

EVOLUZIONE E STRUTTURA DELLA LAVORAZIONE E DISTRIBUZIONE
DEI PRODOTTI PETROLIFERI

1) Cenno sulle dimensioni dell'industria.

L'evoluzione dell'industria sarà analizzata nei singoli paragrafi che seguono.

La capacità mondiale di raffinazione si aggira sugli 800 milioni di tonnellate annue ed è concentrata per il 51% negli Stati Uniti, il 15% negli altri Paesi d'America, il 13% nell'Europa Occidentale, il 9% nell'Europa Orientale, l'8% nel Medio Oriente, il 4% in Africa, Estremo Oriente ed Oceania.

La capacità mondiale di raffinazione è utilizzata per circa l'85% (anno 1954).

2) Ubicazione delle raffinerie.

La più conveniente ubicazione di un impianto industriale - a prescindere dalla disponibilità di mano d'opera e dai cosiddetti fattori "agglomerativi" (ambiente economico, tradizioni, ecc.) - è quella che rende minimo il costo globale di trasporto delle materie prime e dell'energia dai luoghi in cui sono disponibili all'impianto industriale e dei prodotti di questo al mercato di consumo. Per ognuno dei mezzi impiegati e dei prodotti ottenuti, il costo di trasporto dipende, a sua volta, dalla quantità da trasportare, dalla distanza lungo le vie di comunicazione e dalla tariffa di trasporto vigente per le varie distanze.

Nella raffinazione, il rapporto in peso tra prodotti derivati e materia prima impiegata è (oggi) assai elevato (circa il 95%) e l'energia e il combustibile necessari sono forniti

dai prodotti stessi della raffinazione (olio combustibile, gas di raffineria). Pertanto le economie di trasporto che si realizzano localizzando la raffineria vicino ai giacimenti sono modeste e più che compensate dalle maggiori tariffe vigenti per i prodotti raffinati.

Il problema dell'ubicazione delle raffinerie di petrolio si presentò per la prima volta negli Stati Uniti. Il petrolio veniva originariamente distillato vicino ai giacimenti, perchè il suo trasporto era costoso e solo due prodotti derivati venivano venduti : il petrolio illuminante e gli oli lubrificanti.

Nella seconda metà del XIX secolo cominciò la costruzione di oleodotti colleganti i giacimenti alle grandi aree di consumo ed ai porti. Per un certo periodo vennero costruite più raffinerie vicino alle aree di consumo che ai giacimenti, ma l'equilibrio fu ristabilito quando il trasporto con oleodotti divenne possibile anche per i prodotti finiti.

Al di fuori degli Stati Uniti, la tendenza principale fino allo scoppio della seconda guerra mondiale era di ubicare le raffinerie vicino ai giacimenti, per tre motivi :

- 1°) minori quantità da trasportare, per le allora notevoli perdite di raffinazione;
- 2°) l'area economica di una raffineria localizzata in un'area di consumo non sempre richiedeva i prodotti nell'assortimento necessario;
- 3°) minore tassazione dei profitti di raffinazione in alcuni Paesi non industrializzati (Venezuela, Medio Oriente) rispetto ai paesi di consumo.

Solo nei paesi consumatori protetti da alti dazi doganali (Francia ed in minor misura l'Italia, dal 1930) la raffinazione poteva risultare conveniente.

La situazione è cambiata radicalmente dopo la seconda

guerra mondiale. Le difficoltà valutarie della maggior parte dei paesi hanno fatto preferire le importazioni di grezzo a quelle, più costose, dei prodotti finiti; la tecnica di raffinazione ha reso possibile di variare sensibilmente le rese e di ridurre le perdite e i consumi interni di raffineria; l'olio combustibile, prima consumato solo per i bunkeraggi, è divenuto un prodotto assai richiesto come combustibile industriale; si è diffuso l'impiego nell'industria chimica di quasi tutti i sottoprodotti della raffinazione; il rapido mutamento delle fonti di rifornimento del greggio (dall'emisfero occidentale a quello orientale) ha reso più conveniente ubicare le raffinerie vicino ai centri di consumo, il che consente di lavorare su grezzi di diversa qualità e di diversa origine, mentre una raffineria ubicata vicino a un giacimento può impiegare convenientemente solo il grezzo locale; infine le difficoltà politiche manifestatesi nel Medio Oriente hanno indotto le Compagnie petrolifere a ubicare altrove parte delle raffinerie.

In conclusione, le raffinerie tendono oggi ad ubicarsi nelle aree di consumo piuttosto che in quelle di produzione.

Nell'ambito dei singoli Paesi, l'ubicazione più conveniente è generalmente nei porti, che consentono più facilmente l'afflusso del greggio ed eventualmente la riesportazione dei prodotti finiti. Si presentano eccezioni nei Paesi a carattere continentale (Stati Uniti, Russia, ecc.) nei quali le forti distanze da superare via terra tra i giacimenti o i porti e le aree di consumo rendono più conveniente il trasporto del greggio con oleodotto dai giacimenti o dai porti alle aree di consumo, vicino alle quali sorgono le raffinerie. Il fenomeno si verifica, in misura minore, anche nell'Europa Occidentale, dove le aree di con=

sumo di Parigi e di Milano dispongono di raffinerie collegate ai porti di Le Havre e Genova con brevi oleodotti.

Ad eccezione della zona di Milano, tutte le grandi raffinerie italiane sono ubicate in vicinanza del mare.

3) Dimensioni ottime delle raffinerie.

Il costo di impianto di una raffineria per unità di prodotto lavorabile diminuisce generalmente con l'aumentare della capacità della raffineria.

Le ragioni di questa tendenza sono ovvie : ad esempio, con l'aumentare del volume di un serbatoio, il peso dell'acciaio necessario aumenta meno che proporzionalmente al volume.

Negli Stati Uniti (°) il costo di una raffineria, completa di craking catalitico, risulta approssimativamente, per tonnellata di capacità annua, di :

£. 13.000	per impianti di	500.000 t/anno
" 10.000	" " "	1.000.000 "
" 7.500	" " "	2.000.000 "

Tuttavia, oltre certi limiti di capacità non si ottengono più economie. Basti pensare che il costo delle torri di frazionamento comincia ad aumentare rapidamente oltre un certo limite (6 metri di diametro) perchè sarebbero necessarie travi enormi per sostenere i piatti di distilla=

./.

(°) Per stimare il costo di un impianto di raffinazione in funzione della sua capacità, si applica la seguente relazione empirica :

$$y = x^{0,6}$$

dove y è il costo in migliaia di dollari.

x è la capacità in migliaia di barili al giorno.

zione e che non si possono costruire recipienti ad alta pressione di grande diametro, perchè non si dispone di lastre metalliche sufficientemente spesse ecc. Così, nelle raffinerie di grandissime dimensioni (caso estremo quella di Abadan) non si ha una sola torre di frazionamento, ma una molteplicità di torri.

Si hanno quindi limitazioni anche tecniche alla legge di diminuzione dei costi unitari con l'aumento della capacità: ma le limitazioni maggiori sono di carattere economico.

Aumentando infatti la capacità di una raffineria aumenta anche l'area di mercato dei suoi prodotti, e quindi il costo di trasporto. Data una certa densità territoriale uniforme di consumi (espressa in t per Km²) il costo del trasporto per tonnellata di prodotto aumenta con il quadrato della quantità da trasportare.

Tenuto conto dei costi sia di raffinazione sia di trasporto, si ha che la dimensione ottima di una raffineria che serva solo il consumo locale oscilla, a seconda dei casi, da 500.000 a 1 milione di t/anno (allegato 1).

La dimensione media delle raffinerie italiane è (allegato 2) di 800.000 tonnellate, ma la maggior parte della capacità è concentrata nelle classi da 1 a 2 milioni di tonnellate (57% della capacità totale): va tenuto presente peraltro che le grandi raffinerie italiane lavorano molto anche per l'esportazione (circa il 50% del greggio lavorato viene riesportato sotto forma di prodotti finiti).

4) Il problema dei costi fissi e della concorrenza.

L'industria della raffinazione è caratterizzata da una alta proporzione di spese fisse: come si è già osservato per il settore minerario, questo fatto costituisce un forte incentivo all'integrazione orizzontale e verticale.

Per un'utilizzazione "normale" degli impianti - pari al 90% della capacità - le spese fisse sono pari a circa il 70% delle spese totali (allegato 3).

Ne consegue, ad esempio, che per un'utilizzazione pari al 50% di quella normale, cioè al 45% della capacità, i costi unitari risultano del 70% superiori ai costi "normali" (°).

5) Costi congiunti, elasticità delle rese

La raffinazione è un'industria a prodotti congiunti in senso stretto. Ciò significa che dal greggio trattato deve trarsi una certa gamma di distillati, nessuno dei quali può non essere prodotto.

I rapporti in peso tra i diversi prodotti della raffinazione (rese) dipendono, in primo luogo, dalla qualità del greggio trattato. Con la distillazione frazionata - unico sistema usato fino al 1913 - le rese sono, per una certa qualità di greggio, rigide e non modificabili, salvo una possibilità (limitata per tutti i prodotti, ma limitatissima per i più leggeri) di ridurre la resa a vantaggio del prodotto più pesante, sottoponendo immediatamente la materia prima alle temperature più elevate, senza un graduale

./.

(°) Posto uguale a 100 il costo per tonnellata di greggio trattata nell'ipotesi di utilizzazione normale degli impianti (70 di costi fissi e 30 di costi variabili), quando l'utilizzazione si dimezza i costi fissi per unità di prodotto gravano per il doppio di 70, ed il costo totale per unità di prodotto è quindi 140+30.

passaggio per quelle intermedie. Per aumentare sensibilmente la resa di un prodotto occorre quindi distillare una maggiore quantità di greggio ed incrementare così le rese di tutti gli altri prodotti.

Fino ai primi del '900 il prodotto principale della distillazione frazionata era il petrolio illuminante. La benzina prodotta veniva distrutta o eliminata. Ma l'avvento dell'elettricità e la diffusione dell'automobilismo provocarono in breve tempo un vertiginoso aumento della domanda e del prezzo per la benzina ed un'altrettanta notevole diminuzione per il petrolio.

L'adattamento della produzione alle nuove condizioni della domanda fu reso possibile dalla introduzione di un nuovo metodo di raffinazione: il cosiddetto "cracking" mediante il quale la resa di benzina può essere notevolmente aumentata, e la resa dei distillati medi e pesanti diminuita, rispetto alle rese della distillazione frazionata.

