

## IN EQUADOR, PAESE PETROLIFERO, CICLO DI CONFERENZE SUL CARBONE

Gianfranco Perri \*

### Introduzione

Una ulteriore manifestazione del rinato interesse verso il carbone nel mondo, viene questa volta dai paesi del terzo mondo, dalla America Latina ed in particolare da un paese come l'Equador che fa parte dell'OPEP e che con i suoi attuali 215.000 barili/giorno di petrolio, in massima parte esportati, rappresenta il secondo paese esportatore di petrolio della America Latina dopo il gigante venezuelano.

E' interessante e sintomatico che, in un paese certamente ben lontano dal subire in maniera negativa le conseguenze della cosiddetta "crisi energetica", esista la consapevolezza o per lo meno la inquietitudine dell'importanza e necessità di ben considerare le valide risorse che una ricchezza mineraria carbonifera rappresenta per lo sviluppo del paese.

### La manifestazione

Il "Departamento de Ingeniería de Geología Minas y Petróleos" del Politecnico di Guayaquil ha organizzato nello scorso mese di gennaio un ciclo di conferenze sul carbone che è stato patrocinato dalla OLADE (Organización Latinoamericana de Energía).

Nelle conferenze tenutesi, sono stati trattati temi di ordine generale relativi alla importanza, impieghi ed attualità del carbone, inoltre temi riguardanti le nuove tecniche di coltivazione e trattamento e finalmente sono state illustrate le risorse carbonifere dell'Equador e della Colombia.

Al ciclo di conferenze è infatti intervenuto il Dr. Tiberio Escobar, colombiano, già professore e preside della Facoltà Nazionale Mineraria di Bogotá, il quale ha presentato la relazione "Carbones Colombianos". L'ingegnere Sergio Aguayo, professore del Politecnico di Guayaquil ha invece illustrato le principali risorse carbonifere equadoriane nella conferenza: "Los Yacimientos de Carbones en nuestro País".

L'autore del presente articolo, partecipando al ciclo di conferenze, ha presentato una serie di dati statistici sulle riserve di carbone nel mondo e sulla importanza relativa delle stesse, quindi una serie di informazioni sulle recenti manifestazioni di rinnovato interesse che in questi ultimi anni sono state dedicate nel mondo al carbone. Ha inoltre presentato in forma di contributo scritto la traduzione nella lingua spagnola dell'articolo: "Nuove prospettive dei combustibili sintetici" del professor Renato Mancini, pubblicato dal Notiziario della Associazione Mineraria Subalpina, anno I, numero 1.

---

\* Ingegnere minerario, docente presso la "Escuela Politecnica del Litoral" di Guayaquil-Ecuador.

## Il carbone in America Latina

Analizzando i dati sulle riserve mondiali di carbone, si osserva che i paesi del Sud America ed in generale della America Latina, non sono ai primi posti per ciò che riguarda i più importanti giacimenti di carbone.

Da una tabella del 1972 elaborata dal USGS-USBM risulta che rispetto agli 11.000 miliardi di tonnellate di riserve di carbone dell'Asia (URSS compresa), ai 4.600 miliardi di tonnellate del Nord America, agli 830 miliardi di tonnellate dell'Europa, e rispetto ad un totale di 76.830 miliardi di tonnellate mondiali, si trovano i 30 miliardi di tonnellate di carbone che rappresentano le riserve del Centro e Sud America.

E' però possibile che tale scarsità sia unicamente apparente e che, programmi di esplorazione e prospezione razionali, già intrapresi da vari paesi, cambino un panorama così povero, mettendo in luce nuove interessanti riserve.

L'industria siderurgica è il grande consumatore di carbone nell'America Latina e fino ad ora ha utilizzato minerale proveniente principalmente dagli Stati Uniti, dalla Polonia e dall'Australia. Solamente in quei paesi che lo posseggono, si usa il carbone in piccole percentuali per la produzione di energia termoelettrica.

