SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

Ing. ERCOLE RIDONI

**Le risorse italiane in minerali non metalliferi ed
=== il moderno sviluppo della industria nazionale
=== del talco e della grafite ===**

Estratto dagli *Atti della Soc. Ital. per il Progresso delle Scienze*
X Riunione --- Pisa, aprile 1918

ROMA

Società Italiana per il Progresso delle Scienze
Via del Collegio Romano, 26

1919

Le risorse italiane in minerali non metalliferi ed il moderno sviluppo della industria nazionale del talco e della grafite.

Ing. ERCOLE RIDONI.

1) Dei minerali utili in generale.

La crosta terrestre racchiude in maniera sporadica ed eccezionale i giacimenti metalliferi, mentre è, nella massima sua parte, costituita da materiali che non contengono affatto metalli utilizzabili.

L'ingegno umano se fu colpito dalla rarità, dalla bellezza e dai pregi dei metalli, se fu attratto dallo splendore delle gemme, ha saputo però ricavare profitto industrioso da ogni rozza pietra, da ogni umile terra, che la natura ha messo a sua disposizione, e nel progressivo, millenario sviluppo della civiltà lo vediamo man mano impossessarsi di tutta quella serie di prodotti non metalliferi in gran parte litoidi, ai quali noi diamo ora il nome generico di *minerali utili*, come si è impossessato dei combustibili fossili, ed ha saputo usufruire dei sali.

L'argomento dei combustibili fossili, e quello delle pietre preziose formano materia completamente a sè, e di essa dirò soltanto che, per quanto riguarda l'Italia, in fatto di pietre preziose non ne abbiamo ed in fatto di combustibili fossili abbiamo assistito tutti al vivace risveglio di interesse che venne attuandosi in questi ultimi anni nella scienza e nella industria per le nostre ligniti, per le torbe, i petroli, le antraciti, gli asfalti, i bitumi, e per l'ipotetico litantrace nostro.

Il tema dei sali e degli altri minerali utili è tema ancora troppo vasto per contenerne la trattazione dettagliata nell'ambito di un semplice discorso.

Mi è d'uopo pertanto di raggruppare questi prodotti minerali in modo, da poterli rapidamente passare in rassegna, e scegliere fra

quelli, sui quali maggiormente si appoggia la nostra moderna civilizzazione, non solo quei prodotti che più direttamente interessano la industria italiana, ma scegliere ancora quelli, che, meno degli altri, sono di conoscenza diffusa, e ci presentano per contro l'occasione di rivolgere lo sguardo fidente verso lo sviluppo avvenire di alcune industrie importanti che potranno assumere un carattere totalmente nazionale.

Fra i minerali utili ai quali l'uomo è ricorso si presentano importantissimi i materiali da costruzione e da ornamentazione edilizia, ai quali si uniscono i materiali cementizii; ma, per sostenere la propria esistenza, per migliorare il suo tenore di vita, già l'uomo delle caverne, delle capanne, delle terre usufruiva delle semplici terre, delle argille, delle sabbie, per confezionarsi quei recipienti e quelle suppellettili che gli rendessero più comoda la conservazione e la cottura dei cibi, più facile il gustare delle bevande; per fabbricare urne e vasi cinerari, che rendessero più degna l'innata religione dei morti.

Dalle primitive terre crude modellate, dalle prime terre cotte, siamo giunti attraverso ai secoli alle terraglie, alle porcellane ed ai nomi di Palissy, di Sèvres, di Sassonia, possiamo unire i nostri non meno gloriosi della Robbia, di Urbino, di Deruta, di Faenza, di Capodimonte; le vetrerie, dalle modeste ampolle videro formarsi i vasi murrini, gli specchi di Venezia, gli splendori di Murano, i cristalli di Boemia, le meravigliose lenti gigantesche dei telescopii e quelle preziose dei microscopii moderni.

I lavori delle ceramiche, delle vetrerie insieme a quelli della metallurgia fecero sorgere la necessità di materiali che sempre più resistessero al fuoco, sino a sopportare le elevatissime temperature dei forni elettrici attuali, donde tutta la serie dei refrattari che tanto hanno preoccupato e preoccupano la nostra industria nazionale.

Da questi stessi lavori nacque la prima chimica rudimentale: dallo studio di molte pietre, di molte terre dalle quali si derivarono prodotti nuovi, venne formandosi infine la multiforme industria moderna, che si aiuta di ogni prodotto, anche non metallifero, per i più disparati manufatti, o diffonde l'uso di uno stesso prodotto in un magnifico complesso di svariatissime applicazioni, cosicchè ben a ragione questi minerali non metalliferi sono stati chiamati utili. I sali per la potassa, per il fosforo che contengono, preziosi alimenti per le nostre messi, sono purtroppo scarsi o mancanti in Italia.

Non abbiamo i nitrati, non quei depositi che resero celebri Wielizka e Stassfurt, unico sale abbondante il cloruro di sodio

nelle miniere di Lungro, nelle saline di Volterra, nelle saline artificiali marittime.

Vi è allo studio, e molto se ne interessarono un tempo i tedeschi e recentemente gli americani, la questione delle lave leucitiche per la potassa.

Auguriamoci che gli scienziati italiani, che lo iniziarono, seguivano essi l'importante lavoro.

Nel rapido sguardo gettato sui minerali utili ho specialmente indicato le applicazioni loro, perchè, in generale, è precisamente dai manufatti, che ne derivano, che i minerali utili assumono la loro vera importanza nella economia di una nazione. Se noi li consideriamo dal solo punto di vista minerario, pochi sono capaci di dare origine ad una industria estrattiva, che basti a sè stessa, di dare origine cioè a prodotti minerari, che, oltre ad alimentare industrie manifatturiere, sufficienti al fabbisogno del paese, siano ancora capaci di alimentare il commercio di esportazione. Moltissimi invece di tali prodotti, per essere molto diffusi nel mondo, dei quali cioè ogni nazione trova nel proprio suolo una dotazione adeguata al proprio consumo, non possono di per sè stessi alimentare la esportazione, ma occorre che o industrie nazionali già esistenti li sappiano utilizzare, e dalla capacità dei manufattori siano messi nel loro giusto valore, oppure che la loro presenza faccia sorgere industrie nuove, giungendo così per un verso o per l'altro a diminuire le importazioni dall'estero tutto a vantaggio dell'economia nazionale.

Una cava di argilla, una cava di sabbia difficilmente saranno delle vere imprese minerarie, ma una fabbrica di prodotti refrattari o una vetreria, una industria ceramica che sopra di esse si sviluppasse possono formare la fortuna di una intera regione. Non dobbiamo quindi valutare questi minerali utili dai soli risultati economici della cava o della miniera dalla quale si estraggono, ma valutarli dal numero e dalla importanza delle applicazioni loro. Per essi si può ben dire talvolta: *« poca favilla gran fiamma seconda »*.

2) I minerali utili italiani.

Di risorse in minerali utili è discretamente dotata anche la patria nostra e sia qui sufficiente il rammentare anzitutto i più noti materiali da costruzione e da ornamentazione edilizia quali i graniti, le dioriti, le sieniti, i marmi, gli alabastri, i diaspri, dei quali alcuni alimentano un cospicuo commercio di esportazione.

Altri più modesti di tali materiali abbiamo con i travertini, i tufi,

le ardesie, le arenarie, i gessi, i quali in generale non sono esportabili: ma a questi materiali sono dovuti in gran parte i caratteristici monumentali aspetti delle nostre antiche città, ammirazione del mondo civilizzato, e dal punto di vista economico non piccola fonte di guadagno per la patria nostra.

Si collegano ai materiali da costruzione i materiali cementizii, le calci, le pozzolane, gli utilissimi calcari da cemento, oggetto questi ultimi di una nostra vasta industria e di una buona esportazione.

Mi limito ancora a rammentare fra queste nostre risorse quelle che specialmente riguardano l'industria chimica e così lo zolfo, l'acido borico, l'allumite, il salgemma, la pirite.

Ed altri e molti materiali abbiamo in paese, che, studiati ed applicati all'estero in importantissime industrie, furono invece per lungo tempo da noi negletti. Sono state le recenti necessità della guerra che ci posero di fronte, ad esempio, al grave problema dei materiali refrattari che ci venivano forniti da quelli che furono gli imperi centrali e dall'Inghilterra, e quindi abbiamo visto la ricerca, che direi affannosa, delle argille adatte, delle beauxiti, dei quarzi, delle magnesiti, dei felspati; la chiusura quasi completa dei mercati stranieri, la difficoltà ed il costo dei trasporti posero in condizioni difficili alcune nostre industrie che, come quella del vetro, come la industria ceramica, quella della carta, ed alcune chimiche, per la mancanza, ad esempio, dei grès, facevano venire dalla Inghilterra, dalla Francia, dall'America, dalla Germania la maggior parte delle materie prime a loro occorrenti, e, trascurando materie prime nazionali, importavano caolino, sabbie, asbesto, amianto, fluorina, baritina, raggiungendo cifre di milioni all'anno.

Le cifre ufficiali del commercio di esportazione e di importazione relativo alle voci che comprendono: le pietre, le terre in genere, ed i prodotti che ne derivano, ci ammoniscono sul molto lavoro che ancora in questo ramo potremmo esplicare in Italia, ed allo scopo di diminuire sempre più la importazione dall'estero deve tendere l'opera indefessa dei nostri industriali poichè sulla buona via parrebbe di eserci.

