

Ing. ERCOLE RIDONI

# LA GRAFITE



TORINO  
TIPOGRAFIA OLIVERO & C.  
1917

---

PROPRIETÀ LETTERARIA

---

Estratto dal Periodico

*L'Industria Chimica, Mineraria e Metallurgica*

Rivista Scientifica, Tecnica e Commerciale - Anno III (1916), nn. 22, 23, 24.

Tipografia OLIVERO & C. - Via Accademia Albertina ang. Piazza Carlo Emanuele II.



## PARTE PRIMA DELLA GRAFITE IN GENERALE

La grafite, fra le molte materie prime o manufatte, che, nell'ora attuale di arresto o di chiusura del commercio mondiale, hanno attirato l'attenzione dei tecnici e degli industriali, è una delle non meno importanti, tanto più che l'Italia, e conviene dirlo subito, occupa il terzo posto fra le nazioni produttrici di essa.

Questo argomento però, per la sua specializzazione, non è fra noi molto trattato e fu in seguito ad una recente visita di una eletta di soci della « Associazione Chimica Industriale » di Torino, alle miniere ed agli impianti di trattamento per grafite della « Società Talcò e Grafite Val Chisone » di Pinerolo (1), che venni cortesemente pregato di scrivere, ritenendolo interessante al presente ed in futuro l'industria nazionale: quella metallurgica, in special modo, per la possibile applicazione dei nostri prodotti alla preparazione di quelli carboniosi refrattarii, quella dei carboni per elettrotecnica e quella dei lapis, industrie che fra noi si può dire sono poco o punto sviluppate. Finora il prodotto nostro è stato poco conosciuto, poco studiato e meno applicato: la letteratura italiana di esso è limitatissima, ed è fra gli stranieri che dobbiamo ricercare i numerosi autori che scrissero sulla grafite, quali dal solo punto di vista chimico, sia scientifico che industriale, quali dal lato geologico minerario, quali ancora da quello delle applicazioni e del commercio.

Gli autori stranieri, dei quali ho potuto aver notizie nelle bibliografie, sparse nei molti libri consultati, sono in numero di 102 con 128 scritti, e questo a principiare dal 1830 sino a tutto il 1913: una

(1) Vedi *L'Industria Chimica, Mineraria e Metallurgica*, anno III, n. 16, 25 agosto 1916, pag. 261.

grande parte di questi scritti sono memorie pubblicate in giornali tecnici o scientifici, la parte minore è rappresentata da monografie e da opere speciali (enciclopedie, annuarii, trattati, ecc.).

Gli autori italiani, all'infuori delle pubblicazioni ufficiali del R. Ufficio geologico e del Servizio minerario, sono, come ho detto, pochissimi, ed i loro lavori verranno specialmente rammentati nel corso di questa breve monografia.

La bibliografia italiana e straniera viene riportata, in ordine cronologico, alla fine del presente opuscolo.

Per lo scopo proposto a questo mio scritto, che è quello di far conoscere quanto di più interessante e di recente si riferisce alle grafite sia nazionali che estere, mi limiterò a riassumere anzitutto, per sommi capi, quei dati e quelle notizie, che sono di carattere essenziale, sia per la conoscenza della grafite come specie mineralogica e come prodotto minerario, sia per dimostrarne la posizione e la importanza assunta nell'industria e nel commercio mondiali.

Riferirò in seguito su quanto, di maggiore interesse, gli studi e la pratica di questi ultimi anni mi hanno insegnato intorno ai giacimenti italiani di grafite, con speciale riguardo a quelli più importanti delle Alpi Cozie nel circondario di Pinerolo; e relativamente alle applicazioni ed al commercio dei loro prodotti.

**Cenni storici.** — Quello che noi oggi chiamiamo grafite, è un minerale relativamente da poco tempo conosciuto nella sua vera costituzione e composizione: fu invece noto all'umanità fino dai tempi preistorici, come lo confermano urne e vasi cinerari ritrovati nei sepolcreti di alcune regioni di Europa, urne e vasi spalmati e decorati con grafite. Nei secoli precedenti il XVIII era opinione generalmente accettata che il nostro minerale contenesse del piombo, per il fatto che lasciava tracce sulle pergamene e sulle carte, e per l'analogia del colore; e così si hanno i nomi dati ad esso di *Aschblei*, *Reissblei* in Germania, di *Blak-lead*, di *Plumbago* in Inghilterra, di *Mine de plomb*, di *Plombagine* in Francia, come da noi quello di *Piombaggine*.

Fu confuso per i suoi caratteri macroscopici con il solfuro di molibdeno e chiamato in Germania *Wasserblei* o *Molybdänglanz*: Cesal-

pino nel suo trattato « De metallicis » del 1596 così ne scrive: « puto molybdoidem esse lapidem quondam in nigro splendentem colore plumbeo. tactu adeo lubrico, ut perunctus videatur, manusque tangentium inficit colore cinero, non sine aliquo splendore plumbeo ».

Fu pure chiamato *Potelot* o *Pottlot* dal nome di Gio. ENRICO POTT, che per il primo, circa la metà del secolo XVIII, pare riconoscesse il nostro minerale non contenere piombo. Nella seconda metà del XVIII secolo ricevette da WERNER il suo attuale nome di grafite dal greco γράφειν e fu SCHEEL che nel 1779 riconobbe contenere la grafite essenzialmente del carbonio. Fu pure designato coi nomi di *crayon-noir*, di *carbo mineralis*, di *fer carburé*, di *Kish*, ed altri ancora.

Le denominazioni di plumbago e piombaggine durano tutt'ora nel commercio, specialmente per indicare quei tipi di grafite che si usano per colorire le stufe in ferro (« pâte à fourneaux », « ofenschwarz »), onde la credenza ancora radicata nel volgo che si tratti di minerale di piombo, e perdura la confusione nelle denominazioni di grafite e piombaggine, quasi fossero sostanze differenti, tanto che ancora recentemente da noi si è permesso la esportazione della piombaggine mentre si è proibito quella della grafite! A questo errore venne però posto riparo.

**Principali caratteristiche mineralogiche, chimiche e fisiche.** — Il minerale grafite, che compendia sotto questo nome tutti gli appellativi sopra ricordati, è costituito da carbonio puro, e per gli studii di Lavoisier (1773), Tennant (1796), Mackensie, Berthelot e Moissan si può definire una modificazione allotropica del carbonio, di peso specifico da 2,09 ÷ 2,3, di durezza da 0,5 ÷ 1. Brodie, piuttosto che una allotropia del carbonio, aveva voluto ritenere la grafite un elemento, al quale diede il nome di *grafon* o *graphium*. Questa idea venne però rifiutata ed abbandonata.

Il sistema di cristallizzazione è alquanto incerto, poichè perfette forme cristalline in natura sono rarissime e, date le difficoltà di isolare i teneri, esili cristalli di grafite dalle dure rocce incassanti, le faccie loro difficilmente permettono esatte misure goniometriche; per molti autori come Kennigott, Czek, Weinschenk ecc., è romboe-

drico, mentre per altri come Clarke, Sukow, Nordenskjöld è monoclino. Si hanno pure cristalli di grafite del sistema monometrico in alcune meteoriti: questa varietà monometrica è detta *Cliftonite* e secondo Fletche non sarebbe che una pseudomorfosi del diamante.

La grafite è una delle sostanze più inerti all'azione degli acidi e dei reagenti chimici in generale, tuttavia essa presenta alcune reazioni molto caratteristiche: Schafhäütl, Marchand e Brodie trovarono che umettandola con miscele ossidanti energiche e riscaldandola ad alta temperatura rigonfia aumentando da 10 a 100 volte il proprio volume e dando origine a *corpi vermiformi*. Non tutte le grafiti però danno origine a tali corpi e Luzi (1891), che trattò la grafite con acido nitrico fumante, chiamò *grafiti* quelle che rigonfiano (graphites foisonnants di Moissan) e *grafititi* (gr. non foisonnants) quelle che non rigonfiano: tale differenza non è sostanziale poichè grafiti e grafititi sono di eguale composizione chimica; lo Weinschenk opina si tratti di differenza di struttura: Donath ed altri ritengono il fenomeno dovuto a diversità nello stato di aggregazione molecolare; Moissan e Berthelot lo attribuiscono a sviluppi di gas od a formazioni di ossidi (o. pirografitico) durante la reazione. Non pare vi sia una relazione fra la genesi della grafite e questa classificazione di Luzi come vedremo meglio in seguito.

Si designa poi col nome di *grafitoide* un pigmento nero pulverolento senza nessuna traccia di cristallizzazione neppure scopribile ai più forti ingrandimenti del microscopio.

La grafite si differenzia dagli altri stati del carbonio, quali il carbone amorfo ed il diamante, oltre che per l'aspetto, peso specifico e durezza specialmente da quest'ultimo, anche per un'altra caratteristica reazione per primo studiata da Brodie (1859) e poi applicata da Staudenmajer (1898) e da altri chimici, con la miscela ossidante costituita da acido nitrico fumante, acido solforico e clorato di potassa: con questa miscela la grafite cambia colore e si trasforma in un prodotto dapprima verde spinacio e poi, col permanganato potassico, in un prodotto giallo solfo o giallo oro di aspetto talvolta cristallino, mentre il diamante rimane intatto ed il carbone amorfo si decompone con formazione di anidride carbonica.

Secondo molti autori si riteneva che vi fosse in tal modo formazione di prodotti ossidati (ossido e acido grafítico). Su questa questione ha portato recentemente nuova luce il prof. Luigi Balbiano del R. Politecnico di Torino, con il bellissimo lavoro su l'« Acido grafítico » pubblicato dalla R. Accademia de' Lincei (1916), per il quale conclude essere quei prodotti (acido e ossido grafítico) dei corpi isomeri che possono definirsi quali « prodotti di *adsorbimento* di grafite, acqua, ossido di carbonio ed anidride carbonica senza funzione acida o chinonica e per i quali propone il nome *idrocarbossi-grafite* ».

La grafite ha la proprietà di assorbire, come le altre varietà di carbonio, le sostanze gassose, le materie coloranti ed i sali: ed inoltre le recenti ricerche di H. L. Doyle dimostrano che in determinate condizioni può dare sospensioni colloidali (BALBIANO, l. c.).

La grafite è infusibile al cannello e fuori del contatto dell'aria resiste alle più alte temperature: è un buon conduttore del calorico: Weber dà per il calore specifico della grafite i seguenti valori estremi:

$$a - 50^{\circ} = 0.1138$$

$$a + 58^{\circ} = 0.1990$$

$$a + 1000^{\circ} = 0.4670$$

Il suo calore atomico non segue la legge di Dulong e Petit. Essa difficilmente brucia all'aria e nello stesso ossigeno: secondo Moissan le temperature di combustione nell'ossigeno variano nel modo seguente:

la grafite di Ceylon brucia a 665° C.;

la grafite di Boemia (Schwarzbach) a 620° C.;

la grafite artificiale da carbone di zucchero a 660° C.;

la grafite cristallina da platino a 575° C.

Secondo Gustavo Rose le varietà naturali cristalline sono più difficilmente combustibili. Secondo Fabre e Silbermann la grafite sviluppa 7796 cal. p. gr. mentre ne sviluppa 7770 il diamante e 7762.3 la grafite degli alti forni.

La grafite è un buon conduttore della elettricità: la sua conduttibilità è = 0.04 di quella del mercurio ed è a questo riguardo comparabile ai metalli.

Al microscopio, anche nelle sezioni le più sottili, la grafite è opaca; ma, come il diamante, essa è invece trasparente ai raggi X. Essa è

in generale conosciuta come sostanza grassa e untuosa al tatto, il suo colore varia fra il grigio acciaio quasi argenteo ed il nero blua-stro; lascia facilmente la traccia grigio plumbeo sulle mani e sulla carta, ma pochi minerali presentano in natura una maggiore variabilità, nella loro struttura e nel loro aspetto, quanto la grafite: può essere *crystallina*, scagliosa, micacea con lucentezza metallica brillante, raccolta in aggregati lamellari o bacillari o radiali, fibrosi quasi come il legno: può essere in masse *compatte*, costituite però da minuti elementi scagliosi, molto untuose al tatto, di colore nero o grigio plumbeo con lucentezza grassa; può essere *amorfa*, terrosa, friabile, di colore nerastro ed in questa gli elementi sono non più scagliosi ma granulari: allo stato amorfo si presenta pure in masse compatte dure, quasi pietrose, poco untuose a lucentezza semimetallica. Quasi ogni miniera presenta per l'aspetto del minerale una sua speciale caratteristica. Sono però due sole le strutture note nel commercio: la *lamellare* (« flake graphite » degli americani, « flinz » dei tedeschi) e quella *amorfa o compatta*, confondendosi insieme i due concetti di compatto e di amorfo.

Secondo Stingsl i prodotti ossidati che si ottengono con la reazione di Brodie, sopra rammentata, se dissociati col calore danno un modo per differenziare le grafiti amorfe da quelle cristalline. Dissociando col calore i prodotti ossidati (decomposizione pirogenica) ottenuti dalle grafiti cristalline, essi formano una massa nera di nessun potere colorante, mentre che quelli ottenuti dalle grafiti amorfe, se dissociati, lasciano un residuo finissimo di potere colorante elevato.

**Genesi e giacimenti.** — La grafite è uno dei minerali più frequenti e più diffusi nella serie delle *rocce cristalline scistose* (nel senso più lato) o nelle *rocce eruttive*. Le une o le altre sono sempre le sole che l'accompagnino, non si trova mai in rocce sedimentarie non ancora alterate.

L'origine del carbonio grafiteo si ritiene ormai che possa essere tanto organica che inorganica. La grafite che si riscontra in molte meteoriti è carbonio di origine prettamente inorganica. Per la grafite terrestre, le osservazioni chimiche, geologiche, petrografiche fatte da

molti autori su moltissimi giacimenti e specialmente quelle di Weinschenk, Rosenbusch, Kretschmer sulle miniere bavaresi e boeme, su quelle della zona alpina (Stiria) e quelle dell'isola di Ceylon, portano alle conclusioni che seguono:

La genesi dei giacimenti grafitici può attribuirsi: 1° a segregazione magmatica: 2° a pneumatolisi (fumarole): 3° ad azioni metamorfiche di contatto: 4° a dinamometamorfismo o metamorfismo regionale.

Gli agenti mineralizzatori, che nei primi due casi avrebbero prodotto la grafite, sarebbero stati: acido carbonico, ossido di carbonio, combinazioni azotate e carburi di origine inorganica magmatica o delle così dette « acque juvenili ».

Si affaccia anche l'idea che tali agenti mineralizzatori siano stati presi e trasportati dalle effusioni magmatiche o dalle correnti gassose delle fumarole o dalle soluzioni acquose mineralizzanti, nello attraversare o nel lambire giacimenti carboniosi preesistenti di origine organica vegetale o animale (carboni, bitumi, carbonati). Così ad esempio ritiene Jaczewski per una parte almeno della grafite di Batougol in Siberia (miniera Alibert) e A. K. Coomara-Swamy (in Stützer) per i filoni di Ceylon.

Si avrebbe nei due casi citati un'azione di *trasporto*: la prima dovuta direttamente al magma od ai gas od alle acque con *mineralizzazione primaria* di profondità di origine inorganica del magma stesso: la seconda dovuta agli stessi mezzi di trasporto ma con *mineralizzazione di carattere secondario*, non di profondità e di origine organica.

Nella genesi per azioni di contatto o per azioni dinamiche la grafite non è che una trasformazione *in posto* (grafitizzazione) di sostanze carboniose sedimentarie (antraciti, bitumi, ecc.) preesistenti, dovuta alle elevate temperature per diretto contatto con le rocce eruttive od alle forti pressioni derivanti da sistemazioni tectoniche sia limitate sia di intere regioni, durante i quali movimenti dovevano certamente esservi nelle masse elevate condizioni di temperatura.

In dipendenza dalla genesi si hanno i diversi modi di giacitura delle grafiti, i quali possono essere così raggruppati:

1° Tascate, ammassi irregolari, lenti, strati come si presentano

nelle miniere di Siberia, Baviera, Boemia, Bassa Austria, Madagascar, ecc.

2° Filoni propriamente detti come nel Cumberland, Ceylon, India, Canada, Stati Uniti.

3° Impregnazioni nelle rocce incassanti dei giacimenti del primo e secondo gruppo. Esempi: Batougol (Siberia) e filoni del Canada: grafiti cristalline nei micascisti di Pensilvania, e nelle kinzigiti di Calabria, del Biellese e dell'Ossola.

4° Banchi e diffusioni grafitiche come in Stiria, Moravia, Giappone, Stati Uniti (Rhode Island), Messico settentrionale, Italia (Liguria ed Alpi Cozie).

Le giaciture dei primi tre gruppi sono dovute a carbonio di origine inorganica, od eventualmente organica, ma *di trasporto*, prodotto per segregazione magmatica, per pneumatolisi o per « acque juvenili ».

I banchi rappresentano la grafitizzazione parziale o totale *in posto* dei sedimenti carboniosi preesistenti per azioni di contatto o dinamiche. Ai banchi ed alla loro genesi debbono ascriversi gli *scisti grafitici*, nei quali, se pure la grafite non vi è raccolta in masse compatte, vi è però diffusa e disseminata talvolta in modo tale da costituire dei giacimenti coltivabili. Così si hanno le diffusioni a Rhode Island negli scisti grafitici col 10 ÷ 20 % di grafite, negli scisti di Madrid nel Maine (S. U. d'America) a contatto con filoni di pegmatite, negli scisti grafitici del Michigan, nei talcoscisti della Georgia ove si coltivano materiali al di sotto del 12 % di carbonio.

Non sono ancora completamente precisabili le relazioni della genesi con la struttura, la ricchezza in carbonio della grafite e le sue caratteristiche reazioni chimiche.

La struttura prettamente cristallina, quella scagliosa, in aggregati bacillari o lamellari o in aggregati compatti finemente squamosi, si riscontra più spiccata e con maggiore frequenza nei giacimenti dovuti a segregazione magmatica, od a pneumatolisi, di origine cioè eruttiva o per fenomeni postvulcanici: in questi giacimenti in generale la grafite è disposta normalmente alle salbande. La struttura puramente amorfa è più frequente nei giacimenti di origine sedimentaria cioè nei banchi e negli scisti grafitici, nei quali la grafite è disposta parallela

alle salbande od alla scistosità. È da notare che nei giacimenti di Boemia, secondo Barvir sedimentarii, si hanno pure grafiti squamose (« flinz ») insieme a quelle compatte amorfe. Non è a mia cognizione che sia stato precisato se questa struttura lamellare sia dovuta a cristallizzazione, o se invece non sia dovuta ad una laminazione meccanica proveniente dalle azioni del dinamometamorfismo. Si ammette del resto la possibilità di grafiti cristalline, nei giacimenti sedimentarii, originate da carburi sviluppatisi durante le azioni metamorfiche di contatto con rocce eruttive.

La ricchezza in carbonio è variabilissima anche in una stessa miniera: le grafiti cristalline naturali di Ceylon raggiungono il 99<sup>o</sup> in carbonio; nelle lamelle di Madagascar si riscontrano pure simili elevati tenori: si può però scendere in questi stessi giacimenti a tenori molto bassi, ma per lo più per inquinamenti di origine secondaria.

