**SOPRA ALCUNI CALCARI GIURASSICI DI GIARDINI PRESSO TAORMINA
(IN SICILIA) E SULLA LORO IMPORTANTE UTILITA' PER LA
FABBRICAZIONE DELLA CALCE IDRAULICA; NOTIZIE GEOLOGICHE
E ANALISI CHIMICHE DI O. SILVESTRI, PROFESSORE DI CHI-
MICA GENERALE E DIRETTORE DEL LABORATORIO CHIMICO
DELLA R. UNIVERSITA' DI CATANIA.**

Nel gruppo isolato dei calcari giurassici che formano le eminenze montuose di Taormina, sulla costa orientale della Sicilia a piè dell' Etna, oltre a quelli già noti i quali per il loro impasto variegato e marmoreo si sono utilizzati fino da tempi remoti come pietra da taglio, o come materiali da ornamento nelle costruzioni, ve ne sono alcuni sui quali si è richiamato l'attenzione dei pratici per la importanza del prodotto che deriva dalla loro calcinazione.

Devesi ai rappresentanti della Società Concessionaria delle ferrovie Calabro-Sicule, nella ricerca locale che questi facevano dei materiali più utili che si fossero presentati presso il tracciato della linea, per le loro costruzioni, l'idea di poter fondare una fabbrica di calce idraulica sulla spiaggia di Giardini, ove spicca all'improvviso il gruppo montuoso di Taormina, e dove e per la situazione e per le sue qualità la roccia calcarea sembrò poter presentare tutte le opportunità più favorevoli a tal genere di applicazione. — I primi tentativi che si fecero calcinando la roccia calcarea suddetta dettero infatti ottimi risultati, e superiori al saggio comparativo fatto sopra altri calcari o circonvicini, o reperibili a

distanze maggiori in altre località, e fu quindi senza esitanza stabilito non solo per lo scopo dei lavori da intraprendere, ma anche sotto il punto di vista di una utile impresa industriale, di fondare la importante fabbrica di calce idraulica che oggi vedesi sulla spiaggia di Giardini, e che può produrre fino a 50 mila chilogrammi di calce al giorno.

Il monte che si solleva da codesta spiaggia, e che a guisa di contrafforte conduce alle alture maggiori su cui è basata l'antica città di Taormina, si presenta geologicamente costituito da strati calcarei alternanti con schisti argillosi e ardesiaci, i quali presentano specialmente nelle parti più elevate una generale inclinazione di 40 o più gradi da N. a S. Ma nella massima parte del monte medesimo le stratificazioni sono irregolarmente disposte, per effetto delle pressioni che determinarono il sollevamento di tutta la massa, ed è sotto forma di linee sinuose rientranti e in mille modi contorte che esse si presentano. — Gli strati di calcare compatto non sono continui in tutta la loro giacitura, nè tampoco manifestano lo stesso spessore in tutta la loro estensione. Incominciano spesso con la grossezza di 1 o 2 metri e quindi in una direzione o nell'altra vanno a rendersi gradatamente più sottili finchè si riducono a 0. — Lo spessore medio maggiore che si può loro assegnare è 60-80 centimetri. — La circostanza di trovarsi questi strati calcarei in alternanza ripetuta con schisti argillosi tenerissimi, e con schisti ardesiaci pure friabili, rende facile l'escavazione di essi potendo con facilità farli crollare togliendo loro con pochi colpi di martello il fondamento che li sostiene. — Gli schisti argillosi spesso si presentano sotto forma di straterelli, quasi di argilla biancastra, e talvolta racchiudono pure degli arnioni di ocre gialla di ferro.

In questa località di Giardini gli strati calcarei compatti si mostrano formati da due varietà di calcari, che per la loro giacitura si potrebbero distinguere in superiore ed inferiore.