Mentre negli anni prima della guerra le cifre della importazione e della esportazione all'incirca si pareggiavano e si aggiravano sulla media di 90 milioni di lire all'anno, nel periodo bellico invece, dal 1915 a tutto novembre del 1918, la cifra della importazione scese a circa 73 milioni di lire e la corrispondente esportazione media salì a 95 milioni e mezzo.

Non possediamo, è vero, tutte quante le materie prime che le at-

tuali industrie possono trattare ed usare; oltre che i sali ci mancano ad esempio i fosfati per la chimica e per l'agricoltura, e ci mancano, o per lo meno non conosciamo ancora, poichè molte nostre sabbie potrebbero forse contenerne, quelle terre rare, monaziti, zircone, ecc., che di recente hanno raggiunto grande importanza nelle applicazioni loro.

Ma se non tutto può aversi, ed è utopia il credere che si possa bastare completamente a noi stessi, è dovere per contro di usufruire al massimo di quanto si possiede in casa nostra e così, come anche dai molti materiali fin qui rammentati, dovremmo ricavare maggiori e migliori profitti dalle lave, dalle pomice dei vulcani nostri, dalle farine fossili, dalle terre coloranti o boli, dalle pietre da coti, dai calcari litografici, mentre si ricorre in Italia ad esempio al Volvic francese, al Kieselguhr tedesco, alle pietre di Solenhofen e così via.

Alle nostre industrie è mancata per lo più l'iniziativa di ricercare o di trasformare in Paese quei prodotti, che ci venivano invece dall'estero grezzi o manufatti; è vero che giungevano sul nostro mercato in modo tale preparati da soddisfare alle nostre esigenze e talora a prezzi cotanto bassi da non invogliare troppo a tentarne fra noi nè la coltivazione nè le applicazioni; ma è pur vero il diffuso misonicismo, e non italiano soltanto, poichè persino gli americani se ne lamentano, degli industriali in genere e dei loro capi-tecnici in specie, diffidenti sempre nell'usare quelle sostanze che non siano precisamente quelle che hanno sempre usato; inoltre il capitale nostrano, non troppo avvezzo, per il passato almeno, alle imprese minerarie, tanto meno mirava a quelle industrie che per la poca notorietà dei loro prodotti, difficilmente potevano essere oggetto di speculazione e diciamolo pure di giochi di borsa.

Anche la letteratura nostra scientifica e tecnica, che riguarda queste nostre risorse in specie e che riguarda le industrie in generale, che tali materie prime sanno utilizzare, è assai limitata. È tutto un lavoro da farsi da noi su questi nostri minerali utili, che in complesso da poco tempo solamente sono messi in valore ed alcuni dei quali giacciono ancora inerti nel suolo che li racchiude.

Notevoli eccezioni peraltro confortano e dimostrano che quando si voglia non mancano fra noi i mezzi finanziari e tecnici per fare e fare anche bene con prodotti nostri e lavorati da noi; ricordo la vasta e bene avviata industria dei calcari da cemento, le recenti utilizzazioni delle sabbie silicee dell'Aretino e del Grossetano, che suppliscono ormai egregiamente le sabbie di Fontainebleau nelle vetrerie; ricordo gli impianti per le magnesiti di Castiglioncello; le beauxiti

della Marsica e tenterò specialmente di interessare la vostra benevola attenzione verso alcuni altri minerali malamente conosciuti, dei quali uno ad esempio che, scavato e commerciato da oltre duecento anni, ha rappresentato per lungo tempo una vera specialità del nostro Paese.

3) Il talco.

Questo minerale è il *talco*, la « terra bianca » come è chiamata nelle valli di Pinerolo di dove è sempre provenuto.

Era già noto nel 1700, ma portava in commercio il nome di « Craie de Briançon » e nel pittoresco linguaggio scientifico di allora quello di *creta Briançonnia albescens viridis*, o *talcum migriscens briançonnum*. Il nome della cittadina di confine fra Piemonte e Francia era dato al nostro talco poichè a Briançon veniva portato e di là diffuso sui mercati di Europa, sia sotto la modesta forma di blocchetti adatti per segnare il panno, onde anche il nome di *pietra da sarti*, o per scrivere su lavagne e metalli, sia sotto la forma di polvere fine.

È ancora attualmente usato in farmacoepa il nome di *talco di Venezia*, sostanza adoperata ad esempio mista con ossido di zinco quale polvere essicante per le recisioni e le irritazioni della pelle. Essa non era altro che talco di Stiria, importato sul mercato di Venezia e di qua diffuso per il mondo: avveniva così che il vero talco italiano portasse un nome francese e che, quasi a compenso, un talco straniero portasse il nome glorioso di Venezia.

Ora, ed anche prima della guerra mondiale, sui ricchi mercati americani ed inglesi il nostro è noto e ricercato coi nomi di *Italian White*, o di *italian tale*, ed è veramente un caso tipico di un prodotto nostro che vada all'estero col nome di italiano. Fra noi esso è relativamente poco applicato, ed è interessante diffondere la conoscenza di questo utilissimo minerale, che viene considerato all'estero, e con ragione, fra i prodotti indispensabili per il mondo civilizzato; come sarà giovevole lo sradicare la falsa idea, ancora molto diffusa in casa nostra, che esso altro non sia se non una meschina materia di frode e nulla più.

Non credo superfluo spendere qualche momento per rammentare che cosa sia e di dove in natura provenga il talco. Esso può considerarsi quale una particolare varietà di quelle che sono chiamate, con termine generale, rocce talcose, di quelle rocce cioè che hanno subito la talchizzazione, processo metasomatico per il quale alle molecole dei componenti di una roccia qualsiasi si sono sostituite le molecole del metasilicato acido di magnesio, le molecole cioè del

talco, in determinate condizioni di temperatura e di pressione. Per questo processo abbiamo ad esempio graniti, quarzi, calcari totalmente trasformati in talco; derivano da esso le pseudo-morfosi di cristalli di quarzo formati di talco.

È pertanto quella del nostro minerale una formazione secondaria, dovuta, secondo gli autori moderni, a manifestazioni postvulcaniche e di profondità, quali ad esempio la circolazione di acque termali ricche in sali magnesiaci oppure dovuta a soluzioni derivanti da lisciviazioni di rocce magnesiache come le serpentine, in condizioni di temperatura e di pressioni determinate. Per questa loro genesi troviamo le rocce talcose in relazione con i graniti o in relazione con le serpentine, sia strettamente connesse a queste rocce stesse, sia ad una certa distanza da esse. In Liguria ed in Toscana là dove affiorano le rocce ofiolitiche (serpentine cioè, diabasi, eufotidi) si incontrano le rocce talcose (la *saponella* dei minatori toscani); in Sardegna ad Orani abbiamo espansioni granitiche con la talchizzazione; nella serie poi degli scisti cristallini essa vi compare frequentemente.

Questa serie è assai estesa nelle nostre Alpi: una lunga successione di terreni di origine diversa e di epoche geologiche anche fra loro lontanissime ha assunto per il sollevamento alpino la *facies* cristallina; quell'aspetto speciale dovuto ad una ricristallizzazione dei componenti le rocce, e nella *facies* piemontese, là dove nei terreni attribuiti al giurese ed al *trias* compaiono le classiche *pietre verdi* di BARTOLOMEO GASTALDI, le rocce serpentinosi cioè, trasformate talora in prasiniti, anfiboliti, ed in numerose altre derivazioni, ivi si ebbero le condizioni favorevoli perchè acque termali circolanti lisciviasero quelle rocce magnesiache ed avvenisse la talchizzazione dei sedimenti pretriasici ad esse inferiori, specialmente dove masse di calcari facilitavano il processo metasomatico.

Nella regione delle Alpi Cozie, che fa parte del circondario di Pinerolo, si seguono per oltre 10 chilometri in direzione le formazioni talcose che costituiscono una ricca zona talcosa produttiva, assai potente, compresa fra banchi di calcare al riposo e le pietre verdi che ne formano il tetto.

Il prodotto che qui si incontra è il *talco fogliaceo* propriamente detto, dalla caratteristica struttura lamellare, squamosa, lucente come madreperla, di colore bianco-neve o grigio o verdastro, untuoso, saponaceo al tatto; minerale tenerissimo porta il numero uno nella scala delle durezza di Mohs, ed è facilmente rigato dall'unghia.

Fra le pietre verdi, come fra le rocce ofiolitiche Liguri e Toscane, oppure in connessione con i graniti come in Sardegna la roccia tal-

cosa presenta la varietà detta *Steatite*; per composizione chimica uguale al talco ma per struttura differente, essendo o compatta o granulare, di colore non mai candido, ma grigiastro, giallastro o rossigno; di durezza maggiore (2.5 della scala di Mohs) se scaldata e cotta intorno a 1100° C. indurisce al punto da raggiungere quasi la durezza del quarzo (da 6 ÷ 7 della scala di Mohs) e riva il vetro.

I cinesi ed i giapponesi sogliono intagliare gingilli ed idoletti votivi, che si presentano variamente e bizzarramente colorati in rosso, verde, giallo, nero, in una varietà di steatite che prende il nome di *pagodite* od *agalmatolite*; la steatite per essere saponacea al tatto viene anche detta da noi *pietra saponaria*, ma non è da confondersi col termine americano di *Soapstone* col quale si designa un altro tipo di roccia talcosa, inquinata per lo più da minerali cloritici e micacei. Questo prodotto suscettibile di molte ed importanti applicazioni è invece simile alla nostra *pietra ollare* o *lavezzo* l'antico *lapis comensis* scavato nella zona delle pietre verdi e più che altrove a Chiavenna ed in Val Malenco sopra Sondrio. Analoga a queste rocce è la *Saponite* di Norvegia.

