

Le formazioni bituminifere di Selenitza in Albania.

Nota del socio dott. ALESSANDRO MARTELLI.

(con 6 incisioni e cartina).

La continuità delle alte montagne costiere e in prevalenza mesozoiche che delimitano a levante il bacino adriatico e che a riparo dell'Albania meridionale si prolungano con gli Acrocerauni fino allo Ionio, rimane interrotta dalle pianure e dai paesaggi collinosi dell'ampio golfo del Drin nella cui zona costiera troviamo grandemente sviluppate quelle formazioni neogeniche le quali, a nord e a nord-est del golfo acroceraunio, dai margini del Tomor si protendono sull'Adriatico dando luogo a coste basse e lagunose fra i dintorni settentrionali di Valona e quelli di Durazzo.

Nel golfo quaternario del Drin e fra questi terreni del terziario superiore, alla cui base stanno i calcari cretacei ed eocenici che in ampi e lunghi anticlinali chiaramente emergono nei sistemi del Tomor e dell'Acroceraunia, hanno, com'è noto, il loro corso inferiore tutti i fiumi più importanti dell'Albania propriamente detta; e tale ricchissimo sistema idrografico fra le formazioni marnose, argillose, arenacee e conglomeratiche costituenti quel lembo albanese che più si avvanza verso l'Adriatico, rende il paesaggio costiero dell'Albania settentrionale assai uniforme e quindi molto diverso da quello montuoso e geologicamente più antico che predomina nel resto di quell'interessante ma purtroppo mal noto paese.

Questo semplice accenno morfologico basta a far meglio conoscere la posizione dei terreni bituminiferi di Selenitza che la Vojusa (*Aous* degli antichi, *Vjosa* degli Albanesi) a circa 18 km. in linea retta a NE di Valona e una diecina di chilometri avanti che il suo corso si riunisca con quello della Susicitza, attraversa appunto da ESE a WNW lungo la conca emielittica formata dalle colline neogeniche e con elevazione massima da 450 a 600 metri, di Malakastra a greco e levante, di Goristi a scirocco e mezzogiorno e di Malij Treblova a libeccio.

Gli studi di geologia applicata hanno condotto a riconoscere sorgenti d'idrocarburi gassosi, liquidi e solidi non solamente in tutti i terreni della serie sedimentaria, ma anche in depositi che attualmente vanno formandosi nel mare e nei laghi, così che la bibliografia sugli idrocarburi, loro origine, modo di formazione e di giacimento è, in questi ultimi anni, notevolmente accresciuta. Senonchè, per i ricchi giaci-



Fig. 1^a — Selenitza.

menti bituminiferi di Selenitza in Albania le notizie si sono limitate a quelle che il Coquand comunicò nel 1867 alla Società geologica di Francia (1); ed invero, sebbene l'escavazione del bitume di Selenitza venga continuata prosperamente da molti anni per parte di una Società francese, pure, che io sappia, non vennero in questo lasso di tempo pubblicati altri contributi per la conoscenza ulteriore di quelle miniere.

(1) COQUAND II., *Description géologique des gisements bitumineux et pétrolifères de Selenitza dans l'Albanie et de Chieri dans l'île de Zante* (« Bull. de la Soc. géol. de France » Sér. II, t. XXV, n. 1, 1867-68).

Per la storia ricordo che del bitume e particolarmente dei terreni ardenti di questa località presso cui la tradizione vuole esistesse un tempio dedicato al fuoco, si fa menzione con concetti più o meno errati in opere di scrittori greci e latini, quali Strabone, Vitruvio, Plutarco, Dione Cassio, Eliano, e che accenni più precisi ai fenomeni che si verificano attorno a dette sorgenti non mancarono di dare i grandi naturalisti dell'antichità, Aristotele e Plinio (1).

(1) Riporto, per chi può averne interesse, i passi dei precitati autori per ordine cronologico:

STRABONE, *Geographica*, lib. VII: « Nel territorio d'Apollonia esiste una località detta Ninfeo, dove si ha roccia che emette fuoco e ai piedi della quale scorrono fontane di bitume tepido che, verosimilmente, proviene da bitume liquefatto; imperocchè in una cava di bitume di una collina vicina, la terra, secondo Posidonio, con la quale si riempie la cava, man mano che si estrae il bitume, si converte in questa sostanza ».

M. VITRUVIO POLLIONE, *De Architectura*, lib. VII, cap. 3: « Circa Dyrrachium et circa Apolloniam fontes sunt qui picis magnam multitudinem cum aqua vomunt ».

PLUTARCO, *Syllae Vita*: « Prope Dyrrachium est Apollonia et in vicino Nymphaeum, sacer locus, qui ex virenti valle et pratis ignis venas dispersas perpetuo manantes eructat ».

DIONE CASSIO, *Romanae Historiae*, lib. XLI: « Apollonia loco peropportuno sita est, sive terram, sive mare, sive flumina respicias; idque prae reliquis maximam mihi admirationem movit, quod ad fluvium Aonam ignis multus editur, qui tamen neque in adjacentem tellurem sese exerit, neque eam in qua existit inflammat aut arefacit; sed ea herbas, arboresque etiam pone ignem germinantes edit, quae imbribus superfusis adole-scunt et in altitudinem excrescunt, unde ei loco Nymphaeum nomen inditum ».

ELIANO, *Variae historiae*, lib. XIII, cap. 16: « Apolloniatae urbem habitant vicinam Epidamno in Ionico sinu; atque in proximis urbi locis fossile est bitumen et pix eodem plane modo e terra exorients, quo pleraeque aquarum scaturigines. Non procul etiam Immortalis ille Ignis ostenditur; qui vero ardet locus est exiguus, neque in magnum spatium extenditur, neque longum habet ambitum, sulphur autem et alumen olet; circumque ipsum florentes sunt arbores, herbaeque viridis; et ignis iuxta exaestuans nihil laedit neque teneros arborum surculos, neque herbam. Ignis vero diu noctuque ardet, neque desiit unquam, ut ajunt Apolloniatae, ante bellum quod cum Illyriis gerere debuerunt ».

ARISTOTELE, *De mirabilibus auscultationibus*, cap. CXXVII: « Apolloniae nasci ajunt bitumen fossile picemque instar aquarum e terra subsilientem, nihil a Macedonia differentem, nisi quod atra magis densiorque proveniat. Nec procul isthinc ferunt adcolae huius regionis ignem exstare qui perpetuo ardeat. Locus autem ardens minime amplus est, ut videtur, sed quantus decem fere hominibus ad accumbendum sufficit. Ceterum sulphur alumenque redolet, crescitque et circa hunc gramen densissimum et quod maxime mirere, arbores excelsae vix quatuor cubitis ab igne distantes ».

