepen van aspecten onderscheiden:

1. Aspecten waaraan natuurwetenschappelijke wetmatigheden ten grondslag liggen. De onderzoekthema's worden hierbij benaderd vanuit b.v. het mathematische, fysische, chemische en biotische aspect. Dit type onderzoek leidt tot veld- en eventueel laboratoriumwaarnemingen, vorming van fysisch-mathematische modellen en kwantificering van het erosieproces.
2. Aspecten waaraan normen ten grondslag liggen. De onderzoekthema's worden hierbij benaderd vanuit b.v. het historische, sociale, economische, juridische of esthetische aspect. Dit type onderzoek heeft vaak een ingewikkelder structuur, leent zich minder tot kwantificering en laat zich moeilijker in modellen vastleggen.

Waarnemingen hebben een beschrijvend karakter (literatuur, statistieken, enquêtes, etc.) en de verwerking ervan leidt tot het formuleren van conclusies mede op grond van waarde-oordelen met betrekking tot de aspecten die men van essentieel belang acht.

2.3 Schema van onderzoek

Het bovenstaande is in grote lijnen samen te vatten door onderzoekthema's en -subthema's in een matrixvorm te plaatsen met de onderzoeksaspecten. Op de "Kruispunten" vindt men de concrete onderzoeksonderwerpen, waarvan overigens de formulering in tabel 2.1 nog als voorlopig moet worden aangemerkt.
In hoofdstuk 5 zullen de onderwerpen die bij dit meerjarige onderzoek in ieder geval bestudeerd zullen worden, nader worden gespecificeerd. In de loop van deze studie kunnen ook nog andere onderwerpen daarin worden betrokken.
Voor de onderwerpen die vanuit het fysisch-mathematische aspect benaderd worden, is het van belang een niet te groot proefgebied te zoeken, waarin de te verrichten metingen kunnen worden uitgevoerd (orde van grootte: 500-2000 ha). Voor de overige aspecten moet men beschikken over een omvangrijker gebied (onderzoeksgebied van 5000 à 10 000 ha), waarin de erosieproblematiek voldoende tot uitdrukking komt. Het proefgebied moet hiervan een onderdeel uitmaken en zoveel mogelijk representatief zijn.
Uit het schema volgt, dat een in aanmerking komend gebied zoveel mogelijk moet voldoen aan de volgende eisen:

a. Het moet een gebied zijn met versnelde erosie ("probleemgebied").
b. Landbouwkundig moet het belangrijk zijn.
c. De deelnemende vakgroepen moeten de mogelijkheid hebben hun specifieke kennis toe te passen, te verdiepen en uit te breiden.
d. Het neerslagpatroon moet een redelijk betrouwbaar beeld geven met het oog op de mogelijkheid van regelmatige metingen.
e. Het gebied moet liggen in Europa of Noord-Afrika in verband met bereikbaarheid en reiskosten.
f. Samenwerking met de plaatselijke autoriteiten (Instituten, Universiteiten) moet gegarandeerd zijn.

Ervaringen hebben geleerd, dat bepaalde gebieden in Spanje uitstekend voldoen aan al deze eisen.

2.4 Onderzoeksmogelijkheden in Spanje

Erosie is in Spanje een ernstig probleem, zoals vorige erosiestudieprojecten

Tabel 2.1. Onderzoeksschema

Onderzoeksthema's	Onderzoeksaspecten					
	fysisch-mathematisch	biotisch	sociaal	economisch	juridisch	andere
1. Procesbeschrijving: ontstaan, oorzaken en werkingen van de erosie	neerslag bodem helling microreliëf	gewassen natuurlijke vegetatie beweiding vegetatie-resten	grondbezits-verhoudingen landgebruik (traditie) bevolkingsdruk kennisniveau	pachtnormen landgebruik (vruchtwisseling) gewaskeuze (monocult.) mechanisatie prijzen van produktiemid. en produkten	pachtverhoudingen	
2. Gevolgen van de erosie	afname bodemvruchtbaarh. structuurbederf afname infiltratiecap. oppervlakkige afstroming bodemverlies geulen/onland inundaties sedimenttransp. sedimentatie v. lager gelegen terreinen	produktieverlaging	overstromingen sociale verarming leegloop v.d. streek	verhoogde grondbewerkings- en bemestingskosten perceelsverkleining inkomstendepressie	veranderingen in de pachtverhoudingen	degradatie van het landschap
3. Erosiebestrijdings- en bodembeschermende maatregelen	mechanische maatregelen	teeltkundige maatregelen	voorlichting actieve deelname van de bevolking	toelaatbaar bodemverlies kosten/baten verhoud.v.d. maatregelen subsidies belastingsfaciliteiten coöperatie	vergoeding aan de pachter verplichtingen v.d. pachter wettelijke verplichtingen en verboden sancties	religieuze en traditionele voorschriften instandhouding van het patrimonium

hebben laten zien. Volgens BAQUERO (1961) is 70% van het bouwlandareaal onderhevig aan enige vorm van erosie.
De erosiebestrijding en bodembescherming in Spanje is in handen van de Servicio de Conservación de Suelo (SCS), die deel uitmaakt van het Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza (ICONA). De SCS omvat een landelijke centrale dienst, gevestigd in Madrid, en een groot aantal regionale diensten, sommige omvattende een provincie (Jaén), sommige een landstreek (Aragón).
Alle voorgaande studieprojecten werden gerealiseerd in overleg en samenwerking met de landelijke dienst en de betreffende regionale diensten.
Naar aanleiding van het verzoek van de Stuurgroep Erosie, heeft de landelijke dienst contact opgenomen met de regionale dienst van Aragón, wiens werkgebied zich uitstrekt over de provincies Huesca, Zaragoza en Teruel.
Zowel de landelijke als de provinciale Bodembeschermingsdienst tonen een uitgesproken belangstelling voor eventuele onderzoeksprojecten van de Stuurgroep. Zij staan zeer positief tegenover een voortzetting van de activiteiten in Spanje en zijn bereid in personeel en materieel bij te dragen. Binnen de landstreek Aragón achten zij verschillende gebieden geschikt voor het verrichten van onderzoek. Gebrek aan personeel maakt het deze dienst onmogelijk veel tijd te spenderen aan onderzoek. Daarom wordt de belangstelling van de Landbouwhogeschool op hoge prijs gesteld, te meer ook daar de Spaanse universiteiten - zelfs de landbouwkundige faculteiten en hogere beroepsopleidingen - weinig aandacht schenken aan de erosieproblematiek.
De evaluatie van uitgevoerde projecten is nooit verder gekomen dan een kwalitatieve analyse. Als duidelijke probleemgebieden werden door de SCS aangegeven de streek bij Calatayud en die bij Ejea de los Caballeros, beide gelegen in het landschap van miocene depressies.

In het gebied rond Calatayud komen verschillende vormen van erosie voor. De activiteiten van de bodembeschermingsdienst beperken zich tot het ontwerpen en uitvoeren van bodembeschermende maatregelen op verzoek van de boeren. Doordat hier behandelde en onbehandelde, herbeboste en verlaten terreinen naast elkaar voorkomen, leent dit gebied zich uitermate voor een geïntegreerd studieproject, waarin alle deelnemende vakgroepen hun specifieke werkterreinen kunnen vinden. Het is zeer geschikt voor een vergelijkend onderzoek ter evaluatie van de uitgevoerde maatregelen, waarvoor bij de landelijke bodembeschermingsdienst veel belangstelling bestaat.

In het gebied rond Ejea de los Caballeros wordt de tunnelerosie, overgaand in ravijnerosie, beschouwd als een zeer ernstige bedreiging voor de akkerbouw. De bodembeschermingsdienst zoekt langs empirische weg naar oplossingen voor dit probleem. Zij beschikt niet over de faciliteiten een fundamenteel onderzoek uit te voeren. Een onderzoek naar de oorzaken van dit fenomeen dat kan leiden tot praktische oplossingen, zou zowel door de landelijke, als de regionale dienst worden toegejuicht.

Tegen deze achtergrond heeft de stuurgroep besloten een onderzoeksproject te formuleren dat uitgevoerd zal worden in de provincie Zaragoza in nauwe samenwerking met de regionale en landelijke Bodembeschermingsdienst.
De algemene doelstellingen van het meerjarig onderzoek (par. 1.3) kunnen nu worden aangevuld met de navolgende:

Calatayud

1. Onderzoek naar de oorzaken en vormen van de erosie die in dit gebied optreedt.
2. Onderzoek naar de ernst en mate van de optredende erosie en de consequenties ervan voor de landbouw.
3. Inventarisatie van de vormen van reeds getroffen bodembeschermingsmaatregelen.
4. Onderzoek naar de doeltreffendheid van genomen maatregelen.
5. Evaluatie van de efficiëntie van de genomen maatregelen.
6. Onderzoek naar alternatieve bodembeschermende en erosiebestrijdende maatregelen.
7. Onderzoek naar kwantitatieve criteria voor het ontwerpen van bodembeschermende meetmethodieken ter bepaling van de hierbovengenoemde normen.

Ejea de los Caballeros

1. Onderzoek naar de oorzaken en vormen van de erosie die in dit gebied optreedt.
2. Onderzoek naar de ernst en mate van de optredende erosie en de consequenties ervan voor de landbouw.
3. Onderzoek naar ontstaan en verloop van dit erosieproces.
4. Theoretisch en praktisch onderzoek naar mogelijke erosiebestrijdende maatregelen.
5. Onderzoek naar kwantitatieve criteria voor het ontwerpen van bodembescher-

mende maatregelen in dit gebied.

6. Onderzoek naar de effectiviteit van te ontwerpen maatregelen door proefveldonderzoek.

2.5 Criteria voor de selectie van een proefgebied

Alvorens te beginnen met het veldwerk hebben de deelnemende vakgroepen een aantal criteria geformuleerd waaraan een gebied moet voldoen om in aanmerking te komen als proefgebied voor het meerjarige onderzoek.
Indien géén gebied gevonden kan worden dat beantwoordt aan deze normen zou gezocht moeten worden naar een gebied dat het ideaalbeeld het beste benadert en daarnaast naar andere vergelijkbare gebieden in de omgeving die voldoen aan de criteria waaraan nog niet voldaan is.
De criteria zijn aanvankelijk door elk van de participerende vakgroepen geformuleerd, vervolgens gezamenlijk besproken en tenslotte integraal als volgt geformuleerd:

A. Algemeen

a. Het proefgebied moet een grote variatie in landgebruik tonen (akkerbouw, fruitteelt, tuinbouw, grasland, bos en natuurlijke vegetatie) en representatief zijn voor een groter gebied.

b. Erosie moet in verschillende vormen optreden, een ernstig probleem zijn voor het huidige landgebruik en representatief zijn voor de erosie in het omliggende gebied.

c. Het gebied moet een stroomgebied met duidelijk aanwijsbare grenzen omvatten, waarin deelstroomgebieden kunnen worden onderscheiden waarvan de uitmondingen als meetsectie van water- en sedimentdebieten kunnen fungeren.

d. Deze (deel)stroomgebieden moeten de mogelijkheid bieden de gewenste metingen van actuele erosieprocessen te allen tijde uit te voeren (bereikbaar zijn, meetpunten en -secties bezitten, voldoende mogelijkheden bieden voor automatisering van de waarnemingen, de aanleg van proefperken moet mogelijk zijn).

e. In de (deel)stroomgebieden moeten eventueel bodembeschermende en/of erosiebestrijdende maatregelen kunnen worden genomen.

B. Reliëf

Ten behoeve van het onderzoek naar de geschiktheid van terreinen voor ver-

schillende vormen van landgebruik en naar de invloed van afstromingsvolumen en -snelheid van het oppervlakkig afstromende water op de erosie, moet in het proefgebied voorkomen:

a. Een breed scala van hellinggradiënten.
b. Een grote variatie in hellinglengten.
c. Verschillende hellingvormen (convex, concaaf, rectilineair en combinaties daarvan).

C. Geologie en bodem

a. Een grote verscheidenheid in moedergesteente en geologische opbouw moet zijn te vinden in het proefgebied.
b. Een grote verscheidenheid aan bodemtypen en corresponderende bodemvormende processen.
c. In een aantal deelstroomgebieden moet een uniformiteit (homogeniteit) van bodemtypen optreden.
d. In het gebied moet een grote variatie van bodemgeschiktheid te vinden zijn voor verschillende vormen van grondgebruik (bodemvruchtbaarheid, infiltratiesnelheid en -capaciteit).
e. In het gebied moet een grote verscheidenheid aan erosiegevoeligheid bestaan (aggregaatstabiliteit, structuur, textuur, organisch materiaal, doorlatendheid, etc.).
f. In het gebied moeten voldoende duidelijke merktekens te vinden zijn in de vorm van profielonthoofding, zichtbare oppervlakte-erosie, rilerosie en geulerosie.

D. Vegetatie

a. In het gebied moeten zowel natuurlijke vegetaties*, aangeplant bos als landbouwcultuur voorkomen. Ten aanzien van natuurlijke vegetaties is het voorkomen van de volgende typen van belang: gesloten steeneikenbos, open steeneikenbos en diverse vormen van struikvegetaties van verschillende hoogte en sluitingsgraad ("matorrales" en "eriales"). De aanplantingen betreffen Pinus halepensis-bos in verschillende ontwikkelingsfasen.

* Met "natuurlijke vegetatie" is hier bedoeld: begroeiingen die spontaan (dus zonder aanplanting) tot ontwikkeling komen. De invloed van de mens is ook hier steeds belangrijk (geweest).

b. Verschillende representatieve cultuurgewassen moeten in het proefgebied voorkomen en wel in diverse dichtheden en hoogten (t.a.v. meerjarige gewassen: fruitbomen, wijngaarden).

c. Om de waarde van deze begroeiingen t.a.v. bodemconservering en waterhuishouding na te gaan moet voor een aantal begroeiingen een verscheidenheid van hellinggradiënt aanwezig zijn. Voor wat betreft de beplantingen kan het interessant zijn indien verschillende wijzen van cultuuraanleg vergeleken konden worden (terrassen van verschillend type of afmeting, plekbeplanting).

d. Om de onder c) genoemde regulerende betekenis van de begroeiingen te vergelijken met omstandigheden bij andere vormen van bodemgebruik is het noodzakelijk dat een aantal van de beboste en natuurlijk begroeide terreinen zo goed mogelijk vergelijkbare tegenhangers hebben die onder een andere vorm van landgebruik liggen; dit betekent dat deze in ieder geval op een zelfde moedermateriaal liggen, op vergelijkbare bodem en op dezelfde hellingen (liefst tussen de 20 en 30%: het grensgebied tussen land- en bosbouw).

E. Bodembeschermende maatregelen

a. In het gebied moeten percelen voorkomen waarop cultuurtechnisch bodembeschermende maatregelen zijn uitgevoerd (terrasseringen, afleidingsterrassen, geulbeteugelingswerken).

b. In het gebied moeten percelen voorkomen waarop de boer bodembeschermende maatregelen heeft getroffen of bereid is te treffen (contourploegen, strokenbouw).

c. In het gebied moeten percelen liggen die ten behoeve van de bodembescherming herbebost zijn.

d. De hierboven genoemde maatregelen moeten voorkomen onder verschillende topografische en bodemkundige omstandigheden.

2.6 Keuze van onderzoeks- en proefgebied; motivatie

Tijdens het vooronderzoek werden verschillende gebieden rond Calatayud en Ejea de los Caballeros bezocht. Het gebied ten zuiden van Calatayud bleek zich goed te lenen voor het onderzoek. Het daarin gelegen stroomgebied van de Valdeamargos komt tegemoet aan de meeste selectiecriteria ten aanzien van het proefgebied (par. 2.5). De volgende beperkingen doen zich voor:

- ingezaaid grasland komt niet voor (A.a),

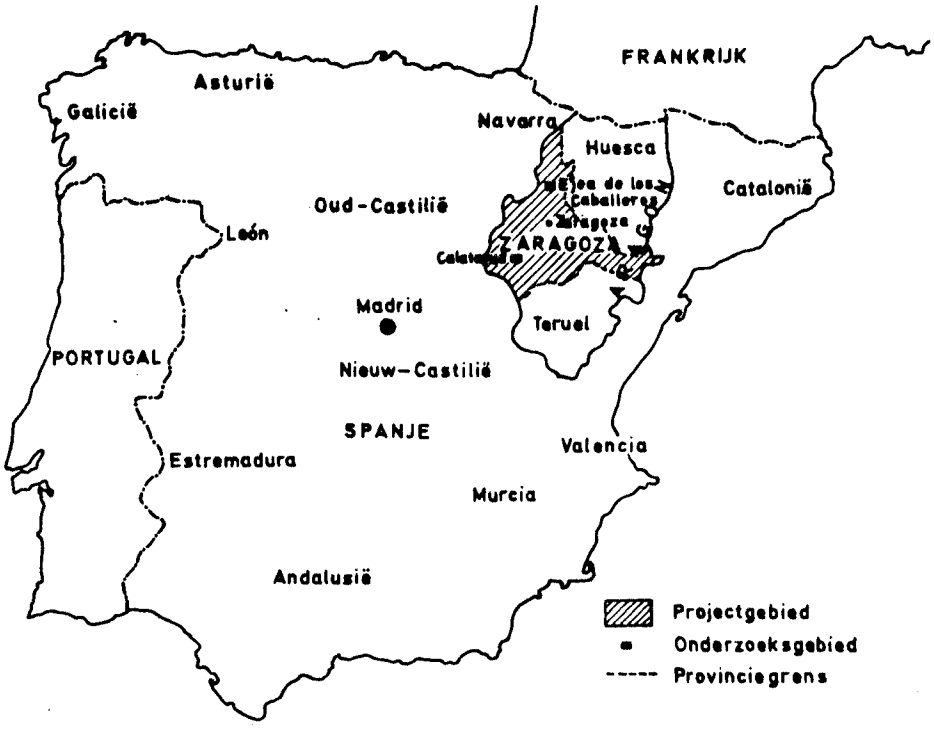


Fig. 3.1.a. Situering van het onderzoeksgebieden

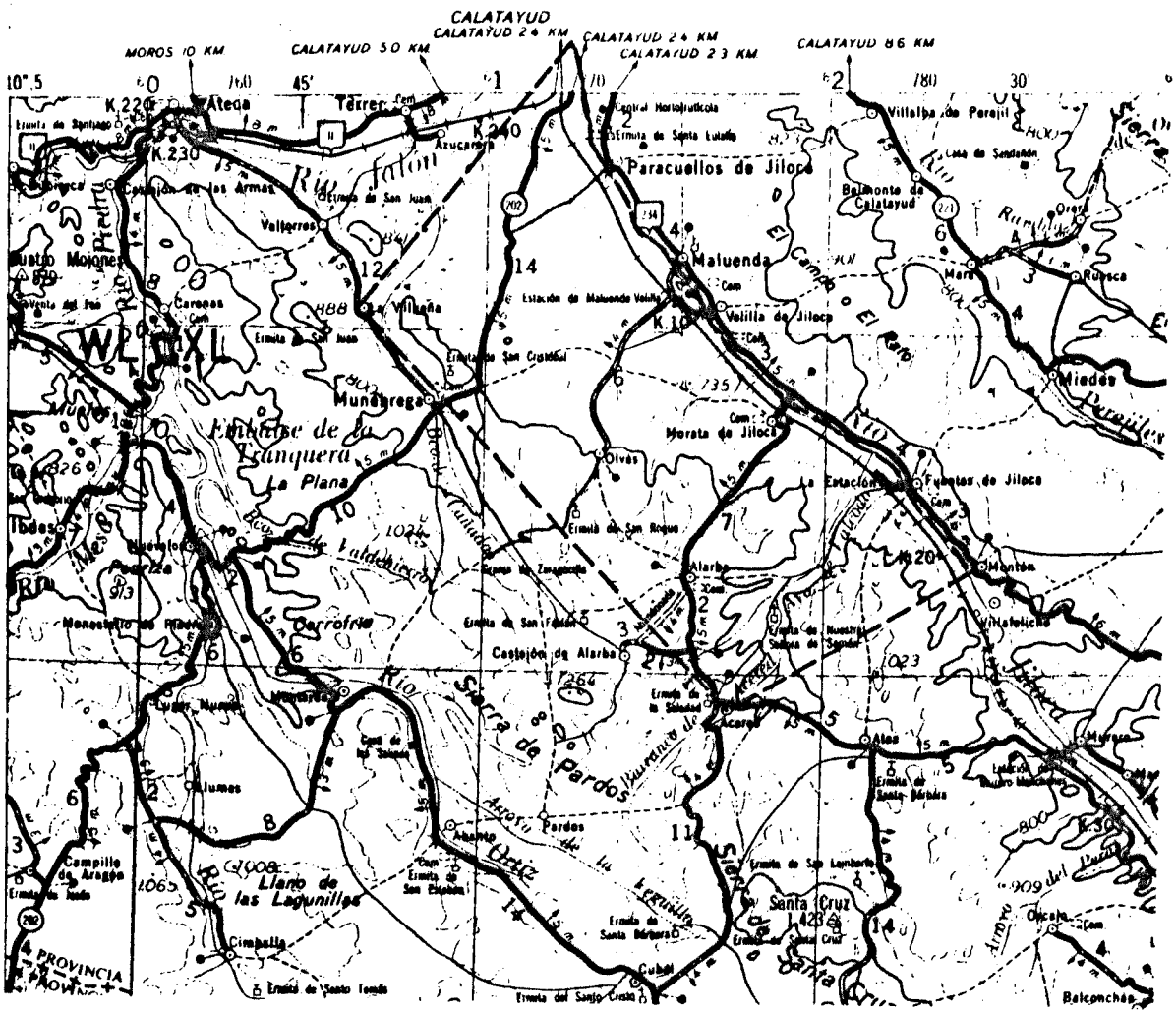




Fig. 3.1.c. Proefgebied Calatayud; het stroomgebied van de Arroyo de Valdeamargos.

- lange hellingen worden weinig aangetroffen (B.b). Wel vindt men deze ten NW van Olvés en op aangrenzende terreinen, b.v. bij Munébrega,
- in het gebied komen, gezien de sterke erosie, weinig ongestoorde, goed ontwikkelde profielen voor (C.b en C.f),
- bepaalde karakteristieke vegetatietypen komen niet voor (b.v. gesloten steeneikenbos), maar kunnen wellicht elders in het onderzoeksgebied worden aangetroffen (D.a),
- de geringe variatie in leeftijd van beplantingen bemoeilijkt het vergelijkend onderzoek (D.c),
- niet alle vormen van landgebruik komen voor op hellingen tussen 20 en 30% zoals graanteelt, tuinbouw en fruitteelt (D.d),
- bodembeschermende maatregelen, afleidingsterrassen en geulbeteugelingswerken komen niet voor in het proefgebied, maar kunnen wel elders in het onderzoeksgebied worden gevonden (E.a en E.b).

In het gebied rond Ejea de los Caballeros ligt een proefgebied van de regionale Bodembeschermingsdienst, waar onderzoek wordt verricht naar het effect van enige maatregelen op de daar optredende tunnel- en ravijnerosie.
Tijdens het vooronderzoek is niet komen vast te staan welke terreinen zich lenen voor onderzoeksgebied. Voorshands is besloten dit punt later in beschouwing te nemen.

3. BESCHRIJVING VAN HET ONDERZOEKSGEBIED CALATAYUD

3.1 Ligging

Het projectgebied - de provincie Zaragoza; oppervlakte 17 200 km^2 - ligt in het noord-oosten van Spanje en maakt deel uit van de landstreek Aragón (Fig. 3.1.a). Aragón heeft een oppervlakte van 47 600 km^2 en omvat de drie provincies Huesca, Teruel en Zaragoza.
De topografie van Aragón kan globaal als volgt worden gekarakteriseerd:
Het centrale deel wordt gevormd door de NW-SE lopende Ebro-vlakte, met daarin Zaragoza, de hoofstad van Aragón als bestuurlijk en commercieel centrum. Naar het noorden wordt deze vlakte begrensd door een landschap van heuvels en plateaux. Verder noordwaarts wordt de geleidelijke stijging naar de voet van de Pyreneeën onderbroken door het brede bekken van de Flumen, waarin de stad Huesca is gelegen, en enkele smallere, eveneens merendeels NW-SE lopende valleien (rivieren Ara en Aragón). De waterscheiding van het Pyrenese hooggebergte vormt de

Tabel 3.2.a. Geologische tijdschaal

Hoofd-tijdperk	Periode	Tijdvak	Absolute ouderdom in milj. jaren	Perioden met gebergtevorming (Palaeozoicum en jonger)
Kaeno-zoicum	Kwartair	Holoceen	0,01	Alpine orogenese
		Pleistoceen	1,8	
	Tertiair	Plioceen	5	
		Mioceen	22	
		Oligoceen	40	
		Eoceen	55	
		Palaeoceen	65	
Meso-zoicum	Krijt		140	
	Jura		195	
	Trias		230	
Palaeo-zoicum	Perm		280	Hercynische orogenese
	Carboon		345	
	Devoon		395	Caledonische orogenese
	Siluur		435	
	Ordovicium		500	
	Cambrium		570	
Prae-cambrium			> 4000	

noordgrens van de landstreek Aragón.
De zuidelijke begrenzing van de Ebro-vlakte wordt gevormd door het Iberisch Randgebergte. Ingesloten tussen de Pyreneeën, het Iberisch Randgebergte en het Catalaans Kustgebergte ligt een landschap van miocene depressies.
Het onderzoeksgebied van Calatayud (ca. 13 000 ha) ligt in het overgangsgebied tussen de Ebro-vlakte en het Iberisch Randgebergte en wordt ingesloten door

- in het noord-oosten de Rio Jiloca,
- in het noord-westen de lijn Calatayud-La Vilueña,
- in het zuid-westen de lijn La Vilueña-Acered en
- in het zuid-oosten de lijn Acered-Montón.

Dit gebied watert overwegend af op de Rio Jiloca (Fig. 3.1.b), die ligt in de depressie van Calatayud-Daroca.
Het onderzoeksgebied is representatief voor het landschap van de miocene depressies.
Het proefgebied (ca 1500 ha) wordt gevormd door het stroomgebied van de Arroyo de Valdeamargos, dat een onderdeel is van het onderzoeksgebied en zich uitstrekt tussen de plaatsen Munébrega en Maluenda (Fig. 3.1.c).

3.2 Geologie en geomorfologie

3.2.1 Projectgebied

Het Iberisch Randgebergte behoort tot het Hercynische plooiingsgebied en bestaat uit Palaeozoische sedimenten en kristallijne gesteenten.
Gedurende het Mesozoicum (Tabel 3.2.a) werden de bestaande bekkens opgevuld met vnl. mariene sedimenten, zoals kalksteen en mergel. Zo vormde het huidige Ebrobekken een zeearm, welke de Middellandse Zee met de Atlantische Oceaan verbond.
Aan het begin van het Kaenozoicum vond een eerste opheffing plaats, deel uitmakend van de Alpine orogenese.
Op het Hercynische gebergte werd als gevolg van een sterke denudatie een peneplain of vereffeningsvlak gevormd op ca 1000-1200 m hoogte, het Iberisch Tafelland (Meseta).
Aan het eind van het Oligoceen vond in depressies afzetting plaats, ten dele in een brak-water milieu (b.v. klei en zand).
Het eind van het Mioceen is van groot belang voor het onderhavige gebied. Aan het oostelijk deel van het Iberisch Tafelland vond n.l. lokaal daling plaats en werden vrij uitgebreide bekkens gevormd.
Het Iberische denudatievlak werd daar begraven onder vrijwel horizontaal gelaag-

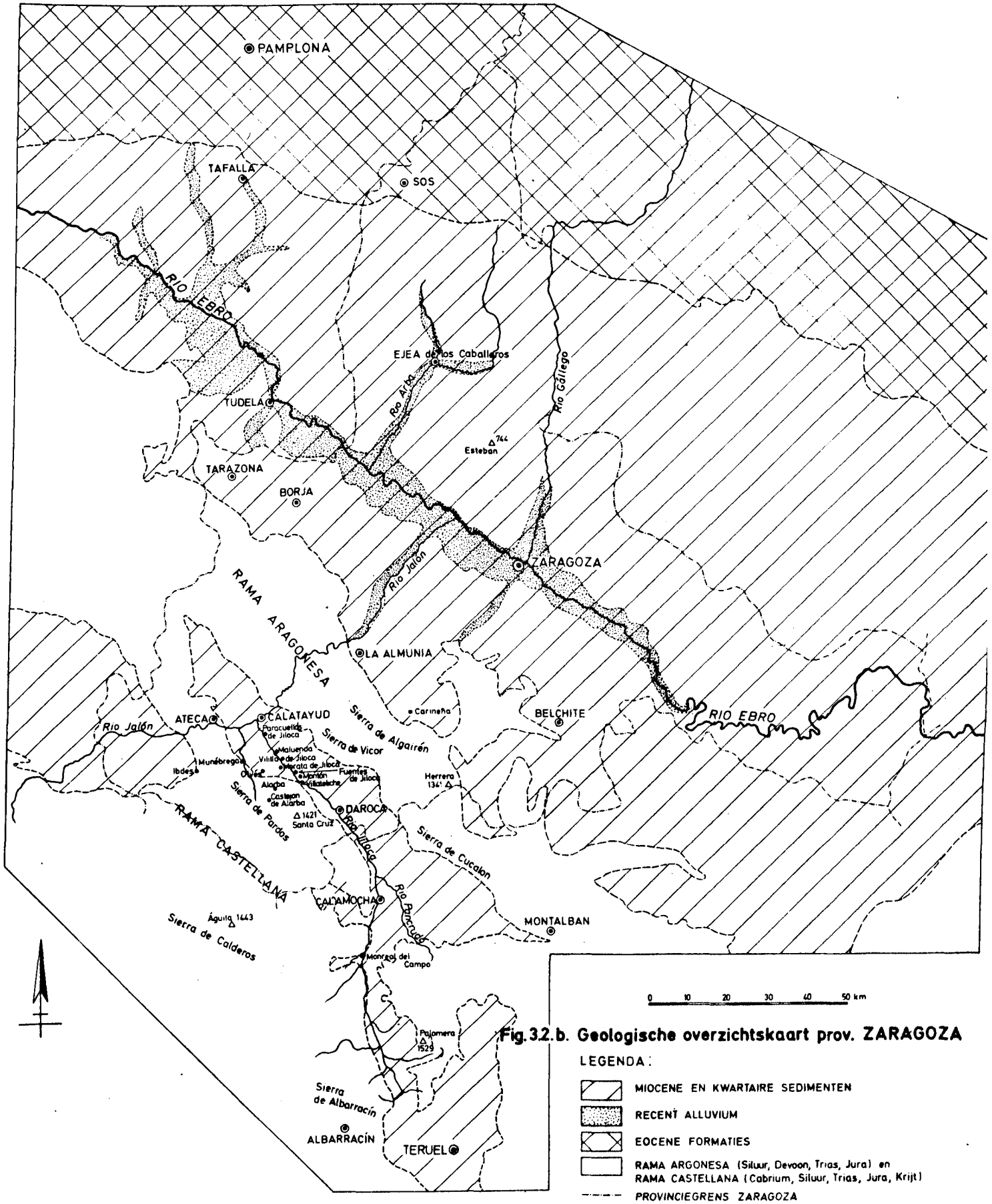


Fig. 3.2.b. Geologische overzichtskaart prov. ZARAGOZA

LEGENDA:

- MIOCENE EN KWARTAIRE SEDIMENTEN
- RECENT ALLUVIUM
- EOCENE FORMATIES
- RAMA ARGONESA (Siluur, Devoon, Trias, Jura) en RAMA CASTELLANA (Cabrium, Siluur, Trias, Jura, Krijt)
- PROVINCIEGRENS ZARAGOZA
- Rivieren

(BRON: MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA, 1888 nr. 3, 7 Y 15)

de sedimentpakketten van kalksteen, mergel, gips, "mudstone", grind, zand en leem. De randen van de bekkens hadden een terrestrisch karakter en bevatten de laatstgenoemde vier sedimenttypes, terwijl de evaporiet-series (vooral gips) zich meer in het centrum vormden.
Het materiaal van deze terrestrische sedimenten is afkomstig van het Iberisch Tafelland, waar aan het eind van het Mioceen een versterkte erosie (denudatie) plaats vond.
Het Miocene pakket is op zijn beurt ook aan denudatie onderhevig geweest, waardoor een tafeltop-topografie ontstond: afgevlakte heuveltoppen rijzen uit boven een overigens zwak golvend land.
Pleistocene terrasniveaus worden aangetroffen langs de grotere rivieren zoals de Rio Ebro, Rio Jalón en Rio Jiloca. Belangrijke terrasvoorkomens worden aangetroffen bij de samenvloeiing van belangrijke rivieren, zoals ten zuid-westen van Calatayud.
Het materiaal is stevig en vrij hoekig, zodat een relatief kort fluviatiel transport, evenals een colluviale bijdrage, aannemelijk is.
Beschouwt men de geologische kaartbladen schaal 1 : 200.000 nrs 40, 32 en 22 van resp. Daroca, Zaragoza en Tudela (Fig. 3.2.b), dan vallen van SW naar NE de volgende geologische structuren op:

- Rama (tak) Castellana in het SW met o.a. Sierra de Calderos en Sierra de Pardas, een uitloper van het Iberisch Randgebergte; hier zijn Mesozoische gesteenten gesuperponeerd op het Palaeozoische massief met voor beide als dominante structuurrichtingen NNE-SSW en NE-SW;
- depressies van Calatayud en Calamocha-Teruel met Miocene en Kwartaire sedimenten;
- Rama Aragonesa (gescheiden van het Iberisch Randgebergte, doch in opbouw vergelijkbaar) met o.a. Sierra de Vicort, Sierra de Cucalón en Macizo de Montalbán;
- Ebrobekken met Miocene en Kwartaire afzettingen liggend op Eocene-Oligocene afzettingen, welke vooral in het N aan het oppervlak komen.