La situazione di ciascun paese Sudamericano è la seguente:

L'ARGENTINA ha una riserva carbonifera accertata di 450 milioni di tonnellate lorde, di cui la quasi totalità appartiene al giacimento di "Rio Turbio", situato nell'estremo sud del paese. Il carbone è bituminoso, con alto tenore di sostanze volatili che rendono il minerale non utilizzabile in siderurgia; il paese dipende pertanto in questo campo dalle importazioni.

IL BRASILE è forse il paese sudamericano che ha realizzato più sforzi nella prospezione carbonifera con i seguenti risultati: nella regione dell'alta Amazzonia sono stati localizzati banchi di lignite apparentemente di importanza locale; nella regione centrale dello Stato di Parà, sono state localizzate cappe di carbone antracitico che fino ad ora non hanno offerto prospettive economiche, così come in altre zone del paese; la regione meridionale è la zona più importante, le riserve stimate sono infatti valutate in un totale di 11.700 milioni di tonnellate di carbone sub-bituminoso, con alti tenori di ceneri e zolfo e non adatto alla produzione del coke. Anche il Brasile deve provvedere attualmente alle sue necessità siderurgiche con la importazione.

In CILE le principali riserve carbonifere sono costituite da carboni bituminosi e sub-bituminosi. Sono distribuiti nella regione centro meridionale dove la superficie del bacino supera i 3000 km<sup>2</sup>, ed ove fino ad oggi sono stati estratti 125 milioni di tonnellate dei quali 100 provenienti da coltivazioni condotte al di sotto del fondo marino.

Il totale delle riserve in situ si stima in 600 milioni di tonnellate dei quali circa 20 milioni possono essere impiegati nella produzione del coke. Nella regione sud le riserve accertate sono solo quelle della zona di Valdivia e si valutano sui 20 milioni di tonnellate; si stima che l'intera regione ne possieda 2.500 milioni. Nella regione australe, che è la zona di maggiori prospettive, si stimano riserve dell'ordine dei 5.400 milioni di tonnellate. Le analisi condotte hanno determinato nel carbone grandi quantità di ceneri e un basso potere calorifico.

In PERU' i giacimenti di carbone sono stati poco studiati e, sebbene si siano incontrate manifestazioni nelle regioni della costa, delle Ande e dell'Amazzonia, non si conoscono dati precisi e attendibili sulle riserve. Le analisi di campioni rivelano comunque la presenza di metaantraciti fino a ligniti; le riserve totali si stimano intorno ai 1000 milioni di tonnellate.

In VENEZUELA si sta sviluppando attualmente un vasto e serio programma di

prospezione che ha delimitato tre bacini: di Maracaibo los Andes, Maracaibo Zulia e bacino orientale. Il bacino di Zulia, possibile continuazione settentrionale dei carboni del nord di Santander in Colombia (vedere nel seguito), è quello che presenta migliori possibilità e da cui si sta sviluppando l'industria carbonifera venezuelana. Le riserve sono dell'ordine di 11.000 milioni di tonnellate.

In MESSICO la regione di Coahuila è la più importante del paese poichè da essa si estrae il 65% del carbone utilizzato dall'industria. Nel 1975 il consumo è stato di 6,6 milioni di tonnellate dei quali 5,5 sono stati impiegati in siderurgia; per l'anno 2000 si calcola che la produzione sarà di 67 milioni di tonnellate. Il Messico è probabilmente il paese latinoamericano che conosce con maggior certezza le sue ricchezze carbonifere; nella regione di Coahuila le riserve in situ conosciute come coltivabili ammontano a 1.100 milioni di tonnellate.

Per gli altri paesi dell'America Latina, esclusi la Colombia e l'Equador, dei quali si parla separatamente, non si conoscono studi seri di prospezione o valutazione e gli utilizzatori del carbone e del coke ricorrono completamente alle importazioni.

