

**ENERGIA E SVILUPPO**

**1. PREMESSA**

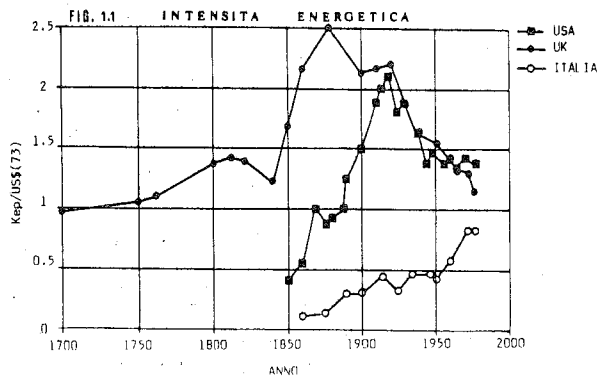
“La rivoluzione industriale ha il suo capitale nelle miniere” (1), da quelle di carbone, a quelle di ferro, a quelle di rame, ecc.

La miniera, poiché consuma costantemente il proprio capitale, è soggetta alla legge dei rendimenti decrescenti. Le prime quantità si estraggono facilmente, ma la difficoltà progredisce man mano che lo sfruttamento prosegue; difficoltà che si traduce in maggior costo. Sotto questa spinta i rendimenti delle macchine convertitrici di energia progressivamente aumentarono.

Ciò nonostante i consumi energetici nella rivoluzione industriale crebbero in maniera vertiginosa, combinandosi l'aumento dei consumi pro-capite con l'aumento della popolazione; contemporaneamente aumentò il reddito pro-capite.

Un indice interessante da esaminare è l'intensità energetica, cioè il rapporto fra consumi di energia e Prodotto Interno Lordo (PIL).

L'intensità energetica ci informa su quanto efficientemente venga usata l'energia al fine di produrre reddito in un sistema sociale. Una analisi condotta sui dati storici del Regno Unito, degli USA e dell'Italia mostra che l'intensità energetica presenta l'andamento tipico delle curve logistiche (2) (fig. 1.1).



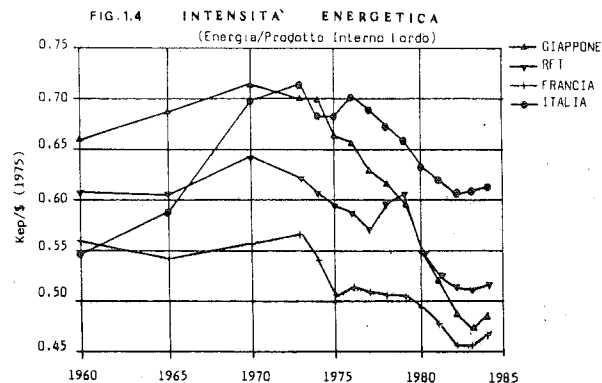
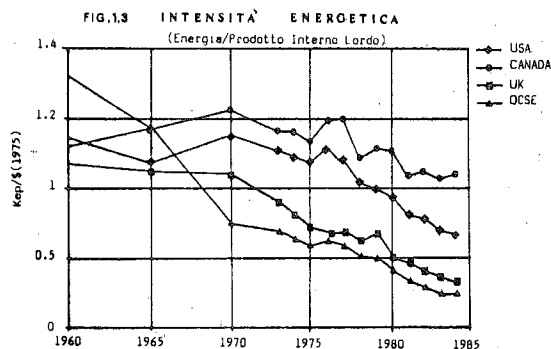
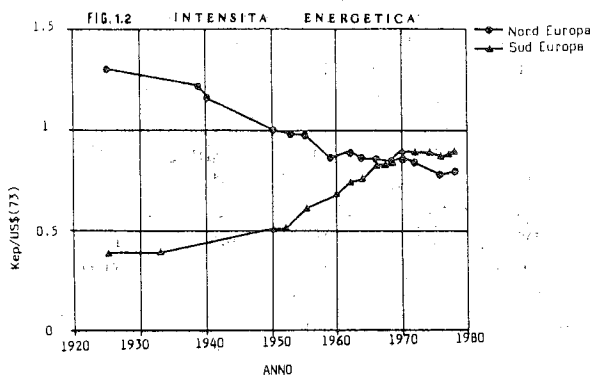
Il processo può spiegarsi con il progressivo miglioramento delle tecnologie di conversione energetica, ed in generale dell'impiego dell'energia a fini produttivi, dovuto ad una razionalizzazione e maturazione del sistema produttivo nel suo complesso.