Voor een goed begrip van de landschappelijke opbouw en bodemgenese is een "geomorfologische tijdschaal" onontbeerlijk. Met gegevens van KING (1967) is deze als volgt, deels naar eigen interpretatie, op te bouwen.
Denudatievlakken:

I Vroeg Kaenozoicum: vorming Iberisch Tafelland (Meseta)
II Laat Mioceen: denudatie van Meseta
III Latere cyclus Plio-Pleistoceen

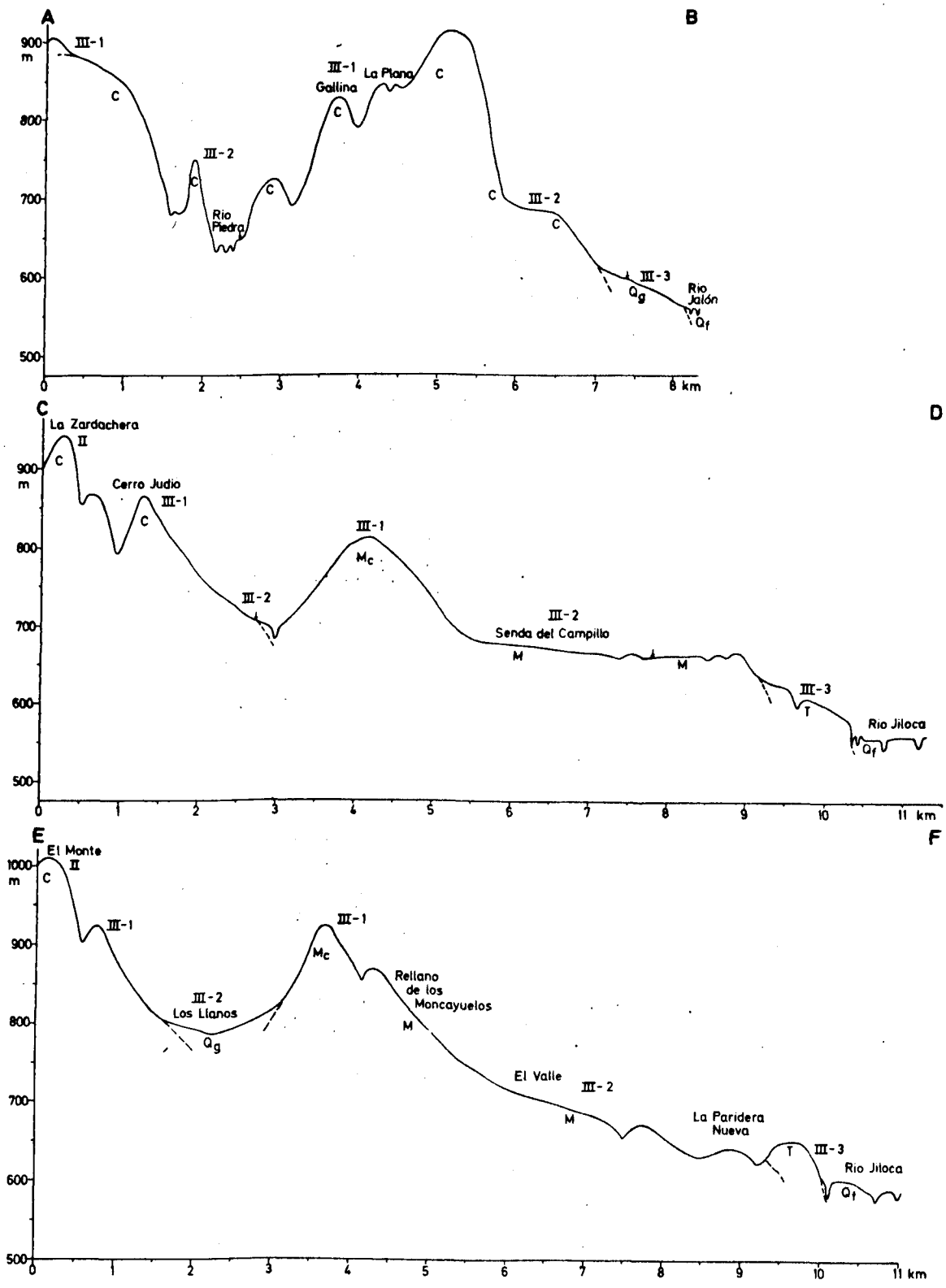


Fig. 3.2.c. Geomorfologische profielen.

LEGENDA

Profielen: locatie zie bijlage 2

Geologie
- C Cambrium o.a. Kwartsieten
- M Miocene mariene afzettingen
- M_c Miocene continentale afzettingen
- T Pleistocene terrasafzettingen
- Q_g Kwartaire stenige afzettingen
- Q_f Holocene fluviatiele afzettingen met fijne textuur

Geomorfologie
- II Laat Mioceen
- III-1 Plioceen (tafeltop topografie)
- III-2 Plio-Pleistoceen (zwak golvend)

} ouderdom denudatie-vlakken

III-1 Tafeltop-topografie Plioceen

III-2 Zwak golvende landvorm (lager niveau) Plio-Pleistoceen

III-3 Pleistocene rivierterrassen en glacis of hellingvoeten.

ZUIDAM (1976) heeft zich vooral op de latere cyclus toegelegd.
De glacialen hadden een relatief droog en koud klimaat. In deze perioden werden glacis gevormd. De interglaciale perioden hadden een warmer en vochtiger klimaat. In de beginfase van de interglacialen vond vooral de fluviale accumulatie van de terrassen plaats. Daarna trad vooral erosie en oplossing van gips op met als gevolg de vorming van badlands en depressies.
Op de overgang van een droog naar een vochtig klimaat zal oplossing van kalk en accumulatie (o.a. korstvorming) sterk hebben plaatsgevonden.
Ter verduidelijking van de geomorfologische structuur zijn een drietal profielen, welke geconstrueerd zijn aan de hand van topografische gegevens van de 1 : 50.000 topografische kaart nr. 437 (Ateca), opgenomen (Fig. 3.2.c). De locatie van deze profielen is weergegeven in Fig. 3.2.d. In deze figuur zijn tevens de 100 m hoogtelijnen aangegeven en is het proefgebied Maluenda tussen Munébrega en Maluenda te vinden.
De verschillende niveaus II en III resp. Laat Mioceen en de Plio-Pleistocene Cyclus zijn in de hoogteprofielen aangegeven. Op 950 à 1000 m bevindt zich het Laat-Miocene niveau (II). De Tafeltop-topografie is in het gebied niet uitgesproken. Hiervan zijn goede voorbeelden te vinden in het noorden van het gebied Calatayud (Fig. 3.5.a), bij Torralba de Ribota. Wel zijn in het gebied (Fig. 3.2.c profiel EF) ronde toppen te vinden, welke tot dit niveau (III-1) zijn gerekend. Het zwak golvende niveau III-2 helt naar de rivierdalen toe (2-7%). Het Pleistocene terrasniveau (III-3) bevindt zich op ca 35-60 m boven de riviervlakte van de Rio Jiloca. Bij de samenvloeiing van de Rio Jiloca met de Rio Jalón is een zwak hellend terrasniveau aanwezig.

3.2.2 Stroomgebied van de Rio Jiloca

De Rio Jiloca bezit een relatief groot stroomgebied. Hij behoudt zijn naam tot Monreal del Campo, ongeveer 66 km ten zuid-zuidoosten vanaf de samenvloeiing met de Rio Jalón bij Calatayud. Bovenstrooms van Monreal del Campo zijn er tot ongeveer 36 km in SSE richting (tot $\pm$ 10 km ten NW van Teruel) zijdalen te vinden welke op de Rio Jiloca afwateren. Het meest frappante bij beschouwing van de geologische kaart schaal 1 : 400.000 (anno 1888) is, dat de centrale loop van de rivier zich, met uizondering van enkele gebieden bij Daroca, grotendeels aan de Miocene depressies houdt. Zijn sedimentafvoer zal dan ook grotendeels door het

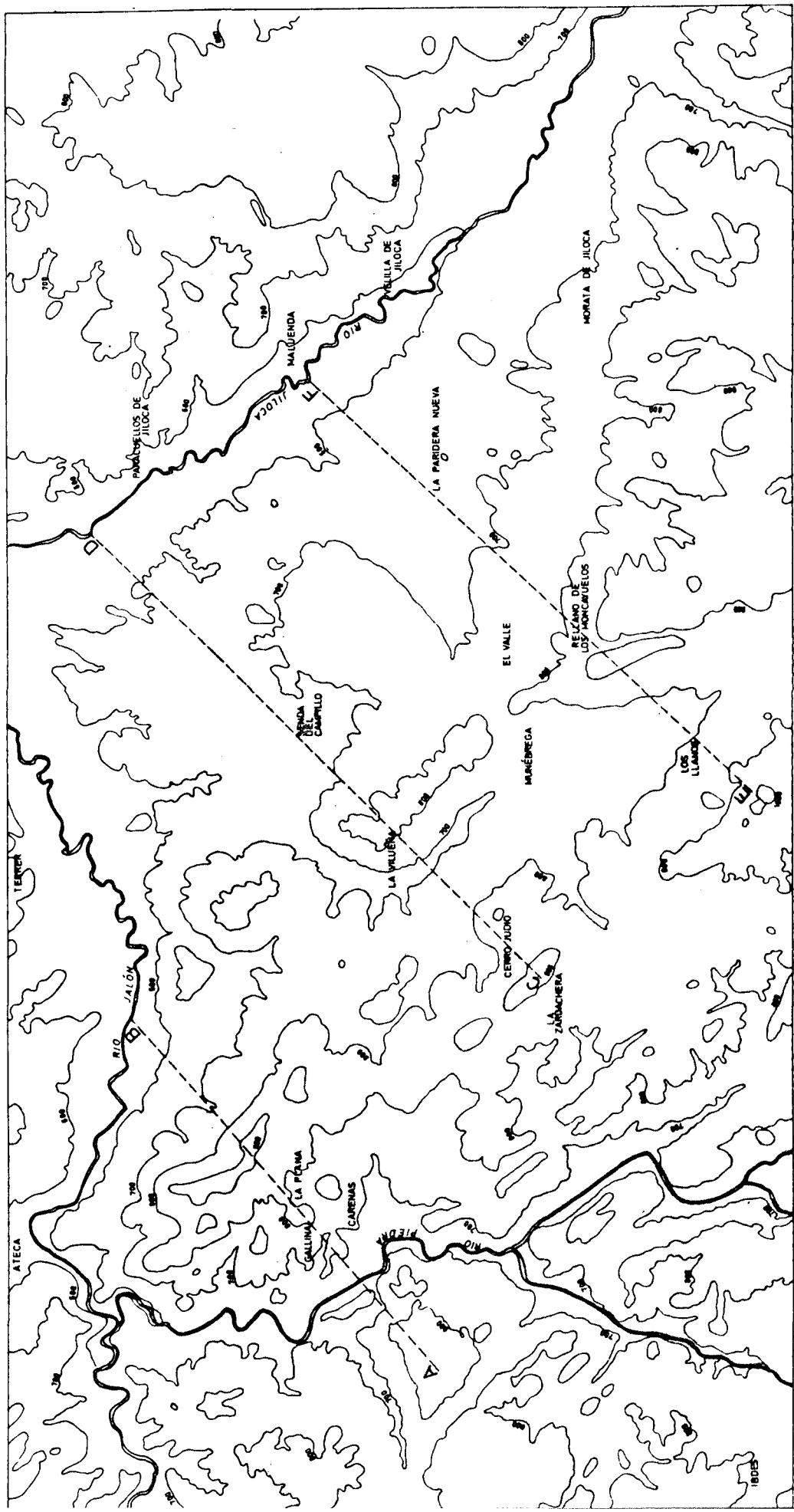


Fig 3.2.d Hoogtelijnenkaart met locatie van de geologische profielen

karakter van deze gesteenten worden bepaald. Via zijn zijdalen bereikt hij echter ook Mesozoische en Praecambrische formaties. Overigens kent de Rio Jiloca weinig zijdalen met belangrijke afvoer. Alleen de Rio Pancrudo (bij Calamocha) komt hiervoor in aanmerking. Deze stroomt eveneens in een Mioceen bekken en heeft in zijn bovenloop Mesozoische gesteenten.

3.2.3 Proefgebied

Het proefgebied is gelegen tussen Munébrega in het westen en Maluenda in het oosten en omvat het stroomgebied van de Arroyo de Valdeamargos. Het wordt begrensd door een waterscheiding, welke in zijn geheel in de Miocene series ligt. In het westen bevinden zich Miocene conglomeraatseries direct liggend op Cambrische gesteenten.
Het gebied maakt deel uit van de depressie van Calatayud en bevat Miocene afzettingen. Volgens de geologische kaart schaal 1 : 200.000 blad 40 (Daroca) komen de volgende series voor:

Mioceen :	M1-4cg	conglomeraten
	M1-4	zanden, lemen, kleien en mergels
	M1-4y	gips, mergels en gipshoudende lemen
Kwartair:	Qg	breccies en conglomeraten
	Q	ongedifferentieerd.

De bovengenoemde series zijn nader onderverdeeld en beschreven op basis van veldwaarnemingen. Zo bestaat de Miocene conglomeraatserie uit een afwisseling van oranje lemen met grind en rubble of met conglomeraten en breccies. Opvallend is de slechte afronding van de gesteentefragmenten in de conglomeraten en het vaak ontbreken van verkitting. Deze series stellen de terrestrische fase van het Mioceen voor, liggend op of uitwiggend tegen mariene afzettingen. Het materiaal is afkomstig van het Palaeozoische achterland.
De maximale verbreiding vanaf de rand van het bekken (bij Munébrega) kan geschat worden op ca 5 km (La Subida). In het landschap nemen deze afzettingen de hoogste en relatief vlakke toppen in op ca 760-940 m.
Aan de basis van de conglomeraatseries is op enkele plaatsen, b.v. bij Olvés en La Subida een kalksteenpakket aangetroffen. Dit pakket ligt op eveneens mariene afzettingen met gips, mergel, kalksteen en mudstone. Er bestaan duidelijke facieswisselingen, waarbij enerzijds het evaporietkarakter (hier gipsaccumulatie) en anderzijds de terrestrische aanvoer (hier klei en silt) domineert.
Zo kunnen onderscheiden worden, in volgorde van dominantie:

- Y facies : gips afgewisseld met mergel, vnl. in E en NE van het gebied;

- K facies : mudstone met dunne gipslaagjes, vnl. in SW van het gebied;
- M facies : mergel met gips en kalksteenbankjes, vnl. in NW van het gebied.

De evaporietfacies (Y) neemt toe naar het centrum van het bekken, terwijl aan de randen meer klei wordt afgezet, daarbij mergel en mudstone opleverend. Laatstgenoemde zal in verband staan met het toenmalige achterland en gebonden zijn aan belangrijke riviermondingen. Verder van deze mondingen verwijderd zal relatief meer kalk aan het sediment worden toegevoegd en ontstaat mergel.
Uit de topografische kaart 1 : 50.000 is een globale indruk verkregen van de hoogte waarop deze afzettingen in het proefgebied voorkomen, te weten:
760-940 m conglomeraatseries
750-760 m kalksteenseries
620-750 m series met Y, K en M facies.
Aan de Rio Jiloca wordt op een hoogte van ca 615 à 640 m een terrasafzetting aangetroffen. Dat is 35 à 60 m boven het huidige niveau van de overstromingsvlakte (III-3 niveau). Het is een afwisseling van verkitte, zwak afgeronde breccie (4-7 m dik) met "calcareous loam" (6-8 m dik). De totale dikte wordt geschat op ca 25 m.
Voorts wordt lokaal in het proefgebied op enkele heuveltjes een breccie aangetroffen, waarschijnlijk een petrocalcic horizon gevormd in een Plio-Pleistocene afzetting, dit laatste geconcludeerd uit hun positie in het terrein.
Holocene colluviale afzettingen zijn in de dalen en op relatief zwakke hellingen aanwezig en bezitten een grote verscheidenheid. Op basis van veldwerk wordt de volgende indeling voorgesteld:

SC colluvium afkomstig van de conglomeraatseries met een stenige (SC^+) en een niet of weinig stenige variant (SC^-)
YC colluvium afkomstig van de Y facies
KC colluvium afkomstig van de K facies
DC dalcolluvium met gemengde samenstelling en weinig of geen stenen.

Tenslotte wordt verwezen naar profiel EF van Fig. 3.2.c, welke het proefgebied doorsnijdt. Het stroomgebied bevindt zich, zoals het profiel toont, tussen Rellano de los Moncayuelos en de Rio Jiloca, daarbij alleen Miocene afzettingen omvattend en niveaus van de latere cyclus. Het III-2 niveau van 650-870 m toont een concave 7% helling in het westen (El Valle) naar een complexe (versneden) ca 3% helling in het oosten (La Paridera Nueva). Het beslaat het grootste oppervlak van het proefgebied.
Het III-1 niveau bevindt zich op ca 920 m van de Miocene conglomeraatseries.

3.3 Klimaat

3.3.1 Algemeen

Klimatologisch laat Spanje zich volgens KÖPPEN in 4 zones verdelen (BAARS et al.; 1971):

- Het binnenland heeft een streng continentaal klimaat (D), met hete droge zomers (tot 40°C) en strenge winters (gemiddeld minimum -7°C). De gemiddelde neerslag bedraagt 500 mm per jaar; hiervan valt het grootste deel (370 mm) in de maanden november tot april.
- Het noorden en de noordwestkust hebben een zeeklimaat (Cf), met een matig warme zomer en een zachte winter. De neerslag is overvloedig (800 à 1000 mm/jaar).
- De oostkust bezit een typisch Mediterraan klimaat (Cs). In Barcelona is de gemiddelde temperatuur in januari 8°C, in juni 26°C. Ten noorden van de Ebro treedt soms de mistral op.
- Aan de uiterste zuidkust krijgt het Cs-klimaat een subtropisch karakter, met hete droge zomers en warme, vochtige winters.

Het gebied rond Calatayud heeft een mediterraan klimaat met een sterk continentale invloed. Reliëfverschillen kunnen bovendien sterke schommelingen van plaats tot plaats veroorzaken (Fig. 3.3.a). De regenindex van KÖPPEN (R = 2) ligt juist op de grens van nat naar steppeklimaat.

3.3.2 Temperatuur

Het temperatuurverloop over het jaar is weergegeven in Tabel 3.3.b, zowel voor Zaragoza (stad) als voor Calatayud. Uit de gegevens blijkt dat Calatayud het gehele jaar door iets kouder is dan Zaragoza.
Overigens zijn in Calatayud maximumtemperaturen van 41°C en minimumtemperaturen van -13°C geregistreerd (CARMEN CHUECA; 1976).
Gemiddeld (1941-1954) komen in Calatayud per jaar 57 dagen met vorst voor en in Zaragoza 25.

3.3.3 Neerslag

Fig. 3.3.c geeft de verdeling weer van de gemiddelde jaarlijkse neerslag in Aragón.
De jaarlijkse neerslagsom van Calatayud bedraag 431 mm (Tabel 3.3.d), maar varieert sterk van jaar tot jaar (minimum 216 mm, maximum 715 mm).

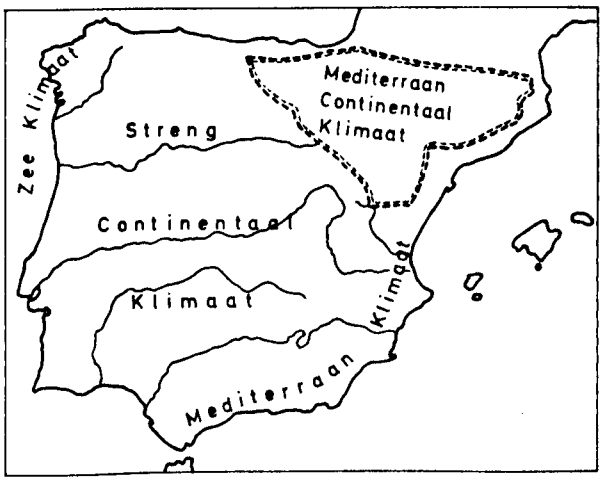


Fig. 3.3.a. Belangrijkste klimaattypen van het Iberisch Schiereiland. Voor het Ebro bekken een gedetailleerde weergave van de klimaattypen Bron: Bielza de Ory en Gutiérrez Jiménez (1977)

Tabel 3.3.b. Temperatuurverloop over het jaar in Zaragoza (stad) en Calatayud (in °C).

Calatayud (1948-1966)

	Jan	Febr	Mrt	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jaar
Gem. temp.	5.1	6.6	9.7	12.8	16.2	19.8	24.8	22.5	19.4	13.9	9.0	5.8	13.8
Gem. max. temp.	9.4	11.6	15.3	18.1	22.9	26.7	30.9	29.9	26.3	19.4	13.8	10.3	19.6
Gem. min. temp.	0.9	1.5	4.1	6.2	9.6	12.9	15.5	15.3	12.6	8.0	4.3	2.2	7.8

Bron: CARMEN CHUECA (1976)

Zaragoza

Gem. temp.	6	8	10	13	17	21	24	24	20	15	10	7	14,6
Gem. max. temp.	10	12	16	19	23	27	31	30	26	20	14	10	19,8
Gem. min. temp.	2	3	5	8	11	14	17	17	14	10	6	3	9,2
E_p (PENMAN; mm)	20	33	72	98	143	171	195	165	98	54	22	15	1082

Bron: ANONYMUS s.a.

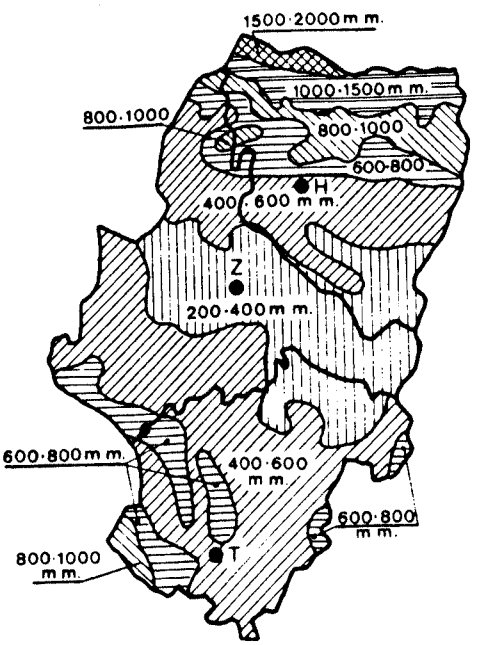


Fig. 3.3.c. Verdeling van de gemiddelde jaarneerslag in Aragón
Bron: Bielza de Ory & Gutierrez (1977)

Tabel 3.3.d. Neerslagverdeling over het jaar (mm) in Calatayud over de periode 1941 t/m 1960.

Jaar/Maand	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jaar	Maximale maandneerslag
1941	86	14	30	57	83	45	60	40	36	12	22	16	500	86
1942	15	20	69	71	24	47	7	60	35	24	26	14	412	71
1943	50	15	21	44	37	40	90	11	31	9	2	40	390	90
1944	0	28	16	30	86	29	2	35	56	42	17	13	354	86
1945	18	1	8	14	38	14	31	10	3	5	46	28	216	46
1946	39	11	32	66	102	53	7	16	42	19	60	24	456	102
1947	18	35	36	15	74	28	50	29	64	28	7	14	458	95
1948	51	15	32	46	36	9	12	25	12	29	2	30	299	51
1949	14	18	22	14	93	31	38	26	104	20	35	18	433	104
1950	24	7	15	22	64	40	14	32	23	9	28	88	366	88
1951	47	24	30	75	20	92	35	32	49	67	28	10	509	92
1952	18	14	23	60	16	20	42	24	12	12	18	40	299	60
1953	6	4	4	82	6	128	6	32	19	61	6	28	382	128
1954	11	8	106	27	96	44	36	1	13	8	40	18	408	106
1955	79	45	14	15	96	36	40	36	36	53	45	52	538	96
1956	14	7	87	40	131	11	12	62	128	10	42	14	558	131
1957	12	10	30	42	64	117	19	41	61	68	25	2	491	117
1958	54	8	18	4	29	48	12	4	76	36	16	138	445	138
1959	2	28	84	46	129	132	85	4	86	41	26	52	715	132
1960	40	32	68	1	16	24	5	5	39	108	31	32	401	108
Gemiddeld	29	20	37	39	62	49	30	26	46	33	24	34	431	

Bron: ICONA-SCS te Zaragoza.

Tabel 3.3.e. Maximale dagneerslagen (mm) per maand in Calatayud over de periode 1941 t/m 1954.

Jaar/Maand	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Maximale maandneerslag
1941	15	4	8	18	10	11	30	24	17	10	6	10	30
1942	10	10	17	12	16	19	4	37	11	10	10	6	37
1943	11	10	10	18	10	10	26	8	15	5	1	11	26
1944	0	18	10	15	40	13	1	10	25	18	5	6	40
1945	10	1	3	8	19	3	14	6	3	2	34	10	34
1946	20	7	10	12	36	26	5	10	24	10	10	10	36
1947	10	15	10	8	23	10	10	4	23	14	3	8	23
1948	16	4	25	10	12	8	10	25	10	10	2	10	25
1949	10	10	17	6	37	15	26	10	19	10	10	6	37
1950	10	4	14	11	21	13	12	15	12	5	12	12	21
1951	16	10	9	20	6	35	30	20	22	30	10	10	35
1952	6	5	11	13	8	8	14	20	5	4	8	12	20
1953	3	1	2	23	3	26	4	17	12	29	2	8	29
1954	6	2	43	8	20	22	16	1	9	5	10	10	43

Bron: ICONA-SCS; Zaragoza.

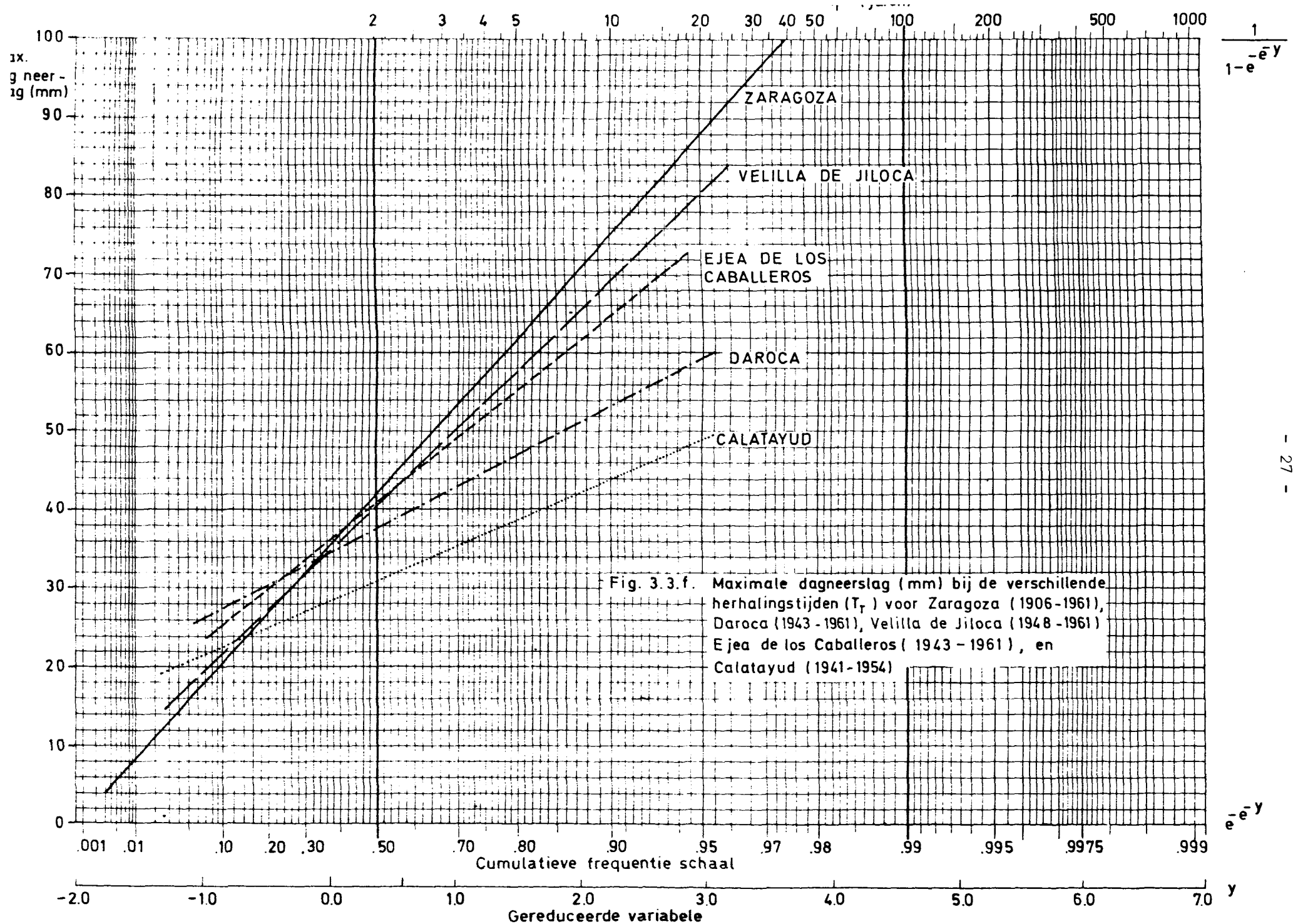


Fig. 3.3.f. Maximale dagneerslag (mm) bij de verschillende herhalingstijden (T_r) voor Zaragoza (1906-1961), Daroca (1943-1961), Velilla de Jiloca (1948-1961) Ejea de los Caballeros (1943-1961), en Calatayud (1941-1954)

Opvallend is de vrij uniforme gemiddelde verdeling over het jaar: er is geen uitgesproken langdurige droge tijd. Het gemiddelde aantal regendagen bedraagt 77: in de winter 21, lente 21, zomer 15 en herfst 20. Tabel 3.3.e presenteert de maximale dagneerslagen per maand over de periode 1941-1954. In Fig. 3.3.f zijn deze maximale dagneerslagen voor elk jaar uitgezet in een GUMBEL-verdeling, evenals die van Velilla de Jiloca. De opvallende verschillen kunnen met de nu ter beschikking staande gegevens niet verklaard worden. Voor de erosiviteit van de neerslag zijn dergelijke gegevens echter van het grootste belang.
Ter vergelijking zijn in Fig. 3.3.f maximale dagneerslagen bij verschillende herhalingstijden weergegeven van Zaragoza, Daroca, Calatayud en Velilla de Jiloca.

3.3.4 Verdamping

Met de beschikbare gegevens van Zaragoza (over 56 jaar) is de potentiële evapotranspiratie per maand uitgerekend met de formules van PENMAN. De uitkomsten van de berekeningen staan in Tabel 3.3.b vermeld.
In hoeverre deze resultaten kunnen worden toegepast op het onderzoeksgebied moet uit nog te verkrijgen gegevens na worden gegaan. Een redelijke indicatie geven ze echter wel. Er is duidelijk sprake van een groot neerslagtekort. Volgens de THORMTHWAITE-waterbalans is dit tekort voor Calatayud zo'n 400 mm per jaar.

3.3.5 Wind

Een karakteristiek element van het klimaat in het Ebro-bekken is de wind. Slechts gedurende een klein gedeelte van het jaar (1/6) is er geen wind van betekenis (BIELZA DE ORY & GUTIERREZ JIMINEZ, 1977). De overheersende wind is de "cierzo" die waait van NW naar SE gedurende het grootste gedeelte van het jaar. De cierzo is een koude, droge en sterke wind, die snelheden van 100 km/h kan bereiken.