I prodotti talcosi fin qui nominati forniscono la materia prima per una quantità di applicazioni industriali svariatissime, che passerò in seguito in breve rassegna.

Altri ve ne sono però, i quali, pure formando talora intere catene di monti, per la quantità di materie eterogenee contenute, sono senza industriale importanza, e ricorderò fra di essi la listwanite degli Urali, i talcoscisti, gli steaschisti, gli gneiss talcosi.

Fra i silicati di magnesio più o meno puri, che mineralogicamente si collegano al talco, rammento la sepiolite o schiuma di mare, ben nota ai fumatori, la celadonite, la glauconite, la neolite, la rumpfite.

Si confondono poi col talco e talvolta lo surrogano nelle applicazioni alcuni prodotti, che, se per la struttura e per i caratteri fisici lo avvicinano, ne differiscono totalmente per composizione chimica; sono essi la sericite e la margarodite o talco indurito della famiglia delle miche; la pirofillite, silicato idrato di alluminio, il talco di Montmartre che è un gesso laminato ed in fine la talcosite che è una argilla smettica.

4) La Grafite.

Nelle nostre Alpi fra gli scisti cristallini, là dove abbonda il talco, la « terra-bianca » si trova da esso non molto discosta, per quanto in terreni di epoca assai più remota, un'altra terra grassa, untuosa

al tatto, a lucentezza semimetallica, terra che potè essere tenuta dall'ignoranza dei primitivi cavaatori, quale un semplice e curioso contrasto cromatico del talco, essendo essa invece completamente nera.

Questa «*terra nera*» che così è denominata da oltre un secolo nelle nostre valli Pinerolesi non è altro che «*grafite*», l'importantissimo fra i nostri prodotti non metalliferi che come il talco alimenta una seria e proficua industria estrattiva nazionale.

Poco nota essa pure alla maggioranza delle persone è per contro, ed ancora più del talco, un ausiliario potente della civilizzazione moderna, un prodotto poi che per l'avvenire della elettrometallurgia in generale e per la nostra Italiana in specie viene assumendo una importanza capitale.

È poco più di un secolo che la grafite è scientificamente nota quale uno degli stati allotropici del carbonio puro, gli altri essendo il diamante ed il carbone amorfo. Per contro si può dire che la sua conoscenza è antica quanto può esserlo la preistoria della umanità, poichè decorati di grafite furono trovati urne e vasi cinerari in alcuni sepolcreti preistorici dell'Europa centrale. Ricevette l'attuale suo nome da WERNER nel XVIII secolo, che lo derivò dal greco *γραφίτιν* e prima che SCHEELE, nel 1779, riconoscesse che la grafite era essenzialmente costituita da carbonio, essa era ritenuta quale un minerale di piombo, e chiamata coi nomi di *Asch-Reiss-Wasserblei* in Germania; di *Blak-lead* in Inghilterra, di *Mine de plomb* in Francia, e non è ancora sparito dall'uso comune, recando spesso confusioni, il nome datole da noi di piombaggine, come *plumbago* dagli inglesi e dai francesi *plombagine*. È recente il caso di un capo-tecnico di fonderia che rifiutava della grafite mandatagli in luogo della piombaggine da lui richiesta. CESALPINO nel 1596 ne parla quale un solfuro di Molibdeno; GIOV. ENRICO POTT verso il 1750 riconobbe che nella grafite piombo non esisteva e fu detta allora dal nome di lui *Pottlot*; dopo la scoperta di SCHEELE prese i nomi di *Carbo mineralis*, di *fer carburé*, di *crayon noir*, di *Kish*. Di questo minerale molto studiato e discusso dobbiamo l'attuale completa conoscenza ai lavori di LAVOISIER, di TENNANT, di MACKENSIE, di BETHÉLOT, di MOISSAN, di BALBIANO.

BRODIE ancora nello scorso secolo era portato a ritenerla, piuttostochè una allotropia del carbonio, un corpo semplice e le aveva dato il nome di *graphon* o *graphium*. La grafite in cristalli pseudo-morfici del diamante, che si incontra in alcune meteoriti, è detta *cliftonite*: nè qui è terminata la sua nomenclatura poichè LUZI nel

1891 distinse ancora le *grafiti* dalle *grafititi* e fu chiamato *grafitoide* un pigmento nero pulverolento di natura completamente amorfa.

La distinzione di LUZI è fondata sopra una particolare reazione che alcune grafiti presentano all'azione di miscele ossidanti energiche e se riscaldate: esse, le grafiti, rigonfiano aumentando da dieci sino a cento volte il proprio volume e danno origine a lunghi corpi vermiciformi che rammentano il noto *serpente di Faraone*; per contro le grafititi non rigonfiano. Si volle ricercare in questa distinzione una relazione con le differenti genesi della grafite, ma fin qui senza positivo risultato. Rammento un'altra caratteristica e discussa reazione della grafite: essa se trattata in modo opportuno con una miscela fortemente ossidante diventa di colore verde spinacio e questo prodotto sotto l'azione del permanganato potassico dà origine ad una sostanza giallo zolfo o giallo oro.

Per lungo tempo discussero illustri chimici e ritennero i più che il prodotto verde fosse *dell'ossido grafítico* e quello giallo *dell'acido grafítico*, e su queste reazioni BERTHELOT fondava il metodo per differenziare dagli altri il carbonio grafítico. Ripresi questi studii dal compianto Professore LUIGI BALBIANO del Politecnico di Torino ed analizzati con somma cura i prodotti verdi e gialli, egli risolvendo l'annosa e controversa questione venne alla scientifica certezza che non si tratta di vere combinazioni chimiche a composizione costante, ma di prodotti di *adsorbimento* e propose per essi il nome di *idrocarbossilgrafite*.

Rimane pertanto ancora insoluto il quesito di differenziare per via chimica il carbonio grafítico dal carbonio amorfo, quesito assai interessante per la importanza anche pratica che presenta nell'arte mineraria e nell'industria dei prodotti carboniosi. Per mezzo della decomposizione pirogenica dei prodotti verdi e gialli STINGL volle riconoscere il carattere cristallino od amorfo delle originarie grafiti, ma dopo l'esauriente lavoro del BALBIANO neanche la differenziazione di STINGL può avere valore assoluto.

Di dove provenga e del come siasi formata la grafite si occuparono moltissimi scienziati e non breve è la serie degli studii e delle discussioni al riguardo. Si ritiene però ormai che l'origine del carbonio grafítico possa essere tanto inorganica quanto organica: e così è ritenuta puramente inorganica la grafite delle meteoriti; la grafite invece delle rocce eruttive, dovuta a segregazione dal magma all'atto del raffreddamento o dovuta a manifestazioni postvulcaniche quali le fumarole (*pneumatolisi*) o quali la circolazione delle acque di profondità, le così dette acque juvenili, può avere origine inorganica se

derivante dall'acido carbonico, dall'ossido di carbonio, da combinazioni azotate o carburi che si esplicarono direttamente dal magma; ma si ritiene ancora che quegli stessi agenti mineralizzatori possano essere stati presi e convogliati dal magma stesso, come dalle fumarole o dalle acque juvenili nell'attraversare o nel lambire dei giacimenti carboniosi preesistenti, come carboni, bitumi o carbonati; in questi casi la loro origine sarebbe organica: vegetale od animale. Comunque la grafite che s'incontra nelle rocce eruttive è dovuta ad una azione di trasporto.

Oltre che nelle rocce eruttive si trova la grafite nella serie degli scisti cristallini, mentre non si hanno esempi di grafite nelle rocce sedimentarie non alterate.

La genesi dei giacimenti grafici degli scisti cristallini viene attribuita ad azioni metamorfiche di contatto di rocce eruttive con giacimenti carboniosi preesistenti, oppure ad azioni dinamiche dovute a sistemazioni tectoniche: il così detto dinamometamorfismo o metamorfismo regionale. Avviene in questi casi una trasformazione in posto di carbonio amorfo in carbonio grafico, la grafitizzazione cioè, dovuta ad elevate condizioni di temperatura.

Troviamo così nella serie degli scisti cristallini che quelle stesse condizioni, che abbiamo visto essere favorevoli alla talchizzazione delle rocce sono pure favorevoli alla grafitizzazione di carboni preesistenti e ci spieghiamo il fatto di avere in vicinanza i nostri due caratteristici prodotti, il bianco ed il nero, e talora talmente vicini da alternarsi l'uno e l'altro nella stessa miniera, come avviene ad esempio nella regione alpina della Stiria.

Nelle valli di Pinerolo si sviluppa per oltre 15 Km. dalla valle della Germanasca lungo la valle del Chisone e sino a Bricherasio, che è sull'orlo della pianura padana, una fascia di strati grafici in cui affiorano quasi costantemente tre banchi distinti. Questi banchi presentano molte analogie con quelli di antracite dell'alta Valle d'Aosta, dove s'incontrano pure antraciti grafitose, e, come nella zona antracitifera della Liguria, nelle alti valli delle varie Bormide, si hanno miniere di pura grafite, così nella zona grafitica Pinerolese si hanno talora grafiti antracitose; lo scambiarsi ed il frammischinarsi non infrequente di grafite con antracite, in aggiunta ad altre analogie di dettaglio e ad altre caratteristiche, sulle quali non è il caso qui di soffermarsi, confermano che le nostre grafiti hanno giacitura sedimentaria, derivano da grafitizzazione di antraciti preesistenti e sono quindi di origine prettamente organica vegetale.

Le miniere italiane di grafite sono per il momento tutte quante in giacimenti uguali a quelli ora descritti: ed in esse la grafite si presenta a struttura amorfa, quando *terrosa*, friabile nerastra, grassa ed untuosa al tatto, quando compatta, dura, quasi pietrosa, poco untuosa ed a lucentezza semimetallica.

