

Laboratorio di
Risorse- Economia- Ambiente

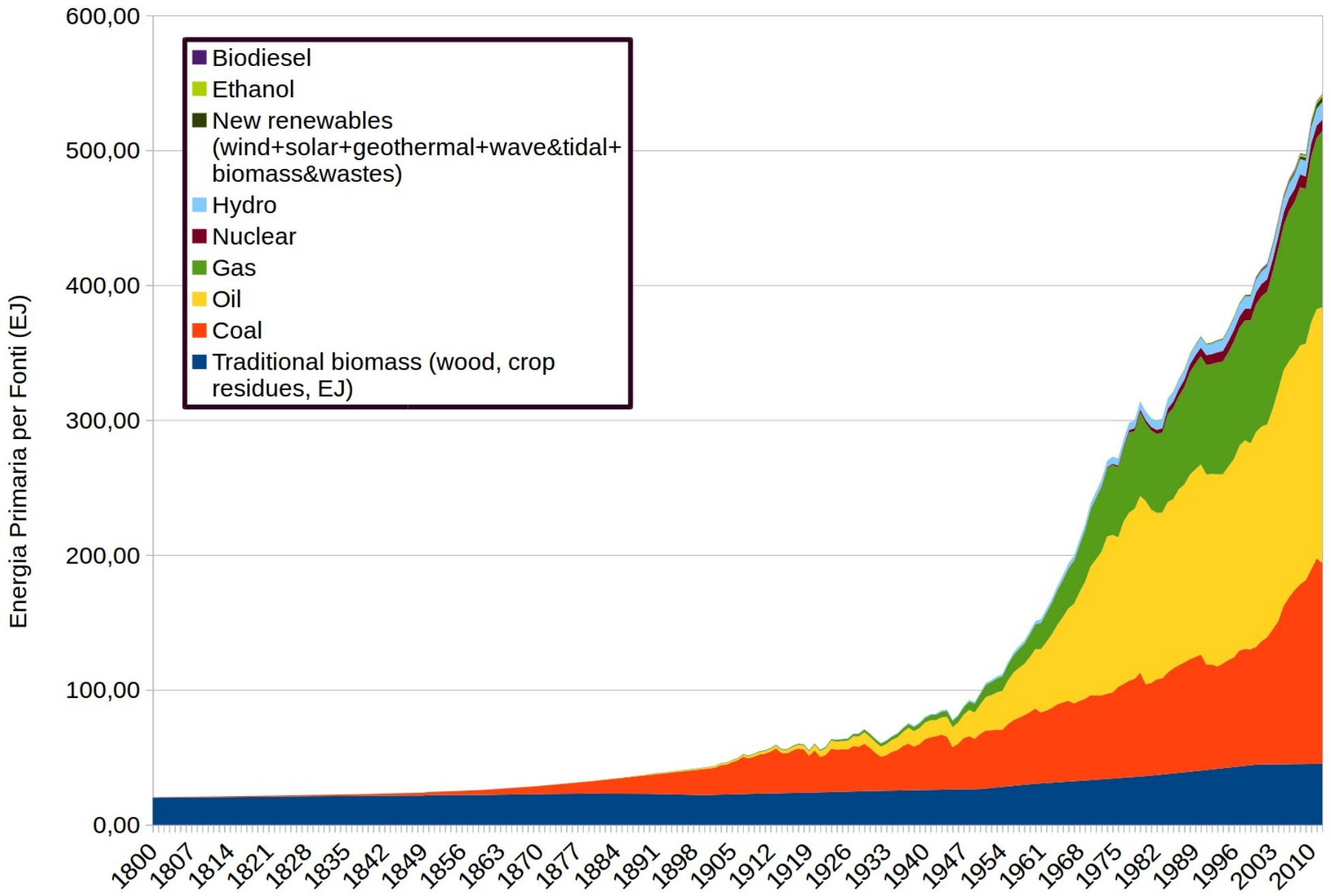
Lezione 6

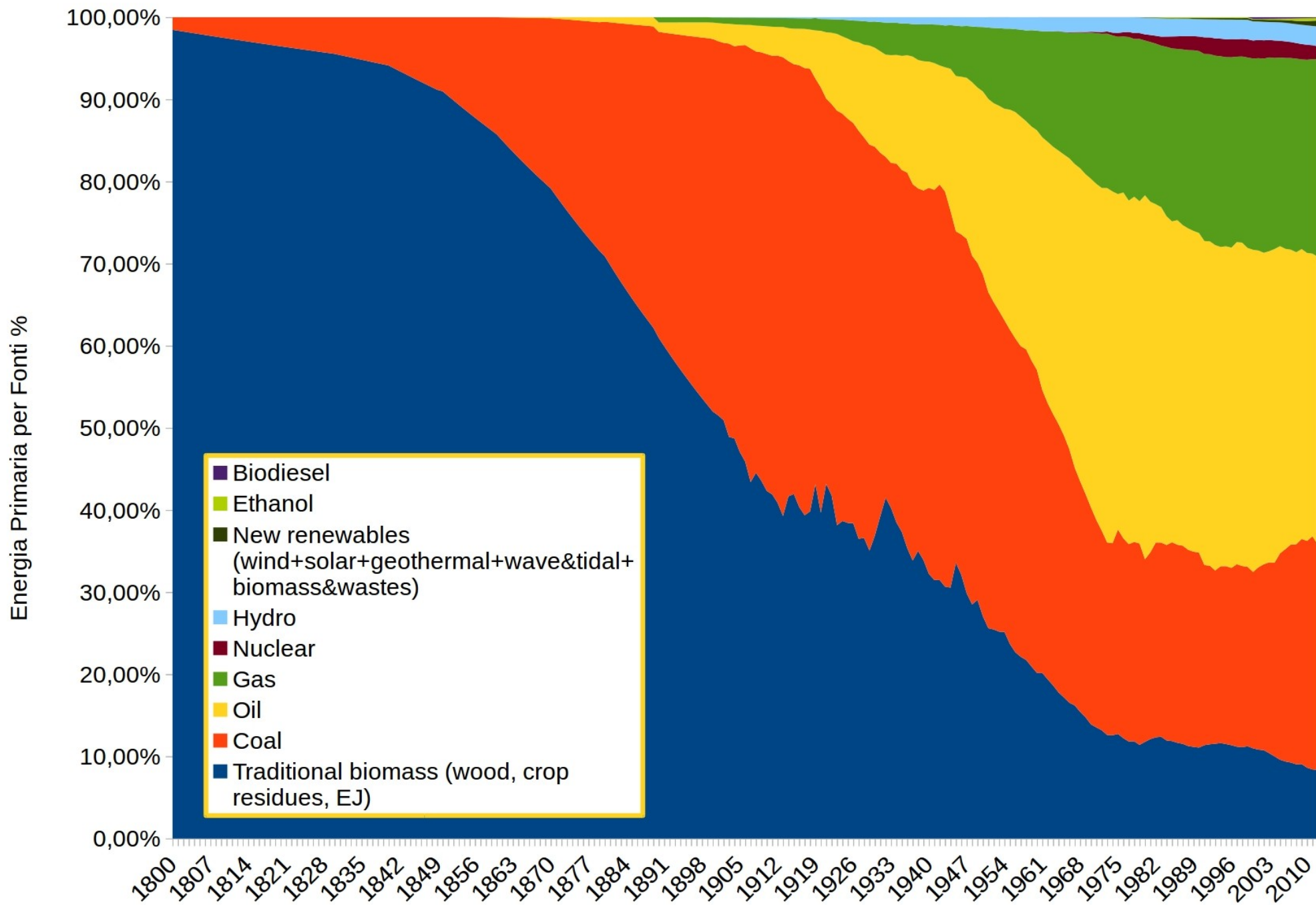
Giovedì 12 marzo 2020

**L'era dei combustibili
fossili.**

L'energia del sistema industriale in prospettiva storica.