L'incremento della domanda di benzina, anche per il suo crescente impiego per gli autotrasporti al posto del gasolio, la grande disponibilità di carbone e di gas naturale, che consente di limitare il consumo di olio combustibile, spiegano il forte sviluppo del cracking negli Stati Uniti e nel Canada. Il cracking migliora per di più la qualità della benzina, nel senso di aumentarne il potere indetonante, misurato dal numero di ottano. Per contro il ritardato e più modesto aumento della motorizzazione, l'uso dei motori Diesel, la penuria di carbone, per lo meno in alcuni Paesi, hanno impedito un'evoluzione altrettanto accentuata della raffinazione europea. In Italia, in particolare, la struttura dei consumi interni non è favorevole allo sviluppo del cracking, specie per la sempre maggiore richiesta di olio combustibile da parte dell'industria. In mancanza di cracking, per avere ugualmente una benzina di alta qualità,

sempre più richiesta dal mercato, si è escogitato un altro procedimento tecnico, il cosiddetto reforming, mediante il quale si diminuisce la resa e si aumenta il potere indotante della benzina prodotta.

La situazione italiana è complicata da considerazioni attinenti alla bilancia dei pagamenti. Circa la metà del greggio è infatti lavorato dalle raffinerie italiane in temporanea importazione, con riesportazione dei prodotti finiti. Se non si vuole quindi intaccare questa voce attiva della bilancia commerciale, occorre tener conto anche dei consumi dei paesi importatori, nei quali si registra, come in Italia, un forte fabbisogno di gasolio e di olio combustibile.

6) Margini di raffinazione.

Per "margine lordo di raffinazione" si intende la differenza fra il valore dei prodotti vendibili e quello del petrolio grezzo trattato. Per "margine netto" si intende il margine lordo depurato delle spese di raffinazione (compresi gli ammortamenti).

I margini lordi di raffinazione per unità di prodotto dipendono :

- dal prezzo medio franco raffineria del grezzo trattato, e quindi dal prezzo del grezzo all'origine, dalle tariffe di trasporto e dalla distanza tra giacimento e raffineria;
- dai prezzi franco raffineria dei singoli prodotti ottenuti;
- dalle proporzioni in cui si ottengono i prodotti.

I margini netti per unità di prodotto dipendono, oltre che dai margini lordi, dall'entità delle spese di produzione e quindi :

- dalle condizioni economiche generali, che influiscono sul costo della mano d'opera, delle materie prime e ausiliarie, ecc.;

- dalla capacità della raffineria;
- dal suo grado di utilizzazione;
- dal tipo di impianti (distillazione, cracking, reforming, ecc.), in quanto influisce sui consumi di combustibile e di materie prime e sull'ammortamento annuo.

I fattori che più influiscono sui margini lordi sono : la distanza della raffineria dalla fonte del petrolio grezzo, le rese e i prezzi dei prodotti ottenuti. Così, le raffinerie del Mediterraneo si trovano avvantaggiate dall'essere più vicine al Medio Oriente che non le raffinerie dell'Europa Nord-Occidentale (allegato 4). Ma le raffinerie italiane hanno lo svantaggio di essere orientate verso una minor produzione di benzina, petrolio e gasolio (prodotti di prezzo più elevato) ed una maggior produzione di olio combustibile.

I margini lordi delle raffinerie italiane sono quindi inferiori a quelli dei principali Paesi occidentali (allegato 4).

C) TRASPORTO E DISTRIBUZIONE

1) Specializzazione dei mezzi di trasporto.

Il petrolio, i suoi derivati ed il gas naturale richiedono, in quanto prodotti liquidi o gassosi, attrezzature specializzate di stoccaggio, trasporto e distribuzione. Queste attrezzature non possono essere utilizzate per altri liquidi : il loro impiego è quindi strettamente limitato al settore degli idrocarburi.

Mentre altri settori industriali si servono di mezzi di trasporto indifferenziati, gestiti da imprese di trasporto autonome, il settore petrolifero ha dovuto crearsi proprie attrezzature. Le imprese di trasporto, infatti, rifuggono dall'investire capitali in mezzi specializzati, quando il petrolio grezzo o i suoi derivati o entrambi sono concen-

trati nelle mani di poche grandi società, che sole possono assicurare un flusso rilevante e costante di trasporto. Le maggiori eccezioni sono costituite dalla flotta cisterniera e dai metanodotti, che sono in misura non trascurabile gestiti da imprese di trasporto autonome.

Lo stoccaggio del grezzo, che fuoriusciva violentemente da un nuovo pozzo, veniva un tempo effettuato in grossolani serbatoi di terra battuta, con gravi perdite di prodotto; poi, i serbatoi vennero perfezionati; successivamente si comprese che il modo migliore di immagazzinare il grezzo era di lasciarlo nel giacimento, o di ripomparlo nel giacimento stesso, se necessario, semprechè il giacimento fosse sfruttato con criteri unitari.

Le installazioni costiere per immagazzinare il grezzo prima e dopo il carico e lo scarico sono generalmente possedute dalle società petrolifere.

Le navi cisterna che effettuano il trasporto oceanico sono per il 34% proprietà delle società petrolifere, per il 56% di imprese indipendenti di trasporto (soprattutto norvegesi e greche) e per il 10% degli Stati o di altri enti pubblici. Le società petrolifere, tuttavia, controllano anche la maggior parte del naviglio delle imprese "indipendenti" mediante noleggi di lungo periodo. (°)

(°) Si può stimare che le società petrolifere controllino, oltre al 34% di naviglio in proprietà un altro 44% di naviglio "indipendente" con noleggi di lungo periodo; i noleggi a tempo riguardano mediamente il restante 12% della flotta cisterniera privata.

Gli oleodotti del Medio Oriente sono tutti di proprietà delle grandi società integrate; gli oleodotti ed i metanodotti degli Stati Uniti sono assoggettati al regime proprio dei servizi pubblici se attraversano più Stati, altrimenti possono essere gestiti da società private, che sono sempre controllate dalle società petrolifere.

Gli autotrasporti di prodotti petroliferi sono effettuati in misura notevole con mezzi delle società petrolifere.

2) Costo del trasporto.

Il petrolio è, tra le fonti energetiche, quella il cui costo di trasporto è minore.

Si calcola infatti che, a parità di potere calorifico e di distanza, il trasporto del petrolio con nave cisterna costa il 70% meno del trasporto del carbon fossile per via mare, il 74% in meno del trasporto del gas naturale mediante gasdotto, il 94% in meno del trasporto del carbone per ferrovia e il 98% in meno del trasporto di elettricità mediante elettrodotto ad alta tensione.

Tuttavia, il costo del trasporto incide sensibilmente sul prezzo del greggio perchè questo è, all'origine, relativamente basso per unità di peso e perchè le grandi aree di produzione sono generalmente assai distanti dalle grandi aree di consumo.

Il costo di trasporto dei prodotti petroliferi per tonnellata/kilometro è assai diverso a seconda del mezzo di trasporto impiegato : in base ad alcuni recenti dati francesi (allegato 5), il mezzo di trasporto meno costoso è la petroliera oceanica, seguita dall'oleodotto e dal cabotaggio, dalle chiatte fluviali, dalla ferrovia, e in ultimo, dagli autotrasporti. Va rilevato che questa graduatoria dipende dalle tariffe francesi; in particolare l'oleodotto (Le Havre-

Parigi) appare più costoso in ragione di tonnellata-kilometro di quanto non sia nel caso degli oleodotti degli Stati Uniti e del Medio Oriente.

La differenza tra i costi unitari dei vari mezzi di trasporto sono ovviamente importanti, dal punto di vista economico, solo quando sussiste una possibilità di scelta. Un esempio è dato dalla convenienza degli oleodotti che dai giacimenti della penisola arabica portano il greggio sulle coste del Mediterraneo occidentale: la lunghezza dell'oleodotto è minore del percorso via mare, si da compensare il maggior costo per tonnellata-kilometro trasportata.

Altro esempio dell'influenza del costo comparativo dei vari mezzi di trasporto è dato dalla concorrenza fra trasporti ferroviari e su strada; tra ferrovia e trasporto fluviale ecc.

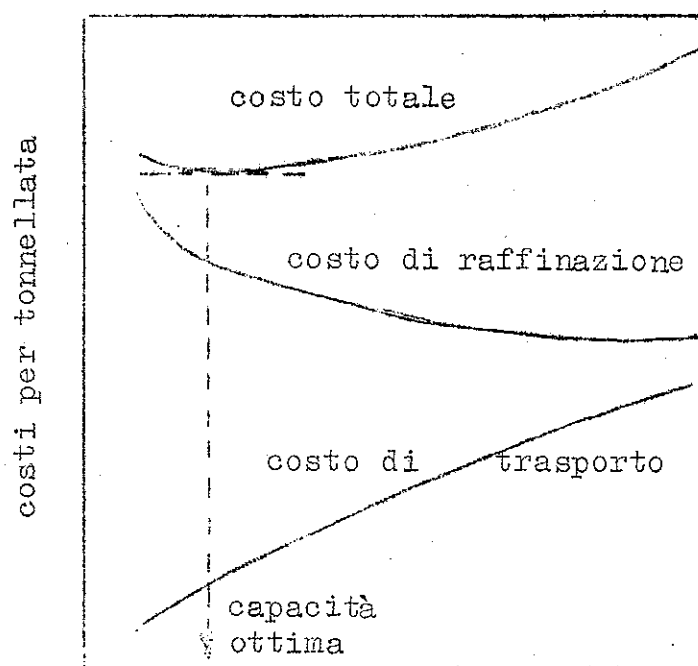
3) Distribuzione.

Nella distribuzione dei prodotti petroliferi - ed in particolar modo nella distribuzione al dettaglio della benzina - le unità operative hanno dimensioni assai minori che nelle altre due fasi della produzione del greggio e della raffinazione. Inoltre, accade spesso che l'intermediazione sia scarsamente redditiva. L'imprenditore-distributore si trova così in una posizione di inferiorità di fronte alle grandi società petrolifere, che d'altra parte sono ansiose di assicurarsi il collocamento della produzione. Ciò spiega la tendenza alla concentrazione verticale della distribuzione con la raffinazione: concentrazione che ovunque si verifica in varia misura, a seconda dei paesi.