Ovviamente tale processo si manifesta necessario proprio per quella prima citata legge dei rendimenti decrescenti, che fa aumentare il costo delle materie prime di origine fossile, man mano che l'utilizzazione aumenta.

(\*) Dipartimento di Energetica - Università di Palermo.

Dalla figura si può anche osservare che il massimo per gli USA è più basso che per il Regno Unito, e che quello per l'Italia è più basso di quello statunitense; si può cioè dedurre che l'intensità energetica massima di un paese sulla strada dell'industrializzazione non può superare quella raggiunta nello stesso periodo dai paesi di più antica industrializzazione.

Se la curva di fig. 1.1 è generale ed estensibile, come appare (3,4) dalle figg. 1.2, 1.3 e 1.4, allora i paesi che si affacciano alla industrializzazione oggi non hanno altra scelta che costruirsi un sistema energetico produttivo ad alta efficienza, non minore di quella media dei paesi più sviluppati.



Dunque, la vita è molto più dura per i nuovi venuti. E del resto nulla di strano, in un mondo in cui lo sviluppo si è basato su risorse non rinnovabili e finite: i primi hanno tutto a portata di mano, ed agli ultimi rimane da grattare il fondo.

Ma quanto rimane in questo fondo di barile?

Per quanto riguarda il petrolio le riserve accertate alla fine del 1986 (5) erano tali da garantire una durata pari a 32,5 anni.

Per il gas naturale il rapporto R/P mondiale è di 58,7 anni (6).

Il combustibile notoriamente più diffuso sulla terra è il carbone, per il quale il rapporto R/P nell'86 era di 226 anni (7).

Alla luce di tutto ciò, un incremento dei consumi energetici dei PVS non può certo poggiare le sue basi sul petrolio o sul gas naturale. Rimangono, fra le fonti tradizionali non rinnovabili, il carbone e l'uranio.

Il primo presenta enormi problemi di trasporto ed inquinamento, oltre a produrre una semplice posposizione del problema alle prossime generazioni; l'energia nucleare, che potrebbe - con i reattori autofertilizzanti - soddisfare parte della domanda futura, è di fatto improponibile per i PVS perché presupporrebbe una elettrificazione totale di paesi sconfinati e spesso poco densamente abitati.

A tutto ciò va aggiunto il fatto che il mondo industrializzato ha prontamente reagito alla crisi energetica accelerando il processo di razionalizzazione del sistema energetico nazionale, e riducendo l'intensità energetica, come appare evidente dalle figg. 1.3 e 1.4, che mostrano l'andamento della densità energetica dei principali paesi industrializzati negli ultimi 25 anni.

Italia e Giappone hanno rapidamente superato il massimo di E/PIL fra il '70 ed il '75; Francia e Germania, paesi di più antica industrializzazione, e che fra il 1960 ed il 1970 avevano mostrato un leggero aumento del rapporto E/PIL, dovuto al prezzo abnormemente basso del petrolio, riprendono la discesa a partire dal 1973 (anno della crisi petrolifera).

Analogo comportamento mostrano USA e Canada, mentre l'Inghilterra procede con coerenza verso valori più bassi di intensità energetica in tutto il periodo.

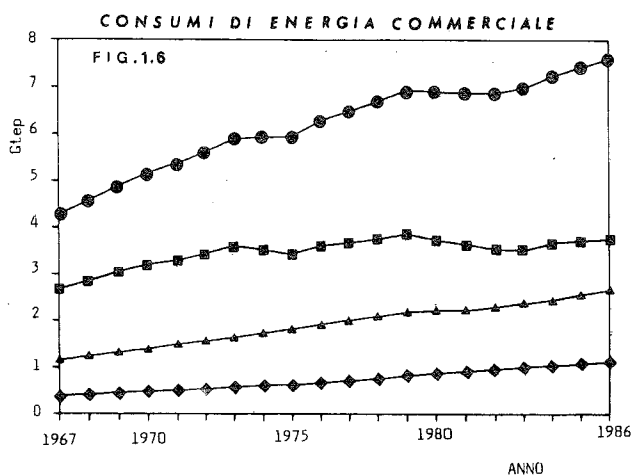
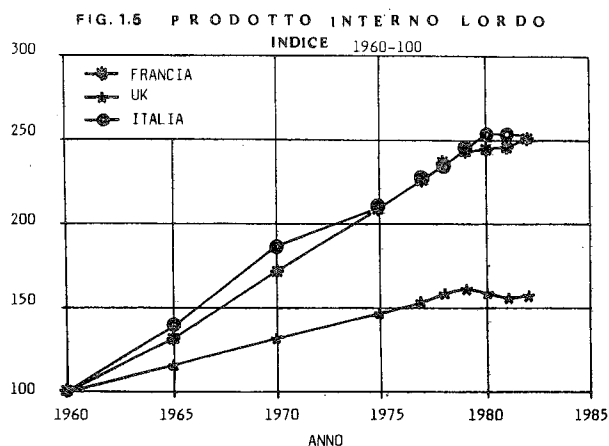
C'è ancora da notare che nell'ultimo quinquennio l'intensità energetica della Francia, della Germania Federale e dell'Italia si è attestata su valori molto vicini fra loro e bassi ( $\approx 0.5 \text{ kep}/\$$ ); quasi doppi sono i valori relativi a USA e Canada, mentre in mezzo si situa Regno Unito e Giappone.

