

REPUBLICA POPULARĂ ROMÂNĂ
COMITETUL GEOLOGIC
INSTITUTUL GEOLOGIC

STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE

SERIA F

Geologie tehnică

Nr. 6

PROSPECTIUNI GEOLOGICE
ÎN REGIUNEA PARAPAT
(SUMATRA DE NORD-INDONEZIA)

DE

C. STOICA

BUCUREŞTI
1965



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

REPUBLICA POPULARĂ ROMÂNĂ
C O M I T E T U L G E O L O G I C
I N S T I T U T U L G E O L O G I C
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE

SERIA F

Geologie tehnică

Nr. 6

PROSPECTIUNI GEOLOGICE
IN REGIUNEA PARAPAT
(SUMATRA DE NORD - INDONEZIA)

DE
C. STOICA

B U C U R E Ş T I
1965



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

PROSPECTIUNI GEOLOGICE IN REGIUNEA PARAPAT
(SUMATRA DE NORD—INDONEZIA)
DE
C. STOICA

DATE PRELIMINARE

În intervalul de la 12 iulie la 26 noiembrie 1956 un colectiv de tehnicieni români s-au deplasat în Indonezia având ca sarcină „culegerea de date tehnice în vederea întocmirii proiectului tehnic pentru o fabrică de ciment cu o capacitate de 200.000 tone ciment anual și care urma să fie construită de R. P. R. în Indonezia”¹⁾.

Regiunea de lucru a fost determinată pe o anumită zonă din Sumatra de Nord.

Din examinarea datelor geologice cuprinse în literatura de specialitate și considerind calcarele ca principala materie primă necesară la fabricarea cimentului, în Sumatra de Nord, am semnalat următoarele regiuni, în care formațiunile geologice sunt alcătuite în cea mai mare parte din calcare :

Insula Peunasoie și următoarele două pînă la țărmul Sumatrei, situată în capătul de Nord al Sumatrei ;

Malul sud-vestic al Insulei Sumatra de la localitatea Shokno pînă la confluența rîului Daja, la Susch, și între localitățile Iabichan, Adji și Tapa Tuan ;

Malul nord-estic, la Raja și la Pidie.

În interiorul Insulei Sumatra de Nord se pot cita regiuni numeroase cu depozite în predominantă calcaroase. Cu totul general, menționăm, începînd din capătul de nord-vest al insulei, principalele masive calcaroase :

Calcarele din capătul de nord-vest al insulei Sumatra, care alcătuiesc zone cu vîrfurile cele mai importante, Cohleung (600 m), Indrapuri (1550 m), Gohleuma (1632) și Beteementjtje (1980 m) ;

¹⁾ Colectivul a fost alcătuit din : Ing. STANDEISCHI BOGDAN, Chimist NICOLAESCU NICOLAE, Ing. DOBRESCU NICOLAE și Geolog STOICA CORIOLAN.



Masivele cuprinse între râurile Inong și Pango, între Masin și Tennam. Mai multe masive în jurul localităților Tangse, Rumch Bale, Pamene, Tokengon, Djama, Lacop, Gepteag, Kota Tane, Loondjuhar, cursul superior al râului Wampu, pe valea pîriului Petjirim, între cursurile rîurilor Asahan și Kualu și în jurul lacului Toba, la nord-est și sud. Majoritatea masivelor calcaroase menționate sunt de vîrstă permo-carboniferă, mai puține din Paleogen și foarte puține din Triasic și din Neogen.

Tinind seamă de condițiile pe care trebuie să le îndeplinească un amplasament de fabrică de ciment, față de materia primă, de combustibil și de rețeaua căilor de comunicație, afară de regiunea din vecinătatea lacului Toba, toate masivele de calcar din interiorul insulei sunt lipsite de acces și ca atare au fost eliminate din cercetare de la început.

Situatia cea mai favorabilă din toate punctele de vedere, unde ar putea exista materia primă, aproape de șosele, căi ferate și port la mare, se găsește în regiunea din jurul orașului Kutaradja (capătul de nord al insulei Sumatra).

Alte posibilități ar fi la Raja, Pidie pe malul estic al Sumatrei, apoi în lungul șoselei dintre Kutaradja și rîul Daja și între localitatea Susch și Tapa Tuan, pe malul sud-vestic al Sumatrei de Nord.

Acste regiuni au fost omise de la cercetare din cauze de greutăți locale, nu geologice. De asemenea n-au putut fi cercetate calcarele din cursul rîurilor Vampu și Petjirim, situate la sud și vest de orașul Medan.

Condiționând cercetarea noastră de zona limitată în jurul șoselei aflate Medan – Sibolga și Medan – Rantau Parapat în faza de recunoaștere, care a durat cca o lună, au fost examinate următoarele alternative : amplasarea fabricii în jurul orașului Medan sau chiar în portul Belawan ; în jurul portului Sibolga ; la Damuli pe cursul rîului Kualu, în vecinătatea șoselei și a căilor ferate Medan – Rantau Parapat ; în vecinătatea lacului Toba la Porseia sau la Kp. Tandjug Dolok, aproape de localitatea Ekna Uli ; la capătul liniei ferate Pematang Siantar.

Pentru aceste cinci alternative s-au examinat condițiile de amplasare după cum urmează :

1. În jurul orașului Medan și Portului Belawan. În jurul orașului Medan terenul este plan, alcătuit din depozite aluvionare. Există o rețea de șosele și căi ferate. Materia primă s-ar putea găsi pe valea pîriului Petjirim la cca 20 km de Bindjei, unde există șosea și cale ferată la 10 km de Archemia, cap de linie ferată. Indicații pentru materia primă ar mai fi la 5 km de Archemia și



șoseaua Archemia – Kabandjahe și în vecinătatea cursului superior al pârâului Batu Ginggang la 7 km de Bangun Puba, cap de linie ferată. Depozitele neogene din aceste puncte sunt calcaroase pe pârâul Pitjirim și probabil marno-nisipoase în celelalte două puncte.

Depozitele permo-carbonifere calcaroase sunt semnalate în valea râului Wampu între Km 15 și 35 pe vale în sus de localitatea Bohorok. Depozite neogene și paleogene, calcaroase și de altă compoziție petrografică sunt la Bohorok și pe valea Bohorok cca 20 km de linia ferată sau 40 km de Bindjei.

Amplasarea fabricii în apropierea acestor puncte cu materii prime n-a putut fi analizată pe teren. Lipsa de materii prime și terenul mlăștinios din vecinătatea portului Belawan, au determinat eliminarea acestei alternative.

2. *Vecinătatea portului Sibolga.* Portul Sibolga este legat de interiorul insulei, numai prin două șosele, una spre lacul Toba și Medaniar, a doua spre Padang. În jurul portului relieful se ridică brusc la înălțimi mari și este alcătuit din roci eruptive și sedimentare marno-nisipoase sau grezoase aparținând Permo-Carboniferului și Paleogenului. Nu s-au întîlnit calcare, afară de recifii coralieri actuali din largul Oceanului Indian și din jurul insulelor din vecinătatea tărmului. Terenul plan din vecinătatea Oceanelui este inundabil, mlăștinios sau alcătuit din dune de nisip, acoperite de vegetație, nerecomandabil pentru construcții grele. Din aceste motive nu s-a mai examinat malul spre NW pînă la localitatea Barus. Portul nu este accesibil vapoarelor mari.

Condițiile pentru amplasarea fabricii la Sibolga, fiind defavorabile, alternativa aceasta s-a eliminat, la prima recunoaștere făcută pe teren.

3. *Regiunea Damuli pe rîul Kualu.* Pe partea de NE a insulei Sumatra, la SE de lacul Toba, în valea rîului Kualu, la cca 12 km vest de localitatea Damuli, au fost examineate condițiile de amplasare a fabricii de ciment și a existenței materiilor prime.

La marginea de NW a plantației de la Damuli s-au putut observa resturile unor cuptoare cu topitură de klinker.

Am urmărit de asemenea în plină junglă, pe 12 km terasamentul liniei de decovil, neterminat, început cu scopul de a transporta calcarul de la Kp. Pundjuan. Calitatea calcarelor, cu conținut mare de CO_3Mg și condițiile grele de prospectare, explorare sau de exploatare, au eliminat și această alternativă.



4. Vecinătatea lacului Toba. Deși în regiunile de la sud-est de lacul Toba, la Porseia sau la Tandjung Dolok, se găsesc condițiile favorabile pentru amplasamentul unei fabrici de ciment, întlnindu-se materia primă și terenul potrivit, s-a eliminat și această alternativă pe motivul că regiunea este lipsită de cale ferată și este departe de centrele de aprovizionare sau distribuire a produselor finite.

5. La Pematang Siantar cap de linie ferată. La nord de Parapat pe șoseaua asfaltată Parapat—Pematang Siantar, au fost întlnite rezerve de calcare și argile bune pentru fabricarea cimentului. S-a ales atunci un teren potrivit pentru amplasarea fabricii în imediata vecinătate a Kp. Tandjung Dolok, la cca 2 km de zăcămîntul de materie primă, pe șoseaua laterală Tandjung Dolok — Tigaras.

Pe considerentul că între Parapat și Pematang Siantar nu există cale ferată pentru transportul materialelor și al produselor, s-a propus amplasarea fabricii la Pematang Siantar, în ideia că materia primă, calcar și argilă, va fi transportată 42 km pe șoseaua asfaltată Parapat — Pematang Siantar.

Luîndu-se în considerare această alternativă s-a procedat la prospectarea și analiza materiilor prime din regiunea Parapat, calcare și argile, la alegerea și studierea amplasamentului de fabrică la Pematang Siantar în condițiunile cele mai acceptabile.

NOTIUNI GENERALE PRIVIND ZĂCĂMÎNTUL

1. Scopul lucrării. Obiectivul urmărit a fost: colectarea de date generale climatologice, seismice, drumuri, căi ferate, transporturi, combustibili, energie electrică, alimentări cu apă, canalizare, preț de cost etc. și descoperirea și prospectarea materiilor prime, cu stabilirea condițiilor de zăcămînt, a conținutului litologic și chimic precum și determinarea rezervelor necesare unei fabrici, cu producție de 200.000 tone anual, pe timp de minim 25 ani, cunoscînd că din punct de vedere chimic, pentru fabricarea cimentului sunt necesare materii prime care prin calcinare, să dea naștere la silicati de calciu și fero-aluminati de calciu, principaliii constituienți ai cimentului.

Pentru ca să se obțină un asemenea produs sunt necesare următoarele substanțe:

Oxidul de calciu, pe care în natură îl găsim sub formă de carbonat de calciu-calcar sau cretă.



HARTA GEOLOGICĂ A SUMATREI DE NORD - INDONEZIA

0 10 20 30 40 km.

LEGENDA

Zonă inaccesibilă	
Quaternar	a) Afloriri b) terase
R	Rogen (Pleist., Recent.)
Pg	Palagon (Digenit, Zecu)
al	Jurasic
T	Triasic
E	Permo-Carbofer
Ca	Caleare și formări geologice diferențiate
Et	Erosion anterioare
A	Antracit, Basalt, Metacr.
L	Erosion Superioară
U	Unclar, Submar, Serpentin
G	Grind, Gresit
I	Insula (insulă)
Pr	Perimetru Forest (prospect)

Dinu, V. Nită

Alumina, silicea și oxizii de fier, care apar într-o formă combinată ca argile, marne, tufuri calcaroase, scorii, reziduri alcaline, zgure etc.

În unele cazuri materia primă se găsește în amestec natural la proporțiile corespunzătoare cimenturilor. Amestecul acesta de calcar și argilă extras ca atare din formațiunile geologice, este ars la temperaturi înalte. Cimentul rezultat, care se întărește repede, este un ciment Portland. Pentru cimentul Portland carbonatul de calciu trebuie să fie curat, iar argila să constituie un complex de minerale, cu puțină silice cristalină liberă. Asemenea materie primă poate fi: caolinul, argila, marna, materialul pelitic aluvial sau glaciar.

Se accentuează că o variație de numai 0,5% a conținutului de carbonat de calciu din amestec, are ca rezultat un ciment de calitate inferioară. Din această cauză este necesar a se cunoaște bine compoziția chimică și variațiile ei în materia primă, pentru ca să se poată ajunge la un amestec cît mai corect. De asemenea amestecul nu trebuie să cuprindă un procentaj mai mare de 4% oxid de magneziu.

Compoziția unui amestec de materii prime trebuie să cuprindă trei părți constituent calcaros (cretă, calcar) și o parte constituent argilos (argilă).

	%
Carbonat de calciu	76,35
Silice	14,46
Alumină	5,35
Oxid feric	1,69
Magneziu	0,04
Anhidridă-sulfurică	0,31
Potasă sodică etc.	1,82

În esență cercetarea geologică trebuie să pună la dispoziția proiectării rezervele necesare de calcare cît mai bogate în CO_3Ca și dacă se poate lipsi de CO_3Mg sau acesta să nu depășească un conținut mai mare de 4% oxid de magneziu; marne sau argile, care să aibă un conținut cît mai redus de SiO_2 liber (cuarț mai ales sub formă de nisip cu elemente mari) și fără exces de oxid de fier.

2. *Posiția geografică a zăcămintului.* Depozitele de calcare și argile de la Parapat, se află situate pe malul nord-estic al lacului Toba — Sumatra de Nord, între valea Panahatan Kp. Panahatan (la nord), Kp. Sibagganding Vf. Digaunggaung (la sud), și lacul Toba (la vest), la o distanță de cca 5—7 km nord de localitatea Parapat și cca 40 km vest de orașul Siantar.

Accesul în regiune se face pe șoseaua asfaltată Siantar — Parapat, care între km 168 și 174 traversează depozitele de calcare și argile. Pe această porțiune șoseaua se află la cota 980 — 1040 respectiv la cca 100 m deasupra lacului Toba, a cărui nivel este la 905 m. Zăcăminte de calcare și argile sunt răspândite deasupra șoselei și sub șosea, pînă în marginea lacului Toba.

Stația de cale ferată cea mai apropiată de zona prospectată, este la Pematang—Siantar, cca 40 km spre est. Linia de cale ferată ca de altfel și șoseaua asfaltată face legătură cu orașul Medan situat la 130 km de Siantar și cu portul Belawan la 160 km de Siantar. De la Tibing Tinggi șoseaua asfaltată și calea ferată se ramifică făcînd legătura spre sud-est cu localitățile Kisaran, Tandjung Balei și Rantau Parapat din ținutul Han.

De la Medan pe malul nord-estic al insulei este marcată o șosea și cale ferată pînă în capătul de nord-vest al insulei la Kutaradja și portul Ulee Shene. Această comunicație face legătura și cu zona petrolieră din bazinul neogenic, cu localitatea Langsar, din regiunea Atjeh.

Spre sud-vest regiunea Siantar Parapat se leagă printr-o șosea asfaltată cu portul Sibolga la Oceanul Indian și de aici cu rețeaua de șosele de la Padang regiunea Tapanuli și Djambi.

Zăcămîntul de materii prime ca și fabrica amplasată la Pematang Siantar, sunt încadrate astfel într-o rețea de comunicații care face posibilă legătura cu fabrica, în măsura cea mai largă pe uscatul insulei Sumatra și prin portul Belawan, cu celelalte insule ale arhipelagului. Poziția geografică a zăcămîntului de materii prime în zona de munte la cca 1000 m altitudine ca și amplasamentul fabricii la Pematang Siantar (cota 400) sunt favorizate și de un climat mai puțin excesiv față de Medan și Portul Belawan.

3. Date economice. În cuprinsul arhipelagului Sunde, respectiv în cuprinsul Indoneziei, nu există decît o singură fabrică de ciment în producție, acea de la Padang — Sumatra de mijloc — și una în construcție la Gressik în insula Java, aproape de localitatea Surabaia.

Fabrica de ciment de la Padang cu o capacitate de producție de 150 000 tone anual, este veche și are multe intreruperi în producție — provocate de reparații. Necesită lucrări de modernizare.

Fabrica de la Gressik, cu o capacitate de 200 000 tone anual, nu va putea satisface nevoile interne ale Iavei și insulelor din sud-estul arhipelagului.



Construirea fabricii de ciment la Pematang Siantar este astfel indicată. Ea va satisface într-o anumită măsură nevoile interne locale și va furniza cimentul necesar barajului proiectat a se executa pe fluviul Asahan. Prin portul Belawan, pe liniile maritime de comunicație, cimentul poate fi transportat în orice parte a țării.

Pe insula Sumatra sunt posibilități de aprovizionare, a fabricii de ciment, cu combustibilul necesar. Astfel se cunosc exploatari de cărbuni, dintre care cele de la Ombelin, lîngă orașul Bawahlutnta, furnizează combustibilul necesar pentru fabrica de ciment de la Padang. Cărbunele se transportă cu trenul pe o distanță de 165 km. De asemenea sunt exploatari de petrol și gaze în regiunea Palembang la sud de Medan și în regiunea Atjeh la nord de Medan. Aceste exploatari vor putea furniza păcura necesară consumului de combustibil al fabricii de ciment de la Siantar.

La numai 200 km de Siantar sunt indicații asupra unor domuri de gaze naturale, dar pînă în prezent n-au fost prospectate.

Fabrici în general sunt puține în Sumatra de Nord și cu dezvoltare redusă. Cele mai numeroase sunt fabricile de cărămidă și țiglă, fabricile de prepararea cauciucului brut, de prepararea uleiului vegetal brut și fabrici de chibrituri.

O mare bogătie a insulei Sumatra o constituie lemnul de construcție de calitate superioară. Inițiativa dezvoltării acestei industrii ar putea avea rezultate deosebite.

Populația din regiunea Medan — Siantar — Parapat se ocupă în proporție de 80% cu cultivarea orezului și cu extragerea produselor din plantațiile de cauciuc și de ulei vegetal.

Nu sunt fabrici de sticlă. Lipsa acestora face ca o mare parte de sticlă de greamuri și de articole casnice să fie importate sau aduse de la mari distanțe.

Amplasarea fabricii de ciment la Pematang Siantar, este favorizată de următoarele considerente economice :

Fabrica și carierele sunt astfel situate încît legăturile cu rețeaua de drumuri și căi ferate existente sunt ușor de realizat cu minim de investigații ;

Fabrica, carierele de calcar și argile, se află în imediata apropiere a șoselei asfaltată dintre Parapat și Siantar, în lungime de cca 40 km, astfel că transportul materiei prime la fabrică nu comportă dificultăți ;

Alimentarea cu apă a fabricii, se poate face relativ ușor din cursul rîului Bolon, cantitatea și calitatea apei fiind corespunzătoare. Pentru cariere, apa necesară poate fi captată și canalizată din valea Tunelului



cota 1220 unde se află un rezervor de apă lucrat din ciment. Eventual apa necesară carierelor poate fi pompată din lacul Toba cota 905 față de cota 1000—1060 la care se află locul ales pentru cariere;

Regiunea Pematang Siantar este organizată, bogată și dispune de brațele de muncă necesare fabricii;

Locuințele pentru muncitori, în condițiile climatice de aici nu constituie o problemă;

Orașul Pematang Siantar este bine aprovisionat cu alimente și mărfuri de primă necesitate, fiind unul din centrele comerciale importante din Sumatra de Nord.