L'analisi economica del mercato dei prodotti petroliferi finiti può essere condotta secondo due schemi. Si ravviseranno i tipici fenomeni di concorrenza monopolistica o imperfetta, se si prendono in considerazione le singole sottoaree del mercato, avuto riguardo alla concorrenza che si

svolge non fra società distributrici, ma fra le singole unità distributive che operano in ogni sottoarea. Ma se si guarda al mercato complessivo ed ai pochi concorrenti che in esso ~~es~~ ^{gi}cono, si deve ricorrere al modello dell'oligopolio : oligopolio che, a sua volta, può essere puro, oppure complicato da elementi di concorrenza monopolistica, se vi sono sul mercato alcune marche più note, per le quali i consumatori dimostrano particolari preferenze.

DIMENSIONI OTTIME DI UNA RAFFINERIA



Capacità annua di raffinaz.

RAFFINERIE ITALIANE PER CLASSI DI CAPACITA'

(situazione al 1/9/1955)

Capacità (migliaia tonn.)	Numero di raffinerie	Capacità annua complessiva	
		migliaia tonn.	%
0- 100	5	392,6	1,4
101- 200	4	575,9	2,1
201- 300	7	1.703,0	6,1
301- 400	1	325,0	1,1
401- 500	1	455,0	1,6
501- 750	5	2.775,5	9,9
751-1000	-	-	-
1001-1250	1	1.170,0	4,2
1251-1500	4	5.395,0	19,3
1501-1750	-	-	-
1751-2000	5	9.360,0	33,4
2001-2250	1	2.210,0	7,9
.....	-	-	-
3501-3750	1	3.640,0	13,0
Totale	35	28.002,0	100,0
Media	-	800,1	-

Fonte: Unione Petrolifera Italiana

COSTI DI RAFFINAZIONE

(Francia, 1° semestre 1950)

Capitoli di spesa	Franchi per t di grezzo lavorato	%
Ammortamenti raffineria	925	36,3
Spese generali di stabilimento	93	3,7
Spese generali di impresa	41	1,6
Oneri finanziari	247	9,7
Spese d'esercizio doganale	11	0,4
Salari	360	14,1
Manutenzione	77	3,0
Totale spese fisse	1.754	68,8
Spese proporzionali di raffin.	299	11,7
Combustibili	417	16,4
Spese di trasporto dei prod.	78	3,1
Totale spese variabili	794	31,2
Totale generale	2.548	100,0

Fonte: A.Martin, R.Granier de Lilliac, A.Girand,
La Marge de raffinage en France et les frais
de traitement en usines françaises,
Proceedings Third World Petroleum Congress,
Section V, The Hague, 1951

DISTANZA TRA ALCUNI PORTI DI IMBARCO DEL PETROLIO GREZZO

E ALCUNI CENTRI DI RAFFINAZIONE

(miglia nautiche)

Centri di raffinazione	Centri di rifornimento			
	Galveston (Golfo)	Aruba (Venezuela)	Sidone (2) (Siria)	Ras Tanura (2) (Golfo Persi co)
New York (1)	1.935	1.780	5.225	8.360
Napoli	5.720	4.680	1.200	4.350
Londra	4.980	4.210	3.350	6.480

(1) Da Napoli : 4.180 miglia; da Londra : 3.400 miglia.

(2) Da Ras Tanura a Sidone : 3.400 miglia.

Fonte : ECE.

MARGINI LORDI DI RAFFINAZIONE

Prodotti	Stati Uniti		Regno Unito		Francia		Italia	
	Lire per tonn.	Resa %	Lire per tonn.	Resa %	Lire per tonn.	Resa %	Lire per tonn.	Resa %
Benzina extra	28.538	15,0	29.833	12,7	31.947	6,3	27.600	17,3
Benzina normale	24.731	29,2	25.220	12,7	28.601	15,7		
Petrolio raffinato	17.875	4,6	21.191	2,7	23.809	3,4	21.600	6,3
Gasolio e Olio Diesel	16.994	9,5	20.692	14,9	21.962	13,9	20.000	19,5
Oli combustibili	12.244	30,8	13.196	40,5	14.687	42,9	10.800	44,7
Altri prodotti	15.625	3,9	18.750	9,5	18.690	10,8	18.750	5,2
Totale	18.318	93,0	17.772	93,0	18.685	93,0	15.839	93,0
Petrolio grezzo	14.050	-	13.969	-	13.581	-	12.763	-
Margine lordo	4.268	-	3.803	-	5.184	-	3.076	-

COSTO MEDIO DEL TRASPORTO DI PRODOTTI PETROLIFERI

(Francia, 1955).

Mezzo di trasporto	Franchi per t Km.	Indice Petroliera = 1
Petroliera oceanica	0,50	1,0
Oleodotto	3,00	6,0
Cabotaggio	3,00	6,0
Chiatte fluviali	3,50	7,0
Ferrovia	6,00	12,0
Autotrasporti	9,00	18,0

Fonte: A. Lascaud, Pétrole et Transports, L'industrie
du pétrole, gennaio 1956.

L'IMPORTANZA DEGLI IDROCARBURI COME FONTI DI ENERGIA

1) L'energia nel mondo moderno

Nel mondo moderno l'importanza dell'energia, in particolare della quota sempre crescente fornita dalle cosiddette fonti commerciali ¹⁾, è un fatto di semplice osservazione. E' invece interessante ricordare che, essendo state esigue per lungo corso di secoli le quantità di energia direttamente utilizzate dall'uomo, sono restati stazionari i processi tecnologici e la stessa vita economica. Mentre alla trasformazione che questi ultimi cominciano a subire due secoli fa in Gran Bretagna (la cosiddetta rivoluzione industriale) concorre in modo essenziale l'impiego di nuovi combustibili e metodi di utilizzazione, nuove forze motrici, nuove macchine. La siderurgia inglese, vincolata all'impiego del carbone proveniente dalle scarse risorse forestali, trova nel coke ma materia di cui fino allora mancava; carbon fossile, vapore, siderurgia sono il trionfo su cui si fonda per tutto il secolo XIX la potenza industriale e il dominio politico della Gran Bretagna, grazie ad un concorso felice di fattori complementari: quel concorso che fa uniche, non ripetibili, le grandi epoche della storia di un popolo. E nei Paesi che seguono la Gran Bretagna sulla stessa via le regioni

2) Esse comprendono carbon fossile, lignite, prodotti petroliferi, gas naturale, elettricità; restano esclusi torba, legno, residui vegetali. Per evitare doppi conteggi occorre aver presente la distinzione tra fonti primarie d'energia (carbon fossile, lignite, petrolio greggio, gas naturale, risorse idrauliche o più limitatamente elettricità di origine idraulica, legna, risorse geotermiche o più limitatamente elettricità prodotta da vapori naturali), e fonti secondarie derivate dalle precedenti (es. gas delle officine gas, elettricità prodotta nelle ordinarie centrali termiche, carburanti e combustibili ottenuti dalla lavorazione del petrolio greggio, carbone vegetale).

carbonifere sono sempre sede dei fenomeni più significativi della trasformazione e dello sviluppo economico; ancor oggi in Europa la distribuzione territoriale delle industrie e della popolazione riflette in parte l'incontrastato predominio tenuto per tutto il secolo scorso dai combustibili fossili solidi.

Nella seconda metà del secolo l'invenzione del motore a scoppio, di quello elettrico e le altre applicazioni dell'elettricità aprono possibilità tecniche impensate, indirizzando a nuove mete lo sviluppo economico; ma ciò ancora implica abbondante disponibilità di nuove fonti primarie o secondarie di energia. E' significativo il fatto che la massima produzione inglese di carbone sia stata raggiunta nel 1918 - 292 milioni di t. il 24% della produzione mondiale, di contro al 40% coperto dall'isola nel 1890. - e si inizi col nuovo secolo, almeno in senso relativo, il declino della potenza industriale e politica della Gran Bretagna, costretta - non è mera coincidenza - a cercare il petrolio fuori del suo impero. Mentre l'astro che si innalza nel firmamento delle massime potenze mondiali è la Confederazione americana, cui il "colonnello" Drake aveva dato nel 1859 il primo pozzo di petrolio e che a tutto il 1947 avrà estratto il 65% del petrolio prodotto nel mondo; tra gli stessi due anni la quantità di energia consumata sotto le varie forme aumenta negli Stati Uniti dal 27 al 36% del totale mondiale, mentre retrocede nel Regno Unito dal 16 al 7%. E non sarebbe privo di interesse considerare le implicazioni politico-militari della necessità, presto avvertita dalle grandi potenze, di garantirsi la sicura disponibilità di fonti d'energia, di petrolio in particolare.

Un diagramma recante in ascissa gli anni a partire dal 1800, ed in ordinata, separatamente, la produzione di carbone, petrolio, energia idroelettrica, gas naturale, in opportune aree geografiche, darebbe evidenza visiva a questo irrompere nel sistema economico, ad ondate successive, di nuove

fonti d'energia: ognuna di esse assume dapprima uno sviluppo quasi esplosivo, ma la progressione dovrà poi rallentare, e procedere infine a ritmo smorzato; mentre la funzione innovatrice - rivoluzione od evoluzione - passa ad un'altra fonte. Il diagramma darebbe conferma del fatto che le nuove fonti di energia - e i nuovi metodi di produzione di forme di energia già note - si integrano nel sistema di quelle esistenti, vigendo tra tutte negli impieghi particolari il principio della concorrenza, che ne permette l'utilizzazione più efficiente; ma vigendo altresì il principio della loro complementarità nel complesso del sistema economico, come risultato di una domanda sempre crescente. Non vi è dubbio che anche l'energia nucleare verrà a confermare la regola, dalla quale discende la necessità di situare sempre in un quadro più vasto, quello dell'energia nel suo complesso, i problemi propri delle singole fonti. Il senso particolarmente vivo dell'ausilio che una visione unitaria di questa materia reca alla direzione della politica economica, ha condotto alcuni Paesi, tra cui la Gran Bretagna, ad affidare alla competenza di un apposito Dicastero i problemi nazionali dell'energia.