Lo sviluppo industriale europeo e nord-americano ha portato una rapida crescita del benessere sociale ed individuale, il che - sia pure in modo imperfetto, come meglio sarà mostrato in seguito - si traduce in un aumento del Prodotto Interno Lordo. In un periodo di floridezza economica di un paese, quindi, il PIL aumenta con il tempo, come mostrato in fig. 1.5.

### 1.1. I P.V.S. E L'ENERGIA

In fig. 1.6 sono mostrati i consumi mondiali di energia commerciale (8) (combustibili fossili + energia idroelettrica + energia geotermoelettrica + energia nucleare) dal 1967 al 1986. I consumi sono anche disaggregati per grandi aree politico-economiche: OCSE\*, Paesi ad Economia Pianificata\*\*, Paesi in Via si Sviluppo\*\*\*.

Nel panorama mondiale solo l'OCSE mostra di tendere ad una stabilizzazione o diminuzione dei con-



sumi; l'andamento di tutti gli altri è di decisa crescita, e questi "altri" rappresentano oggi poco meno della metà dei consumi mondiali.

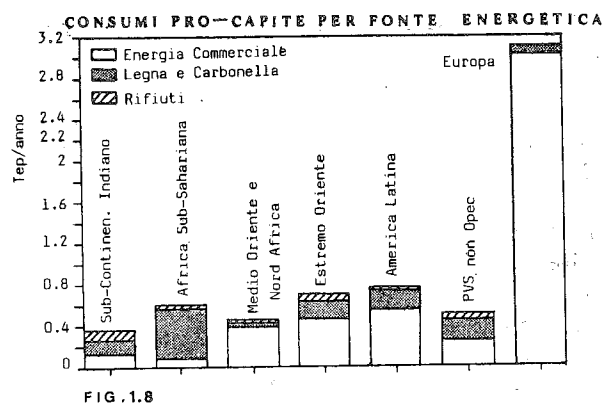
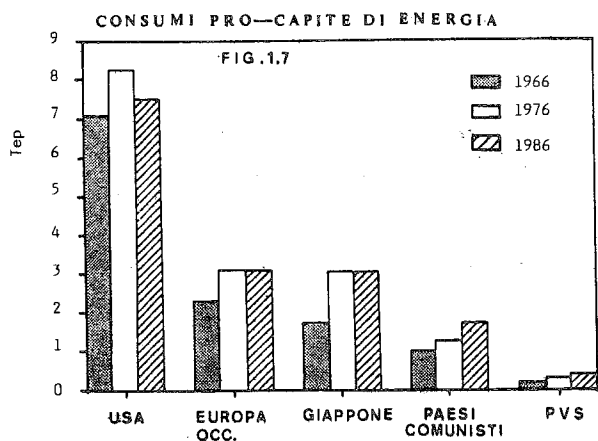
I consumi di energia commerciale dei PVS, nel 1986, rappresentano il 12% del totale, con una popolazione pari a circa il 60% di quella mondiale (9). Considerando i consumi pro-capite, si può osservare che un abitante dei pvs consuma, in media, circa 1/20 di un nord americano ed 1/8 di un europeo (10) (fig. 1.7).

Occorre però mettere subito in evidenza che la analisi dei soli consumi di energia commerciale porta a notevoli errori di valutazione. Infatti, mentre nei paesi industrializzati il ruolo della legna, e della carbonella nell'insieme dei consumi energetici è quasi del tutto trascurabile, lo stesso non può dirsi per i PVS, dove non solo legna e carbonella hanno un ruolo preminente, ma anche residui agricoli ed animali costituiscono combustibili essenziali alla sopravvivenza e vengono impiegati in grandi quantità. In molti paesi del terzo mondo la biomassa è il combustibile che copre fino oltre il 90% dei consumi totali (v. fig. 1.8 (11) e Tab. 1.1).

\* Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico, di cui fanno parte: Australia, Austria, Belgio, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Giappone, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Nuova Zelanda, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Federale Tedesca, Spagna, Stati Uniti, Svezia, Svizzera, Turchia.

\*\* Albania, Bulgaria, Cecoslovacchia, Cina, Corea del Nord, Mongolia, Polonia, Repubblica Democratica Tedesca, Romania, Ungheria, Unione Sovietica, Vietnam.

\*\*\* P.V.S., che includono tutti i paesi non facenti parte dell'OCSE e dei Paesi ad economia pianificata.



Tab. 1.1 - Utilizzazione energetica del legno e del carbone da legno nell'Africa sub-sahariana - anno 1979 (15, 16)

Paese	Popolazione totale (milioni)	Popolazione urbana (% pop. tot.)	Legna e carbonella (% cons. tot.)
Ciad	4.4	18	96
Burkina Faso	5.6	9	93
Etiopia	30.9	15	92
Tanzania	18.0	12	92
Ruanda	4.9	4	91
Sierra Leone	3.4	25	89
Malawi	5.8	10	89
Repubblica Centrafricana	2.0	41	88
Mali	6.3	20	84
Benin	3.4	14	83
Nigeria	82.6	20	81
Sudan	17.9	25	81
Gambia	.6	0	80
Niger	5.3	13	82
Burundi	4.0	2	77
Kenia	15.3	14	76
Uganda	12.8	12	75
Mozambico	10.2	9	74
Guinea-Bissau	.8	0	71
Madagascar	8.5	18	70
Guinea	5.3	18	68
Camerun	8.2	35	68
Mauritius	.9	0	68
Angola	6.9	21	63
Liberia	1.8	33	62
Congo	1.5	45	59
Costa d'Avorio	8.2	38	53
Zaire	27.5	34	48
Somalia	3.8	30	44
Ghana	11.3	36	43
Mauritania	1.6	23	39
Senegal	5.5	25	38
Togo	2.4	20	38
Gabon	.6	0	33
Zimbabwe	7.1	23	32
Zambia	5.6	38	26

La maggior parte dei consumi di legna è da attribuirsi al settore residenziale, e civile in generale, per la cottura dei cibi e l'eventuale riscaldamento degli ambienti, come mostrato nella tabella 1.2, che fa riferimento alla sola America Latina (12), e nella tabella 1.3, relativa ad alcuni paesi africani (13). Va pure osservato che l'energia viene usata come una efficienza molto bassa, come si può dedurre dalla fig. 1.9 (14), in cui si vede che nei Paesi industrializzati il consumo pro-capite per la cottura dei cibi è parecchie volte inferiore

Tab. 1.2 - Contributo della biomassa ai consumi energetici del settore residenziale, commerciale e pubblico nei Paesi latino-americani

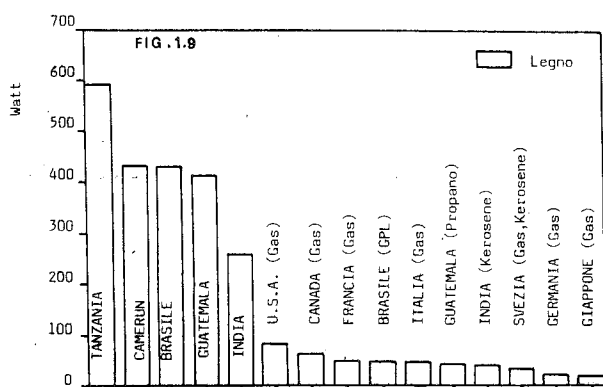
Paese	% del consumo totale del settore
<i>America Centrale</i>	
Costa Rica	76.6
El Salvador	92.0
Guatemala	90.4
Honduras	88.9
Nicaragua	82.2
Panam	66.9
<i>Caraibi</i>	
Grenada	43.3
Haiti	98.6
Jamaica	8.1
Repubblica Dominicana	79.7
Surinam	53.5
Trinidad e Tobago	< 10
<i>Regione Andina</i>	
Bolivia	48.3
Colombia	66.1
Cile	40.6
Equador	62.0
Perù	64.5
Venezuela	0.5
<i>Regione sud-est</i>	
Argentina	3.8
Uruguay	56.7
Brasile	68.6