Il calcare superiore è un calcare compatto di colore grigio cupo: il calcare inferiore che forma quasi la base del monte è puramente molto compatto ma ha un colore grigio molto più chiaro, e nella frattura presenta come delle mac-

chie striate ellissoidali, o subcircolari turchinicie sfumate, dovute forse a tracce di resti organici. Ambedue sono spesso attraversate da venature di spato calcare bianco, e talvolta anche da venature di selce piromaca nera, e più di rado contengono dei noduli di pirite di ferro; sì l'uno che l'altro vengono utilizzati con lo stesso profitto per la fabbricazione della calce. — Non sono rare in questi calcari le impronte di fossili e specialmente di ammonite, che appunto offrono il documento paleontologico che fa riferire i calcari e le rocce che vi si trovano in connessione stratigrafica al periodo giurassico.

Il calcare grigio scuro e quello grigio chiaro presentano una durezza 3, 3,5 e il peso specifico loro è espresso dalle seguenti cifre :

Calcare grigio scuro

I.	Esp.	. . .	2,6589	}	2,6703 (media).
II.	»	. . .	2,6859		
III.	»	. . .	2,6742		

Calcare grigio chiaro

I.	Esp.	. . .	2,6803	}	2,6682 (media).
II.	»	. . .	2,6613		
III.	»	. . .	2,6632		

Premesse queste poche notizie sul giacimento e sulle proprietà fisiche dei calcari, poichè ne ho distinte per differenze stratigrafica e litologica due varietà, poichè ho detto che ambedue sono utilizzate alla fabbricazione della calce idraulica, adesso a rendere conto delle ricerche chimiche, che ho intrapreso per determinare la esatta composizione della prima varietà e della seconda, come pure della calce idraulica che deriva dall'una e dall'altra.

*Analisi chimica dei calcari di Giardini, applicati
alla fabbricazione della calce idraulica.*

L'analisi qualitativa dei calcari dimostra in essi la presenza della calce, magnesia, allumina, soda, potassa, ossido di ferro, di manganese, acido carbonico, fosforico, silicico, solforico, cloridrico, materia organica ed acqua; ma senza tener parola delle numerose ricerche intraprese per mettere in evidenza tutti questi principii che prendono parte alla loro composizione, mi limito ad accennare in succinto come ho potuto procedere in generale alla determinazione quantitativa di questi, esponendo all'ultimo in forma di quadri i risultati speciali.

Il metodo tenuto per analizzare è eguale tanto per il calcare superiore grigio scuro quanto per il calcare inferiore grigio chiaro. — L'analisi si divide in 5 parti.

Parte I.

Determinazione dell'acqua e dell'acido carbonico.

Ho sottoposto il calcare ben polverizzato alla calcinazione completa, in un crogiuolo di platino esponendolo al calore bianco di una lampada a essenza di trementina alimentata da soffieria. — Ho sostenuto il calore per 40 minuti ed ho ripetuto il riscaldamento fino ad invariabilità di peso del residuo della calcinazione. Ho fatto questa esperienza per 4 volte per le due varietà di calcare sopra pesi differenti e mi sono servito delle medie.

La perdita che subisce il calcare colla calcinazione rappresenta l'acido carbonico, l'acqua, più una piccola quantità di materia organica, dalla quale ho conosciuto dipendere il calore più scuro o più chiaro dei calcari.

L'acido carbonico l'ho determinato direttamente prendendo un peso determinato di calcare in polvere fine, e introducendolo in un apparecchio di Moride e Bobierre cioè

in un apparecchio di cristallo di peso determinato, ove l'acido carbonico del calcare è spostato a volontà dall'azione dell'acido nitrico, e la diminuzione di peso rappresenta la quantità di acido carbonico.

La quantità di acqua l'ho determinata seccando il calcare in polvere fine a 100°, poi introducendolo in un tubo di vetro verde e riscaldandolo fortemente, onde scacciare l'acqua che ho raccolto in un tubo a cloruro di calcio pesato. — Il peso dell'acido carbonico e quello dell'acqua ridotto a 100 parti di calcare non raggiungono esattamente la cifra che rappresenta la perdita del calcare con la calcinazione completa. — Quello che manca è la quantità di materia organica della quale riconosciutane la presenza, perchè è capace di bruciare, ne ho dedotto così indirettamente la proporzione. — In tutte queste determinazioni si sono presi i risultati medj di 4 esperienze.

Parte II.

Determinazione delle materie solubili nell'acqua.