### **I giacimenti di carbone in Colombia**

La Colombia in base alle conoscenze attuali, possiede le più grandi risorse carbonifere dell'America Latina; i giacimenti sono distribuiti nella zona montuosa della regione andina, nella pianura del Caribe e nella regione del Pacifico con un totale di riserve non ancora ben determinate, ma stimate tra i 10.000 ed i 20.000 milioni di tonnellate. Le regioni dell'Orinoco e dell'Amazzonia non sono state ancora esplorate.

Le mineralizzazioni colombiane sono suddivise in sette principali bacini carboniferi:

1) *Bacino carbonifero del Cauca e Valle del Cauca.* Si tratta di carboni del terziario inferiore e si conoscono fino a 10 banchi coltivabili; strutturalmente fanno parte di sinclinali con direzione S-N con i fianchi fortemente inclinati ed interessati da un intenso tettonismo.

La coltivazione è ora alle fasi iniziali ed incontra notevoli difficoltà dato che lo spessore degli strati è relativamente piccolo e la inclinazione è spesso prossima alla verticale; inoltre le caratteristiche geomeccaniche delle rocce di tetto non permettono di ottenere un prodotto molto ricco data la loro franabilità ed il conseguente inquinamento del minerale. Per l'arricchimento del carbone fù installata nel 1959 una laveria nei pressi della città di Cali con una capacità di 125 tonnellate per ora.

Le coltivazioni, completamente sotterranee, sono concentrate nelle vicinanze del centro industriale di Cali ed il prodotto estratto è utilizzato come combustibile nell'industria del cemento, e dello zucchero.

La produzione totale è di 450.000 tonnellate/anno contro una domanda di 600.000 tonnellate/anno.

Le riserve sono calcolate nell'ordine dei 50 milioni di tonnellate di un carbone bituminoso che mediamente possiede un potere calorifico di 7.000 cal/g.

2) *Bacino carbonifero di Caldás, Sud--Est Antiochia.* Si tratta di carboni terziari che, a causa di fenomeni di subsidenza ed irregolarità nei processi di deposito si presentano in un numero di banchi variabile da una località all'altra. A causa di effetti termici dovuti a posteriori processi metamorfici, i carboni possono presentare localmente caratteristiche differenti da quelle regionali; in alcune zone si tratta infatti di antraciti.

Strutturalmente fanno parte di una grande sinclinale di direzione S-N con i fianchi inclinati mediamente di  $35^{\circ} - 40^{\circ}$ . A sud del bacino si ritrovano da 4 a 6 strati con uno spessore totale di 7,50 metri, al centro 8 strati con uno spessore totale maggiore di 12 metri e al nord 4 strati con spessore di 6 metri; in genere ogni strato coltivabile presenta uno spessore di un metro o poco più.

Il carbone è estratto da alcune miniere con sistemi meccanizzati mentre in altre l'estrazione può talvolta avvenire con mezzi anche rudimentali. Si tratta di carbone puro grazie allo spessore degli strati, alla loro inclinazione favorevole ed alle buone caratteristiche geomeccaniche delle rocce incassanti. Le coltivazioni si concentrano a S-W della città di Medellín ed il prodotto è utilizzato localmente nell'industria del cemento, in quella tessile, ed in altre ancora.

Anche qui si tratta di coltivazioni sotterranee pur esistendo zone potenzialmente coltivabili a giorno. La produzione annuale è di circa 700.000 tonnellate di un carbone con potere calorifico di 6-7000 cal/g.

Le riserve stimate in questo bacino superano i 400 milioni di tonnellate.

3) *Bacino nord di Antiochia-Cordoba*. Si tratta sempre di carboni terziari con un numero di strati variabile che raggiunge il massimo nella parte centrale della conca che costituisce il bacino. In questa regione il tettonismo è stato poco intenso e gli strati di carbone sono praticamente orizzontali nella maggior parte dei casi; si conoscono da 10 a 14 strati per uno spessore totale maggiore di 20 m.