Le due figure che seguono mostrano l'evoluzione dei consumi energetici globali dal 1800 al 2012. La prima in EJ (Exa-Joules = 10^{18} Joule). Quello che si apprende da queste figura è che nel 1800 quasi il 100% dell'energia primaria consumata era biomassa (ovviamente l'energia fornita da uomini e animali come pure quella dei mulini ad acqua e a vento non è riportata perché difficilmente quantificabile). Secondo aspetto è il fatto che le successive transizioni energetiche, con l'espansione del contributo del carbone e poi l'ingresso di petrolio e gas, nucleare e rinnovabili si vedono solo aggiunte di nuovi contributi, ma mai reali sostituzioni. Come si vede infatti anche se percentualmente la biomassa pesa sempre meno la quantità assoluta di biomassa usata a fini energetici non è mai diminuita. Ovviamente **combustibili fossili hanno sostituito prevalentemente il lavoro umano ed animale e le forme «inanimate» del vento e delle cadute d'acqua utilizzate con i mulini.**





Fonti energetiche

Sostanze e flussi che possono essere utilizzate per produrre energia utile, direttamente o tramite uno o più processi di conversione.

- **Primari/e**: sostanze che non hanno ancora subito alcuna conversione tecnica; il termine energia primaria si riferisce al contenuto energetico dei vettori primari e dei flussi di energia primari. Dall'energia primaria (eolica, solare ecc.) o vettori di energia primaria (carbone, lignite, petrolio greggio, biomassa) può essere prodotta energia secondaria o un vettore di energia secondaria.

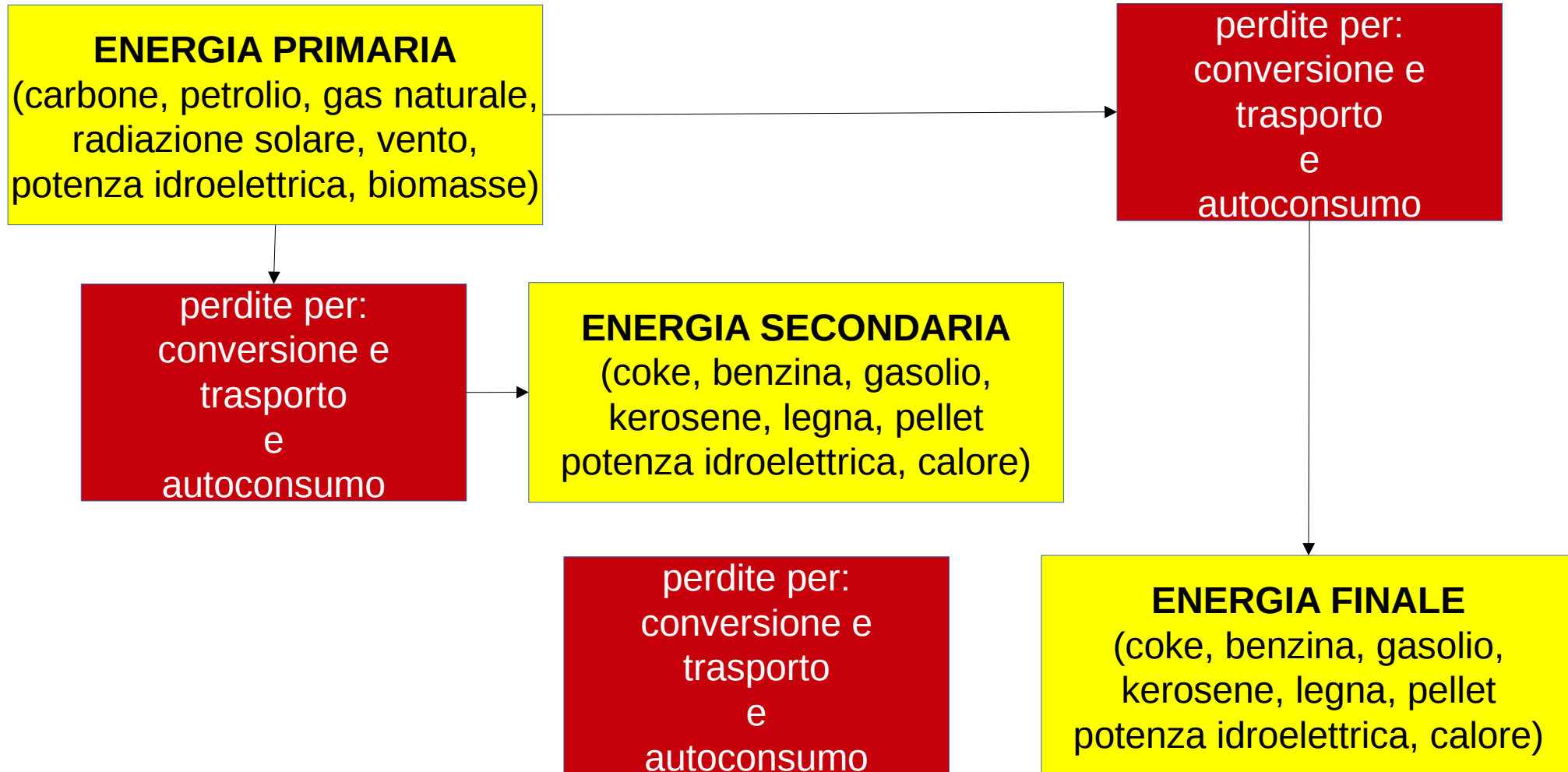
- **Secondari/e**: vettori energetici prodotti da primari o da altri vettori energetici secondari, direttamente o da uno o più processi tecnici di conversione (benzina, gasolio, olio di colza, energia elettrica). L'energia secondaria si riferisce al contenuto di energia del vettore di energia secondaria e al corrispondente flusso di energia. Questa trasformazione di energia primaria è soggetta a perdite di conversione e/o di distribuzione.