PLINIO, *Naturales Historiae*, lib. II, cap. 106: « ...Et iuxta gelidum fontem semper ardens Nymphaei crater dira Apolloniatis suis portendit, ut Theopompus tradidit. Augetur imbribus, egeritque bitumen, temperandum fonte illo ingustabili; alias omni bitume dilutius... In Nymphaeo exit a petra flamma quae pluviis accenditur ».

Bisogna giungere fino al Boué (1) per averne un accenno abbastanza dettagliato ma inesatto tanto che, come bene fa osservare il Coquand, conviene ammettere che egli non avesse visitato quelle località ma che si sia valso unicamente delle incomplete osservazioni pubblicate da Holland nella sua opera *Travels in Albania and Greece*, giacchè egli dice che il bitume si trova incluso nel nummulitico, che le rocce ricoprenti sono calcari invece che argille, sabbie e puddinghe; che Selenitza è sulle rive della Suscitza invece che della Vojusa; ed esprime pareri impropri sulla potenza visibile del giacimento.

Prima di riportare la serie delle osservazioni nuove da me fatte e delle notizie raccolte sul posto, ritengo non superfluo riassumere per sommi capi il lavoro del Coquand, lavoro tuttora molto importante sebbene risalga a circa una quarantina di anni fa, a prima cioè che le ricerche teoriche sugli idrocarburi avessero attratto, quanto meritavano, l'attenzione del mondo scientifico.

Il Neogene del bacino bituminifero di Selenitza s'inizia nei dintorni immediati di Valona con una serie molto potente di argille bluestre alternate con sabbie e comprendenti in via subordinata qualche strato poco potente di arenarie e puddinghe, e a differenti livelli, tre o quattro banchi di un calcare conchigliare grossolano, al disopra dei quali, ma separati da argille, si osservano pure due ammassi gessosi fra di loro poco discosti. Nel mezzo delle arenarie sabbiose e delle puddinghe corrispondenti per i loro molteplici fossili alla parte superiore del Pliocene, si troverebbe, come scrive il Coquand, il bitume solido che però non si presenterebbe affatto in strati o con netta disposizione filonare, ma in forma di ammassi irregolari più o meno ravvicinati fra loro, presso a poco paralleli alla stratificazione e non di rado con uno spessore di tre metri sulle parti più rigonfie degli ammassi. Vedremo più avanti, che quanto afferma detto autore a questo riguardo è vero solo per ciò che concerne la parte più superficiale del giacimento.

L'analisi sommaria del bitume riportata dal Coquand è la seguente:

Idrocarburi liquidi.	43
Carbone convertibile in coke.	43
Residuo	14
	100

(1) BOUÉ A., *Esquisse géologique de la Turquie d'Europe*, Paris 1840.

Dal punto di vista dei principî elementari, l'autore aggiunge « on est donc conduit, au point de vue des principes élémentaires, à le considérer comme un minéral dérivant du pétrole, dans le quel le goudron, soit le carbure, se trouverait en bien plus grande abondance que celui-ci, de la même manière que le pétrole est lui-même un dérivé du naphte », ed in ultima analisi il Coquand ritiene che il bitume di Selenitza debba



Fig. 2^a — Presso le miniere di Selenitza.

considerarsi come petrolio convertito in sostanza solida, perchè pervenuto al limite estremo del suo ispessimento.

Oltre che della varietà compatta più comune, il Coquand fa menzione di vere e proprie breccie a elementi bituminosi e sovrastanti gli ammassi compatti; accenna poi ad una disposizione irregolarmente reticolata e ad altre non meno curiose assunte dalla malta nelle arenarie sabbiose e nelle puddinghe, le quali ultime spesso si trovano pure in lenti di svariate dimensioni, ad interrompere l'uniformità degli ammassi bituminosi.

In complesso dunque, il Coquand ha constatato la contemporaneità del bitume con i banchi che lo contengono, così da assimilarlo

per tal rapporto ai gessi sedimentari. Dimostra poi che gli idrocarburi in parola sono pervenuti nel bacino di Selenitza allo stato di bitume glutinoso e non in quello liquido non avendo constatato la presenza di quelle rocce asfaltiche per impregnazione e proprie dei terreni petroliferi. e non avendo ritenuto i fenomeni che si osservano nella parte orientale del bacino di Selenitza equiparabili a quelli caratteristici e distintivi dei giacimenti petroliferi propriamente detti.

Tra la regione collinosa e il fiume, gli abbondanti frammenti di bitume abbandonati qua e là dalle acque che le convogliavano, ricordarono in certo qual modo al Coquand le masse d'idrocarburi vischiosi rigettate dal Mar Morto sulle sue sponde, poichè infatti proprio sulle rive della Vojusa, a circa tre chilometri ad est di Selenitza, detto geologo potè osservare il fenomeno dell'emissione del bitume al livello delle argille bluastre gessifere, in due piccoli coni dalla sommità crateriforme e ripiena d'acqua, e dai quali, con intermittente svolgimento di gas, veniva emessa una certa quantità di bitume di consistenza sciropposa che riversandosi dal margine del cratere, andava spargendosi fino a raggiungere le acque della Vojusa in un'ansa formata dal fiume, mentre le deiezioni più antiche andavano mano mano consolidandosi. Dopo essersi diffuso nella descrizione di questi fenomeni e nelle considerazioni teoriche ad essi inerenti, il Coquand passa a descrivere con abbondanza di particolari anche il così detto vulcano ardente del territorio di Ronzi, consistente in emissioni di gas che bruciano con una fiamma appena visibile alla luce diurna ed elevantisi da una fessura del suolo fino ad un'altezza di circa cinquanta centimetri.

Avrò ben poco da aggiungere a quanto su questi due ultimi argomenti ha scritto ampiamente il Coquand, e senza dilungarmi nell'esame delle sue vedute teoriche, passerò a compendiare la serie delle mie osservazioni sui terreni bituminiferi di Selenitza, senza tener conto pel momento di quanto già in proposito fu pubblicato nel 1867.