Delle quantità di 10 o più grammi di calcare ridotto in polvere finissima, e lavato su filtro prolungatamente con acqua distillata un po' riscaldata, hanno ceduto a quella una materia solubile. — L'acqua con l'evaporazione ha lasciato infatti un residuo, il quale sottoposto all'azione dei reattivi azotato d'argento, cloruro di bario, ossalato di ammoniaca, bicloruro di platino ec. ha mostrato la presenza di cloruri e solfati a base di sodio, potassio, calcio.

Parte III.

Materie insolubili negli acidi dei calcari che rappresentano complessivamente la parte argillosa.

Un calcare quanto più è argilloso tanto più lentamente e incompletamente è attaccato dagli acidi. Nel caso nostro ho provato che immergendo in acido nitrico un frammento

di quelli schisti argillosi alternante col calcare in esame, esso fa poca effervescenza, è attaccato lentamente, dopo poco si vede che l'azione cessa, e il frammento rimane più leggero e tenero ma non si disgrega e mantiene perfino la sua forma. Le due varietà di calcare sottoposte pure all'azione dell'acido nitrico sono attaccate energicamente, ma mentre ciò accade il liquido s'intorbida e si deposita una materia insolubile grigio scura o grigio chiara a seconda dell'una o dell'altra varietà. — Questa materia che si deposita è costituita da silicato di allumina, silice con calce, ossido di ferro e materia organica e complessivamente rappresenta ciò che chiamasi *argilla*, la cui proporzione maggiore o minore sta ad indicare come vedremo il valore idraulico della calce che può derivare dalle pietre calcaree.

In ambedue i calcari questi residui insolubili negli acidi si fanno perfettamente bianchi con la calcinazione, bruciando la materia organica che così pure si può determinare. — Si presentano omogenei e formati da particelle minute: sono attaccati con energia dall'acido fluoridrico, e di questo mi sono servito per analizzarli.

L'azione dell'acido fluoridrico sotto l'influenza del calore fa sparire l'acido silicico allo stato di gas fluosilicico. Restano i fluoruri di alluminio, calcio, ferro. Questi per mezzo dell'acido solforico si trasformano in solfati, e dai solfati dopo la calcinazione per mezzo dell'acqua alcoolizzata si può separare il solfato di allumina, e il solfato di ferro dal solfato di calce che resta nel filtro e rappresenta la totalità della calce. Dalla soluzione del solfato di ferro e di allumina ho separato con eccesso di potassa l'allumina dall'ossido di ferro, ed ho potuto così determinare la quantità dell'una e dell'altro.

Parte IV.

Determinazione delle materie solubili negli acidi e precipitabili dall'ammoniaca.

Nei calcari in esame, la parte che si scioglie negli acidi forma un liquido limpido giallo dopo la filtrazione o col ri-

poso. Se a questo liquido si aggiunge un leggiero eccesso di ammoniaca si producono dei fiocchi da prima giallastri chiari, in seguito più scuri che si depongono e formano un precipitato di un colore rosso scuro; questo precipitato (che non contiene fluoruri) è formato da fosfati di allumina, di calce, di magnesia, di ferro, che si trovano nei calcari e da una piccola quantità di ossido di ferro e tracce di manganese che trovansi originariamente allo stato di carbonato.

Questo precipitato l'ho analizzato nel seguente modo. — L'ho trattato con acido solforico; e sottoposto all' evaporazione ha lasciato un residuo bianco che con l' acqua produce un liquido che ha l' aspetto del latte di calce. Il residuo secco l'ho trattato con alcool assoluto, e questo scioglie tutto l'acido fosforico che ho precipitato allo stato di fosfato doppio di magnesia e ammoniaca e pesato allo stato di pirofosfato di magnesia. La parte insolubile nell' alcoole assoluto l'ho trattata con acqua alcoolizzata che ha sciolto il sale di ferro e di allumina. Il ferro e l' allumina l'ho determinati separandoli per mezzo della potassa. Finalmente sul filtro rimane il solfato bianco di calce che rappresenta la totalità della calce.

Parte V.

Determinazione delle materie solubili negli acidi e non precipitabili per effetto dell' ammoniaca.