4. Orohidrografia zăcămintului. Regiunea cercetată pentru materia primă, calcare și argile, este cuprinsă între cota 905, nivelul lacului Toba și 1454 m vîrful Sigualan, cel mai înalt punct din zona prospectată. În general relieful este foarte accidentat, cu vîrfuri ascuțite, pante abrupte și săi adânci, relief caracteristic regiunilor cu calcar. Cele mai proeminente vîrfuri sunt:

Sigualan	1454 m	Digaunggaung	1354 m
Sibagandin	1314 m	Panahatan	1340 m

Morfologia regiunii este influențată într-o largă măsură de compoziția petrografică a rocilor care alcătuiesc formațiunile geologice. Ea reflectă astfel structura geologică. Plecând de la nord-est spre sud-vest, respectiv din zona crestelor înalte spre malul lacului Toba, din punct de vedere morfologic și structural se disting trei zone, trei fâșii. La nord-est se ridică un relief înalt cu vîrfuri ce trec de 1400 m și cu spinări continui pe distanțe mari; această zonă este alcătuită din depozite paleogene conglomeratice și grezoase. Imediat la sud-vest zona următoare are un relief pronunțat scăzut față de prima, un relief domol și constant mai jos, alcătuind o fâșie depresionară, din punct de vedere geologic formată din argile fine compacte bine stratificate. Contactul dintre aceste două zone se face cu diferențe mari de nivel, pe o linie de abrupturi cu pante de 50° — 70° uneori rîpe puternice pe distanțe mari, formate de relieful conglomeratic al depozitelor paleogene, față de zone depresionare a argilelor, din depozitele Triasicului superior. Mai la sud-vest de zona argilelor pînă în marginea lacului Toba, relieful se ridică din nou la înălțimi ce nu depășesc mult cota de 1300. Morfologia acestei zone însă deși se ridică deasupra zonei de marne, nu depășește niciodată creasta morfologică din zona conglomeratelor. Pre-



zintă însă cu totul alte caracteristici. Are un relief neuniform, neliniștit și discontinuu. Față de celealte două zone cu spinări constante pe distanțe mari, zona aceasta prezintă cele mai variate forme de relief cu creste și vîrfuri ascuțite, cu văi adinci, cu numeroase abrupturi sub formă de prăpăstii cu o pantă rapidă și continuă spre lacul Toba. Contactul acestei zone cu lacul Toba se face adeseori prin adevărăți pereți stincoși retezați de oglinda lacului, formând numeroase grote sau peșteri provocate de mișcarea valurilor. Din punct de vedere petrografic această zonă morfologică este alcătuită din calcare de vîrstă triasică. Zona reprezintă destul de caracteristic aspectul unui relief carstic specific regiunilor muntoase calcaroase.

Pîraiele principale sunt : valea Panahatan și Valea Sigualan (Valea Tunelului), ambele cu debit permanent de apă. Cursurile lor își au bazinul de alimentare în panta rîpei care separă zona conglomeratelor de cea a argilelor, traversează zona argilelor și a calcarelor și se varsă în lacul Toba. Ambele sunt văi transversale, consecvente față de depozitele triasice și transversale obsecvențe, în zona lor de obîrșie, față de depozitele paleogene.

Fenomenele de eroziune provocate de aceste văi, în special de valea Tunelului sunt acele de lărgire și înaintare a bazinului de alimentare cu multe cascade în zona conglomeratelor, rapide în zona argilelor și cu malurile abrupte, adevărate chei în zona calcarelor. Structura geologică se reflectă astfel în aspectul geomorfologic al regiunii.

În general relieful se prezintă ca o pantă abruptă ce se lasă continuu din creasta alcătuită din conglomerate, Vf. Sigualan, pînă la lacul Toba, constituind malul de nord-est al acestui lac. Aspectul acesta se continuă cu aceleași caractere morfologice spre nord-vest, formând malul lacului Toba pe distanță de cca 5 km pînă la Tigaras.

Imediat deasupra crestei de conglomerate paleogene, spre nord-est, relieful devine mai liniștit, morfologia este dominată de suprafețele structurale ale depozitelor paleogene cu inclinări mici de 6° – 10° spre nord-est și acoperite pe o largă zonă de erupțiunile tufurilor liparitice. Zona aceasta dintre Ekna-Uli și pînă la est de Pematang Siantar, apare ca un imens platou care se lasă domol spre est, spre zona de cîmpie și este tăiat brusc spre vest de abruptul malului lacului Toba.

Energia de relief de la nivelul lacului (905 m) pînă la cele mai înalte vîrfuri depășește 500 m (Simar Palatuk 1688 m și Sisaie Saie 1764 m).



5. Date istorice cu privire la cercetările geologice în regiune. Regiunea Parapat, pe zona care a făcut obiectul prospecțiunilor noastre, a fost cercetată din punct de vedere geologic de mai mulți cercetători. Date întâlnim în publicațiile de specialitate. Afară de lucrări cu caracter general, sunt și lucrări de detaliu privind lacul Toba, erupțiunile și rocile eruptive din jurul lacului Toba, precum și lucrări privind depozitele sedimentare din această parte.

Referindu-ne la publicațiile geologice care s-au ocupat de sedimentarul de pe malul nord-estic al lacului Toba, observăm că problemele cele mai discutate au fost de ordin stratigrafic privind vîrstă acestor depozite; de ordin paleogeografic privind raporturile dintre depozitele permo-carbonifere și triasice, apoi raporturile dintre depozitele triasice și paleogene și de ordin tectonic privind relațiile dintre depozitele triasice și depozitele rezultate din erupțiunile liparitice de pe promontoriul de la Sibean.

Urmărind evoluția concepțiilor privind aceste probleme, ne vom putea da seama de gradul de cunoaștere a regiunii care necesită încă numeroase studii de detaliu, pe zone mult mai extinse decât zona cercetată de noi.

Astfel W. VOLZ (1899) studiind o regiune apropiată situată la SE de Lacul Toba, în bazinul superior al rîului Kualu, arată că, peste depozitele grezoase calcaroase ale Carboniferului superior, stau discordant depozitele Triasicului superior. Argilele Triasicului superior sunt fosilifere cu numeroase *Daonella* (*Halobia*) din care patru specii noi și trei cunoscute din Alpi „VOLZ consideră aceste depuneri echivalente cu cele de tipul Raibl din Alpi”.

W. C. KLEIN (1917) referindu-se la regiunea Parapat arată că argilele întâlnite de noi la Km 168 sunt șisturi filitice cu fosile din care HAGERUP a determinat forme de *Aviculopecten papiraceus* pe baza căruia s-au atribuit aceste depozite Carboniferului. Șisturile filitice sunt acoperite de calcare în grosimea de 200–300 m. La partea superioară, mai deschisă la culoare, calcarele sunt masive, nestratificate, dar cu numeroase vine de calcită, pe cind la partea inferioară acestea sunt de culoare mai închisă, cu intercalări negre de 5–10 cm. Calcarele conțin numeroase resturi fosile dar acestea nu se pot separa și determina. Semnalează de asemenea discordanță, vizibilă la Parapat, dintre depozitele pretertiare și gresiile terciare.

Mai tîrziu J. ZWIERZICKI (1925) din aceleași „șisturi” descrise de VOLZ, colectează o faună cu *Daonella* (*Halobia*) și un amonit probabil un *Clionites*. Descriindu-le ca argile, marne și gresii le atribuie vîrstă Triasic superior. Succesiunea de argile și calcare de la Parapat se continuă spre sud-vest



pînă în Triasicul de la Kualu, unde stau nemodificate peste șisturile filitice ale Permo-Carboniferului și sunt acoperite transgresiv de conglomeratele și gresiile paleogene. În concluzie ele arată că în Ceram, Buru, și Borneo depozitele Triasicului superior stau discordant peste șisturile cristaline pe cînd în Sumatra peste depozitele Permo-Carboniferului.

Într-o lucrare ulterioară privind harta geotectonică a Indoneziei J. ZWIERZJCHI (1929) ajunge și el la concluzia că în arhipelagul Indonezian nu există o discordanță tectonică între Paleozoic și Mezozoic, ci numai intreruperi în sedimentare, evidente între Permo-Carbonifer și Triasicul superior. Ca atare în acest interval nu a intervenit o fază de cutare.

WESTERVELD (1947) arată că în jurul lacului Toba rocile sedimentare sunt alcătuite în majoritate din șisturi uneori cu cuarțite, apoi gresii și conglomerate și numai în rîndul al treilea urmează calcarale. Șisturile au vine de cuarț iar calcarale vine de calcită. Rocile sedimentare sunt foarte strîns cutate, dar nu se găsește o discordanță evidentă între serii așa cum menționează VOLZ (1899). Atât în regiunea rîul Kualu cît și aproape de Parapat calcarale sunt de vîrstă triasică superioară intercalate normal între șisturi și cuarțite.

MUSPER (1929) sprijinindu-se pe lucrările lui CATILI și S. SIGIT (1953) semnalează unele discontinuități în sedimentarea Triasicului dar nu constată discordanțe unghiulare.

Pe baza variațiilor de facies a depozitelor mezozoice din această regiune STILLE (1945), VAN BEMMELE (1949) și H. F. KLOMPÉ (1954), presupun existența unui continent paleozoic nou, care se extinde peste Malaia și partea de răsărit a Sumatrei.

UNGROVE (1947) în acord cu ZWIERZJCHI (1929) consideră depozitele argiloase de la Parapat alcătuite din filite și le atribuie Paleozoicului superior. Menționează (1919) discordanța dintre Paleozoicul superior față de Triasic.

În lucrarea cea mai recentă publicată de H. F. KLOMPÉ (1954) asupra regiunii de la nord de Parapat, est Lacul Toba, succesiunea depozitelor argiloase și calcaroase este atribuită Triasicului superior. H. F. KLOMPÉ arată că în această regiune nu se găsesc indicații asupra discordanței dintre Paleozoic și Mezozoic, este evidentă însă discordanță unghiulară dintre Triasicul superior și Terțiul. Terțiul este alcătuit din marne și argile cu globigerine, reprezentînd transgresiunea burdigaliană.

Bazat pe unele zone milonitizate ale calcarelor, la contactul cu tufurile de Toba din promontoriul de la Sibehan, stabilește o falie cu direcția N-S, care separă acest promontoriu de restul regiunii.



În esență din datele de literatură, privind regiunea Parapat (Sumatra de Nord) la nord-est de lacul Toba, se pot trage următoarele concluzii :

Din punct de vedere stratigrafic, depozitele argiloase și calcaroase au fost considerate la început ca fiind de vîrstă permo-carboniferă. Aceleași depozite argiloase determinate pe date paleontologice, au fost atribuite Triasicului superior în succesiune normală cu seria calcaroasă de deasupra.

Depozitele marno-argiloase și grezo-conglomeratice, cu dispoziție discordantă față de seria Triasică superioară, au fost atribuite de majoritatea autorilor, Paleogenului (Eocen). E. KLOMPÉ (1954) pe date micro-paleontologice, le atribuie însă transgresiunii burdigaliene.

Autorii care au considerat depozitele argiloase ca fiind „șisturi” și aparținând Permo-Carboniferului, au pus o linie de contact anormal între acestea și seria calcaroasă de deasupra. Această discordanță a fost eliminată o dată cu stabilirea de raporturi normale între argile și calcare (2). Prin aceasta se contestă prezența Permo-Carboniferului în această parte și se stabilește o succesiune normală de la argile la calcare, aparținând ca vîrstă Triasicului superior. Astfel raporturile dintre Permo-Carbonifer și Triasic nu apar în cuprinsul acestei zone, deci nu pot fi luate în discuție.

6. Metoda de lucru. Depozitele de calcare și argile întâlnite în Triasicul superior la nord de Parapat, trebuiau cartate și prospectate la scară de detaliu. Nu am avut însă baza topografică. Pentru ca să nu seriem lucrările împreună cu topograful, am conturat pe teren, zona de extindere a calcarelor și argilelor. Pe această suprafață s-a făcut ridicarea topografică la scara 1 : 2000. Lucrarea a durat însă o lună și jumătate, timp în care ridicarea geologică nu putea sta pe loc.

Avînd imaginea de ansamblu a terenului și cunoșcînd în linii generale dispoziția formațiunilor, am analizat trei profile transversale pe direcția formațiunilor, din care s-au colectat probe pentru analiza chimică : profilul valea Tunelului ; profilul sud valea Tunelului, pe șosea și profilul nord valea Tunelului, pe șosea.

Probele au fost colectate continuu pe zonele cu deschidere continuă și s-au făcut probe-medii din 10 în 10 m. S-a măsurat orientarea stratelor și s-a făcut descrierea litologică. Punctele de observație s-au marcat pe teren cu vopsea de ulei. Ridicarea în plan a punctelor geologice, astfel indicate, s-a făcut în parte o dată cu ridicarea topografică a hărții iar o altă parte



după întocmirea planului topografic. Astfel toate punctele de observație au fost marcate pe teren și ridicate în plan de topografi. În modul acesta cartarea geologică s-a făcut o dată cu ridicarea topografică.

Concomitent cu aceste lucrări s-a delimitat perimetru argilelor în care s-au marcat pe teren prin ţăruși 50 de locații de puțuri. După terminarea planului topografic și aceste locații au fost ridicate în plan de topografi.

Sistemul acesta de marcarea în teren a punctelor geologice de observație a favorizat nu numai prospecțiunea geologică executată în paralel cu ridicarea topografică, ci și posibilitatea colectării de probe pentru analiza chimică, probe care au fost analizate pe parcursul lucrării. Astfel odată cu ridicarea topografică s-a terminat și ridicarea geologică și s-au făcut analizele chimice pentru principalele profile colectate. După întocmirea planului topografic s-au mai făcut doar lucrări de verificare geologică pe teren și analize chimice de control.

Utilizând această metodă, timpul de executare a lucrării s-a redus la jumătate.

SCURTĂ CARACTERIZARE GEOLOGICĂ

A) STRATIGRAFIA

Structura acestei regiuni se prezintă destul de complicată, dat fiind că aici se întâlnesc trei serii de depozite cu raporturi de contact anomală, raporturi de transgresiune și de discordanță unigulară și mari lacune stratigrafice.

În cuprinsul zonei cercetate s-au întâlnit următoarele formațiuni geologice : Cuaternarul, Paleogenul și Triasicul.

1. *Triasicul* din Sumatra de Nord aparține provinciei himalaiene de sedimentare. Este reprezentat printr-un facies marin de tipul mediteran alpin, cu formațiuni neritice cum sunt gresiile și calcarele recifale etc și, formațiuni batiale cum sunt argilele cu *Daonella* și calcarele negre stratificate.

Din punct de vedere genetic, rocile care intră în alcătuirea Triasicului de la Parapat sunt de două categorii : detritice, cum sunt gresiile, argilele și calcarele negre, și organogene acaustobiolite, cum sunt calcarele recifale și calcarele dolomitice.

Petrografic formațiunile Triasicului sunt alcătuite din calcare în predominantă, argile și gresii silicioase fine dispuse într-o succesiune



stratigrafică cu caractere litologice destul de evidente, constante și ușor de separat cartografic.

Cum depozitele Triasicului din zonele accesibile cercetărilor noastre au fost singurul material în care se putea delimita rezerve importante de calcare și argile necesare pentru fabricarea cimentului, pe bază de analize chimice și pe aspect litologic condiționat de compoziția chimică a rocilor, în cuprinsul Triasicului de la Parapat, s-au separat următoarele orizonturi :

a) *Orizontul calcarelor cenușii silicioase stratificate.* În baza seriei se întâlnesc peste 130 m grosime normală, calcare cenușii silicioase stratificate, dure și cu multe nodule sau plăci silicioase între fețele de stratificație.

Analizate chimic, au arătat conținut de carbonat de magneziu mai mare de 2%. Nu s-au întîlnit fosile. Acest orizont se întindește în partea superioară a văii Panahatan și se extinde peste șoseaua asfaltată pînă sub creasta de conglomerate paleogene.

Compacitatea, duritatea și prezența numărului mare de separații lenticulare silicioase, din cuprinsul acestor calcar, sănătă mărturia unei diageneze profunde care a avut loc timp îndelungat. Silicifierile numeroase pe care le întîlnim aici pot constitui produsul unei separații diagenetice a silicei coloidale de origine organică, rezultată prin dizolvarea scheletelor de radiolari, sau a spiculilor de spongieri; ori un produs de substituire a carbonatului de calciu și magneziu prin silicia provenită din stratul grezos silicios de deasupra. Această a doua ipoteză pare mai puțin probabilă, dat fiindcă, asemenea accidente silicioase, se întâlnesc și în alte orizonturi mai superioare, deasupra stratului grezos silicios, cu care nu vin în contact.

Răspîndirea aproximativ egală a acestor accidente silicioase în masa calcarelor, pledează în favoarea primei ipoteze.

b) *Orizontul argilelor cu intercalații grezoase în bază.* Peste calcarele cenușii silicioase stratificate, urmează un complex grezos alcătuit din gresii fine silicioase, puternic diagenizate, cu aspect de ardezii, care trece treptat în sus la o alternanță de gresii și argile. La partea superioară a orizontului se dezvoltă un complex argilos gros de cca 200 m. Întreg orizontul nu depășește grosimea de 300 m. Argilele sunt compacte și dure, uneori cu aspect de gresii fine. Cam pe la jumătatea complexului argilos apare un nivel cu argile fine șiștoase — foioase, bogate în resturi de *Dao-*



nella și o formă mică de amonit. Pe baza acestor fosile reprezentate prin-tr-un număr mare de indivizi s-au putut trage unele concluzii în legătură cu vîrstă și orizontarea depozitelor triasice de la Parapat.

Analizele chimice din complexul superior al argilelor au arătat compoziții favorabile pentru fabricarea cimentului astfel că în zona cea mai accesibilă exploatarii, s-a delimitat prin puțuri un perimetru cu rezervele necesare.

Orizontul acesta are o răspândire mare începînd de la nord din valea Panahatan peste șoseaua asfaltată, ca o fîsie continuă între calcare și conglomerate, trecînd peste valea Tunelului pînă la sud de culmea Digaunggaung unde intersectează din nou șoseaua extinzîndu-se pînă în malul lacului Toba.

c) *Orizontul calcarelor gri silicioase.* Deasupra orizontului argilos grezos se dezvoltă o succesiune de calcare cu o grosime normală de circa 400 m. Peste argilele cu *Daonella*, în baza seriei calcaroase, se dezvoltă cu o grosime normală de cca 80 m, orizontul calcarelor gri, silicioase, compacte, alcătuind culmile cele mai înalte ale zonei cu calcare triasice.

În cuprinsul acestui orizont, cu caractere chimice și litologice constante, se pot separa trei nivele : nivelul inferior alcătuit din blocuri calcaroase masive și cu aspect brecios urmat de nivelul al doilea reprezentat prin calcare gri, silicioase, stratificate, peste care se dezvoltă nivelul al treilea alcătuit din bancuri puternice și continui de calcare gri.

Aceste nivele ușor de deosebit și morfologic, alcătuiesc o fîsie continuă ce se poate urmări din valea Panahatan, peste vîrful Sibaganding și Valea Tunelului pînă în Vîrful Digaunggaung unde iau o dezvoltare mare peste șosea pînă în apa lacului Toba.