Per contro le grafiti entro le rocce eruttive quali s'incontrano a Ceylon, nell'India, nel Canada, agli Stati-Uniti, al Madagascar ecc., sono a struttura cristallina: scagliose, micacee, con lucentezza metallica brillante di colore variabile fra il grigio acciaio quasi argenteo ed il nero bluastrò; sono raccolte in aggregati lamellari o bacillari o radiali, fibrosi quasi come il legno; talvolta sono in masse compatte, costituite però da minuti elementi scagliosi, molto untuosi, di colore nero o grigio plumbeo.

A proposito dell'aspetto del minerale si può dire che quasi ogni miniera ha una speciale caratteristica e che pochi minerali presentano in natura una maggiore variabilità nella struttura loro e nel loro aspetto quanto la grafite.

Anche in Italia abbiamo la grafite a struttura cristallina nelle rocce Kinzigitiche di Calabria, del Biellese, dell'Ossola, ma le ricerche fatte nel passato non ebbero esito felice, come non l'ebbero quelle fatte a Levigliani nel monte Pisano. Vedremo come le applicazioni pratiche di questo tipo di grafite siano importanti e quanto sarebbe vantaggioso il trovarne in Italia.

5) Coltivazione del talco e della grafite.

Analogamente al presentarsi delle grafiti delle Alpi in banchi, si presenta in lenti allungate il talco, cosicchè dal punto di vista dell'arte mineraria la coltivazione dei due prodotti comporta molte analogie; le loro giaciture, assoggettate ad uguali azioni dinamiche durante il sollevamento alpino, da qualche metro di potenza scendono sino a pochi centimetri; formano talvolta entrambi delle tasche, delle masse lenticolari, mentre tale altra si rastremano, si raggrinzano e si perdono in filaretti nella roccia incassante; solo gli affioramenti hanno potuto talora differire poichè fu più frequente avere cave a cielo scoperto per il talco che non per la grafite. Comunque la storia della loro coltivazione è perfettamente uguale, almeno fino alla promulgazione della legge Sarda sul regime della cave e delle miniere del 1859.

Disseminati gli affioramenti nell'alta montagna, non oltre i 1000 m. sul mare quelli della grafite e fra i 1400 sino oltre i 2000 m. quelli

del talco, lontani per lo più dagli ultimi abituri alpestri, venivano malamente sfruttati dai primi cavaatori che già nel 1700 portavano il talco a Briançon e nel 1800 vendevano la terra nera, come materia colorante, per pochi centesimi al Mg. Questo periodo degli affioramenti durò lunghi anni e si ebbero per il talco delle cave a cielo scoperto ancora alla fine dello scorso secolo.

I cavaatori entrarono poi in sotterraneo per mezzo di primitivi lavori discendenti lungo i concentramenti migliori di talco e di grafite, rapinando fin dove potevano, poco curandosi della personale sicurezza, abbandonando i vuoti senza riempimenti e provocando così frane e raccolte di acqua tali da costituire, per le lavorazioni che seguirono, dei continui e noiosissimi pericoli.

I mezzi di trasporto dalle alte miniere alle mulattiere più prossime consistevano in sacchi o panierie caricati sulle slitte a mano o sulla testa delle donne, e di questi primitivi mezzi ancora attualmente vediamo radi esempi, a fianco di moderne teleferiche lunghe talvolta qualche chilometro.

L'industria estrattiva del talco e della grafite si protrasse così meschina fin verso il 1898, alla quale epoca, per merito di tecnici e di industriali italiani, si cominciarono a portare in essa metodi e concetti moderni di coltivazioni e di trattamento, poichè le applicazioni dei due prodotti venivano sempre più ampliandosi nel mondo.

Attualmente si hanno per entrambi i nostri minerali delle vere e complete miniere, non certo grandiose, che non lo comporterebbero nè la natura nè la ubicazione dei giacimenti, ma nelle quali, ed in quello di grafite specialmente, tutte le più moderne regole dell'arte mineraria, e l'aiuto dei mezzi meccanici più perfezionati vi sono efficacemente applicati.

La legge mineraria del 1859 ha portato una divisione legale fra i due prodotti nel senso che mentre la grafite veniva assoggettata al regime delle miniere; il talco rimaneva disgraziatamente sotto quello delle cave.

Lasciato così per legge libero nelle mani dei proprietari del soprasuolo, il talco, oltre che essere stato per lo più male coltivato, potè sfuggire sovente ad un esatto controllo delle autorità minerarie, e se vogliamo ricercare le statistiche della sua produzione nel passato le troviamo deficienti o monche: d'altra parte siccome la sua importanza industriale nel mondo è di data assai recente, così io mi limito a riferire quelle cifre che dal 1917 rimontano al 1901.

In questo periodo di tempo la produzione del talco greggio delle miniere italiane da Tonn. 11,170 nel 1901 subì una diminuzione sino

al 1905 con un minimo di Tonn. 6190; riprese nel 1906 ad aumentare regolarmente sino al 1912 con Tonn. 16,240; di poi l'aumento fu più rapido sino al 1916 in cui raggiunse la cifra di Tonn. 27,483, quadruplicando così negli ultimi dieci anni il suo tonnello.

Il valore unitario non subì invece diminuzioni sensibili, ma crebbe regolarmente dalle 20 lire per Tonn. del 1901 alle lire 44 del 1916.

Nel 1917 il valore unitario salì a lire 80 per Tonn. e la produzione di Tonn. 21,863 raggiunse il valore totale di lire 1,749,040, circa otto volte quello del 1901.

Se confrontiamo la nostra produzione con quella degli altri Stati vediamo che nello stesso periodo di tempo gli Stati Uniti d'America rimasero all'incirca costanti con 59,000 Tonn. annue; la Francia in dieci anni quadruplicò la sua produzione sino a Tonn. 46,312; l'Austria, l'isola di Terranova, la Spagna si mantennero costanti con Tonn. 13,800, Tonn. 6000 e Tonn. 5000 rispettivamente; solo il Canada fu in fortissimo progresso salendo da 625 a 7503 Tonn. annue.

La produzione Italiana viene terza in ordine di grandezza dopo Stati Uniti e Francia, e del totale di produzione mondiale che è di circa 160,000 Tonn. annue, rappresenta ad un dipresso la sesta parte.

Però come qualità purissima che raggiunge il 35 % di ossido di magnesio, ed è quasi senza impurità che ne alterino il perfetto candore e la untuosità al tatto, il nostro talco è considerato fra i migliori; dalle statistiche Americane risulta che in tutti gli Stati Uniti si produssero nel 1916 solamente 25 Tonn. di talco candidissimo, analogo a quello nostro.

6) Applicazioni e commercio del talco e dei materiali talcosi.

Alla maggioranza delle persone che soltanto di nome lo conoscono e che per lo più lo ritengono quale un meschino e fraudolento surrogato di farine o di zucchero può sembrare direi quasi un enorme e vergognoso abuso la produzione di 160,000 Tonn. annue di talco; eppure il mondo industriale non ne ha ancora a sufficienza: negli Stati Uniti si cerca in ogni dove per scoprirne nuovi giacimenti; l'Inghilterra, che in madre patria non ne ha, e che è sempre dipesa da noi o dalla Francia, cerca di mettere al più presto in valore il talco recentemente trovato nella Rhodesia; anche il Brasile è en-

trato da poco sul mercato e la concorrenza al nostro talco si fa dovunque e vieppiù minacciosa.

Questo estremo bisogno di talco non ci deve sorprendere poichè vi sono almeno sedici grandi industrie, le quali, approfittando delle caratteristiche qualità fisiche del nostro minerale, ne usano, sotto forma di polvere finissima, come materia prima costituente in parte i varii manufatti.

Ne porto alcuni chiarissimi esempi: del suo potere assorbente di fecole o di colle, della sua lamellarità, lucentezza, untuosità ne usufruiscono largamente per le apprettature *l'industria tessile* e *l'industria della carta*. In quei recentissimi tessuti che si prepararono per difendere le nostre truppe contro la barbara insidia dei gas della yprite il talco si è prestato mirabilmente. Nelle cartiere di Francia, Inghilterra, America del Nord, Germania, Austria, il talco ha soppiantato il caolino e gli altri materiali di carica.

Per il suo lieve peso specifico da 2,6-2,8 esso non ha lo scopo di aumentare il peso della carta, chè a questo ci pensa la baritina, ma ha quello ben determinato di conferirle e di aumentarle delle qualità specifiche quali la resistenza e la flessibilità, e di facilitare una serie di operazioni nelle diverse fasi di fabbricazione. È ritenuto perfetto materiale di carica per la carta patinata il talco opaco.

L'importanza sua nelle cartiere è messa in evidenza da un libro americano, la « Mineral Industry », con le seguenti parole: « se le proprietà del talco relative alla fabbricazione della carta fossero le sole, esso soddisferebbe già ad un bisogno universale della nostra moderna economia mondiale ». E questo è da tenersi presente dalle nostre cartiere che per lungo tempo hanno preferito il caolino straniero, e solamente ora hanno cominciato ad usare il talco nazionale perchè strettevi dalla necessità. *Nell'industria dei saponi, in quella del cuoio, dei colori, delle vernici, dei lubrificanti*, le proprietà del talco di assorbire facilmente olii, grassi, paraffine, petrolio e di fissare sostanze coloranti e profumi, lo rendono un ausiliario prezioso; fra i lubrificanti liquidi vi è una utilissima applicazione nel *talco defloculato di Thalberg*: si ottengono con esso sospensioni colloidali che hanno per risultato di diminuire il consumo degli olii lubrificanti in generale. Le stesse proprietà ora accennate, come pure l'inerzia sua ai reagenti chimici e la sua innocuità, lo rendono utilissimo nell'*industria profumiera e farmaceutica*.