Essendo stati studiati, questi giacimenti, solo di recente, attualmente non esistono coltivazioni in corso ed in alcune zone si stanno approfondendo i lavori di prospezione. Le riserve stimate sono superiori ai 2.000 milioni di tonnellate dei quali una buona percentuale sono coltivabili a cielo aperto; il carbone ha qui un potere calorifico medio, determinato sui campioni esaminati, di 6.000 cal/g.

4) *Bacino carbonifero Cundinamarca-Boyacá*. Si tratta di carbone appartenente al cretaceo superiore ed i giacimenti sono divisi in 10 sub-bacini che si caratterizzano tutti per l'essere ubicati in strutture geologiche sinclinali interessate da importanti faglie trasversali; la direzione predominante degli strati è quella S-N con immersione molto variabile.

Gli strati non sono continui e pertanto la coltivazione si limita a blocchi definiti. Il numero e spessore degli strati differiscono da un sub-bacino all'altro; se ne conoscono fino a 15 per uno spessore totale superiore ai 15 metri.

Attualmente, nella miniera della "Siderurgica de Paz de Rio", la più grande del Paese, si coltivano unicamente 4 strati, estraendo il minerale con sistemi meccanizzati; nelle altre miniere invece i metodi di coltivazione sono meno evoluti e persino rudimentali; si tratta sempre di coltivazioni sotterranee.

Le riserve stimate in questo bacino sono dell'ordine dei 10.000 milioni di tonnellate concentrati nei due sub-bacini principali.

Il prodotto estratto caratterizzato mediamente da 7.500 cal/g, è utilizzato come combustibile nella industria, per la produzione di energia termoelettrica ed in parte per la produzione di coke metallurgico. La produzione annuale è di circa 2 milioni di tonnellate ed il consumo è di 1.200.000 tonnellate di carbone e 300.000 di eccellente coke.

5) *Bacino di Santander del Sud*. Il carbone appartiene all'età cretacea superiore e, dal punto di vista strutturale, i giacimenti sono quelli più complessi del Paese, per le grandi pressioni tettoniche conseguenti al sollevamento della Cordigliera andina orientale.

Attualmente esistono coltivazioni sotterranee dove si utilizzano metodi meccanizza-

ti; si conoscono 17 strati con uno spessore totale di 14,24 m. Il prodotto proveniente dal sottterraneo è arricchito in una leveria della capacità di 80 t/h.

La produzione annuale è dell'ordine delle 80.000 tonnellate di carbone con 8.000 cal/g. Le riserve calcolate ammontano a 25 milioni di tonnellate distribuite equamente in due sub-bacini, nel secondo dei quali attualmente non si eseguono lavori di coltivazioni ma si stanno conducendo approfonditi studi di prospezione e valutazione.

6) *Bacino di Santander del Nord*. Si tratta di un bacino costituito da due anticlinali e sinclinali adiacenti e presenta due orizzonti carboniferi; uno del terziario superiore con due strati di spessore totale 2,40 m, l'altro del terziario inferiore con sette strati per uno spessore totale di 6,50 m di carbone adatto alla produzione del coke. La direzione degli strati è S-N con immersione media di 45°.

Il carbone è coltivato con metodi semimeccanizzati in due importanti miniere e con metodi rudimentali nelle altre.

La produzione annuale è di circa 100.000 tonnellate quasi totalmente esportata in Venezuela come coke metallurgico; la restante parte viene utilizzata localmente come combustibile.

Le riserve sono stimate in 1.200 milioni di tonnellate.

7) *Bacino El Cesar-La Guaira*. E' ancora un bacino diviso in due sub-bacini il primo dei quali ha riserve calcolate in 20 milioni di tonnellate; i corpi mineralizzati sono ubicati in due strutture sinclinali di direzione NE-SW con tre strati di spessore totale di circa 5 m, con potere calorifico di 7.000 cal/g.

Il secondo sub-bacino, quello della Guaira, ha riserve calcolate in 322 milioni di tonnellate dei quali 100 milioni possono essere recuperati economicamente a cielo aperto. Sono stati identificati 20 strati di carbone con potere calorifico medio di 7.500 cal/g, non adatto però alla produzione del coke.