La relazione tra consumo di energia e sviluppo economico, ora ricordata, può precisarsi in più modi mediante l'analisi quantitativa. Se le varie fonti vengono convenzionalmente misurate in unità omogenee (vedi in Appendice la nota sui bilanci dell'energia), si possono mettere a confronto, ad es., le produzioni industriali o i redditi nazionali in uno o più Paesi, con i consumi d'energia. Se invece si considerano distintamente le quantità fisiche delle singole fonti, i confronti acquistano come è ovvio un significato più concreto; in entrambi i casi vengono messe in luce interessanti uniformità statistiche, le quali servono di fondamento alla previsione economica, qualora appaia ragionevole l'ipotesi che esse possano mantenersi anche nel periodo di tempo a venire preso in considera-

zione. Qui ci limitiamo a dare in un grafico a scale logaritmiche il confronto tra reddito globale e consumo d'energia, calcolati "pro capite" in uno stesso anno in vari Paesi: esso mostra una effettiva correlazione positiva, e insieme le variazioni imputabili alla diversità del clima, dello sviluppo agricolo ed industriale, e del peso dei singoli settori entro l'industria (si consideri ad esempio il caso della Danimarca, Paese agricolo, e della Norvegia, che dispone di ingenti risorse idroelettriche; i loro redditi "pro capite" sono pressoché uguali, ma ben diversi risultano i consumi d'energia; una situazione esattamente opposta, anch'essa facilmente interpretabile, si riscontra nel caso del Canada e degli Stati Uniti).

Le tabelle 1 e 2 (Appendice) descrivono la ripartizione geografica percentuale e "pro capite" dei consumi mondiali d'energia commerciale nel 1929, 1937, 1950; risulta da esse che lo squilibrio tra Paesi economicamente sviluppati e Paesi che non lo sono tende a mantenersi nel tempo. A proposito della tabella 2 va osservato che i tassi d'incremento annuo delle quantità d'energia utilmente impiegate risultano maggiori di quelli dall'energia consumata indicati dalle statistiche del consumo lordo - le sole correntemente disponibili -, per effetto del continuo miglioramento dei rendimenti di trasformazione e di impiego; ciò spiega ad esempio come i consumi d'energia "pro capite" della Gran Bretagna siano rimasti quasi costanti nel periodo tra le due guerre mondiali, nonostante l'espansione delle produzioni (che ha assorbito energia come "bene strumentale") ed il miglioramento del tenore di vita (energia "bene di consumo").

2) Il posto degli idrocarburi tra le fonti di energia.

La tab. 3 (Appendice) mostra la produzione mondiale di energia commerciale, distinta per fonti, in anni scelti a partire

dal 1860. Lungo tutto il periodo l'incremento medio annuo composto dall'energia complessiva risulta di poco inferiore al 3,25%, e solo un poco superiore al 2,5% a partire dal 1900, anche in conseguenza degli arresti nello sviluppo della produzione provocati dalle due guerre mondiali e dalla grande depressione economica iniziata nel 1929. Dal principio del secolo, da quando cioè il petrolio assume una effettiva importanza, fino ad oggi, l'energia fornita dai combustibili fossili solidi aumenta dell'1,5 annuo; e quella degli idrocarburi del 7%, sì che essa rappresenta oggi quasi il 45% dell'energia commerciale di contro a meno del 5% all'inizio del secolo.

Risultato certo spettacolare, ma che ha una portata assai maggiore di quanto non esprimano le cifre, stante la novità rivoluzionaria delle applicazioni degli idrocarburi; occorre non perdere di vista il fatto che le valutazioni dei consumi di energia per grandi aggregati - non diversamente da quanto accade per i bilanci del reddito nazionale - descrivono solo una parte della realtà.

Per gli stessi anni della tabella ora vista, la tab. 4 pure in Appendice mostra il peso crescente delle fonti commerciali d'energia nel mondo, rispetto alle fonti non commerciali; peso che ormai è diventato preponderante, specialmente in Europa e nell'America settentrionale, come mostra la successiva tabella 5.

Le cifre riportate qui sotto (tab. I) mostrano in dettaglio l'importanza attuale del petrolio nel quadro della produzione mondiale - commerciale e no - di energia, mentre si rimanda alla tab. 6 (Appendice) per una valutazione delle perdite e della distribuzione dell'energia utile fra i grandi settori di impiego (noti al lettore che solo un terzo dell'energia prodotta arriva ad essere utilmente impiegata).

1)

Tab. I - Produzione mondiale complessiva di energia - 1952
(equivalente di elettricità secondo il potere calorifico, in 10^{12} kWh)

	<u>Quantità</u>	<u>Percentuali</u>
Carbone	12	41,4
Lignite	1,3	4,5
Petrolio	7,7	26,5
Gas naturale	<u>2,7</u>	<u>9,3</u>
Combustibili minerali	23,7	31,7
Energia idraulica	0,4	1,4
Combustibili vegetali	4,6	15,9
Energia animata	<u>0,3</u>	<u>1,-</u>
Totale produzione	29,0	100,0
	=====	=====

Il contributo degli idrocarburi è naturalmente variabile da Paese a Paese: anche se per il loro trasporto sono stati escogitati metodi particolarmente economici, cui si accennerà in altra lezione, i giacimenti sfruttabili noti fino ad oggi ganno una distribuzione geografica assai meno uniforme di quelli del carbone; e sussiste la tendenza all'impiego di fonti locali di energia, spesso direttamente o indirettamente favorita da provvedimenti di politica economica e fiscale. Tale contributo raggiunge il suo massimo negli Stati Uniti; qui la produzione di energia commerciale è più che quadruplicata dal principio del secolo (ma l'aumento del consumo utile è ben maggiore, per effetto dei migliorati rendimenti), e la struttura dei consumi della energia ha subito mutamenti sostanziali, addirit

1) Per i coefficienti di conversione e la fonte: v. appendice, tab. 3.

tura in confronto dei primi anni del dopoguerra, come risulta dalla seguente tab. II:

Tab. II - Consumi interni di energia negli Stati Uniti distinti per fonte. ¹⁾

	<u>1929</u>	<u>1937</u>	<u>1950</u>	<u>1954</u>
Cons.globale (10^6 t.carb.equiv).	803,4	759,3	1.139,9	1.230
Cons."pro capite"(t.carb.equiv)	6,64	5,88	7,51	7,57
Composizione percentuale:				
combustibili minerali solidi	66	57	40	28
prod. petroliferi	21	25	33	38
gas naturale	9	14	22	28
elettricità idraulica	4	4	5	6
	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
	=====	=====	=====	=====

Negli Stati Uniti il consumo di carburanti e oli combustibili è stato di circa 350 milioni di t nel 1956. Una motorizzazione imponente - circa 50 milioni di autoveicoli, altri milioni di trattori per l'agricoltura, ed inoltre aerei, imbarcazioni, locomotive Diesel - assorbe più la metà del totale dei prodotti petroliferi, per la maggior parte sotto forma di benzina; si tratta di una percentuale complessiva vicina a quella dell'Europa occidentale, dove peraltro è minore l'apporto del-

¹⁾ Coefficienti di conversione in carbone equivalente:

1 Kg. lignite -	0,30 Kg c.e.
1 Kg. petrolio greggio -	1,30 Kg c.e.
1 Kg. prodotti petroliferi -	1,50 Kg c.e.
1 m ³ gas naturale -	1,33 Kg c.e.
1 kWh di elettr. idraulica -	0,90 Kg c.e. nel 1929
1 " " " " " " -	0,70 Kg c.e. nel 1937
1 " " " " " " -	0,60 Kg c.e. nel 1954

Fonte: Segretariato O.E.C.E.

la benzina. Quanto agli oli combustibili, più alta è negli Stati Uniti la percentuale di quelli leggeri (riscaldamento di ambienti domestici e commerciali), più bassa quella dei densi, ai quali si affiancano negli usi industriali il carbone, largamente disponibile, e il gas naturale.

A differenza del petrolio, il gas naturale è stato sfruttato sistematicamente solo in anni recenti, quelli che precedettero la seconda guerra mondiale; ma la sua affermazione sul mercato è stata rapidissima, e la produzione tiene a fatica il passo con la domanda. Una imponente rete di condotte, della lunghezza di qualche centinaio di migliaia di chilometri, diffonde questo combustibile in quasi tutti gli Stati della Confederazione, così che il consumo ha raggiunto nel 1956 i 290 miliardi di m³: cifra rappresentante la quasi totalità della produzione mondiale utilizzata. Il gas è destinato per una quota notevole, circa il 35%, ad usi civili; grazie alle sue caratteristiche fisiche esso possiede infatti in questi impieghi un "valore d'uso" assai elevato, che potendo riflettersi nel prezzo permette di affrontare il costo dei lunghi trasporti prima della distribuzione.

Il valore degli idrocarburi estratti nella Confederazione è una quota ragguardevole di quello della complessiva produzione mineraria: l'industria petrolifera occupa il terzo posto quanto ad importanza di investimenti: il gas naturale rappresenta oltre il 95% del gas distribuito dalle imprese di pubblico servizio e direttamente dalle compagnie esercenti gasdotti: verso le regioni produttrici di idrocarburi si sono spostate - o vi sono sorte "ex novo" - industrie per le quali l'energia termica incide notevolmente sul costo del prodotto; nelle stesse regioni sono fioriti i grandiosi impianti petrochimici, parte essenziale dell'industria chimica americana, come si dirà in altra lezione.

Può dunque affermarsi con fondamento che gli idrocarburi sono uno dei cardini dell'economia degli Stati Uniti, al cui dinamismo essi hanno dato un apporto sostanziale. Ma nel volgere degli ultimi anni quel Paese è divenuto il principale importatore netto di petrolio nel mondo, sia pure entro il quadro di una politica di "conservazione" delle risorse naturali; ciò indica che si è chiusa per esso la fase di esuberante espansione produttiva ricordata nel par. 1, mentre si va prospettando per gli anni a venire una scarsità dell'offerta rispetto alla domanda.

In Europa la posizione degli idrocarburi nel bilancio globale dell'energia si presenta alquanto diversa, come mostra la tab. III che segue, relativamente al complesso dei Paesi O.E.C.E.