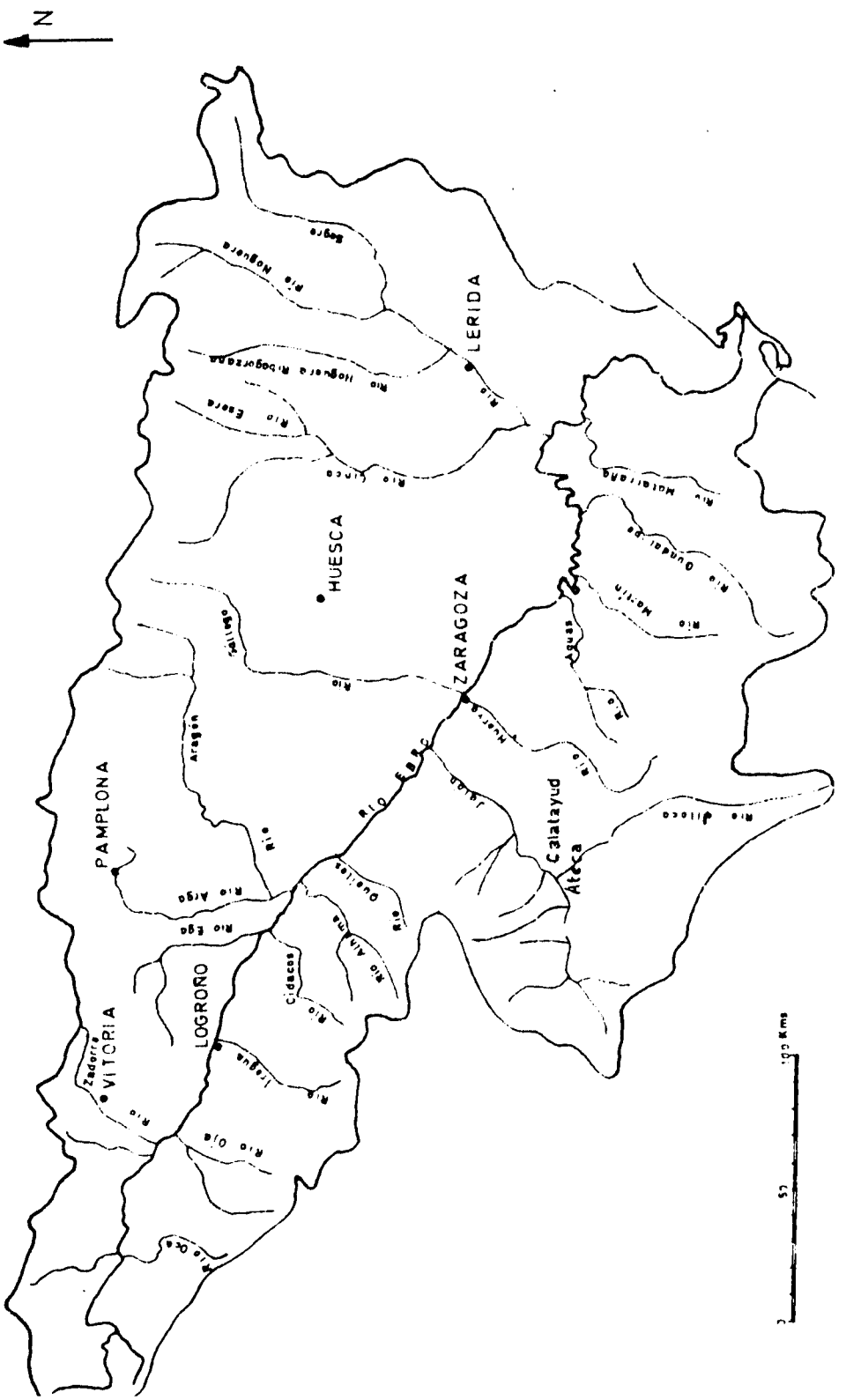
3.4 Hydrologie

3.4.1 Algemeen

De Ebro is de waterrijkste rivier van Spanje. Vooral dankzij de aanvoer uit de Pyreneeën is de afvoercoëfficiënt (gem. afvoer als percentage van de gemiddelde neerslag) vrij hoog, nl. 33%.
De zijrivieren uit de Pyreneeën voeren het meeste water af; de zijrivieren die

Tabel 3.4.a. Enige algemene afvoergegevens van de Ebro en de Jalón.

Rivier	Meetstation	Stroom-gebied (km^2)	Gem.jaarl. neerslag mm	Afvoer (m^3s^{-1}) gem.	max.	min.	Afvoer-coëffic. %
Ebro	Tortosa	85 000	614	552	1003	216	33
Jalón	Huérmeda	7 164	392	14	22	7	16


N
LERIDA
HUESCA
ZARAGOZA
PAMPLONA
LOGROÑO
VITORIA
Calatayud
Alcañiz
RIO EBRO
Aragón
Segre
Río Noguera
Río Ebro
Río Cinca
Río Gállego
Río Arga
Río Ega
Río Ebro
Río Jiloca
Río Ojá
Río Oca
Río Matarraña
Río Guadalope
Río Martín
Río Huerva
Río Jalón
Río Queiles
Río Alhama
Río Cidacos
Río Iregua
Río Leza
Río Zadorra
Río Omecillo
Río Ayuda
Río Aguas
Río Mijares
Río Monlora
Río Segre
Río Noguera Ribagorzana
Río Isábena
Río Esera
Río Cinca
Río Gállego
Río Aragón

hun oorsprong hebben op het Iberisch Randgebergte - waarvan de Jalón met zijn stroomgebied van 9718 km^2 de grootste is - voeren vanwege de geringe jaarneerslag weinig water af. De afvoercoëfficiënt van dit stroomgebied is ca 16% (Tabel 3.4.a).
Fig. 3.4.b geeft een overzicht van het stroomgebied van de Ebro. Fig. 3.4.c geeft een overzicht van het stroomgebied van de Jalón en de ligging van het onderzoeksgebied daarin.

3.4.2 Het stroomgebied van de Jalón

In Tabel 3.4.d zijn enige afvoergegevens gepresenteerd van de Rio Jalón, gemeten op het station Huérmeda, tussen de uitmonding van de Perejiles en die van de Ribota. De Jalón heeft daar een stroomgebied van 7 164 km^2. In dezelfde tabel is voor één jaar de afvoer van de Jalón bij het station Ateca gegeven, waar het stroomgebied 3 618 km^2 groot is. Het verschil tussen beide stations wordt veroorzaakt door toestroming van de rivieren Jiloca en Perejiles (met stroomgebieden van resp. 2 597 en 260 km^2) en onttrekking t.b.v. de irrigatie.
Van de Rio Jiloca is voor het jaar 1963-'64 ook de afvoer bekend, gemeten in Morata de Jiloca (het achterliggende stroomgebied is 2 505 km^2). De geringe overeeneenstemming tussen genoemd verschil en de debieten gemeten in Morata maken interpretaties uiterst speculatief.
De afvoergegevens (m^3s^{-1}) van één jaar (1963-1964) blijken een redelijk verband te tonen tussen de debieten van de Jalón, gemeten te Huérmeda, en de Jiloca ($n = 12$; $r^2 = 0.74$):

$$Q_{Jil} = 1/3\ Q_{Jal} - 1.0$$

Deze relatie dient in de toekomst nader onderzocht te worden.

3.4.3 Het onderzoeks- en proefgebied

Het onderzoeksgebied watert af op de Jalón, grotendeels via de Jiloca. De hoofdwaterloop van het proefgebied - de Arroyo de Valdeamargos - mondt bij Maluenda uit in de Jiloca. Het stroomgebied ervan is ca 1500 ha groot (Fig. 3.4.e).
De Arroyo de Valdeamargos heeft een lengte van 6200 meter, begint op 820 meter hoogte en is bij de uitmonding in de Jiloca gedaald tot 570 m. Het afwateringsstelsel van het proefgebied heeft twee hoofdtakken, beide met een dendritisch afvoerpatroon. De geulen zijn diep ingesneden, hier en daar is op de geulbodem al het moedergesteente zichtbaar. Er zijn ook talrijke afschuivingen en afkalvingen zichtbaar, die zeer grote dwarsprofielen veroorzaken. Op andere punten

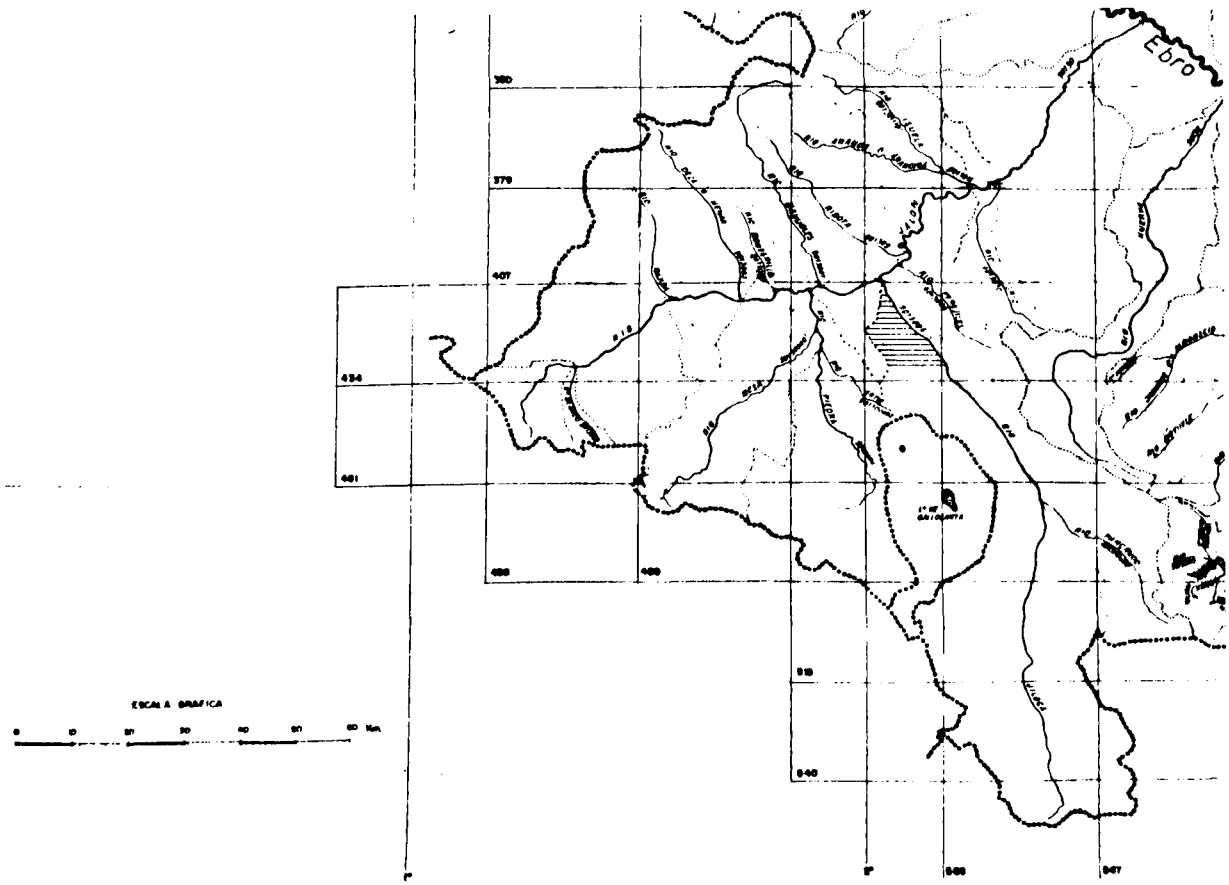


Fig. 3.4.c Stroomgebied van de Rio Jalón en de ligging van het onderzoeksgebied (gearceerd)
Bron : Anonymus (1967)

Tabel 3.4.d. Enige afvoergegevens van de Jalón en de Jiloca (in miljoenen m^3).

Rio Jalón te Huérmeda

	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	TOTAL
1945-46	11.7	26.1	27.3	18.1	24.5	30.9	72.0	138.8	50.9	35.2	30.9	26.5	492.9
1946-47	16.6	17.8	25.7	24.6	53.5	85.7	41.3	67.8	42.8	39.0	42.5	40.8	498.1
1947-48	37.6	25.6	27.3	58.1	43.8	34.4	28.1	37.3	35.9	36.0	25.5	16.6	406.2
1948-49	12.5	17.5	17.3	14.0	10.1	13.1	19.5	36.5	42.0	33.9	23.1	48.3	287.8
1949-50	20.6	11.5	11.3	10.0	7.2	11.2	18.2	31.9	36.3	26.0	23.1	13.2	220.5
1950-51	9.0	11.0	17.0	20.0	37.0	57.6	43.4	65.1	47.0	33.0	36.0	43.7	419.8
1951-52	41.9	39.1	33.8	32.7	34.3	32.3	40.6	39.5	39.2	55.5	42.8	26.0	457.7
1952-53	25.5	29.7	32.7	32.9	22.1	20.9	28.3	30.6	46.7	34.1	26.8	14.8	345.1
1953-54	21.1	15.9	19.7	19.7	10.0	36.3	28.9	67.8	65.9	34.7	24.9	15.8	360.7
1954-55	19.0	22.7	23.5	23.8	29.8	30.4	23.1	38.4	38.9	33.3	48.2	28.6	359.7
1955-56	19.0	23.5	38.6	33.2	26.8	50.3	58.0	110.2	67.0	33.3	40.6	43.9	544.4
1956-57	29.2	29.7	27.3	26.2	21.4	20.4	22.9	38.7	57.9	28.5	24.7	22.6	349.5
1957-58	23.3	24.5	20.8	23.2	19.9	26.3	26.3	31.4	36.8	27.1	23.1	22.9	305.6
1958-59	15.7	22.4	54.0	31.6	24.7	42.8	37.4	63.0	57.1	34.9	33.3	50.9	467.8
1959-60	40.9	40.4	87.8	59.9	72.0	96.5	67.3	58.9	71.9	43.0	34.1	34.8	707.5
1960-61	64.8	55.4	64.7	86.4	61.1	56.9	50.6	49.0	53.5	45.2	51.6	52.7	691.9
1961-62	52.2	91.1	62.9	69.0	53.7	73.6	62.0	64.1	71.4	39.2	34.3	33.3	706.8
Gemiddeld	27.1	29.6	34.8	34.3	32.5	42.3	39.3	57.0	50.7	36.0	33.3	31.5	448.4
gemiddeld m^3/s	10.1	11.4	13.0	12.8	13.4	15.8	15.2	21.3	19.6	13.4	12.4	12.2	14.2
max. m^3/s	24.2	35.1	32.8	32.3	29.8	36.0	27.8	51.8	27.7	20.7	19.3	20.3	22.4
min. m^3/s	3.4	4.2	4.2	3.7	3.0	4.2	7.0	11.4	13.9	9.7	8.6	5.1	7.0
Rio Jalón '63-'64													
Huérmeda m^3/s	11.7	19.7	22.2	17.8	18.2	15.5	13.7	8.7	13.6	11.1	9.8	9.6	14.3
Ateca m^3/s	7.1	14.0	12.6	10.3	8.0	6.5	6.6	5.0	7.7	8.1	8.3	7.4	8.6
verschil m^3/s	4.6	5.7	9.6	7.5	10.2	9.0	7.1	3.7	5.9	3.0	1.5	2.2	5.7
Rio Jiloca m^3/s	2.2	4.5	5.9	5.2	5.5	5.0	3.9	1.5	5.7	2.5	1.8	2.0	3.8

Bron: ANONYMUS (1967) en SERVICIO EXTENSION AGRARIA te Calatayud.

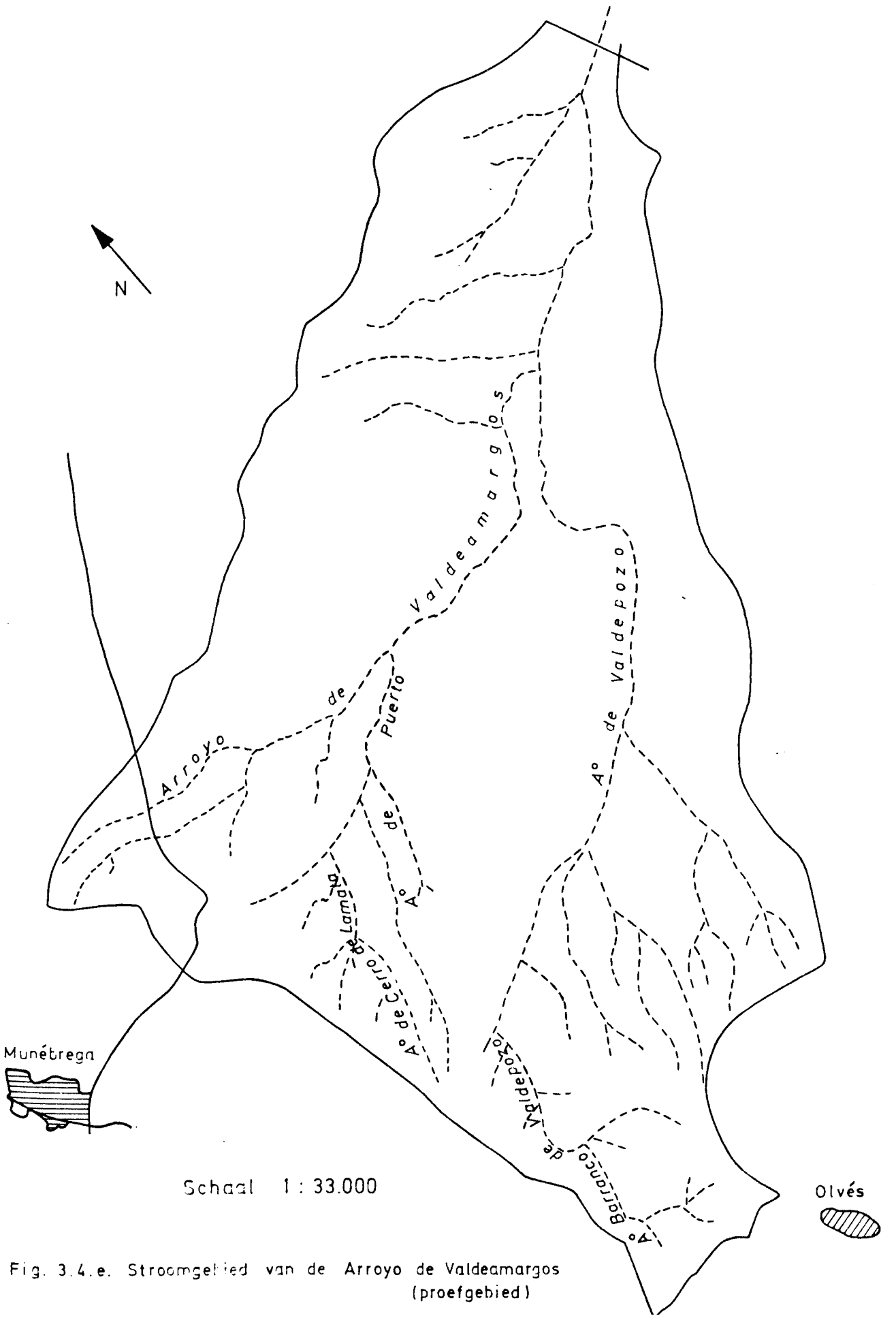


Fig. 3.4.e. Stroomgebied van de Arroyo de Valdeamargos (proefgebied)

is het dwarsprofiel echter, gezien de te verwerken afvoeren, klein, hetgeen tot overstromingen en/of zeer hoge stroomsnelheden moet leiden. Illustratief hiervoor is het verhaal van een boer, die ons vertelde dat complete bomen werden meegesleurd door het water.

In het proefgebied treft men de volgende kunstwerken aan:

- 3 rechthoekige duikers (0.80 x 0.90 m inwendig) met een lengte van ca 10 m in de weg Calatayud-Munébrega;
- 1 duiker Ø 0.60 m met een lengte van 5 m en een langshelling van 5% (slechte aanleg) liggende in de onverharde weg die loopt van Munébrega naar Olvés;
- de spoorbrug over de Arroyo de Valdeamargos - 500 m voor de uitmonding in de Jiloca - met afmetingen 5.20 x ca 200 m. Het kunstwerk is goed bereikbaar. Hier kunnen afvoer- en sedimentmetingen voor het hele proefgebied verricht worden.

3.5 Landschap, topografie en afwateringspatroon

3.5.1 Kaartlegenda

Het landschap in de omgeving van Calatayud met haar belangrijkste kenmerken wordt weergegeven op de landschapskaart (Fig. 3.5.a, schaal 1 : 100 000). Deze beslaat het gebied ten zuid-westen van Calatayud, groot ongeveer 14 bij 25 km^2.

Een verdere toelichting op de verschillende onderscheiden landschappen wordt gegeven in Tabel 3.5.b.

Het vaststellen van de hoofdlandschapstypen is gebeurd op grond van geologische gesteldheid; deze blijkt n.l. beslissend te zijn voor de ontwikkeling van de landschappen. Onderscheiden worden daarom:

- het Palaeozoisch heuvellandschap,
- het Miocene heuvellandschap,
- het (Kwartaire) rivierdallandschap.

Binnen deze landschappen zijn onderverdelingen gemaakt naar reliëf en afwateringspatroon.

Tenslotte is aangegeven de mate waarin geulerosie is waargenomen.

Ter verduidelijking van een aantal begrippen nog het volgende:

1. Heuvellandschap wil zeggen dat het hoogteverschil binnen het landschap de 300 m niet overschrijdt en dat minder dan de helft van de hellingen flauwer is dan 8%.
2. Bij het bepalen van het reliëf, d.w.z. van het maximale hellingspercentage, van een landschapseenheid is de eventuele helling naar een diepe erosiegeul

LEGENDA

—·—·— grens van het proefgebied

LANDSCHAPSCODERINGEN

1. Landschappen en sublandschappen
   - P: Paleozoisch heuvellandschap
   - M: Mioceen heuvellandschap
   - R: Rivierdallandschap
     - R_t : Rivierterras
     - R_v : Riviervlakte

2. Reliefaanduidingen
   - 1 : vlak tot bijna vlak (maximum helling tot 2 %)
   - 2 : zacht golvend (helling 2 – 8 %)
   - 3 : golvend (helling 8 – 16 %)
   - 4 : *heuvelachtig (helling 16 – 30 %)*
   - 5 : *sterk versneden (helling groter dan 30 %, lokaal relief kleiner dan 300 m)*
   - 6 : tafeltoppentopografie

3. Drainagepatroon
   - a : dendritisch patroon met hoge dichtheid
   - b : idem met matig hoge dichtheid
   - c : idem met lage dichtheid
   - d : parallel patroon met hoge dichtheid
   - e : idem met matig hoge dichtheid
   - f : idem met lage dichtheid
   - g : overige patronen, met hoge dichtheid
   - h : idem met matig hoge dichtheid
   - i : idem met lage dichtheid

4. Erosieaanduidingen
   - G : matige geulerosie
   - GG: ernstige geulerosie
   - Voorbeeld :
   - M_5aGG: een sterk versneden mioceen heuvellandschap met een zeer dicht dendritisch drainagepatroon en ernstige geulerosieverschijnselen

verharde weg
rivier
beek
droogvallende beek (grote geul)
woonkern
tafeltop

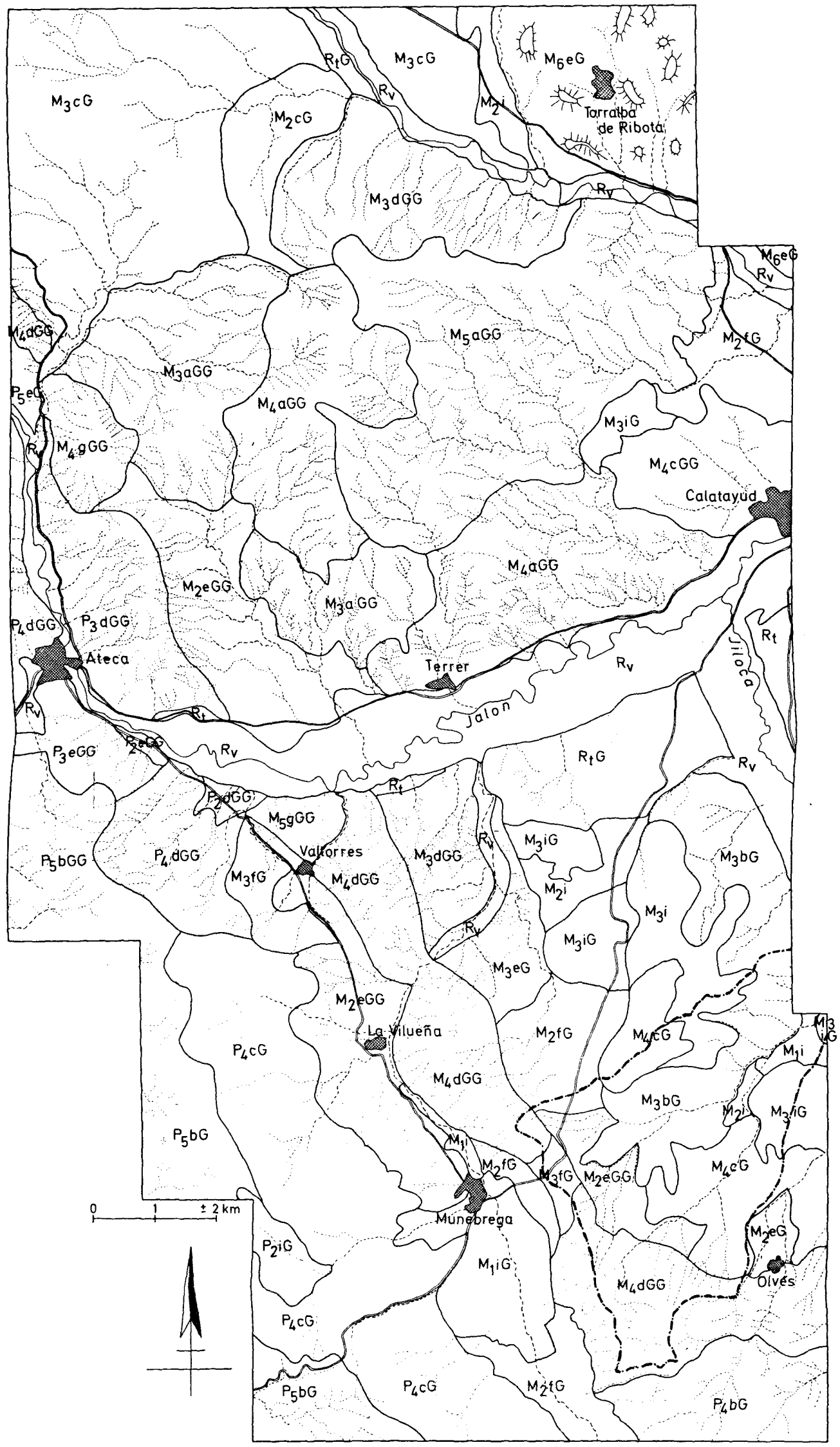


Fig. 3.5.a. LANDSCHAPPENKAART CALATAYUD EN OMGEVING

Tabel 3.5.b. Toelichting bij Fig. 3.5.a. Landschappen Calatayud en omgeving

HOOFDLANDSCHAP	CODE (*)	RELIEF	FYSIOGRAFIE/ SITUERING	LANDGEBRUIK/VEGETATIE	AFWATERINGSPATROON	GEOLOGIE	EROSIE
RIVIERDAL-LANDSCHAP	R_v	vlak tot bijna vlak	rivierdal	kleinschalige, veelal geïrrigeerde landbouw (fruitteelt)	geen patroon te onderscheiden	alluviale afzetting	geen
	R_t, R_tG	vlak, bijna vlak tot zacht golvend	rivierterras	droge akkerbouw, grote percelen	geen patroon te onderscheiden	(lokaal verkitte) stenige pleistocene rivierafzetting	plaatselijk geulerosie in de richting van het rivierdal
MIOCEEN HEUVEL-LANDSCHAP	M_1i	vlak tot bijna vlak	beekdalen	(kleinschalige) geïrrigeerde akkerbouw of grootschalige droge akkerbouw	slechts één afwateringsgeul	mioceen gesteente bedekt met pakket colluvium van gemengd miocene herkomst	geen
	M_1fC,M_2eG, M_2eGG,M_2f M_2fG	vlak, bijna vlak tot zacht golvend	brede, lange beekdalen tussen heuvelruggen of brede hellingen aan de rand v. heuvelland	droge akkerbouw, graan	(sub)parallel patroon met matige of lage dichtheid	idem	geulerosie (matig tot ernstig) bij groot afwaterend achterland
	M_2eC	zacht golvend	alluviale puinwaaier	idem	dendritisch patroon met lage dichtheid	colluvium	matige geulerosie
	M_2i	zacht golvend	beekdalen	idem	slechts één afwateringsgeul	colluvium van gemengd miocene herkomst op mioceen	geen erosie
	M_3aGG,M_3dGG	golvend	laag heuvell. aan de voet v. hoger heuvelland, dat op het eerste afwatert	badland; plaatselijk droge akkerbouw	dendritisch patr. met hoge dichth.; idem (sub)parallel vlak langs rivieren	zacht, mioceen gesteente (gips, mergel) of het colluvium ervan	ernstige geulerosie
	M_3bC,M_3eG M_3eC,M_3fG	golvend	laag heuvelland	droge akkerbouw (graan, wijnbouw, amandelteelt)	dendritisch patr. met matige/lage dichth.; idem (sub) parallel weer vlak langs rivieren	verschillende miocene gesteenten/ mudstone, mergel, kalksteen	matige geulerosie
	M_3i	golvend	laag heuvelland	wijnbouw, amandelteelt	geen patroon te onderscheiden	mioceen gesteente bedekt met colluvium van conglomeraatseries	geen
	M_3iC	golvend	laag heuvelland	kruidenvegetatie; schapen	idem	mioceen gesteente (gips)	matige geulerosie
	M_4eGG	heuvelachtig	hoog heuvell. aan de voet van toppen, die op eerst gen.afwateren	badland; schapen	dendritisch patroon met hoge dichtheid	zachte miocene gesteentes (gips, mergel)	ernstige geulerosie
	M_4eC,M_4iG	heuvelachtig	lokale heuveltoppen of ruggen	wijnbouw; amandelteelt	dendr. patr. met lage dichtheid/ geen patroon te onderscheiden	miocene conglomer.-series; dun dek op andere miocene gesteentes	matige geulerosie
	M_4dGG,M_4gGG M_5gGG	heuvelachtig tot sterk versneden	lange, hoge heuvelrug	kruidenvegetatie, natuurl. struikgewas en bosaanplant; schapen	(sub)parallel met hoge dichtheid; lokaal radiaal rondtoppen	miocene conglomer.-series (dik)	ernstige geulerosie
	M_5eGG	sterk versneden	hoog heuvellandschap	badland, bosaanplant	dendr. patr. met hoge dichtheid	mioceen (kalksteen) horiz. gelaagdheid	idem
	M_6eG	vlak; toppen steil uitrijzend boven golvend landschap	tafeltoppen	akkerbouw op hellingvoeten en in depressies	(sub)parallel patroon met matig hoge dichtheid	harde miocene conglomeraatseries op mergelseries	matige geulerosie
PALAEOZOISCH HEUVEL-LANDSCHAP	P_2dGG,P_2eGG	zacht golvend	alluviale puinwaaier	droge akkerbouw (graan)	(sub)parall. patr. met hoge/matig hoge dichtheid	palaeozoisch* gest. (mergel, kalksteen)	ernstige geulerosie
	P_2iC	idem	plateau	idem	één afwateringsgeul	colluvium van palaeozoisch gest.	matige geulerosie
	P_3eGG,P_4dGG P_3dGG	golvend tot heuvelachtig	hellingen langs rivierdal	badland	(sub)parall. patr. met hoge/matig hoge dichtheid	zacht palaeozoisch gest. (o.a. mergel, kalksteen)	ernstige geulerosie
	P_4bC, P_4eC	heuvelachtig	hoog heuvellandschap	akkerbouw in dalen, op de toppen soms amandelteelt en wijnbouw; rest kruidenvegetatie	dendritisch patr. met matig hoge tot lage dichtheid	palaeozoisch gest. (kwartsiet, dolomiet)	matige geulerosie
	P_5bC,P_5eG	sterk versneden	hoog heuvellandschap	kruidenvegetatie, natuurl. struikgewas en bosaanplant; schapen	dendritisch patr. met matige dichth. (sub)parallel langs rivieren	palaeozoisch gest. (schist, kwartsiet)	idem

*Cambrium

of de helling naar een rivierdal niet in beschouwing genomen.

3. Landschapseenheden smaller dan 165 m (i.e. 5 mm op de kaart), bijvoorbeeld een smal rivierdal, zijn niet als apart landschap aangegeven.