*
* *

Insieme con l'incremento nelle ricerche dei petroli e bitumi sono andate di pari passo accrescendosi le indagini sui fenomeni che presiedono alla formazione degli idrocarburi gassosi, liquidi e solidi, e sulle circostanze che ne determinano l'apparizione alla superficie. Per la varietà di prodotti e per l'esistenza di questi depositi in tutto lo spessore della serie sedimentaria terrestre si ebbero non poche teorie che

ritengo qui inutile di menzionare, essendo già state criticamente esposte in ottimi lavori quali quello dello Jaccard (1) e del Redwood (2) e poi perchè nessuna fu presentata in un modo così esauriente da spiegare in tutti i suoi particolari fisico-chimici le formazioni dei petroli e dei loro giacimenti. Nondimeno, più delle altre, la teoria organica degli idrocarburi si avvia ad assurgere a sistema completo, poichè anche solo ammettendo la precipitazione simultanea di materie minerali e di sostanze organiche provenienti dalla decomposizione di resti animali e vegetali allorchè questi si sono fossilizzati in favorevoli condizioni di mezzo e di stato (Jaccard), si potrebbero spiegare quei fatti che nei diversi giacimenti i geologi hanno potuto segnalare non escluso quello sviluppo di gas solforosi e particolarmente idrogeno solforato, che accompagna tanto la decomposizione delle sostanze organiche, quanto la distillazione degli scisti bituminosi.

Ciò che pertanto sappiamo con esattezza è che i così detti oli minerali risultano di idrocarburi, appartenenti in massima parte alla serie satura $C^n H^{2n+2}$ fino alle paraffine con frequenti piccole mescolanze di composti della serie aromatica delle benzine $C^n H^{2n-6}$, e in parte minore, specialmente negli oli bruti, di idrocarburi della serie non satura $C^n H^{2n}$ e di quella acetilenica $C^n H^{2n-2}$, oltre a mal definiti derivati ossigenati, azotati, solforati e talvolta perfino fosforati. Si comprende, del resto, come essi possano variare secondo le materie che li hanno prodotti.

I bitumi, nella composizione, non differiscono — com'è noto — dai petroli, altro che per il loro più alto tenore in ossigeno, cosicchè debbonsi considerare quali prodotti di decomposizione e di ossidazione degli oli minerali, come difatti si può osservare in natura nella coltre asfaltica che ricopre i così detti laghi di petrolio. Essi non sempre si ammassano nel luogo preciso della loro formazione, e nel loro studio conviene quindi sempre distinguere l'età della formazione idrocarburica, dalle circostanze che ne hanno determinato la raccolta sotterranea e l'apparizione alla superficie.

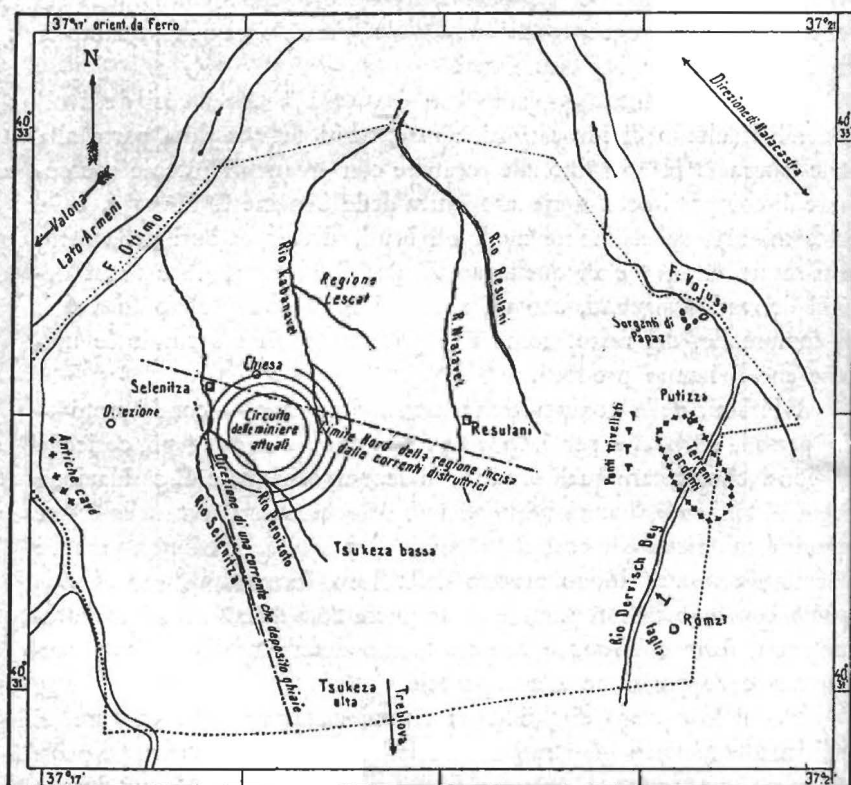
Per il loro stato di fluidità, i bitumi circolano nelle fratture, si infiltrano attraverso gli strati di roccia, e per solito non arrivano alla superficie che dopo un percorso di difficile valutazione. Ma per quanto

(1) JACCARD A., *Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique*, Paris 1895.

(2) REDWOOD B., *Petroleum and its products*, London 1895-96.

concerne il caso particolare dei giacimenti bituminiferi di Selenitza, vedremo nelle pagine seguenti che i loro ammassi di bitume non sono dovuti ad una trasformazione *in posto* di sostanze organiche, ma bensì ad un attivo efflusso e rimaneggiamento di idrocarburi liquidi i quali, provenendo da giacimenti inglobati nelle rocce dei terreni vicini più antichi, si sono raccolti intorno alle lagune neogeniche dell'attuale bacino della Vojusa contemporaneamente alla loro consolidazione graduale e alla sedimentazione delle argille, delle arenarie sabbiose e delle puddinghe che li comprendono.

PIANO GENERALE
del Bacino bituminifero di
SELENITZA



Scala di 1:50 000

A Selenitza vengono coltivate due varietà di bitume:

1° Bitume semiliquido, sgorgante dalle sorgenti bituminose che si aprono in un letto di ciottoli e sabbie sulla riva sinistra della Vojusa;

2° Bitume solido, ricercato e scavato nelle colline della regione mediante gallerie.

Il bitume della prima varietà è un prodotto di consistenza sciroposa che arriva alla superficie in contemporanea emissione con acqua, gas idrocarburi, anidride solforosa e idrogeno solforato, e per il suo grado di fluidità non è atto ad impregnare le sabbie e i materiali terrosi circostanti.