Probele colectate din aceste nivele, analizate chimic, au un conținut de oxid de magneziu mai mare de 2% atingînd, în unele probe, valori de peste 6% sau chiar 20%, identificîndu-se astfel strate cu dolomite.

d) *Orizontul calcarelor cu noduli silicioși.* Acest orizont cu calcare cenușii stratificate, alternînd cu strate subțiri de calcare negrioioase și cu numeroase nodule negre silicioase, constituie un orizont caracteristic și constant în toată zona.

Stratificația regulată și prezența accidentelor silicioase foarte frecvente în acest orizont, îl face ușor de recunoscut pe teren. Față de orizonturile de jos și de deasupra cu calcare în bancuri, stratificația fină a



acestui orizont se evidențiază și morfologic ca o fișie mai denivelată, ușor de cartat.

Extinderea acestui orizont se poate urmări ca o bandă îngustă de cca 30 m grosime normală, din valea Panahatan peste vîrful Sibaganding și peste valea Tunelului, pînă în malul lacului Toba, la nord de vîrful Digaunggaung. Probele colectate și analizate chimic dau conținut variabil de oxid de magneziu, peste 2%.

Rezultatele analizelor sunt deosebite la probele colectate din calcarele cenușii cu conținut de carbonat de magneziu, față de probele colectate din stratele cu calcare negricioase, lipsite de carbonat de magneziu.

e) *Orizontul de tranziție* este alcătuit din calcare cenușii-gri, cu multe vine de calcită. În acest orizont se întâlnesc o alternanță de strate cu conținut diferit în care deosebim calcar gri, silicioase, în bancuri de tipul celor din orizontul inferior, cu conținut de oxid de magneziu peste 2% calcare cenușii-negricioase, stratificate mai fin, calcare cenușii albe cu numeroase vine de calcită și un conținut de oxid de magneziu sub 2%.

Atât din stratificație, bancuri masive și strate subțiri, cât și din compoziția chimică și alcătuirea litologică, acest orizont constituie un nivel de tranziție între calcarele silicioase magneziene de jos și orizonturile superioare nemagneziene.

La suprafață are aceeași răspîndire ca și orizontul precedent. Grosimea normală este de cca 70 m.

f) *Orizontul calcarelor cenușii-negre stratificate*. Peste orizontul de tranziție se dezvoltă orizontul calcarelor cenușii-negre stratificate. Lito-logic, stratigrafic și chimic, acest orizont, prezintă caracter specific și constant pe toată extinderea lui.

Astfel calcarele, de culoare cenușie-neagră, prezintă o stratificație fină (5 – 10 cm) regulată și uniformă pe toată grosimea orizontului, fără alte intercalății. Calcarele cuprind numeroase vine de calcită care apar contrastant față de fondul de culoare închisă a calcarelor.

Grosimea normală ajunge pînă la cca 120 m. Datorită însă inclinării straturilor conforme cu pantă, extinderea lor în plan ia o dezvoltare cartografică mare de la gura văii Panahatan spre sud peste plaiul culmilor Panahatan și Sibaganding pînă în piciorul plaiului Digaunggaung la sud de valea Tunelului. În dreptul văii Tunelului extinderea acestor strate este mai restrînsă datorită efectului de eroziune provocat de această vale.



Probele colectate din acest orizont, analizate chimic, au arătat un conținut de carbonat de calciu cu un procent de oxid de magneziu sub 2%. Acest conținut redus permite utilizarea lor ca materie primă la fabricarea cimentului.

g) *Orizontul calcarelor albe recifale.* La partea superioară a seriei calcaroase, la sud de gura văii Panahatan, între șosea și lacul Toba, se dezvoltă un orizont alcătuit din calcare albe, recifale, masive, mai puțin compacte, cu urme de corali și alte resturi fosile. Din cauza diagenezei profunde, suferită de calcare, separarea formelor fosile nu este ușor de realizat. Se observă, macroscopic, în afara de corali, cochilii de Brachiopode reprezentate prin genurile *Rhynchonella* și *Terebratula*.

Probele colectate din acest orizont au arătat un conținut de carbonat de calciu fără oxid de magneziu, într-o cantitate mică, ce nu trece peste 2%. Conținutul redus de magneziu permite utilizarea lor ca materie primă la fabricarea cimentului.

Calcarele de la partea inferioară, ca și cele de la partea imediat superioară argilelor sunt apropiate de tipul calcarelor gri, silicioase, dolomitice. O trecere gradată se face apoi prin orizontul calcarelor cu nodule silicioase și orizontul de tranziție spre orizontul calcarelor cenușii-negre stratificate. Faciesul litologic, petrografic, se schimbă radical la apariția orizontului cu calcare albe recifale.

Aceste variații litologice din succesiunea depozitelor de la Parapat, arată o oscilație a țărmului mării din timpul Triasicului, care a determinat depunerea de roci batiale neritice și neritice recifale.

Din punct de vedere al compoziției chimice, calcarele se pot separa în trei categorii : magneziene, de tranziție și nemagneziene.

Calcarele au conținut mare de oxid de magneziu în orizontul calcarelor de sub argile și în primele două orizonturi de deasupra argilelor. Trecerea spre calcarele cu conținut redus de carbonat de magneziu se face prin orizontul de tranziție. Ultimele două orizonturi de la partea superioară a succesiunii sunt alcătuite din calcare nemagneziene, bune ca materie primă pentru fabricarea cimentului.

Din punct de vedere genetic, socotim calcarele gri silicioase din orizonturile inferioare și calcarele cenușii-negre ca fiind roci de precipitație fizico-chimică, gresiile și argilele de proveniență detritică, iar calcarele albe superioare recifale, ca roci organogene acaustobiolite. Rocile calcaroase, de precipitație fizico-chimică au constituit fundamentul pe care s-au dezvoltat recifii care au dat naștere calcarelor albe superioare.



Calcarele, argilele și gresile au suferit un proces intens de diageneză sub influența soluțiilor hidrotermale puse în circulație pe socoteala eruptiilor magmatice din regiune. Sub influența acestor soluții s-a petrecut fenomenul de silicifiere din gresii și concreționările din calcar, dolomitizarea și cristalizarea calcitei pe fisuri sau în spațiile goale din calcar.

Faptul că în orizontul de tranziție se întâlnește o alternanță de calcar magneziene și calcar nemagneziene, arată condiții oscilante în sedimentare. În această situație trebuie să privim fenomenul ca singenetic și nu ca un proces diagenetic selectiv și ulterior formării rocii. Este posibil ca în anumite condiții de climat sau de aport de anumiți ioni de pe uscat în apa mării, să se depună odată cu carbonatul de calciu și carbonatul de magneziu. Diagenizarea ulterioară a putut accentua într-o anumită măsură dolomitizarea, prin îndepărțarea carbonatului de calciu. Astfel dolomitizarea a început ca un proces singenetic și s-a desăvîrșit prin diageneză.

Vîrstă depozitelor triasice. Din examinarea datelor bibliografice privind regiunea Parapăt, rezultă că aici există o succesiune de depozite grezoase (ardezii), șisturi argiloase și calcaroase, aparținând Triasicului superior. În această privință H. F. KLOMPÉ (9) conchide următoarele :

„Rocile de pe malul estic al lacului Toba,” la nord de Parapăt, denumite și descrise de KLEIN ca ardezii, se găsesc deasupra și dedesubtul calcarelor : ele sunt de fapt șisturi argiloase care în această suprafață se află dispuse deasupra și între calcarele triasice. În unele localități ele au un aspect filitic, dar acestea sunt intercalări în șisturile argiloase mai moi și casante. ZWIERZYCKI a ajuns și el la această concluzie și a atribuit șisturilor argiloase o vîrstă triasic-superioară”.

În nici una din lucrările anterioare privind această regiune, nu s-a făcut orizontarea depozitelor triasice. Lipsa de fosile caracteristice din orizonturile calcaroase face ca stabilirea vîrstei sedimentelor să devină dificilă.

Dacă însă considerăm orizontul argilelor cu *Daonella* ca un orizont-reper, pe care-l atrăbuim Triasicului mediu — Ladinian, bazindu-ne pe unele asemănări litologice, putem face următoarele supozitii :

Orizontul argilelor și gresiilor, în care s-a întîlnit complexul cu *Daonella*, poate fi asemănat cu calcarele negre bituminoase și șisturile argiloase marnoase cu *Daonella*, din Munții Apuseni (Munții Codru) și cu șisturile argiloase calcaroase în faciesul, stratelor de Wengen cu *Daonella lommeli*



și *Daonella austriaca* din Dobrogea și care aparțin Ladinianului (Somova). Orizontul calcarelor cenușii, silicioase, stratificate, de sub acestea ar putea apartine Anisianului. Toate orizonturile superioare argiloase cu *Daonella* pînă la inclusiv orizontul calcarelor albe recifale s-ar încadra la Triasicul superior (Carnian-Norian).

Din această retribuire a orizonturilor, rezultă că în regiune este reprezentat și Triasicul mediu (Anisian-Ladinian), iar la partea inferioară, acoperită pe de o parte de transgresiunea paleogenă, iar pe de altă parte de tufurile vulcanice cuaternare, ar putea exista și Triasicul inferior (Werenianul). Urmărind dezvoltarea seriilor spre sud-est înspre zona rîului Kualu, unde de sub depozitele Triasicului apar depozitele Permo-Carboniferului, aceste presupuneri ar putea fi soluționate pe alte baze.

Lipsa de fosile și de studii microscopice mai detaliate pentru argumentarea vîrstei ne impune refugiu în domeniul supozitiei. Totuși privind în ansamblu faciesurile Triasicului din Sumatra de Nord și comparîndu-le cu cele cunoscute în Europa și în țara noastră, te impresionează marea lor asemănare pe o distanță atât de mare. Aceasta ne arată că deși din punct de vedere faunistic se pot separa două provincii—alpină și himalaiană—condițiile de sedimentare au fost aceleași pe întreg cuprinsul geosin-clinalului alpino-himalaian. Forme ca *Japonites dobrogicus* și *Monophyllites confucii*, descrise de I. SIMIONESCU din Dobrogea, arată, dacă nu legătura cu fauna triasică din Himalaia, cel puțin condiții bionomice asemănătoare.

2. *P a l e o g e n u l* este reprezentat prin gresii albe silicioase cu intercalății de argile șocolatii șistoase cu aspect disodiliform și numeroase conglomerate monogene cu elemente cuarțitice.

Ele stau transgresiv și discordant peste depozitele Triasicului. KLEIN atribuie acestor gresii și conglomerate în care nu s-au găsit nici strate și nici lentile de cărbuni, o vîrstă eocenă.

H. F. KLOMPÉ (9) bazat pe conținutul microfaunistic întîlnit în argilele nisipoase de la Sipolha, atribuie aceste depozite transgresiunii burdi-galiene. Dsa arată că „de-a lungul drumului ce se bifurcă la Km 166,7 din șoseaua principală de la Toba și urmărind malul estic al lacului către Sipolha, s-a găsit la Km 171,9 argile și marne bogate în globigerine.

Argila conține o microfaună de foraminifere aglutinante printre care s-au găsit *Haplophragmoides* sp., *Cyclammina* sp., *Textularia* sp., *Bathy-siphon* sp., *Clavulina* sp., *Ammodiscus* sp., *Tritaxia* sp., *Verneuillina* sp. S-a găsit de asemenea un fragment care poate fi atribuit genului *Lepido-cyclina multilobata*.

Marna este de asemenea bogată în globigerine (nămol cu globigerine) printre care *Vaginulina* sp., *Gyroidina* sp. au putut fi determinate. Ambele probe examineate indică o vîrstă Te-f și în consecință trebuie să fie situate la baza Miocenului inferior. Ele sunt caracteristice transgresiunii burdigaliene."

Din aceeași deschidere am colectat și noi mai multe probe, atît din marne cît și din argile.

Argilele negre stratificate din baza deschiderii de la Sipolha au un conținut micropaleontologic reprezentat prin :

Globigerina varianta SUBBOTINA
Globigerina postcretacea MYATLIUK
Globigerina bulloides D'ORB.
Globigerinoides sp.
Saccorhiza ramosa (H. B. BRADY)
Clavulinoides sp. (fragment)
Cyclammina amplectens GRZYB.
Glandulina laevigata D'ORB.

Marnele tufacee stratificate de la partea superioară au un conținut asemănător cu :

Globigerina varianta SUBBOTINA
Globigerina postcretacea MYATLIUK
Globigerinoides conglobatus H. B. BRADY
Globigerinoides sp.
Saccorhiza ramosa H. B. BRADY
Clavulinoides cf. *cubensis* CUSHMAN et BERMUDEZ
Clavulinoides haeringensis CUSHMAN
Cyclammina amplectens GRZYB.
Textularia sp.

Probele au un microconținut bogat ca număr de indivizi dar relativ sărac ca genuri și specii. Forma care are frecvența cea mai mare este *Globigerina* cf. *varianta* SUBBOTINA. Asociația micropaleontologică alcătuită din *Cyclammina amplectens* GRZYB., *Globigerinoides conglobatus* BRADY, *Globigerina varianta* SUBBOTINA, *Clavulinoides* cf. *heeringensis* GRZYB. și *Glandulina laevigata* D'ORB. indică Eocenul.

Acesta este argumentul paleontologic pentru care atribuim conglomeratele și gresiile cu intercalări de argile șistoase din Vf. Sigulan și



argilele negricioase asociate cu marnele tufacee de deasupra lor, la Sipolha, ca aparținând Paleogenului și nu transgresiunii burdigaliene, cum au fost considerate de H.E. KLOMPÉ (9) ¹⁾.

3. Cuaternarul este reprezentat prin depozite aluviale și coluviale acoperind pantele mai abrupte, ca grohotiș de pantă, pornituri sau umpluturi la vărsarea pâraielor principale în lacul Toba. De vîrstă cuaternară sunt și depozitele rezultate din erupțiunile liparitice, întinute în peninsula Sibehan și la nord spre Kp. Tondjung Dolok, acoperind discordant formațiunile triasice și paleogene. Ele iau o dezvoltare foarte mare acoperind întreaga zonă dintre lacul Toba și mult la est de Siantar. Subsolul acestei regiuni este alcătuit dintr-o placă groasă de asemenea tufuri care atinge în unele locuri grosimea de 600 m. În cursul pâraielor și a rîurilor, tufurile aflorează și sunt exploatație ca material de construcție. Solul este un produs de alterație al acestor tufuri.

B) TECTONICA

Depozitele Triasicului superior au direcția NW, cu înclinarea spre SW circa 45°C (medie).

La nivelul văii Sigualan (valea Tunelului) depozitele triasice sunt deranjate de două linii de ruptură F. I. și F. II.

Peste Triasic se dispune discordant Paleogenul, avînd direcția NW și înclinarea de 6° – 10° spre est.

PROSPECTIUNI GEOLOGICE EXECUTATE

Pentru cunoașterea dispoziției stratelor, a conținutului petrografic și chimic, s-a făcut o prospecție geologică de suprafață, a calcarelor colectându-se cca 300 probe de pe 12 profile.

Probele au fost analizate chimic pentru stabilirea procentului de carbonat de calciu și a conținutului de carbonat de magneziu din calcare.

Regiunea avînd multe deschideri naturale, pentru cunoașterea și separarea calcarelor, s-a considerat că nu sunt necesare dezveliri, puțuri, foraje sau galerii.

Argilele însă fiind acoperite de material aluvial cuaternar, gros uneori de peste 3 m nu au putut fi delimitate numai prin prospecția de supra-

¹⁾ Determinările micropaleontologice au fost făcute la Laboratorul Micropaleontologic al Comitetului Geologic de MARIA TOCORJESCU.



față. Pe un perimetru accesibil exploatarii s-au executat 50 (cincizeci) de puțuri pînă la roca în loc, a căror adîncime nu a depășit 3 m. Din puțuri s-au colectat probe pentru analiza chimică.

Atât din calcarele cu carbonat de magneziu sub 2% cît și din argilele prospectate prin puțuri, s-a colectat material pentru proba tehnologică.

GARACTERISTICELE CALITATIVE ALE SUBSTANȚEI MINERALE UTILE

În scopul obținerii de date asupra proprietăților chimice ale materiei utile, s-au luat probe de teren de la suprafață și din cariere pentru calcare și de la suprafață și din puțuri pentru argile. Probele colectate au fost analizate chimic în parte de chimist NICOLESCU Nic., parte la laboratorul de analize al Institutului Tehnologic din Bandung.

Rezultatele obținute au permis construirea hărții chimice (pl. II) din care se observă că orizonturile inferioare de calcare au un conținut de oxid de magneziu mare (peste 2%), deci nu sunt recomandabile ca materii prime pentru ciment și numai ultimile două orizonturi superioare, cu conținut de oxid de magneziu sub 2%, constituie o rezervă de materie primă utilizabilă la fabricarea cimentului.

A) CALCARUL

Calcarele se prezintă bine stratificate, ceea ce a ușurat mult delimitarea diferențelor calități. S-au luat de la suprafață zăcămîntului numeroase probe de calcar (peste 200) care au fost analizate în laboratorul nostru din Medan, determinîndu-se conținutul în CaCO_3 și MgO . Pe baza rezultatelor obținute s-a făcut delimitarea pe teren a celor două categorii de calcare, calcare cu peste 2% oxid de magneziu și calcare cu oxid de magneziu sub 2%. Această delimitare chimică coincide cu delimitarea pe teren făcută pe bază litologică. În multe puncte, chiar morfologia terenului delimită zona calcarelor magneziene (situate la partea inferioară) de aceea a calcarelor cu conținut de oxid de magneziu sub 2% (situate la partea superioară) nemagneziene¹⁾ (tabelul 1). Ținînd seama și de conținutul de MgO din argile, calcarele cu conținut de oxid de magneziu sub 2% pot fi folosite la fabricarea cimentului, întrucît în Indonezia recepția cimentului se face după B. S. S. (standardul Britanic revizia 8-a) care limitează conținutul de oxid de magneziu al cimentului la 4%.