- **Finali**: flussi di energia consumati direttamente dall'utente finale (olio combustibile pronto all'uso all'interno di un serbatoio, trucioli di legno davanti al forno di combustione, teleriscaldamento alla sottostazione dell'edificio). Risultato

della conversione di vettori secondario ed eventualmente primari meno perdite di conversione e distribuzione. Disponibili per la conversione in energia utile.

- **Energia utile**: quella a disposizione del consumatore dopo l'ultimo passo di conversione per soddisfare i ripetitivi requisiti e richieste di energia (riscaldamento, preparazione dei cibi

Fonti energetiche, energia primaria, secondaria, usi finali dell'energia.



Perché siamo così tanto interessati ai combustibili fossili?

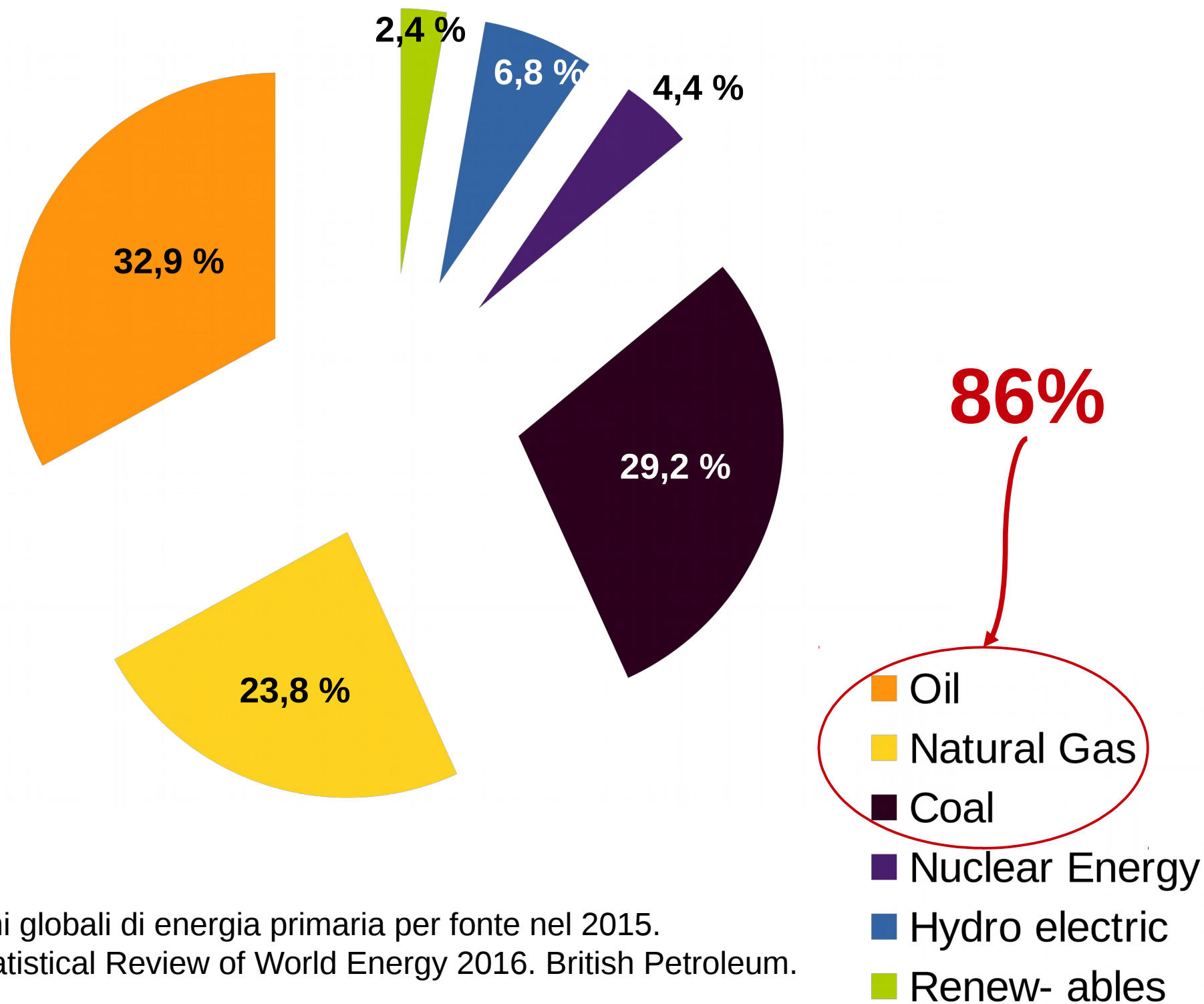
Perché nel 2015 essi coprivano l'86% dei consumi di energia primaria globale e nel 2016 l'83.2%. Comunque un chiaro segno di declino. Tornano all'85% nel 2017. E all'85,2% nel 2018.

I dati riportati nelle figure di questa lezione sono presi dalla Statistical Review of Energy World della British Petroleum. Il database che ogni anno l'azienda petrolifera mette online gratis.