Tab. III - Consumi interni di energia nei Paesi O.E.C.E. distinti per fonte.¹⁾

	<u>1929</u>	<u>1937</u>	<u>1950</u>	<u>1954</u>
Cons.Globale (10^6 t carb.equiv)	551,3	569	602,5	712,6
Cons."pro capite"(t.carb. ")	2,36	2,31	2,20	2,52
Composizione percentuale:				
combustibili minerali solidi	90	86	79	72
Prodotti petroliferi	4	7	11	16
gas naturale	-	-	-	1
elettricità idraulica	6	7	10	11
	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
	=====	=====	=====	=====

Tradizionale combustibile è il carbone locale, la cui produzione nel 1955 - 477,5 milioni di tonnellate - è ritornata per la prima volta al livello prebellico, ed ha segnato lo

¹⁾ Per i coefficienti di conversione e la fonte vedi la nota alla tab. II.

scorso anno un lieve aumento; il gas naturale offre un contributo importante solo in Italia, e soltanto in Austria e in Francia si aprono prospettive di uno sviluppo analogo nel prossimo futuro (in Francia, essendo vicino lo sfruttamento del grande giacimento di Lacq). Il petrolio ha fornito prevalentemente, sino a non molti anni fa, energia per i motori a combustione interna; ma la esperienza più recente ha messo in luce un fatto nuovo, l'impossibilità, da parte della produzione carbonifera dei paesi OECE, di adeguarsi alla crescente domanda interna di combustibili. Lo scorso anno si è dovuto fare un ancor più massiccio ricorso alle importazioni di carbone, che sono salite a 46 milioni di t, di cui 38 milioni dagli Stati Uniti; le forniture di questa provenienza hanno così superato la punta massima del 1947, dovuta alle esigenze della ricostruzione post-bellica. Anche in questo settore degli usi termici sta diventando indispensabile il contributo del petrolio, che già si presenta sul mercato in posizione di concorrenza rispetto al carbone locale, sebbene sia per la più gran parte importato.

Limitando all'Italia una descrizione più minuta, diamo qui appresso nella tab. IV i nostri consumi d'energia. Degni di rilievo, nel quadriennio 1950-1954, il loro incremento secondo l'eccezionale tasso medio annuo del 12% (poi attenuatosi un poco) e la corrispondente trasformazione di struttura: due risultati - mostrano le cifre - cui gli idrocarburi hanno concorso in modo determinante.

1)

<u>Tab. IV - Consumi interni di energia in Italia distinti per fonte.</u>				
	<u>1929</u>	<u>1937</u>	<u>1950</u>	<u>1954</u>
Cons.globale (10 ⁶ t carb.equiv.)	35,3	28,2	29,5	36,0
Cons."pro capite"(t " ")	0,64	0,66	0,68	0,86

1) Per i coefficienti di conversione e la fonte vedi la nota alla tab. II.

Composizione percentuale:

combustibili minerali solidi	58	50	34	25
prodotti petroliferi	5	12	17	28
Gas naturale	-	-	2	9
eletttr.idraulica e geotermica	37	38	47	38
	100	100	100	100
	=====	=====	=====	=====

Il consumo dei prodotti petroliferi continua tuttora ad espandersi rapidamente: tra il 1950 e il 1956 benzina e gasolio sono cresciuti quasi nel rapporto da 1 a due e mezzo; l'olio combustibile è poco meno che triplicato, i gas di petrolio liquefatti sono più che decuplicati (v. tab. 7 in Appendice). La dipendenza dell'Italia dall'estero si limita ormai quasi esclusivamente all'importazione di greggio; la presenza di una moderna industria della raffinazione, con capacità più che quadruplicata rispetto al 1950, rende già oggi più sicuro ed economico l'approvvigionamento del mercato interno, e permetterà di sentire con maggiore rapidità i vantaggi che si attendono in avvenire dalla produzione di greggio italiano.

Tra il 1950 ed il 1954 la produzione di gas naturale è passata da mezzo milione a poco meno di 3 miliardi di metri cubi, ed ha quasi raggiunto nel 1956 i 4,5 miliardi di metri cubi. L'apporto del gas naturale è quindi oggi ben maggiore di quello, pur cospicuo, risultante dalla tabella; mentre per quanto riguarda la parte effettiva delle singole fonti nel consumo finale (energia utilmente impiegata), andrebbe ancora tenuto conto dei suoi elevati rendimenti come combustibile. La presenza capillare del gas naturale nelle regioni dove è concentrato il 70% del potenziale industriale del Paese - grazie alla tempestiva costruzione di una rete di gasdotti che supera i 4.000 chilometri - ha costituito negli anni recenti e costituisce tuttora un importante fattore di sviluppo economico; l'industria in genere trova in esso un combustibile altamente pregiato; il settore chimico inoltre, una preziosa materia prima, che ha

permesso di avviare una importante produzione petrochimica, già oggi esportata in parte, e destinata ad essere notevolmente potenziata nel prossimo avvenire con l'entrata in funzione del grande impianto di Ravenna.

Grazie al gas naturale la quota del fabbisogno di energia fornita da fonti nazionali ha potuto raggiungere quasi il 50%, nonostante la dilatazione del fabbisogno stesso in cifre assolute; mentre le importazioni di carbone hanno avuto tendenza stazionaria negli anni recenti; all'aumento da esse segnato nel 1955 e 1956 ha contribuito l'industria siderurgica, che sta attraversando una fase congiunturale specialmente brillante.

3) Le ragioni del successo degli idrocarburi.

Un'analisi dei singoli settori d'impiego permetterebbe di individuare compiutamente le ragioni che spiegano l'importanza assunta dagli idrocarburi tra le fonti d'energia; qui ci limitiamo a qualche considerazione di carattere generale.

Il petrolio non incontra in pratica concorrenza quale fonte di energia motrice nei veicoli di piccole dimensioni. I due rapporti potenza-peso della macchina, e potere calorifico-peso del combustibile, che ponevano un limite evidente alle possibilità della macchina a vapore e del carbone, sono assai più favorevoli nel caso del motore a combustione interna e dei prodotti petroliferi; questo fatto ha reso possibile l'automobile e l'areaoplano quali noi li conosciamo, con il risultato che oltre la metà della produzione petrolifera - lo si è visto parlando degli Stati Uniti - è impegnata a soddisfare la domanda di una motorizzazione sempre crescente; la quale si è estesa dalle piccole unità alle medie e grandi, locomotive e navi.

In questi ultimi impieghi, come nella produzione specifica

di calore, i prodotti petroliferi affrontano la concorrenza di altre fonti di energia, e la preferenza che ad essi si accorda è dovuta a ragioni insieme tecniche ed economiche. Lo stato fluido ed il potere calorifico - propri anche del gas naturale - offrono notevoli vantaggi nella distribuzione, nello stoccaggio precedente il consumo (addirittura abolito se si tratta del gas), nell'uso: automatismo, pulizia, flessibilità di esercizio, etc. D'altra parte, tenuto conto del rendimento, la struttura dei prezzi relativi delle varie fonti di energia - di cui diremo tra poco - ha promosso e promuove tuttora il consumo degli idrocarburi, anche se spesso grava su di essi l'imposizione fiscale, in misura variabile con il Paese ed il tipo di prodotto.

Di tale diffusione concorrenziale conviene ricordare qualche esempio significativo. Nel settore dell'energia per mezzi semoventi, quello dei trasporti marittimi, dove la sostituzione pressochè totale del petrolio al carbone è un fatto compiuto; nel 1914 il petrolio alimentava solo il 3,5% del tonnellaggio mondiale, a metà del 1956 la percentuale aveva raggiunto il 91,4% - 55,5% olio combustibile e 35,9% olio diesel - su un totale passato da 49 a 105,2 milioni di t di stazza lorda. E ancora: sulle reti ferroviarie di vari Paesi è in corso lo abbandono della trazione a vapore, la quale verrà sostituita in parte - secondo l'esempio degli Stati Uniti - da quella "Diesel", che abbassa sensibilmente le spese di combustibile e manutenzione; si calcola a questo riguardo che una tonnellata di olio sostituisca 5 tonn. di carbone nelle locomotive di linea, e 12 tonn. di carbone in quelle di manovra.

Nel settore dell'energia per impianti fissi il petrolio, e quando disponibile il gas naturale, sostituiscono ormai il carbone in svariati impieghi, anche nei Paesi tradizionalmente carboniferi: come la Gran Bretagna, dove l'olio combusti-

bile ha fatto tra l'altro un massiccio ingresso nelle centrali termoelettriche e nell'industria siderurgica: o come la Germania, il cui consumo dello stesso prodotto - oggi piccolo, 3,76 milioni di tonn. nell'anno 1956 - è previsto debba triplicarsi entro il 1960.

Quanto ai prezzi delle fonti concorrenti di energia, la loro evoluzione negli ultimi decenni è descritta in modo sufficientemente indicativo nella tab. 8 (Appendice), le cui cifre riguardano gli Stati Uniti, Gran Bretagna, Francia. Dal 1913 la posizione del carbone è andata peggiorando in senso assoluto e relativo, mentre l'elettricità, anche se ricavata per la maggior parte da carbone nei primi due Paesi in discorso, ha potuto giovare del grande aumento dei rendimenti in centrale. Una evoluzione assai favorevole hanno avuto anche i prezzi del gas naturale, che peraltro tendono da qualche anno all'aumento negli Stati Uniti; la posizione dell'olio combustibile è in complesso migliorata, tanto più se riferita al carbone.