Tab. 1.3 - Consumi energetici, commerciali e non, nel settore domestico, anno 1980 (N.C. = Non Commerciale)

Paese	Totali PJ	N.C./Tot. %	Dom/Tot. %	N.C. Dom/Tot. Dom %
Angola	105	74.3	56.2	96.6
Botswana	22	54.6	50	90.9
Kenia	332	71.7	58.4	94.9
Lesotho	24	75	75	88.9
Niger	33	82	84	99.4
Malawi	165	91	41.2	99.3
Mozambico	282	88	76.2	98.6
Sierra Leone	46	78.8	68.1	95.8
Swaziland	24	62.5	20.8	80
Tanzania	439	90.4	64.9	98.6
Zambia	150	57.4	48.6	95.9
Zimbabwe	244	51.3	45.9	96.6

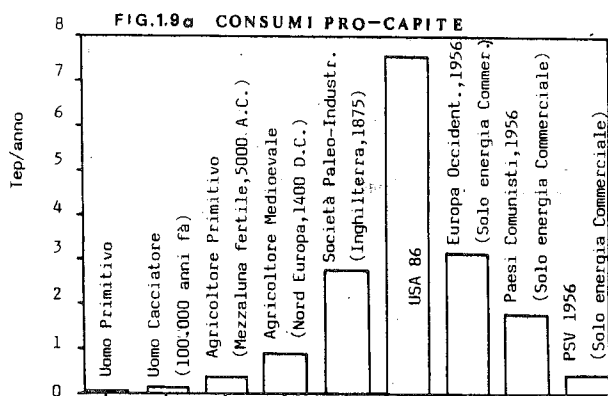
a quello dei Paesi in via di sviluppo. E non tutta la differenza - ovviamente - può essere attribuita a diverse abitudini culinarie.

Ai consumi di legna, di deiezioni animali essiccate ed usate come combustibili e di residui agricoli, bisogna aggiungere l'energia fornita dalla forza muscolare animale.



Si stima che più di 400 milioni di animali da tiro e da soma forniscono energia per l'agricoltura in circa il 50% di tutta la terra coltivata nel mondo (v. tab. 1.4 e 1.5) e che oltre 25 milioni di veicoli trainati da animali siano operativi, sia in aree rurali che urbane, specialmente in paesi asiatici (17).

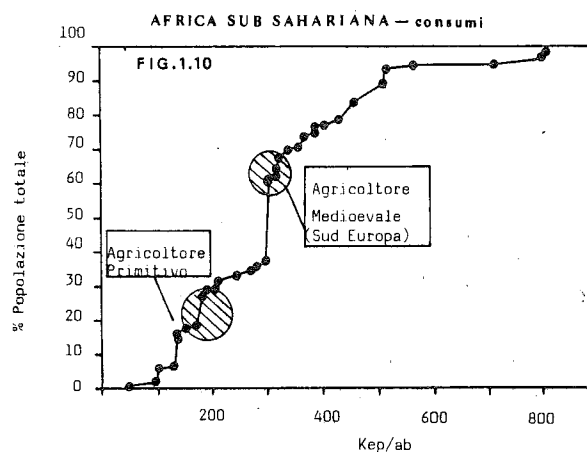
Pur tenendo conto di tutto ciò, il consumo medio pro-capite nei PVS non raggiunge i 600 kep/anno, ponendosi quindi fra l'agricoltore primitivo e quello medioevale (v. fig. 1.9 a).



Tab. 1.4 - Animali da tiro e da soma nei PVS

Specie	Numero (milioni)
Bovini	246
Bufali	60
Cavalli	27
Muli	10
Asini	40
Cammelli e Dromedari	16
Lama	1
Totale	400

In più può stimarsi una popolazione di 20.000 elefanti impegnati nel trasporto.



Se poi andiamo ad analizzare un'area specifica, l'Africa sub-sahariana, troviamo che (v. fig. 1.10) circa il 50% della popolazione consuma quanto o meno di quanto si stima consumasse un uomo al tempo degli eroi di Omero.