Ne fanno fede i prodotti Americani del celebre profumiere Colgate; le polveri da toelette surroganti le ciprie, il *baby-talc*, il *talc-Jontee*, come il boro e talco ed il *talco-licopodio*, prodotti nazionali della ditta

De Giorgis ed Elleon di Abbadia Alpina; le creme, i cosmetici, le paste dentifricie a base di talco. Gli infiniti « tabloidi » compressi della attuale farmacia sono addensati col talco, con esso si conservano pure molti prodotti deteriorabili quali ad esempio le pillole.

A questo stesso scopo conservativo è usato nell'*industria molitoria* per la così detta *brillatura del riso* e non solo per conferirgli candore e brillantezza.

Come involuero di sicurezza e come massa inerte assorbente delle nitroglicerine è usato nella *industria degli esplodenti*.

In miscela con *silicato di soda* forma una vernice incombustibile largamente adoperata nell'*industria dei legnami*.

Nell'*agricoltura* e nella *industria dei concimi* trova applicazioni nella fabbricazione dei concimi artificiali stessi e nella così detta « *fosfite* » si ha una miscela rameica contro le malattie delle piante.

Nell'importantissima *industria del caucciù* è impiegato quale costituente delle gomme bianche e grigie; serve a spolverarne le forme di colata e serve nelle operazioni di vulcanizzazione: è noto a tutti gli automobilisti come lo si adoperi per la conservazione dei cerchioni e delle camere d'aria. La febbrile preparazione di questi prodotti ha causato agli Stati Uniti durante il periodo degli armamenti una vera crisi sul mercato di talco, poichè i produttori erano incapaci di soddisfare ai bisogni del consumo.

Un sapiente, se non molto noto, ceramista italiano del XVIII secolo il dott. Gioanetti è stato pare il primo ad usare il talco nelle paste con le quali formava le sue belle ceramiche di Vinovo in Piemonte, ed attualmente la *industria ceramica* lo adopera in aggiunta al caolino per ottenere i *biscuits* e la così detta *porcellana craquelée*.

Con fondenti scelti opportunamente il talco, per le sue elevate proprietà isolanti della corrente elettrica, sia a freddo che a caldo, si presta ottimamente alla preparazione di materiali isolanti: ne abbiamo assai recenti e nuove applicazioni per l'Italia dove alcuni industriali fabbricano con esso l'involucro isolante delle candele di accensione dei motori a scoppio; nell'industria automobilistica ed aviatoria si fa un consumo annuo di parecchie decine di migliaia di tali pezzi; con essi dobbiamo liberarci dal tributo che per il passato pagavamo alla Germania, che ci mandava le sue famose candele Bosch, come ci libereremo dalle altre candele straniere: vi fu in questi ultimi anni un momento in cui la mancanza di questi piccoli ma essenziali e delicati organi pareva dovesse ostacolare la grandiosa ed intensa preparazione dei nostri velivoli; e tale bisogno è tuttavia tutt'altro che soddisfatto dai prodotti nazionali.

Con la pasta isolante formata con il talco si è potuto isolare perfettamente sia a freddo che a caldo, una corrente di oltre 30,000 volts con uno spessore di 8 mm.; la perforazione si ebbe soltanto con una tensione di 37,500 volts; con la stessa pasta si sono preparati altri accessori per elettrotecnica quali i sopporti per valvole, interruttori, ecc. mentre sono allo studio nuove applicazioni del genere e specialmente quella degli isolatori per le linee ad alto potenziale. Per il grande avvenire che presentano per l'Italia le più svariate applicazioni elettriche, l'utilità del talco per esse è tutt'altro che trascurabile.

Come per la ceramica così pure è usato il talco nell'*industria vetraria*, dove concorre alla formazione della pasta di vetri speciali e dove serve per spolverare le forme di colata. Per questo ultimo scopo è pure usato in *metallurgia* e specialmente nella fusione dell'alluminio; per la ghisa e per altri metalli lo si usa in miscela con la grafite.

Il talco rappresenta ancora un componente per piastrelle da decorazione, da pavimenti, da tetti, per finti marmi e per ogni sorta di pietre artificiali, come pure per le grosse placche feltrate impregnate di talco, usate nelle fondazioni di macchinari pesanti, cosicchè anche l'*industria edilizia* entra nel novero di tutte quelle importantissime fin qui nominate nelle quali il talco trova importantissime applicazioni.

E non si arrestano all'estero le prove e gli esperimenti per trovarne delle altre: accenno al suo impiego per impedire lo scoppio dei pulviscoli carboniosi delle miniere, per preparare gli smalti ed il ferro silicio; per usarlo come digrassante delle acque di condensazione o di acque grasse di lavaggio e di rifiuto; come mezzo filtrante e depurante col nero animale per le acque potabili; come polvere conservativa di una serie di prodotti commestibili. Dà buona prova per esempio per la conservazione delle uova fresche. E per continuare nelle più modeste ma non meno utili applicazioni nell'economia domestica, rammento gli ottimi servizi che rende il talco nel togliere qualsiasi macchia di olio, di unto, di petrolio, dalle stoffe, dalle carte, dal legno, dalle pietre; per pulire le gemme e specialmente le perle; per facilitare la calzatura dei guanti e delle scarpe, per tutti quegli usi cioè per i quali è adoperata e conosciuta dalle massaie toscane la « polvere di incio », che non è altro se non talco o steatite finemente porfirizzati.

La produzione italiana di talco macinato sali da tonn. 7890 che era nel 1901, con un valore di lire 445,500, a tonn. 20,911 nel 1917

con un valore di lire 2,925,533; il valore unitario statistico variò da lire 56 a lire 142 circa ma ultimamente in commercio una tonnellata di talco valeva anche da 250 a 500 lire a seconda della qualità.

La macinazione del talco fatta con macine a molazze verticali di pietra, i così detti molini cileni o piste, come si chiamano localmente, era un tempo un'industria a carattere familiare; una sola pista con due buratti per la setacciatura fine formava un molino, condotto per lo più da un solo mugnaio, ed analogamente ai vecchi molini da grano, i molini per talco s'incontravano lungo i torrenti ed i torrentelli laddove un piccolo salto permetteva di far girare per mezzo di una ruota idraulica la pista ed i buratti. Erano mulinetti tutti bianchi di polvere e caratteristici delle nostre vallate, che si alternavano con quegli altri tutti neri dove in modo affatto analogo e primitivo si macinava la grafite.

Attualmente questi molini sono quasi tutti spariti e si hanno grandi stabilimenti dove un macchinario adatto e studiato polverizza e classifica i nostri prodotti e ne elimina lo sciupio delle polveri finissime; dove alle ruote idrauliche si sono sostituite potenti turbine e dove l'energia elettrica diffonde le sue ben note comodità di lavoro.

La mano d'opera nei mulini per talco dal 1901 al 1917 salì da 36 operai a 157 e la forza impiegata da 224 cavalli dei quali 40 elettrici a 500 dei quali 184 elettrici. Il numero dei molini si mantenne pressochè costante fra 11 e 15.

Il commercio del talco ha delle esigenze tutte sue particolari in fatto di colore, di finezza, di lucentezza; è facile talvolta sgarrare nelle tinte, sono gradazioni lievissime del bianco, che dal niveo passa all'avorio, al giallognolo, al bluastrino, al verde chiarissimo; talvolta è la lucentezza che può mancare, è quindi uno studio continuo per mantenere le varie marche commerciali col loro carattere costante, e poichè ogni miniera ha le sue caratteristiche, occorre studiare le miscele dei prodotti grezzi in modo che macinati rispondano alle richieste per le varie applicazioni.

Talvolta sono lievissimi granelli che, sfuggiti a qualche seta recisa di buratto, possono sericchiolare sotto le attente spatole usate dai pratici per riconoscere con pochi tocchi le maggiori o minori finezze dei prodotti, finezze che provengono da tessuti di seta che hanno normalmente da 3400 a 4800 maglie per centimetro quadrato; e cioè fori le cui aree vanno da 57 a 67/100 di m/m. quadrato. Le particelle di talco poi, che sono inferiori ai 16/100 di m/m. sono opache, poichè hanno perso la loro lamellarità, ed il rapporto fra la quantità di esse

e quella delle altre di maggiori dimensioni chiamasi il *grado di lucentezza*. Non soltanto sono questi caratteri fisici che si debbono controllare ma dall'analisi chimica dobbiamo ricavare i dati relativi alla purezza del talco il quale in commercio è esso stesso falsificato o con quei prodotti che lo assomigliano o senz'altro con l'aggiunta di baritina o di carbonato o di solfato di calcio in proporzioni fino del 50 %.