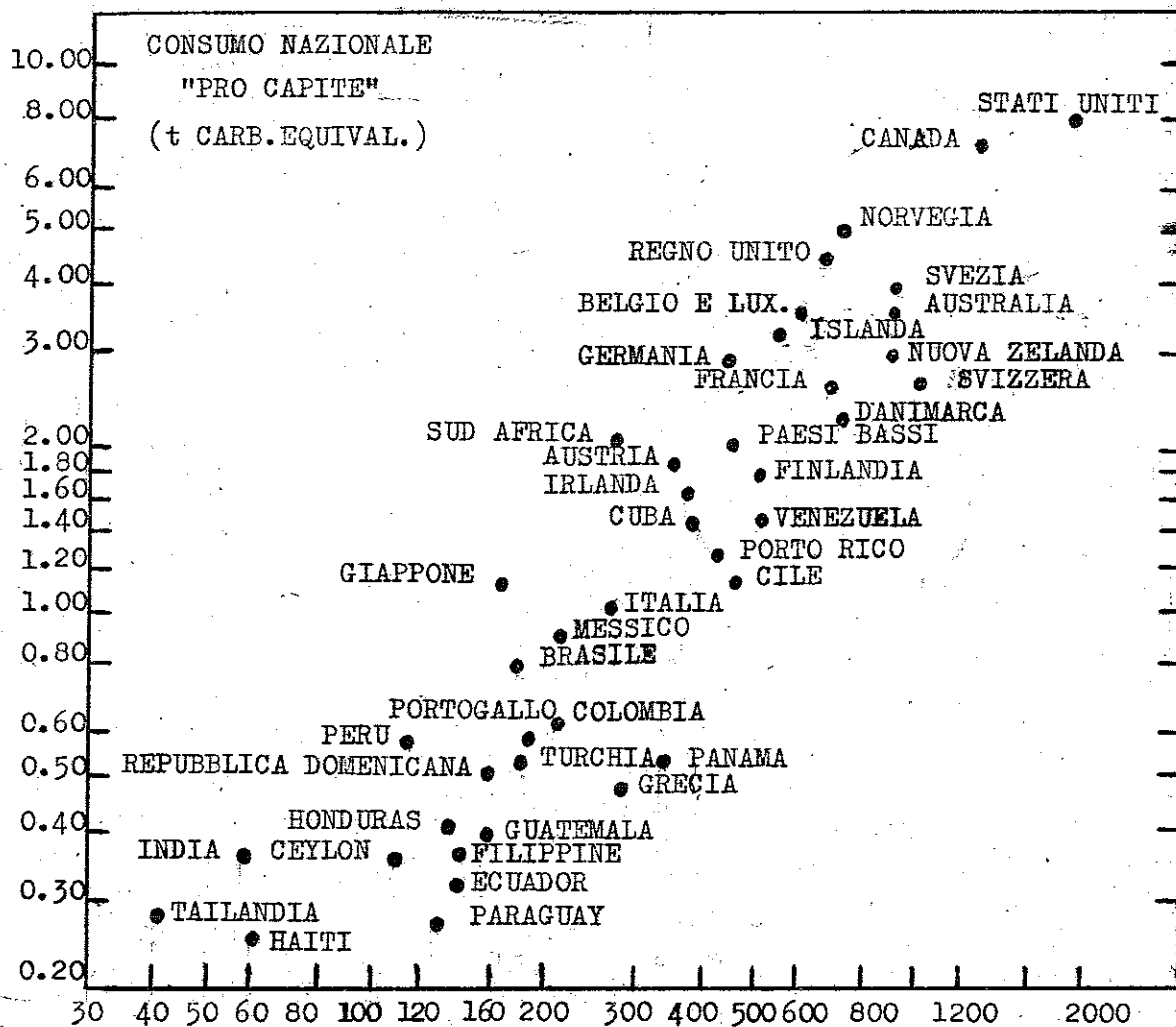
Nonostante siano all'opera vari fattori di perturbazione, primo fra tutti lo strumento fiscale, dietro a questi andamenti dei prezzi è possibile scorgere l'influenza dei corrispondenti costi di produzione e trasporto. Anche se le riserve accertate ammontano tuttora a cifre notevolissime, l'estrazione del carbone è entrata in una fase di costi crescenti, soprattutto nell'Europa Occidentale: sul costo a bocca di pozzo incide fino al 60% la mano d'opera, il cui reclutamento incontra crescenti difficoltà, nonostante che gli incentivi salariali mirino a far accettare un lavoro sentito oggi come particolarmente gravoso; i giacimenti più ricchi e meno profondi sono stati sfruttati, mentre lo sviluppo di nuovi pozzi richiede lunghi anni di lavoro e capitali ingenti. La situazione si presenta alquanto diversa negli Stati Uniti, la

cui produzione gode di un notevole grado di elasticità, ma il costo del trasporto ed il problema valutario concorrono a rendere onerosa la posizione degli acquirenti europei.

Il prezzo del chilovattora elettrico, come si è detto, ha registrato dovunque notevoli riduzioni; ma i rendimenti nelle centrali termiche sembrano oggi vicini a limiti non facilmente superabili; in Europa Occidentale non si aprono prospettive molto favorevoli neppure alla nuova elettricità derivabile dalle risorse idrauliche, di cui resta da sfruttare, in genere, la parte che richiede gli apprestamenti più costosi; Austria, Jugoslavia e Norvegia possiedono tuttora ampie riserve vantaggiosamente utilizzabili, ma l'alto costo della trasmissione impedisce che possano trarne profitto le aree di consumo non finite; di qui l'interesse che incontra nei principali Paesi lo sfruttamento dell'energia nucleare.

L'aumento dei costi di ricerca e produzione - e, in minor misura, di quelli di trasporto - nonché la forte domanda, spiegano l'accennata tendenza al rialzo dei prezzi del gas naturale negli Stati Uniti; se questa dovesse continuare, è probabile che il gas venga progressivamente riservato agli impieghi cui come materia nobile è più adatto, e che il carbone recuperi una parte del perduto mercato. Può essere opportuno accennare per inciso che in Europa si guarda con interesse al gas dei giacimenti petroliferi del Medio Oriente: esso viene disperso in grandi quantità mancando un adeguato impiego locale, mentre potrebbe essere trasportato in parte, a costi convenienti, nei Paesi occidentali. Ma difficoltà varie, di ordine politico, tecnico e finanziario, non fanno prevedere vicina la realizzazione di nessuno dei due progetti alternativi già studiati a questo fine: un grande gasdotto attraverso i Paesi del Sud-Est europeo, od un'apposita flotta di navi cisterna per il trasporto sotto forma liquida a bassa

CONSUMO D'ENERGIA E REDDITO NAZ.- 1952



REDDITO NAZ. "PRO CAPITE" 1952 (\$/USA)

FONTE: UN STATISTICAL OFFICE

temperatura.

L'olio combustibile, invece, è ricavato congiuntamente agli altri prodotti petroliferi della raffinazione del greggio. La ricerca dei giacimenti di petrolio sarebbe certo una attività estremamente aleatoria per l'imprenditore isolato operante in una singola zona: ma da decenni essa è condotta su scala mondiale da grandi compagnie fornite dei più potenti mezzi tecnici e finanziari; così che la produzione, sulla quale il costo della mano d'opera incide per una piccola parte, ha potuto progredire con il celere ritmo mostrato dalla tab. 1, e si è inoltre mantenuto ad un livello tranquillante il rapporto tra le riserve mondiale accertate e la produzione annua. Sebbene i prezzi delle varie zone di produzione dipendano da quelli degli Stati Uniti, dove l'espansione produttiva comincia a farsi onerosa, già il greggio ha buone quotazioni sul mercato, favorito in ciò dalla sua forma liquida, che permette un più economico trasporto. Ma grazie alla introduzione di nuovi processi tecnici, la complessità della sua composizione chimica si è tradotta nel tempo in una struttura relativamente elastica delle rese di raffinazione e del prezzo dei singoli prodotti; dei quali alcuni, proprio perchè ottenuti congiuntamente, in determinate situazioni di mercato possono godere di addizionali vantaggi di prezzo, come è accaduto all'olio combustibile.

La domanda di quest'ultimo in molti paesi cresce oggi più rapidamente di quella dei prodotti bianchi, ed è quindi probabile che il sistema dei prezzi alla raffineria dei prodotti petroliferi e l'^Posizione fiscale debbano subire nuovi adattamenti; si tratta di un problema complesso, ma, come è testimoniato per il passato, non vi è dubbio che il petrolio saprà ancora adeguarsi a quei progressi che

esso stesso ha contribuito potentemente a stimolare. ¹⁾

Tab. V - Composizione percentuale dei consumi petroliferi ²⁾
per tipo di prodotti (in anni scelti a partire dal
1900).

Mondo escluso Stati Uniti e URSS						
	1900	1910	1920	1930	1938	1951
Benzina	3	7	15	38	30	26
Petrolio	86	72	63	9	7	7
Oli neri e lubrificanti	11	21	22	53	61	67
	100	100	100	100	100	100

4) Il contributo degli idrocarburi negli anni a venire.

Secondo è dato oggi a prevedere, e almeno fintanto che la energia nucleare non rechi un contributo sostanziale, il mercato dell'energia sarà caratterizzato da uno stato di tensione. Nelle regioni extra-europee meno progredite economicamente ci si attende un rapido sviluppo demografico, ed il trasferimento di quote di popolazione da attività agricole, senza consumo di fonti commerciali d'energia, ed attività industriali; dovunque l'aumento della produzione e del tenore di vita - in particolare la meccanizzazione e l'automazione dei processi tecnologici - si tradurranno in una domanda accresciuta, cui l'offerta non potrà adeguarsi senza difficoltà.

¹⁾ Vedi il paragrafo "Costi congiunti ed elasticità delle rese" nella lezione "Evoluzione e struttura della lavorazione e distribuzione dei prodotti petroliferi".

²⁾ Fonte: J.A. van Heuvel, Relazione 4/14/B/7, presentata al IV Congresso Mondiale del Petrolio - Roma 1955.

Questa prospettiva si applica in particolare modo all'Europa Occidentale; secondo autorevoli previsioni, nel caso intermedio tra un massimo ed un minimo sviluppo dei consumi il fabbisogno annuo di energia nei Paesi OCCE aumenterà di circa il 60% tra il 1955 ed il 1975, raggiungendo i 1.200 milioni di t di carbone equivalente, come si legge nella tab. VI che segue:

Tab. VI - Previsione dei consumi interni di energia nei Paesi OCCE.¹⁾
(ipotesi "intermedia" di sviluppo dei consumi)

	<u>1955</u>	<u>1960</u>	<u>1975</u>
Cons.globale (10^6 t carb.equiv.)	730	840	1.200
Composizione percentuale:			
combustibili minerali solidi	74,3	69	50
prodotti petroliferi	17,2	21	30
gas naturale	0,7	1	2
elettricità idraulica	7,8	9	14
energia nucleare	-	-	7
	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

Del consumo previsto per il 1975 neppure il 65% sarà fornito da fonti locali (vedi tab. 9 in Appendice): mentre dovrà essere importato l'equivalente di 440 milioni di t di carbone - cifra di non molto inferiore a quella della intera produzione odierna dello stesso minerale - per un valore cif dell'ordine di 7 miliardi di dollari ai prezzi attuali. La complessità di un problema di queste dimensioni non abbisogna di essere sottolineata; e si comprende quali difficili compiti di

1) Per i coefficienti di conversione e la fonte: v. appendice tab. 9.

stimolo e coordinamento attendano nei singoli Paesi i pubblici poteri, quale sforzo tecnico, finanziario ed organizzativo sia richiesto ai produttori e ai distributori di fonti d'energia. Ponendo mente alla situazione di fondo accennata nel paragrafo 3 si comprende altresì perchè occorra contare su un più forte consumo di idrocarburi. Nei Paesi OCSE, secondo la previsione ricordata, tra il 1955 e il 1975 toccherà ad essi il compito di soddisfare al 50% della nuova domanda di energia (50% petrolio, 3% gas naturale), e la loro quota nel bilancio complessivo passerà dal 48 al 33%; fortunatamente l'espansione della produzione petrolifera non incontra ostacoli di natura tecnica nei vicini, ricchissimi giacimenti del Medio Oriente, dove è concentrato il 66% delle riserve mondiali accertate; e non è da escludere che i recenti ritrovamenti petroliferi in alcuni Paesi europei siano le primizie di una ricchezza più abbondante di quanto non sia prudente valutare oggi.