Le masse di grafite amorfa compatta di Boemia (« Schwarzbach »), masse che subirono un lavaggio o levigazione naturale per via di correnti d'acqua entro il giacimento stesso, raggiungono come tenore massimo l'82<sup>o</sup> C. Le grafiti naturali amorfe dei più ricchi dei nostri banchi italiani raramente superano il 72 - 75<sup>o</sup> C. (si sono avuti rari campioni su l'80<sup>o</sup>); nei banchi antracitosi grafitizzati del Messico il tenore massimo è notato a 86 ÷ 87<sup>o</sup> C.

In via affatto generale si può dire che sono più ricche in carbonio le grafiti naturali a struttura cristallina che non quelle a struttura amorfa, e che si possano avere grafiti più ricche nei giacimenti eruttivi in genere, che non nei giacimenti sedimentarii.

Abbiamo già visto come con la decomposizione pirogenica dei prodotti ossidati si abbia, secondo Stügl, un mezzo per distinguere le grafiti cristalline da quelle amorfe. La classificazione di Luzi di grafiti e grafititi non pare abbia rapporto alcuno con l'origine delle grafiti stesse: si hanno grafiti nel senso di Luzi sia fra quelle di origine eruttiva inorganica come fra quelle di origine sedimentaria organica, e così dicasi delle grafititi.

**Impurità e loro caratteri.** — Non vi sono minerali veramente caratteristici che sempre accompagnino e dappertutto la grafite, ma

vi sono quelli che, a seconda dell'origine della grafite stessa, derivano da quegli stessi fenomeni per i quali la grafite si è formata. Anzi questi minerali speciali, che l'accompagnano, servono di guida o di conferma nella determinazione dell'origine di ogni singolo giacimento.

Troviamo così nei giacimenti formati per via eruttiva il quarzo, l'opale, il caolino, la nontronite, le tormaline, l'apatite, le scapoliti, la titanite, il rutilo, i pirosseni, l'augite, la wollastonite, le miche a seconda della natura del fenomeno eruttivo stesso ed a seconda delle rocce da esso attraversate o lambite: minerali che soventissimo risultano di formazione contemporanea a quella della grafite.

Nei giacimenti d'origine sedimentaria il numero di questi minerali così diversi diminuisce assai ed accompagnano le grafiti specialmente il quarzo, i caolini, le ocre, le miche, i felspati, le pirite, minerali in relazione con le rocce incassanti o derivati da successive circolazioni acquose ed in questo caso per lo più di formazione posteriore alla grafitizzazione. La pirite, che facilmente inquina molti giacimenti, può essere stata, secondo O. Stutzer, nella genesi organica della grafite o una particolarità del sedimento carbonioso stesso fino dall'origine oppure in seguito, ed in gran parte ancora prima del processo di grafitizzazione, essere penetrata in soluzione nei sedimenti carboniosi ed esservi depositata sia per azione riducente del carbone, sia per processi elettrolitici. Ed una analoga osservazione può farsi per il quarzo: esaminando al microscopio le grafiti naturali provenienti dai giacimenti delle nostre Alpi si osservano, anche nelle particelle le più minute, dei nuclei di quarzo completamente avvolti dalla grafite, mentre si hanno nuclei di grafite inglobati nel quarzo. I primi potrebbero potersi attribuire a silice primaria preesistente nel sedimento fissata da organismi vegetali o animali, mentre il quarzo inglobante la grafite, come pure quello, che talvolta in lenti anche voluminose si frammischia alla grafite, è di provenienza secondaria portato da acque siliciose circolanti durante o dopo il processo di grafitizzazione.

**Diffusione della grafite e produzione mondiale.** —  
Mentre alla fine dello scorso secolo la produzione di grafite era spe-

cialmente dovuta all'Austria con le sue miniere di Boemia, Moravia e Stiria, all'Isola di Ceylon ed in molto minore dose alla Baviera ed all'Italia, in questi primi tredici anni del secolo presente altri Stati entravano nella produzione mondiale come il Canada, gli Stati Uniti, il Messico, il Giappone per il quale passa la produzione della Corea, l'India, le Colonie Francesi specialmente con il Madagascar.

Si ha un'idea della diffusione della grafite dal punto di vista minerario e della produzione mondiale di essa dalla tabella, che riporto a pagina seguente, tratta dal « The Mineral Industry » per il 1914.

Dalla stessa tabella ricavo il totale annuo di produzione mondiale che segue:

1900 . . . . . Tonn.	79939	1907 . . . . . Tonn.	105889
1901 . . . . . »	74687	1908 . . . . . »	94732
1902 . . . . . »	78483	1909 . . . . . »	95362
1903 . . . . . »	73425	1910 . . . . . »	96083
1904 . . . . . »	75298	1911 . . . . . »	108375
1905 . . . . . »	87047	1912 . . . . . »	118067
1906 . . . . . »	98951		

Negli ultimi otto anni risultano prodotte in media circa 100 mila tonnellate annue.

Per quello che riflette la produzione italiana, che occupa per quantità il terzo posto nella produzione mondiale, darò più avanti maggiori dettagli.

**Usi della grafite.** — Fino dal xvi secolo Agricola (1494 ÷ 1555) ed un nostro italiano Ferrante Imperatore (1599) rammentavano la refrattarietà dei crogioli di Passau (Baviera), i quali già avevano servito agli alchimisti del medio-evo; e verso la metà di quello stesso secolo si scopriva in Inghilterra, nel Cumberland, la famosa miniera di Borrowdale, con la grafite della quale furono fatti i primi lapis, e che, quasi solo per i lapis, mantenne la produzione sino al 1876. È quindi da poco più di quattro secoli che è cominciato l'uso della grafite in due delle sue applicazioni fra le più degne di nota: come quantità di consumo per quella che è usata per i crogioli, e come caratteristiche speciali per quella che serve alla confezione dei lapis.

Oltre a questi gli usi della grafite andarono sempre più estenden-

Produzione mondiale di grafite (in tonn. metriche). Dal «The Mineral Industry», per il 1914, vol. XXIII.

ANNO	AUSTRIA	BAVIERA	CANADA	CILE (a)	INDIA	ITALIA	GIAPPONE	MESSICO (b)	SVEZIA	STATI UNITI (c)	FRANCIA E COLONIE
1900	33663	9248	1743	19168	1859	9720	94	2561	84	1799	—
1901	28092	4435	2004	22707	2530	10313	88	762	56	1800	—
1902	26927	5023	993	25593	4648	9210	97	1434	63	1895	—
1903	26590	3719	660	24492	3448	7920	114	1404	25	2053	—
1904	28020	3781	410	26478	2355	9765	216	970	55	2045	—
1905	34416	4921	491	31134	2361	10572	209	970	40	1933	—
1906	38117	4055	405	36578	2642	10805	177	3915	37	2229	—
1907	49425	4033	525	33027	2472	10889	103	3202	33	2080	—
1908	44425	4844	227	26227	2919	12914	177	1076	66	1557	300
1909	40710	(a) 4900	783	25995	3182	11583	284	1704	26	1557	320
1910	33131	7415	1263	30008	4319	12510	145	2332	49	3811	1100
1911	41599	11998	1154	27433	4047	12621	114	2974	65	3280	1870
1912	45375	12532	1873	33106	—	13170	149	2865	79	3318	5600
1913	49456	—	1961	29277	—	11145	—	1057	88	4331	(d) 7000
1914	—	—	1494	—	—	—	—	—	—	—	—

(a) Le cifre per il 1907, 1908, 1912 e 1913 sono esportazioni.

(b) Esportazioni.

(c) Grafite cristallina fino al 1909.

(d) Valutazione approssimativa.

N. B. - La produzione della Corea non figura in questa statistica, non essendo possibile avere cifre esatte circa la stessa, soprattutto per il giro che tale produzione fa attraverso il Giappone, da dove viene, dopo essere stata lavorata in parte, rispuntata. Nel 1908 tale produzione veniva indicata in tonn. metr. 7,520, ma dopo quell'annata non si trova più alcuna cifra in proposito.

dosi ed attualmente essa serve non solo per i crogioli, ma per spalmare e spolverare le forme da fonderia, per la composizione di blocchi e di mattoni refrattari da forni, per il pulimento delle stufe (pâte à fourneaux), per la lubrificazione a secco o ad umido, per colori e vernici antiacide e antiruggine, per la pulitura e la confezione delle polveri da sparo, serve in galvanoplastica e nella fabbricazione dei carboni artificiali per i molteplici scopi elettrotecnici: si usa infine per lutti e mastici da caldaie e tubazioni di vapore ed a scopi minori quali la confezione della carta antiruggine destinata ad impacchettare gli aghi e gli spilli, e, secondo Tietze, persino in medicina ove la sua azione è soltanto limitata, come per le sostanze grasse, ad impedire il contatto e l'accesso dell'aria in parti ammalate!

Secondo un calcolo fatto dallo Cirkel nel 1907 il consumo di grafite nel mondo era così ripartito:

Crogioli, forme per fusioni ed altri scopi metallurgici	35 %
Pulimento di stufe . . . . .	30 »
Lubrificanti . . . . .	10 »
Rivestimento di forni . . . . .	8 »
Grassi . . . . .	6 »
Lapis . . . . .	4 »
Carica e mastici . . . . .	3 »
Vernici e colori . . . . .	3 »
Elettrotecnica e diversi . . . . .	1 »

Sono cifre che dal 1907 in poi hanno certamente subito delle variazioni, ma dati più recenti non ho potuto trovare.

Proprietà delle grafiti per i vari usi. — In una pubblicazione fatta dal direttore N. Herrmann in occasione del centenario (sett. 1912) delle miniere di Schwarzbach in Boemia, sono riferiti i tenori in carbonio, che qui sotto riporto, e che sono richiesti per i vari scopi per i quali sono destinate le numerose marche di grafite delle sue miniere.

Per lapis . . . . .	C %	70	(grafite naturale)
» blocchi da forni . . . . .	»	65	id.
» lapis e grassi lubrificanti . . . . .	»	68	(grafite lavata)
» crogioli e per elettrotecnica . . . . .	»	65	(flinz lavata)
» fusioni delicate e colori . . . . .	»	63	(lavata)
» materiali refrattari e colori . . . . .	»	60	»

Per fonderie di ghisa e colori C<sup>o</sup> 57 (lavata)

- » fusioni speciali di tuberie > 55 >
- » fusioni ordinarie. . . . > 50 >
- » diversi scopi metallurgici > 48 (fanghi di rifiuto, cascami).

Riguardo alla grafite da lapis da queste cifre si rileva come per quella di Schwarzbach non occorrono tenori molto elevati in carbonio, mentre che le grafiti per lapis prodotte un tempo dalle miniere di Borrowdale, variavano, a seconda delle qualità, dal 78 al 92<sup>o</sup> C.

Per i lapis occorre essenzialmente che le grafiti siano pastose al tatto, di struttura finemente granulare, di elevato potere colorante, lascianti una traccia durevole sulla carta, non contengano sostanze dure come quarzo o silicati che ne impediscano la scorrevolezza e possano eventualmente rigare la carta, come spesso avviene con i lapis di cattiva qualità; gli altri residui delle ceneri come allumina, ferro, calcio, magnesia, alcali, se nei dovuti limiti, non danneggiano soverchiamente, poichè per formare la « matita » del lapis si impasta la grafite con speciali finissime argille, ed essa rappresenta all'incirca il 40<sup>o</sup> della miscela. Le grafiti di Schwarzbach hanno precisamente i requisiti su esposti.

Il quarzo è una delle impurità che più frequentemente s'incontra nelle grafiti ed è difficile trovarne che ne siano completamente esenti: è, d'altra parte, impossibile la totale separazione meccanica del quarzo dalla grafite, e specialmente quando vi è finemente diffuso, per la troppa vicinanza dei valori del peso specifico (quarzo — 2.65), così occorre per i lapis o avere grafiti naturalmente prive di quarzo, anche se relativamente di basso tenore in carbonio, oppure grafiti, se naturali e con quarzo, a tenore di carbonio molto elevato in modo che minima sia la quantità di ceneri residue. Non trovando questi requisiti in natura occorre procedere con trattamenti speciali, dei quali dirò in seguito.

Si calcola che il 30<sup>o</sup> del consumo per matite sia di grafite naturale, ed il 70<sup>o</sup> di grafiti purificate. Da quanto precede rimane chiaro come, malgrado il consumo della grafite da lapis sia soltanto all'incirca il 3<sup>o</sup> del consumo totale (per il periodo 1905 ÷ 1912 il consumo medio annuo sarebbe stato di tonn. 4000 di grafite per lapis), pure sia difficile ancora il trovarne di adatta, ed alto si mantenga il suo prezzo sul mercato.

Alla *grafite per crogioli*, per quanto in Europa specialmente si usi anche molla grafite compatta ed amorfa, è richiesta la struttura lamellare, come quella che è più resistente al fuoco e perchè conferisce alle miscele di argille refrattarie, chamotte e di altre sostanze con le quali si confezionano i crogioli, una maggiore elasticità ed una maggiore resistenza alle brusche variazioni di temperatura. Occorre ancora ed essenzialmente che tali grafiti siano esenti da piriti e che i residui di impurità siano tali da non dare combinazioni fusibili con le altre sostanze costituenti i crogioli, quindi non calcio, non alcali nelle ceneri. Il quarzo in questo caso non porta alcun danno.

Le grafiti come *lubrificanti* sono usate a secco da sole, oppure mescolate opportunamente con grassi, olii speciali ed anche acqua. Per le lubrificanti a secco si usano quelle lamellari purissime, per quelle da mescolarsi con grassi o liquidi si possono usare anche quelle amorfe allo stato di massima suddivisione. Sia in un caso come nell'altro, per avere lubrificanti veramente buoni, e specialmente quando si tratta di cilindri a vapore o di motori a scoppio o di organi di macchine in genere, occorrono grafiti a tenore di carbonio molto elevato, non meno del 90<sup>o</sup> %. Per altre lubrificazioni più andanti come ruote di carri, rotaie, ecc. sono adatte grafiti anche più povere.

Così per ciascun ramo speciale del consumo della grafite, oltre che alla sua struttura occorre por mente a che essa sia non solo più o meno ricca in carbonio, ma ancora che le impurità, che l'accompagnano, abbiano caratteri speciali tali da non disturbare la funzione che da essa si richiede nelle industrie, nelle quali viene impiegata.

In commercio usualmente si prezza la grafite in base al carbonio contenuto, ma questo dato dovrebbe servire soltanto come termine di paragone fra le marche di una stessa provenienza.

Torna qui opportuno il riferire, come interessante ed istruttivo per la nostra industria, quanto si legge nel «The Mineral Industry» per il 1914:

« Pochi prodotti minerarii hanno un carattere così internazionale come la grafite. Essa è trovata in ogni paese in quantità praticamente notevoli, ma viceversa ogni paese dipende da varii altri per l'approvvigionamento della grafite necessaria per le industrie che la usano.....

Ai giacimenti nazionali di grafite di ogni paese è richiesta solo una piccola porzione del quantitativo totale consumato localmente. La ragione di questa speciale situazione è dovuta a varie cause che possono così raggrupparsi: differenze nel carattere fisico della grafite, presenza di impurità, tendenza conservatrice dei fabbricanti di articoli di grafite. Questa tendenza è un fattore di grande importanza per lo stabilire le condizioni del mercato della grafite. La grafite lamellare di Madagascar, ad esempio, può per vari usi essere tanto conveniente quanto quella di Ceylon, come quella di Corea (grafite amorfa) può essere impiegata per tutti quegli usi per i quali da molto tempo ha la preferenza la grafite del Messico, così come l'ebbe, molti anni or sono, la grafite di Borrowdale, che fu creduta essere il solo materiale adatto per lapis, ciò non ostante i consumatori di grafite sono straordinariamente contrarii ad accettare il prodotto di nuovi paesi.

« Contro questa tendenza hanno dovuto andare forzatamente i fabbricanti austro-tedeschi in questi anni di guerra, durante i quali le provenienze di Ceylon, Corea, Madagascar, per nominare soltanto importanti regioni produttrici, furono impedito di entrare negli Imperi Centrali, mentre prima della guerra ne erano forti consumatori ».

Con le grafiti di Baviera, Boemia, Moravia, Stiria hanno certamente supplito al loro fabbisogno che, per gli usi metallurgici, deve essere stato enorme, per quanto queste miniere non diano tipi di grafite da parreggiarsi ai tipi di Ceylon e Madagascar.

Onde si può dedurre che la tendenza conservatrice dei consumatori, se può in parte spiegarsi con ragioni tecniche, in gran parte deve però anche attribuirsi a ragioni di abitudine, ragioni che non solo i casi di forza maggiore, ma che un po' di studio e buon volere dovrebbero saper vincere, se ciascuno tendesse per davvero e completamente ad avvantaggiare i prodotti del proprio suolo nazionale.

**Coltivabilità dei giacimenti.** — La coltivabilità dei giacimenti minerarii in genere, oltre che dalle loro condizioni topografiche, dipende dalla loro potenza, dalla natura delle ganghe e dal contenuto in minerale.

Il valore di questo contenuto è per la grafite variabilissimo: si

può andare da una veramente piccola percentuale in grafite sino a materie già per se stesse commerciabili all'uscita di miniera e con elevati tenori di carbonio. Così si sono coltivate con convenienza le quarziti felspatiche dello stato di New-York della Dixon Crucible Co aventi soltanto il 2.5 % di grafite, e tali quarziti non superarono mai in contenuto il 15 %. Per altre miniere dell'America del Nord si hanno i seguenti dati:

Alabama, contenuto in grafite . . .	3 ÷ 4.75 %
New-Jersey, » . . .	4 ÷ 8 »
Rhode Island, » . . .	10 ÷ 20 »
Pensilvania, » . . .	50 »

Il contenuto in grafite del materiale grezzo delle miniere di Baviera (Passau) non supera il 20 ÷ 25 %. In questi casi alla povertà del minerale supplisce la grande massa di esso.

Abbiamo per contro che le grafiti grezze di Stiria contengono dal 42 all'87 % di carbonio, sono cioè già prodotti commerciabili: lo stesso avviene per alcune grafiti grezze di Schwarzbach (Boemia) e per le grafiti grezze di Ceylon, dove quelle di 1ª qualità vanno dal 95 ÷ 99 % C. e quelle inferiori danno ancora l'80 ÷ 85 % C. Invece che grandi ammassi si hanno a Ceylon filoni poco potenti, da un minimo di 10 cm. ad un massimo di metri 2.40.

**Trattamento.** — In dipendenza da queste differenti condizioni di ricchezza si deve procedere diversamente per ricavare dai prodotti grezzi di miniera i prodotti commerciabili. Se i prodotti grezzi hanno già tenori in carbonio tali che non occorra un arricchimento, è allora sufficiente una semplice cernita a mano sul cantiere di scavo: la pratica dei minatori fa loro riconoscere a solo colpo d'occhio le parti più o meno ricche in carbonio, poichè le une si presentano generalmente con caratteri fisici (lucentezza, colore) diversi dalle altre: da questa semplice cernita si ottengono le varie qualità a differenti tenori.

Quando le qualità grezze diversamente ricche sono troppo fra loro mescolate da non potersi più cernire sulla fronte di scavo, si procede allora ad una cernita più completa e minuziosa sui piazzali o negli appositi locali di spezzatura e cernita a mano, coadiuvata, quando si

trattino grandi masse, dai soliti meccanismi usati nella cernita di ogni altro minerale, come frantumatori, nastri continui, rätter, tavole di cernita giranti, ecc.