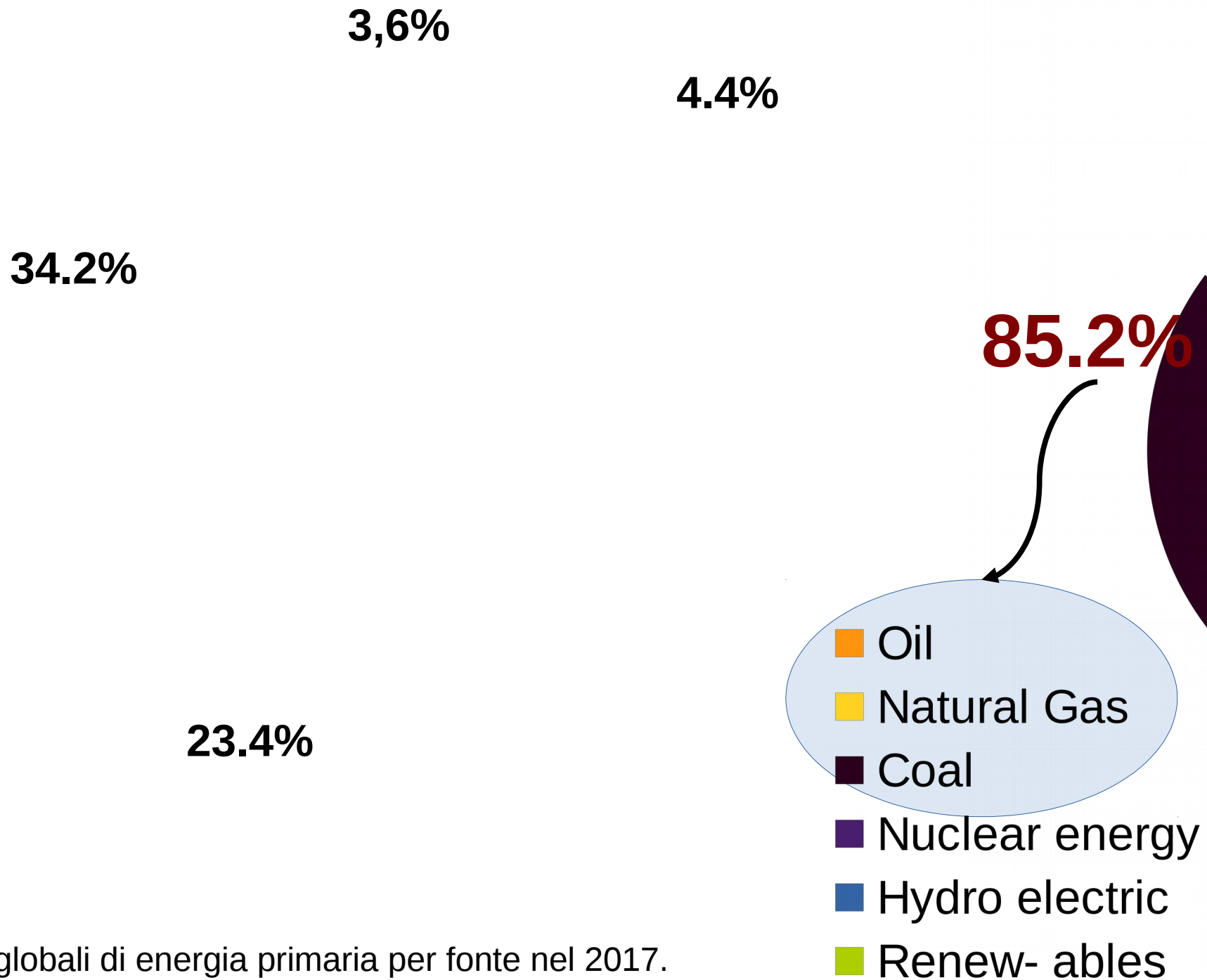
La metrica (cioè la scelta delle unità di misura dell'energia) è spesso discutibile come molti altri aspetti di questo database, ma, come si dice, “a caval donato non si guarda in bocca”.

Almeno in prima battuta. Vedremo nel corso delle lezioni che invece cercheremo di sviluppare una critica dei dati energetici disponibili.