Oltre a quelle che ho passato in rassegna vi sono altre applicazioni di quei materiali talcosi che non sono adoperati sotto forma di polvere fine. È tutta una lunga serie di manufatti di steatite, di soapstone americano, di saponite di Norvegia, basati sulle proprietà comuni a questi materiali e cioè la facile lavorazione, la tenacità, la resistenza agli acidi, la poca conduttibilità termica, l'alto potere isolante della corrente elettrica; l'indurimento loro alla cottura: abbiamo così tinozze da bucato, bacinelle per reagenti; piani per tavoli da laboratori; quadri e materiali isolanti negli impianti elettrici, fatti col soapstone americano; sono beccucci per gas, pezzi ed anelli per fornelli, fuselli per le filature che si fanno con la steatite di Baviera; sono grandi e piccole costruzioni architettoniche eseguite con la saponite di Norvegia: ad esempio la cattedrale di Trondthjem è tutta quanta di saponite; i forni a soda, quelli elettrici per nitriti e nitrati sono rivestiti di blocchi speciali di saponite. In Italia non abbiamo ancora applicazioni speciali nè delle steatiti, nè della pietra ollare; con quest'ultima si sono sempre fatte pentole o tegami o stufe di uso tutto locale, ma non si è mai cercato di svilupparne le applicazioni che pure sarebbero estese e per le quali verrebbero ad assumere importanza molte nostre cave inoperose. Al Brasile per esempio pentole e casseruole di steatite sono specialmente apprezzate per la cottura del riso. Siamo ancora restii a certe novità: manca ed è mancato nelle nostre industrie il metodo saggiamente sperimentale: in quelle straniere, per poca importanza che esse abbiano, sappiamo tutti come si trovino laboratori speciali i quali sono destinati non solo al controllo dei prodotti normali e di smercio corrente, ma ancora allo sperimentare le novità, le modificazioni, le migliorie, ben sapendosi che lo stare fermi nell'industria significa retrocedere. Nè da noi Italiani il metodo sperimentale è da considerarsi quale un prodotto di oltre Alpi e, per questo, riguardarlo ora quasi come contrario alla indole nostra, quando proprio da noi e già da secoli quel metodo ebbe in LEONARDO, nel BIRINGUCCIO, in GALILEO, nel VOLTA, nella scienza come nell'industria, dei propugnatori e dei precursori sovrani; e l'Italiano « provando e riprovando » della gloriosa Acca-

demia del Cimento dovrà essere pure il motto di ogni illuminato industriale, come lo sta divenendo per alcune delle maggiori organizzazioni dell'industria nostra.

Per questo lamentato misonicismo è avvenuto che sino al 1915 l'esportazione del nostro talco ha rappresentato sempre la quasi totalità della produzione, circa il 97 %, e tale esportazione variò dal 1912 al 1916 da tonnellate 12,182 p. lire 1,030,920 a tonnellate 21314 p. lire 2,024,830, solo nel 1916 il 23 % circa della produzione cominciò a rimanere in Paese, nel 1917 ne restò quasi il 50 % con tendenza nel 1918 a restarne anche di più: speriamo che l'incremento nel consumo italiano abbia a progredire, e si riesca ad impedire l'esodo di una materia prima, che ci ritorna in infiniti manufatti moltiplicata di prezzo, mentre industrie nostre che potrebbero usufruirne preferiscono al suo posto materie prime straniere, e così quell'oro che la vendita del talco ci procura dall'estero, in molto maggiore dose noi all'estero dobbiamo restituire.

7) Applicazioni e commercio della grafite.

In condizioni quasi analoghe si è mantenuto fino a questi ultimi anni il nostro mercato della grafite, per quanto non sia stato piccolo il progresso fatto da questo prodotto dal tempo che come terra nera colorante era venduto a pochi centesimi al mg. mentre abbiamo ora delle qualità di grafite che si possono vendere a qualche lira per kg.

Per rendersi esatto conto di come funziona questo mercato, occorre tenere presente che non tutte le grafiti si adattano egualmente alle varie applicazioni, nelle quali deve adoperarsi grafite; e, quantunque essa sia abbastanza diffusa nel mondo, tuttavia ogni paese pure avendone nel proprio suolo dipendeva, specialmente avanti guerra, da vari altri per approvvigionarsi della grafite necessaria per le industrie che la usano.

La ragione di questo carattere internazionale del nostro prodotto deriva anzitutto dalla sua variabilissima struttura in base alla quale abbiamo due categorie chiaramente definite di grafite commerciale: la lamellare cristallina e quella amorfa. Ciascuna di esse serve per speciali e differenti usi e la applicabilità loro è in particolar modo determinata dalla loro struttura: dove serve la grafite lamellare cristallina in generale non serve quella amorfa e viceversa. Così le grafiti lamellari sono usate nella confezione di materiali refrattari e specialmente di crogiuoli a scopo metallurgico, la lamellarità conferisce ai crogiuoli elasticità, formando una specie di feltro con le argille

refrattarie che la impastano, e conferisce quindi insieme alla refrattarietà una grande resistenza alle brusche e rilevanti variazioni di temperatura alle quali i crogiuoli sono assoggettati.

Gli altri prodotti refrattari grafitosi, come blocchi e mattoni da forni, valvole e tappi per i recipienti di colata ecc., possono fabbricarsi sia con le grafiti cristalline lamellari, sia talvolta anche con alcune grafiti amorfe, nelle quali si può incontrare una lamellarità strutturale non dovuta a cristallizzazione, ma dovuta invece ad una laminazione naturale derivante dalle elevatissime pressioni e dagli scorrimenti a cui alcuni giacimenti grafitici furono assoggettati.

Le grafiti lamellari cristalline servono inoltre come lubrificanti a secco quando siano purissime ed il loro tenore in carbonio superi il 95 %; per gli usi refrattari è sufficiente un tenore compreso fra 60 ÷ 70 %, mentre si può scendere anche al 40 % per gli scopi metallurgici correnti.

Le grafiti lamellari cristalline sono sempre in relazione con rocce eruttive, e noi in Italia di queste grafiti non abbiamo, salvo quelle delle rocce Kinzigitiche, alle quali ho già accennato, ma che per il momento non sono ancora coltivate.

Per il solo fatto della non cristallinità delle grafiti Italiane, e per la facilità di avere dall'estero i prodotti grafitosi refrattari, le nostre grafiti furono sempre per tali usi trascurate. È necessario che le grafiti destinate ai prodotti refrattari non contengano impurità tali da formare combinazioni fusibili con le argille con le quali esse vengono impastate. Ora se noi esaminiamo le nostre grafiti amorfe notiamo che esse sono specialmente inquinate da quarzo, gli altri componenti le ceneri si riducono a poco ferro ed a poca allumina, sono quindi di composizione tale da poter servire come materiali refrattari silico-grafitosi; inoltre, se si ricavano dalla massa amorfa di alcune nostre grafiti quelle porzioni laminate naturalmente che vi si incontrano, si può ottenere una materia prima che si presenta precisamente adatta alla fabbricazione dei refrattari.

Esperimenti fatti da chi scrive fabbricando blocchi per cubilotti, valvole per colata, sostegni da crogiuoli, coperchi, tubi, hanno già dato incoraggianti risultati, e lo studio della formazione dei crogiuoli con queste nostre grafiti promette che si possono avere risultati finali positivi.

Se difficoltà si presentano esse sono dovute in gran parte alla deficienza di buone argille refrattarie nazionali.

La questione dei materiali refrattari grafitosi è di grande importanza per la nostra industria metallurgica e per l'economia nostra.

Prima della guerra sino a tutto il 1914 l'importazione di questi prodotti rappresentava un valore medio di circa lire 600,000 per 8000 quintali annui; dal 1915 a tutto il 1917 queste cifre salirono a lire 2,737,333 per 20,000 quintali annui.

Oltre che della entità della cifra è da tener conto della utilità di poter avere in paese quei prodotti senza dei quali alcune operazioni metallurgiche diventano impossibili.

Le nostre grafite naturali laminate non potranno invece mai servire come lubrificanti a secco, perchè di tenore troppo basso, quelle più ricche raggiungono da noi in media il 70 % di carbonio, e la depurazione loro ne altererebbe la struttura.

Si è calcolato da competenti che le grafite cristalline propriamente dette atte a scopi metallurgici e lubrificanti, rappresentano all'incirca il 53 % della produzione mondiale di grafite, valutata mediamente a 100,000 tonn. annue. Tutto il resto, dato per lo più dalle grafite amorfe granulari, serve a seconda dei tenori in carbonio ed a seconda di particolarità speciali per spolverare le forme di fonderia; gli obici ad esempio non possono fondersi se non in forme spalmate con grafite e la nostra Italiana è stata durante la guerra l'unica che abbia alimentato oltre che le nazionali, le fonderie francesi ed inglesi.

Serve inoltre la grafite amorfa per formare i lapis, per gli usi di elettrotecnica, per mastici, colori e vernici, per lubrificanti ad umido con oli cioè e con grassi, e per il pulimento delle stufe; per la così detta « pâte à fourneaux » dei francesi s'impiega la rispettabile cifra di circa 30,000 tonn. annue di grafite.

La produzione italiana di grafite greggia nei primi 17 anni di questo secolo fu di tonn. 10,402 in media annua, circa 1/10. cioè, della produzione media mondiale, nella quale l'Italia, come per il talco, occupa il terzo posto dopo l'Austria quando erano sue le miniere di Boemia, Moravia e Stiria, e dopo l'Isola di Ceylon. In questi anni di guerra dal 1914 in poi si ebbe un regresso nella produzione a circa 7600 tonn. annue dovuto alla forte riduzione della mano d'opera nelle miniere, in alcune delle quali sino al 44 % degli uomini fu chiamato alle armi.

Il valore medio della produzione annua è valutato nelle statistiche ufficiali a lire 296,279. Dal 1910 a tutto il 1917 abbiamo esportato mediamente tonn. 7387 all'anno di grafite macinata per un valore di lire 697,793; in questo stesso periodo di tempo la nostra produzione media annua fu di tonn. 10,338 onde l'esportazione ha rappresentato il 71.4 % della produzione.

Si importa anche della grafite greggia e specialmente lamellare,

e mentre sino al 1914 questa importazione si limitò mediamente a sole 222 tonn. annue, negli anni 1915-1916-1917 essa salì a tonn. 1266 per un valore medio annuo di lire 1,323,049.