3.5.2 De landschappen ten westen van Calatayud

Het vlakke rivierdallandschap (R_v), geconcentreerd rond de rivieren Jalón en Jiloca, is voor de landbouw het belangrijkste. Het beslaat evenwel een relatief klein deel van het totale oppervlak. Door de goede gronden, de beschikbaarheid van (rivier)water en het geringe reliëf is het een zeer vruchtbaar gebied. Men treft er veel geïrrigeerde fruitteelt aan.
De rivierterrassen sluiten in dit gebied zeer dicht aan bij het Miocene heuvelland en worden daarom bij dit landschap beschreven.
Het grootste deel van het gebied ten westen van Calatayud wordt gevormd door het Miocene heuvellandschap, ontstaan in een Miocene depressie, te onderscheiden in het lage en het hoge heuvellandschap.
Het lage heuvelland met zijn vlak tot golvend reliëf is zeker nog van grote betekenis voor de landbouw. Het bevindt zich in het uiterste noorden richting Moros, in het brede dal bij Munébrega en het gebied tussen Calatayud en Munébrega. Men vindt hier droge landbouw met vooral granen.
Een uitzondering op dit beeld vormen, door hun onvruchtbaarheid, de echte gipsgebieden zoals ze ook in het proefgebied worden gevonden, en de delen bedekt met zeer stenig colluvium, aan de voet van hoger heuvelland. Tenslotte zijn bepaalde delen met ernstige geulerosie evenmin voor de landbouw erg geschikt. Dit treedt daar met name op waar hogere heuvels op het lage heuvelland afwateren en het Miocene gesteente zacht is, zoals in het noorden aan de voet van de Sierra Armantes.
Het hoge Miocene heuvelland treffen we in het noorden aan in de vorm van de Sierra Armantes en in het zuiden met name in de lange hoge rug die ten oosten van Valtorres en Munébrega SSE-NNW loopt. Het is over het algemeen van geringere landbouwkundige betekenis, met haar kruidachtige, soms struikachtige vegetatie waarop schapen grazen. De geulerosie is vaak ernstig, resulterend in het ontstaan van 'badlands', zoals net ten noorden van de weg Calatayud-Ateca. Er wordt bos aangeplant om de erosie te bestrijden. Uitzondering op dit beeld vormen stukken van de conglomeraatrug in het zuiden. Rond Olvés vindt men met name op de vlakkere toppen en sommige met stenig colluvium bedekte hellingen wijnbouw en amandelteelt.
Het Palaeozoisch heuvelland is een uitloper van het Iberisch Randgebergte en be-

vindt zich in het westelijke deel van het kaartgebied. Over het algemeen is de landbouwkundige betekenis gering. De harde, vaak kale, gesteenten staan niet veel meer dan kruidachtige vegetatie toe. Men probeert door bebossing de erosie te bestrijden, waardoor tevens de bodemontwikkeling wordt bevorderd. Slechts hier en daar in dalen vindt men graanverbouw. Lokaal worden wijn- en amandelboomgaarden gevonden. Ernstige geulerosie komt slechts voor in een strook bij Ateca waar het Cambrisch gesteente o.a. mergels en kalksteen (!) bevat.

3.5.3 Het proefgebied

In het proefgebied treffen we de volgende landschappen aan:

- Het hoge Miocene heuvelland in het zuidwestelijke deel (bij Olvés) en langs de noordwestelijke waterscheiding.
- Een rivierterras in de uiterst noordoostelijke punt bij de monding van de hoofdgeul.
- Het lage Miocene heuvellandschap met al haar variaties in de rest van het gebied.

Op de vlakke stukken langs de hoofdgeul, waar het verval gering is zoals vlak bij de monding, en op de zacht golvende meestal colluviale hellingen wordt graan verbouwd. Daarboven uit steken de heuveltjes met oorspronkelijk gesteente.
Onvruchtbare gipsgebiedjes vinden we vooral in het noorden en noordoosten.
De ergste geulerosie wordt gevonden in het zuiden en westen, op de colluviale hellingen aan de voet van het hoge Miocene heuvellandschap.

3.5.4 Afwateringspatroon

Het voornaamste afwateringssysteem in het kaartgebied wordt gevormd door de Rio Jalón, een zijrivier van de Ebro, en haar zijrivieren, te weten de Ribota in het noorden, de Jiloca die ten zuidwesten van Calatayud, en de Manubles en de Piedra die bij Ateca in de Rio Jalón uitmonden.
In de relatief zachte gesteentes van de Miocene depressie hebben deze altijd water voerende rivieren vrij brede dalen uitgeslepen, soms tot meer dan één km breedte. In deze dalen is in de loop der tijd een alluviaal pakket afgezet, waar de rivieren thans hun meanderende loop hebben.
In het westelijk deel, waar de rivier de Jalón het Iberisch Randgebergte met zijn harde palaeozoische gesteente doorkruist, zijn de dalen veel smaller. Wel vindt men weer alluviale afzettingen in de dalen.
Het gebied ten noorden van de Jalón, met zijn grote stukken badland, kenmerkt zich door een groot aantal kleine stroomgebiedjes die veelal op de Sierra Arman-

tes ontspringen. Het afwateringspatroon van deze gebiedjes is bijna steeds dendritisch, met een hoge dichtheid. Twee factoren zijn hiervoor met name belangrijk: het reliëf, vooral de hoge toppen van de Sierra Armantes in het centrum, en de relatieve zachtheid van de Miocene gesteentes in de gebieden rond de Sierra.

Met betrekking tot de afwatering kan het gebied ten zuiden van de Jalón in drie stukken worden opgedeeld:

1. Het westelijke deel met zijn Palaeozoische gesteentes: het afwateringspatroon is hier minder dicht, in grote lijnen dendritisch, maar niet zo regelmatig. De afzonderlijke stroomgebiedjes monden in het uiterste westen uit in de Rio Piedra.
2. Het middendeel: dit omvat één groot van zuid naar noord lopend stroomgebied dat uitmondt in de Jalón. De periodiek droogvallende hoofdgeul kent vele namen. Bij de monding in de Jalón heet zij Baranco de la Cañada. Behalve bij de monding in de Jalón is het dal van deze geul vrij breed. Het brede dal dat vanaf La Vilueña langs Munébrega naar het zuiden loopt is opgevuld met deels alluviale, deels colluviale afzettingen. Het afwateringspatroon op de beide hellingen is parallel naar de hoofdgeul. Bij Munébrega ligt een klein gebiedje dat duidelijk lager is dan de rest van het dal, hetgeen doet vermoeden, dat hier karst optreedt.
3. Het oostelijk deel: hier vinden we een aantal kleinere west-oost lopende stroomgebiedjes, die uitmonden in de Jiloca, door het (zacht) golvende Miocene landschap. Een van deze is als proefgebied gekozen. Het afwateringspatroon is hier in het algemeen dendritisch met een matige dichtheid.

3.6 Bodem

3.6.1 Algemene beschrijving bodemvorming

Voor de bodemontwikkeling in het onderzoeksgebied zijn de bodemvormende factoren klimaat en moedermateriaal in eeste instantie van groot belang.

Klimaat

Het klimaat is Mediterraan (zie par. 3.3). Kenmerkend zijn het vochtregime en het temperatuurregime (zie ANONYMUS; 1975).

Het vochtregime wordt 'Xeric' genoemd; d.w.z. dat de grond droog is voor 45 of meer opeenvolgende dagen na de hoogste zonnestand in de zomer (21 juni), en vochtig voor 45 of meer opeenvolgende dagen na de laagste zonnestand in de win-

ter (21 dec.).
Het temperatuurregime is 'Thermic', inhoudende een gemiddelde jaarlijkse bodemtemperatuur tussen 15 en 22°C, en een verschil tussen gemiddelde zomer- en wintertemperatuur van meer dan 5°C.

Moedermateriaal

Het moedermateriaal is afgezet in het Miocene tijdperk en is van mariene en terrestrische oorsprong (zie par. 3.2). Het is kalkrijk en/of gipshoudend en relatief vrij zacht, makkelijk verweerbaar, maar er komen ook hardere lagen voor in de vorm van conglomeraat-, breccie- of kalksteenbanken.
Indien de bodem onder deze omstandigheden een ongestoorde ontwikkeling doormaakt gaat hij via een Inceptisol over in een Alfisol. Het Inceptisolstadium wordt gekenmerkt door een kalk- of gipshorizont in de ondergrond en een horizont met beginnende bodemvorming ('cambic') in de bovengrond, welke laatste doorgaans kalkuitspoeling vertoont. Bij voortdurende uitspoeling van zouten, welke de klei in geflocculeerde toestand houden, kan de klei gedispergeerd raken bij bevochtiging, vooral bij de eerste bevochtiging na droogte, en vindt transport van klei naar en accumulatie in de ondergrond plaats. Hierdoor ontstaat een kleiinspoelingslaag (argillic horizon), kenmerkend voor de Alfisol.

Reliëf

Mede door de geaccidenteerdheid van het terrein treedt in dit klimaat en op deze gesteenten gemakkelijk erosie op. Door deze erosie, al dan niet afgewisseld met accumulatie, komt steeds vers materiaal aan het oppervlak, is de bodem nog kalkrijk en blijft zij in een eerste stadium van ontwikkeling (Entisol) of heeft zij slechts een geringe bodemvorming ondergaan (Inceptisol).
Ook de jonge alluviale gronden in de grote rivierdalen bevinden zich nog in een eerste stadium van ontwikkeling, inhoudende o.a. een 'cambic horizon' en een kalk of gips horizont.

3.6.2 Bodemvorming in het proefgebied

In het proefgebied met zijn golvend tot heuvelachtig reliëf behoren de bodems bijna alle tot de bovenbeschreven Entisolen en Inceptisolen.
Slechts op één plaats is er een aanwijzing van het voorkomen van Alfisols gevonden (zie Bijlage 3, profiel Calatayud 3). Hier werd een kleiinspoelingslaag (B_{2t}) aangetroffen, vermoedelijk een rest van een Alfisolprofiel, bedekt met een kalkhoudende löss.

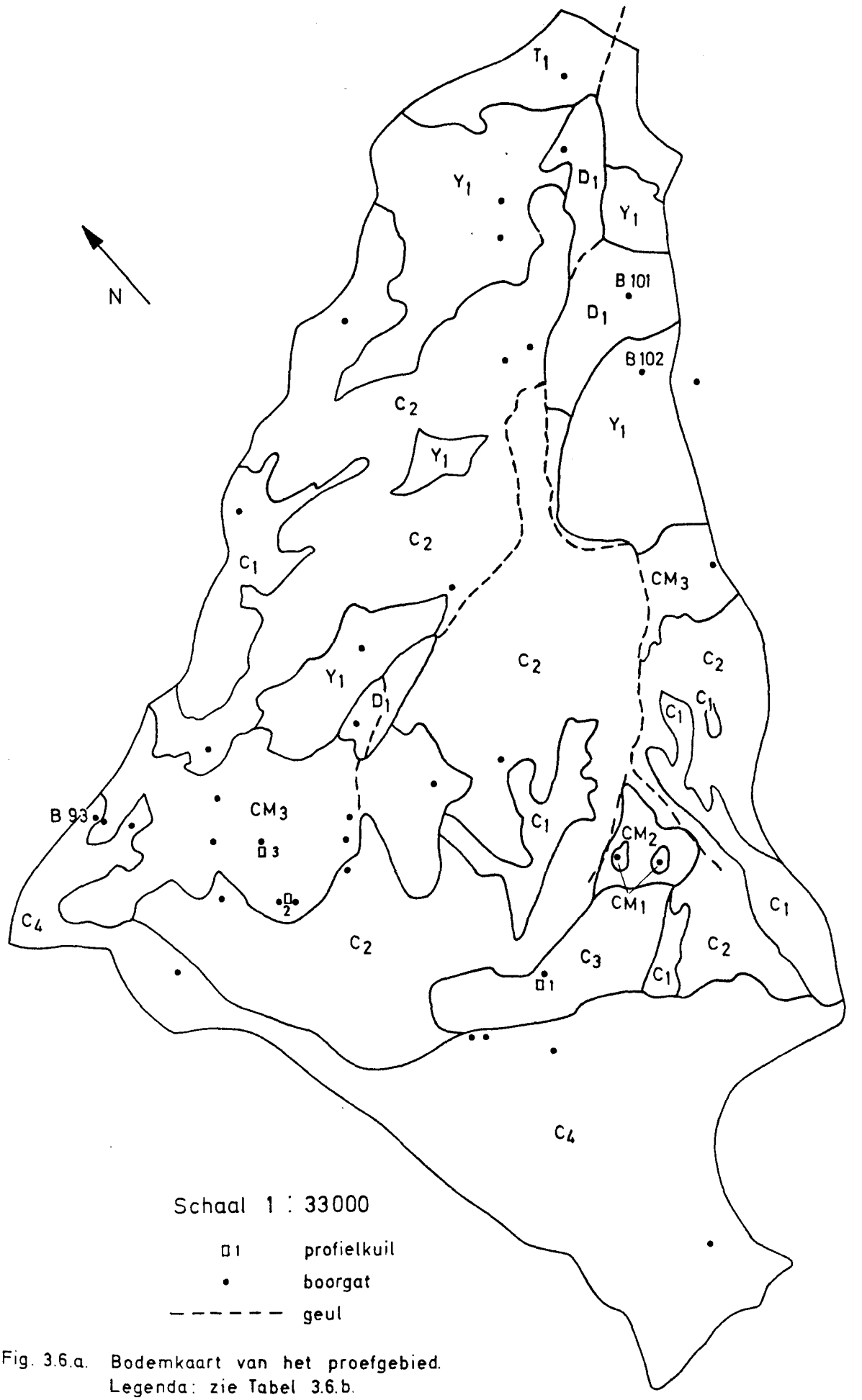


Fig. 3.6.a. Bodemkaart van het proefgebied.
Legenda: zie Tabel 3.6.b.

Tabel 3.6.b. Legenda bij de bodemkaart van het proefgebied*)

C SOILS OF THE CONGLOMERATE SERIES

C_1 : (Shallow) very gravelly dark brown calcareous clay loam, residual on tops.

C_2 : Orange to bright brown gravelly calcareous loam on colluvial slopes.

C_3 : Slightly gravelly orange calcareous loam or sandy loam on colluvial slopes.

C_4 : Complex of C_1 and C_2.

Y SOILS OF THE GYPSUM SERIES

Y_1 : Complex of (shallow) light gray gypsum sand or powder on hill tops and dull yellowish orange very gypsiferous loam on colluvial slopes.

CM SOILS OF THE CLAY-MARL SERIES

CM_1: (Shallow) gravelly calcareous loam, residual on hill tops.

CM_2: Light gray to dull yellowish orange calcareous loam or silty loam on colluvial slopes.

CM_3: Complex of CM_1 and CM_2.

V SOILS OF MIXED COLLUVIAL DEPOSITS

V_1 : Light yellow calcareous loam or silty loam in valleys.

T SOILS OF THE RIVERTERRACES

T_1 : Complex of (shallow) very gravelly brown calcareous loam on hill tops and dull yellowish orange calcareous sandy loam on colluvial slopes.

* Terminologie is in het engels, gebaseerd op ANONYMUS (1951).

De erosieprodukten geven op grote schaal colluviale afzettingen in het proefgebied. De meeste bodems hebben zich op dergelijke afzettingen ontwikkeld. Opvallend hierbij is het grote aantal poriën tot relatief grote diepte (zie profiel Calatayud 1 en 2, Bijlage 3).
Hiermee wordt een afwisselend erosief en accumulatief regime gekenmerkt met perioden van stilstand en wortelvorming.
Een tweede gevolg van dit afzetten van colluviaal materiaal is het voorkomen van begraven profielen. Kalkhorizonten op relatief grote diepte geven hiervoor aanwijzingen. Normaal in het gebied vindt men deze nl. op ongeveer 40-50 cm diepte (zie profiel B101, Bijlage 3, een beeld dat overeenkomt met dat van meerdere boringen). In profiel Calatayud 2 treft men de kalkhorizont op 80-90 cm aan. Dit, gecombineerd met een textuurverschil met bovenliggende lagen, geeft aanleiding om te spreken van een begraven profiel.
Een laatste algemeen kenmerk van de bodems in het proefgebied is nog het welhaast ontbreken van accumulatie van organische stof. De A-horizont is gekenmerkt door een lichte kleur, een meestal fijne 'subangular blocky structure' en ploegactiviteit; voor de bodemclassificatie onmiskenbaar een ochric epipedon.

3.6.3 Toelichting op de bodemkaart van het proefgebied

De voorlopige bodemkaart van het proefgebied is weergegeven in Fig. 3.6.a.
Op grond van met name het moedermateriaal en de topografische positie worden de bodemeenheden of complexen van eenheden onderscheiden als weergegeven in Tabel 3.6.b.
De colluviale gronden zijn ook op grond van hun herkomst gegroepeerd en wel in dezelfde eenheid als het materiaal in situ. De term 'colluvial slopes' houdt in, dat hellingen bedekt zijn met colluvium.
De profielbeschrijvingen zijn te vinden in Bijlage 2, enige analyseresultaten in Bijlage 3.

Bodems ontwikkeld op conglomeraatseries

Het moedermateriaal van deze bodems bestaat uit bruine kalkrijke leem afgewisseld met grind/rubble en conglomeraat/brecciebanken. Kenmerkend voor deze gronden is steeds de kleur in de bruine tinten (2,5YR3/6, 5YR4/8 of 7,5YR6/6) en meestal de grote stenigheid. Een tweede opvallend kenmerk is de kalkaccumulatie onder de stenen. Bij percolatie van CO_2-rijk water in de bodem wordt calciumcarbonaat omgezet in calciumbicarbonaat en als zodanig getransporteerd. Het slaat neer in de vorm van calciumcarbonaat als het CO_2-gehalte in de bodemoplossing daalt, hetgeen

normaal is op grotere diepte of na capillaire opstijging bij uitdroging. In dit geval bevinden zich luchtzakken onder de stenen met als gevolg precipitatie van calciumcarbonaat direct onder de stenen, in de loop der tijd uitgroeiend tot 'kalkbaarden' (evenwijdig aan de onderkant van de steen gelaagde accumulatie).

C_1 : Deze bodems treft men aan op de toppen van het conglomeraat heuvelland. Het betreft bodems die ontwikkeld zijn op materiaal in situ. Door erosie zijn de gemakkelijk verweerbare delen verwijderd, waarna de conglomeraatbanken aan het oppervlak zijn gekomen. De bodems zijn dan ook erg ondiep, met conglomeraat meestal binnen de eerste 30 cm.
De textuur (clay loam) is de zwaarste binnen deze groep. De stenigheid is erg groot terwijl van bodemontwikkeling meestal nauwelijks sprake is.
Taxonomisch behoren deze bodems in het algemeen tot de Entisolen (Xerorthents).

C_2 : Deze bodems zijn ontwikkeld in het colluvium van de conglomeraat series. Ze vormen in het proefgebied de meest voorkomende groep.
De precieze diepte van deze bodems is met boringen alleen niet te bepalen. De kleur in droge toestand is helder bruin (7.5YR5/6). De stenigheid is erg groot, zodat boren in deze gronden dan ook bijzonder moeilijk is en over bodemontwikkeling in dit stadium van onderzoek weinig te zeggen valt. Vermoedelijk zijn de bodems taxonomisch tot de Xerorthents of de Xerochrepts te rekenen.

C_3 : Ook dit zijn bodems ontwikkeld op colluviale hellingen. Een representatief profiel is beschreven en bemonsterd (profiel Calatayud 1). Aan de kleur herkent men weer de herkomst van het materiaal: oranje (7.5YR6/6) in droge toestand en bruin (7.5YR4/6) in vochtige omstandigheden. De bodem is matig diep, tot ongeveer 70 cm en bevat weinig grind en stenen. Naast de iets lichtere kleur is dit het belangrijkste onderscheidende kenmerk.
Een zekere profielontwikkeling heeft plaats gevonden: onder de ploeghorizont (A_p) treft men op 36-72 cm een eerste begin aan van een structuur B (cambic horizon).
De steenlaag op 60-70 cm, de grote diepte van de beide kalkhorizonten en de grote stenigheid van het diepste C-materiaal is indicatief voor verschillende stadia van accumulatie van colluviaal materiaal.
Taxonomisch vallen deze bodems onder Xerochrepts.

C_4 : Een complex van C_1 en C_2 bodems, te gecompliceerd om in de beschikbare tijd te karteren in de samenstellende eenheden.

Bodems ontwikkeld op gipsseries

Y_1 : Deze bodems hebben als moedermateriaal uiteindelijk het Miocene gipsgesteente, dat tevens kalk bevat. De bodems bevatten zelden veel grind of stenen. De twee hoofdgroepen van bodems die te onderscheiden zijn komen steeds samen voor in een complex dat later nog gedetailleerder gekarteerd dient te worden.

De eerste hoofdgroep zijn de bodems ontwikkeld op het gipsgesteente in situ. Deze zijn zeer ondiep, bestaan bijna uit kalkhoudend gipsrijk materiaal, dat vaak in de vorm van gipszand of gipspoeder voorkomt (zie beneden). Ook kenmerkend is verder de licht grijze kleur (10YR8/1).

De tweede hoofdgroep zijn de bodems ontwikkeld op het colluvium van deze series. Het gipsgehalte, hoewel nog hoog, is lager dan dat van de eerste groep en de bodems zijn in het algemeen dieper. Het lagere gipsgehalte ontstaat o.a. door bijmenging in het colluviale proces. De kleur is dan ook in het algemeen iets doffer, b.v. dof geel oranje (10YR7/4). Gipsaccumulatie treedt op op een diepte van 40-50 cm. Het aantonen van gipsaccumulaties (m.b.v. HCl) wordt overigens bemoeilijkt door de aanwezigheid van kalk in deze gipsgronden.

In alle gipsrijke materialen kan gipspoeder gevormd worden (profiel B102). Gips dehydrateert in hemihydraat bij een temperatuur van 38°C. Deze temperatuur treedt in de zomer soms op, zodat een (beperkte) dehydratatie kan plaats vinden. Daarop volgende bevochtiging gedurende de winter resulteert in hydratatie en oplossing van hemihydraat, en levert zeer fijne kristallen op bij rekristallisatie. Onder nog drogere omstandigheden en bij hogere temperaturen ontstaan harde gipskorsten. Deze zijn in het proefgebied niet aangetroffen. Wel is een geringe verharding van het gipspoeder waarneembaar. Tenslotte worden in het 'gipslandschap' lokaal verharde Plio-Pleistocene brecciebanken aangetroffen in de vorm van relatief lage toppen op te vatten als petro-calcic horizons.

Bodems ontwikkeld op mergelklei series

Het moedermateriaal van deze bodems vertoont een veelheid van variaties, hetgeen gevolgen voor de bodems kan hebben. Zo kan het kalkgehalte variëren, kunnen er al dan niet kalkbankjes voorkomen, varieert de hardheid van de 'mudstone' en kan het zelfs gips in wisselende hoeveelheden bevatten.

Een zelfde type onderverdeling als bij vorige groepen is gemaakt.

CM_1: Dit zijn bodems ontwikkeld op het materiaal in situ, te vinden op topjes van het golvende heuvelland. Het voortdurende erosieproces heeft er voor gezorgd dat relatief harde banken hier aan het oppervlak komen (kalksteen b.v.), waarop zeer ondiepe bodems ontstaan, die men taxonomisch weer bij de Xerorthents kan rekenen.

CM_2: Deze groep omvat alle bodems ontwikkeld op het colluvium van deze series. De precieze diepte van deze kalrijke bodems is weer moeilijk vast te stellen.

De bodems bevatten in het algemeen geen grind of stenen.

Een representatief profiel is beschreven en bemonsterd (profiel Calatayud 2). De bodem is hier matig diep, tot 67 cm. De kleur is lichtgeel voor de bovengrond (2.5Y7/4) en geelbruin voor de ondergrond (2.5Y5/4).

Een zekere bodemvorming heeft plaats gevonden. Karakteristieke horizonten zijn de A_1 met een zeer fijne blokkige structuur en erg veel worteltjes, en een begin van een structuur B (cambic horizon). Tussen de sterk ontwikkelde kolomvormige structuurelementen van deze horizont kunnen bij droogte scheuren ontstaan. Waargenomen scheuren van 1,5 cm breed reikten tot een diepte van ruim 30 cm.

Dat relatief diepe kalk- en gipshorizonten een aanwijzing zijn voor begraven profielen is hierboven al vermeld. Het hoge kalkgehalte van de A en B horizonten van dit profiel duiden er ook al op, dat het in de C-horizont geaccumuleerde kalk waarschijnlijk niet uit de bovengrond afkomstig is.

Taxonomisch worden de bodems ingedeeld bij de Xerochrepts.

CM_3: Deze kaarteenheid omvat het complex waarin beide hierboven beschreven bodemgroepen voorkomen.

Bodems ontwikkeld op colluviale afzettingen

V_1 : Als moedermateriaal voor deze bodems die worden aangetroffen in de vlakke dalen, hebben meerdere series gefungeerd. Meestal is het materiaal na het colluviaal proces door beken verder getransporteerd en bij afname van het beekverhang afgezet, waarbij materiaal van verschillende herkomst werd vermengd.

Door de variërende invloed van de verschillende series op de samenstelling van het materiaal kunnen verschillende bodems ontstaan. De verschillen uiten zich in de kleur en/of b.v. de aanwezigheid van kalk- of gipsaccumulaties. Over het algemeen betreft het matig diepe bodems, kalkrijk en met mogelijkerwijs kalk- of gipsaccumulaties op 40-50 cm. De stenigheid is gewoonlijk

gering hoewel lokaal grind- of steenlagen kunnen voorkomen, hetgeen wijst op afzettingen door beken die tijdelijk grote afvoeren verwerken.
De profielontwikkeling in deze bodems is verder nog in een pril stadium. Boven de kalkhorizont (C_{ca}) kan meestal slechts een A_p onderscheiden worden.

Bodems ontwikkeld op rivierterrassen

T_1 : Een complex van bodems is als kaarteenheid onderscheiden. Het moedermateriaal voor al deze bodems, afkomstig van de Plio-Pleistocene rivierterrassen, bevat grijze calcareous loam (mergelachtige) pakketten afgewisseld met conglomeraat/brecciebanken. Men treft het aan bij de monding van de hoofdgeul in het dal van de Rio Jiloca.
Het complex bevat weer twee hoofdtypen, te weten de bodems ontwikkeld op het materiaal in situ en die ontwikkeld op de colluviale hellingen.
De eerste groep vertoont veel overeenkomsten met de C_1-bodems: ze zijn erg ondiep, bevatten erg veel grind en stenen, zijn kalkrijk en hebben vaak een bruine kleur. Ze ontstaan wanneer na voortdurende erosie de conglomeraatbanken aan het oppervlak komen en zeer langzaam gaan verweren. Men treft ze aan op de relatief hogere topjes.
De tweede groep zijn bodems ontwikkeld op het colluvium van deze series. In het colluviaal proces vermengt mergel zich met het conglomeraatcolluvium. De kleur van deze bodems is dan ook lichter (10YR7/4), terwijl de ondergrond, de mergel in situ, lichtgrijs is (10YR8/2). De bodems zijn dieper en bevatten minder stenen. Wel is de stenigheid groot genoeg om het boren sterk te bemoeilijken, zodat over verdere bodemontwikkeling geen verdere gegevens beschikbaar zijn.

3.6.5 Geschiktheidsaspecten van de bodems in het proefgebied

Op grond van de voorgaande paragrafen kunnen een aantal voorlopige conclusies getrokken worden ten aanzien van geschiktheidsaspecten van de bodems in het proefgebied. Beschouwd worden de bodemvruchtbaarheid, de bewortelbaarheid, de bewerkbaarheid en de erosiegevoeligheid.

Bodemvruchtbaarheid

De bodemvruchtbaarheid van de meeste in het proefgebied voorkomende gronden is, vanwege de lage verweringsgraad, relatief hoog te achten. Het moedermateriaal, de lemen van de conglomeraatseries, de mergel van de klei, brengt dit met zich mee. Wel zal er stikstofgebrek optreden door het lage gehalte aan organische

stof alsmede een gebrek aan sporeëlementen.
De bodems van de gipsgronden vormen een uitzondering op dit algemene beeld (VAN ALPHEN & RIOS ROMERO; 1968): het stikstof- en fosfaatgehalte is in het algemeen laag tot matig, maar bovendien wordt bij een gipsgehalte van meer dan 25% de gewasontwikkeling geremd als gevolg van de afnemende beschikbaarheid van K en Mg bij hoge gipsgehaltes en door het feit dat wortels van de meeste gewassen zich bij een hoog gipsgehalte slecht ontwikkelen.

Bewortelbaarheid

Uit bovenstaande blijkt dat de bewortelbaarheid van gronden met een hoog gipsgehalte niet best is. Dit verergert nog als zich gipskorsten vormen.
De bewortelbaarheid van de andere gronden lijkt in principe goed gezien de vele poriën die in de profielen voorkomen. Een grote beperking hierbij is echter dat de gronden ontwikkeld in situ (C_1, CM_1 en bodems van het Y_1 en T_1 complex) zeer ondiep zijn. Vaak treft men binnen de bovenste 30 cm een harde bank ('lithic of paralithic contact') aan, die de wortelontwikkeling sterk belemmert.

Bewerkbaarheid

Deze bewerkbaarheid is problematisch bij de gronden die zeer ondiep en/of zeer stenig zijn. Dit betreft met name de gronden van de conglomeraatseries (uitgezonderd C_3), alle bodems ontwikkeld in situ, alsook alle bodems op de rivierterrassen. Het gebruik van deze bodems beperkt zich in het algemeen tot wijngaarden en amandelteelt (heel lokaal fruitteelt).

Erosiegevoeligheid

In het algemeen kan men stellen dat de bodems van het proefgebied erosiegevoelig tot zeer erosiegevoelig zijn. De voorkomende moedermaterialen (de lemen uit de conglomeraatseries, de mergel en het gipsgesteente), evenals het colluvium ervan, leveren weinig cohesieve bodems. Het minst gevoelig zijn waarschijnlijk de stenige C gronden die door het hoge percentage stenen aan het oppervlak een zekere bescherming hebben, alsmede de gronden afkomstig van de kleiseries door hun iets zwaardere textuur.
De meest problematische in dit opzicht zijn de gipsgronden, waar de cohesie tussen de bodemdeeltjes zeer gering is. Na de afvoer van de zachte toplaag zou echter de vaak licht verharde ondergrond wel eens beschermend kunnen werken.

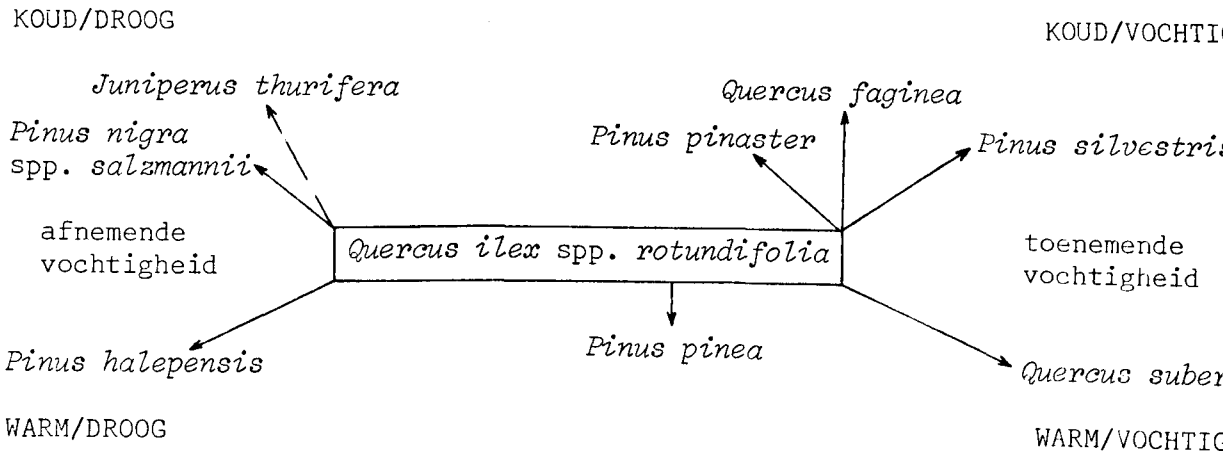


Fig. 3.7.a. Schema van de verspreiding van enkele soorten onder invloed van het klimaat. POLUNIN (1973).