Non sempre si possono vendere le qualità, ricavate con la cernita, in pezzi: il commercio esige che siano polverizzate e talvolta finemente. In questo caso segue alla cernita a mano l'essiccazione del prodotto, che si fa o naturalmente col calore solare su grandi aie, oppure artificialmente per mezzo di forni rotativi o di forni a caduta naturale, o sopra semplici lastre riscaldate da sottoposto fuoco, a seconda della importanza delle masse da essiccare e del loro grado di umidità. L'essiccazione deve precedere immediatamente la macinazione poichè altrimenti la grafite riassorbirebbe con facilità l'umidità dell'ambiente.

La *macinazione* viene fatta con mulini a palle ad albero verticale o ad albero orizzontale (tipo Krupp, Humboldt, ecc.), con molini cilindrici (molazze, piste) con palmenti, con molini pendolari (Huntington) a seconda dei casi e dei tipi di minerale, ed alla macinazione si accompagna sempre la *classificazione per volume*, ottenuta per mezzo di buratti con veli di seta o, meglio ancora, con gli apparecchi a vento e forza centrifuga chiamati *selector* o *separator*, usati molto nelle fabbriche di cemento. Tutto questo procedimento detto di *trattamento a secco* viene ad essere aumentato di altro macchinario qualora con la cernita a mano, per la finezza con la quale le impurità sono diffuse nella grafite, non si riesca più ad ottenere adeguati arricchimenti. Si usano allora apparecchi arricchitori i quali concentrano le materie per equivalenza: questi sono i *crivelli pneumatici* (air jigs o pneumatic concentrator) usati molto in America specialmente per le grafite lamellari, i quali danno prodotto e misti da ripassare su altri crivelli analoghi: si usano ancora, a seconda della natura delle impurità, arricchitori *elettromagnetici* od *elettrostatici*. Quando poi si vogliono avere finezze molto grandi nei prodotti, questi si passano in ultimo nei *tube mills* (molini a palle tubolari) facendo loro subire la così detta *macinazione a morte*.

Molte grafite grezze, invece che per trattamento a secco, sono lavorate per *via umida*, come si fa specialmente in Europa: e dopo le prime spezzature e cernite a mano, se occorrono, si procede alla *macina-*

zione ad acqua coi molini a palle o con quelli cilindrici, non con gli altri. Invece che una classificazione per volume si usa qui una *classificazione per equivalenza* per mezzo di casse a punta, di spitzlutte (tubi a punta) e la *concentrazione* si fa su tavole fisse o giranti, su tavole oscillanti o con separatori idraulici.

I prodotti sono poi separati dalle acque, che li convogliano, per mezzo di *filter-presses*, ed in seguito asciugati.

Si hanno esempi di preparazione meccanica in cui i due metodi a secco e ad umido sono insieme frammisti. Ogni miniera del resto ha il suo procedimento speciale di trattamento e col macchinario che più si addice alle condizioni del minerale e della sua ganga, e che, per le condizioni locali di ubicazione, di mano d'opera, ecc. dovrebbe dare il rendimento migliore ed il più economico.

Malgrado questa serie di processi di concentrazione non si riesce sempre ad ottenere gli arricchimenti che sarebbero desiderati. Soventi le impurità sono talmente suddivise nella grafite che con nessuno dei metodi indicati si riesce ad ottenere un qualsiasi aumento di tenore: è quindi giocoforza lasciare la preparazione meccanica per i metodi *chimici* o per altri procedimenti che si possono chiamare *fisici*, perchè basati sopra fenomeni di carattere fisico che intervengono fra le grafiti e speciali sostanze.

Il procedimento chimico ha per scopo di rendere solubili in tutto o in parte le impurità, approfittando della grande resistenza che la grafite offre a gran parte dei reagenti. Nè basta conoscere la composizione delle ceneri, che si ottengono dalla calcinazione in muffola di una grafite, per orizzontarsi sui mezzi adeguati a renderle solubili, occorre riconoscere sotto quale forma le sostanze sono fra loro combinate e quali minerali costituiscono; quindi all'analisi chimica non vanno disgiunti l'esame microscopico e quegli altri mezzi d'indagine, che le levigazioni sistematiche in acqua ed i trattamenti con i liquidi densi ci offrono.

I procedimenti chimici escogitati sono numerosissimi e non è qui il caso di passarli in rassegna: avrò occasione più oltre di trattare in particolare di qualcuno di essi: sono in generale però complicati e costosi.

I procedimenti fisici sono basati sulla proprietà che hanno il petrolio, gli olii minerali ed i grassi in genere di trattenere la grafite e, quando siano emulsionati con l'acqua, di abbandonare in questa le sostanze minerali estranee. Questi metodi detti anche di *fluttuazione* o di *galleggiamento* (ad es. il processo Elmore di fluttuazione nel vuoto) sono essi pure in gran parte complicati e, come quelli chimici, non sono per ora di uso molto corrente.

Vi sono brevetti di procedimenti, che mirano a formare soluzioni colloidali con le impurità della grafite, separando così questa da quelle, ma non mi consta che siano ancora entrati nella pratica.

Con i mezzi chimici e fisici si possono ad ogni modo ottenere ottimi risultati, e la loro applicazione diventa possibile per il fatto di dare alle grafiti quel grado di purezza che si desidera e di farne pertanto aumentare di molto il valore commerciale; il che ci dà anche la ragione del grande numero di procedimenti più o meno pratici, che con uno o con un altro sistema furono oggetto di studio e di brevetti in questi ultimi anni.

**La grafite artificiale.** — Come conseguenza delle difficoltà nel depurare le grafiti naturali, assunsero importanza i metodi per produrre la grafite artificialmente.

Già nello studiare la genesi della grafite naturale molti autori hanno cercato di riprodurla, e così Gruner (1869) aveva ottenuto grafite facendo passare dell'ossido di carbonio sopra ossido di ferro alla temperatura di  $300^{\circ}$  ÷  $400^{\circ}$ ; Berthelot faceva fluire dei gas o vapori di solfuro di carbonio e di tetracloruro di carbonio in tubi arroventati; Moissan l'ottenneva trattando in forni elettrici il diamante, il carbone, il nero fumo; è poi noto come si abbia grafite artificiale nella fusione di alcuni metalli, i quali sciolgono il carbonio, che nel raffreddamento si separa sotto forma di grafite (grafite degli alti forni, grafite delle ghise, ecc.). Si ha pure formazione di grafite nei forni a coke.

Questi metodi non sono però suscettibili di essere applicati industrialmente. Si ebbero vari tentativi per risolvere questo problema, i quali sono riferiti dallo Zellner.

Pauli nel 1861 aveva ottenuto la scomposizione dei rifiuti della soda con nitrato sodico ad elevata temperatura e Schaffner tentò di tradurre in grande questo procedimento. F. J. Bergmann più recentemente riscaldava a 150° in autoclave alla pressione di 5 atm. dell'acetilene con acqua ossigenata; invece dell'acetilene si può usare del carburo di calcio polverulento. A. Frank faceva passare una miscela di gas acetilene, anidride carbonica, ossido di carbonio, in tubi riscaldati ad alta temperatura oppure sotto pressione. Questi metodi sono però costosi e migliori risultati si ebbero con i procedimenti di trasformazione del carbone in grafite per via elettrica. Townsend indica tre metodi: 1° azione dell'arco voltaico sul carbone; 2° azione delle scariche elettriche sopra idrocarburi gassosi; 3° dissociazione dei carburi con altissime temperature.

Col primo metodo hanno lavorato: E. Wring con un suo forno speciale e Girard & Street, il cui forno fu usato dalla Società francese « Le carbone ». Il secondo metodo non fu ancora applicato industrialmente, mentre col terzo metodo lavora E. G. Acheson di Washington, il quale riuscì nel 1899 a fabbricare i primi suoi tipi di grafite artificiale. Questa si ottiene ora dall'antracite sottoposta a temperature elevatissime per parecchie ore in un forno elettrico a resistenza lungo sino a nove metri. Con un simile forno, la cui sezione sia di cm. 50 × 35, occorre una energia di 800 KW; la tensione varia intorno a 100 V. Secondo Acheson, per effetto delle elevate temperature le sostanze, che accompagnano come impurità l'antracite, formano col carbonio di questa dei carburi, i quali alla loro volta si dissociano lasciando volatilizzare le varie basi silicee, allumina, ferro e rimanendo il carbonio sotto forma di grafite. Questa viene raccolta, cernita e macinata finemente.

Il procedimento è sfruttato dalla « International Acheson Graphite Company » che ha le proprie officine principali alle cascate del Niagara: una filiale esiste da noi a Novara. Mentre nel 1899 la produzione era di libbre 405.870, nel 1909 era salita a libbre 6,870,529 per un valore di 467,196 dollari; nel 1911 il consumo di energia era di 4000 HP distribuiti su 26 forni.

Le qualità di grafite, che si ottengono, variano in tenore di car-

bonio dal 93 ° al 99 °. Il tipo N. 1340 raggiunge il tenore di 99,8 ° C. Altri dettagli si trovano nel giornale *Il Politecnico*, n. 16 del 1911, in un articolo di G. Rossetto e A. Nardini su « Alcune importanti applicazioni della grafite artificiale ».

La grafite Acheson ha generalmente colore molto nero ed è poco lucente: ha struttura finemente scagliosa ed è compresa fra le grafiti di Luzi. Al trattamento di ossidazione di Brodie presenta alcune differenze rispetto alle grafiti naturali. In generale le sue ceneri sono di colore violetto scuro e contengono minerali speciali formati nel forno elettrico.

Acheson trovò (1901) che la sua grafite, se trattata, con determinate modalità, con una soluzione di tannino, assume, come le argille, la proprietà di restare indefinitamente in sospensione nell'acqua: questo fenomeno che fu chiamato « effetto Acheson » fu voluto da questi attribuire ad una modificazione strutturale della grafite stessa, la quale verrebbe a trovarsi allo stato molecolare: una grafite in questo stato passa attraverso a filtri di carta, la trattengono solo quelli di alundum, ed è chiamata « *grafite defloculata* »: con essa, usata sia nell'acqua come nell'olio o nei grassi, furono composti degli ottimi lubrificanti. Oltre che per questi viene adoperata per la formazione di elettrodi, spazzole per dinamo, carboni da microfoni ed in genere per tutti quegli usi per i quali è richiesta grafite ricca in carbonio.

Un ultimo procedimento da rammentare per ottenere grafite artificiale da carbone per via elettrica è quello di R. e G. Härdén di Stoccolma, con il quale si avrebbe molto più rapidamente la grafite facendo agire contemporaneamente sul carbone una corrente alternata ad alta tensione e di altissima frequenza (50.000 oscillazioni) ed una corrente ordinaria di bassa frequenza. Di questo procedimento non ho però notizie di pratica applicazione.

---

---

PARTE SECONDA  
LA GRAFITE IN ITALIA

Abbiamo in Italia la grafite nei terreni della serie geologica che vanno dal precarbonifero sino al giurese incluso sia a facies ordinaria che a facies cristallina. Per lo più essa rappresenta una parte subordinata fra i componenti degli scisti, micascisti e gneis di vario tipo. Rocce tutte che, con moltissime altre, di quei terreni fanno parte: soltanto nelle Alpi occidentali, in Liguria e Piemonte, essa si presenta, in alcune località, in masse prevalenti, ed è qui dove da noi sono limitati fino ad ora i centri di produzione.

Nelle restanti regioni italiane fu ricercata in vari altri punti, dove quei terreni affiorano, ma con poco o nessuno risultato pratico: fu attiva solo una miniera e per breve tempo nella prima metà del secolo scorso nel comune di Olivadi (Vallone della Liga) in provincia di Catanzaro, e ricerche senza conclusione furono fatte a Levigliani nel Monte Pisano. Di quest'ultima grafite, che è noverata fra le grafititi nel senso di Luzi, è riferita la composizione chimica dal Prof. F. Sestini negli «Atti della Soc. Toscana di scienze naturali». Processi Verb. Vol. IX, pag. 188, Pisa, 1894. Tale grafite non dava più del 48,88% C.

La grafite in Liguria. — Nel volume XII (1903) delle «Memorie descrittive della carta geologica d'Italia», pubblicato dal R. Ufficio geologico, è ampiamente trattato dei giacimenti di antracite nelle Alpi occidentali, e vi è annessa la carta delle zone antracitiche e grafitiche, che qui riproduco a Tav. I. Il terreno indicato antracitico, come risulta dalla bellissima carta geologica delle Alpi occidentali (Scala 1 : 400.000) pubblicata dallo stesso Ufficio geologico nel 1908, appartiene al car-

bonifero a facies ordinaria, mentre la zona grafitica propriamente detta fa parte dei terreni a facies cristallina.

In Liguria, e specialmente nella regione alta delle varie Bormide (Calizzano, Osiglia, Pallare e Mallare) si svilupparono sugli affioramenti di antracite numerose ricerche ed alcune lavorazioni, le quali portarono alla scoperta di porzioni di banchi di antracite completamente o in parte grafitizzati, specialmente nella prossimità del contatto fra il carbonifero ed il permico che qui sono a facies ordinaria. In tutta questa regione i suddetti terreni sono attraversati da masse porfiriche di origine eruttiva, le quali, se vi aggiungiamo le forti complicazioni tettoniche che in tutta la regione si manifestano, dovute a fratture, scorrimenti, ecc., possono darci la ragione della grafitizzazione sporadica e localizzata delle antraciti.

L'origine quindi delle grafiti liguri è nettamente organica sedimentaria e la genesi è attribuibile a metamorfismo per locali azioni dinamiche od eventualmente a metamorfismo di contatto; non pare abbia avuto azione il metamorfismo regionale. Di qui si vede ancora la ragione del limitato sviluppo della coltivazione e produzione della grafite in Liguria, poichè non solo i banchi antracitiferi sono generalmente poco potenti, ma non dappertutto si sono presentate quelle condizioni favorevoli per la loro grafitizzazione.

L'unica località, dove si è potuto aprire una miniera di grafite, dichiarata scoperta nel 1901, è quella di Isola Grande nella valle della Bormida di Millesimo (regione di Calizzano); ivi è avvenuta una concentrazione per scorrimento al contatto del permico. La grafite, del tipo amorfo, vi si presenta assai lucente ma poco untuosa al tatto, compatta e dura si sfalda a grosse lamine per scistosità; il tenore medio in carbonio raramente supera il 60<sup>o</sup>, mantenendosi fra 50 e 55<sup>o</sup>. Essa viene trattata per via secca, previa cernita ed essiccazione, macinandola con molino pendolare, e classificandola per mezzo di un « separator » nello stabilimento di Murialdo.

Non vi sono per il momento altri centri di produzione di grafite in Liguria, escludendo quelle piccole ricerche e lavorazioni dove eventualmente si possa scavare più che grafite, dell'antracite solo in parte grafitizzata, di colore nero, di aspetto terroso, ma che della grafite non ha gli essenziali caratteri.

### LA GRAFITE IN PIEMONTE

Di più antica data per lavoro e di maggiore importanza per produzione sono i giacimenti del Piemonte ed in special modo quelli delle Alpi Cozie; nelle Alpi Graie e Pennine si trovano pure affioramenti grafitici di carattere differente da quelli delle Cozie e ricerche si ebbero in Valle dell'Orco (Vasero-Ribordone) ed a Coggiola ed Ornavasso nella regione fra Cervo e Sesia (Kinzigiti grafitiche), ma finora senza nessuna pratica importanza.

Sui giacimenti delle Cozie abbiamo le pubblicazioni dell'ing. V. Novarese del R. Corpo delle Miniere nel « Bollettino del R. Comitato Geologico » dell'anno 1898, n. 1. Il Prof. F. Sacco pubblicò negli « Atti dell'Accademia delle Scienze » Vol. XXXIX del 1904, uno scritto sulle *Lenti grafitiche nella zona delle Pietre Verdi in Val di Lanzo*, e l'ingegnere Novarese negli stessi Atti, Vol. XL del 1905, lo studio *La grafite nelle Alpi Piemontesi*, nel quale è trattato particolarmente della grafite a tipo scaglioso che s'incontra in varie formazioni delle Alpi Graie e Pennine.

Nelle « Memorie descrittive della carta geologica d'Italia », per la parte che riguarda le Alpi occidentali, l'argomento grafite non è trattato in modo speciale, ma si hanno utili insegnamenti sulla diffusione, distribuzione e natura delle rocce grafitiche, specialmente per gli studii degli ingegneri S. Franchi, prof. Augusto Stella, e dello stesso ing. Novarese. Molte notizie che qui sono riportate vennero attinte a queste fonti.

Ulteriori studii e lavori speciali non abbiamo su questo argomento, esclusione fatta di un breve « Contributo alla genesi delle grafiti e delle piriti cuprifere nelle Alpi Cozie » dell'ing. F. Rodriguez pubblicato nel 1907 (Torino, U. T. E. T.), sul quale lavoro ritorneremo in seguito. Dal 1907 in poi non rimangono che le notizie annualmente riportate dalla « Rivista del Servizio Minerario » pubblicata dal R. Corpo delle Miniere e che specialmente si riferiscono a vicende di carattere minerario delle lavorazioni (1).

---

(1) Riferisco a pag. 42 intorno ad un recente lavoro dell'ingegnere F. Rodriguez.

**Cenni geologici, litologici e stratigrafici.** — Come già si è detto risulta, dalla Carta Geologica delle Alpi Occidentali, che la zona grafitica propriamente detta fa parte dei terreni a facies cristallina e precisamente del carbonifero; questa indicazione però ha su quella carta il segno interrogativo.

Mancano effettivamente dati paleontologici per i quali l'età della zona grafitica possa essere stabilita con assoluta scientifica certezza, tuttavia il fatto di trovare la grafite nella zona antracitica, e, come vedremo in seguito, quello di avere dell'antracite in zona grafitica, analogie litologiche e di giacitura sia per le antraciti che per le grafiti, la concordanza dei caratteri della zona grafitica piemontese con quella delle grafiti stiriane, nella quale furono trovati fossili indubbiamente del carbonifero, possono far ritenere con tutta probabilità che la zona grafitica nostra appartenga al carbonifero, che si presenta qui a facies cristallina. Dai dati della Carta geologica delle Alpi Occidentali la zona grafitica risulta essere litologicamente così costituita: da micascisti e gneis minuti grafitici, da scisti andalusitici e biotitici, da scisti grafitici con banchi di grafite e con parti antracitiche, includenti masse dioritiche acide più o meno laminate, da quarziti, da gneis e micascisti conglomeratici e micascisti a ciottoli di quarzo.

Gli strati grafitici coltivabili, che possiamo chiamare *la zona grafitica produttiva*, sono contenuti nelle rocce a tipo gneiss e micascisti: l'ing. Novarese ne dà la seguente descrizione: « gli gneiss sono a tipo minuto con pigmento grafitico, di essi sono parte i conglomerati gneissici a ciottoli per lo più quarzosi laminati e stirati: i micascisti sono di tipi molto svariati e comprendono gli scisti grafitici poveri in quarzo, ricchi in pigmento grafitico, passanti alle grafiti impure ed a quelle coltivabili ». La zona grafitica produttiva si trova verso la base di tutta la serie degli gneiss e micascisti.