Queste sorgenti, o piuttosto queste emanazioni bituminose, si presentano su di una superficie di un migliaio di metri quadrati, e



Fig. 3^a — *Sorgente di bitume sulla sinistra della Vojusa.*

variano di numero secondo i tempi, perchè le inondazioni del fiume le ricoprono talvolta con i depositi che lasciano sulle rive, ed infatti sono oggi non poco differenti, per posizione, numero e diametro, le scaturigini della Vojusa, dal tempo in cui vennero visitate e descritte dal Coquand. Attualmente esse sono in numero di cinque. Le tre principali si trovano su una direzione N 35° E, e le altre due hanno un allineamento facente con quello delle predette un angolo di circa 70° a W.

I rendimenti in acqua e gas non sono affatto proporzionali all'uscita dei bitumi, e l'acqua della sorgente più vicina al fiume e che

si apre un metro sopra al livello di magra della Vojusa, aveva, alla fine del maggio 1905, la temperatura di 30° , che, secondo attendibili informazioni, si manterrebbe costante d'inverno e d'estate, mentre le acque delle altre avrebbero una temperatura variabile.

Per raccogliere il bitume furono costruiti pozzetti in forma di vasca, nei quali si opera lo sgorgo e la decantazione. Se si osserva



Fig. 4^a — Sorgente di bitume sulla sinistra della Vojusa.

la portata, si vede che il bitume giunge attraverso la massa d'acqua ricoperta da un velo iridescente di nafta picea, con un aspetto di liquido nero piuttosto denso, in forma di fiocchi e steli cilindrici allungati, della grossezza di un porta-penna; e un bastone agitato nel pozzetto si riveste subito di un velo uniforme di bitume, che, estratto dall'acqua, cola con consistenza sciropposa. Tale emissione di bitume non è continua, ma succede ad un forte sviluppo di gas, rinnovantesi

ad intervalli di 30-40 secondi, durante i quali l'acqua però non smette di apparire come in lenta ebullizione per effetto di uno sviluppo lieve ma costante di gas a debole tensione. Ogni tanto accade che, rimanendo casualmente ostruito il condotto adduttore, bitume e gas erompono con più forte tensione del consueto, e allora l'acqua del piccolo cratere, messa in repentina e violenta agitazione, si spande al di fuori del pozzetto, depositando larghe e dense chiazze di bitume vischioso. Se non fosse provveduto a raccogliere tale prodotto, il bitume, come all'epoca della visita del Coquand, traboccherebbe dal margine del piccolo bacino e si spanderebbe con l'acqua sul suolo circostante, e in seguito, col tempo, si formerebbe un cono di deiezioni bituminose, tendenti a saldarsi fra di loro e a consolidarsi sotto l'energica ossidazione degli agenti atmosferici; e questo cono potrebbe raggiungere delle proporzioni importanti, fino ad approssimarsi a quelle di non pochi ammassi che a Selenitza vengono incontrati dalle attuali escavazioni minerarie. In seguito alle piene del fiume, numerosi frammenti si distaccano dai piccoli ammassi adunati intorno alle sorgenti e vanno ad interrarsi a valle. Staccati dalla massa vischiosa e convogliati, essi conseguono una superficie nera opaca, pur conservando internamente e nelle fratture fresche la tinta picea brillante del bitume ordinario.

La media della quantità di bitume estratta attualmente dai pozzetti senza eccessiva cura di raccoglierne in maggior copia durante le giornate cattive o le ore notturne, è di circa kg. 2500 al mese; quantità che per altro ritengo possa corrispondere ad un terzo circa della produzione reale. Questa emissione, ora non molto rilevante, doveva a più riprese essere in passato assai attiva a giudicare almeno dai potenti giacimenti dei dintorni di Selenitza, tanto più che con una produzione annuale di una novantina di tonnellate l'attività dell'emissione bituminifera apparisce al presente poco meno che sopita.

Il pissasfalto liquido che viene emesso con acqua e gas, per ossidazione successiva consegue prima uno stato di consistenza sciroposa, poi quello vischioso fino ad assumere una compattezza sempre maggiore col diminuire della plasticità, senza però che all'aperto e nemmeno in quelle più vecchie incrostazioni sparse qua e là sulle rive del fiume come prodotti di deiezioni più antiche, raggiunga quella consolidazione che mostra il bitume solido scavato nelle miniere.

Dall'osservazione fortunata di simili fenomeni attuali si giunge naturalmente a spiegare l'origine per sedimentazione dei giacimenti

bituminiferi di Selenitza, tanto più che basta scavare un metro sulla riva del fiume per trovare perfino delle lenti di bitume alternate con letti sabbiosi e ghiaiosi.

Riflettendo infatti che, durante il Pliocene, le scaturigini dovevano avvenire non al livello dell'odierno deposito alluvionale, ma lungo la costa di un litorale poco profondo cosparsa di lagune, quali oggi si

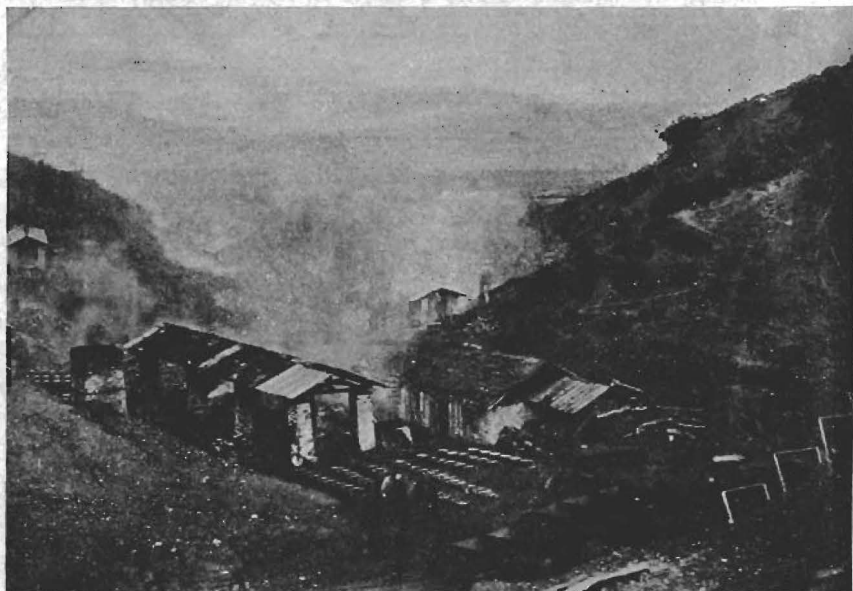


Fig. 5^a — *Miniera di Selenitza.*

riscontrano qualche decina di chilometri a NE sulla costa albanese; e riflettendo pure che l'emissione di dette materie bituminose forse fu assai più attiva dell'odierna, di fronte alla quale vorrei porre la stessa proporzione esistente fra le sottili lenti di bitume alternate con le alluvioni nel letto della Vojusa e gli ammassi che nelle miniere di Selenitza sono racchiusi fra i sedimenti del Pliocene superiore, ben si comprende come i fenomeni di oggi sulle rive della Vojusa altro più non rappresentino che una riproduzione in miniatura di quelli più grandiosi che si svolsero in quel lembo di litorale pliocenico.