Le somme che noi mandiamo all'estero sia per introdurre i prodotti refrattari grafitosi, sia per introdurre grafiti lamellari e che rappresentano per i bisogni attuali oltre quattro milioni di lire all'anno, ci insegnano quale sia l'importanza delle grafiti lamellari e quanto vantaggioso sarebbe per noi il poterle supplire con le nostre laminare.

Non solo gli esperimenti ai quali ho accennato ne fanno intravedere la possibilità, ma una conferma possiamo averla dal fatto che gli Imperi Centrali non possedevano miniere di grafite lamellare; queste, rammento, sono a Ceylon, al Madagascar, agli Stati Uniti, ed in questi ultimi anni certamente non sarà stata molta la grafite lamellare entrata in Germania ed in Austria, nè gli stocks, che senza dubbio avranno avuta di essa, non avranno potuto supplire al consumo enorme che deve esserci stato per la preparazione degli ordigni di guerra; ma in alcune miniere austro-tedesche per l'appunto vi è il tipo di grafite così detto « Flinz » che corrisponde all'incirca alla nostra grafite laminata, e con esso fu supplito alla mancanza della grafite lamellare propriamente detta. Questo era del resto già noto agli alchimisti del medioevo, per i quali erano preziosi i crogiuoli di Baviera, fatti col « Flinz ».

Le nostre grafiti puramente e semplicemente macinate non hanno servito mai ad altro da noi che ad usi di secondaria importanza: spolverare le forme da fonderia, formare con del grasso gli scadenti lubrificanti da rotaie, fare colori di basso prezzo; è per contro accertato che le nostre migliori, esportate a prezzi non elevati, servivano all'estero a confezionare prodotti di valore e come tali a noi ci ritornavano.

8. — Depurazione delle grafiti italiane ed applicazioni delle grafiti depurate.

Ad evitare questo danno e per migliorare sotto tutti i riguardi la produzione nazionale abbiamo dedicato l'opera nostra a studiare, anzitutto, la depurazione delle nostre grafiti, ed in seguito le varie applicazioni sia delle grafiti depurate che di quelle naturali convenientemente preparate. Senza entrare nel dettaglio degli studi e delle molteplici prove, mi basti accennare che il solo trattamento chimico è stato quello che fin qui ha dato i risultati migliori e di maggiore rendimento. Con l'impiego di soluzioni acquose di acido fluoridrico a

titolo variabile a seconda della depurazione desiderata, e con successivi lavaggi con acido solforico concentrato e poi con acqua abbondante, si è raggiunto in modo industriale la depurazione quasi completa: abbiamo già commerciato grafite depurata sino al 99.2 % di carbonio. In Italia non avevamo preparazione di acido fluoridrico, che specialmente Germania e Francia producevano: vi abbiamo supplito usando l'ottima fluorina di Collio in Val Trompia, in un apparecchio di nostra fabbricazione capace di produrre direttamente le soluzioni fluoridriche a titolo variabile, ed in condizioni tali da eliminare ogni danno e pericolo per gli operai che vi sono addetti.

Le fluorine di Val Trompia già adoperate per le vetrerie, le smalterie, le fonderie, hanno trovato largo uso per la produzione del nostro acido, e così una nuova industria si collega ad un'altra con prodotti nostri formando uno dei tanti anelli di quella salda catena che dovrebbe avvincere tutta quanta la nostra industria nazionale.

Risolto il problema della depurazione si studiò quello assai complesso delle applicazioni delle grafiti depurate delle quali gli usi principali sono: la preparazione dei lapis e la fabbricazione dei carboni per l'elettrotecnica.

a) *Grafiti per lapis.* — Alle grafiti da lapis si richiede: l'estrema finezza, la struttura finemente granulare, la pastosità, il potere colorante elevato; il tenore in carbonio non inferiore all'80 %, le impurità residue debbono essere di natura morbida, pastosa esse pure e tali da assomigliare per lo meno a quelle argille o caolini, che, per formare la matita, si mescolano con la grafite e con essa si cuociono ad alta temperatura onde avere le varie gradazioni di colore e di durezza che dai lapis si esigono. Le grafiti da lapis allo stato naturale sono assai rare e solo il 30 % di quelle che si usano è dato dalle naturali, il resto è dato da grafite depurata ed artificiale.

Si è calcolato a tonn. 4000 annue il consumo mondiale di grafite per matite, al quale peso corrisponderebbe all'incirca la produzione annua di un miliardo e 400 mila lapis. La importazione italiana dal 1910 al 1917 si è aggirata all'incirca su 12 milioni e 200 mila lapis all'anno, e come lapis si considerano qui soltanto quelli con guaina di legno lucidata e verniciata, nei quali la grafite entra per circa il 40 %; sono esclusi tutti gli altri nei quali la grafite entra per lo più in dose minima o manca affatto.

Il valore di tale importazione fu, negli otto anni considerati, di oltre lire 733,000 all'anno: il prezzo medio del lapis risulterebbe così di soli sei centesimi, alquanto inferiore al vero.

L'industria dei lapis, nata in Inghilterra circa la metà del XVI se-

colo con le grafiti naturali segate in semplici barrette, e ricavate dalle celebri miniere di Borrowdale nel Cumberland, le quali si esaurirono circa al 1876, divenne in seguito quasi un monopolio dell'Austria con le fabbriche della ditta Hardtmuth, e della Germania con quella di Faber, ditte che tenevano filiali in Francia ed in Inghilterra; nomi conosciutissimi che ebbero il primato in tutto il mondo, di fronte a poche fabbriche francesi, inglesi ed americane.

Le grafiti naturali per lapis sono di provenienza specialmente Bavarese e Messicana, e ciascuna fabbrica procede al loro trattamento, lavaggio e depurazione a seconda della loro natura.

In Italia l'industria dei lapis per la mancanza delle grafiti adatte, può dirsi che non esistesse, e non si fabbricavano che matite ordinarie ed a buon mercato da una sola ditta, ma non si faceva il lapis fine da scuola e da disegno: la grafite usata era straniera mista talora a nostre grafiti scadenti.

Le grafiti depurate di nostra preparazione, sperimentate su vasta scala da una conosciuta fabbrica inglese, la Chambers & Co Ld. di Stappelford (Nottingham), hanno dato risultati che furono dichiarati eccellenti, e sono ora ritenute ottime per la fabbricazione delle matite da disegno le più fini. Per quantitativi, che solo le presenti condizioni del commercio con l'estero possono permettere, si iniziò anche la esportazione della nostra grafite da lapis verso la Svizzera e verso la Spagna.

Sulla base delle prove fatte è sorta in Torino nel 1917 una società sotto la ragione « Fabbrica Italiana di Matite » Fratelli Bossi, Giuliani & C., la quale sta attualmente impiantando un grande stabilimento capace di preparare circa 150,000 matite al giorno di ogni qualità, e quindi tale da supplire non solo al fabbisogno italiano, ma di fronteggiare anche all'estero la concorrenza austro-tedesca.

Alla fabbricazione dei lapis si riallaccia la questione importantissima del legno per formarne la guaina.

Alcuni esperimenti hanno dimostrato che in una delle nostre colonie si trova il legno di ginepro adatto allo scopo: avremo così i lapis italiani tutti fatti con materie prime completamente nostre.

Questa nuova industria è stata per la sua importanza considerata dal Governo come interessante l'economia nazionale, epperò beneficiata dalle disposizioni del decreto Luogotenenziale per la protezione delle nuove industrie che sorgono in Italia. E qui balza viva la prova che l'avere citato il verso dantesco « poca favilla gran fiamma seconda », non è stata una mia esagerazione; poichè sono sufficienti

solamente quattro quintali giornalieri di grafite depurata ad alimentare questa nascente industria italiana dei lapis.

b) *Grafite per elettrotecnica.* — Un'altra ed importantissima industria sta pure sviluppandosi fra noi, ed è quella dei carboni grafitici per l'elettrotecnica.

Si distinguono due categorie di carboni: quella dei grandi carboni od elettrodi da forni elettrici e per bagni elettrolitici, e quella dei piccoli carboni per lampade, per spazzole da dinamo e motori, per pile, ecc.

I carboni per l'elettrochimica e per l'elettrometallurgia rappresentano un forte tonnello ed una elevata cifra in denaro, poichè vengono pagati anche qualche migliaio di lire per tonnellata; il nostro consumo salì da circa tonn. 2117 nel 1912 a tonn. 4860 nel 1916, di queste tonn. 2800 furono di produzione italiana, il resto di importazione. Mentre attualmente si è quadruplicata la produzione degli elettrodi da forni rispetto a quella del 1912, la produzione dei piccoli carboni si è decuplicata.

Malgrado questi aumenti molte delle nostre industrie metallurgiche ebbero ed hanno gravi difficoltà per azionare i loro forni elettrici, dei quali molti restano ancora inoperosi per la mancanza degli elettrodi.

I grandi carboni nostri sono generalmente composti da antracite talvolta mista con poca grafite, i carboni invece grafitizzati artificialmente sono tutti di produzione straniera in special modo americana della « International Acheson Graphite C.° di Niagara Fall », la ben nota produttrice di carborundum e di grafite artificiale. Per quanto ci siano opinioni controverse, più o meno fondate al riguardo, è però certo che per i grandi carboni i consumatori preferiscono quelli americani grafitizzati, dei quali tuttora, malgrado il forte consumo in America stessa e le grandi difficoltà dei trasporti, ne vengono in Italia sia direttamente sia dalla Spagna dove pare ci sia a Barcellona o una succursale di Acheson o altri fabbricanti di prodotti analoghi.