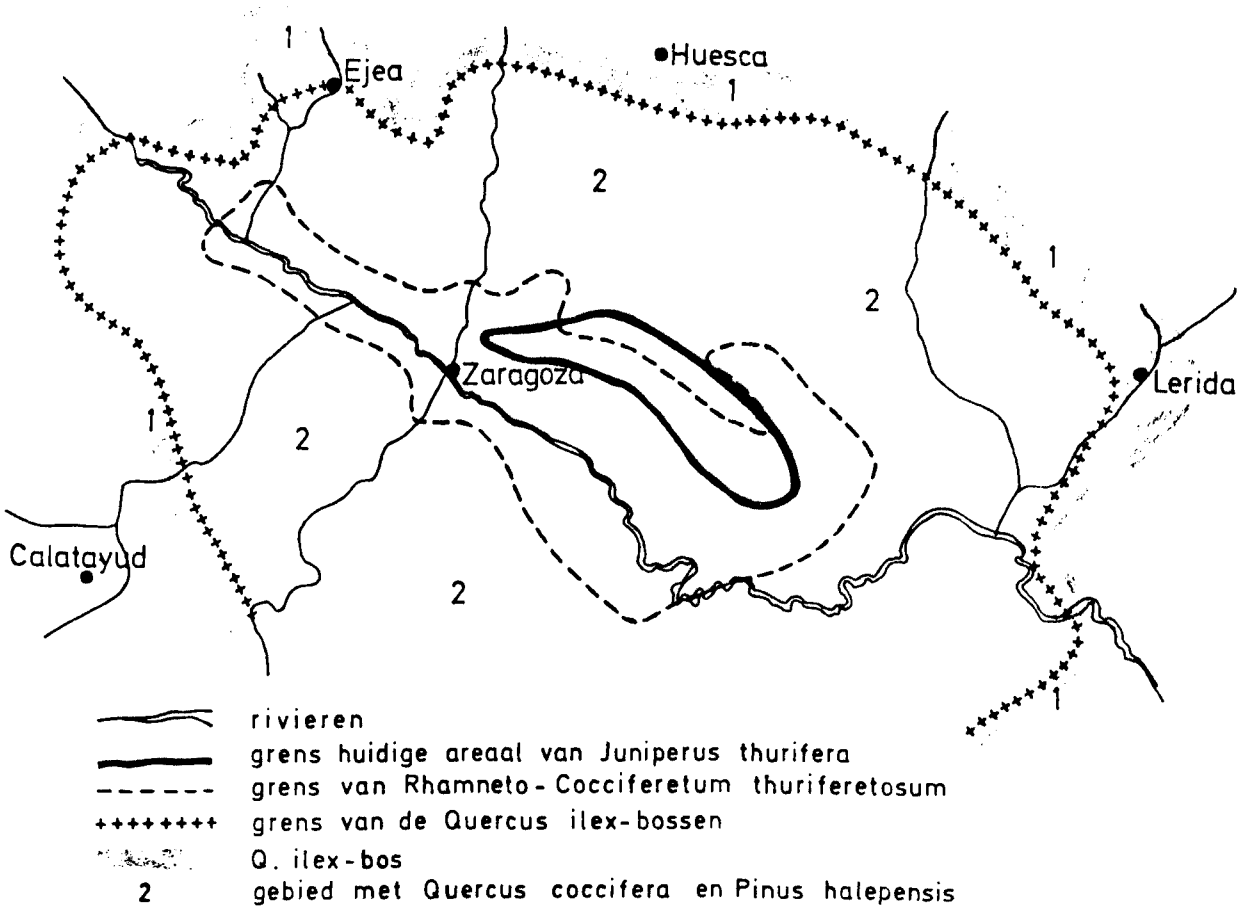


Fig. 3.7.b. Overzicht van de arealen van de climaxvegetaties in het Ebro-bekken
Bron: Braun-Blanquet (1957)

3.7 Landgebruik

Het landgebruik in enige gemeenten in en rond het proefgebied staat weergegeven in Bijlage 1.

3.7.1 Natuurlijke vegetatie en herbebossingen in de provincie Zaragoza

In vroeger tijden is heel Spanje bedekt geweest met bossen. Al naar gelang het klimaat varieerden deze bossen in soortensamenstelling en fysiognomie van hoogopgaande bossen met naaldbomen en zomergroen loofhout tot een struikgewas van enkele meters hoogte met altijdgroene loofhoutsoorten. Alleen hoog in de bergen en op plaatsen waar een extreem droog klimaat samenging met voor plantengroei ongunstige bodemeigenschappen, heeft een boomvegetatie ontbroken. In het Ebro-bekken ten oosten van Zaragoza is het 's zomers zeer warm en droog, terwijl het er 's winters zeer koud kan zijn. Daar komt van nature op gipshoudende en zeer rotsachtige bodems een steppe-achtige vegetatie voor. De meeste boomsoorten, karakteristiek voor de provincie Zaragoza, komen voor op een grote verscheidenheid van bodems. De verspreiding der soorten is dan ook in hoofdzaak klimatologisch bepaald. Afwijkend zijn de vegetaties van de alluviale vlakten van de Ebro en zijn zijrivieren, waar soorten als populieren (*Populus* spp.), wilgen (*Salix* spp.), iep (*Ulmus* spp.) en Tamarisk (*Tamarix* sp.) groeien.

Samenhangend met het reliëf van het Iberisch Gebergte en de uitlopers van de Pyreneeën is er een grote variatie in klimaat, die weerspiegeld wordt in de vegetatie (Fig. 3.7.a). De oorspronkelijke bossen zijn grotendeels steeneikenbossen. De soorten uit deze bossen zijn naaldbomen, altijd-groene loofbomen en een enkele deels-loofafwerpende soort met als overheersende boom de steeneik (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*). De hellingen van Moncayo en de uitlopers van de Pyreneeën zijn begroeid met een afwijkend type bos, dat wat betreft soortensamenstelling doet denken aan de West- en Centraal-Europese bossen. De steeneik ontbreekt in deze bossen.

De steeneik heeft zijn optimum in gebieden met een mediterraan klimaat en een neerslag van 500 tot 1200 mm/j. Het areaal in Zaragoza valt buiten dit optimum, maar toch vormen steeneikenbossen tussen de 700 en 1200 m de climaxvegetatie. Soorten die minder goed bestand zijn tegen de zomerse droogte en de hoge temperaturen moeten hier het onderspit delven tegen de steeneik. Maar ook de steeneik groeit hier aan de grenzen van zijn mogelijkheden en op de meest extreme standplaatsen zal het bos niet meer zijn geweest dan een laag struikgewas van misvormde boompjes. Op de zeer droge standplaatsen op het tafellandschap van het Ebrobekken tussen de 350 en 600 m ondervindt de steeneik concurrentie van de aleppo-den (*Pinus halepensis*). Hier vormen bossen van deze den de climaxvegeta-

tie. Een duidelijk onderscheid dient gemaakt te worden met de bossen van de aleppo-den die ontstaan zijn door een degradatie van het steeneikenbos. In het laatstgenoemde bos komen vegetatie-elementen voor uit het steeneikenbos, die in het climaxbos van aleppoden ontbreken. In het droogste en 's winters koudste deel van het Ebro-bekken is een ijl bos van *Juniperus thurifera* de climaxvegetatie (Fig. 3.7.b). Hoger op de berghellingen, waar het klimaat wat vochtiger is, mengt een deels loofverliezende eik *Quercus lusitanica* subsp. *faginea* zich met de steeneik. Een andere, altijd-groene eik, *Quercus coccifera*, is een belangrijk element uit de ondergroei van de steeneikenbossen.
Van de oorspronkelijke vegetatie is nog maar weinig over. Al eeuwenlang heeft de mens het bos mishandeld, zodat het nu tot de verste uithoeken is teruggedrongen. In Zaragoza is geen bos meer over dat ongerept genoemd kan worden. De degeneratie van het bos is een zeer geleidelijk proces, dat niet overal in Spanje op dezelfde manier heeft plaatsgevonden (Fig. 3.7.c). Het proces begint met het kappen van enkele bomen voor brand- of constructiehout. Van de toename in licht profiteren enkele *Pinus*-soorten, die tenslotte vrijwel zuivere, vaak open opstanden kunnen vormen. In het Ebro-bekken treffen we zulke bossen van aleppo-den aan op kalkhoudende bodems, waar de neerslag minder dan 400 mm/j bedraagt. Op vochtiger standplaatsen op kiezelhoudend materiaal dringt de zeeden (*Pinus pinaster*) na verstoring het steeneikenbos binnen. De bossen van zeeden op de hellingen van het Iberisch Gebergte ten zuiden van Cariñena zijn zo ontstaan. Op plaatsen in Spanje waar de steeneik in zijn optimum is, zijn vaak weide- en cultuurterreinen onder het uitgedunde steeneikenbos aangelegd. In deze kunstmatige ecosystemen trachtte men een evenwicht te vinden tussen bosbouw, landbouw en veeteelt. Zo ontstonden de uitgestrekte 'dehesas', halfnatuurlijke weiden met verspreide eiken, die nog grote delen van Centraal- en Zuid-Spanje bedekken. Waar de balans doorsloeg naar de landbouw, zijn uitgestrekte boomloze akkerbouwgebieden ontstaan. De aleppo-den is niet bestand tegen vorst en verjongt niet waar de winterse koude te fel is. Daar ontbreekt de den in het verstoorde steeneikenbos, dat hier kan bestaan uit verspreide bolvormige groepjes steeneik, vaak ontstaan uit wortel- en stronkopslag. Ertussenin is een lage struikvegetatie met soorten als rosmarijn (*Rosmarinus officinalis*), tijm (*Thymus vulgaris*), lavendel (*Lavandula* sp.), zonneroosje (*Cistus* sp., *Helianthemum* sp.) en brem (*Lygos* sp., *Genista* sp.). Deze soorten treffen we ook aan als ondergroei in de *Pinus*-bossen. *Quercus coccifera* kan hier in de ondergroei een dichte struiklaag vormen.
Zet de degeneratie door brandhoutwinning en veeweide zich nog verder voort, dan

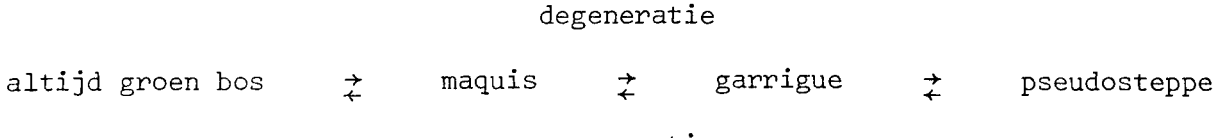


Fig. 3.7.c. Verandering van de vegetatie onder invloed van de mens (POLUNIN, 1973).

Tabel 3.7.d. Bodemgebruik in Spanje en in de provincie Zaragoza (oppervlaktes in hectaren).

	Totaal oppervlak (ha)	Bosterrein		Matorral en*) pastizal		Cultuurterrein		Improduktief	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Zaragoza	1 719 400	218 100	12.7	549 736	32.0	886 362	51.5	65 502	3.8
Spanje	50 500 800	11 766 690	23.3	13 786 720	27.3	22 624 360	44.8	2 323 040	4.6

*) Terreinen met een laag struikgewas, weideterreinen.

Tabel 3.7.e. Verdeling van de houtsoorten in de provincie Zaragoza (houtvolume incl. schors).

Soort	Oppervlakte natuurlijk bos (ha)	Oppervlakte herbebos-singen (ha)	Totaal oppervlak (ha)	Houtvolume (m^3)	Bijgroei (m^3/j)
Pinus halepensis	29 205	54 884	84 089	539 353	19 446
Pinus laricio	172	17 917	18 089	39 565	1 641
Pinus pinaster	2 817	8 124	10 941	167 392	5 977
Pinus sylvestris	5 403	5 805	11 208	422 642	12 937
Overig naaldhout 1)	13 998	3 268	17 266	7 909	325
Populus sp.	4 026	234	4 260	124 909	12 617
Quercus ilex	36 277		36 277	8 507	216
Quercus lusitanica	13 626		13 626	50 473	753
Overig loofhout 2)	28 937		28 937	92 063	3 517

1) *Pinus uncinata, Pinus pinea, Juniperus* spp.

2) *Fagus sylvatica, Ulmus* sp., *Quercus pyrenaica, Quercus suber, Fraxinus* sp., *Acer* sp., *Juglans regia.*

Bronnen: ORTUÑO & CEBALLOS (1977) en ANONYMUS (1969).

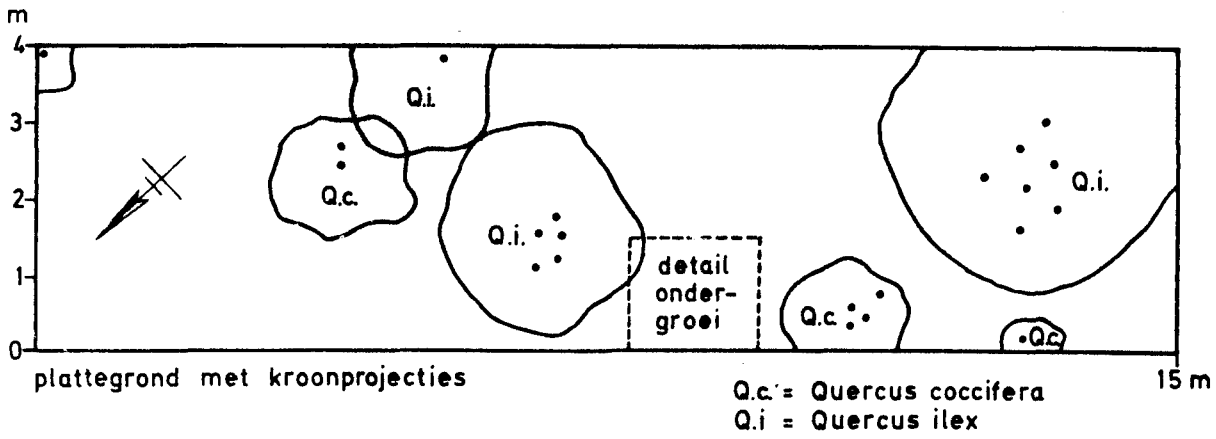
blijft slechts een lage struikvegetatie over, waarin bovengenoemde soorten een belangrijke plaats innemen. Gemeenschappelijke kenmerken van vele van deze struiken zijn hun doornigheid en vaak opvallende, scherpe geur. Deze eigenschappen zouden deze planten onaantrekkelijk maken voor vraat door schapen en geiten, wat hun overvloedige aanwezigheid in heel Spanje zou kunnen verklaren. Bij nog verdere degeneratie blijven ijle, steppe-achtige vegetaties over, waarin grassen domineren. De uiterste vorm van degeneratie zijn de terreinen die vrijwel geheel van een vegetatiedek zijn ontdaan.

In sommige gevallen is het degeneratieproces omkeerbaar. Als men de vegetatie lang genoeg met rust laat, zal uiteindelijk de oorspronkelijke vegetatie terugkeren. Vaak echter hebben irreversibele processen in de bodem plaatsgevonden en is een herstel van de vegetatie niet meer mogelijk.

Waarschijnlijk heeft de oorspronkelijke vegetatie voldoende bescherming tegen erosie geboden. Het extreme klimaat en het vaak sterke reliëf maken dat er reeds bij een geringe aantasting van de vegetatie erosieprocessen optreden. De meeste bodems onder de natuurlijke bossen van aleppo-den zouden verschijnselen van erosie vertonen (GANDULLO; 1972). Het is duidelijk dat bij een voortschrijdende ontbossing de erosie steeds ernstiger vormen zal aannemen. De lage struik- en steppevegetaties bieden nog maar een matige bodembescherming. Vaak ontstaat er onder deze begroeiingen een micro-reliëf door het wegspoelen van bodemmateriaal van de open plekken tussen de struikjes en eventueel sedimentatie onder de struikjes.

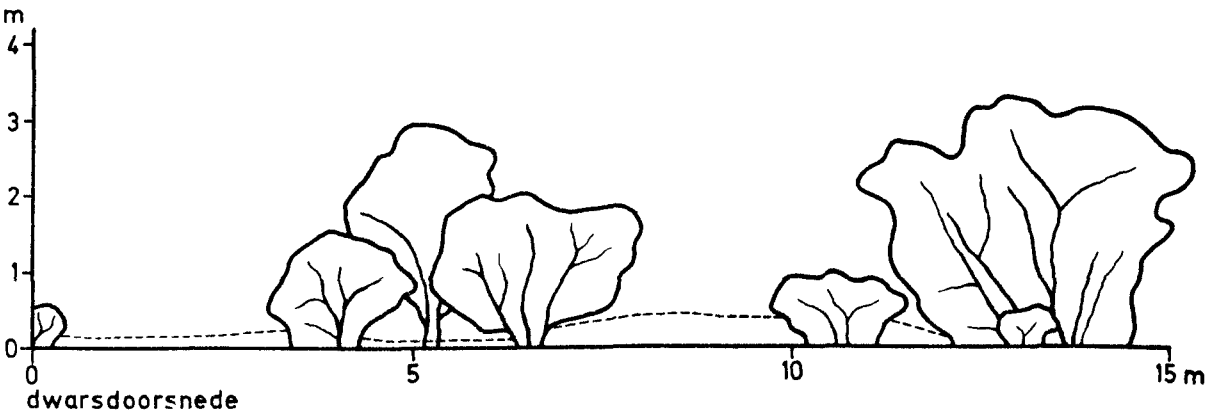
Sinds 1938 is men in Spanje op grote schaal bezig met herbebossingen (Tabel 3.7.d). Volgens ORTUÑO & CEBALLOS (1977) was het scheppen van werkgelegenheid de belangrijkste doelstelling voor deze herbebossingen. Daarnaast hebben factoren als bodembescherming en houtproduktie een rol gespeeld bij de start van de herbebossingscampagne. In Zaragoza heeft men zoveel mogelijk met inheemse soorten gewerkt, die men aanplantte op standplaatsen waar de soorten van nature ook zouden kunnen voorkomen (Tabel 3.7.e):

- Van *Pinus halepensis* is ongeveer 55 000 ha aangeplant op standplaatsen tussen de 350 en 1000 m met een droog, warm en 's winters niet te koud klimaat, veelal op kalkhoudende bodems.
- Van *Pinus nigra* is ongeveer 18 000 ha aangeplant, voornamelijk in het Iberisch Gebergte en de uitlopers van de Pyreneeën van 850 tot 1200 m.
- Van *Pinus pinaster* is ongeveer 8 000 ha aangeplant. Vooral op de hellingen van het Iberisch Gebergte tussen de 600 en 1400 m.
- Van *Pinus sylvestris* is ongeveer 6 000 ha aangeplant. Op de hellingen van Moncayo en de uitlopers van de Pyreneeën tussen de 1200 en 2400 m.

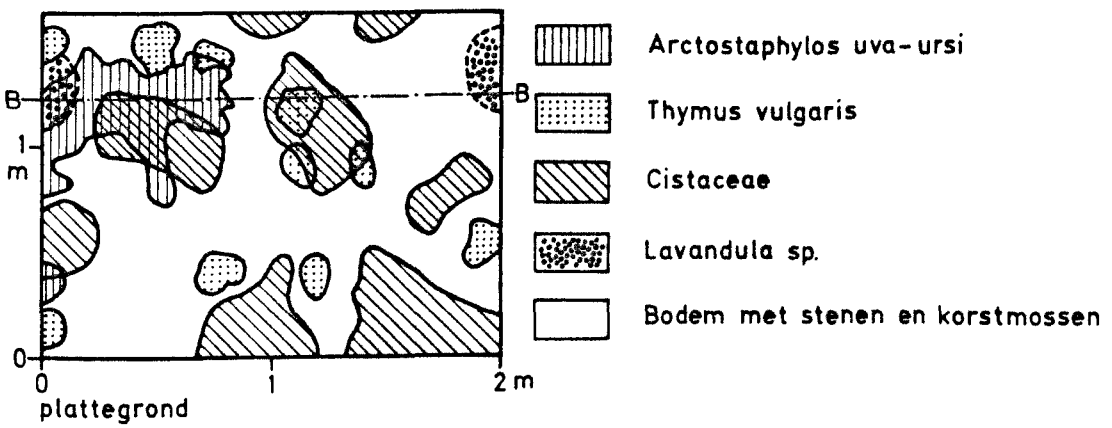


plattegrond met kroonprojecties

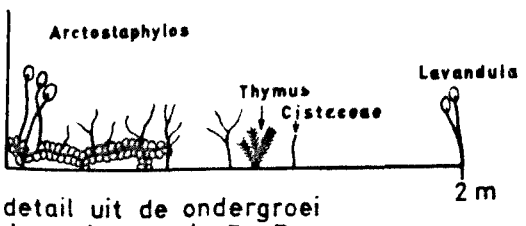
Q.c. = Quercus coccifera
Q.i = Quercus ilex



dwarsdoorsnede



plattegrond



detail uit de ondergroei
dwarsdoorsnede B - B

Fig. 3.7.f Open steeneikenbos bij La Vilueña.

- *Populus* spp. worden vooral aangeplant op standplaatsen die verzekerd zijn van een goede watervoorziening, zoals in rivierdalen en aan de bovenstroomse kant van dammen die in erosiegeulen zijn aangelegd om piekafvoeren op te vangen.

Aanvankelijk werden de Pinus-bossen in handkracht aangelegd, zonder terrassering. Het plantgat werd met een pikhouweel gegraven. Men plantte alleen op plaatsen waar genoeg grond aanwezig was. Deze opstanden zijn vaak zeer ijl en volgen de gelaagdheid in het gesteente. Later ging men op plaatsen waar dat mogelijk was over tot terrassering met behulp van ossen. De laatste jaren maakt men de terrassen met D-6 schuiftrekkers.
De herbebossingen lijken goed aan de doelstelling van bodembescherming te voldoen. Waar bossen zijn aangelegd heeft men in de benedenstroomse gebieden veel minder last van overmatige afvoeren en sedimentatie van afgespoeld materiaal.

3.7.2 Natuurlijke vegetatie en herbebossing in het gebied rond Calatayud

Te oordelen naar de hoogte van het gebied (500 tot 1000 m), het klimaat (Calatayud: neerslag van 390 mm/j) en de spontane vegetaties, is de oorspronkelijke vegetatie een steeneikenbos geweest. In het onderzoeksgebied komen nog enkele restanten van dit bos voor. Ten oosten van la Vilueña ligt op een helling met een noord-westelijke expositie een open steeneikenbos, dat tot ongeveer 15 jaar geleden nog geëxploiteerd werd voor brandhout (Fig. 3.7.f). Op de hellingen rondom de Peña Olvés staat hier en daar nog een eenzame steeneik. In het gebied komen alleen maar sterk gedegenereerde vegetaties voor. In het laagste deel van het gebied ten zuid-westen van Calatayud zouden we nog een bos van aleppo-den kunnen verwachten, maar er zijn alleen maar boomloze vegetaties van lage struikjes en kruiden. *Genista scorpius*, een doornige brem-achtige struik, domineert in deze vegetaties. Overal tussen de cultuurterreinen, in geulen en op geulwanden en onder aanplanten van de aleppo-den, treffen we deze soort aan. Er is nogal wat variatie in structuur en soortensamenstelling. Naast meerlagige vegetaties met *Genista* en *Lygos sphaerocarpa* treffen we ook éénlagige, éénsoortige vegetaties aan. De bedekkingsgraad loopt uiteen van 40 tot 100%. Tijm, rosemarijn, lavendel, zonneroosjes en het gras *Brachypodium ramosum* komen veelvuldig voor. Een deel van het gebied wordt bedekt door een 'erial'-vegetatie, d.w.z. vegetaties van verlaten of braakliggende landbouwgronden. Tijm is daarin een dominante soort (Fig. 3.7.g). De dwergstruiken *Salsola vermiculata* en *Artemisia herba-alba*, indicatoren voor verlaten landbouwgronden, zijn ook aangetroffen. Beide soorten komen in het Ebro-dal rond Zaragoza voor op sterk gedegradeerde, verlaten land-

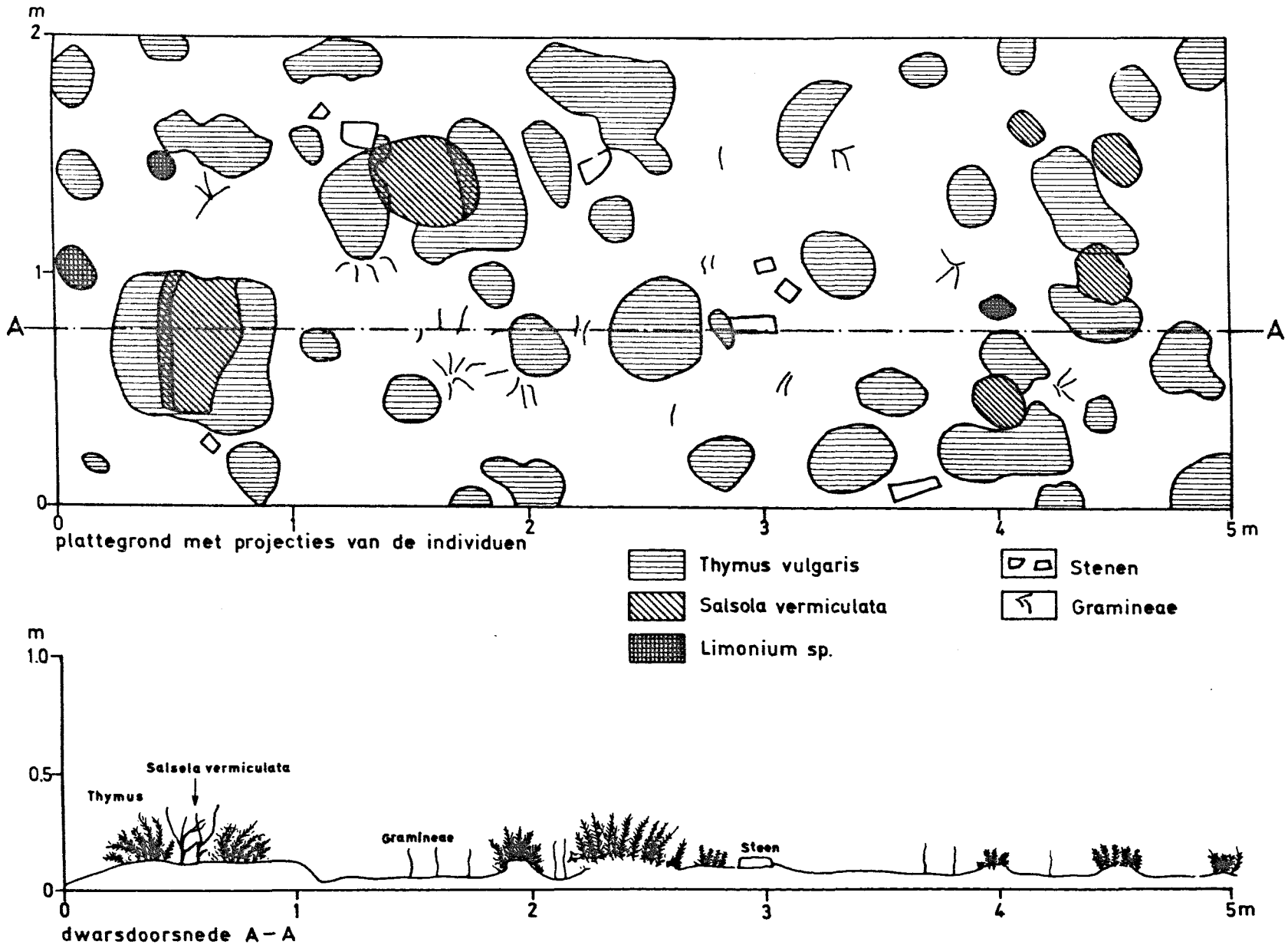


Fig. 3.7.g Erial - vegetatie.

bouwgronden. Vooral onder laatstgenoemde vegetaties is de erosie aanzienlijk. In de meeste gevallen is er een micro-reliëf onder ontstaan. De erosie onder de gesloten vegetaties met *Genista* sp. lijkt minder te zijn.
Op de heuvels in het westen en zuiden is men rond 1950 begonnen met herbebossingen van aleppo-den. De oudste bossen zijn zonder terrassering aangelegd. Ze zijn goed gesloten en zijn reeds enkele malen gedund en gesnoeid. De bomen groeien slechts zeer langzaam. De beste bomen zijn ca 8 m hoog. De jongste aanplanten zijn ongeveer 4 jaar oud. Ze beslaan grote oppervlakten op de heuvels ten oosten van Munébrega. Terrassering heeft plaatsgevonden met behulp van een D-6 schuiftrekker. Op de 2 meter brede terrassen zijn twee rijen van aleppo-den aangeplant, met een afstand van 2 tot 3 m in de rij. Tussen de jonge boompjes staan nog restanten van de oorspronkelijke vegetatie met *Genista scorpius*.
De aleppo-den is de enige aangeplante soort, maar misschien biedt de zeeden ook mogelijkheden op de hoogste terreinen. Een proefaanplant in een aangrenzend gebied op 800 m hoogte op een zuidelijke expositie, leek goed aan te slaan.
Onder de oudste bossen is aan de erosie een halt toegeroepen, maar onder de jongste herbebossingen zijn, ondanks de terrassering, nog nieuwe erosiegeulen aangetroffen. De bosdienst verwacht echter ook van deze herbebossingen gunstige resultaten.
In het onderzoeksgebied is een redeljke variatie in spontane vegetaties en herbebossingen aanwezig. Het gebied kan als representatief worden beschouwd voor de vegetaties van de Miocene depressies in de provincie Zaragoza tussen de 500 en 1000 m hoogte. In het uitgekozen proefgebied is de variatie minder groot. Met name ontbreken steeneikenbos en meerlagige struikvegetaties met *Genista scorpius* en *Lygos sphaerocarpa*.

3.7.3 De landbouw rond Calatayud

De landbouw in de omgeving van Calatayud bestaat voor 90% uit droge en voor 10% uit geïrrigeerde landbouw, het laatste in de dalen van de Jalón, Jiloca, Manubles, Perejiles, Ribota, etc., waar de beste gronden liggen van het stroomgebied van de Ebro. Ondanks het geringere oppervlak van de geïrrigeerde gronden is de geïrrigeerde landbouw regionaal gezien van groter economisch belang dan de droge landbouw. Uit cijfers van 1972 blijkt, dat in de provincie Zaragoza 18% van de landbouwgronden geïrrigeerd is.

Akkerbouw

Tot op een hoogte van ca 800 m wordt veel graanteelt aangetroffen. De opbrengst

is er stabieler dan in het dal van de Ebro dankzij een grotere neerslaghoeveelheid en een geringere verdamping. Tot voor kort was tarwe het meest verbreide graangewas; de inzaai vindt plaats in de herfst (voor begin december) en de oogst in juni/juli. De verbouw van gerst is de laatste jaren sterk toegenomen, en neemt qua totale produktie nu de belangrijkste plaats in. De toename is een provinciale en landelijke trend, hetgeen blijkt uit de cijfers van Tabel 3.7.h. De inzaai van de gerst is later (tot in januari) en de oogst vroeger (vóór juni). Het relatieve aandeel van de twee graangewassen in het totale Spaanse graanareaal volgt uit de tabel. De opbrengst van tarwe en gerst in de provincie Zaragoza ligt ca 10-15% lager dan de gemiddelde opbrengst in Spanje.
Tabel 3.7.i geeft een overzicht van de opbrengsten voor akkerbouwgewassen die gelden voor de streek rond Calatayud.

Boomteelt

Amandelen:
Het areaal amandelen neemt de laatste jaren toe. Bij voorkeur worden ze aangeplant op goed doorlatende bodems aan hellingvoeten. De amandel is in staat om op vrij arme grond en met geringe regenval nog een redelijke opbrengst te leveren. In de laatste jaren hebben veel boeren als reactie op plagen, lage opbrengsten en schaarste aan plukarbeiders veel olijfbomen vervangen door amandelbomen. Een bijkomend belangrijk voordeel van de amandelteelt is dat over een langere periode geoogst kan worden zonder dat kwaliteitsverlies optreedt (arbeidsspreiding). Het areaal met amandelen is in de periode van 1950 tot 1975 gegroeid van 230 ha tot 14 700 ha. Het aantal bomen nam toe van 105 300 tot 885 700. De geringere toename van het aantal bomen wijst er op dat veel is aangeplant onder marginale omstandigheden (klimaat, bodem).

Wijnstok:
De wijnstok wordt bij voorkeur aangeplant op goed doorlatende bodems. Veel wijnstok wordt echter aangetroffen op stukken met veel stenen in het profiel. De opbrengst van de wijnstok is in het algemeen bescheiden; de hoeveelheid wordt geschat op 1,5 kg druiven per jaar per wijnstok (ter vergelijking: in La Mancha 8 kg). In goede jaren echter, zoals in 1973, bedroeg de opbrengst ca 8 à 10 kg per wijnstok.

Fruitteelt:
De streek rond Calatayud en vooral de vruchtbare riviervlakte van de Jalón stroomafwaarts van Calatayud is bekend om z'n fruitteelt: peren, appels, kersen, perziken, abrikozen en pruimen. De grootste vijand van de fruitteelt langs de

Tabel 3.7.h. Oppervlakte, opbrengst en produktie van tarwe en gerst in de provincie Zaragoza en de totale produktie in Spanje in het jaar 1975.

		oppervlakte		opbrengst		totale produktie	totale produktie Spanje 1975
		droog	geïrrigeerd	droog	geïrrigeerd		
		ha	ha	t/ha	t/ha	t	t
tarwe	1950-51	158 000	21 200	0.77	2.30	170 420	
	1970-71	206 000	24 000	0.86	3.33	256 900	
	1974-75	161 000	20 600	1.27	3.12	269 200	4 302 000
gerst	1950-51	26 700	8 900	1.15	2.00	48 500	
	1970-71	82 000	12 000	1.63	2.72	166 200	
	1974-75	156 600	16 000	1.73	2.85	315 500	6 728 000

Bron: ANONYMUS s.a.

Tabel 3.7.i. Opbrengst van enkele akkerbouwgewassen in de streek rond Calatayud en in Spanje in het jaar 1972 (t/ha).

Gewas	Calatayud		Spanje 1972
	Droog t/ha	Geïrrigeerd t/ha	t/ha
tarwe	1.8	5.0	1.3
gerst	2.0	-	1.7
aardappelen	-	25.0	13.6
suikerbieten	-	45.0	24.8
tuinbonen	-	3.0	1.0
sperciebonen	-	2.5	0.7
voederwikke	0.6	-	0.7

Bron: Servicio de Extensión Agraria - Calatayud.