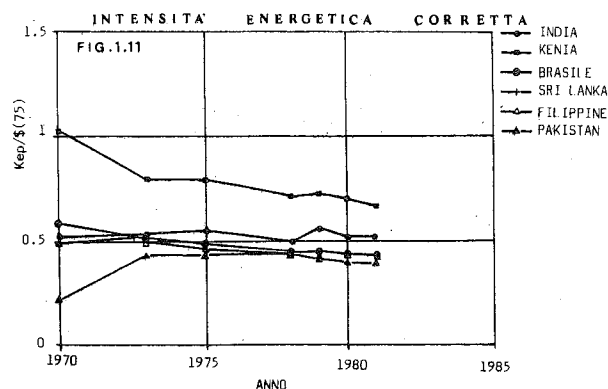
Se prendiamo in considerazione gli indicatori economici, troviamo che - restando sempre nella stessa area geografica - il Prodotto Interno Lordo per il 50% della popolazione, nel 1979, era inferiore a 500 \$/ab (19) (fig. 1.11).

Tab. 1.5 - Capacità di tiro e potenza erogata di diverse specie di animali.

SPECIE	Peso (kg)	Velocità (km/h)	Tiro (kg)	Potenza (CV)
<i>Cavallo</i>				
leggero	385	4.0	39	0.6
medio	500	4.0	50	0.7
pesante	850	4.0	85	1.3
<i>Mulo</i>				
leggero	200	4.0	20	0.3
pesante	600	4.0	60	0.9
<i>Asino</i>				
leggero	190	4.0	19	0.3
pesante	300	4.0	30	0.4
<i>Bue</i>				
leggero	210	2.7	21	0.2
medio	450	2.7	45	0.5
pesante	900	2.7	90	0.9
<i>Bufalo</i>				
leggero	400	2.7	40	0.4
medio	650	2.7	65	0.7
pesante	900	2.7	90	0.9
<i>Cammello, Dromedario</i>				
leggero	370	4.0	37	0.5
pesante	600	4.0	60	0.9
<i>Elefante</i>				
medio	2900	2.0	230	1.7
pesante	3600	2.0	285	2.1
<i>Cane</i>				
leggero	21	8.5	2	0.06
pesante	43	8.5	4	0.1

Per avere un punto di riferimento si pensi che, riportato al potere di acquisto ed in dollari 1979, il PIL pro-capite in Inghilterra nel 1700 era 650\$, e 850\$ nel 1750 (19).

All'inizio della rivoluzione industriale l'Inghilterra era quindi molto più ricca dell'Africa sub-sahariana all'inizio degli anni '80.



## 1.2. IL PRODOTTO INTERNO LORDO COME INDICE DI BENESSERE

A proposito del PIL pro-capite come indice del benessere della popolazione di un paese occorre però fare alcune considerazioni, per evitare che si arrivi a conclusioni errate.

Per confrontare il PIL pro-capite di un paese in via di sviluppo con quello di un paese industrializzato viene di solito eseguita una traduzione in dollari USA in modo da ottenere valori monetari omogenei; per compiere questa traduzione, si usa il tasso di cambio. Questa operazione è tanto meno corretta quanto più povero è il paese in esame. Osserva Sylos Labini (20):

“Supponiamo che il salario per un giorno di lavoro comune sia in India pari ad una rupia e, negli Stati Uniti, pari ad un dollaro:

Se ci fosse completa mobilità di lavoratori fra i due paesi, il cambio dovrebbe essere 1:1. Se invece possono spostarsi solo le merci e non i lavoratori (salvo casi sporadici) e se negli Stati Uniti la produttività, nel settore delle merci, è dieci volte maggiore che in India, la merce costa 1 giorno di lavoro nel primo paese e 10 giorni nel secondo, cosicché negli Stati Uniti il prezzo di una data merce è di un dollaro e in India 10 rupie.

Dunque, se sono trasferibili solo le merci, il cambio è 1:10. Il cambio effettivo tende appunto a livellarsi su tale valore, non sull'altro. Se però il reddito indiano, misurato in rupie, è composto per il 70% di merci e per il 30% di servizi, il cambio, che dipende solo dal rapporto fra i prezzi delle merci, tenderà a sottovalutare il potere d'acquisto interno del reddito monetario indiano rispetto all'incidenza dei servizi ...

Le diverse remunerazioni dei servizi influiscono sulla stessa valutazione delle merci. Infatti, in un paese sottosviluppato, nel quale i servizi di riparazione costano molto meno che in un paese progredito, numerose merci - scarpe, vestiti, mobili e anche case, automobili -, a parità di caratteristiche tecnologiche, possono durare e durano assai di più che nell'altro paese, giacché è conveniente farle riparare più volte: per stimare il potere d'acquisto imputabile al cittadino medio, in India lo stesso paio di scarpe, al netto del costo dei servizi, vale due o tre volte di più che negli Stati Uniti. (Venti anni fa in Italia conveniva far “risolare” le scarpe diverse volte; oggi, come negli Stati Uniti, non conviene più).