Senza addentrarmi nei dettagli di fabbricazione dei carboni grafitizzati artificialmente, mi basti fare presente che essi sono ottenuti trasformando in carbonio grafitico il carbonio amorfo di elettrodi composti o di coke di petrolio o di speciali antraciti insieme a sostanze catramose, con aggiunta di ossidi di silicio e di ferro. Cotti questi elettrodi in forni comuni e sotto coperta, essi vengono in seguito ammassati fra due testate buone conduttrici di corrente elettrica, cosicchè al passaggio della corrente essi costituiscono una

forte resistenza e tale da far elevare gradualmente la temperatura della massa: si eleva la temperatura al punto da far combinare il carbonio con gli ossidi di silicio e di ferro dando luogo ai carburi corrispondenti, e seguitando ad elevarsi la temperatura sin presso ai 3000° C. si giunge alla dissociazione dei carburi formati: silicio e ferro si volatilizzano e rimane il carbonio allo stato grafítico.

Con questo modo di procedere non si ottiene però tutto quanto l'elettrodo grafitizzato uniformemente, anzi una porzione di esso, e precisamente il nucleo centrale, rimane quasi totalmente allo stato di carbone amorfo, questo è lasciato espressamente per conservare, secondo Acheson, una migliore resistenza meccanica all'elettrodo stesso.

Per questo procedimento occorre un elevatissimo consumo di energia: dai brevetti di Acheson ricavo ad esempio che per un forno a resistenza capace di grafitizzare una carica di 5-6 tonnellate di elettrodi occorre all'inizio una corrente di 300 ampère a 150 volts e l'energia finale è di 7000 ampère a 100 volts; la durata dell'operazione è di 24 ore.

Non era mai riuscito fino a qui di preparare gli elettrodi con grafite naturale: per questo uso la grafite non deve essere cristallina, ma amorfa, perchè si possa ottenere una pasta di elettrodo finemente granulare; ora in generale le grafiti amorfe naturali sono meno ricche in carbonio di quelle cristalline e le ceneri loro contengono per lo più sostanze come silice, ferro, allumina, ecc., le combinazioni delle quali, alle alte temperature del forno elettrico, possono dare origine a sostanze fusibili dannose all'elettrodo stesso sia per la sua resistenza meccanica, sia per la sua conduttibilità elettrica.

Queste le cause essenziali di prevenzione contro gli elettrodi in grafiti naturali. La depurazione di alcune fra le nostre grafiti del Pinerolese, le quali contengono quale impurità il quarzo in prevalenza, fu studiata in modo da eliminarne una porzione solamente e trasformarne la parte residua in silice amorfa, di guisa che questa all'altissima temperatura dell'arco voltaico si combina quasi totalmente col carbonio grafítico, dando luogo alla formazione di un intimo legame di carborundum fra le varie particelle di grafite, legame al tempo stesso buon conduttore dell'elettricità e così tenace da impedire il distaccarsi di scaglie di elettrodo, ciò che ha una notevole influenza sulla durata degli elettrodi stessi.

Alcuni elettrodi di 10 cm. di diametro da noi preparati con le nostre grafiti depurate e provate industrialmente nel febbraio dello scorso anno in forni Bassanese presso le acciaierie « Fiat » di Torino alla presenza di speciale inviato dell'allora Ministero delle Armi e

Munizioni, risultarono avere una resistenza elettrica specifica fortemente ridotta rispetto a tutti gli altri elettrodi, e quindi soggetti ad un minore riscaldamento a parità di intensità e densità di corrente. La loro struttura è risultata omogenea in ogni punto, col vantaggio di una maggiore resistenza meccanica alle rotture ed allo sfaldamento.

Si dimostrarono difficilmente combustibili, sia all'inizio che per tutta la durata dell'esercizio; queste caratteristiche portarono al risultato di un consumo pari ad $\frac{1}{2}$ di quello di elettrodi Acheson, di eguale diametro, usati nello stesso forno e nelle stesse condizioni.

Notevole si è palesata la tranquillità dell'arco agli estremi dell'elettrodo, mancando la tendenza all'innesco di archi parassiti negli alveoli del forno.

Sulla base di queste prove decisive si sta impiantando dalla Società Talco & Grafite Val Chisone un vasto stabilimento in Pinerolo, destinato per intanto alla produzione di elettrodi di grafite naturale depurata per forni elettrici ad arco ed a resistenza e per bagni elettrolitici, mentre proseguono gli studi per la fabbricazione delle spazzole striscianti per anelli e per collettori.

Per carboni da pile sono già applicate le grafiti nostre depurate da alcuni industriali nazionali e stranieri con risultati buonissimi, tanto da essere considerate in alcuni casi superiori alle stesse grafiti argentee di Ceylon.

Tutto questo dimostra che le nostre grafiti, se convenientemente trattate, possono gareggiare per certi usi determinati con le migliori estere non solo, ma che con esse si sono ottenuti dei prodotti che all'estero mai furono ottenuti, dando così luogo ad industrie nuove, completamente nazionali. Nè qui terminano le loro caratteristiche, poichè, dallo studio minuto che di esse ho pazientemente condotto, sono risultate miscele, le quali hanno dato origine a speciali materiali di adatta resistenza alla corrente elettrica, per ogni determinato uso. Nei laboratori di Ingegneria mineraria, di Fisica sperimentale, di Chimica applicata al R. Politecnico di Torino, che, fino dall'inizio degli studi nostri, furono messi a disposizione mia e del validissimo mio collaboratore il dott. UMBERTO MAGINI, assistente per la Fisica sperimentale, da quegli egregi scienziati che sono il prof. ing. AUGUSTO STELLA, il prof. ing. QUIRINO MAIORANA, il prof. dott. CLEMENTE MONTEMARTINI, ai quali mi è grato rivolgere ancora di qui i sensi della riconoscenza nostra, le miscele grafitiche furono sotto vari aspetti sperimentate e dalle prove di gabinetto e da quelle di carattere industriale istituite nel Laboratorio della Società Val Chisone, si può

dedurre che esse, a differenza di altri prodotti artificiali congeneri, quali ad esempio il tedesco Kryptol, consentono oltre che la possibilità di allestimento di grandi partite a composizione chimica e granulazione fisica costante, quindi a resistenza specifica appropriata per ogni uso determinato; anche la possibilità di adattamento volontario della resistenza specifica ai dati della corrente elettrica disponibile, oppure si adattano a limitazioni imposte dalle dimensioni del corpo resistente o dal consumo di energia.

In un tipo di piccolo fornello da laboratorio da $\frac{1}{2}$ Kw. da noi preparato per temperatura sino a 1100° C., la resistenza specifica è tale che si ha una caduta di tensione di volts 2.7 per cm. lineare, con una densità di corrente di ampère 0.08 per cm.^2 ; ed in un tipo di forno per crogiolo da 15-20 cg. e temperatura sino oltre i 1500° C. essa è tale che si ha una caduta di tensione di volts 3 per cm. lineare, con una densità di corrente di ampère 3.5 per cm.^2 .

Questi materiali presentano ancora la possibilità di rendere estremamente lenta la fase di messa a regime, cioè di primo riscaldamento elettrico; il diagramma della messa a regime dei nostri fornelli da laboratorio indica una lentezza anche quadrupla, rispetto a quella della messa a regime di fornelli con masse granulari di Kryptol e di granuli Acheson, ciò che torna a vantaggio della durata del materiale refrattario, ed è praticamente utile nelle operazioni di calcinazione e di fusione.

Abbiamo sperimentato, oltre che le masse granulari sciolte, anche degli agglomerati compatti sotto forma di mattoni, per voltini e piastri da portarsi all'incandescenza elettricamente in forni a riverbero; sotto forma di piastre, da intercalarsi fra strati di granuli per regolarizzare e portare a valori determinati la resistenza elettrica complessiva di forni Acheson, Tone, Iacoviello, ecc.; sotto forma di barre e tubi per reostati, od in pigiate per soles resistenti di forni elettrici ad arco, tipo Héroult.

Lunga è le serie di applicazioni alle quali come al riscaldamento domestico, alla cucina elettrica, alle forgie, ecc., si intuisce come questo materiale possa prestarsi; ed esse sono tutte quante attualmente allo stadio sperimentale.

9. — Conclusione.

Con questa mia esposizione ormai lunga, per quanto forzatamente non completa, io spero di aver dimostrato la caratteristica importanza sia del talco che della grafite: importanza derivante in modo

essenziale dalle numerose applicazioni alle quali l'uno e l'altra si prestano, e talune di esse fondamentali tanto, che la mancanza sia dell'uno che dell'altro prodotto può portare seco l'arresto di importantissime e grandiose industrie. Spero di avere dimostrato quanto valore abbia la razionale coltivazione dei due prodotti, per quanto, forse a torto, sieno ritenuti di secondo ordine, nella grande industria delle miniere; tanto di secondo ordine da avere ancora relegato nella nostra legislazione, sotto il regime nefasto delle cave, la coltivazione del talco.

È infine di grande conforto l'aver potuto praticamente dimostrare come, anche nel nostro piccolo ambiente, la saggia unione della scienza con la industria, sia riuscita a nobilitare i nostri misconosciuti prodotti ed a portare la misera « terra nera » al livello delle migliori grafiti del mondo e con essa dar vita a nuove industrie italiane, Italiane di animo e di corpo; l'aver potuto far conoscere la « terra bianca » quale essa effettivamente deve essere considerata, un prodotto cioè indispensabile, nella attuale civilizzazione della umanità.