Queste materie sono rappresentate dalla calce e dalla magnesia originariamente allo stato di carbonato e da una piccola quantità di silice, che si presenta allo stato solubile negli acidi. Il liquido acido separato per filtrazione dal precipitato prodotto dall' ammoniaca l'ho sottoposto all' evaporazione a secco per rendere insolubile la silice. Dopo leggero riscaldamento ripreso il residuo con acqua, questa ha sciolto il nitrato di calce e di magnesia ed ha lasciata indisciolta la silice, che ho separato per mezzo di filtro e quindi calcinata e pesata. — Nel liquido filtrato ho precipitato la totalità della calce con l' ossalato di ammoniaca, ed ho determinato

il peso della calce trasformandola allo stato di carbonato di calce, di calce caustica, e di solfato di calce. Nel liquido residuale dopo la totale precipitazione della calce ho separato la magnesia per mezzo del fosfato di soda e dell' ammoniaca, e l' ho pesata poi allo stato di pirofosfato di magnesia.

I risultati di tutte le speciali determinazioni si vedono espressi nei seguenti quadri, nel primo dei quali trovansi registrati i dati che ha somministrato l' analisi diretta ridotti su 100 parti, e nel secondo le deduzioni che si sono potute fare per stabilire la qualità e quantità dei componenti immediati fondate sulle proporzioni equivalenti.

Resultati dell'analisi diretta riferiti a 100 parti in peso di calcare.

	Calcare bigio scuro	Calcare bigio chiaro	
I. { Acido carbonico.	36,4558	{ 39,9180	La somma dell'ac. carb. e dell'acqua rappresenta la perdita che subiscono i calcari con la completa calcinaz.
{ Acqua	3,4922	{ 3,9379	
II. { Cloruri e solfati a base di po- tassio, sodio, calcio. . .	0,0549	{ 0,1094	Materia solubili nell'acqua.
(Acido siliceo (silice) insolub.	9,0272	{ 9,6243	Materia insolubili negli acidi che si trovano nei calcari primitivi allo stato di silicato d'allumina, di calce di ferro, silice libera e materia organica (argilla).
III. { Allumina	2,7782	{ 3,0480	
{ Calce	0,2286	{ 0,1285	Materie solubili negli acidi e precipitabili dall'acetica che si trovano nei calcari primitivi allo stato di fosfati di allumina, di calce, di magnesio, di ferro, carbonato di ferro, e di manganese.
{ Sessquiossido di ferro. . .	0,0020	{ 0,0032	
{ Materia organica	0,0130	{ 0,0080	Materia solub negli acidi non precipitabili dall'acetica che si trovano nei calcari primitivi allo stato di carbonato di magnesio e di silice libera solubile.
IV. { Allumina	1,0830	{ 0,8040	
{ Calce	0,2160	{ 0,0070	Materia solub negli acidi non precipitabili dall'acetica che si trovano nei calcari prim allo stato di carbonato di calce, carbonato di magnesio e di silice libera solubile.
{ Magnesio	0,0334	{ 0,0157	
{ Sessquiossido di ferro. . .	0,0297	{ 0,0199	Materia solub negli acidi non precipitabili dall'acetica che si trovano nei calcari prim allo stato di carbonato di calce, carbonato di magnesio e di silice libera solubile.
{ — di manganese.	0,0000 trac.	{ 0,0000 trac.	
{ Acido fosforico	0,1200	{ 0,0939	Materia solub negli acidi non precipitabili dall'acetica che si trovano nei calcari prim allo stato di carbonato di calce, carbonato di magnesio e di silice libera solubile.
{ Calce	46,2160	{ 46,3140	
{ Magnesio	0,1016	{ 0,0839	Materia solub negli acidi non precipitabili dall'acetica che si trovano nei calcari prim allo stato di carbonato di calce, carbonato di magnesio e di silice libera solubile.
{ Acido siliceo (silice) solubile.	0,1800	{ 0,2400	
	100,0616	100,0226	

*Composizione qualitativa e quantitativa riferita a 100 parti
in peso dei calcari.*