Dunque, il tasso di cambio effettivo non coincide affatto con quello che occorre usare per trasformare il reddito individuale di un paese arretrato in unità monetarie di un paese progredito, se si vuole individuare il rapporto fra i poteri d'acquisto dei due redditi: l'errore in cui si incorre e quindi la correzione da introdurre non sono di poco conto ...”

Tenendo conto degli studi condotti in proposito da parte di alcuni economisti, in particolare di I. B. Kravis, Sylos Labini propone di applicare una correzione ai redditi individuali calcolati nel modo consueto.

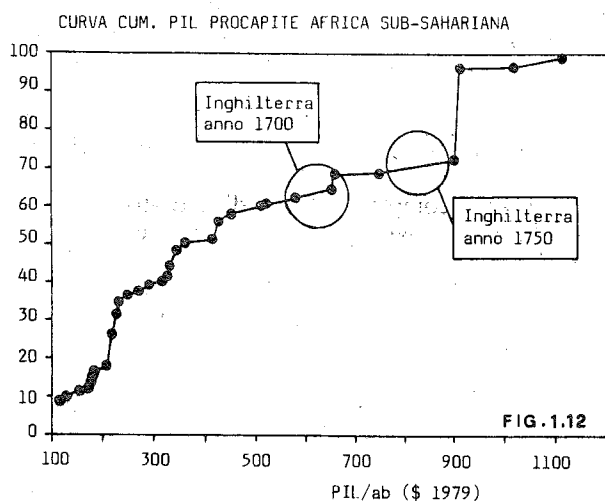
La correzione proposta da Sylos Labini, applicata al PIL pro-capite, può porsi sotto la forma:

$$PIL^* = (PIL)^{3/4} \cdot (PIL_{USA})^{1/4}$$

dove:

PIL\* = Prodotto Interno Lordo pro-capite corretto  
 PIL = PIL pro-capite calcolato col metodo tradizionale  
 PIL<sub>USA</sub> = PIL pro-capite negli Stati Uniti.

In fig. 1.12 è riportato l'andamento della densità energetica, calcolata - per sei paesi in via di sviluppo - come rapporto fra i consumi energetici totali (cioè inclusi i consumi di energia non commerciale) ed il PIL corretto (21).



Tab. 1.6 - Importazioni di energia commerciale espressi in percentuale delle esportazioni totali di alcuni paesi dell'Africa sub-sahariana.

PAESE	A N N O	
	1960	1981
Burkina Faso	38	71
Etiopia	11	44
Tanzania	—	50
Malawi	—	15
Rep. Centrafricana	12	1
Mali	13	—
Sudan	8	44
Niger	6	23
Kenia	18	63
Madagascar	9	13
Camerun	7	13
Liberia	3	24
Congo	25	7
Costa d'Avorio	5	21
Somalia	4	2
Mauritania	39	—
Senegal	8	77
Togo	10	18

Tab. 1.7 - Impegni finanziari per fonte energetica.

FONTE ENERGETICA	FONTE FINANZIAMENTO PROGETTI					
	ONU		multi/bi-laterali		IDA e WB	
	milioni \$	%	milioni \$	%	milioni \$	%
Conservazione	53.0	1.90	5.2	.38	86.7	2.53
Pianificazione	78.5	2.82	1.1	.08	13.5	.39
Non specifica	34.1	1.23	72.3	5.23	2.5	.07
Idraulica (grande scala)	2068.0	74.33	1159.8	83.89	1331.7	38.79
Mini-idraulica	—	—	4.1	.30	—	.00
Legna da ardere	354.4	12.74	52.8	3.82	1986.9	57.88
Biomassa	30.4	1.09	13.0	.94	1.7	.05
Sole	15.1	.54	.2	.01	—	—
Vento	6.3	.23	2.4	.17	—	—
Grad. Term. Ocean.	1.3	.05	—	—	—	—
Geotermia	138.5	4.98	68.5	4.95	9.6	.28
Scisti	1.8	.06	—	—	—	—
Torba	.3	.01	3.1	.22	—	—
Trazione animale	.5	.02	—	—	.2	.01
<b>TOTALE</b>	<b>2782.2</b>	<b>100.00</b>	<b>1382.5</b>	<b>100.00</b>	<b>3432.8</b>	<b>100.00</b>

### 1.3. GLI INVESTIMENTI NEL SETTORE ENERGETICO NEI PVS

E' ormai da qualche tempo riconosciuta la criticità del nodo energia nella più generale problematica dello sviluppo del Terzo Mondo. E non soltanto perché l'energia è alla base di qualsiasi attività, ma anche per-

\* La durata si misura come rapporto R/P, Riserve/Produzione, cioè le riserve di petrolio che rimangono alla fine di un anno divise per la produzione dello stesso anno.

ché già oggi la bolletta energetica di gran parte dei PVS è insostenibile, come mostra la tab. 1.6, relativa ad alcuni paesi africani (7).