Il contributo degli idrocarburi al soddisfacimento della nuova domanda di energia sarà nei prossimi anni ancora più forte in Italia. Si può prevedere infatti con sicurezza che le importazioni di carbone - rappresentanti la parte di gran lunga maggiore del nostro consumo di combustibili fossili - non si scosteranno dall'ordine di grandezza attuale; le possibilità di sviluppo dell'energia idroelettrica e geotermoelettrica sono limitate, mentre l'apporto dell'energia nucleare non risulterà apprezzabile su scala nazionale prima del 1965. La produzione di gas naturale continuerà invece ad espandersi, anche se con un ritmo minore di quello riscontrato nell'ultimo quinquennio. L'apporto maggiore sarà peraltro fornito dai prodotti petroliferi, e in particolare dall'olio combustibile, che rafforzerà la sua posizione in testa alla

graduatoria di consumo dei singoli prodotti: accanto alla domanda per gli usi termici industriali avrà infatti sviluppo quella delle centrali elettriche, ed influirà su questa evoluzione, naturalmente, il tipo di soluzione che si riterrà di dare al problema accennato in fine del paragrafo precedente.

La tab. VII qui di seguito dà una valutazione numerica di queste tendenze dei consumi al termine del decennio considerato dal Piano Vanoni: essa è dovuta a due noti economisti stranieri, ed appare nel complesso fondata, anche se qualche cifra singola si presta ad obbiezione. Risulta da essa un aumento del 60 nel consumo globale; gli idrocarburi dovranno soddisfare alla quasi totalità della nuova domanda di energia, e il conseguente aumento delle importazioni non potrà non sottoporre a tensione la bilancia dei pagamenti.

Tab. VIII - Previsione dei consumi interni di energia in Italia

	1954	1964
Cons. globale (10^6 t carb. equiv.)	44,3	70,4
Cons. "pro capite" (t carb. equiv.)	0,94	1,41
Composizione percentuale:		
combustibili minerali solidi	45	44
prodotti petroliferi	48	43
gas naturale	8	14
elettricità idraul. e geot.	39	29
	100	100

1) Coefficienti di conversione in carbone equivalente:

1 Kg. petrolio greggio - 1,30 Kg. c.e.

1 Kg. prodotti petroliferi - 1,50 Kg. c.e.

1 m³ gas naturale - 1,34 Kg. c.e.

1 kWh di el. idraul. e geotermica - 0,55 Kg. c.e. nel 1954

" " " " " " " " - 0,45 Kg. c.e. nel 1964

Si noti che i coefficienti cui si riferisce questa tabella non coincidono con quelli della tab. IV; donde la divergenza delle cifre relative al 1954.

Fonte - I. Little and T. Rosenstein - Rodan: Peaceful Use of Atomic Energy Study, Italy (a cura del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari), dicembre 1956.

V - B, 3

In anni più lontani anche il contributo del petrolio, come fonte primaria, al soddisfacimento della domanda mondiale di energia è destinato a diminuire, almeno in senso relativo, e lo stesso accadrà al gas naturale; ma, al di sopra delle cifre, la presenza dell'uno e dell'altro continuerà ad avere una grande importanza quale fattore di progresso civile; e resterà ad essi il merito, dopo che avranno ceduto la fiaccola ad altre fonti di energia, di averla portata per lunghi anni, e sostenuto il modo ascendente della società umana.

Tab. 1 - CONSUMO MONDIALE DI ENERGIA COMMERCIALE
PER AREE GEOGRAFICHE

1929-1937-1950
(in percentuale del consumo totale)

	<u>1929</u>	<u>1937</u>	<u>1950</u>
America del Nord	46,2	40,6	44,6
Europa	37,6	35,2	28,4
Oceania	0,8	1,0	1,2
URSS ed altri *)	8,9	9,4	12,9
Africa	0,9	1,1	1,4
America Latina	1,4	1,7	2,4
Asia	6,0	7,8	6,8
(Bunkeraggi)	(3,2)	(3,7)	(2,8)
	<u>100,-</u>	<u>100,-</u>	<u>100,-</u>
Paesi sviluppati	86,1	84,3	85,3
Paesi insufficientemente svilupp.	10,7	12,0	11,9
(Bunkeraggi)	(3,2)	(3,7)	(2,8)
	<u>100,-</u>	<u>100,-</u>	<u>100,-</u>

*) vari piccoli Paesi per i quali, come per l'URSS, i dati disponibili hanno dovuto essere integrati con stime.

Principali coefficienti di conversione in carbone equivalente:

antracite e carbone bituminoso	1 Kg. - 1	Kg.carb.equiv.
coke	1 " - 0,90	" " "
lignite (a seconda dei Paesi)	1 " - 0,60-0,30	" " "
petrolio greggio	1 " - 1,30	" " "
prodotti petroliferi liquidi	1 " - 1,50	" " "
gas di petrolio liquefatti	1 " - 1,67	" " "
gas naturale	1 mc. - 1,33	" " "
elettricità: 1929	1 kWh - 0,90	" " "
1937	1 " - 0,70	" " "
1950	1 " - 0,60	" " "

Fonte: ONU - World Energy Supplies in Selected Years 1929-1950, 1952.

Tab. 2 - CONSUMO "PRO CAPITE" DI ENERGIA ELETTRICA COMMERCIALE PER AREE GEOGRAFICHE - 1929 - 1937 - 1950.

	<u>Tonn. di carbone equivalente ⁺⁾</u>			<u>Incremento annuo</u>	
	<u>1929</u>	<u>1937</u>	<u>1950</u>	<u>1929-1950</u>	<u>1937-1950</u>
America del Nord	6,48	5,81	7,42	0,6%	1,9%
Europa	1,90	1,84	1,99	0,2%	0,6%
Oceania	1,75	2,11	2,86	2,5%	2,4%
URSS ed altri ^{o)}	0,42	1,07	1,78	7,1%	4,0%
Africa	0,12	0,15	0,20	2,5%	2,2%
America Latina	0,23	0,27	0,41	2,8%	3,3%
Asia	0,11	0,14	0,14	1,2%	0,0%
Paesi sviluppati	2,87	2,85	3,66	1,2%	1,9%
Paesi insuffic. sviluppati	0,14	0,17	0,19	1,4%	1,0%
Mondo	0,91	0,95	1,12	1,0%	1,3%

⁺⁾ per i coefficienti di conversione e la fonte v. tab. 1

^{o)} v. nota alla tab. 1

Tab. 3 - PRODUZIONE MONDIALE DI ENERGIA COMMERCIALE
(in anni scelti a partire dal 1860)

- a - quantità delle fonti primarie { combustibili solidi e liquidi, 10^6 t
gas naturale 10^9 mc
energia idraulica 10^9 kWh
b - equivalente di elettricità secondo il potere calorifico, 10^9 kWh
c - percentuali di composizione dell'equivalente di elettricità.

Anni	Carbone	Lignite	Petrolio	Gas naturale	Energia idraulica	TOTALE in equivalente di elettricità ^{a)}
1860 a)	132,1	6,1	0,1	-	6,-	
b)	1.057,-	15,-	1,-	-	6,-	1.079
c)	98,-	1,4	0,1	-	0,5	100
1880 a)	313,9	23,1	4,1	-	11,-	
b)	2.511,-	58,-	43,-	-	11,-	2.623
c)	95,7	2,3	1,6	-	0,4	100
1900 a)	700,7	71,5	20,5	7,1	16,-	
b)	5.606,-	179,-	213,-	75,-	16,-	6.089
c)	92,1	2,9	3,5	1,2	0,3	100
1920 a)	1.192,5	157,5	100,4	24,-	64,-	
b)	9.540,-	394,-	1.046,-	254,-	64,-	11.298
c)	84,5	3,5	9,1	2,3	0,6	100
1940 a)	1.363,-	319,2	298,9	81,8	193,-	
b)	10.904,-	798,-	3.120,-	867,-	193,-	15.882
c)	69,-	5,-	19,8	5,5	1,2	100
1950 a)	1.454,-	360,8	536,6	197,-	332,-	
b)	11.632,-	902,-	5.602,-	2.088,-	332,-	20.556
c)	56,7	4,4	27,1	10,2	1,6	100
1953 a)	1.500,-	450,-	673,7	263,3	425,-	
b)	12.000,-	1.125,-	7.031,-	2.791,-	425,-	23.372
c)	51,3	4,8	30,1	12,-	1,8	100

a) comprende la gasolina naturale

b) il petrolio è computato al netto della parte non impiegata a produrre energia.

Principali coefficienti di conversione in equivalente di elettricità secondo il potere calorifico:

Carbone	1 Kg. - 8,0 kWh	Prod. petrol. liquidi	1 Kg. - 12,0 kWh
Coke	" - 7,2 "	Gas di petr. liquefatti	" - 13,3 "
Lignite	" - 2,5 "	Gas naturale	mc. - 10,6 "
Petrolio greggio	" - 10,4 "	Gas d'officina	" - 4,8 "

Fonte: Relazione A/Conf.8/T/902, presentata alla Conferenza Internazionale sulle Applicazioni Pacifiche dell'Energia Atomica - Ginevra, 1955.

Tab. 4 - CONSUMO PERCENTUALE DI ENERGIA COMMERCIALE
NEL MONDO ^{o)}
 (in anni scenti a partire dal 1860)

A n n i	Consumo di en. commer= ciale in % del cons. di en.non commerciale.	Consumo di en. commer ciale in % del cons. totale di energia.
1860	37,7	27,4
1880	79,4	44,3
1900	167,0	62,5
1920	267,2	72,8
1940	372,9	78,9
1950	395,8	79,8
1953	511,9	83,7

^{o)} per i coefficienti di conversione, v. tab. 3.

Fonte: ECE. Relazione E/EP/174 - Ginevra, 7 novembre 1955.