Il bitume della varietà solida è quello che dà luogo alla più importante escavazione; si trova distribuito in ammassi di grandezza variabile nelle colline di Selenitza fra argille impermeabili, arenarie sab-

biose e puddinghe a elementi di media grossezza, ma se ne incontra ugualmente nel mezzo delle sabbie e arenarie friabili, allo stato di grossi e irregolari ammassi che possono arrivare al peso di qualche tonnellata. Oltre ai predetti ammassi, nei lavori di ricerca vengono messi a giorno potenti depositi di bitume con apparenza di banchi veri e propri, ma incostanti nello spessore e privi di una netta direzione, perchè si tratta in realtà di ammassi lenticolari e amigdaloidi spesso allungati in senso verticale, quando non terminano a lunga coda di pesce con appendici e ramificazioni di poca importanza.

A contatto con le argille, la natura del bitume si modifica, perde la sua lucentezza, diviene sabbioso, e il suo inviluppo prende allora la consistenza di una vera roccia asphaltica. Come già osservò Coquand, sono molteplici le forme che il bitume assume nei depositi che lo includono, e su di esse non è il caso di insistere ancora. Ricorderò piuttosto che l'omogeneità del deposito spesso scompare poichè viene interrotta in lungo, in largo e obliquamente da banchi e amigdaloidi di roccia asphaltica e di materiali impuri, e che in certi punti si possono osservare masse bituminose trasformate in seguito a carbonizzazione.

Gli ammassi che al disopra delle argille esistono nelle puddinghe, offrono ancora una maggiore irregolarità nelle loro dimensioni, sembrano sminuzzati in ogni verso e con gli interstizi riempiti da un insieme di sabbie ghiaiose.

Una varietà di bitume ancor più ricca in idrocarburi liquidi venne, poco tempo addietro, scavata nella parte orientale della concessione sulla pendice occidentale della collina Ronzi, in una formazione argillosa e gessifera che va considerata come alla base degli altri terreni del bacino di Selenitza. Ivi il giacimento non si presenta più in ammassi, ma in veri filoni ricolmanti i vuoti di una faglia con lieve rigetto, ma perfettamente netta e visibile ancora dalle due parti del rio Dervisch Bey, malgrado le frane che vi si sono prodotte dopo l'abbandono dei lavori di escavazione.

*
* *

Il Coquand nell'ascrivere al Pliocene il vasto bacino compreso fra i dintorni di Valona e il meridiano di Berat, e costituito, come ho già detto, di argille bluastre con intercalazioni di sabbie, arenarie, calcari grossolani conchigliiferi (presso Valona) inferiormente; e superiormente di argille, sabbie e puddinghe con *Janira iacobeae*, *Cardium edule* e *Ostrea*

pseudoedulis, assegna un'età pliocenica ai bitumi di Selenitza, mentre sarebbe stato più esatto parlare di età della formazione del giacimento. I fossili non possono condurci ad un'esatta classificazione geologica dei vari piani, perchè dati paleontologici, per quanto abbondantissimi, si hanno solo nel banco superiore sabbioso che ricopre la parte centrale del bacino mostrandosi dai pressi di Selenitza fino a un paio di chilometri a sud del villaggio. Questo più alto banco della serie locale risulta di una sabbia calcarea frammista a minuti elementi silicei, grossolanamente concrezionata, ricchissima di detrito conchigliare, ma anche di numerosi individui appartenenti a specie di molluschi con predominio assoluto di *Cardium* e di *Potamides*. Mescolati caoticamente alla sabbia minuta trovansi pure ciottolotti di calcare, di asfalto, selce, diaspro, quarzo, diabase.

Il prof. Simonelli, su materiale raccolto dal prof. Antonio Baldacci, in una delle sue molteplici esplorazioni geografiche e botaniche nella penisola balcanica, compì lo studio paleontologico di questa sabbia fossilifera (1) determinandovi le seguenti specie:

<i>Cythere terebrata</i> Terq. (Rarissima).	<i>Natica (Payraudeautia) intricata</i> Don. (R).
<i>Cytheridea</i> ind. (Rara).	<i>Scalaria</i> sp. ind. (R).
<i>Balanus</i> cfr. <i>concavus</i> Bronn. (R).	<i>Odostomia conoidea</i> Broc. sp. (R).
<i>Ringicula auriculata</i> Mén. sp. (Comune).	<i>Turbonilla lactea</i> Lin. sp. (R).
<i>Cancellaria cancellata</i> Lin. sp. (RR).	<i>Neritina (Smaragdia) viridis</i> Lin. sp. (C).
<i>Nassa bollenensis</i> Tourn. (R).	<i>Phasianella (Tricolia) pullus</i> Lin. sp. (C).
<i>Nassa</i> sp. ind.	<i>Ostrea edulis</i> Lin. var. <i>lamellosa</i> Br. (C).
<i>Neritula neritea</i> Lin. sp. (R).	<i>Ostrea stentina</i> Payr sin. <i>Oplicatula</i> Br. (C).
<i>Columbella (Mitrella) scripta</i> Lin. sp. (R).	<i>Anomia radiata</i> Br. (RR).
<i>Triforis perversus</i> Lin. sp. (C).	<i>Pecten Bosniasckii</i> De Stef. et Pant. (R).
<i>Cerithium renovatum</i> Mitr. (C).	<i>Cardium edule</i> Lin. (CC).
<i>Cerithium rupestre</i> Ris. (-C).	<i>Venus gallina</i> Lin. sp. (R).
<i>Potamides atticum</i> Gaudr. et Fisch. (C).	<i>Donax semistriata</i> Pol. sp. (R).
<i>Potamides pictum</i> Bast. sp. (Comunissimo).	<i>Solen vagina</i> Lin. (R).
<i>Potamides</i> sp. (intermedia fra <i>P. pictum</i> et <i>P. nodosoplicatum</i> Hörn.) (C).	<i>Mactra subtruncata</i> Mont. (R).
<i>Rissoia lineolata</i> Mich. (C).	<i>Mactra</i> cfr. <i>donaciformis</i> De Stef. (R).
<i>Rissoia clathrata</i> Phil. (C).	<i>Lucina leucoma</i> Turt. (CC).
<i>Hydrobia</i> sp. ind. (C).	<i>Tellina donacina</i> Lin. (RR).
<i>Mohrensternia Zitteli</i> Schwartz (C).	<i>Chiona</i> sp. ind. (C).
	<i>Rotalia Beccarii</i> Lin. sp. (RR).