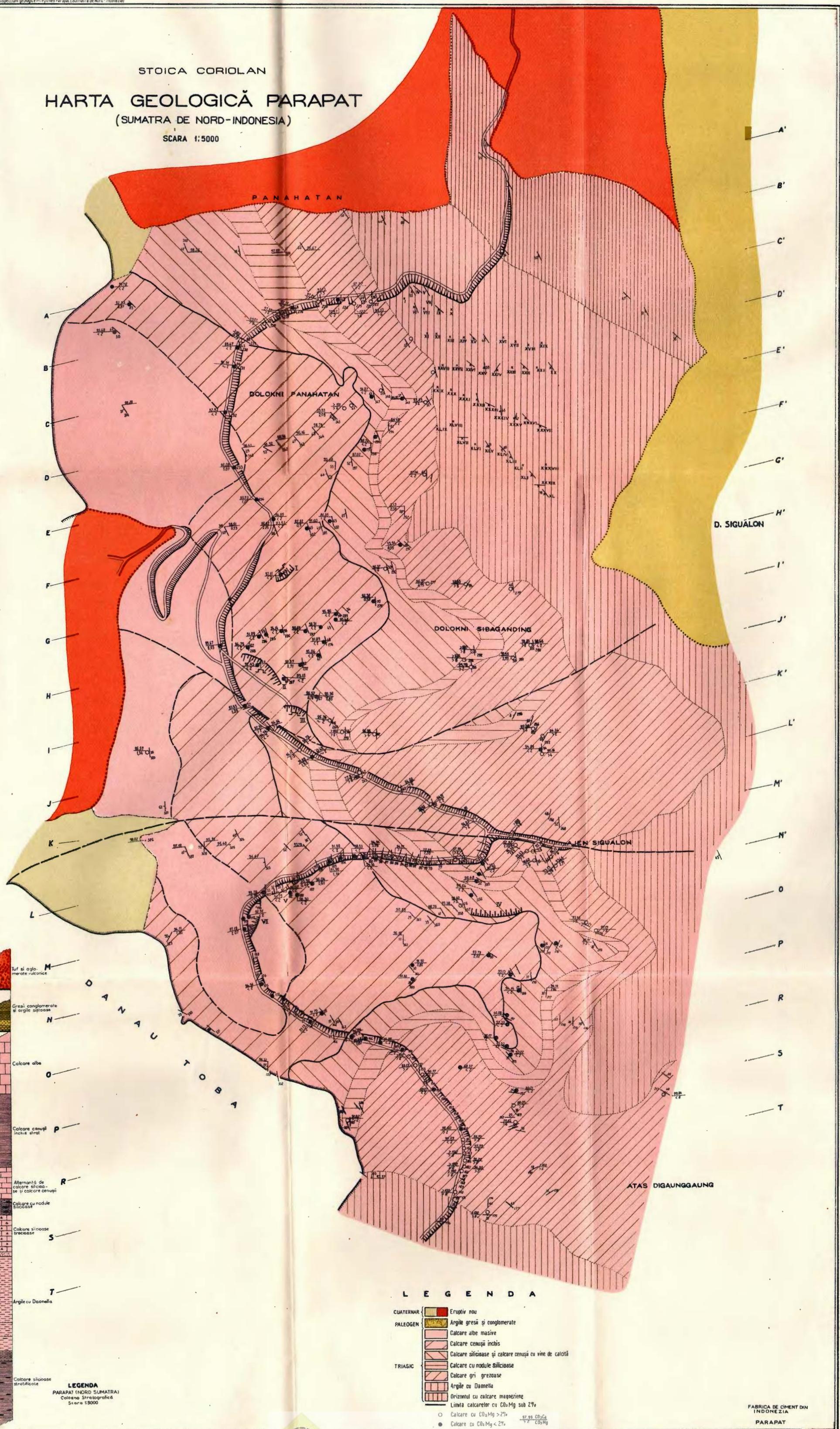
¹⁾ Pe hartă sunt notate probele de calcare cu conținut de Mg O sub 2% și peste 2%.



STOICA CORIOLAN

HARTA GEOLOGICĂ PARAPAT
(SUMATRA DE NORD-INDONESIA)

SCARA 1:5000



TABELUL 1

Analizele chimice ale probelor de calcar și argile din regiunea Parapat

Materia primă Numărul probei	Calcar (7+8+9)	A r g i l e			
		11	6	5	60
Pierdere la calcinare	41,29 % ¹⁾	4,70 %	5,30 %	4,67 %	4,06
Bioxid de siliciu SiO_2	3,38	65,10	58,30	63,50	62,40
Oxid de aluminiu Al_2O_3	0,74	19,50	18,70	21,10	19,20
Oxid de fier Fe_2O_3	0,56	6,50	7,50	5,30	7,60
Oxid de magneziu MgO	0,69	1,09	1,04	1,48	1,70
Alcalii $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	—	nedoazat	4,11	nedoazat	
Trioxid de sulf SO_3	—	nedoazat	0,51	nedoazat	
Bioxid de titan TiO_2	—	nedoazat	0,71	nedoazat	
Oxid de Mg_3O_4	—		0,0	nedoazat	
Total :		99,96 %	96,89 %	99,89 %	96,05 % 95,98 %
Carbonat de calciu (calculat) Ca CO_3		93,50 ²⁾			

1) Pierderea la calcinare este calculată din suma bioxidului de carbon (CO_2) determinat și apă legată chimic determinată.

2) Carbonatul de calciu (CaCO_3) s-a calculat din suma : bioxid de carbon determinat + oxidelul de calciu determinat.

Analizele de mai sus au fost executate de Laboratorul de analize anorganice al Institutului Tehnologic din Bandung (Balai Panjelikan Bahan Bandung).

Calcarele de la partea superioară sunt de culoare de la alb-gălbui la cenușiu închis. Masa calcaroasă prezintă un început de recristalizare și ca urmare sunt foarte dure. Concasarea lor va trebui bine studiată cu ocazia executării proiectului tehnic.

În tabelul 2 se dau rezultatele analizelor chimice ale probelor de calcare. Probele B.I.A. II și B.III. sunt probe medii ponderate pe profile lungi din orizontul superior ; probele 237,285 și 7 sunt probe medii pe profile scurte 10 — 20 m (considerate probe individuale) tot din orizontul superior ; proba 10 este o probă medie pe profil scurt 10 m, din orizontul inferior, magnezian.

Examinînd datele din tabelele 1 și 2, se observă că, calcarul din orizontul superior se caracterizează prin :

Conținut relativ ridicat de bioxid de siliciu (SiO_2) în medie 3 — 4 % ; parte din acest bioxid de siliciu este combinat sub formă de argilă, iar o altă parte este liber sub formă de granule mici de cuarț ;



TABELUL 2

Analiza chimică a calcarului, probe medii ponderate pe profile. Substanța uscată la 105,°C.

Probă zăcămînt %	Profil B.I.	Profil A. II	Profil B. III	Proba 237	Proba 285	Proba 7	Proba 10
SiO ₂	4,26	3,27	3,48	4,11	0,82	3,38	1,60
Al ₂ O ₃	0,62	0,44	0,53	0,64	0,50	0,74	0,27
Fe ₂ O ₃	0,68	0,56	0,62	0,76	0,40	0,56	0,48
CaO	51,60	52,90	52,50	51,60	54,50	53,20	43,50
MgO	1,16	0,92	1,09	1,21	1,07	0,69	9,80
SO ₃	urme	urme	urme	urme	urme	0,10	0,05
CO ₂	41,00	41,50	41,50	40,90	42,70	41,10	44,00
H ₂ O legată	0,53	0,20	0,10	0,76	0,39	0,16	0,25
Total : . . .	99,85	99,89	99,92	99,98	100,38	99,93	99,95
CaCO ₃ calculat	92,09	94,41	93,70	92,09	97,27	93,50	77,60
Modul silicic	3,27	3,27	2,78	2,93	0,91	2,60	2,13
Modul aluminiu	0,91	0,78	0,73	0,84	1,25	1,37	0,56

Conținutul în oxid de calciu variază între 51% și 54%, ceea ce corespunde unui conținut în carbonat de calciu de 92 — 96% în medie 94%;

Conținutul în oxid de magneziu variază între 1,21% și 0,69%.

Modulul silicic (raportul $\frac{SiO_2\%}{Al_2O_3\% + Fe_2O_3\%}$) are valoare mare,

variind între 2,78 și 3,37 la probele pe profile;

Modulul de aluminiu (raportul $\frac{Al_2O_3\%}{Fe_2O_3\%}$) are valoare favorabilă, foarte mică, variind la probele pe profile între 0,73 și 0,91.

B) ARGILELE

În zăcămîntul cercetat argilele se prezintă bine stratificate, stratele avînd direcția și înclinarea asemănătoare acelora din zăcămîntul de calcar.

În general argilele sunt compacte și de culoare cenușie-verzuie. Nu sunt deleiabile și nu se exfoliază la umeziri și uscări repetate. Ele sunt uneori compacte, astfel că se sparg destul de greu la lovirea cu ciocanul.



În perimetru delimitat pe plan, argilele sunt mai uniforme ca structură și au granulația fină.

Pe hartă sunt trecute rezultatele analizelor chimice ale probelor de argilă din zăcămînt.

Examinînd aceste date se observă că în zăcămînt compoziția chimică a argilelor este satisfăcător de uniformă.

Argilele au următoarele caractere chimice și fizice :

Conținut mic de oxid de calciu, în general sub 2 %, și pentru aceasta se clasifică ca argile ;

Conținut foarte mic de bioxid de mangan (Mn_3O_4) sub 0,1 % și de trioxid de sulf (SO_3) sub 0,1 % ;

Modulul silicic este mare variind între 2,50 și 3,54 ;

Modulul de aluminiă în general cu valoare ridicată, în jur de 3,1 % (de la 2,42 la 3,27) ;

Argilele sunt în general unsuroase la pipăit, deși sunt foarte compacte ;

Structura particolelor componente ale argilelor le face să nu fie hidroscopice și după uscare la aer liber rețin puțină umiditate comparativ cu argilele din R.P.R. După uscare în aer liber, argilele au numai 2,5 % umiditate deși în Indonezia aerul este aproape permanent saturat cu vapori de apă¹⁾.

Din punct de vedere al accesului la zăcămînt și al condițiilor de exploatare există posibilitatea construirii șoselei care nu va comporta dificultăți iar cariera se poate de la început exploata în trepte.

C) CALITATEA KLINKERULUI

Pentru a putea face o primă apreciere asupra calităților calcarului și argilelor din zăcămîntele cercetate, ca materii prime pentru fabricarea cimentului, s-au calculat compozițiile chimice, mineralogice și parametrii klinkerelor ce s-ar obține din amestecul diferitelor materii prime din zăcămîntele cercetate.

În tabelul 3 se dau compozițiile chimice ale materiilor prime ce au intrat în klinkerele calculate.

Calcarul A + B este compoziția medie a celor trei probe pe profile lungi I, II și III (vezi tabelul 2).

¹⁾ Analizele chimice și studiul chimic al materiilor prime, calcare și argile, a fost efectuat de chimist NICOLAESCU Nic.



TABELUL 3

Compoziții chimice medii calculate și care au fost luate în calculele klinkerelor

Materiile prime	Calcar A + B	A r g i l e		Pirita Teoretic
		C	E	
Pierdere	41,610	4,516	3,598	—
SiO ₂	3,703	66,566	61,933	6,00
Al ₂ O ₃	0,530	17,616	20,216	—
Fe ₂ O ₃	0,653	3,833	6,983	40,00
CaO	52,330	0,500	1,170	—
MgO	1,057	1,213	1,730	—
S	—	—	—	46,00
Nedozate	0,117	3,756	5,370	8,00
Total :	100,000	100,000	100,000	100,000
Modul silicic	3,23	2,84	2,23	0,15
Modul alumină	0,81	2,98	2,89	—

Argila C reprezintă compoziția medie a probelor 11, 259, 260, 261, 263 și 264 din zăcămînt.

Ca materie primă feruginoasă s-a ales pirita (sulfura de fier FeS₂) care se găsește în Indonezia.

Nu s-a folosit cenușa de pirită, căci în Indonezia aceasta nu se găsește lipsind industriile de acid sulfuric și de celuloză care să folosească pirita și să evacueze cenușa de pirită. Pirita naturală însă nu este în general recomandabilă din cauza conținutului în sulf.

În tabelul 4 se dau proporțiile de diferite materii prime care au intrat în calculul compoziției chimice a klinkerelor; se dau compozițiile chimice, mineralogice, parametrii, calitatea klinkerului și aprecierea klinkerizării diferitelor klinkere calculate.

Rezultatele prezentate în acest tabel arată că materiile prime calcaroase și argiloase din zăcămîntele cercetate în regiunea Parapat—lacul Toba, pot fi folosite cu succes ca materii prime pentru fabricarea cimentului. Printr-o alegere judicioasă a acestor materii prime și justă lor proporționare, folosind la nevoie și o materie primă de corecție, se pot obține klinkere de bună calitate, corespunzătoare cel puțin calității cimentului p. 400 și klinkerizîndu-se normal.



TABELUL 4

Proporții de materii prime și compozиțiile chimice mineralogice și parametrii klinkerelor ce ar rezulta din diferitele materii prime din zăcămintele Parapat

KLINKER Calcar zăcămînt Argila zăcămîntului	I	II	III	IV
	A (7) C	A+B C	A+B C	A+B E
A) Proporții-materii prime				
Calcar %	80,54	82,35	80,75	81,41
Argilă	19,46	17,65	16,73	18,59
Pirită (FeS_2)	—	—	2,52	—
B) Klinkerul				
I. Compoziția chimică				
SiO_2 %	22,56	22,99	22,31	22,19
Al_2O_3	6,42	5,51	5,21	6,48
Fe_2O_3	2,53	2,44	3,93	2,83
CaO	66,26	67,09	66,15	66,24
MgO	1,16	1,69	1,65	1,83
Nedozațe (K_2O , Na_2O și.a.)	1,05	0,28	0,69	0,43
Total :	100,00	100,00	100,00	100,00
II. Compoziția mineralologică				
C_3S %	55,95	60,92	57,14	57,12
C_2S	17,17	15,26	16,92	15,03
C_3A	12,73	10,48	7,32	12,38
C_4AF	7,70	7,43	11,96	8,61
Total :	93,55	94,19	92,54	93,14
III. Parametrii				
Modul silicic	2,54	2,89	2,42	2,38
Modul aluminiu	2,53	2,25	1,34	2,28
Calc. standard %	92	93	93,1	93
Fază lichidă la 1 340°C	16,59	16,85	26,31	19,52
Fază lichidă la 1 400°C	25,66	23,59	26,53	27,60
Calitatea cimentului	bună	bună	bună	bună
Klinkerizarea	greu	f. greu	ușoară	normală
			dar conduce rea klinkeri-zării dificilă, tendință de lipire și formare de bolovani	

HIDROGEOLOGIA ZĂCĂMÎNTULUI

Atât calcarale cît și argilele luate în considerare pentru calculul rezervelor sunt situate deasupra nivelului hidrostatic al regiunii (cota 906 nivelul lacului Toba). Dispoziția formațiunilor, cu înclinări mari spre lacul Toba și cu capetele stratelor secționate de relief în valea Panahatan și valea Tunelului face ca apele de infiltratie să se scurgă repede încit nu există situații favorabile unor acumulări de ape subterane sau pînze de ape subterane care să poată influența exploatarea.

Calcarale în general sunt stratiforme; deși prezintă un relief accidentat, nu au grote, peșteri sau goluri, pe tot cuprinsul lor. Singurele grote cu aspect de peșteri sunt la nivelul lacului Toba, pe porțiunea dintre valea Panahatan și peninsula Sibehan, unde valurile lacului spală calcarale într-un mal abrupt.

Atât calcarale cît și argilele sunt intersectate de șoseaua asfaltată care face un taluz de 5 — 10 m uneori chiar mai înalt. În calcare s-au făcut exploatari reduse în patru cariere (I — IV), fără să apară iviri de apă.

CALCULUL REZERVELOR

Cu ajutorul lucrărilor de prospecție geologică și ținindu-se seama de rezultatul lucrărilor miniere (puțuri) și analizelor chimice, s-au delimitat suprafețele purtătoare de materie primă utilă.

S-au construit astfel 18 profile geologice de la A—T, perpendiculare pe direcția formațiunilor și la intervale de 100 m.

S-a calculat suprafața secțiunii prin formațiunea cu substanță utilă (ultimele două orizonturi), care apare în profil deasupra nivelului lacului Toba și s-a înmulțit cu lungimea egală cu jumătate distanță dintre profile, de o parte și de alta ($50 + 50 = 100$ m), obținindu-se astfel volumul în mc, care înmulțit cu greutatea specifică 1,5 pentru argile și 2,5 pentru calcare a dat rezerva în tone.

Considerind că argilele și calcarale sunt bine deschise la zi și că în argile pe lîngă deschiderile naturale s-au săpat la diferite nivele, pornind de la taluzul șoselei, un total de 50 puțuri; că în calcare a fost săpată șoseaua asfaltată Siantar Parapat, șoseaua spre peninsula Sibehan și că s-au făcut exploatari pentru piatră de var în patru cariere, calcularea rezervelor s-a făcut pe date suficiente pentru încadrarea lor la categoria C₁.



TABELUL CU CALCULUL REZERVELOR

Profil	Distanța între profile	Elemente și calculul suprafețelor profilelor	Suprafața profil. m.p.	Volum în m.c.
		CALCARE		
A	67	$\frac{120 \times 55}{2} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	3 300	221 000
B	100	$(100 \times 100) + \frac{80 \times 50}{2} + \frac{100 \times 100}{2}$	17 000	1 700 000
C	100	$(200 \times 120) + (70 \times 50) + \frac{40 \times 130}{2}$	30 100	3 010 000
D	100	$\frac{270 \times 350}{2} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	47 200	4 720 000
E	100	$\frac{270 \times 130}{2} + 230 \frac{60+130}{2} + \frac{60 \times 50}{2}$	37 000	3 700 000
F	100	$100 \frac{88+12}{2} + \frac{88 \times 100}{2} + 100 \frac{160+128}{2}$ $- (320 \times 10) + \frac{128 \times 100}{2} + \frac{160 \times 160}{2}$	36 000	3 600 000
G	100	$100 \frac{220 \times 132}{2} + 180 \frac{210+132}{2} + \frac{210 \times 140}{2}$	56 000	5 600 000
H	100	$\frac{360 \times 210}{2} + 130 \frac{210+100}{2} + \frac{120 \times 100}{2}$	64 000	6 400 000
I	100	$\frac{370 \times 200}{2} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	37 000	3 700 000
J	100	$\frac{250 \times 130}{2} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	16 250	1 625 000
K	100	$\frac{250 \times 70}{2} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	8 750	875 000
L	100	$210 \times 90 \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	18 900	1 890 000
M	100	$140 \frac{260+180}{2} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots$	30 800	3 080 000
N	100	$130 \frac{220+190}{2} + 80 \frac{190+140}{2}$	35 800	3 580 000

Profil	Distanță intre profile	Elemente și calculul suprafeței profilelor	Suprafață profil m.c.	Volum în m.c.
O	70	$130 \frac{140+180}{2} + 180 \frac{180+60}{2} \dots \dots$	42 400	2 968 000
		Total m. c. calcare :		46 729 000
		Total tone calcare :		116 822 500
		ARGILE		
A	60	$150 \frac{120+140}{2} \dots \dots \dots \dots$	19 500	1 170 000
B	100	$140 \frac{200+30}{2} \dots \dots \dots \dots$	16 120	1 612 000
C	100	$200 \frac{240+40}{2} \dots \dots \dots \dots$	28 000	2 800 000
D	100	$\frac{290 \times 220}{2} \dots \dots \dots \dots$	31 900	3 190 000
E	100	$\frac{340 \times 260}{2} \dots \dots \dots \dots$	44 200	4 420 000
F	100	$185 \frac{250 \times 70}{2} \dots \dots \dots \dots$	89 600	2 960 000
G	50	$170 \times 40 \dots \dots \dots \dots$	6 800	340 000
		Total m.c. argilă		
		<u>16 492 000</u>		
		Total tone argilă :		
		<u>24 738 000</u>		

În regiunea Parapat între valea Panahatan și Kp. Sibaganding sînt rezerve de materie primă, argile și calcare, de calitate corespunzătoare, necesare construirii unei fabrici de ciment cu o producție de 200000 tone ciment anual.