Tab. 5 - CONSUMO DI ENERGIA COMMERCIALE IN % DEL CONSUMO
TOTALE DI ENERGIA

CONTINENTI E PAESI EUROPEI - 1952 °)

Continenti		Paesi europei	
Asia +)	42	Finlandia	41,8
Africa	50	Portogallo	51,9
America meridionale	55	Grecia	55,8
America centrale	65	Irlanda	58,3
Oceania	88	Iugoslavia	63,9
Europa §)	93	Italia	76,2
America settentrionale	97	Spagna	77,7
		Svezia	81,5
		Norvegia	82,5
		Austria	87,1
M O N D O	84	Svizzera	89,5
		Danimarca	89,5
+)	escluso Cina e Corea del Nord	Francia-Sarre	94,1
		Germania Occidentale	95,8
§)	escluso l'URSS e gli altri Paesi dell'Eu- ropa Orientale	Olanda	97,4
		Belgio-Lussemburgo	99,8
		Regno Unito	99,6

°) per i coefficienti di conversione vedi tab. 3.

Fonte: vedi tab. 4.

Tab. 6 - PRODUZIONE, PERDITE E STORNI, IMPIEGO UTILE
DELL'ENERGIA NEL MONDO - 1952

(energia commerciale, da fonti vegetali, animata)
 equivalente di elettricità secondo il potere calorifico, in 10^{12} kWh^{o)}

Perdite e storni		Impiego utile		
Settori	Quantità	Settori	Quantità	Percent.
Impianti di trasformazione	3,6	Agricoltura	0,3	2,9
di cui		trasporti	0,8	7,9
Raffinerie	0,8	Industria	5,8	56,9
Cokerie ed officine		Consumi domestici	3,3	32,3
gas	0,5		10,2	100,-
Centrali elettriche	2,3	Impiego utile	10,2	
Trasmissioni	0,1	Perdite e storni	18,8	
Impiego	14,0	Produzione totale	29,0	
Altre ⁺⁾	1,1			
	18,8			

^{o)} per i coefficienti di conversione e la fonte v. tab. 3.

⁺⁾ comprende tra l'altro l'incremento netto degli stocks, e gli idrocarburi usati come materia prima nell'industria.

Tab. 7 - CONSUMO DEI PRINCIPALI PRODOTTI PETROLIFERI IN
ITALIA - 1938 - 1956.

(10³ t)

	<u>1938</u>	<u>1950</u>	<u>1952</u>	<u>1954</u>	<u>1956</u>
Benzina avio	...	15	30	32	50
" " auto	455	655	900	1.170	1.445
Carbur. per tur= boreattori	-	-	10	36	100
Petrolio	170	185	206	185	165
Gasolio	261	725	1.065	1.417	1.732
Olio combusti= bile +)	935	2.300	3.075	4.600	6.400
Gas di petrolio °)					
liquefatti	...	35	120	290	400

+) con compreso il consumo nelle raffinerie

°) quantità irrilevanti

Fonti - Rivista Italiana del Petrolio ed.: Guida Italiana del Petrolio, Roma 1954 - U.P. (Unione Petrolifera): Statistiche petrolifere Italiane e internazionali 1950-1954, Roma 1955 - per il 1956: rilevazioni del Comitato Consumi dell'U.P.

Tab. 8 - VARIAZIONE DEI PREZZI REALI DI ALCUNE FONTI D'ENERGIA IN DIVERSI PAESI - 1913 - 1953

(1937 - 1)

Stati Uniti				Gran Bretagna				Francia			
Carbone	Olio combustibile	Elettri= città	gas natur.	Carbone	Olio combustibile	Elettri= città		Carbone	Olio combustibile città	Elettri=	
1913	0,78	...	1,70	...	0,87	1,54	2,20	0,78	...	...	
1924	1,10	1,37 ⁺)	1,10	1,60	0,97	1,12	1,30	0,80	...	0,90	
1937	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	
1946	1,26	0,97	0,60	0,72	1,54	1,11	0,70	1,23	...	0,40	
1953	1,22	0,99	0,40	0,80	1,29	0,95	0,40	1,33	0,85 ^{oc)}	0,40 ^{oc)}	

o) prezzi correnti dalle singole fonti divisi per l'indice dei prezzi all'ingrosso

+) 1925

oc) 1952

Fonte: Relazione A/Conf. 8/T/757 presentata alla Conferenza di Ginevra citata.

**Tab. 9 - PREVISIONE DI PRODUZIONE E CONSUMO INTERNO DI
ENERGIA NEI PAESI OECE - 1960 e 1975 +)**

(10⁶ t c.e.; ipotesi "intermedia" di sviluppo dei consumi)

	1955		1960		1975	
	quant.	%	quant.	%	quant.	%
CONSUMO	730	100	840	100	1200	100
Produzione:						
Comb. fossili sol.	509	69	535	64	555	46
petrolio	13	2	25	3	50	4
gas naturale	5	1	10	1	20	2
elettr.idraulica	57	8	75	9	130	11
comb. nucleari	-	-	-	-	5	0
Totale	584	80	645	77	760	63
DEFICIT	146	20	195	23	440	37
IMPORTAZIONI NETTE:						
carbone	29	4	40	5	50	4
petrolio	117	16	155	18	315	26
combust.nucleari	-	-	-	-	75	7
Totale	146	20	195	23	440	37

+) coefficienti di conversione in carbone equivalente:

1 Kg. lignite - 0,30 Kg. c.e. 1 Kg. petrolio greggio = 1,40 Kg.
1 mc gas naturale - 1,33 " c.e. 1 " prod. petrol. - 1,50 Kg.

1 kWh - 0,40 Kg. c.e. per tutto il periodo considerato

Fonte: O.E.C.E., Europe's Growing Needs of Energy - Parigi, 1956

= A P P E N D I C E =Nota sui bilanci dell'energia.

Un'indagine statistica completa sull'impiego delle fonti di energia in un dato Paese dovrebbe prendere in considerazione le quantità prodotte o comunque inizialmente disponibili (bilancio di immissione dell'energia lorda), e seguirle attraverso i passaggi intermedi fino al loro impiego presso gli utenti finali (bilancio di impiego dell'energia utile). Senonchè una tale indagine incontra varie difficoltà, di ordine sia concettuale sia pratico, queste ultime legate essenzialmente alla scarsità di dati in materia. Ci limitiamo a ricordarne le principali:

- a) l'energia termica e l'energia meccanica - trasformabili l'una nell'altra secondo ben noti principi fisici - e a maggior ragione l'energia elettrica, rappresentano entità essenzialmente diverse tra loro dal punto di vista che qui ci interessa; qualunque sistema comune di misura appare arbitrario;
- b) fonti differenti di energia vengono ricavate l'una dall'altra;
- c) i rendimenti, specie nell'impiego finale, sono difficili da valutare, essendo diversi per le varie fonti, e per una stessa fonte a seconda degli usi; per uno stesso uso, inoltre, a seconda delle caratteristiche dell'apparecchio utilizzatore.

Onde arrivare ad espressioni quantitative la cui determinazione non sia troppo laboriosa, ci si limita il più delle volte a stendere il bilancio di immissione, procedendo nel

modo seguente:

- 1) si considerano le fonti primarie indipendentemente dalle successive trasformazioni;
- 2) di tali fonti si valuta il contenuto massimo teorico di energia, indipendentemente dalle perdite di lavorazione e trasporto, dagli storni verso usi non energetici, dal rendimento effettivo di impiego. Poichè la variazione delle scorte è in genere esigua, in un sistema chiuso la "produzione", l' "input" del linguaggio anglosassone, il "consumo lordo" assumono in pratica lo stesso significato;
- 3) nel caso dei combustibili si valuta il contenuto suddetto facendo riferimento al potere calorifico inferiore (escluso cioè il calore di condensazione del vapore acqueo prodotto durante la combustione); il potere calorifico si misura in kilocalorie. Poichè un Kg. di buon carbone ha un p.c.i. di oltre 7.000 kcal/Kg. il contenuto di energia può esprimersi in tonnellate di "carbone equivalente", poniamo, da 7.400 kcal/Kg. Ma poichè 860 kcal sono l'equivalente termico di 1 kWh, il contenuto di energia può altresì esprimersi in kWh, considerando l' "equivalente di elettricità" secondo il potere calorifico; (*)
- 4) nel caso delle risorse idrauliche il contenuto massimo teorico di energia si ha dividendo i kWh ottenuti in centrale per il rendimento della trasformazione (oggi circa il 75%); il risultato va conver-

(*) Si tenga presente, a scanso di equivoci, che il kWh è unità di misura dell'energia; quindi, in particolare, anche dell'energia elettrica.

tito in calorie o carbone equivalente, se tale è l'unità adottata. Con minore "purismo" altri studiosi valutano l'energia idroelettrica secondo la quantità di carbone necessaria per ottenere un ugual numero di kWh in centrale termica (oggi $0,4-0,5$ Kg. per kWh come valore medio, a seconda del peso rispettivo delle vecchie e delle nuove centrali nel Paese considerato). Altri studiosi infine non introducono alcun fattore moltiplicativo.

Con riferimento a carbone da 7.400 kcal/Kg. i tre procedimenti equivalgono a convertire i kWh rispettivamente in $0,455$ Kg. carbone, $0,500$ Kg., $0,416$ Kg. A seconda del coefficiente scelto, il bilancio dell'energia di uno stesso Paese viene pertanto a configurarsi in modo diverso, se l'energia idroelettrica vi compare in proporzione non esigua; per l'intelligenza dei risultati è necessario far chiaro ogni volta il procedimento seguito.

Altri studiosi invece apportano correzioni ai coefficienti di conversione risultanti dal potere calorifico, per tener conto in prima approssimazione delle differenze di rendimento che esistono di fatto tra le varie fonti di energia, indipendentemente dalla loro effettiva distribuzione nei vari impieghi. Altri studiosi infine eseguono i calcoli partendo dalle fonti secondarie e risalendo alle primarie attraverso opportuni coefficienti.

Il carattere convenzionale e forzatamente approssimato di queste elaborazioni risulta chiaro da quanto precede: ma ciò non infirma l'utilità loro.

Nel testo e nelle tavole qui di seguito si è avuta occasione di usare bilanci dell'energia calcolati con criteri e

procedimenti diversi; però, tranne quello della tab. 6, si tratta sempre di bilanci di immissione, relativi cioè al consumo lordo; l'aggettivo "interno" allude all'esclusione dei bunkeraggi marittimi.

ECONOMIA E POLITICA ECONOMICA DEGLI IDROCARBURI

Evoluzione e struttura dell'Industria mineraria degli idrocarburi	V - B, 1
Evoluzione e struttura della lavorazione e distribuzione dei prodotti petroliferi	V - B, 2
L'importanza degli idrocarburi come fonti di energia.	V - B, 3