(1) SIMONELLI, V., *Le sabbie fossilifere di Selenitza in Albania*, « *Bollet. Soc. geol. ital.*, » Vol. XII (1893), fasc. 3.

A complemento di questo elenco dovrà aggiungersi anche qualche altra specie di *Ostrea*, *Strombus* e *Conus* da me osservata in grossi frammenti.

Dalla presenza di queste specie nelle sabbie predette, il Simonelli venne a confermare il giudizio espresso dal Coquand, che riferiva i terreni di Selenitza al Pliocene. Infatti, egli scrive: « Ad eccezione del *Potamides pictum* che è specie sarmatiana, tutti gli altri fossili sono fra i più comuni del pliocene circummediterraneo »; e circa alle condizioni del deposito aggiunge: « È chiaro che si tratta di una formazione effettuata in seno ad acque salmastre. Le specie più riccamente rappresentate, come i *Potamides*, il *Cardium edule*, le *Hydrobia*, sono quelle usate a vivere nelle lagune littorali o presso allo sbocco di corsi d'acqua che alterano la normale salsedine del mare. A tali stazioni facilmente si adattano le altre specie indicate, salvo la *Mohrensternia Zitteli* che è addirittura fluviale o lacustre, come estramarini sono i *Planorbis* e le *Melanopsis* che il Coquand scrive di aver raccolto in queste sabbie medesime ».

In rapporto ai depositi che raggiungono e comprendono argille gessifere, non è improbabile che i terreni del bacino di Selenitza possano trovare nella loro parte più bassa un equivalente del piano pontico, mentre le sabbie fossilifere precitate rappresenterebbero la sommità del Pliocene, secondo i menzionati autori e forse anche il postpliocene secondo lo scrivente, che a tale conclusione sarebbe indotto dal complessivo carattere faunistico e dalla posizione stratigrafica di dette sabbie fossilifere.

Per quanto concerne l'estensione dei terreni bituminiferi fino ad oggi scavati, possono stabilirsi due livelli principali ben distinti; uno inferiore o di Ronzi, e uno superiore o di Selenitza.

Complessivamente il livello Ronzi risulta di un'alternanza di strati argillosi, sottili, impermeabili con banchi di arenarie a elementi fini e a cemento bituminoso. Questo insieme, chiaramente visibile lungo il rio Dervisch Bey, ha una potenza di circa 40 metri e presenta una pendenza di circa 20° a NW.

Molti di questi banchi di arenarie sarebbero suscettibili di fornire, con un trattamento industriale, una quantità non trascurabile di idrocarburi liquidi. Proprio in questo livello vennero praticate le gallerie di Ronzi che fornirono bitumi di ricchezza eccezionale.

Al disopra ancora di queste alternanze predomina verso nord una serie di strati argillosi e di puddinghe, i cui elementi sono cementati da un bitume molle.

Nel letto del rio si sviluppano, in certi punti, dei gas idrocarburi che, accendendosi a contatto di una fiamma, danno luogo a delle piccole esplosioni e che debbono essere in correlazione con quelli che bruciano sul fianco della collina.

L'esame delle arenarie e delle argille ci condurrebbe ad ammettere che, all'epoca della loro impregnazione bituminosa, le emissioni idrocarburiche consistevano in bitumi fluidi e non vischiosi come quelli attuali delle sorgenti di Papaz, sulla sinistra della Vojusa, i quali non possono avere la proprietà d'impregnazione. Essi dovevano essere invece dei veri petroli, filtranti nei letti sabbiosi che attraversavano e dai quali i gas e gli oli volatili si sarebbero in seguito liberati, lasciando negli interstizi degli elementi arenacei il residuo pesante a compiere col tempo la cementazione. La vasta superficie impregnata si calcola ad oltre 50 ettari, ed è evidente che, senza una relativa fluidità, il fenomeno dell'impregnazione non avrebbe potuto manifestarsi in così grande scala come osservarsi nel livello Ronzi.

Il residuo di quelle sorgenti è pur sempre molto rilevante ai giorni nostri, giacchè risulta alla Società concessionaria delle miniere di Selenitza, che il rendimento in idrocarburi liquidi delle arenarie di Ronzi arriva perfino a 10 e 15 %. Il calcolo approssimativo rimane dunque molto semplice, perchè se noi ricerchiamo la quantità di bitume contenuta nei banchi di arenaria a giorno lungo il Dervisch Bey e complessivamente potenti oltre una diecina di metri, si ottiene un tonnellaggio ragguardevole di $50 \times 10,000 \times 10^m \times 50 \text{ kg.} = 250,000$ tonnellate, quantunque ci si limiti ad un rendimento di 50 kg. a mc. di roccia, ossia meno del 5 % invece di 10 e più, su una estensione minore della reale, perchè questi terreni vanno poi a scomparire sotto il successivo livello che abbiamo chiamato di Selenitza.

Tutti i ruscelli scorrenti nella formazione del livello Ronzi sono ricoperti da un iridescente velo di nafta.

In relazione diretta con lo stato d'impregnazione pissasfaltica delle arenarie del livello in parola e con i gessi sincroni delle argille impermeabili comprendenti le arenarie, stanno i terreni ardenti già illustrati dal Coquand, prodotti appunto dalle emanazioni di idrocarburi gassosi e dallo sviluppo di gas solforati, dalle pendici nord-occidentali della collina di Ronzi, alla cui superficie abbondano pure le efflorescenze di solfo e di solfati. Di molto interesse, sotto più riguardi, è principalmente la putizza con piccole fiammelle pallide che, a periodi irregolari, si alzano fino a m. 1.50, e con gas, che gorgogliano in un

pozzetto d'acqua, nel punto nel quale vuolsi sorgesse il tempio dell'eterno fuoco.