B I B L I O G R A F I E

- KLEIN W. C. (1917) De Oostoevre van het Tobameer in Noord Sumatra; *Iaarb. Mijnw in N. I.* 1917 Verh. Dl. I.
- H. KLOMPÉ (1954) On the supposed upper Paleozoic unconformity in North Sumatra. *Geol. Dep. Fac. Of Sianca, Univ. of Indonesia.* Bandung.
- MUSPER K. A. F. R. (1929) Beknopt verslag over de uitkomsten van nieurs geologische onderzoeken in de Padansche Bovenlanden : *Iaarb. Mijnw in N. I.* 1929 verhandelingen.
- UNGROVE I. H. F. (1938) Geological History of the East Indies *Bull. Ass. of Petr. Geol.* 22. p. 1-70.
- UNGROVE I. H. F. (1947) The Pulse of the Earth : Sec. Edition, Martinus Nijhoff. The Hague.
- VOLZ W. (1899) Beiträge zur geologischen Kenntnis von Sumatra. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.* 50.
- WESTERVELD (1947) On the Origin of the acid volcanic rocks around Lake Toba, North Sumatra; *Verh. Kon. Ned. Ar. V. Est' Afd Natwerk Tipedé Seçtie, Deel XLIII* nr. 1. Amsterdam.
- ZWIERZIJKI J. (1919) Geologische overzichskaart v.d.N.I. Archipal Toelichting bij Blad I. (Nord Sumatra) *Iaarb. Mijnw in N. I.* 1919 Verd Dl. I.
- ZWIERZIJKI J. (1929) Geotectonic map of the Netherlande East Indies, Scale 1 : 5.000.000 *Iaarb Nijnwin N. I.* 1929 Verh.
- ZWIERZIJKI J. (1925) Overzicht van de Triasformatie in Nederlandsch Indie. *Gedenkboek Verbeed Den Haag.*



STUDIUL DE LABORATOR

Studiul materiilor prime, calcar și argilă, din zăcămîntul de la Parapat — Indonezia, a fost efectuat de chimist NICOLAESCU NICOLAE în laboratorul I.C.I.M.C. obținîndu-se următoarele rezultate :

I. MATERII PRIME

A) CALCARE¹⁾

Conținutul calcarului în CaCO_3 a fost determinat cu ajutorul calcimetru lui la probele analizate pe loc în Indonezia și titrimetric la probele analizate de I.C.I.M.C. Conținutul calcarului în MgO a fost determinat cantitativ la unele probe ; la alte probe însă, el a fost apreciat din viteza de degajare a CO_2 din calcar bazindu-ne pe faptul că la calcarele cu conținut de MgO sub 2 %, la atacul în calcimetru cu HCl cu densitatea 1,12 tot CO_2 se degaje instantaneu, în timp ce la calcarele cu conținut de MgO peste 2 %, degajarea CO_2 se face cu atât mai încet cu cât proba respectivă are un conținut de MgO mai mare de 2 % ; la calcarele cu conținut de MgO de peste 5 %, degajarea totală de CO_2 se termină abia după 6 — 8 minute. Metoda aceasta a fost des controlată prin executarea în paralel a determinării cantitative a MgO din proba respectivă, obținîndu-se o bună concordanță.

Din datele înscrise pe harta geologică, rezultă că, calcarul din probele cercetate are în general peste 90 % CaCO_3 ; sporadic apare calcar cu conținut de CaCO_3 sub 90 %. La unele probe se arată un conținut de CaCO_3 de peste 100 % aceasta nu este eroare de determinare ci se datorește prezenței MgCO_3 în proporție mare în proba respectivă.

Probele de calcar din zona orizontului superior al zăcămîntului, zonă reținută ca posibilă de exploatație pentru fabrica de ciment, au un conținut de MgO sub 2 %.

1). Pe harta geologică este trecut sub formă de fracție în dreptul fiecărui început de profil conținutul în CaCO_3 (la numărător) și conținutul în MgO (la numitor). La unele apar 2 sau 3 fracții ; la acele profile materialul a apărut litologic deosebit și profilul a fost divizat în 2 sau 3 sub-profile probele respective fiind analizate separat.



În afară de MgO (sub formă de MgCO₃) calcarul conține ca impurități principale, argilă și bioxid de siliciu liber (cuarț) sau amorf-geliform. În tabelul 5 se arată textura impurităților insolubile în HCl 10%, și cu dimensiunea particulelor mai mare de 0,060 mm (reziduu pe sita de 10.000 och/cm²) al unor probe de calcar.

TABELUL 5

Textura probelor de calcar din zăcămîntul Parapat

Probe	Total peste 0,06 mm	Repartizarea particulelor %			
		0,06—0,09 mm	0,09—0,2 mm	0,2—0,6 mm	peste 0,6 mm
Proba tehnologică 1	4,453	0,328	0,648	0,748	2,776
" " 2	1,932	0,163	0,423	0,589	0,756
" .. 3	0,997	0,086	0,136	0,164	0,611
Probă medie ponderată din profilele 237—284	0,628	0,087	0,095	0,135	0,316
Probă medie ponderată II din profilele 105—120	1,260	0,150	0,238	0,321	0,551
Probă medie ponderată III din profilele 273—303	0,933	0,107	0,194	0,210	0,422
Proba profil 115					
120	0,770	0,137	0,231	0,402	—
239	0,278	0,054	0,124	0,095	—
265	2,370	0,175	0,483	0,492	1,214
303	0,036	0,036	—	—	—
315	0,501	0,014	0,183	0,306	—
320	0,157	0,042	0,067	0,067	—
334	13,666	0,268	0,670	2,577	10,149

Fiecare probă de calcar a fost dizolvată în soluție 10% de acid clorhidric, iar rezidiul insolubil fracționat prin trecerea prin seria de site cu ochiuri de 0,06 mm, 0,09 mm și 0,60 mm.

Examenul microscopic al rezidiilor pe site a dat următoarele rezultate :

Proba tehnologică de calcar 1. Fracțiunea peste 0,60 mm. Rezidiul este format în majoritate de cuarț hidrotermal, cu rare fragmente de gresie silicioasă și pigmenti feruginoși.



Fracțiunea 0,60 – 0,20 mm asemănătoare cu cea de mai sus, în plus cîteva fragmente argiloase limonitice, capilare și fragmente lemnioase silicificate.

Fracțiunea 0,20 – 0,09 mm formată din cca 60% cuarț, circa 35% SiO_2 , criptocristalin amorf geliform, cîteva procente de feldspat alterat, sporadic muscovit. Cristale microscopice de rutil și magnetit formează incluziuni.

Fracțiunea 0,09 – 0,06 mm. Din punct de vedere al constituenților este asemănătoare cu fracțiunea 0,20 – 0,09 mm dar cu o creștere apreciabilă în cuarț, aceasta reprezentind cca 80%.

Proba tehnologică de calcar 2. Fracțiunea peste 0,60 mm. Rezidiul este alcătuit aproape în totalitate din fragmente argiloase, apoi fragmente de gresie silicioasă și cîteva granule de cuarț.

Fracțiunea 0,60 – 0,20 mm. Este asemănătoare cu precedenta în plus se mai observă și cîteva fragmente de SiO_2 criptocristalin amorf geliform.

Fracțiunea 0,20 – 0,09 mm. Este formată din cca 20% cuarț și cca 40% SiO_2 criptocristalin geliform; fragmente argiloase, mică alterată.

Fracțiunea 0,09 – 0,06 mm este formată din cca 30% cuarț, cca 60% SiO_2 criptocristalin amorf geliform, 3–5%, feldspat alterat. Fragmente argiloase și pigmenti feruginoși.

Proba tehnologică de calcar 3. Fracțiunea peste 0,60 mm. Rezidiul este constituit din procente majore de SiO_2 criptocristalin amorf geliform (cu aspect menilitic) apoi din cristale de cuarț, fragmente argiloase-sistoase cu incluziuni fine de cuarț, fragmente de gresie feruginoasă cu liant silicios.

Fracțiunea 0,6 – 0,2. Se constată aceeași compoziție mineralogică ca la proba precedentă dar cu o creștere apreciabilă în componenta SiO_2 criptocristalin amorf geliform și cuarț, pînă la 50%.

Fracțiunea 0,20 – 0,09 mm este constituită din cca 60% SiO_2 criptocristalin amorf-geliform, cca 15% cuarț, cîteva procente de feldspat alterat, fragmente argiloase limonitice și pigmenti feruginoși.

Fracțiunea 0,09 – 0,06 mm conține cca 70% SiO_2 criptocristalin amorf-geliform, apoi granule de cuarț cca 20%, fragmente feldspatice alterate cca 5%, restul este format din fragmente argiloase limonitice, sporadic mică. Magnetit și rutil în incluziuni.



Calcar profil mediu ponderat nr. II. Acest profil mediu ponderat este constituit din probele profilelor geologice nr. 105 a, 108 b, 115, 117, 118 și 120.

Fracțiunea peste 0,6 mm este alcătuită în majoritate din cuarț hidrotermal, alături de fragmente argiloase, unele limonitice, cîteva fragmente de gresie cu liant silicios, cîteva fragmente feldspatice alterate și oxizi feruginoși.

Fracțiunea 0,6–0,2 mm. Sînt prezenți aceiași constituenți mineralogici ca la proba precedentă, dar cuarțul hidrotermal este în proporție mai ridicată.

Fracțiunea 0,2–0,09 mm conține cca 55% SiO_2 criptocristalin amorf-geliform, cca 30% cuarț și cca 5% feldspat; restul este format din fragmente argiloase, oxizi feruginoși și sporadic mică albă.

Incluziuni formate din magnetit și ace de rutil.

Fracțiunea 0,09–0,06 mm. Aceiași constituenți mineralogici ca la proba anterioară, dar cu granulație mai fină. O oarecare creștere a procentului de cuarț.

Calcar profil mediu ponderat nr. III. Acest profil mediu ponderat este constituit din probele geologice ale profilelor nr. 272, 273, 285, 287, 302, 303.

Fracțiunea peste 0,6 mm este constituită din procente aproximativ egale de cuarț hidrotermal și fragmente argiloase feruginoase unele limonitice, alături de cîteva fragmente de gresie silicioasă, feruginoasă.

Fracțiunea 0,6–0,2 mm conține aceiași constituenți mineralogici ca la proba precedentă dar SiO_2 criptocristalin este în procente majore.

Fracțiunea 0,2–0,09 mm este constituită din cca 25% cuarț, cca 65–70% SiO_2 criptocristalin amorf geliform. Restul este constituit din sub 5% fragmente feldspatice, fragmente argiloase și oxizi de fier.

Fracțiunea 0,09–0,06 mm. Componența mineralologică asemănătoare cu fracțiunea precedentă, însă cu o creștere în cuarț pînă la 35%.

Proba calcar profil nr. 115. Fracțiunea peste 0,2 mm. Este constituită din granule de cuarț și SiO_2 criptocristalin, acești compoziții mineralogici formînd procente majore, apoi procente apreciabile de fragmente argiloase limonitice, cîteva fragmente de gresie cu liant silicios, fragmente lemoase și capilare silicificate.

Fracțiunea 0,2–0,09 mm conține cca 35% cuarț, cca 50% SiO_2 criptocristalin amorf geliform, cca 5% feldspat. Restul este format din fragmente argiloase limonitice și pigmenti feruginoși.



Fracțiunea 0,09–0,06 mm conține cca 45% cuarț, cca 50–55% SiO_2 criptocristalin amorf geliform și sub 5% feldspat și pigmenti feruginoși. Se observă și incluziuni de magnetit și rutil.

Proba calcar profil nr. 120. Fracțiunile peste 0,2 mm și între 0,2 și 0,09 mm conțin 65% SiO_2 criptocristalin și cca 35% cuarț. Rare fragmente argiloase limonitice.

Fracțiunea 0,09–0,06 mm conține aceleasi elemente mineralogice și aproximativ în aceleasi proporții ca fracțiunile precedente, dar lipsesc fragmentele argiloase limonitice.

Proba de calcar profil nr. 239. Fracțiunea peste 0,6 mm conține în majoritate cuarț hidrotermal alături de cîteva fragmente de gresie feruginoasă cu liant silicios.

Fracțiunea 0,6–0,2 mm este identică cu fracțiunea anterioară.

Fracțiunea 0,2–0,09 mm este constituită din procente majore de SiO_2 criptocristalin amorf geliform apreciat la cca 55%. Cuarțul este prezent apreciat la cca 40%. Cîteva fragmente de feldspat alterat și sporadic mice. Incluziuni de rutil și magnetit.

Fracțiunea 0,09–0,06 mm indică ca și fracțiunea anterioară.

Proba de calcar profil nr. 265. Fracțiunea peste 0,06 mm. Rezidiul este constituit din cca 40% cuarț, cca 50% SiO_2 criptocristalin amorf geliform, și cca 6% feldspat în parte alterat. Fragmente argiloase limonitice, capilare și fragmente lemnoase silicificate. Cristale microscopice de magnetit și ace de rutil formează incluziuni.

Proba de calcar profil nr. 303. Fracțiunea peste 0,2 mm. Rezidiul este constituit de SiO_2 criptocristalin amorf geliform, fragmente argiloase unele limonitice-granule de cuarț, fragmente de gresie cu liant silicios, capilare și fragmente lemnoase silicificate.

Fracțiunea 0,2–0,09 mm este constituită din cca 50% SiO_2 criptocristalin amorf geliform cca 30% cuarț și sub 10% feldspat alterat. Fragmente rare argiloase și oxizi feruginoși.

Fracțiunea 0,09–0,06 mm are aceiași constituenți mineralogici ca fracțiunea anterioară, cu deosebirea că procentul de cuarț este crescut la cca 45%, conținutul în ceilalți constituenți fiind diminuat proporțional.

Proba de calcar profil nr. 315. Fracțiunea peste 0,2 mm conține cuarț hidrotermal în procente majore. Cîteva procente de fragmente argiloase limonitice, fragmente feldspatice alterate și pigmenti feruginoși.



Fracțiunea 0,2—0,09 mm conține cca 35—40% cuarț, cca 60% SiO_2 criptocristalin amorf sub 1% mică. Feldspatul este sporadic, sănt prezenti pigmenti feruginoși.

Fracțiunea 0,09—0,06 mm. Aceeași constituente mineralogici și aproximativ în aceleiasi proporții ca în fracțiunea anterioară, dar granulația este mai fină.

Proba de calcar profil nr. 325. Fracțiunea peste 0,2 mm. Cuarțul și SiO_2 criptocristalin amorf geliform, formează procente majore. Sunt fragmente argiloase limonitice, cîteva fragmente de gresie silicioasă, capilare și fragmente lemoase silicioase.

Fracțiunea 0,2—0,09 mm. Este constituită din cca 70% SiO_2 criptocristalin amorf geliform cca 25% cuarț și cîteva procente de feldspat; mică pînă la 1%, fragmente argiloase limonitice, pigmenti feruginoși. Cristale microscopice de magnetit și ace de rutil formează incluziuni.

Fracțiunea 0,09—0,06 mm. Aceeași constituente mineralogici și în aceleiasi proporții ca în fracțiunea anterioară, dar de granulație mai fină.

Proba de calcar profil nr. 334. Fracțiunea peste 0,6 mm. Rezidiul este constituit aproape în întregime din SiO_2 amorf geliform criptocristalin (cu aspect menilitic), alături cîteva fragmente de gresie silicioasă și sporadic granule de cuarț.

Fracțiunea 0,6—0,2 mm. Aceeași constituente mineralogici ca și la proba anterioară, dar se observă că sănt mai multe granule de cuarț.

Fracțiunea 0,2—0,09. Este constituită din cca 85% SiO_2 criptocristalin amorf geliform, din cca 10% cuarț. În el predomină feldspatul alterat și pigmenti feruginoși.

Fracțiunea 0,09—0,06 mm este constituită din cca 20% cuarț și cca 80% SiO_2 criptocristalin amorf, geliform. Sporadic mică albă.

În tabelul 6 se dau rezultatele examenului microscopic (constituente mineralogici) al insolubilului în HCl 10%. În general acest insolubil este format în marea lui majoritate din cuarț hidrotermal sau SiO_2 amorf-geliform.

Prezența permanentă a SiO_2 liber în calcar, explică valoarea mare, în general peste 3 și în medie cca 5, a modulului de silice al calcarelor. La unele probe de calcar, în insolubil se constată mici cantități de feldspat, mică și oxizi feruginoși.

În general proporția de particule insolubile în HCl 10% și cu dimensiunea peste 0,060 mm, nu depășește 1%. În unele zone rare de altfel, insolubilul din calcar depășește 1%, atinge chiar 13% (calcar profil 334),

Calcarul are în general modulul de silice cu valoare mare, în medie 5; modulul de aluminiu are însă în general valori mici în jur de 1,6.

Calcarul având însă un conținut de CaCO_3 în medie sub 95%, valoările sale modulare vor influența în oarecare măsură valorile modulare ale klinkerului.

Probele de calcar colectate din orizontul superior al zăcământului de calcar, având în general un conținut de peste 90% CaCO_3 , MgO sub 2% și SiO_2 liber (cuarț sau amorf) în general sub 1%, corespund calitativ, ca materie primă calcaroasă pentru fabricarea cimentului.

B) ARGILE

S-a executat analiza chimică completă la 68 probe de argilă; probele au fost colectate din deschiderile naturale la zi și din puțurile adânci pînă la 3 m.

Atât din punct de vedere litologic cât și din punct de vedere al compoziției chimice, argilele se pot separa în două grupe:

Argile cu structură fină, unsuroase la pipăit, cu conținut de SiO_2 , în jurul de 67% și conținut de $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ în jurul de 22%, având modulul de silice (raportul $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$) sub 4 (medie 3,1);

Argile cu structură grosieră, aspră la pipăit, cu aspect grezos având conținut de SiO_2 peste 71% în jurul de 80% și cu conținut de $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ în jurul de 12%, modulul de silice peste 4 (în jurul de 6,6).

În acest raport vom denumi argile fine pe acelea a căror modul de silice sunt sub 4 și argile silicioase pe acelea a căror moduli de silice sunt mai mari decît 4. Proba de argilă tehnologică care s-a folosit pentru obținerea klinkerului de laborator aparține grupei de argile fine. În tabelul 7 se dau limitele între care variază compoziția chimică și parametrii argilelor cercetate și împărțite în cele două mari grupe: cu modulul silicic sub 4 și peste 4.

Argilele (fine și silicioase) sunt foarte dure și nu sunt deleiabile aşa încît structura lor nu s-a putut determina folosind metoda suspensiei în apă. S-au realizat atunci pe unele probe de argilă tipice, secțiuni subțiri care au fost examineate la microscop. Rezultatele examenului microscopic al secțiunilor subțiri sunt date în tabelul 6. Din cele 14 secțiuni subțiri, 13 provin din argile fine iar una (puț proba II-a) din argilă silicioasă.



TABELUL 6

Examenul microscopic al secțiunilor subțiri din probele de argilă Parapăt

Profil 2. Argila cu diseminări de cuarț (0,006–0,030 mm rar de 0,045 mm) formând uneori aglomerări (insule); mice în lamele de 0,003–0,000 mm).