**La grafite in provincia di Cuneo.** — Dalla carta riportata a Tav. I risulta che la zona grafitica dai dintorni di Saluzzo a sud per Sanfront e Paesana, in valle del Po, rimonta a N-E verso Barge, e di qui prendendo la direzione media N-E entra nel circondario di Pinerolo (prov. Torino). Da Saluzzo a Bricherasio essa affiora quale una

striscia sottile: lungo questo tratto furono fatte varie ricerche e specialmente dal 1904 in poi a Sanfront, Paesana e Barge e solo nel 1910 è ufficialmente notata la produzione della grafite nella provincia di Cuneo: produzione esigua e di qualità scadenti, che si mantenne all'incirca sulle 300 tonnellate annue sino al 1914.

**La grafite nel circondario di Pinerolo.** — A Bricherasio l'affioramento della zona grafiteica si allarga e prosegue espandendosi sulle due sponde della valle del Chisone sino a Roure, all'incirca a mezza strada fra Perosa Argentina e Fenestrelle, di dove nuovamente assottigliandosi a guisa di striscie in direzione Est e poi S-E ripiega verso Giaveno e Cumiana. Un po' dappertutto si ebbero ricerche e lavori sugli affioramenti di grafite che in questa zona compaiono numerosi: per darne una idea riproduco schematicamente a Tav. II, la carta del circondario di Pinerolo sulla quale sono segnati tutti gli affioramenti principali, risultante questo lavoro da vari anni di osservazioni fatte dal signor Carlo Salton, Perito Minerario e Direttore Tecnico della Società Talco e Grafite Val Chisone.

Appare manifesto che l'andamento degli affioramenti è nel complesso regolare e costante specialmente sulla destra del Chisone, entro la Valle del Risagliardo e giù giù fino a Bricherasio.

**I banchi di grafite, loro andamento e loro accidentalità.** — Si nota nel tratto suddetto il raggrupparsi in un fascio, di tre principali affioramenti, fra loro paralleli: non si sono mai finora incontrati giacimenti incrociantisi fra loro, nè discordanti con le rocce incassanti. Questo andamento che può seguirsi per un tratto di circa quindici chilometri rivela chiaramente l'origine sedimentaria di questi giacimenti, che sono veri *banchi* contemporanei alla deposizione delle rocce che li racchiudono. Il fascio più importante per produttività e ricchezza è quello che può dirsi incuneato nella valle del Risagliardo e che si sviluppa sulla destra del Chisone sino verso Pomaretto nella valle della Germanasca, ed è di questo che mi occuperò in particolare. Essendo maggiormente lavorato e quindi più noto, dallo studio di esso si possono ricavare conclusioni che valgono, e

furono riscontrate, per tutti i giacimenti della zona grafilica senza entrare nella particolareggiata descrizione di ognuno. Ne riproduco il dettaglio nella Tav. III, in pianta e nella sezione verticale NS.

La interpretazione probabile che attualmente mi pare possa darsi della tettonica di quel fascio, in armonia con numerose osservazioni.

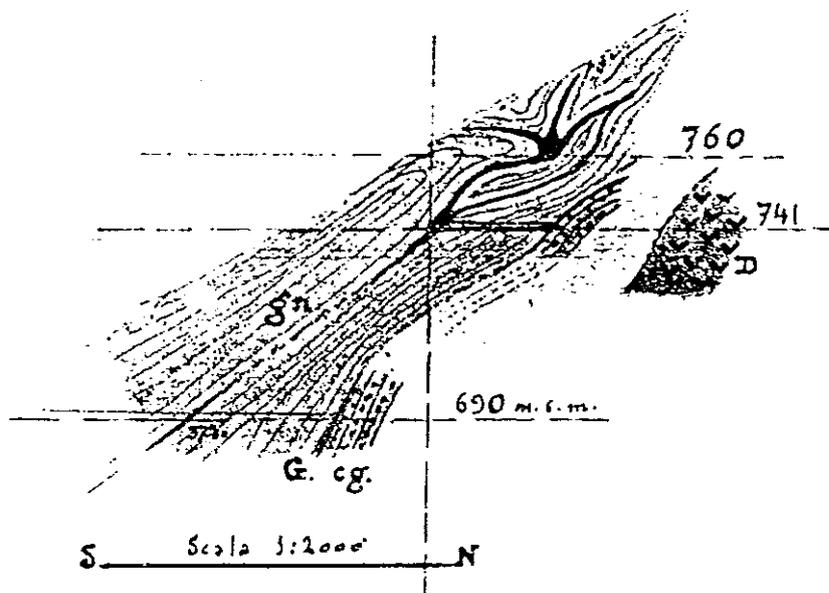


Figura 1.

che non è qui il luogo di elencare, fatte alla superficie e nelle varie miniere che sono in esso disseminate, è quella per cui la valle del Risagliardo parrebbe seguire all'incirca l'andamento dell'asse di una anticlinale, diretto NW-SE ed inclinato verso SW. La cerniera spezzata della anticlinale è riconoscibile alla miniera di Timosella - Dormigliosi (v. fig. 1) ed è manifesta nei valloncelli sottostanti alla miniera, i quali sezionano normalmente la cerniera e le falde della anticlinale stessa. Alla miniera di Siassera, all'estremo della valle del Risagliardo, ovè questa si biforca in vallecole secondarie, l'asse dell'anticlinale si raddrizza dapprima per poi inclinare a NE (v. fig. 2 e 8) e l'anticlinale è completa nelle due sue falde.

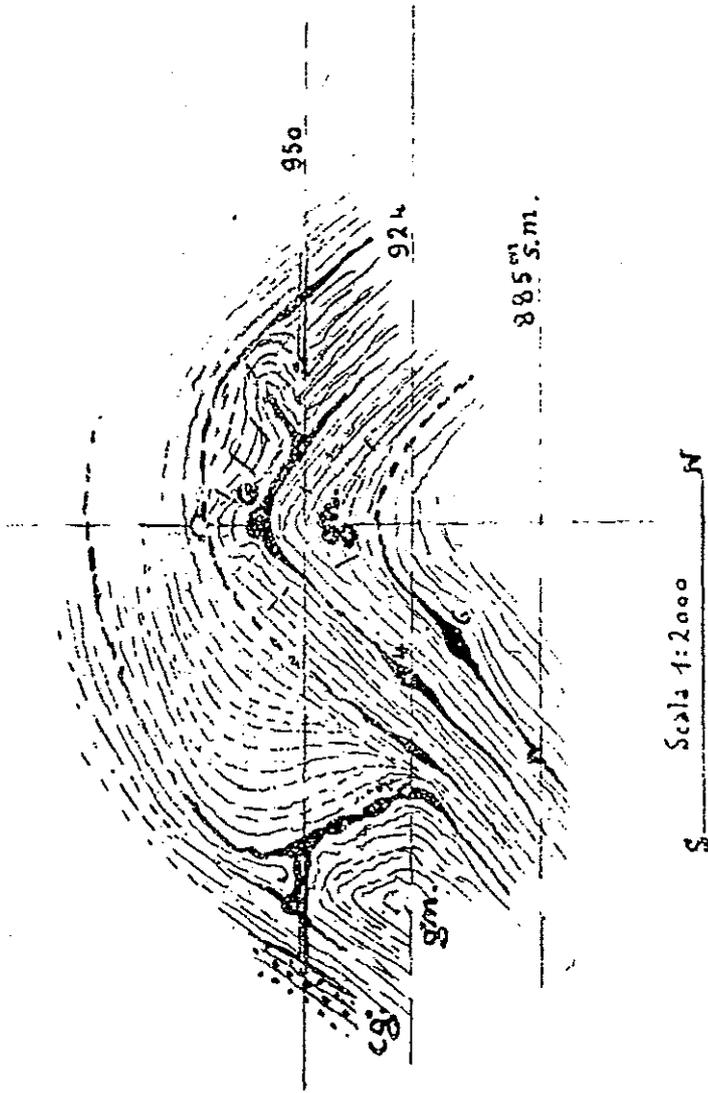


Figure 2.

Secondo una comunicazione epistolare dell'ingegnere V. Novarese, questi, basandosi sull'andamento delle masse gneissiche dell'alta valle del Risagliardo, concepisce invece la valle stessa quale una sinclinale, che probabilmente finisce alla località detta « Cortili », e collega l'anticlinale di Siassera con quella segnata a Nord della diorite di Poggio Pini, o addirittura con l'anticlinale di cui ritiene nucleo la diorite stessa.

Non è nell'indole di questo scritto di sviluppare questa interessante discussione sulla tettonica del fascio di banchi grafitici del Risagliardo, a seconda della interpretazione della quale possono derivare conseguenze diverse di indole mineraria: accenno soltanto al quesito quale si presenta, e che lavori in corso nelle miniere potranno forse maggiormente chiarire in seguito.

Al vertice dell'anticlinale, dove il piegamento è maggiore (Siassera), e lungo le falde, dove l'intrusione delle masse dioritiche di Poggio Pini si avvicinano ai banchi (Timosella - Dormigliosi), si hanno le miniere di migliore grafite con tenori più elevati di carbonio e maggiore pastosità, ed in esse non si hanno accenni alcuni di porzioni antracitose, mentre verso Nord sulla destra del Chisone, dove i banchi furono meno strizzati e più si allontanano dalle dioriti, si hanno miniere che danno prodotti meno ricchi, e meno pastosi, e di carattere in alcuni punti antracitoso come alla miniera di Clot de Boulard (Masselli) in valle Germanasca. La grafite si presenta dappertutto di tipo *amorfo*, è per i tipi migliori assai untuosa, a lucentezza semi-metallica, di colore che va dal grigio acciaio al grigio piombo. Essa è in generale di elevato potere colorante.

Il piegamento della zona grafitica produttiva è una delle conseguenze del corrugamento alpino, il quale fu pure causa della cristallizzazione della serie dei terreni che ne furono affetti, e causa parziale se non totale della grafitizzazione dei banchi carboniosi esistenti in quei terreni. La vicinanza poi ad essi delle intrusioni dioritiche fu altra probabile causa di una grafitizzazione maggiore, insieme a movimenti più localizzati nelle masse dovuti a spinte laterali, a scorrimenti di assestamento, resi ora palesi dai raggrinzamenti, fratture, rigonfiamenti, ondulazioni: accidentalità tutte che si osservano nei

banchi stessi e nelle loro rocce incassanti, quasi sempre spezzellate e minutamente ripiegate.

In complesso se i banchi di grafite mantengono una certa regolarità di andamento generale, per direzione e pendenza, non mantengono

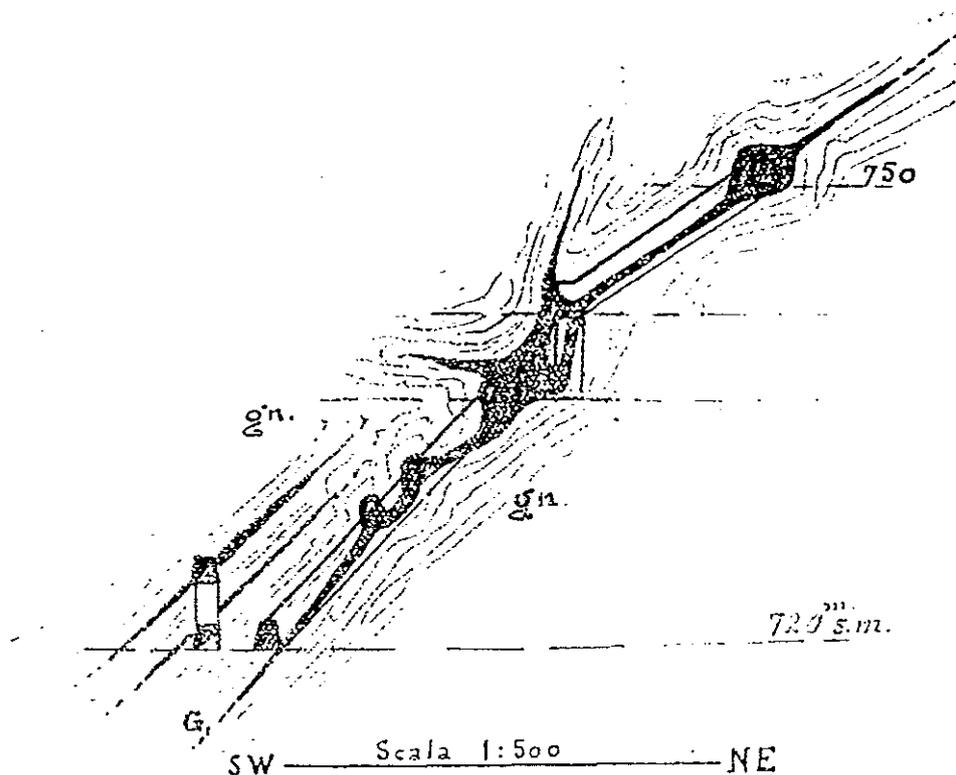


Figura 3.

però mai una regolarità qualsiasi nella loro potenza, e dove si hanno raggrinzamenti, rigonfiamenti, ondulazioni, li corrispondono arricchimenti nel banco, arricchimenti di quantità per il fatto che il banco vi assume potenza maggiore e arricchimenti di qualità perchè la grafite vi è più pura.

Nelle fig. 3 e 4 si hanno esempi di tali accidentalità che si ritrovano del tutto analoghe nei banchi di antracite sia di Liguria come di Valle d'Aosta; di quest'ultimi, per il confronto, riporto i disegni,

nelle fig. 5 e 6, dovuti all'ing. S. Franchi e pubblicati nel citato volume XII delle « Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia ».

Possiamo raggruppare, per le nostre graffi, le accidentalità delle rocce incassanti e gli arricchimenti che ne derivano ai banchi in tre categorie:

- 1<sup>a</sup> raggrinzamento semplice della roccia incassante;
- 2<sup>a</sup> raggrinzamento con frattura della roccia incassante;
- 3<sup>a</sup> ondulazione della roccia incassante.

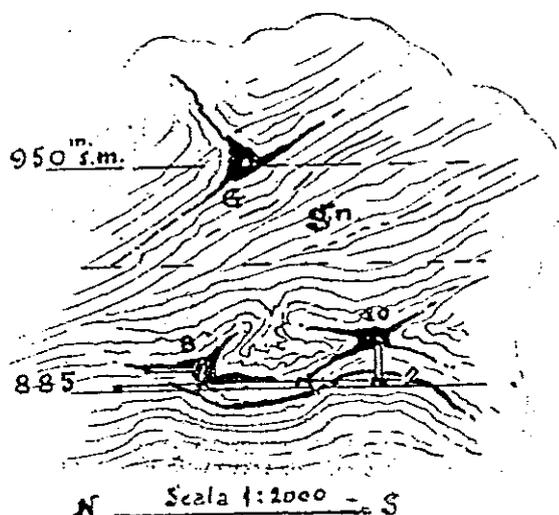


Figura 4.

Ho rappresentato schematicamente nella fig. 7 queste tre categorie, ciascuna delle quali presenta particolari caratteristiche e tutte quante si possono incontrare sia al tetto che al letto del giacimento, però più frequenti nel tetto sono le accidentalità di 1<sup>a</sup> e di 2<sup>a</sup> categoria.

Gli arricchimenti della prima (raggrinzamento semplice) affettano la forma tubolare chiusa; il diametro di questi tubi (che i minatori designano col termine descrittivo di *Salami*) può variare da pochi centimetri sino a uno o due metri al massimo; il loro asse non segue mai la linea di massima pendenza del banco, ma vi giace diagonalmente, e la loro lunghezza non supera generalmente i 15 o 20 m.: in

essi la grafite è disposta parallelamente alle salbande a sfoglie concentriche a guisa di cipolla, e verso il centro si hanno le qualità più ricche in carbonio e di maggiore pastosità.

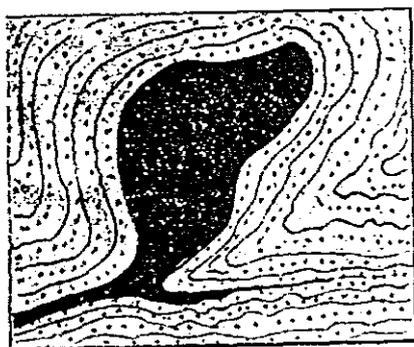


Figura 5.

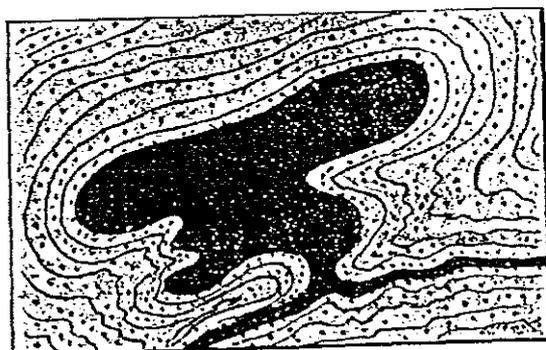


Figura 6.

Gli arricchimenti della seconda categoria (raggrinzamento con frattura) possono suddividersi in due tipi: uno a forma triangolare con frattura al vertice che si riduce ad un sottilissimo stacco nella roccia incassante; questa frattura può talvolta allargarsi e formare così una apofisi dell'arricchimento triangolare; l'altro a forma trapezoidale in cui sono generalmente due le fratture o apofisi che da esso si dipartono. Le dimensioni in sezione trasversale degli arricchimenti trapezoidali e triangolari sono per lo più maggiori di quelle degli arricchimenti

FIGURAZIONE SCHEMATICA DEGLI ARRICCHIAMENTI

per raggrinzamento semplice      tubolari      triangolari      per raggrinzamento con frattura      trapezoidali e apofisi      lenticolari      per ondulazione      Lente

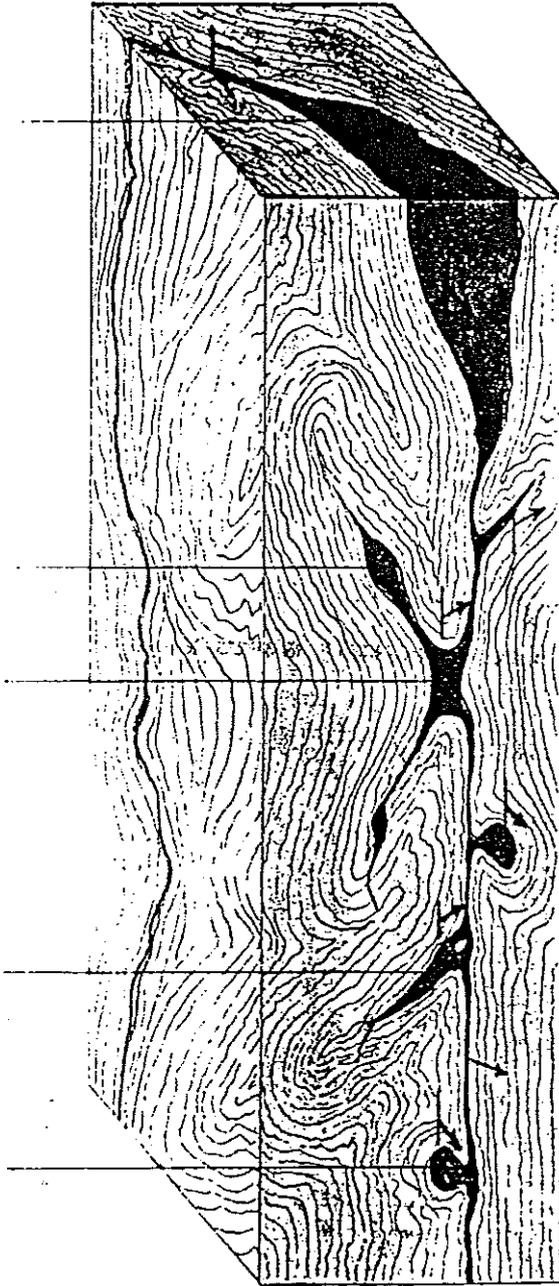


Figura 7.

chimenti tubolari, raggiungendo talvolta i 3 o 4 metri di larghezza o 2 o 3 metri in altezza. L'asse loro è pure esso disposto di sbieco rispetto alla linea di massima pendenza del banco, ed è sempre normale all'asse degli arricchimenti tubolari. In quanto a lunghezza, essa si mantiene all'incirca come quella degli arricchimenti tubolari. Non è possibile per il momento stabilire se questi piegamenti fra loro normali siano o non contemporanei, e non si è mai verificato ancora il caso che essi si intersechino. Gli uni e gli altri di questi arricchimenti costituiscono le parti di giacimento che possiamo dire a tipo colonnare.