L'insieme del livello di Selenitza non è effettivamente conosciuto che per uno spessore da 70 a 80 metri, al disotto del quale dovrebbero verosimilmente continuare le argille fino a riunirsi a quelle di Ronzi, poichè la potenza di questo livello dovrebbe superare di



Fig. 6^a — *I terreni ardenti di Ronzi*

assai detto spessore, se, per determinarlo, ci basiamo sulla pendenza degli strati di Ronzi. Data l'inclinazione stratigrafica a NW di 15° - 20° e se si tiene il dovuto conto della minore pendenza scostandosi dalle sponde del mare pliocenico, troveremo che a Selenitza, distante circa 3 km., la profondità del livello Ronzi non potrà essere inferiore a 300 metri. Ma veramente, quale potrà essere la natura dei terreni fra questi due livelli 300 e 70? Circa i terreni interposti fra le parti conosciute di detti livelli, non possiamo valerci che dei risultati di qualche sondaggio praticato dalla direzione tecnica delle miniere fra Ronzi e il villaggio di Resulani, ad oriente di Selenitza e non molto lontano dalla foce del Dervisch Bey nella Vojusa. A questo proposito, mi venne gentilmente comunicato dall'egregio e gentilissimo inge-

gnere Théophile Pochon, direttore delle miniere, che tali assaggi non incontrarono che argille e bitumi più puri di quelli scavati nel centro del bacino; ed ecco perchè ho detto più sopra che è probabilissimo se non indubitato che i terreni al disotto del livello 70 siano costituiti dalle argille caratteristiche e predominanti nel livello di Selenitza.

La sezione, riconosciuta nello spessore di circa 70 metri, è la seguente dal basso all'alto, esclusi i terreni recenti superficiali:

Argille comprendenti gli ammassi principali del bitume coltivato.	m. 50
Sabbie, arenarie sabbiose e puddinghe con ammassi secondari c. s.	» 10
Banco di arenaria calcarifera relativamente compatta.	» 1
Arenarie sabbiose friabili e sabbie concrezionate	» 10
Banco sabbioso fossilifero	» 1
Totale.	m. 72

Le sabbie concrezionate e le arenarie friabili si trasformano, a ponente di Selenitza e del fiumicello Ottimo dalla parte verso Valona, in calcare terroso bianco grigiastro, mentre il banco fossilifero superiore scompare totalmente. A sud dell'asse trasversale est-ovest della concessione, le sabbie e le arenarie sabbiose friabili o in roccia più compatta mancano del tutto, come pure il banco fossilifero. Ma per altro, pochi fossili pliocenici simili e in parte anche identici a quelli delle sabbie fossilifere predette si possono osservare nel territorio di Treblova a cinque o sei chilometri da Selenitza.

Nel terzo meridionale della concessione ci ritroviamo nel dominio delle argille sulle quali direttamente si posano pure le formazioni alluvionali e detritiche superficiali.

La presenza di banchi potenti di ciottoli, passanti talvolta a puddinghe, fra il rio di Selenitza e del Peroizoto dimostra che dei torrenti gli uni in direzione est-ovest, gli altri in direzione meridiana, hanno scavato fortemente gli strati superiori di questo livello fino ad incidere le argille per una profondità di una trentina di metri. La loro azione erosiva sarebbe rimasta delimitata da una retta che da 50 metri a sud di Resulani si prolunga fino oltre il villaggio di Selenitza, e a ponente di una linea che corrisponderebbe al corso superiore del rio di Selenitza.

Queste relativamente forti erosioni non sono le sole cause che hanno accidentato ed abraso i depositi di questo secondo livello, poichè, per esempio, due avvallamenti si sono prodotti secondo la direzione dei due rii Kabanavet e Selenitza ingenerando la forma

anticlinale alla sommità della collina sulla quale sorge la piccola chiesa di Selenitza.

I giacimenti bituminosi veri e più ricchi, sono concentrati nella massa argillosa, ed infatti, al difuori di questo termine della serie, non si scoprono che giacimenti senza importanza allo stato di filoncelli, di lenti irregolari e di breccie.

Ad ovest il bacino comprende il territorio orientale di Armeni, al di là del piccolo fiume Ottimo che con la Vojusa delimita meridianamente la concessione. Sulla riva destra dell'Ottimo si trova qualche deposito di bitume in argille della stessa natura di quelle presso Resulani, ma la qualità del minerale, secondo le assicurazioni avute, sarebbe migliore di quello escavato a Selenitza, poichè può stare a confronto con quello ricercato a Resulani in prossimità del rio Dervisch Bey.

Finalmente, per completare questi accenni ai terreni del bacino di Selenitza, restano solo da citare le formazioni recenti risultanti di alluvioni ciottolose, di argille rosse e di terre sabbiose formate da detriti e residui di dilavamento superficiale. In certe località, come in regione Tsukeza, nella parte superiore del rio Selenitza, il complesso di questi depositi arriva fino ad una quindicina di metri e a poco meno in regione Lescat, solcata dal rio Kabanavet.

*
* *

L'esame geologico del bacino di Selenitza e dei fenomeni che anche attualmente vi si osservano, conduce ad una spiegazione naturale relativamente ai giacimenti bituminiferi di questa località nella quale — occorre notarlo bene — il bitume si trova allo stato di rimaneggiamento, poichè le sorgenti che l'hanno riversato all'esterno dal Pliocene in poi provengono originariamente da terreni più antichi che potrebbero — come in modo analogo si ammise pel bacino del Giordano — essere calcari cretacei ed eocenici, i quali del resto tanto in Epiro che nelle prospicienti isole Ionie, si mostrano frequentemente intramezzati da tasche e scaturigini di bitumi semiliquidi e glutinosi.

Il signor Pochon, l'intelligente e colto direttore delle miniere, appartiene invece a coloro che ritengono l'origine degli idrocarburi molto profonda, subordinandola all'effetto di un'alta temperatura e di forte pressione; e a tal riguardo l'egregio ingegnere mi esponeva il suo convincimento, che anche sorgenti a grandi distanze fra loro possano provenire da una stessa profonda formazione e che procurando di riu-

nire i punti nei quali esse si rivelano all'esterno, si ottengano delle direzioni principali corrispondenti a linee di minor resistenza, lungo le quali verrebbero emessi gli idrocarburi elaboratisi in una stessa profonda formazione. E così, per esempio, nei riguardi dei principali lavori eseguiti nell'Oriente, su una direzione est-ovest le così dette esplotazioni di Bacù, del Caucaso e della Galizia si possono allacciare a quelle della Rumania; e su una direzione sud est-nord ovest, si troverebbero allineate quelle delle vicinanze del Mar Morto, di Selenitza e, ad occidente, dell'Alsazia.