Profil 6. Material argilos micaceu, conținând sporadic diseminări de cuarț cu dimensiuni maxime de 0,025 mm.

Proba puț, proba II-a, are aspect de gresie cuarțoasă cu liant argilos; granule de cuarț (mai rar feldspat) cu dimensiuni cuprinse între 0,015–0,110 mm frecvente fiind cele de 0,030–0,040 mm; lamele de mică cu dimensiune maximă de 0,015 mm.

Proba puț 11, proba 11 b, conține argilă cu dimensiuni de cuarț fin granular, pînă la 0,015 mm dimensiune maximă, foite de mică de 0,006 mm.

Proba puț XI, proba CL a. Argila conține apreciabile cantități de silice amorfă (geliformă) și plaje (insule) de cuarț în granule de 0,009–0,045 mm.

Proba puț XL, proba XL b este un material argilos conținând dispersări de silice amorfă geliformă, foarte rar cuarț cu dimensiune maximă de 0,015 mm.

Proba puț XLV, proba XLV a este o argilă conținând diseminări de silice amorfă geliformă și cuarț foarte fin. Dimensiunea cuarțului 0,006 mm. Proporția de silice amorfă și cuarț (împreună) cca 25%.

Proba puț XLV, proba XLV b. Identică cu proba XLV a.

Profil 133. Argilă micacee conținând frecvente diseminări cu cuarț de dimensiuni între 0,006 și 0,040 mm, cele mai frecvente fiind cele de 0,015 mm.

Profil 134, proba 134 a. Argilă conținând sporadice diseminări de cuarț fin granular (0,006–0,015 mm) și foite de mice.

Profil 262, proba 262. Argilă micacee cu frecvente diseminări de cuarț de dimensiuni între 0,006 mm și 0,040 mm, cele mai frecvente fiind cele cu dimensiuni de 0,025 mm. Proporția de cuarț este de cca 30%.

Profil 263, proba 263. Argilă ușor sericitoasă, conținând cuarț fin dispersat în masă, în proporție de cca 15%. Dimensiunea cuarțului pînă la 0,015 mm.

Proba tehnologică, proba Ta. Argilă de culoare cenușiu-verzuie. Argilă (caolinitică) cu incluziuni de cuarț de dimensiuni de la cîțiva microni pînă la 0,015 mm.

Proba tehnologică, proba Tb. Argilă de culoare cafeniu deschis. Argilă (caolinitică) cu incluziuni de cuarț de dimensiuni de la cîțiva microni pînă la 0,015 mm.

TABELUL 7

Variatiile compozиiilor chimice ale probelor de argilă din zăcămîntul Parapăt

Proba tehnologică	Modul silicic sub 4 (54 probe)	Modul silicic peste 4 (14 probe)			Media întregii lui zăcămînt	Argila medie pentru klinker	
		Maxi- mum	Media	Mini- mum			
Pierdere la calcinare %	5,674	6,42	4,92	3,18	5,26	3,10	1,78
SiO_2	66,269	72,20	67,09	60,19	92,52	80,94	71,33
Al_2O_3	15,460	19,50	16,36	13,79	12,65	8,71	1,80
Fe_2O_3	5,581	7,17	5,59	2,00	6,85	3,44	1,83
TiO_2	0,764	1,00	0,73	0,45	0,69	0,42	0,22
Mn_3O_4	0,210	0,21	0,11	0,03	0,19	0,11	0,05
CaO	0,719	2,98	0,31	urme	1,38	0,37	0,14
MgO	1,643	1,80	1,27	0,39	1,20	0,79	0,48
K ₂ O	2,468	3,53	2,37	1,20	1,55	1,27	1,20
Na ₂ O	1,099	1,84	1,15	urme	1,55	1,17	0,92
Alcalii ca Na ₂ O	—	4,08	2,98	2,09	2,56	1,87	0,47
SO ₃	0,085	0,18	0,08	urme	0,05	0,00	0,07
Modul silicic	3,12	3,85	3,06	2,40	9,84	6,66	4,12
Modul de alumina	2,69	9,19	2,92	2,16	5,52	2,53	1,46



În toate argilele fine SiO_2 liber este prezent sub formă de cuarț sau amorfeliform; dimensiunea particulelor de SiO_2 nu depășește 0,045 mm. La proba profil 262 proporția de cuarț este de cca 30%, dar dimensiunea maximă este de 0,040 mm, predominând însă cuartul cu dimensiunea de 0,025 mm. Cuarțul cu asemenea dimensiuni este reacționabil cu CaO la temperatura de klinkerizare de cca 1400°C. Prezența constantă a SiO_2 liber în argile explică modulul de silice relativ ridicat al acestora. Sporadic apar la unele probe foite de mică. Argilele fine au conținut relativ mare de SiO_2 față de conținutul lor de $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, de unde rezultă în general modulul de silice cu valoare mai mare decât aceea dorită să o aibă o argilă folosită la fabricarea cimentului. De asemenea argilele fine au un conținut relativ mic de Fe_2O_3 față de conținutul de Al_2O_3 , de unde rezultă un modul de aluminiu în general mai mare decât cel pe care trebuie să-l aibă o argilă pentru fabricarea cimentului.

Conținutul argilelor fine în CaO este extrem de mic, în jur de 0,5% și se găsește combinat sub alte forme decât CaCO_3 .

Argilele fine conțin oxid de potasiu în proporție apreciabilă, în medie 2,3% dar în unele probe el depășește 3%; conținutul acestor argile în oxid de sodiu variază în jur de 1%. Proporțiile acestor oxizi în argilă este favorabilă, ei acționează ca fondanți, ușurind procesul de klinkerizare.

Argilele conțin cantități neglijabile, de la urme pînă la maximum 0,18%, de combinații ale sulfului.

Valorile modulilor de silice și de aluminiu din klinker sunt determinate în cea mai mare măsură (pentru cazul amestecului simplu de calcar cu argilă) de valorile modulare ale argilei. Argila fină avînd în general un modul de silice relativ mare (ceva peste 3) și asemenea un modul de aluminiu mare (în jur de 2,9) klinkerul obținut din amestecul simplu de calcar cu argilă va avea moduli mai mari decât valorile normale, el se va klinkeriza relativ greu. Calcarul are și el modul de silice mare, în medie mai mare decât cel al argilei și avînd și conținutul de CaCO_3 sub 95% modulul de silice al calcarului. Această influență a calcarului este cu atît mai apreciabilă cu cît argila avînd conținutul extrem de mic de CaO (sub 0,5%) întreaga cantitate de CaO din klinker va proveni din calcar, deci în amestecul simplu de calcar-argilă, calcarul va intra în proporție de 80 – 95%. Prin urmare klinkerul va avea practic un modul de silice mai mare decât cel al argilei, și se va klinkeriza greu sau poate va fi practic de neklinkerizat (uzură mare și distrugeri rapide ale căptușelii refractare în zona de klinkerizare, consum specific de combustibil mare, productivitatea cupitorului scăzută).

Apare deci necesitatea folosirii unei a treia materii prime bogat feruginoasă care adăugată în proporție convenabilă amestecului de calcar-argilă, să dea un klinker cu compoziție chimică corespunzătoare, din care să rezulte moduli de silice și aluminiu cu valori normale.

Din cercetările de laborator și din rezultatele obținute, s-a ajuns la concluzia că argila cu modul silicic sub 4 din probele cercetate poate fi reținută ca materie primă argiloasă principală pentru fabricarea cimentului.

Argila silicioasă este caracterizată prin prezența cuarțului în proporții mari, în unele probe el reprezentând 40–50% din totalul componenților mineralogici. Din această cauză argila are modul de silice mare, în medie 6,6 variind de la 4,12 la 29,84.

Examenul microscopic al probelor de argilă silicioasă; în tabelul 6 sunt rezultatele de la proba II-a din puțul II; ele dă o orientare suficientă asupra structurii mineralogice a acestui tip de argilă. În proba II-a, granulele de cuarț au dimensiunea maximă de 0,100 mm, materialul având o structură nu prea grosieră. La alte probe cu structură mai grosieră cuarțul și silicea amorfă apar și în granule cu dimensiuni de peste 0,5 mm. Este problematică zdrobirea în morile industriale a SiO_2 liber de dimensiuni de peste 0,5 mm pînă la dimensiuni de ordinul zecilor de microni așa ca SiO_2 liber să fie făcut mai ușor reacționabil cu CaO din calcar. Argila silicioasă are modulul de silice cu valoare mare față de un modul de aluminiu mult mai mic (cca 6,6 față de cca 2,5); folosirea ei în materia crudă obligă la folosirea a încă două materii prime de corecție; una bogat feruginoasă pentru a scădea sensibil modulul de silice, dar prin aceasta modulul de aluminiu va scădea la valori foarte mici, de unde necesitatea folosirii celei de a două materii prime de corecție, bogat aluminoasă pentru a se ridica modulul de aluminiu la valoarea normală.

Argila silicioasă prezintă variațiuni în compoziția chimică mult mai mari decât argila fină. De exemplu SiO_2 din argila silicioasă variază de la 71,33% la 92,52% (21,2 procente) în timp ce în argila fină SiO_2 variază numai cu 12 procente, de la 60,19% la 72,20%. Aceeași constatare și pentru Al_2O_3 ; acest component variază în argilă silicioasă cu 10,8 procente (de la 1,80% la 12,65%) în timp ce la argila fină variația Al_2O_3 este de 5,7 procente (de la 13,79% la 19,50%). De notat că variațiunile compoziției chimice ale argilei silicioase, arătate mai sus, sunt date de 14 probe, în timp ce la argila fină variațiunile compoziției chimice se referă la 54 probe.

Față de cele arătate mai sus, argila silicioasă se exclude ca materie primă argiloasă principală pentru fabricarea cimentului.



II. KLINKERE ȘI CIMENTURI DE LABORATOR

Pentru a verifica calitatea calcarului și argilei din zăcămîntul Parapat din punctul de vedere al folosirii lor ca materii prime principale pentru fabricarea cimentului precum și pentru stabilirea rețetei de fabricație și a procesului tehnologic de fabricație, s-a propus realizarea unor klinkere respectiv cimenturi de laborator. Pentru realizarea klinkerelor de laborator s-au folosit următoarele materii prime :

1. *Materii prime din zăcămîntul Parapat - Indonezia.* S-au colectat trei probe de calcar din trei zone ale zăcămîntului de la Parapat, din orizontul superior. Fiecare din aceste probe este constituită numai dintr-unul din cele trei tipuri de calcar identificate ca fiind prezente în orizontul superior.

Proba de calcar 1 este colectată din zona profilelor 121—122, punct denumit cariera III, întrucât în acest punct este deschisă o mică carieră din care locuitorii extrag calcarul pentru nevoie locale. Acest tip de calcar este de culoare alb-gălbui stratificat și cu numeroase vine de calcită. Este rezistent la lovire. Calcarul din această zonă are în general peste 90% CaCO₃, dar sunt și unele zone unde materialul are sub 70% CaCO₃, cu un conținut mai mare de argilă. Proba este caracterizată prin modul de silice ridicat 12,70, datorită conținutului mare peste 4% de SiO₂ liber sub formă de cuarț hidrotermal. Calcarul are un conținut de CaCO₃ de 93,77%. În tabelul 5 se arată textura acestui calcar, și compoziția mineralogică ai insolubilului în HCl 10% iar în tabelul 8 compoziția chimică.

Proba de calcar 2 este colectată din zona profilelor 265—266, punct denumit cariera I. În acest punct este deschisă o carieră din care pînă recent s-a extras calcar pentru nevoie locale. Acest tip de calcar este de culoare cenușie asemănător cu ardeziei; în zăcămînt este stratificat și are numeroase vine de calcită; este foarte rezistent la lovire, mult mai rezistent decît calcarul 1. Calcarul are numai 82,19% CaCO₃ fiind impurificat cu argilă și cu SiO₂ liber (cuarț și amorf-geliform). Din cele trei probe de calcar, acesta are totuși modulul de silice cel mai mic 3,38.

Proba de calcar 3 este colectată din zona profilelor 237 și 303; punctul a fost denumit cariera II. În acest punct este deschisă numai o mică carieră.

Acest tip de calcare are aceeași culoare cenușie ca și calcarul 2 dar apare în zăcămînt mai puțin stratificat și este mai sărac în vine de calcită decît calcarele 1 și 2; la lovire este tot atît de rezistent ca și calcarul 2. La zdrobire bucațile rezultate se deosebesc net de acelea obținute din zdro-



birea calcarelor 1 și 2. La zdrobire, spărtura calcarului 3 este concoidală, bucățile sănt în general lunguiete amintind aşchiile lemnului, muchiile sănt tăioase. Conținutul în CaCO_3 este de numai 90,77 %. Calcarul are modul de silice mare, 5,11 conținând SiO_2 liber (cuarț, amorf-geliform) și argilă ; elementele secundare au însă în general dimensiuni sub 0,060 mm, căci insolubilul în HCl rămas pe sita 0,06 (10.000 och/cm²) este de numai 0,997 % în timp ce analiza chimică arată un conținut de SiO_2 de 7,055 % față de $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ de 1,38 %.

b) Proba de argilă colectată din puțurile VII și VIII, din strate în loc, la adâncimea de 2 m de la suprafața zăcămîntului de argilă, este constituită în majoritate din argilă cu structură fină, unsuroasă la pipăit. După culoare însă în probă se deosebesc două tipuri de argilă ; o argilă de culoare cenușie-verzui notată în tabelul 6 cu Ta și o altă argilă de culoare cafeniu-deschis notată în același tabel cu Tb. Examenul microscopic și chimic nu a arătat că există deosebire între argila de culoare cenușiu-verzui și aceeaă cafeniu deschis. Compoziția chimică a argilei tehnologice este dată în tabelul 8. Între compoziția chimică a argilei tehnologice și aceeaă medie a celor 54 probe cu modul silicic sub 4 (tabelul 7), diferențele sănt foarte mici, ceea ce duce la concluzia că proba de argilă tehnologică este o probă reprezentativă a tipului de argilă cu modul silicic sub 4, cu structură fină. Modulul silicic al argilei tehnologice este 3,12 față de 3,06 cît este modulul silicic mediu al celor 54 probe de argile fine ; modulul de aluminiă al argilei tehnologice este de 2,69 față de 2,92 media celor 54 probe de argile fine.

Examenul microscopic (tabelul 6) arată prezența în argila tehnologică a cuarțului în dimensiuni pînă la 0,015 mm. Prezența cuarțului diseminat în masa de argilă explică astfel modulul silicic relativ mare 3,12 al argilei tehnologice ; cuarțul are însă dimensiuni sub 0,015 mm și deci el va reacționa relativ ușor cu CaO.

O probă de argilă denumită argilă silicioasă s-a realizat în laboratorul ICIMC amestecînd cantități egale din cele 14 probe de argilă silicioasă (tabelul 9).

Am presupus că la zăcămîntul de argilă în zona prospectată, argila silicioasă apare în proporție de 30—40 %. S-a amestecat atunci 40 părți argilă silicioasă (proba realizată cum s-a arătat în aliniatul precedent) cu 60 părți argilă tehnologică. S-a realizat astfel o argilă pe care am denumit-o argilă medie. Compoziția chimică a argilei medii este dată în tabelele 8 și 9. În tabelul 7 se arată în penultima coloană, compoziția chimică medie a argilei de la suprafața zăcămîntului (medii aritmetice ale celor 69 probe



TABELUL 8

Analizele chimice ale materiilor prime folosite pentru realizarea klinkerelor de laborator

	C a l c a r			A r g i l ă		C o r e c t u r i	
	1	2	3	Tehno-logică	Medie	Cenușe de pirită	Bauxită
Pierdere la calcinare %	41,603	37,939	40,475	5,674	4,68	0,60	13,987
SiO ₂	4,816	12,276	7,055	66,269	72,07	10,55	5,304
Al ₂ O ₃	0,274	2,594	0,930	15,460	12,75	0,77	65,471
Fe ₂ O ₃	0,105	1,040	0,450	5,589	4,75	78,55	13,668
Mn ₃ O ₄	—	—	—	0,210	0,18	0,56	—
CaO	51,728	45,386	50,350	0,719	0,59	—	—
MgO	1,405	0,765	0,630	1,643	1,31	—	—
TiO ₂ , SO ₃							
K ₂ O, Na ₂ O, ZnO	0,069	—	0,110	4,436	3,67	8,97	1,570
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
CaCO ₃ %	93,77	82,19	90,77	—	—	—	—
Modul de silice	12,70	3,38	5,11	3,12	4,12	0,13	0,067
Modul de aluminiă	2,61	2,49	2,06	2,69	2,68	0,009	4,79

TABELUL 9

Analizele chimice ale probelor de argilă folosite pentru construirea probei medii de argilă medie

	Argilă proba tehnologică	Argilă silicioasă modul silicic peste 4, medie pe 14 probe		Argilă medie 60% argilă A + 40% argilă B	
		A	B		
Pierdere la calcinare %	5,674	3,207		4,68	
SiO ₂	66,269	80,776		72,07	
Al ₂ O ₃	15,460	8,678		12,75	
Fe ₂ O ₃	5,581	5,509		4,75	
TiO ₂	0,764				
Mn ₃ O ₄	0,210	0,113		0,18	
CaO	0,719	0,393		0,59	
MgO	1,643	0,791		1,31	
K ₂ O	2,488	—		—	
Na ₂ O	1,099	—		—	
Alcalii ca Na ₂ O	—	—		—	
SO ₃	0,085	—		—	
Total	100,000	—		—	
Modul de silice	3,12	6,62		4,12	
Modul de aluminiă	2,69	2,47		2,68	

TABELUL 10

Compozițiile chimice, mineralogice și parametrii klinkerelor de laborator din materii prime zăcămîntul Parapat-Indonezia

Nr. control	5240 1	5241 2	5242 3	5243 4	5244 5	5245 5 bis	5246 6
Calcar tehnologic nr. Argila	1 tehnol	2 tehnol	3 tehnol	2 tehnol	2 tehnol	2 tehnol	1 medie
I. Proporții de materii prime :							
Calcar %	81,708	93,867	84,820	94,284	92,424	94,448	82,440
Argilă %	15,773	4,518	12,925	5,716	6,013	3,953	13,520
Cenușe de pirită %	2,519	1,615	2,255	—	1,563	1,597	1,731
Bauxită %	—	—	—	—	—	—	2,309
II. Compoziția chimică a klinkerului.							
Pierdere la calcinare %	0,06	0,10	0,10	0,24	0,12	0,20	0,21
SiO ₂ %	22,35	22,35	22,48	23,98	22,95	21,79	22,10
Insolubil în HCl %	0,05	0,07	0,21	0,08	0,11	0,10	0,00
Al ₂ O ₃ %	4,36	4,62	4,48	5,18	5,36	4,23	6,05
Fe ₂ O ₃ %	4,87	4,16	4,46	1,90	3,52	4,10	3,68
CaO %	65,50	66,79	66,75	66,62	65,44	87,79	64,46
MgO %	nedorz.	1,80	1,47	1,67	1,41	1,96	2,61
Total :	97,19	99,89	99,95	99,67	98,91	100,17	99,11
III. Compoziția mineralogică a klinkerului							
Silicat tricalcic %	55,55	61,66	59,94	55,39	50,68	72,17	49,08
„ bicalcic %	18,56	13,25	14,97	22,73	22,85	4,02	21,07
Aluminat tricalcic %	3,31	5,21	4,33	10,51	8,25	4,27	9,81
Aluminat-feritetracalcic %	14,82	12,66	13,57	5,78	10,71	12,48	11,20
IV. Parametrii klinkerului							
Modul de silice	2,42	2,54	2,51	3,38	2,58	2,61	2,27
Modul de aluminiă	0,89	1,11	1,00	2,72	1,52	1,03	1,64
Calcea standard %	92,53	94,63	94,02	89,81	90,11	98,91	90,64
Faza lichidă la;							
1.340 °C %	12,13	17,49	16,26	13,26	22,88	16,51	25,05
1.400 °C %	25,07	24,58	24,50	21,13	23,56	23,46	28,55
V. Klinkerizarea							
Temperatura de klinkerizare in grade C	1,380	1,380	1,380	1,500	1,380	1,420	1,460
Durata la temperatura de klinkerizare ore	Oh. 45	O.h.45	O.h.45	2.h.00	O.h.45	1 h.00	1.h.00