### *Conclusioni*

E' indubbio che la Colombia posseda importanti riserve di carbone e che, nonostante l'inesistenza di un programma ufficiale coordinato e sistematico di prospezione, gli studi realizzati fino ad ora e le conoscenze acquisite danno riserve accertate e probabili che permettono di garantire per gran parte il fabbisogno latinoamericano di carbone combustibile e per uso siderurgico.

Per soddisfare una domanda internazionale più immediata è necessario però ricorrere a finanziamenti stranieri per l'avvio e lo sviluppo dei distretti minerari. Allo stesso tempo è indispensabile migliorare le condizioni attuali delle vie di comunicazione esistenti (fluviali e terrestri), cercare nuove alternative alle stesse, e costruire porti fluviali e marittimi adeguati.

Le condizioni geomorfologiche dei giacimenti conosciuti, permettono in generale grandi coltivazioni sotterranee e, in alcune zone, è addirittura realizzabile la coltivazione a cielo aperto.

Nella grande maggioranza delle zone carbonifere esiste la infrastruttura necessaria per lo sviluppo della industria mineraria del carbone e il Paese può contare su personale tecnico e su una mano d'opera di elevate capacità.

Infine, anche se quasi sempre i carboni sono piuttosto puri, sarà necessario prevedere la costruzione di laverie adeguate a trattare i diversi prodotti dei vari distretti.

### **I giacimenti di carbone in Equador**

In tema di carbone l'Equador non è certo agli stessi livelli, sia per quantità, che per

qualità, della Colombia; ed anzi nel continente Sudamericano rappresenta quasi l'estremo opposto.

I giacimenti conosciuti riguardano soprattutto la lignite e sono stati localizzati in dieci zone del paese; i più importanti, per volume, sono quelli del bacino Cañar-Azuay e Loja-Malacatos, gli altri sono in Cariamanga (Loja), Nabon (Azuay), San Antonio (Pichincha) e Penipe, Alausí e Palmira nella provincia del Chimborazo.

1) *Giacimenti di Cañar-Azuay.* Costituiscono il giacimento due sistemi di strati non continui, paralleli e separati mediamente da 600 metri, denominati sistema Washington e Cañar; il primo è stratigraficamente sotto il secondo di dubbia età miocenica.

Al sistema Washington appartengono tre strati di lignite con intercalazioni di lutite e arenaria; la direzione è approssimativamente N-S con una forte immersione di circa 70°E; la potenza totale dei tre strati è di circa 1,50 metri. Altri strati meno potenti si trovano distribuiti in una zona spessa 50 metri adiacente agli strati principali.

Al sistema Cañar appartiene uno strato principale con potenza variabile dai due ai cinque metri, con direzione ed immersione simili alle precedenti, ed allo stesso modo contenente intercalazioni arenacee e lutitiche. Tettonicamente il giacimento è disturbato da faglie e pieghe che in alcuni punti hanno determinato la minuta frantumazione del carbone. Il potere calorifico medio dei campioni esaminati per i due sistemi risulta essere di circa 4.000 cal/g, con una umidità media dell'8%, 30% di ceneri, e 6% di zolfo.

Per quanto riguarda la cubatura, Lutter Yantis nel 1943 stabilì per le riserve probabili un totale di 22 milioni di tonnellate. Secondo la Piece Management Corporation, con dati del 1966, le riserve accertate non superano le 50.000 tonnellate. In un documento delle Nazioni Unite del 1968 si stima infine che le riserve siano dell'ordine dei 15-20 milioni di tonnellate.

2) *Giacimenti di Loja-Malacatos.* Nel giacimento di Loja il carbone si intercala con le lutiti della formazione Lipiro di età miopliocenica. A est della città di Loja due affioramenti lunghi circa 4 km hanno una direzione N-S con immersione compresa fra i 30° ed i 50°, l'uno verso est e l'altro verso ovest. La potenza dei due affioramenti, anche se variabile, può considerarsi mediamente di circa un metro.