Jalón is de nachtvorst, vooral wanneer deze laat in het voorjaar optreedt. In de laatste jaren hebben het voorbeeld en de concurrentie van de fruitbedrijven op de nieuwe geïrrigeerde terreinen in het dal van de Jiloca en de Jalón aanleiding gegeven tot een vernieuwing van de regionale fruitteelt. Een eerste stap was het verlaten van de traditionele fruitsoorten var dit gebied en het planten van nieuwe, meer rendabele fruitvariëteiten, waarvan de smaak wel minder is, maar die gemakkelijker en goedkoper te oogsten zijn. Men gaat o.a. over van hoogstam- naar laagstamvariëteiten.
Er is een duidelijke achteruitgang merkbaar in het areaal kersen en abrikozen; dit is, naast het tekort aan plukarbeiders, vooral te wijten aan de vorstgevoeligheid van deze fruitsoorten. De sterke toename van de perzikenteelt heeft een aantal oorzaken: het groeiseizoen begint veel later dan bij de andere fruitsoorten, zodat minder schade door nachtvorst optreedt. De latere oogst valt hierdoor in een periode waarin weer voldoende arbeiders beschikbaar zijn. Als gevolg van de betere conserveringsmethoden kunnen de vruchten ook later in het seizoen nog verkocht worden, hetgeen - samen met de gestegen vraag - de prijs gunstig beïnvloedt.
Tabel 3.7.j geeft een overzicht van de opbrengsten bij de boomteeltgewassen in de streek rond Calatayud.
Een inzicht in de produktiekosten van enige akkerbouw- en boomteeltgewassen wordt gegeven in Tabel 3.7.k.

Veeteelt

De veeteelt is in het gebied rond Calatayud niet zo sterk ontwikkeld, hetgeen blijkt uit het cijfer voor de gemiddelde veebezetting (het gemiddelde gewicht van levend vee per ha land, dat geschikt is voor veeteelt: braakliggend land en weiden). Dit cijfer is ca 10 kg/ha voor Calatayud in tegenstelling tot de waarde voor geheel Spanje, die 70 kg/ha bedraagt. Het houden van schapen is in Zaragoza verreweg de belangrijkste vorm van veeteelt, hetgeen duidelijk blijkt uit o.a. Tabel 3.7.l. Het aantal schaapskudden wordt echter steeds minder omdat er vrijwel niemand meer is, die herder wil zijn. Mogelijk zijn hiervoor ook nog andere oorzaken aan te voeren, echter daarover zijn tot nu toe geen gegevens beschikbaar.
Schaapskudden hebben het recht op alle terreinen te grazen, tenzij er een cultuurgewas op staat. In de regentijd worden de schapen in het bos en op verlaten terreinen geweid, omdat ze dan niet op de landbouwgronden kunnen, daar ze die zouden vertrappen.

Tabel 3.7.j. Opbrengsten van de gewassen bij droge en geïrrigeerde boomteelt in de streek rond Calatayud.

Gewas	Droog kg/ha	Geïrrigeerd kg/ha
appelen	-	30 000
peren	-	20 000
perziken	-	18 000
kersen	5 000	-
amandelen	1 000	-
druiven	4 000	-

Bron: Servicio Extension Agraria Calatayud.

Tabel 3.7.k. Produktiekosten voor de verschillende gewassen in ptas/ha.

Gewas	Kunstmest	Gewasbescherming	Zaad	Seizoensarbeid	Loonwerk
tarwe droge landbouw	5 296	500	2 550	-	1 700
tarwe geïrr. landbouw	8 300	500	2 550	-	2 880
suikerbieten	21 000	1 000	4 400	5 300	-
bonen	12 525	2 400	10 080	-	-
aardappelen	16 725	4 000	27 000	-	-
appels en peren	11 250	24 000	-	-	-
wijnstok	4 640	1 500	-	12 000	-

Bron: Servicio Extension Agraria Calatayud.

Tabel 3.7.l. Veetelling in de streek rond Calatayud en de provincie Zaragoza (totaal) in de periode van 1972 t/m 1976.

Gemeente		Schapen (aantal kudden)	Geiten	Varkens		Koeien		Kippen		Paarden	Muildieren	Ezels
				fok	mest	melk	vlees	leg	vlees			
Calatayud		4 000 (28)	-	70	850	118	125	1 500	17 000	30	130	65
Munébrega		1 200 (8)	10	11	210	-	-	1 500	350	-	144	17
Maluenda		1 000 (4)	-	4	300	6	54	400	150	3	180	45
Paracuellos de Jiloca		300 (4)	-	25	220	8	35	200	140	3	70	12
Alarba		400 (3)	15	4	130	-	5	450	100	1	55	3
Olvés		600 (2)	60	5	100	-	-	800	300	-	100	-
Montón		700 (3)	-	20	80	5	-	300	150	-	70	25
Fuentes de Jiloca		1 200 (7)	-	50	290	15	100	400	9 500	-	120	40
Morata de Jiloca		550 (4)	-	6	125	25	50	500	100	3	95	23
Provincie Zaragoza totaal	1972	923 000	42 000	158 000		40 000				1 400	9 600	4 200
	1974	907 000	39 000	207 000		45 000				1 100	8 600	3 700
	1976	920 000	35 000	247 000		47 000				500	6 500	2 200

Bron: Servicio de Extensión Agraria - Calatayud.

3.7.4 Landgebruik in het proefgebied

Het landgebruik in het proefgebied kan in zes categorieën worden ingedeeld: graan wijnstok, amandelen, fruit, bos en wilde struikvegetatie.
De verdeling van deze vormen van landgebruik in de tien geïnventariseerde deelstroomgebieden van het proefgebied is vermeld in Tabel 3.7.m. De geïnventariseerde deelstroomgebieden zijn weergegeven in Fig. 3.7.n.
Graanverbouw vindt in het algemeen plaats op hellingen < 15% met een lengte van 50-200 m. De stenigheid van het oppervlak bedraagt maximaal 25%. Vaak zijn de met graan bebouwde hellingen geterrasseerd en op een aantal percelen wordt volgens de contouren geploegd.
Wijndruiventeelt vindt plaats op hellingen < 25% met een lengte tot 200 m. De stenigheid van het oppervlak kan zeer laag zijn, maar bedraagt soms ook bijna 100%. De leeftijd van de druivenstammetjes varieert van 3 tot 20 jaar.
Amandelteelt vindt vooral plaats op hellingen < 25% met een lengte tot 100 m. De stenigheid van het oppervlak varieert meestal tussen 0 en 50%. De amandelteelt is in dit deel van het proefgebied sterk in opkomst, vooral op de gipsgronden, hetgeen blijkt uit het feit, dat er redelijk veel jonge aanplantingen zijn.
Daar er slechts weinig fruitteelt in het geïnventariseerde deel van het proefgebied voorkomt, is het niet mogelijk om concrete uitspraken te doen over een voorkeur voor bepaalde hellinglengten en -gradiënten. Bij de drie geïnventariseerde percelen waren deze respectievelijk < 50 m en 2-6%. De stenigheid van het oppervlak valt in de klasse 0-25% en de fruitbomen zijn geplant op terrassen met een breedte van ca 3 m.

3.7.5 Mechanisatie

De mechanisatie in de streek is sinds 1960 sterk toegenomen: rond 1973 was van het aantal stuks trekvee van 1960 nog slechts 50% over. Percelen die niet met machines bewerkt kunnen worden door gebrek aan wegen, de geaccidenteerdheid van het terrein of te kleine perceelsoppervlakte, worden verlaten.
Veel bedrijven die zelf niet gemechaniseerd zijn laten hun velden bewerken door eigenaren van kleine bedrijven die wel beschikken over machines.
Tabel 3.7.p geeft een overzicht van de mechanisatie in enige gemeenten in en rond het onderzoeksgebied.
De mechanisatiegraad van de gemeenten Calatayud, Munébrega, Maluenda en Paracuellos de Jiloca, uitgedrukt in ha/trekker, bedraagt resp. 83, 123, 110 en 69.
Het gemiddelde van de Comarca Calatayud is 138, dat van geheel Spanje 145.

Tabel 3.7.m. Landgebruik in de geïnventariseerde deelstroomgebieden van het proefgebied.

deelgebied		landgebruik (%)					
num-mer	oppervlakte ha	graan	druiven	amandelen	fruit	bos	wilde struik-vegetatie
I	60	45	25	5		5	20
II	42	55	5	5		30	5
III	62	50	25	10	5	5	5
IV	130	25	25	5		20	25
V	56	10	30	15			45
VI	50	50	25	5			20
VII	41	30	25	5			40
VIII	24	40	2	8			50
IX	52	20	15	8			55
X	20	5	20	10			65
gemiddeld		33	22	7	1	8	29

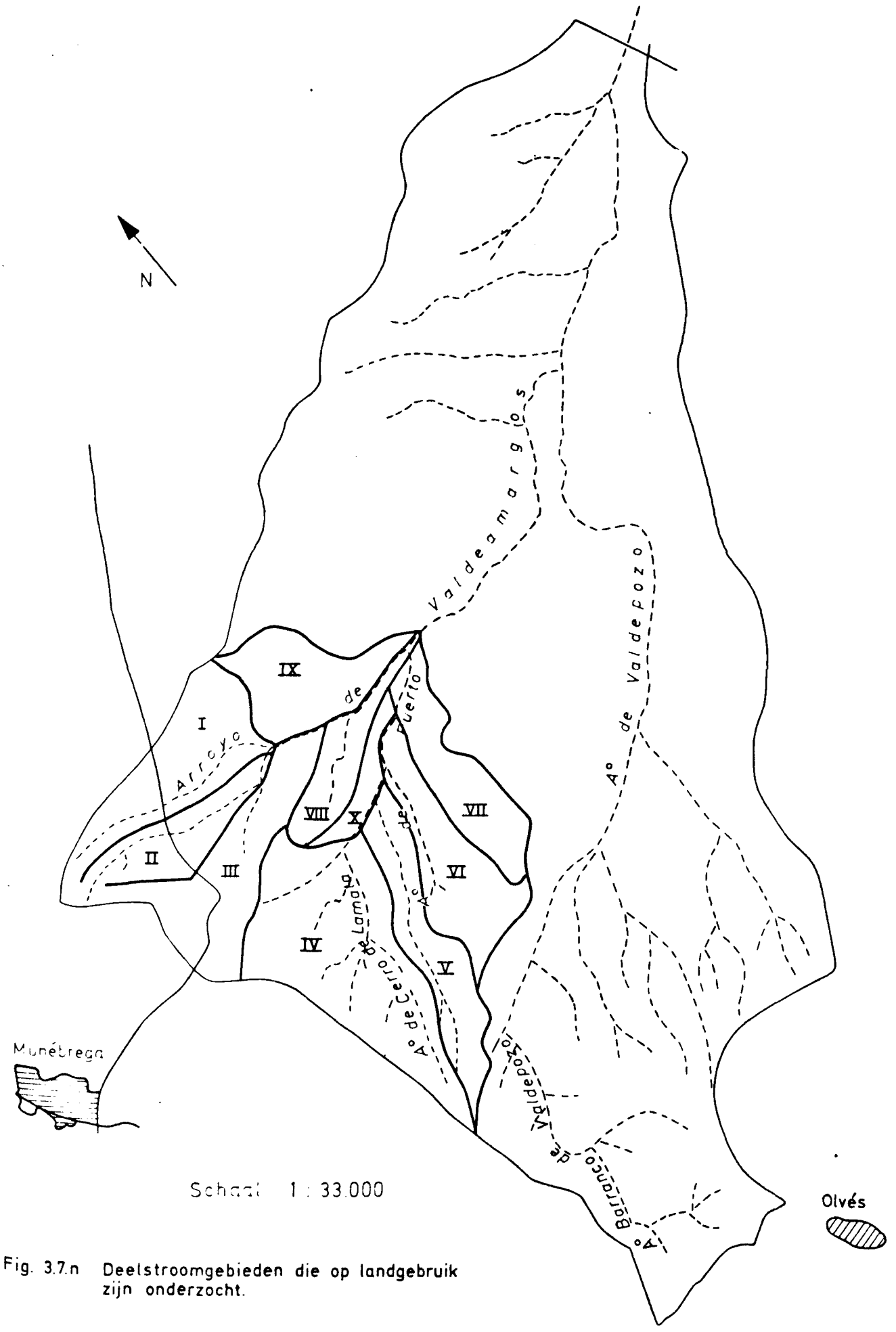


Fig. 3.7.n Deelstroomgebieden die op landgebruik zijn onderzocht.

Tabel 3.7.p. Mechanisatie in het onderzoeksgebied (1969).

Gemeente	Akkerbouw-areaal(ha)	Trekkers met vermogen (kW)					Tuinbouw-trekkers		Rupstrek-kers (kW)		Maai-dors.	Dors-mach.	Maai-mach.	Zaai-mach.
		< 11	11-22	22-30	30-37	> 37	ben-zine	petro-leum	< 30	> 30				
Calatayud	4328	9	8	24	7	4	2	8	-	1	1	3	15	12
Munébrega	2223	1	2	4	10	1	-	-	-	-	2	-	5	3
Maluenda	1436	2	8	2	1	-	35	-	-	-	1	-	-	-
Paracuellos de Jiloca	968	2	1	7	2	2	5	-	-	-	-	2	7	1
Alarba		-	-	3	-	1	-	-	1	-	-	-	6	-
Olvés		-	-	4	8	-	-	-	-	-	1	-	25	1
Montón		1	-	-	1	2	4	-	-	-	-	-	-	1
Fuentes de Jiloca		-	-	-	2	1	8	-	-	-	-	-	8	2
Morata de Jiloca		3	1	5	2	2	10	-	-	-	1	2	4	-

Bron: Servicio de Extensión Agraria te Calatayud.

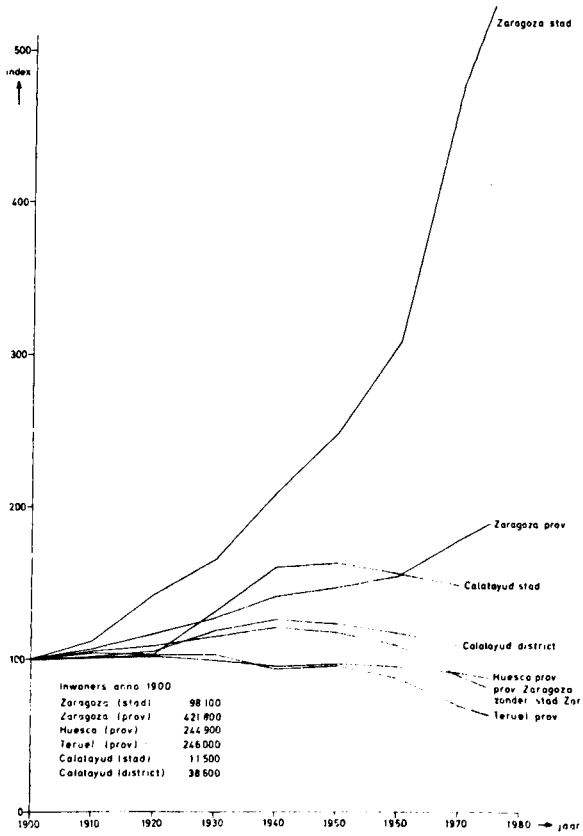


Fig 3.8.a Verandering bevolkingsindexcijfers sinds 1900 (1900 = 100)

Tabel 3.8.b. Verandering in de bevolkingsomvang in het onderzoeksgebied.

Gemeente	Oppervlakte (ha)	Aantal inwoners		Procentuele afname t.o.v. 1950
		1950	1968	
Calatayud (stad)	13 080	18 762	17 382	7.4
La Vilueña	851	494	275	44.3
Munébrega	4 144	1 161	872	24.9
Olvés	2 051	558	378	32.3
Alarba	1 890	417	268	35.7
Castéjon de Alarba	1 765	334	226	32.3
Villafeliche	2 226	846	526	37.8
Montón	1 730	508	328	35.4
Fuentes de Jiloca	2 591	1 115	814	27.0
Morata de Jiloca	2 340	1 055	739	30.0
Maluenda	4 048	1 671	1 480	11.4
Paracuellos de Jiloca	3 167	1 138	1 007	11.5
Velilla de Jiloca	1 071	560	352	37.1
Totaal	40 954	28 059	24 295	13.4

3.8 Sociaal-economische aspecten

3.8.1 Demografie

Omvang van de bevolking

De provincie Zaragoza telde in 1975 802 000 inwoners, een verdubbeling sinds 1900. De bevolkingsgroei sinds 1900 van de stad Zaragoza, de provincies van Aragón en van Calatayud is weergegeven in Fig. 3.8.a.
De bevolkingstoename in de provincie Zaragoza is vergelijkbaar met die in Spanje als geheel. De groei van de provincie Zaragoza komt echter uitsluitend op rekening van de stad Zaragoza: de bevolking buiten de stad liep terug van 323 700 in 1900 tot 261 700 in 1975.
Vergeleken met 1900 gaan de provincies Huesca en Teruel in bevolking achteruit.
In Tabel 3.8.b is de verandering in de bevolkingsomvang van het onderzoeksgebied tussen 1950 en 1968 af te lezen: in elke plaats is het aantal inwoners in die periode gedaald.
Opgemerkt moet worden dat een aantal van de in deze tabel genoemde kernen net buiten de grenzen of aan de rand van het onderzoeksgebied liggen. Deze plaatsen zijn toch opgenomen in de tabel, omdat hun invloed zich tot binnen het onderzoeksgebied uitstrekt. Het onderzoeksgebied met naaste omgeving telde in 1968 ca 24 000 inwoners.
De veranderingen in de bevolkingsomvang moeten voor het grootste gedeelte worden toegeschreven aan migratieverschijnselen. De natuurlijke groei (= gevolg v. h. verschil tussen geboorte- en sterftecijfers) ligt voor de provincie Zaragoza tussen +6 en +11°/oo (1950-1975), voor de stad Zaragoza op ongeveer +16°/oo (1970-1975) en voor Calatayud tussen +7 en +18°/oo. De afname van het aantal inwoners van b.v. Calatayud moet dus volledig aan emigratie worden toegeschreven.

Leeftijdsopbouw van de bevolking

De provincie Zaragoza heeft een redelijk regelmatige leeftijdsopbouw. De bevolkingspiramide van 1970 (Fig. 3.8.c) heeft een brede basis en wordt naar boven toe geleidelijk smaller. Dit beeld is echter misleidend: het wordt voor het belangrijkste deel bepaald door de stad Zaragoza. Laat men deze stad buiten beschouwing, dan lijkt de bevolkingspiramide van de rest van de provincie meer op de piramiden van de provincies Huesca en Teruel (Fig. 3.8.c): een smalle basis en een naar verhouding grote vertegenwoordiging in de oudere leeftijdsklassen.
Tabel 3.8.d geeft een beeld van de grootte van de veranderingen die zijn opge-

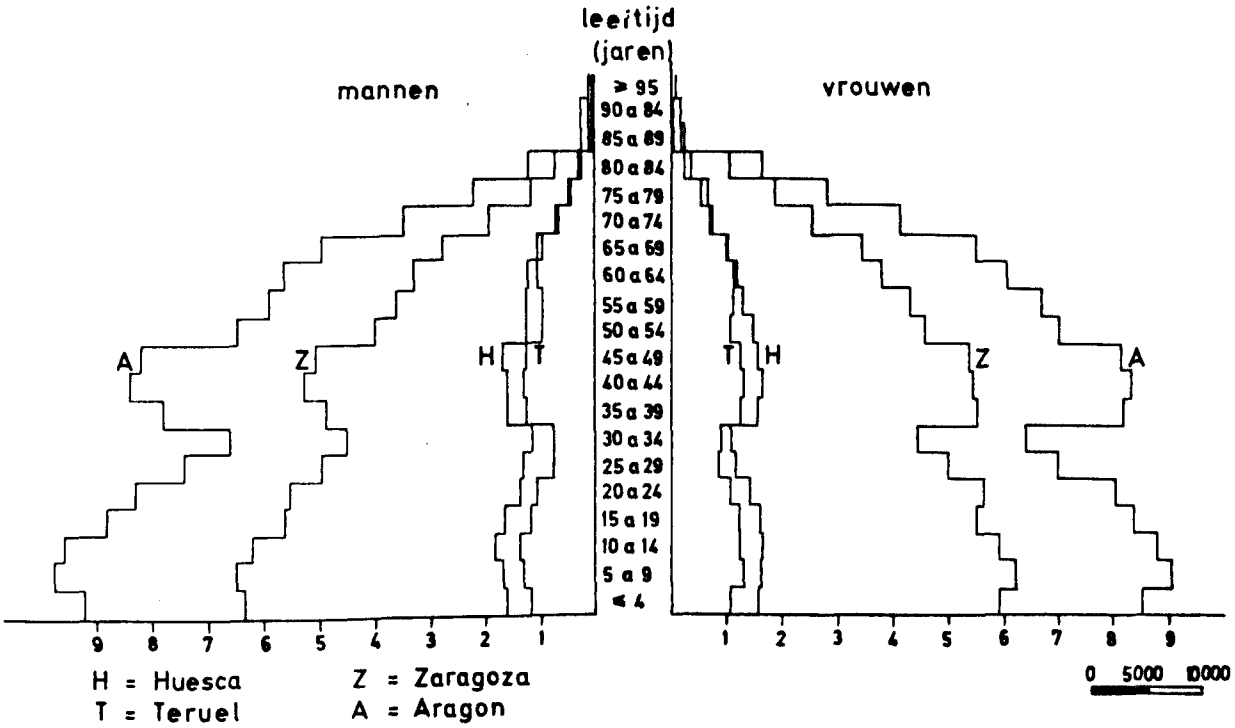


Fig. 3.8.c. Bevolkingspiramiden van de landstreek Aragon en provincies.

Tabel 3.8.d. Verandering in de bevolkingssamenstelling in de provincie Zaragoza (exclusief hoofdstad) tussen 1960 en 1970.

Leeftijdsklasse	Absolute cijfers			Relatieve cijfers		
	1960	1970	verandering	1960	1970	verandering
< 15 jaar	77 930	64 450	-13 480	23.7	22.3	-1.4
15-30 jaar	69 037	55 648	-13 389	21.0	19.2	-1.8
30-45 jaar	72 040	56 577	-15 463	21.8	19.6	-2.2
45-60 jaar	58 573	53 998	- 4 575	17.8	18.7	+0.9
> 60 jaar	51 677	58 393	+ 6 716	15.7	20.2	+4.5
Totaal	329 257	289 066	-40 191	100.0	100.0	

Bron: ANONYMUS.

Tabel 3.8.e. Urbanisatiegraad van de provincie Zaragoza.

Jaar	Percentage van de bevolking dat woont in gemeenten			Totaal aantal inwoners
	tot 10 000 inw.	van 10 000-20 000	> 20 000 inw.(= Zaragoza)	
1960	44.1	6.2	49.7	656 772
1970	31.2	5.7	63.1	760 186
1975	27.2	5.4	67.4	802 031

Bron: ANONYMUS.

getreden in de leeftijdsverdeling tussen 1960 en 1970. De cijfers hebben betrekking op de provincie Zaragoza, exclusief de hoofdstad. Uit deze tabel blijkt de vergrijzing van de bevolking op het platteland. Deze ontwikkeling heeft zich na 1970 voortgezet.

Migratie

Het belangrijkste migratieverschijnsel dat zich in de landstreek Aragón voordoet is de ontvolking van het platteland. Er zijn verschillende migratiestromen te onderscheiden. Uit de gegevens die op dit moment beschikbaar zijn is het niet goed mogelijk om de exacte omvang van deze stromen vast te stellen (o.a. omdat verschillende bronnen elkaar tegenspreken).
We kunnen onderscheiden:

- een vertrek uit de provincies Huesca en Teruel, vooral naar de steden Zaragoza en Barcelona,
- een trek uit de provincie Zaragoza naar vooral de steden Barcelona en Madrid,
- een trek van het platteland en de kleinere steden van de provincie Zaragoza naar de stad Zaragoza,
- een stroom vanuit de plattelandsdorpen naar kleinere steden (zoals Calatayud),
- een stroom vanuit de bergen naar de vlakte,
- een stroom vanuit gebieden met droge landbouw naar gebieden met bevloeide landbouw.

In de stad Calatayud was het vertrekoverschot van 1951 tot 1970 5 635 personen. Tussen 1966 en 1968 vertrok hiervan: 27% naar Zaragoza, 15% naar Barcelona, 11% naar Madrid en 45% naar andere bestemming.
Een reden om weg te trekken is voor velen de onmogelijkheid om een redelijk inkomen te verwerven. Mechanisatie in de landbouw en de opkomst van de industrie in de kleinere en grotere steden hebben dit effect versterkt. Een tweede reden - een direct gevolg van de migratie - is de terugloop van het voorzieningenniveau op het platteland. Momenteel blijkt ca 30% van de emigranten een economisch motief te hebben voor vertrek naar elders (FRUTOS; 1977).
Het zijn vooral de jongeren die wegtrekken van het platteland. In 1966 tot 1968 was 52% van de emigranten uit Calatayud tussen de 15 en 30 jaar.
De consequenties van de migratie zijn:

- verandering van de samenstelling van de plattelandsbevolking qua leeftijd en sexe,

- culturele en economische verarming: de actiefsten die scholing en geld hebben vertrekken naar elders,
- geringere produktiviteit van de landbouw door vergrijzing van de landbouwbevolking,
- verlies van de vitaliteit van de plattelandsgemeenschap.

Distributie van de bevolking over de provincie

In 1975 woonde twee derde deel van de bevolking van de provincie Zaragoza in de stad Zaragoza, terwijl dat in 1900 nog minder dan een kwart was.
De ontwikkeling sinds 1960 is af te lezen uit Tabel 3.8.e.
De 27% van de inwoners die wonen in gemeenten tot 10 000 inwoners (in 1975), wonen voor meer dan de helft in gemeenten van 500 tot 2000 inwoners en slechts voor ± 5% in gemeenten met minder dan 500 inwoners.
Uit Tabel 3.8.b blijkt datzelfde beeld op te gaan voor de gemeenten in het onderzoeksgebied: in 1968 woonde ruim 70% van de bevolking in Calatayud, ruim 10% in dorpen met 1000 à 2000 inwoners, bijna 11% in dorpen met 500 à 1000 inwoners en slechts 8% in dorpen met minder dan 500 inwoners.
Als we de stad Calatayud niet meetellen woont (in 1968) in en vlakbij het onderzoeksgebied 25% van de bevolking in kernen die kleiner zijn dan 500 inwoners. Verder woont 40% van de bevolking in kernen van 500-1000 inwoners en 35% in de twee kernen van 1000-1500 inwoners.

3.8.2 Voorzieningsniveau op het platteland

Het feit dat de bevolking op het platteland - afgezien van enkele wat grotere steden - woont in kleine tot zeer kleine kernen, brengt een aantal problemen met zich mee m.b.t. de beschikbaarheid van voorzieningen voor de bewoners. Hierdoor is het leven op het platteland weinig comfortabel: één van de oorzaken van de ontvolking van het platteland.
Enkele gevolgen van het wonen in verspreid liggende kleine kernen zijn:

- Het isolement van veel kernen omdat het te duur is om goede wegen aan te leggen voor de weinige gebruikers. De gemiddelde wegdichtheid in Aragón is 1 m/ha (inclusief onverharde wegen). Voor heel Spanje is de wegdichtheid 2.8 m/ha (ter vgl.: in Nederland is dit 20 à 30 m/ha). In de winter zijn een aantal dorpen gedurende lange tijd niet bereikbaar, wegens onvoldoende onderhoud van die onverharde wegen.
- In Aragón telt 30% van de dorpen geen enkele medische voorziening. In geen enkel dorp woont een arts.

Tabel 3.8.f. Procentuele verdeling van de beroepsbevolking over de verschillende economische sectoren. Provincie Zaragoza, 1955 t/m 1973.

Jaar	Landbouw	Industrie	Diensten
1955	34	31	35
1962	35	33	32
1964	32	35	33
1967	28	36	36
1969	27	37	36
1971	27	36	37
1973	21	39	40

Bron: ANONYMUS.

Tabel 3.8.g. Industrievestigingen in de omgeving van het onderzoeksgebied (Telling van 1967).

Gemeente	Totaal		Energie-sector		Metaal		Bouwvak		Chemie en papier		Voedings-industrie		Textiel, leer & hout	
	Bedrijven	Arbeiders	Bedrijven	Arbeiders	Bedrijven	Arbeiders	Bedrijven	Arbeiders	Bedrijven	Arbeiders	Bedrijven	Arbeiders	Bedrijven	Arbeiders
Calatayud	61	669	-	-	1	13	25	221	16	76	15	322	4	28
Maluenda	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Villafeliche	3	4	-	-	-	-	2	2	1	2	-	-	-	-
Totaal	65	669	-	-	1	13	27	223	17	78	16	323	4	28

Bron: BIELZA DE ORY (1974).

- Steeds meer lagere scholen worden geconcentreerd in het streekcentrum. Middelbare en hogere opleidingen, alsook beroepsopleidingen komen in de dorpen niet voor.
- In de meeste dorpen is slechts één winkel voor de dagelijkse inkopen. Voor andere inkopen moet men naar het streekcentrum.
- In de helft van de gemeenten is geen waterleiding en rioleering (FRUTOS, 1977). In 1960 was in de rurale zone van Zaragoza slechts 11% van de woningen voorzien van stromend water (ANONYMUS).
- Het electriciteitsnet is niet afgestemd op de behoefte.
- Vooral voor de jongeren ontbreken er voorzieningen om hun vrije tijd door te brengen in het dorp.

3.8.3 Beroepsbevolking

In 1970 bestond de beroepsbevolking van de provincie Zaragoza uit 268 000 personen (ca 35% van de totale bevolking), waarvan 82% mannen en 18% vrouwen.
De verdeling van de beroepsbevolking over de economische sectoren is weergegeven in Tabel 3.8.f.
De groei van de industriesector is ongeveer gelijk aan die van de dienstensector.
De landbouw biedt aan steeds minder mensen werk: in 1962 waren er 102 000 mensen werkzaam in de landbouwsector, in 1973 nog 64 000 geschoolde, en 14 000 ongeschoolde arbeiders. In 1970 zijn er nog ca 32 000 boeren zonder werknemers, terwijl er ruim 4000 agrarische ondernemers zijn die een of meer arbeiders hebben.
De werkgelegenheid in de industrie is vooral gelokaliseerd in de stad Zaragoza, de plaatsen langs de Ebro en rond Calatayud.
In 1967 waren er binnen de invloedssfeer van Calatayud 246 industriële ondernemingen met totaal 3865 werknemers. Deze 3865 werknemers vormden in dat jaar ongeveer 12% van de actieve beroepsbevolking van $\pm$ 33 000 personen.
De belangrijkste industriële bedrijfstakken waren de levensmiddelen- en textielindustrie (Tabel 3.8.g).
Binnen het onderzoeksgebied kwam in 1967 geen enkele industrievestiging voor, in de onmiddelijke omgeving echter wel.
Calatayud neemt een belangrijke plaats in in de industriesector van de provincie. Als we de stad Zaragoza buiten beschouwing laten blijkt 44% van de industriebedrijven met 31% van de industriearbeiders binnen de invloedssfeer van Calatayud te liggen. Wordt de stad Zaragoza wel meegeteld dan is dit 8 resp. 7%.
Sinds 1967 is de industrie in en rond Calatayud versterkt.

Tabel 3.8.h. Verschillende vormen van gebruiksrecht op de grond voor de diverse bedrijfsgrootten in 1972 in de provincie Zaragoza.

Bedrijfsgrootte (ha)	Totaal		Eigendom		Pacht		Deelpacht		Andere vormen	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
< 1	3 169	100	2 464	76.2	546	15.8	106	5.5	53	2.0
1- 10	141 890	100	99 842	70.5	30 780	22.9	8 960	5.4	2 308	1.0
10- 50	336 711	100	208 064	61.8	72 406	21.6	40 872	12.3	15 369	4.2
50- 100	161 368	100	96 705	59.8	35 825	22.3	26 616	16.5	2 222	1.3
100- 300	209 474	100	141 711	67.7	30 818	14.6	25 782	12.4	11 163	5.2
300- 500	90 707	100	68 601	75.6	6 940	7.7	4 480	4.9	10 686	5.9
500-1 000	132 506	100	110 669	83.6	7 349	5.5	1 330	1.0	13 158	4.9
1 000-2 500	172 699	100	144 024	83.4	6 662	3.9	2	-	22 011	6.3
> 2 500	305 654	100	252 056	82.4	13 821	4.5	1 740	0.6	38 037	6.2
> 1 000	478 353	100	396 080	82.9	20 483	4.2	1 742	0.3	60 048	6.2

Bron: ANONYMUS s.a.

Arbeidsbenutting

Het is niet bekend hoe groot de arbeidsbenutting op dit moment in de provincie Zaragoza is. De geregistreerde werkeloosheid bewoog zich in de jaren 1967 tot 1973 tussen de 1 en 2%. Dit zal nu echter aanmerkelijk hoger zijn. Momenteel schijnt Spanje op een werkende bevolking van 13 miljoen één miljoen (ca 8%) werkelozen te hebben. Naar Nederlandse maatstaven gemeten is de officieel geregistreerde werkeloosheid in Spanje altijd erg laag. De oorzaak hiervan is niet duidelijk.