In vicinanza di tutte queste accidentalità il banco di grafite si riduce in generale a pochissimi centimetri di potenza: la grafite o forse l'antracite e le porzioni eventualmente bituminose dei banchi, prima ancora del processo di grafitizzazione, vennero come spremute dal banco e cacciate in queste pieghe; è facile trovare verso la loro parte centrale dei pezzi di roccia incassante avviluppati dalla grafite laminata. Quanto maggiori sono le dimensioni delle pieghe e tanto più e per maggiore tratto il banco si isterilisce, ma lo stacco grafitoso di esso esiste però sempre ed offre una guida assai sicura per proseguire nelle esplorazioni sia in direzione che in profondità. Nelle miniere ove la grafite è sufficientemente ricca (oltre il 50 % C.) si possono ancora coltivare i banchi di 25 a 30 cm. di potenza.

Gli arricchimenti della 3<sup>a</sup> categoria (per ondulazione nella roccia incassante) si possono presentare sia nel letto che nel tetto del giacimento, come pure in entrambi contemporaneamente; essi superano in generale, come dimensione, gli arricchimenti colonnari e talvolta raggiungono anche i cento metri di lunghezza sia nel senso della direzione che nel senso della pendenza: il banco per essi rigonfia e raggiunge i tre o quattro metri di potenza ed anche più, assumendo l'aspetto di una vera e grande *lente*, il cui asse in generale giace diagonalmente rispetto alla linea di massima pendenza del banco. Nel complesso la grafite di queste grandi lenti è meno ricca delle precedenti.

**Genesi dei banchi di grafite.** — Riassumendo quanto ho fino a qui esposto possiamo concludere: che i giacimenti nostri di grafite

derivano da banchi di antracite i quali, per dinamometamorfismo regionale (sollevamento alpino), forse anche per metamorfismo di contatto (intrusioni dioritiche), coadiuvato dalle azioni dinamiche originate dall'assestamento ulteriore dei terreni che li racchiudono (accidentalità delle rocce incassanti) furono grafitizzati nella loro grande totalità, salvo in qualche punto estremo verso l'esterno della zona grafitica, ove si hanno accenni di parti antracitose, le quali del resto ci documentano maggiormente circa la genesi che riteniamo possibile. Già nel 1898 l'ing. Novarese era di questa opinione, ed i fatti osservati in seguito con una serie di lavori fatti nella profondità dei banchi, non l'hanno che confermata.

Nel 1903 erasi incominciato ad incontrare alla miniera di Siassera dei giacimenti grafitici fortemente raddrizzati e molto raggrinzati giacenti nella falda meridionale della anticlinale rammentata. Il loro insieme si può ora riprodurre quasi completo (v. figura 8). Appena scoperti e per poco tratto noti, quei giacimenti potevano essere scambiati per filoni, e la spezzettatura delle salbande degli gneiss incassanti dare l'apparenza di fratture negli gneiss stessi. Sorse allora il dubbio all'ingegnere De Ferrari, a quell'epoca Capo del Distretto Minerario di Torino (v. « Rivista del servizio minerario » del 1903) che a Siassera, oltre ai depositi di origine organica contemporanea alla deposizione delle rocce incassanti, ve ne fossero altri posteriori, di natura filoniana con distinte salbande, dovuti ad intrusione di composti carburati in spaccature trasversali alla stratificazione. Ormai è assodato che anche quelli raddrizzati sono banchi come gli altri, paralleli agli gneiss che li incassano: devono avere subito forti scorrimenti di tetto su letto, i quali intravediamo ora per il succedersi numeroso, quasi a rosario, di raggrinzamenti tubolari, e questi, anche qui, mantengono la caratteristica che hanno in ogni banco, di avere la direzione diagonale rispetto alla linea di massima pendenza.

L'idea di una origine diversa dalla sedimentaria fu ritenuta possibile per tutte le nostre grafiti dall'ing. F. Rodriguez, il quale pubblicò nel 1907 il già rammentato volumetto « Le miniere di grafiti e di piriti cuprifere nelle Alpi Cozie ».

Egli in conclusione crede che alle grafiti nostre (che associa alle

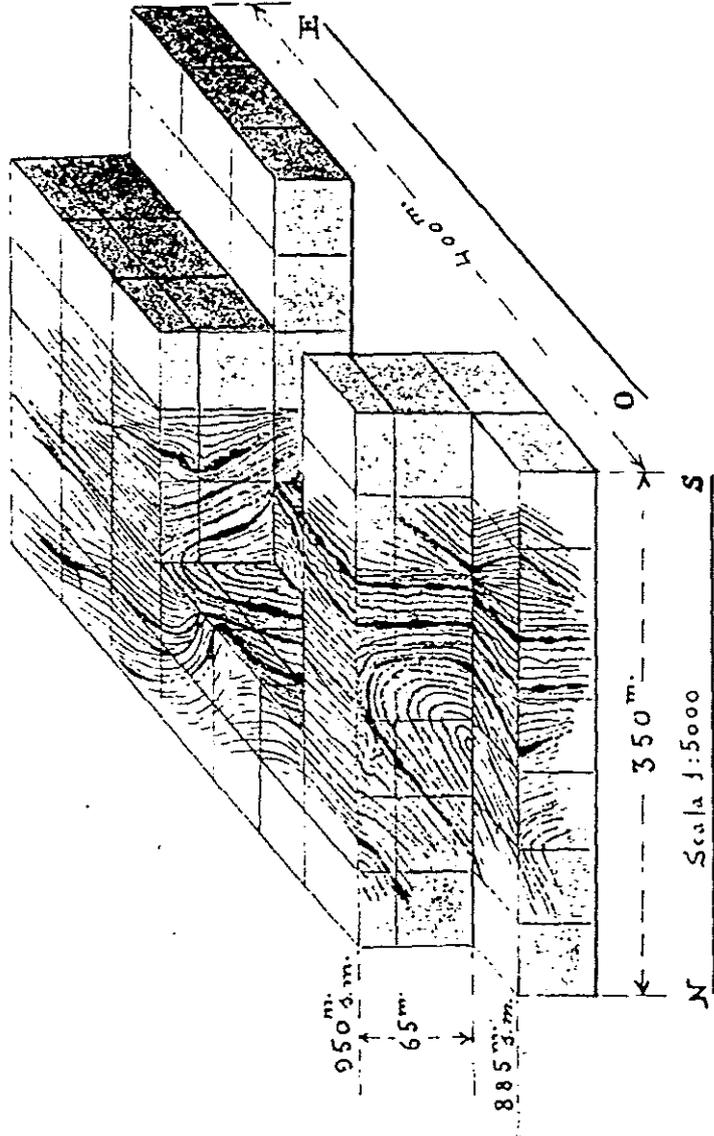


Figura 8.

piriti cuprifere del Beth e Ghinivert) si possa attribuire una origine analoga a quella delle piriti cuprifere del Mansfeld e cioè una origine idrica. I fatti fondamentali di tale opinione sono così esposti dall'ingegnere Rodriguez :

1° arrotondamento delle parti sterili (rognoni) incluse nel giacimento:

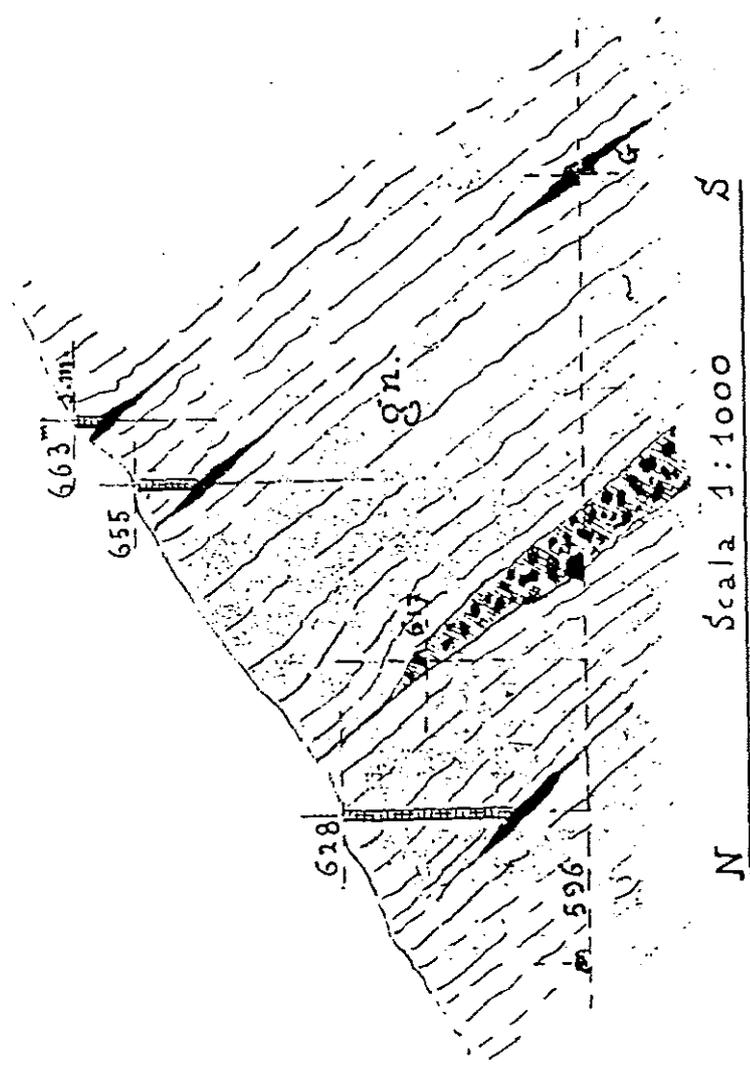
2° inclusione di particelle sterili, quasi impercettibili ad occhio nudo, contenute nelle pagliuzze di grafite, che si dividono anch'esse per quanto si divide la materia:

3° per la forma del bacino che presenta delle lenti ricche là dove un canale sembra essere stato un tramite di immissione di materiali che vi si depositarono e l'area è spesso interrotta oltre questo canale, in direzione.

E, sempre secondo l'ing. Rodriguez: « pare che si sia in presenza di un deposito idrico-ferruginoso derivante da intrusione di sorgenti ferruginose e composti carburati che avrebbero originato questa formazione per riduzione allo stato libero del carbonio con deposito simultaneo ferruginoso. Queste intrusioni pare siano avvenute nelle fratture preesistenti negli gneiss e che si siano diffuse nella stratificazione e altresì che le emanazioni siano avvenute fra le acque del bacino originando così giacimenti di origine filoniana e interstratificazioni ».

Il fatto dell'arrotondamento delle parti sterili incluse nel giacimento ha, secondo il mio parere, poco a che fare con l'ipotesi delle intrusioni di sorgenti: in queste non vedo la capacità di provocare un rotolamento dei blocchi staccati dalle pareti delle supposte preesistenti fratture degli gneiss (rognoni), mentre è comune che in tutti i giacimenti che furono soggetti a movimenti, quali ne subirono i nostri, molta parte del materiale è ridotto a brecciamme o stirato od arrotondato: una caratteristica breccia di scorrimento di questo tipo si ha nella miniera di Comba Viola in Val Chisone (v. fig. 9), dove sono frammischiati nuclei di grafite e nuclei di sterile in un cemento argilloso grafitico.

Le inclusioni minutissime di sterile, che si possono vedere solo a microscopio, sono in generale di puro quarzo, ed ho già accennato a pag. 12 alla probabile sua origine primaria. Le altre non microscopiche sono le ordinarie impurità di qualsiasi giacimento sedimentario.



N Scala 1:1000 S

Figura 9.

Il terzo fatto fondamentale è basato su osservazioni non precise e complete, quali si potevano fare in quell'epoca di lavori ancora poco sviluppati e specialmente eseguiti per discenderie dagli affioramenti: era naturale che in questi si scegliessero i punti più ricchi e più potenti e quindi si avesse sempre a che fare con gli arricchimenti colonnari in genere, onde a queste accidentalità, molto importanti dal punto di vista minerario, si diede eguale importanza geologica, mentre sfuggiva il fatto veramente fondamentale dell'andamento dei banchi: di qui la falsa idea di canali di immissione e di tutto il resto. In quanto al deposito ferruginoso, spiegabile, dove esiste, agli affioramenti per circolazione discendente di acque esterne ossidanti le piriti del banco stesso, esso è qui da noi di pochissimo rilievo, non certo paragonabile ai caratteristici « Cappelli di ferro » delle miniere di Boemia: ed in profondità esso è così limitato da non poterlo ammettere come fatto fondamentale di tutta una genesi.

Del resto molte analisi di ceneri delle grafiti di Moravia, la cui origine è organica sedimentaria, danno, secondo Kretschmer, il 33.58 % di  $Fe_2O_3$ , mentre varie analisi delle nostre danno fra 11.63 e 16.8 % di  $Fe_2O_3$  nelle ceneri: la quantità quindi del ferro non è sufficiente per ammettere un deposito ferruginoso speciale, e la sua presenza è semplicemente da attribuire alle originarie piriti come è stato accennato anche a pag. 12. Ferro allo stato di solfuro è rarissimo nelle nostre grafiti: si hanno invece degli ossidi.

Manca poi ad esse la struttura, e, nelle salbande e nelle grafiti stesse, quei minerali di alterazione speciali che accompagnerebbero i giacimenti qualora fossero originati da fenomeni postvulcanici (v. pag. 12).

Lasciando infine di discutere la riduzione del carbonio da carburi in soluzioni ferruginose, tanto più che mancano le formule di reazione sulle quali deve essersi fondata la tesi dell'ing. Rodriguez, mi pare che questa, di fronte a tutti i dati ed i fatti che venni esponendo, sia trattando della genesi delle grafiti in generale sia trattando in particolare delle nostre, non sia più sostenibile e da scartarsi senz'altro.

Questo mio scritto era già in corso di stampa, quando ricevetti dal signor ing. Rodriguez un suo recente lavoro, da me prima non conosciuto, intitolato « Il Permo-Carbonifero Alpino » (Alpi Occidentali

Italiane) edito nel 1915 a S. Benigno Canavese dalla Scuola Tipografica Salesiana.

In esso l'Autore si occupa pure delle grafiti, i giacimenti delle quali fa derivare da quelli delle antraciti e rientrare con queste nello stesso orizzonte carbonifero (fra lo Stefaniano ed il Westfaliano medio). Egli separa però un bacino antracitifero da un bacino grafilico, fra i quali pone, come zona intermedia, quella delle « Pietre Verdi »: queste sarebbero secondo l'A. « delle colate post-carbonifere di rocce intrusive nel carbonifero » ed in esse e nelle manifestazioni grafitiche della zona stessa egli vedrebbe il *flo conduttore* fra i due bacini, tra i quali non vi sarebbe soluzione di continuità e quindi un'origine comune.

L'azione metamorfica che, secondo l'A., avrebbe determinato il passaggio fra antraciti e grafiti partirebbe da uno speciale livello da lui chiamato « geometamorfico »: al di sopra di questo livello le antraciti sarebbero rimaste inalterate, al di sotto esse si sarebbero grafitizzate per azioni metamorfiche maggiormente intense.

Non è qui il luogo di discutere sopra i concetti esposti dall'A.: è da notare solamente come egli abbia completamente abbandonata l'idea della genesi idrica delle grafiti.

**Coltivazione, produzione e commercio della grafite in Piemonte sino al 1898.** — La prima grafite nota in Piemonte fu quella del Pinerolese, al principio dello scorso secolo, sotto il nome di *terra nera*: nei « Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna » del 1835 è citata dal Baretli, e dalle Statistiche sull'industria mineraria in Italia dal 1860 al 1880 risulta che già nel 1860 si ha una produzione di 84 tonn. di terra nera. Si può ritenere che le prime coltivazioni si iniziarono fra il 1835 ed il 1860.

Essa era usata allora solamente come materia colorante, e come tale scavata abusivamente con lavorazioni saltuarie e sporadiche sugli affioramenti e considerate come cave. Questo stato di cose si protrasse sino al 1886-87, anni in cui si richiamarono i coltivatori all'osservanza della legge sarda del 1859 e cominciarono le coltivazioni in miniere regolari, almeno di fronte alla legge. Non del tutto regolari però di fronte all'arte mineraria, chè erasi proseguita per lo più la ricerca

contemporaneamente alla coltivazione senza preparazione alcuna, seguendo fin dove era possibile, dagli affioramenti con discenderie o pozze, gli arricchimenti colonnari e sfruttandoli completamente senza preoccuparsi dell'avvenire, con lavori provvisori e di poco costo. Di tale andazzo si ha ancora notizia nel 1906, che l'Ingegnere Capo del Distretto Minerario di Torino, nella « Rivista del servizio minerario » di quell'anno, lamentava come fossero rare le ricerche in traverso banco e ribasso, stato questo dannoso al regolare sviluppo dell'industria mineraria, e minacciava la revoca del permesso di ricerca quando fosse riconosciuto che i lavori anziché a scopo di ricerca erano diretti allo sfruttamento immediato.

La terra nera era venduta senza nessuna cernita, e macinata semplicemente in molini rudimentali: il commercio di essa continuò così fino verso il 1898.

La produzione intanto dalle 84 tonn. del 1860 era salita:

nel 1880 . . .	a tonn. 1327
> 1890 . . .	a > 1735
> 1896 . . .	a > 3148

Il prezzo si mantenne sempre basso (max. L. 40 per tonnellata) e da esso è dipeso il crescere dello smercio e della esportazione. Questa, secondo le statistiche doganali,

da tonn. 68 nel 1860 salì
a > 408 > 1870
> > 309 > 1880
> > 1376 > 1890
> > 3727 > 1896

Gli accaparratori forestieri molto probabilmente, giunta a destino, la trattavano con i dovuti metodi per ottenere dalla terra nera delle autentiche grafite.

Fu per merito ed iniziativa del Conte Enrico Brayda, torinese, che l'industria della grafite, insieme a quella del talco, nel Pinerolese, da circa il 1898 in poi, prese un vero sviluppo; il suo intuito e la larghezza di vedute, che avrebbero meritato una migliore sorte a lui stesso, valsero ad aprire nuovi e più vasti orizzonti ai suoi successori.