Distanti dai primi 6 km, affiorano a sud delle città altri due strati per una lunghezza di circa 6 km, in direzione N-S ed uno dei due ha potenza superiore al metro mentre l'altro di solo pochi decimetri.

Il metamorfismo legato ai fenomeni tettonici pliocenici ha interessato il giacimento trasformando il minerale in carbone brillante. Per quanto riguarda le caratteristiche del carbone in questo giacimento, esse non differiscono sostanzialmente da quelle del carbone di Cañar-Azuay anche se generalmente è meno umido.

Le riserve probabili, secondo i dati della Direzione delle Miniere del 1966, ammontano a 1,5 milioni di tonnellate.

Nel giacimento di Malacatos il carbone si intercala a formazioni di lutite terziaria; gli strati hanno una direzione approssimativamente N-S con immersione da 30° a 50° verso est, con uno spessore poco variabile e maggiore di un metro; il tettonismo che ha interessato il giacimento è molto debole.

La qualità del minerale è ancora simile a quella degli altri giacimenti equadoriani con un potere calorifico questa volta superiore alle 4.000 cal/g. La Direzione delle miniere, nel 1966, stimò in 2,5 milioni di tonnellate le riserve probabili.

### *Conclusioni*

In un panorama così povero, certamente in parte dovuto alla incipienza in cui in Ecuador si trova la attività mineraria e di prospezione in generale, si può segnalare che

l'unico tentativo fatto di coltivazione industriale fù quello della miniera di San Luis nel giacimento Cañar, ove si pensava di utilizzare il minerale estratto per alimentare una centrale termoelettrica che avrebbe consumato 200.000 tonnellate di lignite all'anno. Il progetto non andò in porto a causa degli elevati costi di coltivazione che raggiunsero i 21 dollari per tonnellata durante la coltivazione pilota realizzata.

*Guayaquil, Febbraio 1977*

## **BIBLIOGRAFIA**

1. – Aguayo S., 1977, “Los yacimientos de carbones en nuestro País” ESPOL. – Guayaquil. –
2. – Alvarado R., 1967 “Estudios Geológicos de una Cuenca Sedimentaria de los carbones del austro, Loja, Ecuador”. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. –
3. – Bergman F., “Reservas Carboníferas Argentinas”
4. – Escobar T. 1977, “Los carbones Colombianos” ESPOL – Guayaquil. –
5. – Escudero J., “Reservas Carboníferas Peruanas”
6. – Fozzard P., 1973, Conferencias sustentadas en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. –
7. – Garces H., 1976 “El carbón en el futuro energético de Colombia”
8. – Goossens P., 1972, “Los yacimientos e indicios de los minerales metálicos y no metálicos de la República del Ecuador” Departamento de Publicaciones Universidad de Guayaquil. –
9. – Herrera J., Izquierdo A., 1949, “La fábrica de cemento en Azogues es una obra de carácter nacional”, Tip. Colegio Salesiano, Cuenca, Ecuador, pag. 10–15
10. – Lodoño Y. “El carbón Colombiano en el paronama internacional”.
11. – Machado R. “Reservas brasileiras del Carvao–Eurica”.
12. – Mancini R. 1975 “Nuove prospettive dei combustibili sistétici”. Notiziario AMS, a. I, n. 1, Torino.
13. – Marcial M. “Reservas Carboníferas Venezolanas”
14. – Mosquera C., 1955 “Materia prima para la planta de cemento de Guapán – Azogues – Prov. de Cañar”. Casa de la Cultura 1955, Quito.
15. – OLADE, 1976, “Inventario de Recursos Energéticos en América Latina”, San José de Costa Rica. –
16. – O' Rourke J.E., Schneider – Scherbina A.; Mosquera C.; Alvarado R. y Nuñez del Arco E., 1968, “Operation 1” (Coal and Hidrocarbons). United Nations. Quito. – Ecuador. –