3.8.4 Eigendom en pacht

In Aragón komen de volgende vormen van grondgebruiksrecht voor:

1. eigendom (tierras en propriedad);
2. pacht (tierras en arrendamiento): recht op vruchtgebruik tegen betaling van een pachtcanon, hetzij in geld, hetzij in natura, hetzij in beide vormen;
3. deelpacht (tierras en aparcería): tijdelijk recht op vruchtgebruik tegen vergoeding met een bepaald percentage van de opbrengst (in natura of in geld);
4. overige (otros regímenes de tenencia): andere vormen dan de hier genoemde, b.v. gratis exploitatie.

In de provincie Zaragoza is het grootste deel van de grond (nl. 70 à 75%) in eigendom van de gebruiker. Dit geldt zowel voor de kleine bedrijven als voor de grote. Bij de middelgrote bedrijven is ca 60% van de grond in eigendom. Tabel 3.8.h geeft de verschillende vormen van gebruiksrecht op de grond voor de uiteenlopende bedrijfsgrootten.

Sinds 1962 zijn er geen grote veranderingen geweest in de eigendom/pacht verhoudingen. Over het geheel genomen valt er een lichte achteruitgang in het percentage eigendom te constateren. Voor de bedrijven van 1 tot 10 ha is het percentage eigendom in die tijd met 5% toegenomen (van 65 naar 70%). Voor de nog kleinere bedrijven (tot 1 ha) is het percentage met 10% gestegen tot 76%.

In de omgeving van Calatayud komt bijna geen pacht voor. In het verleden hebben grootgrondbezitters de grond aan hun pachters verkocht. Daarna is er een stabiele situatie ingetreden. Op dit moment is nog geen volledig cijfermateriaal beschikbaar.

Over de pachtprijzen en prijzen van tijdelijke huur stonden ons op dit moment geen gegevens ter bschikking, evenmin over de invloed van de vorm van grondgebruiksrecht op het vóórkomen van erosieverschijnselen.

Tabel 3.8.i. Bedrijfsgrootteverdeling in en rond het onderzoeksgebied.

plaats	totaal aantal bedrijven	totale oppervlakte	aantal bedrijven en oppervlakte in ha													
			< 1 ha		1-5 ha		5-10 ha		10-30 ha		30-100 ha		100-1000 ha		> 1000 ha	
Calatayud	1421	12517	573	230	602	1434	164	1137	60	813	10	501	10	3727	2	4675
Castéjon de Alarba	71	1061	1	1	10	45	17	124	31	431	5	269	1	191	-	-
Alarba	89	1066	4	3	15	46	41	289	25	354	2	67	2	307	-	-
Olvés	126	1953	3	1	22	62	28	212	62	957	10	421	1	300	-	-
Munébrega	284	3630	9	7	96	252	90	666	79	1209	9	388	-	-	1	1108
La Vilueña	96	872	2	2	36	105	35	257	21	341	-	-	1	167	-	-
Valtorres	104	1168	5	3	36	90	36	256	22	265	3	191	2	363	-	-
Villafeliche	144	2093	35	20	64	152	22	151	18	271	1	65	4	1434	-	-
Montón	104	1553	19	8	34	95	30	214	18	266	-	-	3	970	-	-
Fuentes de Jiloca	224	2606	55	22	109	296	43	294	14	233	-	-	3	1761	-	-
Morata de Jiloca	208	2121	45	17	96	242	43	318	19	297	3	113	2	1134	-	-
Velilla de Jiloca	117	842	18	6	53	150	22	137	19	266	4	179	1	104	-	-
Maluenda	368	3613	63	30	180	485	87	601	35	445	1	32	1	269	1	1751
Paracuellos de Jiloca	210	3058	37	19	85	222	46	329	39	618	1	31	1	617	1	1222
Totalen	3566	38153	870	363	1444	3676	704	4385	462	6766	49	2257	32	11346	5	8756
% van het totaal	100.0	100.0	24.4	1.0	40.5	9.6	19.7	13.1	13.0	17.8	1.4	5.9	0.9	29.7	0.1	22.9

Bron: **Bewerking van gegevens van de Servicio de Extensión Agraria - Calatayud.**

Tabel 3.8.j. Kavelgrootteverdeling in en rond het onderzoeksgebied.

gemeente	aantal kavels			gemiddelde opper vlakte per kavel (ha)	gemiddeld aantal kavels per bedrijf
	< 1 ha	1-5 ha	> 5 ha		
Calatayud	5 530	760	400	0.68	4.1
Castéjon Alarba	620	180	10	1.31	11.5
Alarba	780	250	-	1.30	11.3
Olvés	1 040	510	10	1.00	12.2
Munébrega	2 690	850	20	0.77	12.1
La Vilueñena	740	170	-	0.58	9.1
Valtorres	1 070	110	10	0.18	11.0
Villafeliche	660	190	10	1.19	5.8
Montón	850	140	10	1.20	8.1
Fuentes de Jiloca	1 340	150	20	0.54	6.4
Morata de Jiloca	1 790	390	20	0.37	10.0
Velilla de Jiloca	580	210	10	0.65	6.7
Maluenda	2 050	430	10	0.96	6.7
Paracuellos de Jiloca	1 480	340	10	0.78	8.5
Totaal	21 220	4 680	540		
%	80	18	2		

Bron: Servicio de Extensión Agraria - Calatayud.

3.8.5 Bedrijfsstructuur

Aantal bedrijven

Ook in Spanje vindt sinds ca 1960 op grote schaal afvloeiing uit de landbouw plaats. Naast de landarbeiders zijn het vooral de kleine boeren die de landbouw verlaten. Zo nam in de provincie Zaragoza het aantal bedrijven kleiner dan 10 ha van 1962 tot 1972 met ruim 12 000 af. Dit was ongeveer een zesde deel van het totale aantal in 1962. In 1972 waren er in de provincie Zaragoza nog 60 670 landbouwbedrijven.

Bedrijfsgrootte en bedrijfsgrootteverdeling

De gemiddelde bedrijfsgrootte in Zaragoza was bijna 26 hectare. De gemiddelde bedrijfsgrootte is echter weinigzeggend. Beziet men de bedrijfsgrootteverdeling, dan blijkt dat 66% van de bedrijven kleiner dan 10 ha is en dat deze samen nog geen 10% van de grond in gebruik hebben. Daar staat tegenover dat 0.3% van de bedrijven (nl. 180 stuks) groter is dan 1000 ha en samen ruim 30% van de grond in gebruik heeft (ANONYMUS).
In en rond het onderzoeksgebied treft men een soortgelijke situatie aan. Hier is bijna 65% van de bedrijven kleiner dan 5 ha, maar dit beslaat in totaal slechts iets meer dan 10% van de grond. Ongeveer 1% van de bedrijven is groter dan 100 ha, maar dit betreft in totaal ruim de helft van de grond in gebruik (zie Tabel 3.8.i). De gemiddelde bedrijfsgrootte is hier bijna 11 ha.

Verkaveling

In Tabel 3.8.j is de kavelgrootteverdeling gegeven voor het onderzoeksgebied en naaste omgeving. Hieruit blijkt dat 80% van de kavels kleiner is dan 1 ha. Dit komt overeen met de situatie in de provincie als geheel (toestand 1962).
Bekijkt men de provincie als geheel, dan blijkt dat de verkavelingsstructuur aan het veranderen is. Tussen 1962 en 1972 is het aantal kavels < 1 ha afgenomen, terwijl het aantal kavels > 1 ha is toegenomen. Het totaal in gebruik zijnde aantal kavels neemt in die periode met ruim 20% af.
Men kan aannemen dat de afname van het aantal kavels na 1972 verder is gegaan: door samenvoeging van bestaande kavels, doordat nieuw in gebruik genomen gronden in grotere kavels worden ingedeeld, maar vooral ook doordat kleine kavels vaak slecht te bereiken zijn en de bewerkbaarheid met machines slecht is, zodat deze kleine kavels verlaten worden.
Gegevens over bedrijfsgrootte- en verkavelingsstructuur zeggen niet zoveel als

daarbij niets over het bedrijfstype wordt gezegd. Met de beschikbare gegevens is het echter niet mogelijk om structuur en bedrijfstype verder uit te splitsen (zo is het b.v. niet bekend in welke bedrijfsgrootteklasse de bevloeide landbouw - die in 1972 ± 150 000 ha, d.w.z. 1/6 deel van de bewerkte grond in Zaragoza besloeg - overwegend voorkomt). Nader onderzoek naar het verband tussen bedrijfstype en bedrijfsgrootte is gewenst.

Bedrijfsvoering

In 3.7 is al iets gezegd over het grondgebruik: droge en geïrrigeerde landbouw en voorkomende gewassen. Hier zal nog wat nader worden ingegaan op de bedrijfsvoering van de droge landbouw omdat op die terreinen voornamelijk het erosieprobleem onderzocht zal gaan worden.
De droge landbouw in Aragón beslaat zo'n 35% van de (cultuur)grond. Hiervan wordt 80% gebruikt voor graanverbouw. De rest wordt gebruikt voor typisch mediterrane boom- en struikgewassen als druiven, olijven en amandelen en een geringe hoeveelheid fruit.
In het graangebied is het overheersende cultuursysteem als volgt: een gewasjaar wordt telkens opgevolgd door een braakjaar. Dit systeem is gebruikelijk in alle graangebieden van Spanje. Het handhaven van de braakperiode om de vruchtbaarheid van de bodem weer op peil te brengen lijkt een anachronisme door de mogelijkheid kunstmest te gebruiken, maar het systeem blijft bestaan in verband met de geringe neerslag. Een afwisseling van graan met b.v. leguminosen is alleen mogelijk op gronden die veel water kunnen vasthouden en in gebieden met een iets grotere neerslag.
In 1975 lag 40% van het graanareaal braak, terwijl slechts 1% gebruikt werd voor leguminosen. Er is weliswaar een lichte teruggang van de hoeveelheid braakland te constateren, maar hier mag niet al te veel waarde aan worden gehecht, omdat de hoeveelheid braak nogal wisselt, afhankelijk van het weer.
Gedurende de braakperiode worden een aantal grondbewerkingen uitgevoerd om de doorluchting te bevorderen en om de grond gereed te maken voor het komende groeiseizoen. Meestal bestaan deze grondbewerkingen uit drie keer ploegen (begin van de herfst, voorjaar en begin zomer). Voor het groeiseizoen wordt de grond zaaiklaar gemaakt (evt. ploegen, eggen) gevolgd door bemesting en inzaai. In het groeiseizoen worden onkruiden, ziekten en plagen bestreden.
In de druiven-, amandel- en olijventeelt is het gehele jaar door werk te verrichten. Er zijn echter wel bepaalde piekperioden, zoals snoeien, wieden, eggen en

plukken (vooral de olijvenpluk).
Als resultaat van het gebruik van kunstmest en de mechanisatie is de werktijd verkort. Er is hierdoor ook een grotere arbeidsproduktiviteit gekomen, maar dit heeft nauwelijks een verhoging van de produktie ten gevolge gehad, wel een verhoging van de werkeloosheid.

Veeteelt (veredelingssector)

In de omgeving van Calatayud komen intensieve veehouderijbedrijven met niet grondgebonden produktie voor. Volgens een opgave van de landbouwvoorlichtingsdienst zijn er ca 260 bedrijven in en rond het onderzoeksgebied met vnl. slachtkuikens en mestvarkens.

3.8.6 Betekenis van de landbouwsector

Het totaal produkt van de primaire sector (bosbouw, veehouderij en akkerbouw) bedroeg voor Aragón in 1973 bruto ongeveer 30×10^9 Ptas en netto ongeveer 20×10^9 Ptas. Hiermee leverde deze sector een bijdrage van 23% aan het totaal produkt van Aragón. De secondaire en tertiaire sector leverden resp. 34% en 43%. De bijdrage van de landbouwsector aan het totaal nationaal produkt voor heel Spanje is 12%.
In de omgeving van Calatayud is de betekenis van druiven, amandelen en olijven groter dan die van de graanbouw, hoewel het graanareaal een grotere oppervlakte beslaat.

Het landbouwbeleid

Om de problemen in de landbouw (geringe arbeidsproduktiviteit, lage inkomens, meer invoer dan uitvoer van landbouwprodukten, moeilijke fysische omstandigheden) aan te pakken, voerde Spanje in de jaren 1972-1975 een landbouwbeleid dat tot doel had om in de agrarische sector een zodanige ontwikkeling op gang te brengen, dat de arbeidsproduktiviteit en de inkomens komen te liggen op het niveau dat in de niet-agrarische sectoren wordt bereikt. Meer concreet betekent dit:

1. Een dusdanig snelle stijging van de inkomens in de agrarische sector, dat zoveel mogelijk een toestand van economische en sociale pariteit met de niet-agrarische bedrijfssectoren wordt bereikt. Daarvoor is nodig: verhoging van de produktiviteit, rechtvaardige verdeling van het agrarisch inkomen, bijzondere zorg voor het welzijn van de plattelandbevolking.

2. Een betere beroepsopleiding (gericht op het uitoefenen van beroepen buiten de landbouw) en een betere culturele vorming van boeren en landarbeiders, evenals gunstige afvloeiingsregelingen.
3. Het op selectieve wijze stimuleren van de agrarische produktie om een hogere graad van nationale zelfvoorziening te krijgen. Ter verbetering van de handelsbalans dient de produktie van exportgewassen ook gestimuleerd te worden.

Spanje streeft naar een hervorming van de sociaal-economische structuur van de landbouw en een verbetering van de infrastructuur. Uitbreiding en verbetering van de bevloeide landbouw staan sterk in de belangstelling.
Tot zover het beleid volgens het "Derde Plan" (PEPERKAMP, 1978). Er is weinig reden om aan te nemen dat in het huidige vierjarenplan een wezenlijk ander beleid wordt geformuleerd.

4 EROSIE, EROSIEBESTRIJDING EN BODEMBESCHERMING

4.1 Vorm en omvang van de erosie

Erosie in het onderzoeksgebied

Door middel van luchtfoto-interpretatie is er o.a. een inventarisatie gemaakt van het vóórkomen van erosieverschijnselen in het onderzoeksgebied en de omgeving daarvan (zie 3.5).
Op de luchtfoto's zijn op een aantal plekken in het onderzoeksgebied meer of minder ernstige vormen van geulerosie waarneembaar (zie Fig. 3.5.a).
Gezien de schaal van de beschikbare foto's was het niet mogelijk om de omvang van de geulen ten tijde van de opname te meten en deze te vergelijken met de omvang tijdens de veldwerkperiode. Tijdens de veldwerkperiode is niet systematisch nagegaan of het geulenpatroon is uitgebreid. Uit de luchtfoto's blijkt dat ca. 30% van de oppervlakte van het onderzoeksgebied aangetast is door ernstige geulerosie en 60% door matige geulerosie.
Oppervlakte-erosie kon op de foto's niet worden waargenomen. Dit hangt samen met enerzijds de schaal van de luchtfoto's (1 : 33 000), anderzijds met het feit dat praktisch nergens in het terrein bodemprofielen worden aangetroffen met duidelijke kleurverschillen tussen boven- en ondergrond. Deze kleurverschillen ontstaan normaliter wanneer langdurige bodemvorming kan plaatsvinden. Als er dan daarna oppervlakte-erosie optreedt, waardoor op sommige plaatsen de ondergrond aan het oppervlak komt, ontstaan er kleurverschillen in het veld, die op lucht-

foto's waarneembare tintverschillen opleveren. Tijdens de veldwerkperiode bleek dat de afwezigheid van tintverschillen samenhangt met de erosie: er vindt een voortdurende oppervlakte-erosie plaats die niet of nauwelijks kan worden bijgehouden door de bodemvorming. Deze constatering is geldig voor praktisch het hele onderzoeksgebied (m.u.v. de rivierdalen).

Erosie in het proefgebied

Tijdens de veldwerkperiode, ca. 6 maanden na de laatste regenval, waren er in het veld vrijwel geen sporen van voren-erosie zichtbaar. Uitzonderingen vormden enkele plaatsen, onderaan een helling, in bouwland waar nog niet geploegd was en enkele verlaten terreingedeelten met slechts pleksgewijs wat erial-vegetatie. Op laatstgenoemde plaatsen kwamen voren met een maximale diepte van ± 15 cm voor.
Van bodems, gevormd in de conglomeraatseries of colluvium daarvan, is een groot percentage van het bodemoppervlak bedekt met stenen (op deze plaatsen liggen meestal wijngaarden). Deze stenigheid vermindert de spaterosie en verslemping sterk, hetgeen een gunstige uitwerking op de oppervlakte- en rilerosie kan hebben.
Waar deze bedekking met stenen gering is of ontbreekt was het bodemoppervlak in sterke mate verslempt met als gevolg een sterk verminderde infiltratiecapaciteit van de bodem. Bij zware regenbuien zal dit vrijwel zeker aanleiding geven tot oppervlakkige afstroming.
Geulerosie treedt in ernstige mate op in de conglomeraatseries die ontsloten zijn in het zuidelijk en westelijk deel van het proefgebied. De diepte van de geulen bedraagt maximaal ca. 25 m en de breedte maximaal ca. 35 m. Op een aantal plaatsen vindt vanuit de grotere geulen terugschrijdende erosie in het landbouwgebied plaats.
De wanden van de geulen bestaan uit cohesief materiaal, hetgeen blijkt uit de i.h.a. zeer grote hellingshoek van deze wanden.
In een ca. 5 m diepe zijgeul dicht langs de weg Calatayud-Munébrega staan jonge populieren: kennelijk zijn er dus de laatste jaren geen afvoeren geweest, die schade toegebracht hebben aan deze aanplant. De geulbodem is voorzien van grote en kleine stenen, die slechts bij grote afvoeren verplaatst worden.

4.2 Oorzaken van de erosie

Op dit moment is het nog moeilijk om aan te geven welke de belangrijkste erosiebepalende factoren zijn. In nog mindere mate is nu te zeggen in welke mate bepaalde factoren van invloed zijn op het erosieproces.

Het vermoeden bestaat dat veruit het grootste deel van de erosie plaats vindt tijdens incidentele regenbuien met zeer hoge neerslagintensiteiten. Er zijn nog te weinig regencijfers bekend om iets over de kans op het vóórkomen van dit soort buien (en op welk moment) te kunnen zeggen.
De analyses van de bodemmonsters zijn nog niet beschikbaar. De erosiegevoeligheid van de bodems hangt o.a. samen met het organische stof-gehalte van de bovengrond (in het algemeen erg laag), de textuur, de structuur en de permeabiliteit (i.h.a. goed; zie Bijlage 2). Waarschijnlijk hebben gips en gipsmengsels een hoge, de bodems op de conglomeraatseries een lagere erosiegevoeligheid. Al eerder is gewezen op de verslemping van de bovengrond waardoor de oppervlakkige afstroming - in geval van regen - toeneemt.
De meest voorkomende hellinggradiënten in het proefgebied liggen tussen 2% en 30%. De hellinglengte loopt uiteen van enkele meters tot ± 200 m.
Wijnstok en amandelen geven een slechte bodembedekking (o.a. door het ruime plantverband), evenals de nog jonge bosaanplanten en de erialvegetatie.
De teelt van graan wordt afgewisseld met braak, waardoor men gemiddeld genomen ook op de graanvelden een slechte bodembedekking vindt.
Hoe het optreden van erosie samenhangt met sociaal-economische omstandigheden zoals eigendom en pachtverhoudingen, inkomenspositie en de opleiding van de boer, is op dit moment nog een open vraag.

4.3 Gevolgen van de erosie

Het optreden van versnelde erosie leidt i.h.a. tot het ongewenste effect van bodem- en waterverlies op de hogere en sedimentatie en (soms) wateroverlast op de lagere terreindelen.
Oppervlakte- en voren-erosie leiden in het algemeen eerst tot het verdwijnen van de humeuze A-horizont: in het proefgebied is de erosiesnelheid zo groot, dat er bijna geen sprake meer is van A-horizont vorming.
Bij de oppervlakte-erosie vindt selectieve uitspoeling van bodemdeeltjes en voedingsstoffen plaats, waardoor de mogelijkheden voor plantengroei verminderen en de kans op verslemping toeneemt. Dit leidt tot vergroting van de oppervlakkige afvoer en tot watertekorten op het veld.
Het duidelijkst zichtbaar in het proefgebied, en ook het meest ingrijpend voor de agrarische bedrijfsvoering, is de geulerosie: er vindt vanuit de hoofdgeulen aansnijding van de landbouwpercelen plaats door het optreden van terugschrijdende erosie (soms ook ondermijning van percelen door zijdelingse uitbreiding van de geulen).

Door deze geulerosie wordt de bereikbaarheid en bewerkbaarheid van bepaalde percelen bemoeilijkt of zelfs onmogelijk gemaakt (vooral omdat steeds meer boeren een trekker aanschaffen), waardoor deze percelen uit cultuur moeten worden genomen.
Een ander nadelig gevolg van het optreden van de geulerosie is de verlaging van de grondwaterspiegel, waardoor droogteschade aan de gewassen kan ontstaan. Dit betekent een inkomensderving voor de boeren, maar het betekent ook dat het erosiegevaar toeneemt omdat het gewas een minder goede bedekking van de bodem geeft. Indien mogelijk zullen de geulen op de akkers worden dichtgewerkt om verdere uitbreiding te voorkomen en om het perceel gemakkelijker te kunnen bewerken. Dit betekent een financiële last voor de boer. Dat laatste geldt ook voor het herstel van geulwanden die door erosie zijn aangetast.

4.4 Huidige bodembeschermings- en erosiebestrijdingsmaatregelen

De belangrijkste vorm van erosiebestrijding in het proefgebied is de aanleg van ca. 1 m brede horizontale bankterrassen op de steile erosiegevoelige hellingen in de conglomeraatseries (in het zuidelijk en westelijk deel van het proefgebied) en het beplanten van deze terrassen met *Pinus halepensis*.
Op sommige plaatsen zijn deze vier jaar oude terrassen weer door ondiepe geulen doorsneden.
Van een aantal steilranden in het landbouwgebied is het niet zeker of het terraswanden zijn of graften. Wel worden op de plaatsen waar de steilranden doorbroken zijn, de gaten gedicht en de achterliggende geul dichtgewerkt.
In boom- en wijngaarden wordt de bodem, op plaatsen waar een geul de akker dreigt binnen te dringen door terugschrijdende erosie, de grond soms met gesnoeide takken bedekt om insnijding tegen te gaan.
Een andere vorm van erosiebestrijding die in het onderzoeksgebied wordt toegepast is het aanleggen van geulbeteugelingsdammetjes. Deze dienen o.a. om de piekafvoeren op te vangen, de stroomsnelheid te verminderen en de erosie benedenstrooms te beperken.

5 VOORSTELLEN VOOR MEERJARIG EROSIE-ONDERZOEK

5.1 Kader van het onderzoek

Aansluitend op de probleemstelling en de algemene doelstellingen van het meerjarige onderzoek, zoals weergegeven in par. 1.3, en de meer specifieke doelstellingen voortvloeiend uit de keuze van het onderzoeksgebied, zoals weergegeven in par. 2.4, worden in dit hoofdstuk voorstellen geformuleerd voor een meerjarig onderzoek en wordt een algemeen programma gepresenteerd.
Het theoretische kader van het onderzoek is weergegeven in de par. 2.1, 2.2 en 2.3.
Het praktische kader wordt gevormd door vijf samenwerkingsverbanden:

a. De Bodembeschermingsdienst (Servicio de Conservación de Suelo) van de ICONA in de provincie Zaragoza.
b. De boeren in het onderzoeksgebied. Tijdens het vooronderzoek zijn de eerste contacten gelegd via de Voorlichtingsdienst (Servicio de Extensión Agraria) en de burgemeester van de gemeente Calatayud.
c. Wetenschappelijke instellingen in Spanje w.o. de Confederación Hidrográfica del Ebro en IRYDA. Het ligt in de bedoeling dit contact uit te breiden tot o.a. het Estación Experimental Aula Dei en de Geografische faculteit van de Universiteit van Zaragoza.
d. Landbouwhogeschool te Wageningen. Naast de samenwerkende vakgroepen in de Stuurgroep Erosie zal in de loop van het onderzoek de medewerking worden gevraagd van een beperkt aantal andere vakgroepen, afhankelijk van de problemen die zich zullen manifesteren.
e. Andere universiteiten in Nederland. Van de kant van de Geografische faculteiten van de Universiteiten van Amsterdam en Utrecht bestaat belangstelling voor dit onderzoek.

5.2 Opzet van het onderzoek

Uit Tabel 2.1 vloeien de onderzoeksonderwerpen voort die in het meerjarig onderzoek aan de orde moeten komen.
In Tabel 5.1 zijn deze onderwerpen weergegeven, waarbij tevens een voorlopige werkverdeling van de onderzoekingen en een fasering in de tijd is opgenomen.
De werkverdeling geeft aan welke vakgroep belast is met het betreffende onderdeel van het onderzoek en welke vakgroepen zullen bijdragen tot de realisering ervan. Voor zover nu reeds valt te overzien is bij verscheidene onderwerpen ook

Tabel 5.1. Voorlopige werkverdeling en fasering van het onderzoek.

Vakgebied	Bodemkunde					Bosteelt					Cultuurtechniek					Weg- en Waterbouw					Overleg met/ deelname andere vakgroepen
Onderzoeksonderwerpen	'79	'80	'81	'82	'83	'79	'80	'81	'82	'83	'79	'80	'81	'82	'83	'79	'80	'81	'82	'83	'79 t/m '83
Klimaat - neerslag	x					x					ACE	CE	CE	CE	F	x	x	x	x		
- temperatuur	x						x	x			AE	AE	AE	AE							
- verdamping	x					x	x	x	x		AE	AE	AE	AE							
Hydrologie - oppervlakkige afvoer											CE	CE	CE	CEF		x	x	x	x		
- afwateringspatroon	x															B	B	BF			
- debiet																ACE	CEF	CE	CEF		
Geologie & - geologie	AB																				
Bodem - bodemkartering	B	BF																			
- bodemeigenschappen	B	BF									C	C	C	C		x	x				
- bodemgeschiktheid		x	x				AB	F				AB	F								
Reliëf - hoogtekaarten	AB																				
- hellingklassekaart		B																			landmeetkunde
- hellingvorm		B																			
- microreliëf	B	B				x	x														
Vegetatie - landbouwgewassen		x					AB	B	BEF			x									
- herbebossing		x				ABD	BD	D	DE	EF		x									plantenteelt
- natuurlijke vegetatie						ABD	BD	D	DE	EF											
Landgebruik - potentieel		x	x					x	x			AB	BF								
- bodembescherming			x	x				x	x				E	E				x			
Sociaal-Eco- - demografie																					
mische - voorzieningenniveau																					
situatie - beroepsbevolking																					
- arbeidsbenutting																					
- eigend. & pachtsverh.	x	x	x	x		x	x	x	x		A	AB	AB	F							sociologie
- inkomensverdeling																					
- bedrijfsstructuur																					
- bedrijfsvoering																					
- loon- en prijsverh.																					economie
- landbouwbeleid																					
Erosie - oppervlakte-erosie	x	x				x	x	x	x	EF	CE	CE	CEF	CEF							
procesbe- - ril-erosie	x	x				x	x	x	x	EF	CE	CE	CEF	CEF			x	x			
schrijving - geul-erosie	x	x	D			x	x	x	x	EF						CE	CE	CE	CEF		
Erosiemeting - sedimenttransport	x	x	x	x							x	x	x	x		CE	CEF	CE	CEF		
Kartering - actuele erosie en																					
erosiegevolgen	B	B				x	x				B	B	F				x				
- potentiële erosie en																					
erosiegevolgen			EF					x	x					EF				x	EF		
Opstellen van maatregelen en plannen				EF					EF					EF					EF		
Landinrichtingsplan - kartering van																					
maatregelen				EF					EF					EF					EF		

Verklaring der tekens:

A documentatie
B inventariserend veldonderzoek
C waarnemingsreeksen
D sequentieel onderzoek
E verwerking van gegevens
F synthese
x medegeïnteresseerd

overleg met of tijdelijke deelname van andere vakgroepen gewenst. Een nadere specificering daarvan kan pas in een later stadium worden gegeven.
Ten aanzien van de te volgen methode van onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen:

a. Documentatie.

Documentatie betreft de verzameling van onderzoekingen en metingen die door anderen in het verleden zijn verricht en die van betekenis kunnen zijn voor het meerjarige onderzoek.
Tijdens het vooronderzoek is reeds een aanzienlijke hoeveelheid materiaal verzameld via

- literatuuronderzoek (zie Literatuurlijst)
- archiefrecherche
- collectie van materiaal (w.o. kaarten, luchtfoto's en registers).

In de loop van het onderzoek zullen nog veel meer gegevens moeten worden verkregen.

b. Inventarisatie.

Inventarisatie kan beschouwd worden als een momentopname die de huidige veldsituatie - voor zover van belang voor het meerjarige onderzoek - vastlegt.
Voor het opstellen van het definitieve onderzoeksprogramma was een gedetailleerde beschrijving van de huidige toestand niet noodzakelijk. Een aanvullende, meer gedetailleerde inventarisatie wordt opgenomen in de meerjarige studie.
De voorlopige beschrijving is opgesteld aan de hand van

- de in de eerste fase verrichte globale veldopnamen;
- luchtfoto-interpretatie verricht m.b.v. recente foto's (jaar 1974), ons later nagezonden. Vóór de aanvang van de volgende veldperiode zullen de resultaten van deze interpretaties t.a.v. bodem, vegetatie, grondgebruik en erosiekenmerken ter beschikking zijn.

c. Waarnemingsreeksen.

Het verloop van de te onderzoeken processen over een (beperkte) tijd zal moeten worden opgenomen. In het bijzonder wordt daarbij gedacht aan de processen van oppervlakte- en geulerosie, oppervlakkige afstroming, sedimenttransport (zand en slib), vegetatie-ontwikkeling en de continue registratie van de neerslag.
De waarnemingsreeksen vormen belangrijke elementen van het onderzoek en zullen zo snel mogelijk moeten beginnen.

d. Sequentieel onderzoek.
Door vergelijking van in de tijd uiteenliggende opnamen kunnen veranderingen worden geconstateerd, die inlichtingen geven over het procesverloop over langere tijd.

5.3 Deelonderzoekingen

Het schema van Tabel 5.1 is analytisch van aard. Het synthetiserende karakter van het onderzoek komt beter tot uiting in de lijst van deelonderzoekingen, waarbij kunnen worden onderscheiden:

a. Basisonderzoekingen:
studies die moeten worden verricht ten behoeve van het voorgezette onderzoek (Tabel 5.2).

b. Modelonderzoekingen:
studies die uiteindelijk moeten resulteren in modellen die een adequate beschrijving geven van erosie- en transportprocessen en die bijdragen tot de formulering van voorwaarden waaraan moet worden voldaan en tot het ontwerpen van maatregelen die moeten worden getroffen om de erosie te bestrijden en de bodem te beschermen (Tabel 5.3).

c. Landinrichtingsonderzoek:
studies die moeten resulteren in een aantal alternatieve landinrichtingsplannen waarin een oordeelkundig en doeltreffend landgebruik wordt gecombineerd met een passende bodembescherming en erosiebestrijding (Tabel 5.4).

De genoemde deelonderzoekingen hebben alle betrekking op het gebied rond Calatayud, maar slechts een gedeelte ervan op het gebied rond Ejea de los Caballeros.

5.4 Organisatie en deelname

Hoewel deze erosiestudie is opgezet als een onderzoeksproject, is een actieve deelname van een groot aantal studenten uitermate gewenst. Deze deelname betreft in eerste instantie studenten die in het kader van hun doctoraalstudie een leeronderzoek moeten verrichten voor perioden varierend van 2 tot 4 maanden. Daarnaast wordt gedacht aan de mogelijkheid studenten te laten deelnemen in het kader van hun praktijktijd, waarbij de begeleiding in handen ligt van de Bodembeschermingsdienst van Zaragoza.
Het ligt in de bedoeling dat, na goedkeuring van het project, nog in 1979 een groep van 5 stafleden, vergezeld van 8 studenten, voor een periode van 4 weken veldwerk zal verrichten. Deze groep zal niet noodzakelijkerwijze en bloc hoeven te werken: de eersten zullen half augustus vertrekken, anderen op een later tijd-

Tabel 5.2. Basisonderzoekingen.