Con l'intervento di capi-minatori capaci la coltivazione mineraria venne condotta un po' meglio ed il materiale scavato, classificato per qualità a seconda del tenore in carbonio, sia sui cantieri di miniera, dove un occhio esercitato può distinguere dal colore della grafite stessa i tipi migliori, sia sui piazzali esterni di cernita.

Si formarono così delle marche commerciali destinate a soddisfare alle esigenze di alcune altre branche del consumo all'infuori di quella solita di materia colorante. Il trattamento continuò ad essere quello per *via secca*, — ma con migliorati molini cileni (*piste*) e con successiva classificazione per volume in buratti a veli di seta. — La essiccazione dei prodotti cerniti era fatta su apposite aie.

**Coltivazione e trattamento attuali.** — Iniziativa la regolare coltivazione, questa proseguì sempre migliorando. Ai capi-minatori si aggiunsero tecnici, direttori di miniere, ed attualmente le varie miniere, sempre piccole, per il fatto che la disposizione dei banchi non permette di organizzare, nel corso di pochi anni, grandi centri di coltivazione, sono bene tenute, egregiamente organizzate e condotte a regola d'arte. Il metodo di coltivazione è variabile a seconda del tipo dei giacimenti, se colonnari o lenticolari, e non ve n'è uno speciale caratteristico: è rigorosamente eseguito il riempimento degli scavi fatti.

In alcuni lavori importanti di preparazione la Società Talco e Grafite Val Chisone, che possiede la massima parte delle concessioni per grafite, ha applicato da alcuni anni, con successo, agli avanzamenti, i martelli pneumatici a rotazione tipo Ingersoll. Ad eliminare il primitivo trasporto a slitta dalle miniere alle più prossime rotabili la stessa Società possiede delle opportune funicolari aeree, come a Siasera ed a Clot de Boulard (Masselli) dove non era convenienza costruire delle rotabili, mentre invece ne furono tracciate là dove l'economia ed il terreno lo hanno permesso.

Il fatto di essere tutte in terreno montagnoso, e quindi disposte sempre a mezza costa, ha eliminato per queste miniere la necessità di ricorrere ai dispendiosi mezzi di estrazione ed a quelli di eduazione delle acque: questi servizi vengono fatti economicamente per gallerie di estrazione e di scolo.

Per casi straordinari la stessa Società Val Chisone possiede una pompa di esaurimento « tipo Cerpelli » a motore elettrico a corrente continua azionato da dinamo mossa da motore a benzina, impianto di costruzione tutta italiana (Soc. di Savigliano), che può dirsi semi-fisso, perchè facilmente trasportabile dove occorra. Con questi metodi anche le vecchie lavorazioni di *terra nera* si sono perfezionate e vanno trasformandosi, per quanto ancora limitate, in belle e moderne miniere.

Il trattamento è generalmente fatto per via secca come per il passato: il prodotto delle miniere viene dapprima classificato sui cantieri di scavo, formando quasi dappertutto da una a tre qualità per miniera, qualità soventi diverse da miniera a miniera a seconda della differente natura di queste, e che vengono sui piazzali degli stabilimenti a formare sei tipi di materiale cernito: i tipi sono divisi per tenori in carbonio: si ha così la seguente classificazione, con gli usi corrispondenti:

I <sup>a</sup> C <sup>0</sup> <sub>0</sub>	70	}	tipi per fonderie.
II <sup>a</sup> C <sup>0</sup> <sub>0</sub>	45 ÷ 65		
III <sup>a</sup> C <sup>0</sup> <sub>0</sub>	25 ÷ 45		
IV <sup>a</sup> C <sup>0</sup> <sub>0</sub>	> 40	}	lubrificazioni grossolane e materie coloranti.
V <sup>a</sup> C <sup>0</sup> <sub>0</sub>	20		
VI <sup>a</sup> C <sup>0</sup> <sub>0</sub>	< 20		

Il materiale cernito ed essiccato o naturalmente o per mezzo di essiccatori rotativi, viene macinato in mulini cileni od in mulini a palle ad albero orizzontale. La classificazione per volume viene fatta per la maggior parte delle grafiti trattate con i Selector già rammentati, più adatti che i buratti con i veli di seta.

La finezza media dei prodotti corrisponde al N. 14 della seta di Zurigo, ossia all'incirca 1856 maglie per cm<sup>2</sup>.

Quando si vogliono maggiori finezze si procede alla macinazione a morte dei prodotti dei Selector per mezzo di tamburi a palle. Opportuni insaccatori automatici ne formano sacchi o barili pronti per la spedizione.

**Produzione e commercio della grafite in Italia.** — Con i dati della « Rivista del servizio minerario » ho formato la tabella della

Produzione di Grafite in Italia.

ANNI	Produzione delle Mine in tonnellate			Valore della Produzione in lire			Produzione totale in Tonn.	Valore totale in Lire	N° delle mine aperte			Personale impiegato					
	Prov. di Genova		Prov. di Torino	Prov. di Genova		Torino			Cuneo		Genova		Torino		Cuneo		
	Genova	Torino	Cuneo	Genova	Torino	Cuneo			Genova	Torino	Genova	Torino	Genova	Torino	Genova	Torino	
1901	673	9650	—	23555	272500	—	10313	290055	1	30	—	23	2	185	64	—	—
1902	1120	8090	—	33600	146070	—	9210	179670	1	31	—	12	2	224	59	—	—
1903	630	7290	—	18900	130610	—	7920	149510	1	11	—	12	3	109	32	—	—
1904	885	8880	—	26550	206240	—	9765	230790	1	16	—	12	6	143	33	—	—
1905	1371	9201	—	41130	218840	—	16572	256970	2	20	—	31	20	165	23	—	—
1906	1365	9440	—	31395	282800	—	10835	314195	2	15	—	38	33	169	43	—	—
1907	3280	7769	—	82000	235355	—	10889	317955	4	18	—	55	14	180	30	—	—
1908	4486	8428	—	121122	248000	—	12914	369122	8	18	—	62	10	171	27	—	—
1909	3300	8283	—	95700	269796	—	11583	365496	3	10	—	34	15	180	46	—	—
1910	3350	8840	320	102500	274190	9600	12510	384290	3	19	4	36	16	227	28	14	5
1911	4022	8306	293	120600	254294	8700	12621	383744	4	20	6	47	20	231	29	22	—
1912	3164	9703	303	94920	295193	6666	13170	396779	3	22	6	34	18	226	34	14	3
1913	2645	8116	384	79350	240720	8880	11145	328950	2	17	3	19	11	176	24	12	5
1914	1756	6551	260	52680	201971	5200	8567	250851	1	12	2	18	10	140	20	6	—

produzione italiana, a pag. 47, dalla quale risulta pure l'importanza assunta dalla produzione di grafite nella provincia di Torino.

Sopra un totale di produzione in Italia dal 1901 ÷ 1914 di tonnellate 152084 la provincia di Torino, ossia il solo circondario di Pinerolo, ha dato tonn. 118477, pari al 78<sup>o</sup> %, di fronte a tonn. 1560 della provincia di Cuneo (1<sup>o</sup> %) ed a tonn. 32047 della provincia di Genova (valli della Bormida) (21<sup>o</sup> %).

Il consumo in Italia è rappresentato dal 31,6<sup>o</sup> % della produzione totale, ed esso viene ripartito per qualità approssimativamente come segue:

Tipi a basso tenore di carbonio (10<sup>o</sup> % ÷ 25<sup>o</sup> % C.) per materie coloranti e lubrificazione grossolana delle rotaie dei tram circa il 60<sup>o</sup> %.

Tipi a tenore più elevato (30<sup>o</sup> % ÷ 60<sup>o</sup> % C.) per usi correnti di fonderia, 40<sup>o</sup> %.

Per i tipi superiori nostri (70<sup>o</sup> % C.) non c'è esito fra noi, e questi vanno tutti per l'esportazione.

Riporto nelle tabelle che seguono il totale delle cifre per il movimento commerciale della grafite greggia dall'anno 1901 al 1914, ed il dettaglio per l'esportazione dal 1910 al 1<sup>o</sup> semestre 1916 incluso, come risulta dalle statistiche del Ministero delle Finanze, Direzione Generale delle Gabelle.

Anni	Importazione tonn.	Esportazione tonn.
1901	102	7169
1902	60	7098
1903	63	7068
1904	52	7341
1905	107	6810
1906	361	6904
1907	267	7474
1908	383	7009
1909	140	8125
1910	229	7647
1911	216	7633
1912	403	7785
1913	567	8329
1914	162	7589

*Dettaglio dell'Esportazione dal 1910 al 1° semestre 1916 incluso.*

ANNI	Germania quintali	Francia quintali	Gran Bretagna quintali	Altri paesi quintali	Totale quintali	Valore lire
1910	27478		48996		76474	650029
1911	32495		43834		76329	648796
1912	34298		43551		77849	661716
1913	38036		45254		83290	791255
1914	43193		32696		75889	683001
1915	32239		32841		65080	585720
1916 1° semestre	—	10661	16750	2300	29711	297110

L'esportazione si è mantenuta, salvo lievi oscillazioni, annualmente quasi costante. Di fronte alla produzione essa rappresenta il 68.4 % durante il periodo di tempo considerato.

Evidente conseguenza della nostra guerra è la variazione che si nota nel 1° semestre del 1916, durante il quale sono esportati in Francia e Gran Bretagna quintali 27411, che rappresentano il 92.2 % della esportazione totale nostra per questo semestre ed i 45 della media annua di esportazione in Germania nei sei anni precedenti (quint. 34623).

L'importazione di grafite greggia si è mantenuta in limiti assai ristretti (media annua dal 1901 ÷ 1914 quintali 2220), non così, come vedremo in seguito, quella dei lavori di grafite (crogioli e materiali refrattari carboniosi) e quella dei carboni composti per l'elettrotecnica.

Per il periodo 1910-1914 la nostra esportazione fu mediamente così ripartita per quantità e qualità fra i vari paesi :

Germania . . .	45.6 %	per tipi superiori (70 ° C.) da fonderia.
Francia . . .	22.7 %	p. tipi correnti da fond. e per la <i>pâte à fourneau</i> .
Gran Bretagna	15.0 %	per tipi correnti da fonderia.
Belgio . . . .	4.7 %	»        »        »
Svizzera . . .		
Russia . . .	12.0 %	complessivamente per tipi correnti da fonderia.
Stati Uniti .		

Da questi dati vediamo come le grafiti italiane siano rappresentate solo da tipi di secondo ordine e come tali esse vengono usate e valutate nel commercio. Il non grande sviluppo della nostra industria metallurgica non permetteva, prima della guerra, nè un forte consumo delle grafiti a basso tenore di carbonio nè alcun consumo di quelle un po' migliori (70% C.), spedite queste tutte in Germania, dove sappiamo che erano usate, miste con altre, anche per la confezione di crogioli dalla Casa Krupp.

Per chi era a conoscenza delle condizioni del nostro mercato e dei tipi delle grafiti italiane venivano naturali le domande: non sono suscettibili queste grafiti, per condizioni loro speciali, di arricchimento e non possono essere portate al livello delle grafiti di primo ordine, superiori all'80% di C.? Qualora lo fossero, quale ne sarebbe il consumo in Italia?

**Studi sulle grafiti del Pinerolese.** — La risposta alla prima domanda non poteva darsi che dopo lo studio sistematico delle grafiti che attualmente e più correntemente si producono, con lo scopo di trovare il mezzo migliore per la loro purificazione, lasciando per il momento da parte l'esame di tutte quelle altre grafiti, che sappiamo esistere fra noi, ma che per ora non possono industrialmente coltivarsi. Non dobbiamo dimenticare che si trovano in Italia anche le grafiti cristalline, il cui trattamento, un tempo, era meno noto che non lo sia al presente.

Dopo una serie di analisi, di levigazioni ad acqua, di separazioni con sostanze grasse e con mezzi meccanici sono giunto alla conclusione che con questi metodi non si potevano avere arricchimenti che superassero il 75% C., partendo da prodotti grezzi al 70% C., e quando si avevano arricchimenti maggiori, il rendimento era così esiguo da non essere pratico.

D'altra parte le analisi stesse, chimiche e microscopiche, avevano dimostrato che nelle marche cernite più ricche delle nostre miniere, le impurità sono essenzialmente rappresentate da quarzo puro o da quarzo finemente impregnato di grafite o da ossidi di ferro: le niche sempre subordinate ed eccezionali, i felspati mancano, così il caolino ed il calcare, piriti non ve ne sono; le ceneri danno, oltre alla silice,

piccole quantità di perossido di ferro, allumina, magnesia e calce. Le impurità poi sono così finemente diffuse da non esservi altri mezzi all'infuori di quelli chimici, che possano essere capaci di toglierle o tutte od in parte.

Provati vari metodi di disaggregazione con i carbonati alcalini e successivi lavaggi acidi, i risultati, se miglioravano per i tenori più elevati che si ottenevano, non erano però tali da dare affidamento di essere altrettanto buoni all'atto pratico e con quantità maggiori di materiali da trattare, per le difficoltà ed il costo dei trattamenti stessi.

La disaggregazione che diede risultati più soddisfacenti fu quella con l'acido fluoridrico allo stato nascente ricavato dalla reazione del fluoruro di ammonio con l'acido solforico, secondo un procedimento studiato e brevettato del Dott. Langbein di Dresda. Questo procedimento però è praticamente un po' complicato e per quanto la teoria di esso dia un ciclo chiuso di reazioni, poichè dal fluoruro di silicio che si svolge dalla silice delle grafiti, si può riavere il fluoruro di ammonio, pure il ricupero di questo reagente, qui da noi assai costoso, non è completo e la spesa di trattamento assai elevata.

Il procedimento, che definitivamente si presentò come più pratico, fu quello di trattare le grafiti con soluzioni acquose di acido fluoridrico di determinate densità, facendo intervenire in seguito l'acido solforico per scomporre i vari fluoruri che si formano, eliminare il fluoruro di silicio gassoso, ed ottenere la serie dei solfati solubili in acqua: abbondanti lavaggi con acqua, fatti per decantazione prima ed a filtro-pressa dopo, restituiscono le grafiti a quello stato di purezza che le proporzioni opportunamente calcolate di reagenti e di materie da trattare ci permettono di ottenere a volontà.

Col trattamento accennato le grafiti raggiungono inoltre un grado di estrema finezza tutto a vantaggio di alcuni usi ai quali esse possono destinarsi e del loro valore commerciale.

Eravi la difficoltà di avere dell'acido fluoridrico a prezzo conveniente per il nostro trattamento. In Italia non ne esiste alcuna fabbrica, dacchè la Ditta Carlo Erba, che anni addietro ne produceva, da tempo ne sopprime la preparazione. L'acido che, prima della guerra, proveniva ancora dalla Germania, giungeva a noi carissimo, e pertanto non conveniente.

Gli apparecchi in genere per la produzione di questo acido sono tutti fondati sul principio di dare dell'acido concentrato (a 60 °<sub>0</sub>), pericolosissimo a prodursi ed a maneggiarsi; ora, per le nostre grafiti non è necessaria una soverchia concentrazione, ed usando soluzioni un po' diluite si diminuiscono e, può dirsi, si tolgono quasi totalmente i gravi pericoli inerenti all'uso dell'acido fluoridrico. Si studiò quindi un apparecchio capace di produrre soluzioni di acido fluoridrico in acqua a quel grado di concentrazione che più si addice ai vari tipi di grafite ed agli arricchimenti che si vogliono ottenere, adoperando in esso della fluorite di Val Trompia (miniera di Collio) a 96 °<sub>0</sub> in CaF<sub>2</sub> ed attaccandola con acido solforico a 66° Bé.

Gli apparecchi, tutti fabbricati in Italia, funzionano negli appositi locali della Soc. Talco e Grafite Val Chisone e corrispondono completamente al loro scopo.

Con questo procedimento si ottengono ora grafiti dal 75 all'80, 85, 90 e 95 °<sub>0</sub> in carbonio, con prezzi di costo tali da poter concorrere al mercato delle corrispondenti grafiti straniere.

In questo modo è stata iniziata la soluzione del problema di portare al livello delle grafiti di primo ordine quelle del Pinerolese.

Per quanto riguarda il tipo delle grafiti arricchite abbiamo, nella già citata Memoria del Professore Luigi Balbiano, dal punto di vista chimico, dei dati assai interessanti: per lo studio dei prodotti ossidati, egli usò delle nostre grafiti raffinate insieme a grafite di Ceylon ed a grafite artificiale di Acheson.

Tralasciando le diversità riscontrate fra i prodotti verdi e gialli della grafite artificiale e quelli delle grafiti naturali, risultano dalle esperienze del Prof. Balbiano molte analogie di comportamento alle reazioni ossidanti fra le grafiti di Ceylon e quelle di Pinerolo.

L'acido grafítico (prodotto giallo), ad esempio, ottenuto, con la preparazione di Staudenmaier, dalle grafiti di Ceylon e di Pinerolo ha dato la seguente composizione centesimale:

	C	H	O
Ceylon	59.04	1.41	39.55
	59.14	1.43	39.43
Pinerolo	59.04	1.37	39.59
	59.26	1.47	39.27

L'acido di entrambe è di colore giallo solfo che incupisce nel disseccamento e disseccato e polverizzato dà polvere giallo bruna. Invece l'ossido delle nostre grafiti si avvicina a quello che si ottiene dalla grafite Acheson.

I prodotti della decomposizione pirogenica sono pure analoghi ed entrambe le grafiti di Ceylon e Pinerolo danno un residuo nero, cristallino, che non deflagra. Qui non è notato se vi sia la differente proprietà notata da Stingl (v. pag. 8) fra le grafiti cristalline (Ceylon) e quelle che riteniamo amorfe (Pinerolo).

D'altra parte siccome il Prof. Balbiano ha provato che i prodotti ossidati variano nella loro composizione a seconda del metodo (Brodie o Staudenmaier) col quale sono preparati, così non si può essere sicuri dei risultati e delle differenze che si hanno nella decomposizione pirogenica di Stingl. Comunque risulta che le nostre grafiti purificate hanno, dal punto di vista dei processi di ossidazione, molte proprietà analoghe a quelle delle migliori grafiti conosciute. Altri e più completi studi in proposito c'è da augurarsi siano fatti nell'avvenire seguendo la via ormai chiarita dalle esperienze del Prof. Balbiano, e, riprendendo le prove di Stingl, di Berthelot, con l'intento di precisare l'origine delle varie grafiti naturali.

Abbiamo inoltre verificato che le qualità più pure, oltre al 90 e 95 % C., sono suscettibili con le soluzioni tanniche dell'« effetto Acheson », sono cioè deflocculate rimanendo per lunghissimo tempo in sospensione nell'acqua ed in alcuni olii.

Per quanto riguarda la costituzione chimica di alcune delle nostre grafiti purificate, ad esempio di quelle comprese fra 80 e 85 % C., abbiamo i seguenti risultati medi di analisi:

C	%	83.5	84	86.27
SiO <sub>2</sub>	%	9.86	9.52	9.80
R <sub>m</sub> O <sub>n</sub>	%	6.64	6.48	3.93
P <sup>o</sup>		8.47	8.98	8.80

ove indico con R<sub>m</sub>O<sub>n</sub> la serie degli ossidi Fe<sup>2</sup>O<sup>3</sup> - Al<sup>2</sup>O<sup>3</sup> - MgO - CaO, gli alcali e le perdite, complessivamente, e con P<sup>o</sup> il valore del rapporto fra carbonio e silice  $\left(\frac{C}{SiO_2}\right)$  dal quale dipende essenzialmente la pastosità e la morbidezza della grafite (grado di pastosità).