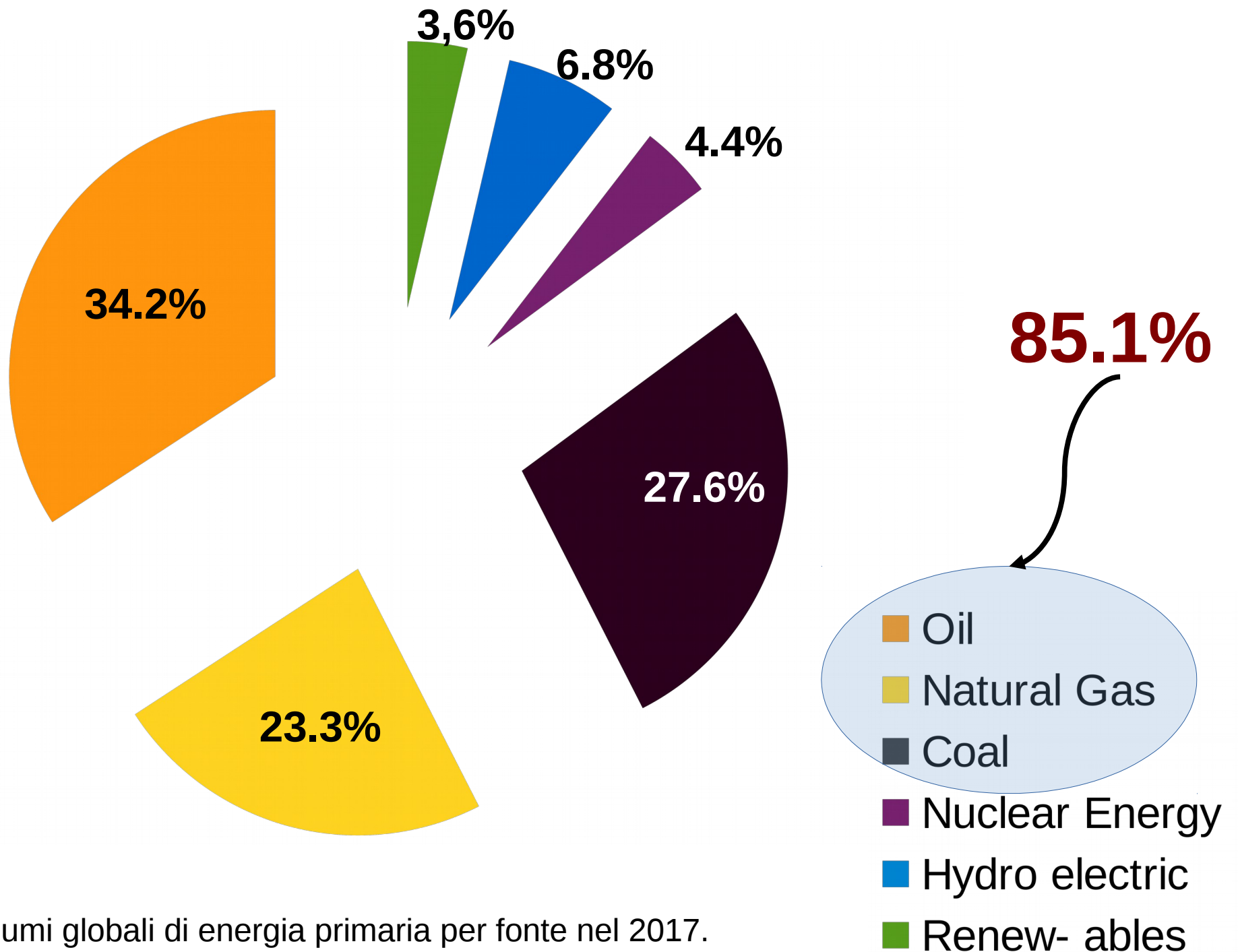
Le altre principali fonti di dati sono l'International Energy Agency (IEA), l'Energy Information Agency del DoE USA (EIA), l'OPEC, e, per il modesto prezzo di circa 1 milione di dollari, un database proprietario di IHS di cui parleremo in seguito. Poi ci sono database di singoli studiosi che possono non avere l'autorevolezza loro conferita dai media (che tendono a prendere per oro colato tutto quello che è presentato sotto forma di dati numerici, come se i numeri, in quanto tali, non fossero discutibili), ma hanno il pregio di essere indipendenti da istituzioni politiche ed economiche. Fra questi consiglio il sito di ASPO-France dove si trovano gli articoli di Jean Laherrere e il “Campbell's Atlas of Oil and Gas Depletion”. Esiste anche una pubblicazione periodica intitolata “The Oil Age” che non ha superato il terzo anno di pubblicazione i cui numeri sono disponibili in rete gratuitamente.