	Calcare bigio scuro	Calcare bigio chiaro
Carbonato di calce	82,5820	82,6960
— di magnesia. . . .	0,2133	0,1803
— di ferro	0,0378	0,0253
Silicato di allumina ($3 \text{ Al}^2\text{O}^3$, 4 Si O^2)	4,9359	5,4153
Con calce, magnesia, protos- sido di ferro e manganese (tracce).	0,2306	0,0964
Silice libera	7,1195	7,4970
Materia organica.	0,0130	0,0080
Fosfati di allumina, di calce, di magnesia, di ferro . .	1,4821	0,9416
Acqua.	3,4922	3,0379
Cloruri e solfati a base di potassio, sodio, calcio . .	0,0549	0,1094
	100,1613	100,0072

Stabilita così la composizione dei calcari, fa d'uopo ora vedere cosa risulta di essi dopo la cottura o calcinazione. — Questo si fa a Giardini mediante forni continui costruiti con mattoni refrattari, e che si riempiono con strati alternanti di pietra calcare e di carbon fossile.

La calce che ne risulta non è perfettamente bianca ma di un colore giallo sporco. Estinta con acqua rigonfia poco e si riscalda molto meno della calce grassa: a contatto dell'aria stenta a prendere consistenza ma al di sotto dell'acqua fa presa e si solidifica prontamente.

Sottoposta alle ricerche chimiche ha dato i seguenti risultati :

Analisi chimica della calce idraulica di Giardini.

Le due varietà di calcari danno due specie di calce che si somigliano perfettamente per l'aspetto esteriore, e differiscono ben poco come i calcari stessi anche per il carattere della loro composizione chimica.

Il metodo d'analisi tenuto per le calci ha molta analogia con quello tenuto pei calcari. Infatti :

1.^o Nella calce anche appena uscita dalla fornace ho trovato delle piccole quantità di acido carbonico e di acqua: la materia organica è scomparsa per effetto del calore. — La calcinazione completa della calce effettuata al calor bianco, dà una perdita che rappresenta l'acqua e l'acido carbonico. Determinata a parte la quantità dell'acido carbonico con il solito apparecchio si ha per differenza quella dell'acqua.

2.^o Lavata la calce con acqua si ha un latte di calce molto alcalino per la trasformazione dei cloruri e solfati a base di sodio e potassio (che formano le materie solubili nell'acqua dei calcari) in soda e potassa caustiche o carbonate per effetto del calore e dei silicati dell'argilla. Nel latte di calce precipitando tutta la calce con carbonato di ammoniaca e filtrando si ha un liquido, che acidulato con acido cloridrico e evaporato a secco, dà un residuo di cloruro di sodio e di potassio da cui possiamo determinare la soda e la potassa per mezzo del bicloruro di platino.

3.^o Trattando la calce con acido nitrico allungato con acqua alla temperatura ordinaria, essa fa una leggiera effervescenza e si divide in una parte immediatamente solubile, ed in un'altra parte che resiste nel momento all'azione dissolvante dell'acido. — Questa parte insolubile raccolta e calcinata si è determinata nel suo peso. Essa forma una sostanza bianca ed è silice, che l'acido fluoridrico scioglie con energia e disperde totalmente con l'azione del calore lasciando un residuo appena sensibile di calce ed ossido di ferro.

Se la calce a contatto con l'acido nitrico si trattiene

per due o tre giorni, allora anche la silice da principio insolubile è resa solubile ed il liquido si rapprende in massa gelatinosa.

4.^o Filtrando la parte della calce solubile direttamente negli acidi e neutralizzandola con eccesso di ammoniaca si ha un precipitato di fosfati di allumina, di calce, di magnesia, di ferro perfettamente identico a quello dei calcari e che ho sottoposto allo stesso sistema di analisi.

5.^o Finalmente nel liquido filtrato risultante dal trattamento ammoniacale suddetto si trova disciolta la calce e la magnesia ed una certa proporzione di silice, proveniente dalla decomposizione dei silicati di allumina, di calce e di magnesia effettuata per mezzo degli acidi. La calce e la magnesia e la silice l'ho determinata in questo liquido nello stesso modo praticato nel caso dei calcari.

Nei quadri seguenti sono rappresentati i risultati centesimali dell'analisi diretta, e le proporzioni dei componenti immediati dedotte per mezzo del calcolo.