Analisi di buone grafiti estere da lapis danno i seguenti risultati:

C . . . . .	%	82.30
SiO <sub>2</sub> . . . . .	%	9.15
R <sub>m</sub> O <sub>n</sub> . . . . .	%	8.55
P <sup>o</sup> . . . . .		8.99

Sono cioè grafiti del tutto analoghe a quelle da noi raffinate.

Quella dei lapis è dunque una delle applicazioni alla quale le nostre grafiti possono essere adottate, ed esperimenti fatti hanno già dato risultati soddisfacenti, sia per la purezza che per la struttura, che per l'elevato potere colorante.

Nella preparazione dei prodotti per elettrotecnica (carboni da pila, spazzole per dinamo, elettrodi, ecc.) furono iniziate prove, delle quali alcune assai concludenti: misurazioni per pile eseguite sopra tre tipi differenti di grafiti purificate hanno dato i risultati che qui riporto:

TIPO	Ampère in corto circuito	Volts a circuito aperto appena montate	Resistenza interna	Capacità in ampère-ora
1	14	1.6	0.11	22
2	10	1.6	0.16	17
3	10	1.6	0.16	17

Il tipo N. 1 dà risultati pari a quelli della *grafite argentea* (Ceylon): tipo di prezzo elevato ed in questo momento non esistente in commercio.

Per i prodotti refrattari grafitosi sono stati preparati e provati in alcune fonderie di Torino pezzi speciali quali le valvole di colata per le « poches » con risultati promettenti, mentre è allo studio il quesito dei mattoni siliciosi-grafitici del tipo Lorenz e del tipo Gundlach, tedeschi, e quello dei crogioli di grafite.

Abbiamo visto che le nostre grafiti purificate sono suscettibili dell'« effetto Acheson » e come tali possono utilizzarsi all'uso di lubrificanti sia in acqua che nell'olio ed utilizzarsi come vernici antiruggine ed antiacide: anche su questa via si hanno già prove e risultati soddisfacenti.

Dati i mezzi di preparazione e di purificazione in funzione tutti

questi problemi possono ora affrontarsi con maggiore fiducia di riuscita di quanto non lo potessero essere per il passato con le grafite di secondo ordine.

E qui viene la risposta alla seconda domanda che ci siamo posti: Qualora si potesse arricchire le grafite italiane quale ne sarebbe il consumo in Italia?

Dai dati statistici pubblicati dal Ministero delle Finanze ho ricavato la tabella (v. pag. 56) della Importazione dei « lavori di grafite » e dei « carboni preparati per l'elettrotecnica », nei quali la grafite entra dal 5 sino al 40 % a seconda dei tipi; alcuni tipi sono di tutta grafite; e la tabella (vedi pag. 57) relativa all'importazione dei lapis; quelli nei quali entra la grafite sono specialmente sotto la voce « con guaina ».

Prescindendo dalle cifre elevate del 1915 e del 1° semestre del 1916, che risentono e rivelano il periodo della nostra preparazione e della nostra entrata in guerra, l'importazione in ogni ramo di quei materiali è tale da permettere lo sviluppo fra noi di industrie non disprezzabili, anche senza volere tener conto del possibile fiorire, dopo la guerra, di industrie nostrali non ancora molto sviluppate per il passato, quali le elettrotecniche, le metallurgiche e quella dei lapis.

Mentre dal 1910 al 1914 incluso abbiamo esportato grafite greggia per un valore medio annuo di L. 686954, abbiamo introdotto, nello stesso periodo di tempo:

lavori di grafite per un valore medio annuo di L.	601161
carboni preparati per l'elettrotecnica per un	
valore medio annuo di . . . . . »	1032542
lapis « con guaina » per un valore medio annuo di »	621190
ossia per un totale medio annuo di . . . . L.	<u>2254803</u>

È superfluo notare come i valori adottati dalle Gabelle sono inferiori ai prezzi commerciali, essendo quelli considerati per le merci al confine e fuori dogana.

Le cifre suesposte e le conclusioni, che ciascuno ne può ritrarre, non subiscono grandi variazioni dal nostro movimento di esportazione di quegli stessi prodotti, riassunto nella tabella a pag. 58. Anzi, qualora le cifre che risultano per i lavori di grafite e per i carboni

Tabella dell'Importazione dei Lavori di grafite e dei Carboni per elettrotecnica.

ANNI	LAVORI DI GRAFITE (1)						CARBONI PREPARATI PER L'ELETTROTECNICA							
	Ger- mania quintali	Gran Bretagna quintali	S. U. A. quintali	Altri paesi quintali	Totale quintali	Valore lire	per forni elettrici per elettrodi di uso industriale		per lampada elettrico per pile o per spazzole da dinamo					
							Quintali	Valore lire (2)	Austria quintali	Ger- mania quintali	Altri paesi quintali	Totale quintali	Valore (3)	
1910	2545	3622	—	358	6495	422175	4537	204165	1988	7075	233	9296	743680	
1911	3046	3326	—	2082	8454	631050	5438	174016	1999	7009	781	9879	592740	
1912	3521	5131	—	529	9181	688575	8655	276960	2368	8063	755	11186	671160	
1913	3162	4747	—	486	8695	678210	7984	279440	2000	7317	697	10014	600840	
1914	2663	4206	—	326	7195	582795	12362	432670	978	8444	470	9892	1187040	
1915	662	9313	—	4009	13994	1132704	7387	258545	384	2417	1089	3890	466800	
1916 1° semestre	234	11624	592	1299	13749	1649880	8103	324120	—	—	1548	1548	216720	

(1) La voce « lavori di grafite » è unica, non vi sono sottovoci. Ad essa appartengono specialmente i crogioli, per quanto ad essa talvolta si siano riferite le tavolette di grafite compressa destinate, dopo opportuno lavoro, a carboni per elettrodi. Ad essa debbono pure riferirsi i mattoni di grafite. Il valore unitario medio sino al 1914 incl. è di L. 75  $\frac{0}{10}$  Cg.

(2) Il valore unitario medio sino al 1914 incl. è di L. 35 —  $\frac{0}{10}$  Cg.

(3) » » » » » » » » 75,50  $\frac{0}{10}$  Cg.

*Tabella dell'Importazione dei Lapis.*

ANNI	LAPIS SENZA QUAINA			LAPIS CON QUAINA			LAPIS DI QUALSIASI ALTRA SORTE	
	Prodotti colorati quintali	Valore lire	Altri quintali	Valore lire	Incidiata o verniciata bianca quintali	Valore lire	Incidiata o verniciata quintali	Valore lire
1910	74	37000	—	—	4	2400	779	61250
1911	63	31500	6	3300	39	23400	952	63000
1912	76	38000	10	5500	81	48000	960	57750
1913	67	33500	1	550	80	48000	967	45000
1914	50	25000	9	4950	71	49700	891	60000
1915	28	14000	2	1100	42	29400	1290	30300
1916 1° semestre	7	4200	—	—	5	3750	368	12050

Tabella dell'Esportazione dei Lavori di grafite, dei Carboni per elettrotecnica e dei Lapis.

ANNI	LAVORI DI GRAFITE (1)		CARBONI PER L'ELETTROTECNICA				LAPIS SENZA GUAINA				LAPIS CON GUAINA Incidata o verniciata		LAPIS di qualsiasi altra sorte	
	Quintali	Valore lire	per forni elettrici per elettrodi di uso industriale (2)		per lampade elettriche per pile e spazzolo da dinamo (3)		Pastelli colorati		Altri		Quintali	Valore lire	Quintali	Valore lire
			Quintali	Valore lire	Quintali	Valore lire	Q.li	Valore lire	Q.li	Valore lire				
1910	11	715	106	4770	121	9680	—	—	—	—	—	—	49	12250
1911	26	1950	1456	46592	13	780	—	—	—	—	1	500	1	250
1912	85	6375	1867	59744	36	2160	—	—	1	450	3	1500	22	5500
1913	4	312	404	14140	9	540	2	800	—	—	—	—	1	250
1914	92	7452	2301	80535	205	24600	—	—	—	—	1	600	25	7500
1915	100	8100	250	8750	570	68400	1	500	23	12650	338	202800	124	37200
1916 1° semestre	2	240	—	—	(6)	8400	1	600	—	—	172	120400	68	22100

(1) Il valore unitario medio fino al 1914 incl. è di L. 77 % Cg.  
 (2) » » » » » » » » L. 33.54 % Cg.  
 (3) » » » » » » » » L. 98.33 % Cg.

da elettrotecnica esportati nel 1914 e 1915 e per i lapis esportati nell'anno 1915 e 1° semestre 1916 non rappresentino una operazione di transito, si avrebbe una prova della capacità di maggiore produzione di queste nostre industrie.

Auguriamoci ad ogni modo che il buon volere e l'iniziativa di industriali italiani vogliano approfittare dei prodotti del nostro suolo, migliorati, ove occorra, con mezzi nostri, sorpassando quella tendenza conservatrice, alla quale si è accennato, lamentata nella « Mineral Industry », e che la sapienza dei dirigenti nostri si adoperi, quando ne sarà il momento, a difendere equamente le nuove possibili industrie dalla concorrenza e dal « dumping » degli stranieri.

Malanaggio Porte (Pinerolo), Settembre-Ottobre 1916.

---

---

## BIBLIOGRAFIA

---

### Autori italiani.

1835. BARELLI V., *Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna*, Torino.
1882. BARTOLI AD. e PAPANOGGI G., *Sull'elettrolisi di varie soluzioni acide neutre ed alcaline con elettrodi di grafite* (« Gazzetta chimica », 12).
1893. BARETTI M., *Geologia della provincia di Torino*, Torino.
1894. SESTINI F., *Composizione chimica della grafitite del monte Pisano* (« Atti Soc. Toscana di Scienze natur. », Processi verbali, vol. IX, Pisa).
1895. — *Ricerche sulle grafiti italiane* (ibid., Pisa, 1895).
1897. MELZI G., *Sopra alcune rocce dell'Isola di Ceylon* (« Rendiconto del R. Istituto Lomb. di Scienze e Lettere », XXX).
1898. NOVARESE ing. V., *I giacimenti di Grafite delle Alpi Cozie*, Roma.  
» — *Le miniere di Grafite del circondario di Pinerolo*, Roma.
1904. SACCO prof. F., *Lenti grafitiche nella zona delle Pietre Verdi* (« Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino », vol. XXXIX).
1905. NOVARESE ing. V., *La Grafite nelle Alpi Piemontesi*, Torino, C. Clausen.
1907. RODRIGUEZ ing. F., *Le miniere di grafite e di piriti cuprifere nelle Alpi Cozie. (Contributo alla genesi)*, Torino, UTET.
1911. ROSSETTO G. e NARDINI A., *Alcune importanti applicazioni della grafite artificiale* (N. 16 del giornale il « Politecnico »).
1915. BALBIANO L., *L'acido grafitico* (Estr. « Ann. Chim. App. », anno II, vol. IV, Roma).  
» RODRIGUEZ ing. F., *Il permo-carbonifero alpino (Alpi occidentali italiane)*, S. Benigno Canavere, Scuola tipogr. Salesiana.
1916. BALBIANO L., *L'acido grafitico* (« R. Acc. dei Lincei », s. 5<sup>a</sup>, vol. XI, fasc. V, anno CCCXIII, Roma).

### Autori stranieri.

1830. OBYNHAUSEN v. und v. DECKER. *Ueber die Graphitgrube zu Borrovdale*, (« Karstens Arkiv. »).
1847. GYGAX B., *On the Mineralogy of Ceylon* (« Journ. Roy. Asiat. Soc. Ceylon Branch. »).
1850. BOEHMER A., *Die fabrikation der Blei-Schwarz und Rothstiftle*, Leipzig.

1853. PETERS C., *Die Kalk- und Graphitlager bei Schwarzbach in Böhmen* (« Jahrbuch d. K. K. geol. R. A. », IV, Wien).
1854. HOCHSTETTER F., *Geognostische studien aus dem Böhmerwalde* (« Jahrb. d. K. K. geol. R. A. », Wien).
1859. BRODIE BENIAMINO, *Su l' ossido grafítico* (« Philosophical transaction of the Roy. Soc. of London », tom. 149).
1860. RICHTHOFEN F. v., *Bemerkungen über Ceylon* (« Z. d. D. g. G. », XII).
- » TENNENT E., *Ceylon, an account of the Island physical, historical, and geographical*, London).
- » WUERTZ AD., *Su l' acido pirografítico* (« Ann. de Chimie e Phisique », tom. 59).
1863. LIVOLD M. V., *Die graphitlager nächst Sacojanow in Böhmen* (« Jahrb. d. K. K. g. R. A. », Wien).
1870. DAWSON I. W., *Ueber graphit in Laurentian von Canada* (« Ref. Neues Jahrb. f. Min. »).
- » BERTHELOT, *Metodo di analisi qualitativa delle diverse varietà allotropiche del Carbonio* (« Ann. de Chimie et Physique ». IV série. tom. 19).
1871. BAUER A., *Zur Kenntniss des Steirischen graphiten* (« Verhand. d. K. K. geol. R. A. », Wien).
- » STINGL I., *Untersuchung eines graphites aus Steiermark* (« Dingler's Polytech. Journal », Bd. CXCIX, Stuttgart).
- » WOLF H., *Ueber den Steirischen graphiten* (« Verhand. d. K. K. geol. R. A. », Wien).
- » DIXON A. C., *The Rocks and Mineral of Ceylon* (« Journal R. Asiat. Soc. Ceylon Branch. »).
- » NEVILLE H., *Notes on the geological origin of S. W. Ceylon together with ist relation to the Rest of the Island* (« Jour. Roy. Asiat. Soc. Ceylon Br. »).
1872. MERTENS P. v., *Analyse eines Anthracites von Dietmansdorf in Steiermark* (« Verh. d. K. K. geol. R. A. », Wien).
- » WEGNER H., *Der graphit und seine wichtigsten-wendungen*, Berlin.
- » PAUL K., *Das graphitvorkommen in Paltenthale bei Rottenmann in Steiermark* (« Verh. d. K. K. geol. R. A. », Wien).
- » BISCHOF C., *Die Eignung des graphites für pyrometrische zwecke* (« Dingler's polyt. J. », CCIV).
1873. FABER A. W., *Die Bleistiftfabrik zu Stein. bei Nürnberg*, Selbstverlag.
- » TIETZE E., *Ueber das graphitvorkommen von Kunstadt in Mähren* (« Verh. d. K. K. geol. R. A. », Wien).
- » STINGL I., *Die qualification der Graphite* (« Berliner Ber. », 391).
1875. VERGANI E., *Einiges über Graphit, mit spezieller Berücksichtigung der österreichischen, insbesondere der Mühdorfer Graphitwerke* (« Oest. Zeitschr. f. B. und H. », XIII).
1879. BONNEFOY, *Mémoire sur la géologie et l'exploitation des mines de graphite de la Bohême meridionale* (« Ann. d. Mines », s. VII, Tom. XV. 1<sup>er</sup> livr. Paris).
1880. INOSTRANZEFF A., *Ein neues äusserstes Glied in der Reihe der amorphen Kohlenstoff* (« N. Jahrb. f. Min. », Stuttgart).
1881. MUCK Dr F., *Die Steinkohlen Chemie*. Bonn.

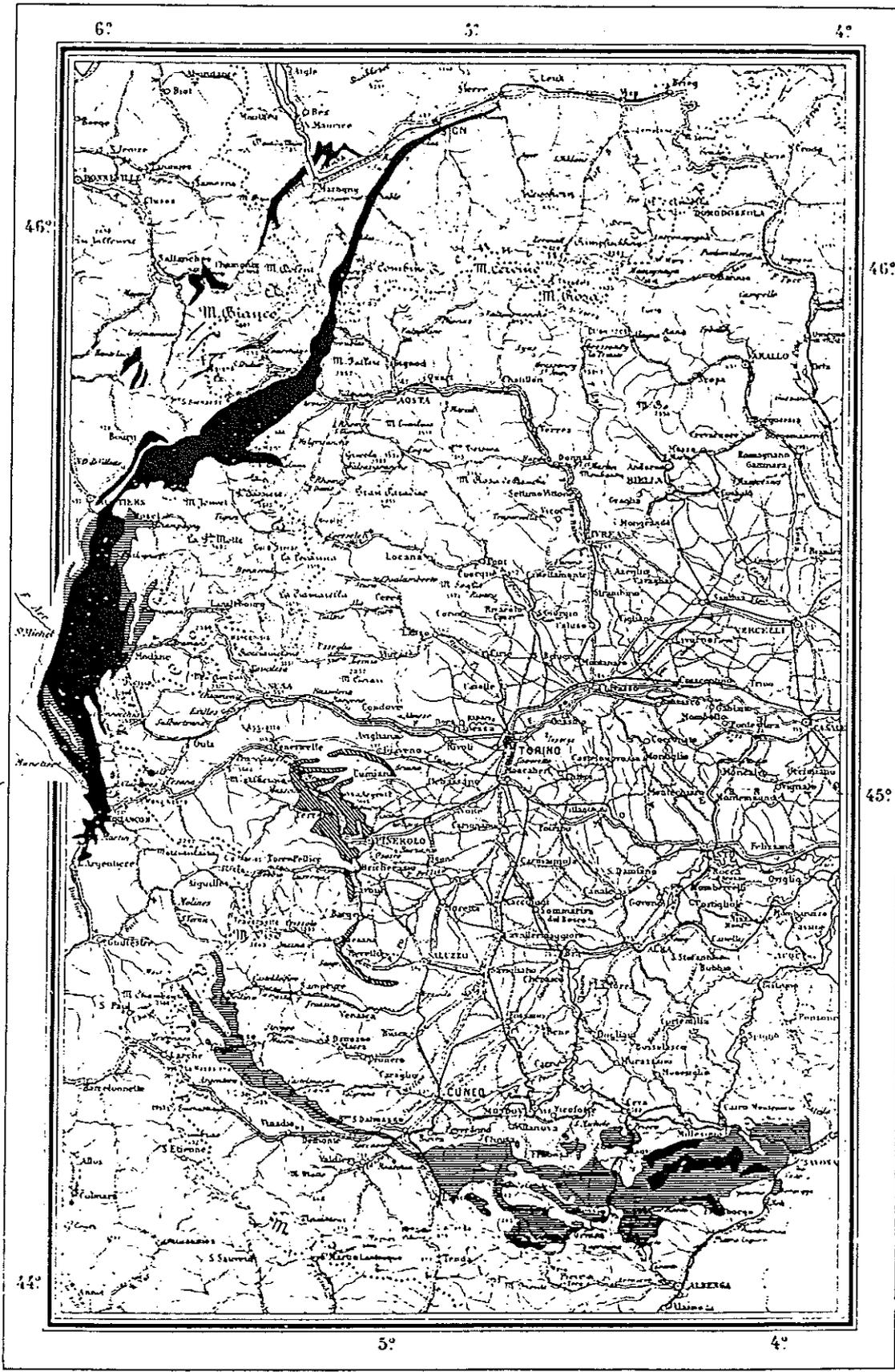
1881. FRAZER P., *Relations of the graphite deposits of Chester County P. A. to the Geology of the rocks containing them* (« Transc. of the Am. Inst. of M. E. »).
1883. FOULLON H. v., *Ueber die Petrographische Beschaffenheit der Krystallinischen Schiefer der übercarbonischen schichten und eingener älterer gesteine aus der gegend von Kaiserberg bei St. Michael ob. Leoben und Krystallinischer Schiefer in Obersteiermark* (« Jahrb. der K. K. geol. R. A. », Wien).
- » STUR D., *Funde von untercarbonischen Pflanzen der Schatzlauer Schichten am Nordrande der Centralkette in dem Nordöstlichen Alpen* (Jahrb. d. K. K. geol. R. A., vol. XXXIII).
1885. SAUER A., *Amorpher Kohlenstoff (graphitoid) in der Glimmerschiefer und Phyllitformation des Erzgebirges* (« Zeitsch. der D. g. G. », B. 37, Berlin).
- » WOLDRICH I. N., *Ueber die eigentümlichen Graphit-Koncretionen von Schwarzbach in Böhmen* (« Verh. der K. K. geol. R. A. »).
- » FERGUSON A. M., *On Plumbago, with special Reference to the Position occupied by the Mineral in the Commerce of Ceylon etc.* (« Roy. Asiat. Soc. Ceylon Branch »).
1886. PUTZ H., *Die graphiterde des Passauer Waldes, deren Reinigung und Wertbestimmung mit Rücksicht auf die Konkurrenz durch den Ceylon Graphit* (« Bericht. des Naturhist. Vereius in Passau für die Jahre 1883-1885 », Passau).
1887. SANDBERGER F., *Beitrag zur kenntniß des graphits von Ceylon und seiner Begleiter* (« Neues Jahrb. der Mineralogie »).
- » NEWBERRY JOHN, *The origin of Graphite* (« School of Mines Quarterly »).
1888. — *Der Graphit Bergbau auf Ceylon* (« Berg-Huttemmin Zeit. »).
1889. PALLAUSCH A., *Die graphitberghaue im südlichem Böhmen* (« B. u. Hütt. Jahrb. d. K. K. Bergakad. », XXXVIII, Wien).
- » WALTHER JOH., *Ueber graphitgänge in zersetztem gneiss (laterit) von Ceylon* (« Zeitsch. d. D. g. G. », XLI).
1890. ANDRÉE T., *Graphite Mining in Austria und Bararia* (« Journal of the Iron and Steel Inst. »).
1891. LUZI W., *Zur kenntniß des Graphitkohlenstoffes* (« Berichte d. Deutsch. Chem. Gesell. », B. 24, Berlin).
- » BECK R. und LUZI W., *Ueber die Bildung von graphit bei der kontaktmetamorphose* (« Neues Jahrbuch f. Min. Geol. und Pal. », Stuttgart).
- » POSTLETHWAITE I., *The Borrowdale Plumbago; its mode of occurrence and probable origine. On the formation of Graphite in contact-metamorphism.* (« Am. Journal of Science »).
1892. JOHN C. v., *Ueber Steirischen Graphit* (« Verhand. der K. K. geog. R. A. », Wien).
- » LUZI W., *Neue Mitteilungen über Kohlenstoff* (« Berichte der Deutsch. chemische Gesell. », Berlin).
- » — *Ueber Allotropie des amorphen Kohlenstoffes* (« Ber. der D. chem. Ges. », Berlin).
1893. — *Ueber Graphit und Graphitit* (« Ber. der D. chem. Ges. », Berlin).
- » LUZI und STOHMANN, *Kohlenstoff* (« Musprat Techn. Chemie »).
- » WEINSCHENK Dr. E., *Der Graphit, seine Wichtigsten Vorkommnisse und seine technische Verwertung*, Hamburg, ripubbl. nel 1904, Leipzig, Wien.