Circa i giacimenti di Selenitza, ecco, per sommi capi, ciò che la visita della località, delle miniere e delle sorgenti lascia arguire sul riempimento dell'attuale bacino bituminifero.

Nella regione di Selenitza, al termine del Miocene, esisteva un litorale, con lagune, presso le cui rive vennero nel Pliocene a scaturire ricche sorgenti bituminose. I principali rilievi della regione erano ben lungi dall'aver raggiunto l'importanza attuale, e le torbe dei corsi d'acqua, tutti a debole inclinazione, apportavano verso il mare sabbie ed argille.

Nell'intervallo fra le ripetute inondazioni di detti corsi d'acqua, le colate di idrocarburi emesse dalle sorgenti venivano ad espandersi su tali sedimenti, impregnando quelli porosi man mano che andavasi originando quella serie di assise arenacee ed argillose osservabile attualmente lungo il rio Dervisch Bey, che anche i sondaggi hanno incontrato in profondità e che caratterizzano il livello, distinto come livello Ronzi.

Nel tempo nel quale venivasi depositando il livello successivo durante un lentissimo e graduale abbassamento della regione, l'intensità delle emissioni idrocarburiche andava diminuendo insieme col titolo in elementi leggeri del bitume, per cui anche il grado d'impregnazione delle sabbie doveva necessariamente diminuire e quindi anche le rocce bituminose che sormontano il livello Ronzi dovevano conseguire, come effettivamente presentano, un titolo in idrocarburi liquidi grandemente ridotto. Successivamente, col sopraggiungere di nuovi depositi argillosi, gli idrocarburi che arrivavano alla superficie sempre meno ricchi in oli leggeri, perdevano gradatamente il loro stato liquido per divenire vischiosi, nel quale stato non potendo più espandersi lungi dalle loro scaturigini, si accumulavano in ammassi di forma conica, in modo analogo a quello che anche oggi si potrebbe osservare nelle sorgenti di Papaz, elevando nella sommità ed estendendone la base proporzionalmente alla loro attività.

Dalla sedimentazione argillosa gli ammassi conici venivano inviluppati e ricoperti. Le sorgenti più attive continuavano l'accrescimento dei loro depositi e quelle i cui condotti di emissione o camini rimanevano ostruiti, dovevano in seguito, per la tensione dei gas aprirsi uno sfogo nella massa argillosa e dare per conseguenza origine ad un nuovo centro di deiezione; di qui la disposizione a pretesi piani di certi ammassi e l'incontro che si fa spesso nelle miniere di veri camini o condotti di bitume.

La deposizione delle argille dovette continuare per un lungo periodo di tempo, a giudicare almeno dalla sua potenza nel bacino di Selenitza; potenza che in certi punti abbiamo potuto constatare e misurare superiore a cinquanta metri e che noi riteniamo con fondata ragione debba raggiungere circa 300 metri nella parte centrale del bacino. Quindi, tenuto conto dello spessore di questa formazione, vien fatto naturalmente di domandarci se le dimensioni degli ammassi coltivati rappresentino o no una parte apprezzabile, ma sempre modesta, dei bitumi realmente immagazzinati nelle argille immediatamente superiori al livello Ronzi. Tutto starebbe invece a dimostrare un'attività quasi continua, per quanto lentissima e decrescente dalla formazione del livello Ronzi fino al quaternario, poichè noi troviamo del bitume alla sommità delle argille come nei terreni di formazione attuale nel letto della Vojusa.

Non è dunque infondata la speranza di potere scoprire in profondità, come del resto fanno credere i risultati delle trivellazioni, dei giacimenti ancora più importanti di quelli che vengono oggi coltivati nei fianchi della collina di Selenitza con gallerie a diverso livello, orizzontali e intramezzate da pozzi poco profondi. D'altra parte non bisogna dimenticare che, come ripeto ancora, le sorgenti idrocarburiche sarebbero pervenute nel bacino di Selenitza dopo che i grandi movimenti orogenetici avevano determinato fra le formazioni più antiche, nelle quali si erano naturalmente elaborati e raccolti gli idrocarburi, delle aree di minor resistenza, per le quali le emissioni trovarono una più facile via per venire a giorno durante il periodo pliocenico con una intensità di emissione che oggi non è ancora del tutto nè spenta nè sopita.

Dopo i depositi argillosi, grosse alluvioni trasportarono nella laguna materiali rocciosi arenacei e calcarei, che dettero poi luogo alle puddinghe superiori alle argille e che facilitarono la frammentazione e dispersione di quelle masse bituminose che oggi si osservano variamente mescolate ad esse e alle sabbie.

Al termine del Pliocene superiore, il rallentamento nell'attività delle sorgenti diventa oltremodo sensibile, perchè fra il complesso sabbioso, puddingoide ed arenaceo alla base del banco fossilifero che segna il termine del livello di Selenitza, non si ritrova bitume altro che in breccie, in piccole lenti e in arnioni.

Ricolmata finalmente la laguna ed emersone il fondo in virtù dei finali e generali sollevamenti della regione, i corsi d'acqua, divenuti torrenziali, hanno riversato nella parte più depressa del bacino argille, sabbie e ghiaie, dopo di avere con la loro potenza erosiva determinato l'attuale configurazione del territorio. È durante quest'ultima fase trasformativa del bacino di Selenitza che le argille bituminifere vennero fortemente incise e distrutte, per un notevole spessore, nella parte meridionale e occidentale della concessione; che i banchi d'arenaria vennero dislocati e che qua e là anche le argille vennero ricoperte di ghiaie e di terre sabbiose.

I corrugamenti dei dintorni di Selenitza, Resulani e Ronzi non sembrano aver conseguito delle ragguardevoli ampiezze, a giudicare almeno dai dislivelli prodotti. Al di là della concessione mineraria verso sud, in direzione di Treblova, si è invece esplicito un sollevamento più notevole e complesso con rilievi che affettano una disposizione a semicerchio e con assise molto più fortemente inclinate di quelle delle colline di Selenitza e Ronzi.

Nel territorio fra la Vojusa e l'Ottimo, le sorgenti principali si sono mantenute con una attività sempre decrescente attraverso i depositi di ghiaie e ai terreni di trasporto e di rimaneggiamento della Vojusa, lasciando tracce del loro passaggio sia nella cementazione bituminosa delle ghiaie, sia nei camini o colonne di materiali bituminosi, sia finalmente nei terreni alterati dalle emissioni di gas idrocarburi sfuggiti dalle sorgenti con una violenza molto più forte di quella che mostrano ora nei terreni ardenti della collina di Ronzi.