Resultati dell'analisi diretta riferiti a 100 parti in peso di calce.

	Calce del calcare bigio scuro	Calce del calcare bigio chiaro
I. { Acido carbonico Acqua	1,7,90 2,3630 = 4,1220	1,9820 2,3040 = 4,2860
II. { Potassa, soda.	0,1009 = 0,1009	0,1809 = 0,1809
III. { Silice (con tracce di calce e ferro) insolub. coll'azione poco prolungata degli acidi deboli	13,8020 = 13,8020	14,2360 = 14,2360
IV. { Allumina Calce Magnesia Sesquiossido di ferro. — di manganese. Acido fosforico	7,0543 1,4110 0,0433 0,0580 0,0000 0,2198 70,0520 0,1861 3,0631 = 8,7866 = 73,3012 100,1127	6,3690 0,8670 0,0226 0,0381 0,0000 0,1608 71,7106 0,1420 2,0720 = 7,4575 = 73,9246 100,0850
V. { Calce Magnesia Silice solubile		

La somma dell'ac. carb. e dell'acqua rappresenta la perdita che subisce la calce riscaldata al calor bianco. Sono le materie solub. nell'acq. che nei calcari primitivi si trovano allo stato di cloruri e solfati. Questa silice rappresenta la parte della calce diretta. insolub. negli ac. deboli con azione poco prolung. ma col tempo (4-5 giorni) si rende solubile e la silice così trattata si riprende in massa gelatinosa. Materie solub. negli ac. e precipitab. per mezzo dell'ammoniaca e che trovano allo stato di fosfati, eccellenti una parte dell'ossido di ferro, e gran parte dell'allumina che è nella calce allo stato di silicato allumina di calcio in eccesso. Materie solub. negli ac. e non precipitab. dall'ammoniaca, si trovano nella calce allo stato di silicati mescolati a grande eccesso di calce caust.

*Composizione qualitativa e quantitativa riferita a 100 parti
in peso di calce.*

	Calce del calcare bigio scuro	Calce del calcare bigio chiaro
Calce caustica.	67,8133	69,1881
Silicato di allumina (argilla) e acido silicico che formano dopo la cottura con un ec- cesso della calce soprano- tata e con la magnesia un silicato attaccabile comple- tamente dagli acidi. . . .	22,1218	21,4897
Calce allo stato di carbonato.	3,9977	4,5045
Fosfato di allumina, di calce, di magnesia, di ferro . . .	3,7160	2,4178
Potassa, soda, calce	0,1009	0,1809
Acqua	2,3630	2,4040
	100,1127	100,1850

Dall'esame comparativo delle analisi chimiche eseguite sui calcari e sulle calci che ne derivano, dovendo formarsi un'idea di ciò che accade nei calcari durante la loro cottura o calcinazione, si può ritenere che l'argilla la quale trovasi nei calcari argillosi di Gardini disimpegna funzioni importantissime e tanto più per la composizione speciale che in essi ci presenta. Infatti abbiamo trovato che essa non solo risulta di silicato idrato di allumina, ma vi è silice libera con piccole quantità di calce, magnesia, ossido di ferro, e materia organica. Questa argilla dunque impastata con eccesso di carbonato di calce e poco carbonato di magnesia rappresenta i calcari di cui è parola. Per mezzo della calcinazione l'acido carbonico quasi nella totalità se ne va, l'acqua pure in

gran parte si disperde, la materia organica brucia completamente, i fosfati rimangono. La calce ridotta allo stato caustico, con la piccola quantità di magnesia, reagisce sotto l' influenza del calore non solo sull' acido silicico libero ma per il suo grande eccesso reagisce pure sul silicato di allumina dell' argilla, impossessandosi di una parte della silice. Si costituiscono così silicati a base di calce, di allumina e di magnesia mescolati con la calce viva in grande eccesso. Quando interviene l' acqua le tre sostanze s' idratano, si uniscono, interamente è la calce perciò diviene completamente insolubile e si produce una massa solida eccessivamente dura e compatta.