TABELUL 11

Rezultatele la 3 și 7 zile ale încercărilor fizico-mecanice asupra cimenturilor realizate din materii prime din zăcămîntul Parapat-Indonezia

Ciment	1	2	3	4	5	5 bis	6	STAS 388-49 ciment marca P 400
Nr. control	5240	5241	5242	5243	5244	5245	5246	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Materii prime folosite Argila T este argila tehnologică Argila M este argila medie din 40% argilă silicioasă și 60% argilă tehnologică	calcar 1 argila T pirita —	calcar 2 argila T pirita —	calcar 3 argila T pirita —	calcar 2 argila T pirita —	calcar 2 argila T pirita —	calcar 2 argila T pirita —	calcar 1 argila M pirita bauxită	
Calcea standard %	92,53	94,63	94,02	89,81	0,11	98,91	90,64	
Greutatea specifică a cimentului gr/cm ²	3,18	3,16	3,16	3,12	3,14	3,19	3,16	peste 3
Finetea de măcinare: rezidu pe sita de 0,09 = 4 900 och/cm ² suprafața specifică cm ² /gr	4,7 2551	6,4 2 403	5,2 2 814	5,1 2 756	6,1 2 403	2,6 2 644	3,3 2 597	sub 15 %
Priza: pasta normală din ciment cu apă cu amestec la % începutul prizei sfîrșitul prizei	25,0 4h. 15 5h. 45	26,7 4h. 15 5h. 45	23,7 4h. 00 5h. 00	27,0 5h. 45 4h. 45	26,7 4h.15 5h.15	26,7 3h.45 4h.45	22,7 2h.45 3h.15	peste o oră sub 10 ore
Rezistențe mecanice: pe probe din mortar 1:3 cu nisip monogranular STAS, conservarea 1 și aer umed, restul timpului în apă.								
Tracțiunea după 3 zile kg/cm ² după 7 „ „	22,5 28,1	25,5 31,1	26,0 28,9	23,8 35,1	26,0 29,1	25,6 31,8	21,6 23,6	min. 20 min. 25
Compresiunea : după 3 zile kg/cm ² „ 7 „ „	255 318	284 404	266 382	290 395	243 361	340 412	241 366	min. 200 min. 280
Constanța volumului Le Chatelier pastă normală, fierbere în abur, turte =	2 mm bună	3 mm bună	2 mm bună	2 mm bună	2 mm bună	2 mm bună	28 mm inconstant	max. 10 mm bună



de argilă analizate). Comparând compoziția chimică a argilei medii realizată în laborator, cu aceea medie calculată pentru suprafața prospectată, se constată că există deosebiri, dar ordinea de mărime este practic aceeași. Deși argila silicioasă nu poate fi reținută ca materie primă argiloasă pentru fabricarea cimentului, a fost cercetată în laborator pentru ca problema materiilor prime, să fie studiată din toate punctele de vedere.

2. Materii prime din R.P.R. Din R.P.R. ne-am procurat materiile prime de corecție cenușe de pirită și bauxită; asemenea și gipsul necesar pentru reglarea timpului de priză al cimentului.

Analizele chimice ale cenușei de pirită și bauxită, sunt date în tabelul 8. La gips s-a determinat apa de cristalizare, de unde am calculat că are un conținut de $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ de 90%.

Klinkerele. Întreaga cantitate din fiecare materie primă a fost concasată separat la dimensiunea sub 10 mm, bine omogenizată apoi măcinată la o finețe de cca 40 % rezidu pe sita de 0,09 (4900 och/cm²).

Din materiile prime astfel măcinate s-au realizat amestecurile în proporțiile calculate. Fiecare amestec de materie primă s-a omogenizat apoi în omogenizator timp de 3 ore, după care amestecul a fost introdus în moara de laborator și măcinat pînă la finețea de 8% rezidu pe sita de 0,09 (4900 och/cm²). Fiecare făină corespunzătoare unui tip de klinker a fost transformată în cărămizi mici (80 × 40 × 10 mm) care au fost arse în cuptor fix. În cuptor temperatura klinkerului a fost măsurată cu pirometrul optic. La prima ardere temperatura în cuptor a fost măsurată în paralel atît cu pirometrul optic cît și cu ajutorul conurilor pirometrice (fabricate Tonindustrie) constatîndu-se concordanțe între indicațiile pirometrului optic și conurile pirometrice.

Klinkerele obținute au fost concasate la dimensiunea sub 10 mm și apoi măcinate în moara de laborator; la măcinare s-a adăugat gips, în proporție de 3%.

Din fiecare klinker, după concasare și înainte de adăugarea gipsului s-a luat o probă medie care a fost supusă analizei chimice. Rezultatele sunt date în tabelul 10.

Măcinarea a fost oprită în momentul cînd cimentul a ajuns la o finețe corespunzătoare unei suprafețe de 2400 – 2800 cm²/g. Cimenturile au fost apoi imediat încercate după metodele conform STAS 227-49. Rezultatele sunt date în tabelul 11.



Cu materiile prime enumerate mai sus, și în condițiunile arătate în aliniatele precedente s-a realizat șapte klinkere respectiv șapte cimenturi.

Cu fiecare din cele trei tipuri de calcar s-a realizat cîte un klinker din amestec din calcarul respectiv cu argila tehnologică și corecție de cenușe de pirită, pentru a se obține un modul de silice de 2,4 — 2,5. Aceste trei klinkere sunt notate 1, 2, 3, după numărul pe care îl are calcarul respectiv.

Klinkerul 1 fiind obținut cu calcar 1 care are un conținut de SiO_2 liber de cca 4%, are calcea standard ceva mai scăzută (92,5%) decît klinkerele 2 și 3 care au calcea standard practic egală, (94,6% respectiv 94,0%).

Klinkerul 4 este obținut din amestecul simplu de calcar 2 cu argilă, cu scopul de a se determina comparativ cu klinkerele 1, 2, 3, cum se desfășoară procesul de klinkerizare. Avînd în vedere valorile mari modulare ale klinkerului obținut din amestec simplu de calcar cu argilă, am fixat pentru acest klinker calcea standard la valoarea mai scăzută, în jurul a 90%, obținîndu-se real 89,8%.

Pentru a stabili rețeta optimă de fabricație precum și pentru a verifica influența variațiunilor în compoziția amestecului de materii prime asupra procesului de klinkerizare și asupra calității klinkerului, s-au realizat încă două klinkere de calcar 2 cu argilă tehnologică și cenușe de pirită : klinkerul 5 cu modul de silice în jurul de 2,5 iar calcea standard 90% și klinkerul 5 bis cu același modul de silice ca al klinkerului 5, dar cu calcea standard cca 99%.

Klinkerul 6 s-a realizat din amestec de calcar cu argila medie, cenușe de pirită și bauxită. Acest klinker s-a realizat cu scopul verificării practice și demonstrarea că pentru argila cu modul silicic mare este nevoie să se folosească două materii prime de corecție ; de asemenea s-a urmărit verificarea desfășurării și a procesului de klinkerizare.

În tabelul 10 se dau proporțiile de materii prime pentru fiecare din cele șapte klinkere ; se arată analiza chimică a klinkerelor precum și compoziția lor mineralologică ce rezultă din calcul ; în același tabel se mai indică pentru fiecare klinker, valorile modulilor de silice aluminiă și ale calcei standard ; pentru a se aprecia ușurința de klinkerizare s-au calculat proporțiile de fază lichidă în klinker pentru temperaturile de 1340°C și 1400°C. Tot în acest tabel se arată temperatura de ardere și timpul (durata) cît klinkerul respectiv a fost ținut în cuptor la temperatură de ardere.

Referitor la procesul de klinkerizare, din datele tabelului 10 precum și din aspectul klinkerelor rezultă :

a) Amestecuri cu calce standard 90 – 95% realizate din oricare din cele trei tipuri de calcar cu argilă tehnologică corectată cu cenușă de pirită, se klinkerizează ușor și la o temperatură sub aceea normală dată de cuptoarele industriale ; (klinkerele 1, 2, 3, și 5).

b) Amestecul cu calce standard 99% din argilă tehnologică corectată cu cenușe de pirită și cu calcar Parapat, se klinkerizează normal și la temperatura întâlnită curent în cuptoarele industriale rotative (klinkerul 5 bis).

c) Amestecul simplu de argilă tehnologică, se klinkerizează foarte greu ; la temperatura de klinkerizare de 1500°C, durata de ardere a fost de 2 ore, deci mai mult decât dublul duratei de klinkerizare a amestecurilor 1 – 3. Pentru a aduce durata de klinkerizare la valoare egală cu aceea a amestecurilor 1 – 3 adică la 45 minute, ar fi trebuit să urcăm temperatura în cuptor la 1550°C.

Temperatura de 1550°C este deja o temperatură care depășește temperaturile uzuale economice din cuptorul rotativ ; în ceea ce privește temperatura de peste 1550°C, la care corespunde o durată normală de ardere, aceasta este o temperatură neeconomică și este discutabilă dacă se poate atinge fără luarea unor măsuri speciale în legătură cu combustia și cu calitatea căptușelii refractare.

Rezultatele practice obținute confirmă în totul afirmația că amestecul simplu de calcar cu argilă cu modul silicic sub 4 din zăcămîntul de la Parapat se klinkerizează foarte greu sau va fi practic neklinkerizat din cauza temperaturii ridicate de klinkerizare, ceea ce are drept consecință uzura rapidă a căptușelii refractare, consum specific de combustibil mare, productivitatea cuptorului scăzută (klinkerul 4).

d) Amestecul de calcar de Parapat, cu argilă medie corectată cu cenușă de pirită și bauxită, se klinkerizează relativ greu ; toate probele de klinker ce au fost scoase din cuptor cind s-a atins temperatura de 1400°C la răcire s-au pulverizat complet indicând că în masa klinkerului la temperatura de 1400°C predomină silicatul bicalcic-beta ; la răcirea klinkerului, silicatul bicalcic beta trece în forma gama, din care cauză apare fenomenul de pulverizare spontană a bucătîilor de klinker ; fenomenul a dispărut după ce s-a atins temperatura de 1430°C. În masa klinkerului realizat, se observă numeroase puncte albe și mici alveole cu aspect de geodă ; alveolele au perete de culoare albicioasă ; punctele albe examineate cu o lupă cu grosimea mare, au de asemenea aspect de geodă cu



pereți de culoare albicioasă ; examenul microscopic al acestei substanțe albicioase arată că este silicat bicalcic. Explicația fenomenului este simplă ; în locurile unde în masa klinkerului apar alveole și puncte albe, inițial au fost granule de cuarț cu dimensiuni mai mari. Din cauza dimensiunii mari granulele de cuarț nu au avut suficient CaO la dispoziție, pentru a se forma silicatul tricalcic și nici durată suficientă de ardere pentru ca în faza lichidă să se difuzeze și să poată uniformiza masa klinkerului, prin aportul de CaO din zonele imediat învecinate cu granulele de cuarț, permisind formarea de silicat tricalcic din silicatul bicalcic. Raționamentul de mai sus duce la concluzia că în masa klinkerului a rămas CaO necombinat și aceasta se confirmă prin rezultatele încercărilor fizico-mecanice ale cimentului : turta de ciment fiartă 4 ore în abur prezintă inconstanță de volum, iar cu acul Le Chatelier s-a obținut o expansiune de 28 mm (STAS prevede ca maximul 10 mm). Analiza chimică a acestui klinker este dată în tabelul 10.

Insolubilul este zero, dovedă că tot SiO_2 , combinat cu argilă sau liber sub formă de cuarț și amorfo-geliform, a reacționat cu CaO. Modulii de silice și aluminiu au valori absolut normale 2,27 respectiv 1,64. La aceste valori modulare, calcea standard putea avea valori de 94 – 95 % ; am realizat însă klinkerul cu o calce standard scăzută, 90,64 % pentru motivul că am prevăzut o klinkerizare dificilă din cauza prezenței cuarțului în materia primă. Klinkerul cu calcea standard 94 – 95 % s-ar fi ars și mai greu decât cel ce am realizat.

Calcea liberă din acest klinker ar fi dispărut întrînd complet în reacție, dacă realizam fie o ardere la temperatură peste 1500°C , fie dacă menținând temperatura la 1460°C lungă de $1\frac{1}{2}$ – 2 ore durata de ardere. Toate cele de mai sus duc la concluzia că prezența argilei silicioase în proporție de cca 40 % în materia crudă (amestecul de materii prime măcinată gata de a fi supuse klinkerizării) îngreunează foarte mult procesul de klinkerizare.

Klinkerizarea celor șapte amestecuri de materii prime din zăcământul de la Parapat duce la următoarele concluzii :

Klinkerul obținut din amestecul simplu de calcar cu argilă cu modul silicic sub 4, se klinkerizează foarte greu, chiar în cazul cind calcea standard are valoare scăzută ;

Klinkerul obținut din amestecul de calcar cu argilă cu modul silicic sub 4 și cu adaos de cenușă de pirită se klinkerizează foarte ușor, permisind variațiuni apreciabile ale modulului de aluminiu și în special ale calcei standard ;



Klinkerul obținut din amestecul de calcar cu amestec de 40% argilă silicioasă și 60% argilă cu modul silicic sub 4, cu corecție de cenușă de pirită și bauxită, se klinkerizează greu, fiind toate șansele să se obțină klinker cu procent ridicat de CaO liber, chiar la o materie crudă cu calce standard scăzută.

Cimenturile. Cimenturile obținute prin măcinarea klinkerelor, au fost supuse încercărilor fizico-mecanice conform STAS 227-49. Rezultatele acestor încercări fizico-mecanice sunt arătate în tabelul 11.

Toate klinkerele s-au măcinat extrem de ușor și din această cauză nu s-a putut stăpini bine măcinarea și s-a putut realiza toate cimenturile cu suprafață specifică (respectiv reziduri pe site) practic egală. Suprafață specifică variază de la $2403 \text{ cm}^2/\text{gr}$ pînă la $2814 \text{ cm}^3/\text{gr}$ și corespunde cu valorile cimenturilor măcinate în fabricile noastre de ciment.

Toate cimenturile au în general începutul prizei relativ lung, dar, sfîrșitul prizei scurt, în general 1 oră după începutul prizei.

Cu excepția cimentului 6, cimenturile au o bună constanță de volum.

În ceea ce privesc rezistențele mecanice, toate cimenturile realizate din materia primă, din zăcămîntul de la Parapat, după rezultatele obținute la 3 și 7 zile corespund cimentului marca P. 400.

Concluziile de mai sus urmează să fie confirmate și de rezultatele rezistențelor la 28 zile; dar creșterile de rezistență de la 3 la 7 sunt normale aşa că nu există temeri de a apărea vreo surpriză.

ÎNCERCĂRI FIZICO-MECANICE ASUPRA MATERIILOR PRIME DIN ZĂCĂMÎNTUL PARAPAT ȘI ASUPRA MATERIEI CRUDE

În vederea dimensionării secției de prepararea materiei crude (pastă) cele trei feluri de calcar precum și argila au fost supuse încercărilor fizico-mecanice conform STAS 730—49.

Rezultatele se dau mai jos, comparativ cu calcarul de la Bicaz :

Calcarele și argila sunt foarte dure, bulgării de abea au putut fi sparți cu ciocanul; de asemenea atit bulgării de calcar cît și cei de argilă sunt foarte fisurați și din această cauză nu s-au putut tăia cuburile de $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}$ necesare pentru determinarea rezistenței la compresiune. Separat s-a determinat aptitudinea la măcinare a fiecărui calcar și argilă în parte. Pentru a se stabili procesul tehnologic de prepararea pastei de materii prime, s-au făcut determinări de aptitudine la măcinare și pe



amestecuri de calcar cu argilă; proporția de argilă a fost astfel aleasă ca să rezulte amestecuri de 80% și 70% CaCO₃. Comparativ s-a determinat aptitudinea la măcinare a calcarului de la Bicaz, cunoscut ca un calcar rezistent la măcinare.

Felul determin.	C A L C A R E				Argile tehnolog.
	Bicaz	1	2	3	
Greut. specif. aparentă g/cm ²	n.d.	2 6769	2 6797	2 6861	2 2805
Rezist. la uzură "Böhme" g/cm ²	n.d.	0,189	0,402	0,139	—
Rezist. la uzură „Deval” %	17,0	5,6	9,8	6,0	11,9
Rezist. la soc pe piatră spartă „Föppl” %	87,40	78,84	77,34	78,09	67,30
Rezist. la compr. pe piatră spartă %		69,29	65,92	68,35	61,86

Aptitudinea la măcinare s-a determinat după metoda Ghiprotem. Rezultatele rezumative sunt arătate în tabelul 12.

Datele din acest tabel duc la concluzia că atât calcarele cât și argilele, măcinate separat sau împreună, au aptitudini la măcinare mai puțin bune față de calcarele de la Bicaz măcinate singure. Comparativ calcarul 1 de la Parapat are aptitudine la măcinare mai bună decât calcarele 2 și 3 și chiar argila (vezi coloana producției specifice Kg/h kw).

Măcinarea împreună a calcarului cu argilă de la Parapat, îmbunătățește aptitudinea la măcinare și anume cu atât mai mult cu cât în amestecul calcar-argilă, proporția de argilă este mare. și în amestec cu argila, calcarul 1 are aptitudinea la măcinare mai bună decit calcarele 2 și 3.

S-a studiat vîscozitatea pastelor de materii prime; ca material s-a folosit chiar materia crudă din care s-a realizat cele șase klinkere. S-a determinat vîscozitatea relativă a pastelor folosind conul de împrăștiere mhti cu înălțimea de 20 mm și diametrele bazelor 30/40 mm. Pentru a se putea aprecia mai bine vîscozitatea pastelor cu materii prime de la Parapat arătăm că la fabrica de ciment din Fieni, cu actualele instalații de manipulare a pastei la linii noi, pasta este pompabilă normal la o vîscozitate corespunzătoare unei împrăștieri de 60 — 65 mm, determinată cu conul mhti de 20/30/40 mm.