Da ciò la necessità di destinare alle tecnologie energetiche quote crescenti degli investimenti disponibili per i PVS. Così i prestiti della Banca Mondiale nel settore dell'energia sono passati da circa 1 miliardo di dollari all'anno nel 1976-1978 a 2.2 miliardi di dollari all'anno nel 1979-1981 a 3.3 nel 1982-1984 (4).

Una larga parte degli investimenti è stata destina-

ta alle fonti energetiche rinnovabili, anche come risultato della *United Nations Conference on New and Renewable Sources of Energy*.

Come ha risposto la comunità internazionale alle istanze dei PVS ed alle decisioni di Nairobi? Esaminiamo alcuni dati, forniti dalle Nazioni Unite (22) e relativi agli impegni di risorse a favore di Paesi in Via di Sviluppo nel quadriennio 1980-1984 (tab. 1.7).

Si può osservare che la stragrande maggioranza delle risorse è destinata ai grandi impianti idraulici (centrali idroelettriche), mentre alle fonti energetiche diffuse (biomassa, sole, vento e trazione animale) è destinata una quota praticamente irrilevante.

Al secondo posto troviamo la legna da ardere ed al terzo la geotermia.

Questo tipo di allocazione delle risorse riflette gli interessi e la cultura dominante sia dei paesi donatori che di quelli ricettori: vengono preferiti mega-investimenti su pochi progetti (va qui puntualizzato che i progetti relativi alla legna da ardere sono - in termini di flusso finanziario - quasi esclusivamente destinati a giganteschi programmi di riforestazione).

#### NOTE BIBLIOGRAFICHE

1. MUNFORD L. - op. cit.
2. COLOMBO U., BERNARDINI O. (1979) - *Low Energy Growth Scenario And The Perspectives For Western Europe*. Commission of the European Communities, Bruxelles.
3. COLOMBO U., BERNARDINI O. - op. cit.
4. AA.VV. (1986) - *Energia e Idrocarburi*. ENI.
5. AA.VV. (1987) - *BP Statistical Review of World Energy*. The British Petroleum Company.
6. *BP Statistical Review of World Energy*, op. cit.
7. *BP Statistical Review of World Energy*, op. cit.
8. *BP Statistical Review of World Energy*, op. cit.
9. *Energia e Idrocarburi*, op. cit.
10. *BP Statistical Review of World Energy*, op. cit.
11. UNITED NATIONS (1983) - *1981 Yearbook of World Energy Statistics*. United Nations, New York.
12. FARINELLI U., BODRIA L., GALLI R. (1985) - *Tecnologie energetiche: criteri di intervento ed esigenze di know-how*. Atti del Convegno su "Genio Rurale per il progresso dell'agricoltura dei Paesi emergenti", Reggio Emilia.
13. RIZZO G. ET AL. (1986) - *Residential Energy Use in LDC's: Guidelines for the Analysis of Low Income African Countries*. Lawrence Berkeley Laboratory report.
14. GOLDEMBERG J. ET AL. (1987) - *Energy for Development*. World Resources Institute, Washington.
15. THE WORLD BANK (1984) - *Toward a Sustained Development in Sub-Saharan Africa*. The World Bank, Washington D.C.
16. *1981 Yearbook of World Energy Statistics*, op. cit.
17. MUNZINGER P. (1984) - *Draught Animal Utilization*, Gate, No 1/84, Eschborn.
18. MUNZINGER P., op. cit.
19. LANDES D.S., op. cit.
20. SYLOS LABINI P. (1983) - *Il Sottosviluppo e l'economia contemporanea*. Laterza, Bari.
21. LEACH G. ET AL. (1985) - *Energy and Development - A Comparison of 13 Countries*, CEE.
22. UNITED NATIONS (1984) - *Activities And Financial Flows In Implementation of The Nairobi Programme of Action*. United Nations, New York.