È su questo miscuglio importantissimo che sta fondato il segreto delle proprietà idrauliche della calce; segreto messo in piena evidenza dal celebre ingegnere Vicat, con la scoperta dichiarata e ricompensata per una delle più utili del secolo presente, perchè ha servito di base alla generale fabbricazione di calci idrauliche sulla importante applicazione delle quali sarebbe inutile qualunque digressione.

Il detto Vicat secondo la quantità di argilla contenuta nei calcari distingue le calci idrauliche che ne derivano in tre categorie

- I Calci idrauliche *medie*.
- II — — — *ordinarie*
- III — — — *molto idrauliche*,

La quantità di argilla che comprende queste tre categorie è rappresentata dal 7 al 23 per cento nelle pietre calcari. Se la proporzione aumenta dal 27 al 61 per cento allora si hanno i *cementi*: finalmente se ascende a 84-98 per cento si hanno le *pozzolane*.

I calcari dunque di Giardini che contengono da 12, 29 a 13, 01 di argilla per 100 devono comprendersi tra i calcari propriamente destinati alla fabbricazione delle calci idrauliche. Per decidere però quale delle tre categorie di calci idrauliche essi sono capaci di produrre, li metterò in paragone con le analisi conosciute di Berthier sopra altri calcari le quali conducono ai seguenti risultati:

Calcarei che danno delle calci mediocrementemente idrauliche.

	Carbonato di calce	Carbonato di magnesia	Carbonato di ferro	Argilla
1 Calcare di Chaulnay presso Nâcon. . . .	89, 2	3, 0	»	7, 8
2 Calcare di Saint Germain (Ain.) . .	85, 8	0, 4	6, 2	7, 6
3 Calcare di Bigna . .	83, 0	2, 0	»	15, 8

Calcarei che danno delle calci molto idrauliche.

	Carbonato di calce	Carbonato di magnesia	Carbonato di ferro	Argilla
4 Calcare dei dintorni di Nîmes	82, 5	4, 0	»	13, 4
5 Calcare di Senon- ches.	80, 0	1, 5	»	18, 5
6 Calcare di Lezeux (Puy de Dôme). . .	72, 5	4, 5	»	23

Da queste cifre si vede che in generale la idraulicità della calce aumenta in ragion diretta dell'argilla contenuta nei calcari, però talvolta come notasi paragonando la composizione del calcare N.º 3, che contiene 15 per cento di argilla e quella del calcare N.º 6 che ne contiene 13,4 mentre quest'ultimo è più idraulico del primo, vi può essere eccezione. L'eccezione, è stato detto da taluno, si verifica quando l'argilla ha una composizione speciale che favorisce sempre più la idraulicità della calce: nessuno però si è reso conto esatto finora di questo fatto, perchè nessuno che io sappia in ricerche di tal genere ha fatto mai l'analisi dell'argilla che trovasi mescolata coi calcari. Io avendo trovato in questa argilla un eccesso di silice oltre a quella del silicato d'allumina di formula ($3\text{Al}^2\text{O}^3, 4\text{SiO}^2$) credo di potere asserire che provenga appunto da questo eccesso di silice la maggiore idraulicità che può comunicare l'argilla. Questa circostanza speciale viene dimostrata dall'analisi essere molto rimarchevole nel caso delle due varietà di calcare di Giardini, il quale per questa ragione e per contenere come ho detto il 12,29 — 13,01 di argilla, la quale riferita a 100 parti del prodotto di calcinazione giunge fino a 21,4 — 22,1; per contenere del carbonato di magnesia che contribuisce pure a favorire l'idraulicità della calce, si può riferire senza dubbio alla categoria dei calcari capaci di dare delle calci *molto idrauliche* e si può più specialmente paragonare a quello di Nimes, che è di grandissimo credito per tale specie di applicazione.

La pratica inoltre già da qualche tempo fatta nel servirsi della calce di Giardini, per ponti ed altre costruzioni subacquee ha dimostrato come questo sia di efficacissimo effetto, come si legghi bene con le ghiaie con le sabbie a formare dei calcistruzzi e delle malte che ben presto e tenacemente induriscono; per cui deve in conclusione ritenere come di grande utilità l'avere stabilito in Sicilia questa importante industria.