TABELUL 12

Aptitudinea la măcinare a calcarelor și argilei din zăcămîntul de la Parapat, comparativ cu calcarul de la Bicaz

	% apă	Imprăștiere mm	Durata totală a măcinării		Consum total energie wh	Producție kg/h	Consum specif. energie wh/kg	Producția specif. kg/h/kw	Finețe rezidu 0,0 %
			min.	sec.					
Calcar Bicaz	30,0	70,0	63	38	884	17,27	48,43	20,64	6,31
Calcar Parapat 1	30,0	69,2	75	55	1 003	15,78	50,52	19,79	5,85
„ „ 2	35,0	68,0	101	38	1 232	10,61	68,78	14,55	6,15
„ „ 3	33,0	69,0	100	04	1 261	11,25	67,23	14,87	6,11
Argilă	45,0	62,0	68	44	891	14,35	54,43	18,37	6,30
Făină calcar I 80 % CaCO ₃	38,0	75,0	84	74	1 013	13,65	52,54	19,03	8,38
„ „ 1 70 % CaCO ₃	39,0	103	82	80	930	13,65	49,30	20,28	8,63
„ „ 2 80 % CaCO ₃	35,0	66	91	68	1 075	11,68	60,10	16,64	8,45
„ „ 3 70 % CaCO ₃	35,0	66	79	92	961	13,26	54,41	18,38	7,69



Institutul Geologic al României

Variatia viscozitatii pastelor in functie de procentul de apa este data mai jos :

Pasta	Apa %	Împrăștiere mm	Apa %	Împrăștiere mm
Pasta 1 (calcar 1)	34,16	59,85	37,85	77,75
,, 2 ,,, 2	40,38	59,65	47,30	86,25
,, 3 ,,, 3	36,16	61,50	40,82	79,25

Din datele acestea rezulta că pastele din argilă cu modul de silice sub 4, cu calcarele 1 și 3 (CaCO_3 în calcar peste 90%) necesită apă puțină pentru a fi pompabile; pasta cu calcar 2, calcar care are numai 82% CaCO_3 restul pînă la 100% fiind în majoritatea argilă, necesită comparativ, apă mult mai multă decît pastele cu calcar 1 și 3. Faptul că pasta din calcar 2 necesită la viscozitate egală, apă mult mai multă decît pastele din calcarul 1 și 3 ne face să presupunem că argila care impurifică calcarul 2 este o argilă montmorillonitică.

Din rezultatele obținute pînă acum, materiile prime din zăcămîntul de la Parapat au aptitudinea la granulare foarte mică; este deci de așteptat ca granulele de materie crudă după uscare în cuptorul rotativ să se sfarme relativ ușor și să dea cantități apreciabile de praf.

Rețeta de fabricatie. Din cercetările de laborator a rezultat cu suficientă claritate că numai argila cu modulul silicic sub 4 (argilă fină) poate fi folosită ca materie primă argiloasă pentru fabricarea cimentului, dar cu condițiunea folosirii și a unei materii de corecție bogat feruginoasă.

Atât din cercetările de laborator cât și din calcul a rezultat că argila cu modul silicic peste 4 (argila silicioasă) nu poate fi folosită ca materie primă argiloasă pentru fabricarea cimentului nici chiar în amestec cu argila cu modul silicic sub 4.

Prezența argilei silicioase în argila fină, îngreunează procesul de klinkerizare cu atât mai mult cu cât proporția de argilă silicioasă este mai mare. Prin prezența argilei silicioase este îngreunată și conducerea klinkerizării din cauza tendinței de pulverizare spontană a klinkerului, datorită formării silicatului bicalcic gama, în cazul cînd în cuptor klinkerul a fost ars la o temperatură numai cu puțin mai scăzută decît cea optimă.



Prezența argilei silicioase în proporție de peste 7 — 10% față de sub 93 — 90% argilă fină, obligă la folosirea, pe lîngă calcar și argilă, a două materii prime de corecție; una bogat feruginoasă alături de o alta bogat aluminoasă, pentru a se realiza o materie crudă cu compoziție chimică convenabilă; ori, este știut că atenție și grijă cere pregătirea materiei crude din amestec de patru materii prime. Și aceasta va fi cu atât mai greu în Indonezia unde industria cimentului abia acum începe să se dezvolte și unde nu există cadre formate și nici tradiție.

Folosind amestecul de argilă fină cu argilă silicioasă, va fi greu de menționat o compoziție chimică constantă a klinkerului, căci va fi foarte greu ca în cariera de argilă să se poată conduce exploatarea astfel încît să se asigure o argilă de compoziție constantă pentru un interval mai mare decât cîteva zile, din faptul că argila silicioasă, prezintă variațiuni mari în compoziția ei chimică, așa cum am arătat mai înainte la capitolul privind argila. Pentru a se asigura klinkerului o compoziție chimică convenabilă va trebui deci ca argila ce se introduce în fabrică să fie foarte des analizată; la interval de cîteva zile și rețeta de fabricație mereu modificată după nevoie, ceea ce aduce după sine sarcini grele laboratorului fabricii, afară de cazul că se realizează omogenizarea argilei extrase, prin crearea de depozite tampon în carieră și în fabrică. Dar procedind așa, nu se va putea asigura o compoziție chimică constantă, decât pe perioade nu prea lungi, căci se vor produce schimbări din cauza variațiilor compoziției chimice a argilei silicioase.

Pentru motivele arătate mai sus, și anume dificultăți la obținerea materiei crude cu compoziție chimică constantă dar în special o klinkerizare anevoieasă, am exclus din rețeta de fabricație, folosirea argilei silicioase.

Folosirea argilei fine ca materie primă argiloasă pentru fabricarea cimentului este posibilă cu condiția folosirii unei a treia materii prime de corecție cu conținut ridicat de oxid de fier. Klinkerul se va obține deci din următorul amestec de materii prime :

Calcarul din zăcămîntul de la Parapat, cu MgO sub 2%;

Argilă cu modul de silice sub 4, din zăcămîntul de la Parapat.

Materia primă cu conținut ridicat de oxid de fier de tipul cenușă de pirită (deșeu industrial de la fabricarea acidului sulfuric, celulozei, etc.) hematită roșie sau brună, limonită, bauxită, foarte feruginoasă etc. Pirlita naturală este cu desăvîrșire exclusă din cauza conținutului mare de sulf.



Din informațiile culese, se pare că în Indonezia nu există cenușe de pirită. Se va apela deci fie la importul de cenușă de pirită, fie la un minereu de fier local.

În ipoteza că se folosește ca materie de corecție cenușă de pirită cu peste 70% Fe_2O_3 , proporțiile de materii prime vor varia în limitele :

Calcar	80 — 94
Argilă fină	4 — 16
Cenușă de pirită	1,6 — 2,6

În cazul cînd se folosește altă materie primă de corecție decît cenușă de pirită, proporția în care această materie de corecție va intra în amestec, va depinde de conținutul ei în oxid de fier.

Cu calcea standard 92% — 95% la modul de silice de 2,4 — 2,5 se va obține astfel un klinker de calitate corespunzătoare cimentului marca P 400 STAS 388,49.

PROCESUL TEHNOLOGIC

Din studiul materiilor prime din zăcămîntul de la Parapat rezultă următorul proces-tehnologic ; argila nefiind deleiabilă, ea va fi trecută prin concasor ca orice rocă dură.

Atât calcarul cât și argila avînd rezistență mare la zdrobire și o apătitudine grea la măcinare se recomandă o bună pregătire mecanică a materiilor prime înainte de măcinare, prin preconcasare, concasarea la dimensiunea uzuială de cca 25 mm și apoi vălvuirea pentru a se asigura alimentarea morilor brute cu material de dimensiuni sub 10 — 15mm.

Dozarea celor trei materii prime este recomandat să se facă cu ajutorul dozatoarelor-farfurie, folosite la morile brute „vulcan” de la fabricile de ciment din R.P.R. Se vor prevedea deci buncăre pentru fiecare dozator.

Procedeul de măcinare va fi cel umed.

Pasta de materii prime se va măcina la finețe corespunzătoare la cca 6% rezidiu pe sita 0,09 (4900 och/cm²) și sub 0,5% rezidiu pe sita de 0,2 (900 och/cm²).

Conținutul de apă al pastei la ieșirea din mori nu se poate indica căci nu cunoaștem instalația de transport și manipularea pastei. Din această cauză nu putem indica nici viscozitatea pastei.

Materia crudă se va klinkeriza în cuptorul rotativ la temperatură în jurul a 1400°C.



Materia crudă are aptitudinea mai puțin bună la granulare și granulele formate în zona lanțurilor, după uscare, vor avea tendința de zdrobire și prăfuire. Gazele evacuate vor fi deci încărcate cu praf. Se recomandă ca în zona lanțurilor, în partea ei de la intrarea pastei, să se monteze o zonă cu perdele dese de lanțuri, pentru reținerea în cît mai mare măsură a prafului. Camera de fum a cuporului va fi proiectată în consecință și având în vedere că aci se vor depune cantități mari de praf se va prevedea descărcarea mecanică a prafului colectat. Având în vedere că se vor colecta zilnic cantități apreciabile de praf, este recomandabilă reintroducerea prafului din camera de fum în cupor. Prin aceasta se mărește însă tendința de formare de inele în zona lanțurilor. Literatura arată însă că dacă parful colectat din camera de fum se transformă în pastă prin adăugare de apă, apoi aceasta este tratată cu agenți activi de suprafață (de exemplu soluție bisulfitică reziduală etc.) și se introduce astfel în cupor, tendința de formare a inelelor în zona lanțurilor este mult micșorată sau chiar complet înălțaturată.

Klinkerul se va măcina numai după răcire completă prin depozitare în hală, timp de cel puțin 10 zile.

La măcinarea clinkerului se va adăuga 2,5 – 3% gips cu minimum 85% dihidrat. Klinkerul se va măcina la o finețe corespunzătoare unui rezidu de 8 – 10 % pe sita 0,09.

Klinkerul este de bună calitate și din el se pot obține și cimenturi cu adaose hidraulice, de exemplu tras sau cenușe vulcanică, sau cimenturi cu adaosuri inerte, de exemplu nisip.



GEOLOGICAL RESEARCHES IN THE PARAPAT AREA
(NORTH SUMATRA — INDONESIA)

BY
CRIOLAN STOICA

(Abstract)

The work reports on the geological researches carried out in 1956, within the Parapat—North Sumatra area, in order to determine the clay and limestone deposits as raw materials for a cement factory.

The limestone and clay deposits from Parapat are situated on the NE shore of Toba Lake between Panahatan, Kp—Panahatan valleys (on the North), Kp—Sibagganding, Mount Digaunggaung (on the South) and Toba Lake (on the West), at about 5—7 km distance North of Parapat locality and nearly 40 km West of Siantar township.

The access to the region is possible by the asphalted highway Siantar—Parapat, which between kms 168 and 174 cuts the investigated limestone and clay deposits. In this sector the highway is some 100 m above the Toba Lake, whose level is 905 m. The nearest railway station of the prospected area is Pematang Siantar, East 40 km far from the deposit. The railway as well as the asphalted way establish the connexion with the Medan township, situated 130 km far from Pematang—Siantar.

The investigated area is stretching between 905 m altitude-level of Toba Lake and 1454 m—Sigualan peak—the highest point of this area. The relief is very rough, with pointed peaks, steep slopes and deep valleys, a specific relief for regions with limestone. The morphology is highly influenced by the petrographical composition of rocks representing the geological formations. It reflects the geological structure. From NE towards SW, that is from the high summit zone towards the lake shore, three zones are to be distinguished both from morphological and structural viewpoint. In the NE part, there is a high relief with peaks reaching up to 1400 m altitude and continuous crests over great distances.

The first zone consists of Paleogene conglomerate and sandstone deposits.



The next zone developed directly to the SW and constituted of well-stratified compact fine-grained clays shows a moderate relief, with a depression at its lower part.

These two zones show a high level difference, due to the relief formed of Paleogene conglomerates.

SW of the clay zone up to the Toba Lake shore, the relief reaches again up to 1300 m altitude.

The morphology of this zone never exceeds the morphologic crest of the conglomerate zone, but it shows quite other characteristics, and has a non uniform and discontinuous relief. Compared to the two other zones with constant ridges on great distances, this zone presents the most various relief forms, with a steep and continuous slope toward Toba Lake. From petrographic viewpoint, this morphologic zone consists of limestones and, hence, it shows typical karst phenomena.

Regarding the geological publications dealing with sedimentary rocks on the NW shore of Toba Lake, the area has been investigated by W. VOLZ 1899 (1), KLEIN W. C. 1917 (2), ZWIERZYCKI J. 1919 — 1924 (3,4), WESTERVELD 1947 (5), MUSPER K.A. 1929 (6), UNGROVE 1947(8) and KLOMPÉ H. 1954 (9). The most discussed problems concern the stratigraphy and paleogeography of the region. The relationship between the Triassic and Paleogene deposits as well as the correlation between the sedimentary rocks and the liparitic eruptive activity of Sibehan are presented.

The geological structure of this region is rather complicated, since here three series of deposits with anomalous contact relationships, transgressive features and angular discontinuity as well as large stratigraphical breaks are encountered.

Stratigraphy. Following formations have been distinguished : Trias, Paleogene and Quaternary.

Trias. Triassic deposits consist mainly of limestone, followed by clays and fine-stratified siliceous sandstones, forming a stratigraphical succession with distinct and constant lithological characters, easy to be mapped. It has been divided into several horizons, such as :

Horizon of stratified grey siliceous limestones (about 150 m thick). It forms the base of the stratigraphical succession and reaches up to the crest of Paleogene conglomerates. These limestones are of none importance as raw material for cement manufacture.

Horizon of clays with sandstone intercalations at the base (about 400 m thick). On the first horizon rests



a sandstone complex composed of diagenized siliceous fine-stratified sandstones, which pass into an alteration of sandstones and clays, overlain by a clay complex of about 200 m thickness. The compact, shaly-foliated clays yield remains of *Daonella* and showed a composition favourable to cement manufacture.

Horizon of siliceous grey limestones (nearly 400 m thickness). The *Daonella* clays are overlain by siliceous limestones, wherein three levels have been distinguished : the lower level consisting of massive, breccious limestones ; the middle level of stratified, siliceous grey limestones and the upper level formed of thick and continuous banks of grey limestones. The chemically analysed samples showed a high content of magnesium oxide.

Horizon of limestones with siliceous nodules. It consists of stratified grey limestones, alternating with thin beds of blackish limestones and numerous siliceous black nodules. The regular bedding and the abundance of siliceous accidents allow the easy field identification of this horizon.

The analytical results are quite different for samples collected from the grey limestones with magnesium oxide when compared with those collected from the blackish limestone beds missing magnesium carbonate.

The transition horizon (nearly 700 m thick), consists of grey limestones with frequent calcite veins. Beds with grey siliceous limestones rich in magnesium carbonate alternating with fine-stratified grey-blackish limestones or white-greyish limestones without magnesium carbonate have been stated.

This horizon represents a transition level between the lower magnesian siliceous limestones and the upper magnesian limestones.

Horizon of stratified grey-black limestones developed on the transition horizon, is 130 m thick. From lithological, stratigraphical and chemical viewpoint, it presents specific and constant features throughout its extension. Thus, the grey black limestones show a fine stratification throughout the thickness of the horizon. The limestones contain numerous veins of white calcite in contrast with the dark background of the limestones.

The chemical analysis of samples collected from this horizon showed a content of calcium carbonate with less than 2% magnesium oxide. This content allows their utilization as raw material for cement manufacture.

Horizon of white reef limestones. At the upper part of the limestone series, on the South of the Panahatan mouth bet-



ween the road and Toba Lake, a horizon develops consisting of less compact, massive white reef limestones, yielding corals and other fossils remain (*Rhynchonella*, *Terebratula*).

Samples from this horizon show a content of calcium carbonate without or not exceeding 2% magnesium oxide. Hence, these limestones are utilized as raw material for cement.

Studying the succession of Triassic deposits, it was stated that the horizon with clays and *Daonella sandstones* is bordered by limestones.

Limestone delimiting clays resemble the dolomitic siliceous grey limestones. A graded transition takes place through the horizon of limestones with siliceous nodules and the transition horizon, towards the horizon of stratified grey-black limestones. The lithologic petrographic facies changes completely by the occurrence of the white reef limestones.

Chemically, three categories of limestones have been distinguished : magnesian limestones, transition limestones and non magnesian limestones.

The absence of characteristic fossils within the limestone horizons explains the difficult dating of sediments.

Nevertheless, if we consider the *Daonella clays* horizon as a key horizon, lithologically assigned to Middle Trias (Ladinian), following assumptions can be made :

The clay and sandstone horizon yielding the *Daonella complex*, can be compared with the bituminous black limestones and with the shales of the Wengen beds facies with *Daonella lömmeli* and *Daonella austriaca*. The horizon of stratified siliceous grey limestones may be considered of Anisian age. All horizons overlying the *Daonella clays* up to the white reef limestone horizon would be of Upper Triassic age (Carnian-Norian). Out of this synchronism of horizons it results that, within the investigated area, Middle Trias (Anisian—Ladinian) is also represented, while in the lower part, Lower Trias (Werfenian) could be also assumed.

Paleogene is represented by siliceous white sandstones with interbedded, dysodilic, shaly, brown clays and numerous monogenous conglomerates with quartzitic elements. They rest unconformably and transgressive on the Triassic deposits

The stratified black clays from Sipolha belonging to the Paleogene deposits as well as the overlying tuffaceous marls show a high CO_3Ca content. The microfauna consists of *Cyclammina amplectans* GRZJB, *Globigerinoides conglobatus* BRADY, *Globigerina varianta* SUBBOTINA, *Clavulinoides*



cf. *hauerengensis* GRZJB. and *Glandulina laevigata* D'ORB. characteristic for the Eocene.

Based on this paleontological information, the author claims for these deposits the Paleogene and not the Burdigalian age as H. E. KLOMPÉ (9) has done it.

Quaternary is represented by alluvial, colluvial deposits and liparitic pyroclastics unconformably resting on the Triassic and Paleogene formations.

Tectonics. The Upper Triassic deposits are trending NW with a nearly 45° dip to the SE. At the level of Sigualan valley (Tunnel valley) the Triassic deposits are disturbed by two faults. The Trias is unconformably overlain by Paleogene with a NW trend and an Eastern dip of 6° – 10°.

By the aid of geological prospection, following resources of raw material have been determined: 116.822.500 tons of limestones and 24.738.000 tons of clays.

Chemical analyses and technological essays carried out on a semi-industrial scale have shown that in the Parapat area, between Panahatan valley and Cimpung Sibaganding there are available deposits of raw materials such as clays and limestones, of satisfactory quality for the construction of a cement factory.



Redactor : MIRCEA PAUCA
Tehnoredactor și corectori : G. CAZABAN,
E. MATEESCU, L. FOTE
Traduceri : C. MISSIR
Illustrația : I. PETRESCU

Dat la cules : 8.XII.1964. Bun de tipar : 16.III.1965.
Tiraj : 750 ex. Hărție cartografică 49 gr m². Ft. 70×100.
Coli de tipar : 3. Com. nr. 5017/1964. Pentru bibliotecă
indicele de clasificare : 55(058).

Tiparul executat la Intreprinderea Poligrafică
„Informația”, str. Brezoișanu nr. 23—25.



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României