1894. LORENZ. *Graphit* (« Handbuch d. Anorg. Chemie » di Dammer).  
» COHEN E., *Meteoritenkunde*.  
» ANDRÉS. *Graphit* (nel « Lexicon der gesamten Technik und ihren Hilfswissenschaften » di O. Lueger. Stuttgart).
1895. BISCHOF DR CARL. *Die feuerfeste Thone*. Traduz. francese di O. Chemin sulla 3ª ediz., edit. Dunod et Pinat, Paris. 1906.  
» DAMMER, *Echt-Graphit* « Handbnch der Chem. Technologie ».  
» SCHWANHAUSER DR ED. *Die Nürnberger Bleistift industrie und ihre arbeiter in Vergangenheit und Gegenwart*. Nürnberg.  
» MOISSAN H.. *Préparation en four électrique de Graphites soixonnants* (« Comptes rend. de l'Ac. des Sc. », CXX, Paris).  
» — *Étude de quelque variété de graphite* (« Comptes rend. de l'Ac. des Sc. », t. CXXI, Paris).  
» — *Étude du graphite extrait d'une pegmatite* (« Comptes rendues », Paris).
1896. FABER A. W., *Die Fabriken und Geschäftshäuser der Firma A. W. Faber zu Stein bei Nürnberg*.  
» HELMHACKER R., *Graphitorkommen in Russland* (« B. u. H. Zeitung »).  
» STROMER E., *Die Geologie der deutschen Schutzgebiet im Afrika*, München.
1897. WEINSCHENK DR E., *Zur Kenntniss der Graphit Lagerstätten*, München.  
» — *Ueber einige Graphitlagerstätten* (« Zeitschr. f. prak. Geol. », Berlin).  
» BARVIR I. L., *Einige Proben an der mikroskopischen struktur des Gneisgraphites von Schwarzbach in Südböhmen* (« Sitz. ber. böhm. Ges. d. Wissensch. », LIH).  
» WEINSCHENK DR E., *Ueber den Graphitkohlenstoff und die gegenseitigen Beziehungen zwischen Graphit, Graphitit u. Graphitoid* (« Zeitschr. f. Krystal. u. Min. », v. XXVIII, Leipzig).  
» MODDER F. H., *A Geological and Mineralogical Sketch of the Northwestern Province Ceylon* (« Journ. R. As. Soc. Ceylon Branch »).
1898. TAUSCH L. v., *Ueber ein ausgedehnteres graphitorkommen nächst Kollowitz bei Budweis in Südböhmen* (« Verh. d. K. K. Geol. R. A. »).  
» STAUDENMAIER L., *Metodo di preparazione dell'acido grafilico* (« Ber. d. Deutschen Chem. Gesell. »).  
» WAGNER P., *Das graphitlager von Schwarzbach in Böhmen* (« Naturw. Wochenschrift », XIII, Berlin).  
» BORNHARD, *Geologia del Sud-Africa* (« Zeitsch. d. D. g. G. »).  
» KRETSCHMER F., *Die Graphit ablagerung b. Mährisch-Atstadt-Goldenstein* (« Jahrb. d. K. K. geol. R. A. », Wien).
1899. OSAAN A., *Two Canadian occurrences of Graphite* (« Rep. Geol. Survey »).  
» JAUZENSKI L., *Die Alibert'sche graphitlagerstätte auf den Botogolski-Golcz* (« Explorations geol. et minières le long du chemin de fer de Sibérie », livre XI).  
» DIERSCHKE M., *Beitrag zur kenntniss der Gesteine und Graphit vorkommen Ceylons* (« Jahrb. d. K. K. Geol. R. A. », XLVIII, Bd., Wien).
1900. COOMARA-SWAMY A. K., *Ceylon Rocks and Graphit* (« Quart. Journ. of the Geol. Soc. », vol. LVI, London).  
» WEINSCHENK DR E., *Die graphit Lagerstätten der Insel Ceylon* (« Abh. Bay. Akad. der Wissensch. », 21).

1900. HOERNES R., *Der Metamorphismus der obersteirischen graphitlagerstätten* (« Mitt. naturh. Ver. Steierm. »).
- » WEINSCHENK Dr E., *Alpine graphitlagerstätten* (« Abhand. des K. bay. Akad. der Wiss. », München).
  - » GRUENLING F., *Ueber die Mineralorkommen v. Ceylon* (« Zeits. f. Krystall. und Min. », XXXIII Bd., Leipzig).
1901. LUZI V., *Graphit Kohlenstoff — Beitrag zu dessen Kenntniss* (« Zeitschrift f. Berg-Hüttenw. »).
- « REDLICH Dr K. A., *Metamorphismus der oberbayerischen Graphite* (« Zeitschrift f. Berg-Hüttenw. »).
  - » — *Der Metamorphismus der obersteirischen graphitlagerstätten* (« Oest. Zeitsch. f. Berg u. H. W. »).
  - » SEMBA I., *Graphitlager im Kaukasus* (« Revue technique universelle »).
  - » PITTMANN, *Minerals Resources of New-South-Wales*.
1902. HARDTMUTH L. & C., *Die Bleistiftterzeugung*, Wien und Budweis.
- » KRETSCHMER FR., *Die Nützlichen Minerallagerstätten der Archaischen und dero-nischen Inseln* (« Jahr. der K. K. geol. R. A. », LII Bd.).
1903. ZELINER Dr I., *Die Künstlichen Kohlen für electrotechnische u. electrochem. Zwecke, ihre Herstellung u. Prüfung*, I. Springer, Berlin.
- » BRUMMELL H. P. H., *Canadian Graphite* (« Eng. and Mining Jour. »).
  - » MEYER R. I., *Graphit* (« Handbuch der organischen Chemie » del Dammmer).
  - » STONIER GEO. A., *Graphite Mining in Ceylon* (« Inst. of Mining and Metall. »).
  - » WEINSCHENK Dr E., *Die formation der Graphit* (« Zeitschrift f. Prakt. Geol. »).
  - » — *Weitere Beobachtungen über die Bildung des graphites, speziell mit Bezug auf den Metamorphismus der alpine graphitlagerstätten* (« Zeitschr. f. prakt. Geol. »).
  - » REDLICH A., *Graphit bei Kaisersberg in Steiermark* (« Zeitsch. f. prakt. Geol. »).
  - » DERBY O. A., *Ueber das Vorkommen von Monazit in Eisenerz und Graphit* (« Zeitsch. f. prakt. Geol. »).
  - » DE LAUNAY L., *La géologie du graphite* (« Ann. des Mines », 3).
  - » BORNHARDT, *Geologia del Sud-Africa* (« Zeitsch. f. prakt. Geol. »).
1904. FITZ GERALD FRANCIS A. I., *Künstlicher Graphit* (traduz. in tedesco di Dr Max Huth. Wilch. Knapp, Halle a. d. S.).
- » DONATH ED., *Der Graphit eine chemische-technische monografie*, Franz Dentiche, Leipzig u. Wien.
  - » BILHARZ, *Die Graphitlagerstätten in Böhmer Wald* (« Zeitschrift f. prakt. Geol. »).
  - » — *Das Vorkommen von Graphit in Böhmen, insbesondere am Ostrande des südlichen Böhmerwaldes*.
  - » ELLIS Dr K. W., *Bulletin on Graphite* (« Geologic. Survey of Canada »).
  - » SIGMUND A., *Graphit in Granulit bei Pöchlarn* (« Tsch. Min. u. Petr. Mitt. », XXIII).
  - » WADA T., *Minerals of Japan*, Tokyo.
  - » KEMP I. F., *Graphite in the Eastern Adirondaks* (« U. St. Geol. Survey », Washington).
1905. MERRILL Dr G. P., *The non Metallics Mineral*.
- » F. CORNU e A. HIMMELBAUER, *Die Minerale der Graphitlagerstätten von Regens bei Iglau* (« Mitt. der Naturwiss., Vereins a. d. U. », Wien, 3).

1905. BARVIR H. L., *Zur frage nach der Entstehung der graphitlagerstätten bei Schwarzbach in Südböhmen* (« Sitz. Ber. böhm. Ges. der Wissensch. »).
- » BELL of the IMPERIAL INST. London, *Graphite from the Chatiegart District of the Central Province of India.*
1906. SPERRY ERWIN S., *Graphite Crucibles, their use and abuse* (« The Brass World », Jan.).
- » KORSUCHIN I., *Tschuktschen halbinsel (Ostasien) — Graphit* (« Zeitschrift f. prakt. Geol. »).
  - » FÖRSTEN, *Ueber die gewinnung v. künstlichen Graphit* (« Vortrag Zeitschr. d. Verein deutsch. Ing. », Bd. 50).
  - » IWASAKI C., *Graphite of Kataura, Satsuma province* (« Beitrage g. Mineralog. v. Japan »).
  - » SMITH G. O., *Graphite in Maine* (« U. S. Geol. Surv. », Washington).
1907. CIRKEL FRITZ M. E., *Graphite ist properties, occurrence, Refining and uses*, Ottawa, Canada, 1907.
- » TERTSCH H., *Graphit im Dunkelsteiner Wald* (« Tsch. Min. in Petr. Mitt. », Wien).
  - » AIGNER A., *die Mineralschätze der Steiermark*. Wien, Leipzig.
  - » STUTZER O., *Anorganische Graphitvorkommen in Lappland* (« Centralblatt f. Min. Geol. u. Pal. »).
  - » KINOSUCKE INOUE, *Geology and Mineral Resources of Korea*. Tokyo (« Mem. of the Imp. Geol. Survey of Japan »).
  - » BALL S. H., *Graphite in the Haystack Hills, Laramie County, Wyo* (« U. S. Geol. Survey », Wash.).
1908. STEWART C. A., *Note on the occurrence of Graphite Shist in Tuxedo Park* (« N. Y. Econ. Geol. »).
- » HAYES C. W. e PHALEN W. C., *Graphite deposits near Castersville Ga.* (« U. S. Geol. Survey », Washing.).
1909. NEWLAND D. H., *The Adirondack graphite industry* (« Eng. and Mining. Journ. »).
1910. HAENIG ing. A., *Der Graphit* (Eine technische monographie), A. Hartleben's Verlag, Wien und Leipzig.
- » STUTZER O., *Ueber graphitlagerstätten* (« Zeitschr. für prakt. Geologie »).
  - » — *Ueber graphit Gneise aus dem Hinterland v. Lindi in deutsch Ost Afrika* (« Monatsberichte d. D. g. G. »).
  - » BREITSCHOPF I., *Das Graphitvorkommen in Südlichen Böhmen mit besondere Berücksichtigung der Bergbau Schwarzbach Stuben und Mugrau* (« Oest. Zeitschrift f. Berg. u. Hüttenw »).
  - » BASTIN E. S., *Origin of certain Adirondack Graphite deposits* (« Econ. Geol. », V).
1911. STUTZER O., *Die Wichtigsten Lagerstätten der « Nicht Erze »*, Teil I, Berlin, Gebr. Borntraeger.
1912. HERRMANN N., *Die Fürst. Schwarzenberg'schen Graphitwerke bei Schwarzbach in Südböhmen*.
1913. TIETZE Dr O., *Graphit nel I vol. dell'opera « die Nutzbaren mineralien mit ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohlen und des Petroleum »* di Dr Bruno Dammer e Dr Oscar Tietze. Edit. Ferd. Enke, Stuttgart.

# Carta delle zone antracitiche e grafitiche delle ALPI OCCIDENTALI

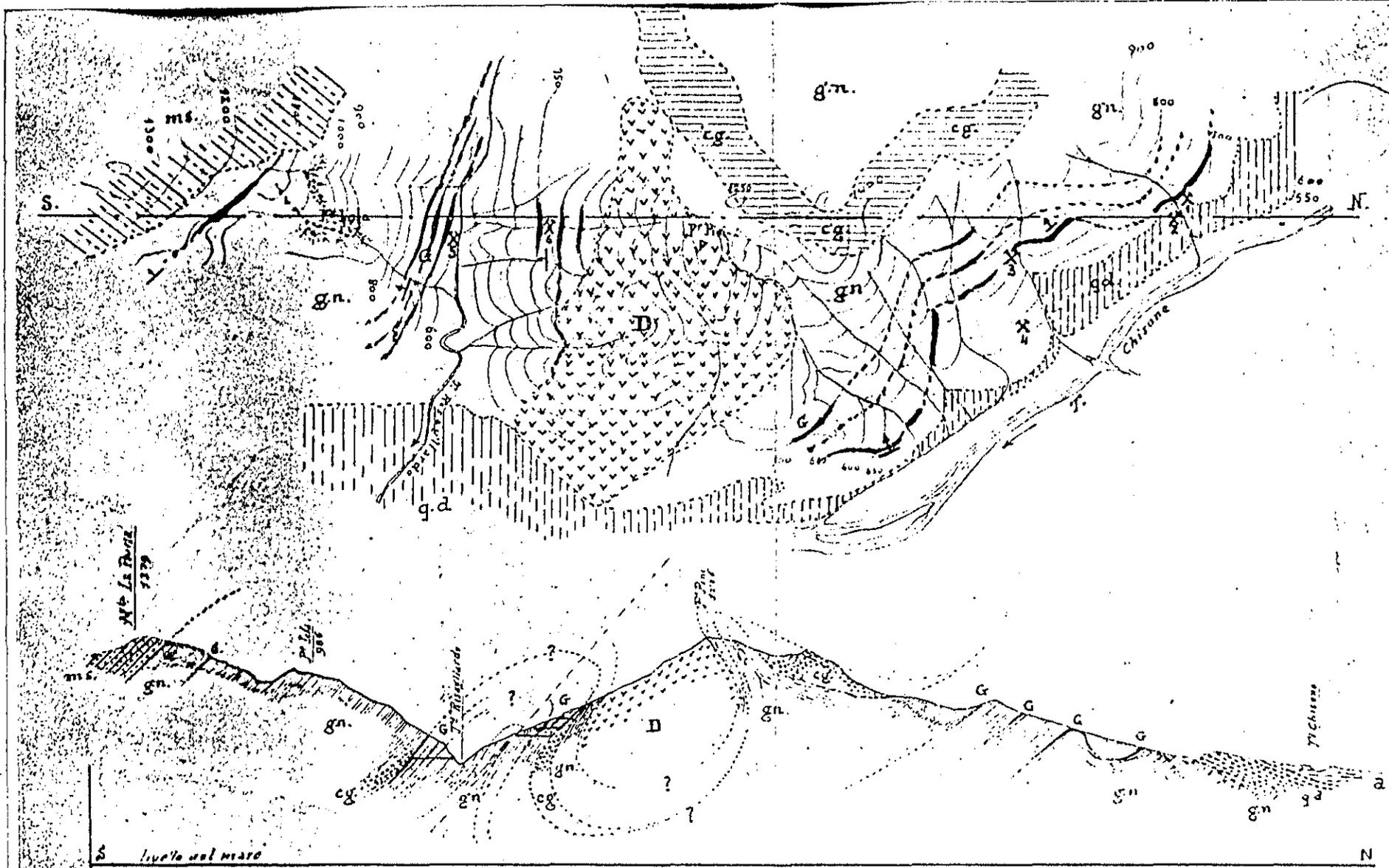


0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Km.

 Terreno antracitico (carbonifero)	 Terreno permiano	 Zona grafitica (carbonifero?)
---	--	--

Carta di S. Salomone Rossa.





a Alluvioni recenti.      qd Quaternario - Diluviale.      ms Micascisti e gneiss superiori.      gn Micascisti e gneiss graflici.  
 cg Conglomerati gneissici.      D Dioriti.      G Affioramenti graflici.      La scala delle lunghezze è eguale a quella delle altezze.