Titel	Korte omschrijving van het onderzoek
Topoklimaat	Relaties tussen neerslag, instraling, temperatuur en verdamping als functie van het plaatselijk reliëf (expositie, helling en hoogteligging).
Waterbalans	Berekening van neerslagoverschotten en verdampingstekorten; schatting van de actuele evapotranspiratie.
Oppervlakteberging	Tijdelijke berging van neerslag als functie van micro-, meso- en macroreliëf (resp. o.a. grondbewerking, terrasseringen en hellingvorm).
Afwateringspatroon	Kartering van het afwateringssysteem van het proefgebied.
Bodemkaart	Samenstelling van een gedetailleerde bodemkaart van het proefgebied en een semi-gedetailleerde kaart van het onderzoeksgebied.
Infiltratiemetingen	Metingen op verschillende schaal (proefvelden, regensimulaties en ringinfiltrometers) van de infiltratiesnelheid en capaciteit.
Grondwaterstudies	Onderzoek naar voorkomen van grondwater, grondwaterstandsschommelingen, grondwaterbewegingen en de gebruiksmogelijkheden ervan.
Reliëfkaarten	Samenstelling van hoogtekaarten en hellingklassekaarten (gradiënt en vorm).
Geologie en geomorfologie	Samenstelling van gedetailleerde geologische en geomorfologische kaarten van het proefgebied en van semi-gedetailleerde kaarten van het onderzoeksgebied.
Landschapskaarten	Samenstelling van landschapskaarten van het onderzoeksgebied.
Erosiegevoeligheidskaarten	Bepaling van de erosiegevoeligheid van standaardbodems, direct m.b.v. proefveldonderzoek en indirect door laboratoriumonderzoek van fysisch-chemische bodemeigenschappen; schatting van de erosiegevoeligheid m.b.v. gevonden relaties. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen a. gevoeligheid voor spaterosie en b. erosiegevoeligheid voor stromend water.
Bodemvruchtbaarheid	Onderzoek naar de bodemvruchtbaarheidstoestand van de verschillende bodems in het gebied, in het bijzonder t.a.v. N, P en K.
Inventarisatie van het landgebruik	Beschrijving en kartering van de verschillende vormen van landgebruik (landbouw, bosbouw, veeteelt).
Inventarisatie van tot nu toe genomen bodembeschermende maatregelen	Beschrijving en kartering van bodembeschermende en erosiebestrijdende maatregelen die in het onderzoeksgebied zijn genomen: teeltkundig, bedrijfscontouring, strokenbouw, mechanische maatregelen.
Vegetatie	Gedetailleerde inventarisatie van vegetatietypen in het proefgebied en semi-gedetailleerde inventarisatie van het onderzoeksgebied.

Tabel 5.3. Modelonderzoek.

Titel	Korte omschrijving van het onderzoek
Kartering van de actuele erosie	Beschrijving van de verschillende vormen waarin erosie in het onderzoeksgebied optreedt (geul-, tunnel-, ril- en laminaire erosie). Kartering.
Sequentieel erosie-onderzoek	Opname van de verschillende vormen van erosie aan de hand van luchtopnamen van 1956 en 1974. Onderlinge vergelijking van deze opnamen en de kartering van de huidige erosietoestand.
Onderzoek van het proces van oppervlakte-erosie	Meting van het bodemverlies in de vorm van ril- en laminaire erosie door middel van proefveldonderzoek. Invloed van helling, bodem en vegetatie; invloed van gewassen en eenvoudige bodembeschermende maatregelen. Corresponderende metingen met behulp van regensimulaties.
Toetsing van erosiemodellen	Vergelijking van resultaten van bestaande erosiemodellen met de gemeten hoeveelheden bodemverlies.
Onderzoek van het geulerosieproces	Waterpassing en opmeting van dwarsprofielen van het geulenpatroon in enige substroomgebieden. Procesbeschrijving van terugschrijdende erosie. Onderzoek naar het gedrag van actieve geulen en haar overgang naar stabiele geulen. Sedimenttransport in geulen.
Afvoermodellen	Studies betreffende het meest geschikte afvoermodel van neerslag in relatie tot het meegevoerde sediment. Vergelijking van de gemeten slibafvoer met gegevens van slibtransport door de Ebro en haar zijrivieren in het onderzoeksgebied.
Dynamische aspecten van bossen en spontane vegetaties	Metingen van groei en aanwas in bossen. Successie-onderzoek van spontane vegetaties. Periodiciteit van vegetaties zoals seizoensontwikkeling van gewassen en onkruidvegetaties.
Dynamische aspecten van gewassen	Meting van groei en produktie van belangrijke landbouwgewassen.
Vegetatieve bodembescherming	Onderzoek naar de beschermende invloed van gewassen en vegetaties op de bodem en de veranderingen ervan in de loop van de seizoenen.
Teledetectie van erosie en sedimentatie	Onderzoek naar erosie en sedimentatie in het onderzoeksgebied aan de hand van satellietbeelden (False color opnamen).
Betekenis van ecosysteem	Betekenis voor hydrologie en bodemconservering van verschillende compartimenten van ecosystemen.
Erosie en sedimentatie	Beschrijving van het proces van erosie en sedimentatie op hellingen.
Overstromingsgevaar	Onderzoek naar de betekenis van het actuele landgebruik voor het optreden van overstromingen in de midden- en benedenloop van rivieren.

Tabel 5.3 (vervolg)

Titel	Korte omschrijving van het onderzoek
Regionale toepassing van teledetectie t.b.v. bodem- en erosiekartering	De te onderzoeken aspecten vertonen relaties met o.a. landgebruik, bodem, geologie en geomorfologie en zijn daardoor te betrekken op grotere arealen, i.e. de Miocene depressies in het projectgebied. Veldwerk en satellietbeeld-interpretatie zijn middelen hiertoe.

Tabel 5.4. Landinrichtingsonderzoek.

Titel	Korte omschrijving van het onderzoek
Verkavelingspatroon	Kartering van vorm, ligging en ontsluiting van de kavels.
Bodemgeschiktheids-kaarten	Analyse van landkwaliteit en kartering van de geschiktheid van de bodem voor verschillende vormen van landgebruik.
Sociale kader	Demografie, voorzieningenniveau, coöperatiewezen en voorlichting.
Sociaal-economische kader	Beroepsbevolking, arbeidsbenutting, inkomensverdeling.
Bedrijfseconomische kader	Eigendoms- en pachtverhoudingen, bedrijfsstructuur, bedrijfsvoering.
Macro-economische kader	Loon- en prijsverhoudingen, subsidies in de landbouw, landbouwbeleid.
Juridische kader	Wetgeving in verband met erosie en bodembescherming; pachtwet, grondbezitsverhoudingen.
Gewassenteelt	Mogelijkheden en wenselijkheden t.a.v. de landbouwgewassen. Vruchtwisselingssystemen.
Bosteelt	Mogelijkheden voor gebruik van verschillende boomsoorten; diverse technieken.
Landbehoefte	Analyse van de behoefte aan land voor verschillende vormen van landgebruik.
Bodembestemmings-kaarten	Indeling van het proefgebied overeenkomstig het gewenste toekomstig landgebruik.
Toelaatbaar bodem-verlies	Onderzoek naar het maximaal toelaatbaar bodemverlies in afhankelijkheid van bodem en landgebruik.
Geulbeteugeling	Onderzoek naar de mogelijkheden tot stabilisering van actieve geulen.
Sociaal-economische betekenis van landgebruiksvormen	Verzameling van gegevens betreffende de betekenis van verschillende vormen van landgebruik: land- en bosbouw; natuurlijke vegetatie.
Ontwikkelingen in het landgebruik	Historische achtergrond en ontwikkelingen die geleid hebben tot het huidige landgebruik; actuele ontwikkelingen en extrapolatie naar de toekomst.
Waterconservering	Onderzoek naar de mogelijkheden en effectiviteit van waterconserverende maatregelen.
Actueel erosie-gevaar	Kartering van het actuele erosiegevaar op basis van de actuele erosie, bodem, reliëf, neerslag en landgebruik.
Potentieel erosie-gevaar	Kartering van het potentiële erosiegevaar op basis van bodem (erosiegevoeligheid), reliëf en neerslag.
Aanpassing van de bedrijfsvoering	Onderzoek naar de mogelijkheden van introductie van maatregelen in het kader van de bedrijfsvoering.

Tabel 5.4 (vervolg)

Titel	Korte omschrijving van het onderzoek
Erosiebestrijdings-plan	Ontwerpen van alternatieve erosiebestrijdingsplannen; kosten-batenanalyse.
Landinrichtingsplan	Ontwerpen van landinrichtingsplannen met verschillende maten van erosiebestrijding en bodembescherming.
Bodembeschermings-plan	Ontwerpen van alternatieve bodembeschermingsplannen; kosten-batenanalyse.

stip, afhankelijk van de mogelijkheden en wensen van de deelnemende vakgroepen. Er wordt naar gestreefd het project continu te bemannen in die zin, dat over de gehele onderzoeksperiode (1979-1982) ten minste één persoon (student of staflid) in het gebied aanwezig is. Dit heeft bovendien als voordeel, dat de deelnemende vakgroepen elk de voor haar meest gunstige periode van het jaar kunnen kiezen voor veldwerk.

5.5 Sturing van het onderzoek en verslaggeving

Na goedkeuring en honorering van het onderzoeksproject dient aan het begin van elk onderzoeksjaar een gedetailleerd onderzoeksprogramma voor dat jaar te worden opgesteld.
Na het afsluiten van belangrijke deelonderzoekingen wordt een deelrapport geschreven, terwijl na elk onderzoeksjaar een interimrapport wordt geschreven. Naarmate het onderzoek voortschrijdt, zullen de deelstudies meer en meer een synthetiserend karakter gaan dragen, doordat zij voortbouwen op de resultaten van voorgaande onderzoekingen.
Op grond van de deelverslagen en interimrapporten zal de Stuurgroep het algemene programma van dit meerjarige onderzoek bijsturen.
Uiteindelijk zullen de onderzoekingen uitmonden in een eindrapport waarin - binnen de beperkingen die de beschikbare middelen stellen - antwoord wordt gegeven op vragen genoemd in de probleemstelling. Dit eindrapport, dat in 1983 dient te verschijnen en waarvan een samenvatting zal worden gemaakt in de Spaanse of Engelse taal, zal de bevindingen weergeven in de vorm van een integraal bodembeschermings- en erosiebestrijdingsplan, een evaluatie van genomen maatregelen en modellen die de processen van erosie en sedimenttransport kwantitatief beschrijven. Een synthese zal worden gegeven in de vorm van conclusies en aanbevelingen.

5.6 Financiering

De kosten van dit meerjarige onderzoek (prijspeil 1979) zijn begroot op ƒ 209 000,- over de jaren 1979-1983 en zullen ten laste komen van de Landbouwhogeschool. Een specificatie is weergegeven in Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Concept Begroting Erosiestudieproject Zaragoza (prijspeil 1979)

1979	5 stafleden gedurende 4 weken à f 72,-/dag		f 10 100,-
	Reiskosten 5 x f 1000,-		5 000,-
	8 studenten 4 weken à f 21,-/dag		
	eigen bijdrage f 13,-/dag		
	LH-bijdrage 8 x 4 x 7 x f 8,-/dag		1 800,-
	Reiskosten studenten 8 x f 500,-		4 000,-
	Materiaalkosten		
	2 fietsen	f 1 200,-	
	Aanleg meetinstallaties	4 000,-	
	Foto's en kaarten	6 900,-	
	Klein materiaal	2 000,-	
	Verslaggeving	800,-	
			14 900,-
	Autohuur 4 auto's 4 weken		4 200,-
	Onvoorzien (ca. 10%)		3 000,-
	Totaal		f 43 000,-
1980	5 stafleden gedurende 4 weken à f 72,-/dag		f 10 100,-
	Reiskosten 10 x f 1000,-		10 000,-
	12 studenten 12 weken à f 21,-/dag		
	eigen bijdrage 13,-/dag		
	LH-bijdrage 12 x 12 x 7 x f 8,-/dag		8 100,-
	Reiskosten studenten 12 x f 500,-		6 000,-
	Materiaalkosten		5 000,-
	Autohuur		4 200,-
	Onvoorzien (ca. 10%)		4 600,-
	Totaal		f 48 000,-
1981	Idem		f 48 000,-
1982	Idem		f 48 000,-
1983	Rapportage		f 2 000,-
1981/1982	Reis- en verblijfkosten stafleden van andere vakgroepen		f 20 000,-
	Totaal Generaal 1979-1983		f 209 000,-

BIBLIOGRAFIE

ALPHEN, J.G. VAN & RIOS ROMERO, D.F. 1968. Some notes on gypsiferous soils and their management. ILRI bull. No. 11, Wageningen.

ANONYMUS s.a. Aragon en cifras. Caja de Ahorros de la Inmaculada. Servicio de Documentación de la Economía Aragonesa.

ANONYMUS s.a. Manual de estadística agraria año 1977. Ministerio de Agricultura.

ANONYMUS. Mapa Geológico de España 1 : 1 000 000. Síntesis geológica 1 : 200 000. Hojas y Memorias del Mapa Geológico de España 1 : 50 000: Ejea, Sádaba, Sos y Tauste. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

ANONYMUS. Instituó Geológico y Minero de España. Mapa Geológico de España 1888 escala 1 : 400 000 No. 3, 7 y 15 (signos).

ANONYMUS. Editorial Paraninfo y el Instituto Geológico y Minero de España 1958 Mapa Geológico de España y Portugal escala 1 : 1 250 000.

ANONYMUS. Mapa Geológico de España escala 1 : 200 000. 1971 No. 32. Zaragoza. 1971 No. 40. Daroca. 1973 No. 22. Tudela.

ANONYMUS 1951. Soil Survey Manual U.S.D.A. Agr. Handbook no. 18. Washington.

ANONYMUS 1967. Recursos hidraúlicos. Plan de Dessarollo economico y social. Imprenta Nacional del Buletín Oficial del Estado.

ANONYMUS 1969. Inventario Forestal Nacional. Ministerio de Agricultura. Zaragoza.

ANONYMUS 1975. Soil taxonomy. U.S.D.A. Agr. Handbook no. 436. Washington.

BAARS, C. et al. 1971. Irrigatie, erosiebestrijding en ruilverkaveling in Noord-Spanje. Landbouwhogeschool Wageningen.

BIEL LUCEA, A. & DE PEDRAZA, L.G. 1962. El Clima de Zaragoza y Ensayo Climatológico para el Valle del Ebro. Seccion de Climatología. Madrid.

BIELZA DE ORY, V. 1974. El área de influencia de Calatayud. Institución Fernando El Catolico.

BIELZA DE ORY, V. 1975. Aportación al Estudio de los regadios del Jalón: Las vegas bilbilitanas en el pasado. Rev. Estudio Geográficos, no. 138-139, febrero-mayo 1975. págs 73-91.

BIELZA DE ORY, V. & GUTIERREZ JIMENEZ, J. 1977. Geografía de Aragón. Ed. Librería General, Zaragoza.

BIELZA DE ORY, V. 1977. La poblacion Aragonesa y su problemática actual.

BOERBOOM, J. 1979. De geschiedenis van het Spaanse bos.

BOMER, B. 1956. Aspects morphologiques du bassin de Calatayud-Daroca et de ses bordures. Bull. Ass. Géogr. Franç. no. 261-262, pp. 186-194. Paris.

BRAUN-BLANQUET, J. 1945. Notes critiques sur la flore des Pyrénées orientales. Montpellier. Communication. SIGMA no. 87.

BRAUN-BLANQUET, J. & DE BOLOS, O. 1954. Datos sobre las comunidades teróticas de las llanuras del Ebro medio. Montpellier 1954, Collectanes botanica.

BRAUN-BLANQUET, J. & DE BOLOS, O. 1957. Les groupements végétaux du Bassin Moyen de l'Ebre et leur dynamisme. Anales de la estación experimental de Aula Dei Vol. 5, no. 1-4.

CAMARA NIÑO, F. 1946. Plantas de los terrenos secos de Aragón. An. Jardín Bot. Madrid, VI, 2.

CAMARA NIÑO, F. 1955. Plantas de montañas españolas. An. Est. Exp. Aula Dei 3 (34) 267-352.

CARMEN CHUECA DIAGO, M. 1971. Sierras y valles del sistema iberico al NW del Jalón. Instituto de geografía aplicad. Madrid-Zaragoza.

CASAS TORRES, J.M. 1952. Un esayo español de colonización interior.

CERVERA ALVAREZ, D.R. 1968. Plan de conservación de suelos de la finca Torre Sarria del termino municipal de Cariñena; Zaragoza. Zaragoza, 50 blz. Conservación de Suelos. Direccion general de colonizacion y ordenacion rural. Ministerio de Agricultura.

CRUSAFONT, M., VILLALTA, J.F. de & TRUYOLS, J. 1957. Definición estratigráfico-paleontológica de la cuenca terciaria de Calatayud-Teruel. Curs. y Conf. Inst. "L. Mallada", no. 4, pp. 89-91.

CRUSAFONT, M. & TRUYOLS, J. 1961. Aperçu chronostratigraphique des bassins de Calatayud-Teruel. 2a Reunión Comité Néog. Medit., Sabadell-Madrid, Curs. y Conf. Inst. "L. Mallada", no. 9, pp. 89-92. 1964.

ELIAS, F. 1963. Precipitaciones maximas en España. Regimen de intensidades y Frecuencias. Servicio de Conservación de Suelos. Madrid.

ERDBRINK, D.P. 1960. Algunas impresiones sobre las cuencas continentales terciarias de Teruel y de Calatayud. Rev. "Teruel". C.S.I.C., pp. 1-7. Teruel.

FERRER REGALES, M. & MENSUA FERNANDEZ, S. Las ramblas del valle medio del Jiloca. "Geographica", no. 9-12, pp. 59-85. 10 figs. Zaragoza.

FRUTOS, L.M. 1976. Estudio geográfico del campo de Zaragoza. Inst. Fernando el Católico, Zaragoza.

FRUTOS, L. 1977. El campo en Aragón. Librería General, Zaragoza.

GANDULLO, M. 1972. Ecología de los Pinares españoles III. Pinus halepensis. Ministerio de Agricultura.

JULIVERT, M. 1954. Observaciones sobre la tectónica de la depresión de Calatayud. "Arrahona", pp. 1-18, 6 figs. Sabadell.

KING, L. 1967. Morphology of the Earth. Oliver and Boyd, Edinburgh and London. p. 1-726.

LOTZE, F. 1928. Über Analogien zwischen den Faziesverhältnissen des Tertiärbeckens von Calatayud (Spanien) und des deutschen Zechsteinbeckens. Z. Deutsch. Geol. Ges., t. 80, Monatsber., p. 151, Berlin.

MALAFAKIS, E. 1970. Agrarian reform and peasant rev. in Spain.

MALDONADO, A. & RIBA, O. 1969. Cuenca de Calatayud y Sierra de Armantes. Mapa Geol. Escala 1 : 35 000. Mem. "V Reunión del Grupo Español de Sedimentología, Pamplona-Zaragoza. Guia Exc.

MARTINEZ BELTRAN, J. 1978. Drainage and reclamation of salt-affected soils in the Bardenas Area, Spain. ILRI publ. 24, Wageningen.

MEKEL, J.F.M. 1967. Explanation of the photogeological reconaissance map of the Muniesa-Montalbán region. Publ. of the Internat. Training Center for Aerial Survey and Earth Sc., Ser. B, no. 42, 15 p., 2 fot., 1 mapa, 1 lám. Delft.

MONTSERRAT RECODER, P. 1966. Vegetación de la Cuenca del Ebro. Centro pirenaico de biología experimental. Jaca.

NICOLAS, A. & GANDULLO, J.M. 1967/1969. Ecología de los pinares españoles, 2 pts. Madrid.

ORTUÑO, F. & CEBALLOS, A. 1977. Los Bosques españoles. Incafo, Madrid.

PEPERKAMP. 1978. Agrarische kolonisatie in Spanje, in het bijzonder in het Ebrobekken. Geografisch & Planologisch Inst. Kath. Univ. Nijmegen.

POLUNIN, O. & SMYTHIES, B.E. 1973. Flowers of South-West Europe; a field guide. Oxford University Press.

RIVAS-MARTINEZ, S., ARNAIZ, C., BARRENO, E. & CRESPO, A. 1977. Apuntes sobre las provincias ecológicas de la Peninsula Ibérica y las Islas Canarias. Opúscula Botanica Pharmaciae Complutensis, 1: 1-48.

TAYLOR, A.W. 1971. Wild flowers of the Pyrenees.

TAYLOR, A.W. 1972. Wild flowers of Spain and Portugal. London.

ZUIDAM, R.A. van, 1976. Geomorphological Development of the Zaragoza Region, Spain. Utrecht R.U.

Bijlage 1 Landgebruik in enige gemeenten in en rond het onderzoeksgebied.

Gewas	CALATAYUD		MUNEBREGA		MALUENDA		PARACUELLOS DE JILOCA	
	Droge landbouw (ha)	Geïrr. landbouw (ha)	Droge landbouw (ha)	Geïrr. landbouw (ha)	Droge landbouw (ha)	Geïrr. landbouw (ha)	Droge landbouw (ha)	Geïrr. landbouw (ha)
Granen	720	390	420	8	250	23	214	61
Voedergranen	45	35	-	-	-	3	-	65
Braak	900	-	410	-	200	-	230	-
Aardappelen	7	250	-	14	-	40	-	55
Bonen	-	75	-	8	-	-	-	2
Suikerbieten	-	120	-	12	-	50	-	24
Tuinbouwgewassen	-	180	-	7	-	2	-	11
Alfalfa	-	130	-	2	-	10	-	25
Wijnstok	588	4	1 235	-	600	-	177	-
Fruitbomen (kers, peer)	310	416	96	10	50	200	49	81
Mais	16	142	-	4	-	30	-	15
Aardbeien	-	-	-	5	-	-	-	-
	20	950	-	35	-	105	-	105
	2 586	1 742	2 161	62	1 100	336	660	308
Bebouwd areaal	4 328		2 223		1 436		968	
Weide	5 249		1 148		2 298		1 877	
Struikvegetatie	5		122		17		-	
Dennenaanplant	767		-		-		218	
Herbebossing	2 067		-		89		-	
Ongebruikt	-		502		-		23	
Bomen langs waterwegen	-		-		-		5	
Overig	672		149		207		86	
Totaal oppervlak	13 079		4 144		4 048		3 168	

BIJLAGE 2.

Analyseresultaten worden nageleverd.

BIJLAGE 3. BODEMPROFIELBESCHRIJVING.

Bij de hierna volgende beschrijvingen van de profielen is gewerkt volgens de FAO-richtlijnen, te vinden in "Guide-lines for soil profile description". Voor beschrijvingen van de kleuren is gebruik gemaakt van de Japanse bewerking van het Munsell systeem. Om niet in verwarring te geraken met de Nederlandse terminologie worden bij de beschrijvingen Engelse termen gebruikt.
Het kalkgehalte is als volgt aangeduid: strongly calcareous > 15%
calcareous 5-14%
slightly calcareous 1- 5%.
Voor de klimatologische omstandigheden wordt verwezen naar het desbetreffende hoofdstuk.

SOIL PROFILE DESCRIPTION

Profile Calatayud 1 (B94)

Information on the site

Date of information: 30 November 1978
Authors: M.A. Mulders and L. van Veldhuizen
Location: El Valle, North-West of Olvés (see Fig. 3.6.a)
Top. Map 437 Coordinates 41° 14' 47'' N, 2° 00' 50'' E
Elevation: approximately 700 m
Landform
physiographic position: foot of colluvial slope
surrounding landform : undulating
microtopography : nil
Slope on which profile is sited: gently sloping
Land use: corn
Remarks: gully-side, excavated ½ m deep.

General information on the soil

Parent material: colluvial deposit derived from Miocene conglomerate series
Drainage: well drained
Moisture conditions in profile: dry over more than 2 m
Depth of groundwater table: deep and of no influence on profile
Presence of surface stones, rock outcrops: very few stones (class 0)
Evidence of erosion: gully erosion.

Soil classification

US Soil Taxonomy: Xerochrept

Diagnostic horizons: ochric (A_p), cambic (B) and calcic horizons (C_{ca})

Mapping unit: C_3

Profile description

A_p 0- 20 cm Orange (7.5 YR 6/6) dry (and brown 7.5 YR 4/6 moist) slightly calcareous silt loam; moderate subangular blocky; slightly hard dry; many micro and very fine pores, few fine pores; common very fine roots, few fine to coarse roots; little gravel, few stones; merging gradually into:

B_1 20- 36 cm Orange (7.5 YR 6/6) dry (and brown 7.5 YR 4/6 moist) calcareous silt loam; moderate subangular blocky to blocky; hard dry; many micro and very fine pores, few fine pores; few very fine to coarse roots; little gravel, few stones; merging gradually into:

B_2 36- 72 cm Orange (7.5 YR 6/6) dry (and brown 7.5 YR 4/6 moist) calcareous silt loam; moderate blocky; very hard dry; common micro and very fine pores; little gravel and at a depth between 60 cm and 65 cm a stone layer; merging clearly into:

II C_{1ca} 72-106 cm Orange (7.5 YR 6/6) dry (and brown 7.5 YR 4/6 moist) calcareous silt loam; weak blocky; hard dry; common micro and very fine pores, few fine pores; few very fine roots, very few fine - medium roots; many (25%) lime accumulations (mycelia); merging gradually into:

III C_{2ca} 106-120 cm Orange (7.5 YR 6/6) dry (and brown 7.5 YR 4/6 moist) calcareous silt loam; moderate blocky; hard dry; common micro and very fine pores, few fine to medium pores; few fine and medium roots; much lime accumulation below gravel and stones; very much gravel and stones.

Profile Calatayud 2 (B95)

Information on the site

Date of observation: 30 November 1978

Authors: M.A. Mulders and L. van Veldhuizen

Location: El Valle, East-Northeast of Munébrega (see Fig. 3.6.a)

Top. Map 437, coordinates 41° 15' 20'' N, 2° 00' 22'' E

Elevation: approximately 740 m

Landform

physiographic position: colluvial slope

surrounding landform : undulating

microtopography : nil

Slope on which profile is sited. gently sloping

Land use: corn

Remarks: detailed description up to 90 cm.

General information on the soil

Parent material: colluvial deposit from Miocene mudstone series (K-facies)

Drainage: well drained

Moisture conditions in profile: dry over more than 2 m

Depth of groundwater table: deep and of no influence on profile

Presence of surface stones, rock outcrops: none

Evidence of erosion: gully erosion.

Soil classification

US Soil Taxonomy: Xerochrept

Diagnostic horizons: ochric (A_1), cambic (B), calcic (C_{ca}), gypsic (C_{cs})

Mapping unit: CM_3

Profile description

A_1 0- 5 cm Light yellow (2.5 Y 7/4) dry (and yellowish brown 2.5 Y 5/4 moist) calcareous silty clay loam; strong (very fine) angular blocky; slightly hard to hard dry; many micro pores, common very fine pores; many very fine and fine roots; merging clearly into:

B_1 5- 32 cm Light yellow (2.5 Y 7/3) dry (and yellowish brown 2.5 Y 5/4 moist) calcareous silty clay loam; strong primary columnar and moderate to strong secondary blocky; slightly hard to hard dry; many micro pores, common very fine pores and few fine to medium pores; few very fine roots, very few fine to coarse roots; merging gradually into:

B_2 32- 67 cm Yellowish brown (2.5 Y 5/4) dry (and olive brown 2.5 Y 4/4 moist) calcareous silty clay; moderate blocky; slightly hard to hard dry; many micro to very fine pores, common fine

pores; few very fine roots, very few fine to medium roots; merging gradually into:

II C_{1ca} 67- 90 cm Olive brown (2.54 Y 4/3) dry (and dark olive brown 2.5 Y 3/3 moist) slightly calcareous silty clay; moderate blocky; slightly hard dry; common micro to very fine pores, few fine pores; common very fine roots; little lime (mycelia) accumulation; merging gradually into:

III C_{2ca} 90-130 cm Dark olive brown (2.5 Y 3/3) dry calcareous silty clay with few (10%) lime accumulations

III C_{3cs} 130-185 cm Yellowish brown (2.5 Y 5/4) dry calcareous silty clay loam with gypsum accumulations

185-210 cm Olive (2.5 Y 5/4) dry calcareous silty clay with bright yellowish brown (10 YR 6/8) gypsiferous layers.

GLOBALE PROFIEL BESCHRIJVING

Profiel Calatayud 3

1. Algemene gegevens over plaats van boring

a.	datum	: 25-11-1978
b.	plaats	: stroomgebied Maluenda (B 96) zie waarnemingspunten Fig. 3.6.a
c.	hoogte	: ± 760 m
d.	physiografie	: heuveltopje
e.	reliëf v/h landschap	: golvend
f.	helling	: bijna vlak (klasse 1)
g.	landgebruik	: boomgaard met vruchtbomen. Onder de bomen hier en daar graspollen
h.	waarnemers	: M.A. Mulders en L. van Veldhuizen

2. Algemene gegevens over bodem

a.	moedermateriaal	: eolisch dek op Miocene mudstone series (K-facies)
b.	vochttoestand	: droog tot meer dan 2 meter diep
c.	grondwater	: diep
d.	stenen	: geen stenen (klasse 0)

3. Classificatie

Taxonomy : Xerochrept over buried argillic horizon (Xeralf)
Diagnostic horizons : Ochric and cambic horizon over buried argillic horizon
Mapping unit : CM_3

4. Globale horizont beschrijving

(A)C	0- 50 cm	Dull yellow orange (10 YR 7/4) dry strongly calcareous silt loam with little gravel
II B 1	50- 70 cm	Orange (7.5 YR 6/8) dry strongly calcareous silt loam with common light yellow (2.5 Y 7/3 dry) mottles
II B_{2t}	70- 90 cm	Orange (7.5 YR 6/6) dry silty clay loam with very few black mottles
II C	90-120 cm	Calcareous silty loam with common light yellow (2.5 Y 7/3 dry) mottles.

Belangrijke gegevens bij bemonstering B 101 en B 102 en B 93

Ter plaatse van de bemonsteringen zijn geen profielkuilen bestudeerd.
De hieronderstaande gegevens zijn verzameld op de plaats van bemonstering en in de onmiddelijke omgeving.

GEGEVENS BIJ MONSTER B 101

1. Algemene gegevens

a. datum : 1-12-1978
b. plaats : stroomgebied Maluenda (B 101) zie waarnemingspunten Fig. 3.6.a
c. hoogte : ± 610 m
d. physiografie : rivierdal
e. reliëf landschap : zwak golvend (klasse 2)
f. helling : bijna vlak (klasse 1)
g. landgebruik : wijngaard
h. waarnemers : M.A. Mulders en L. van Veldhuizen.

2. Algemene gegevens van de bodem

a. moedermateriaal : colluvium van gemengde Miocene oorsprong (dal-colluvium
b. drainage : goed

c. vochttoestand : droog over meer dan 2 m diepte
d. grondwater : diep
e. stenen : geen stenen (klasse 0)

3. Verdere gegevens bodem

0-40 cm Light yellow (2.5 Y 7/4) dry strongly calcareous silty loam, little gravel, little gravel at soil surface
40-80 cm Olive brown (2.5 Y 4/4) dry strongly calcareous silty clay loam with lime accumulation (mycelia).

GEGEVENS BIJ MONSTER B 102

1. Algemene gegevens

a. datum : 1-12-1978
b. plaats : stroomgebied Maluenda (B 102) zie waarnemingspunten Fig. 3.6.a
c. hoogte : ± 630 m
d. physiografie : colluviale helling
e. reliëf landschap : golvend
f. helling : zwak hellend (klasse 2)
g. landgebruik : bouwland, geterrasseerd; op het moment van bemonstering onbebouwd, onbegroeid
h. waarnemers : M.A. Mulders en L. van Veldhuizen

2. Algemene gegevens over de bodem

a. moedermateriaal : colluvium van Miocene gips series (Y-facies)
b. vochttoestand : droog over meer dan 2 m diepte
c. grondwater : diep
d. stenen : geen stenen (klasse 0)

3. Verdere gegevens bodem

Uit boringen blijkt de bodem ter plaatse te zijn opgebouwd uit sterk kalkhoudende gipsrijke silt loam op een weinig harde gipslaag. De licht grijze (10 YR 8/1) gipspoederlaag heeft een wisselende dikte en bevat geen grind of stenen.

GEGEVENS BIJ MONSTER B 93

1. Algemene gegevens

a.	datum	: 30-11-1978
b.	plaats	: stroomgebied Maluenda; potentieel proefgebiedje Weg- en Waterbouwkunde (B 93), zie waarnemingspunten Fig. 3.6.a
c.	hoogte	: ± 760 m
d.	physiografie	: colluviale helling
e.	reliëf landschap	: zwak golvend
f.	helling	: zwak hellend (klasse 2)
g.	landgebruik	: wijngaard
h.	waarnemers	: M.A. Mulders en L. van Veldhuizen

2. Algemene gegevens over de bodem

a.	moedermateriaal	: colluvium van Miocene conglomeraat series
b.	vochttoestand	: droog over meer dan 2 m
c.	grondwater	: diep
d.	stenen	: very stony (klasse 3)

3. Verdere gegevens bodem

Boring in deze bodem slechts mogelijk tot 20 à 30 cm als gevolg van hoge stenengehalte.

De bovenlaag bestaat uit een "bright brown (7.5 YR 5/6) dry strongly calcareous loam to sandy loam". Naast de kleur zijn de vele stenen en het hoge grindgehalte kenmerkend (40-80% van het volume).