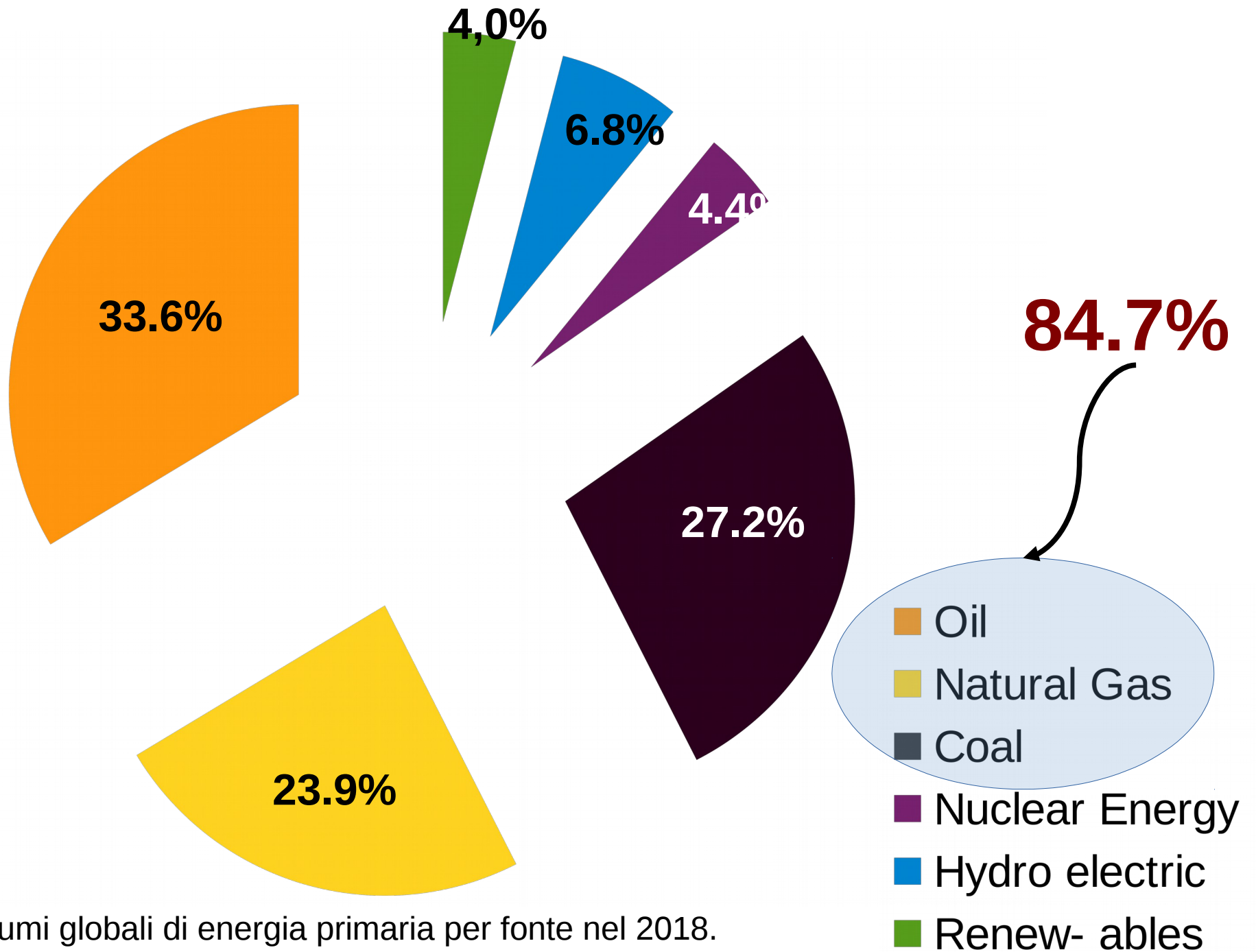
Consumi globali di energia primaria per fonte nel 2015.
Dati: Statistical Review of World Energy 2016. British Petroleum.



Consumi globali di energia primaria per fonte nel 2017.
Dati: Statistical Review of World Energy 2018. British Petroleum.

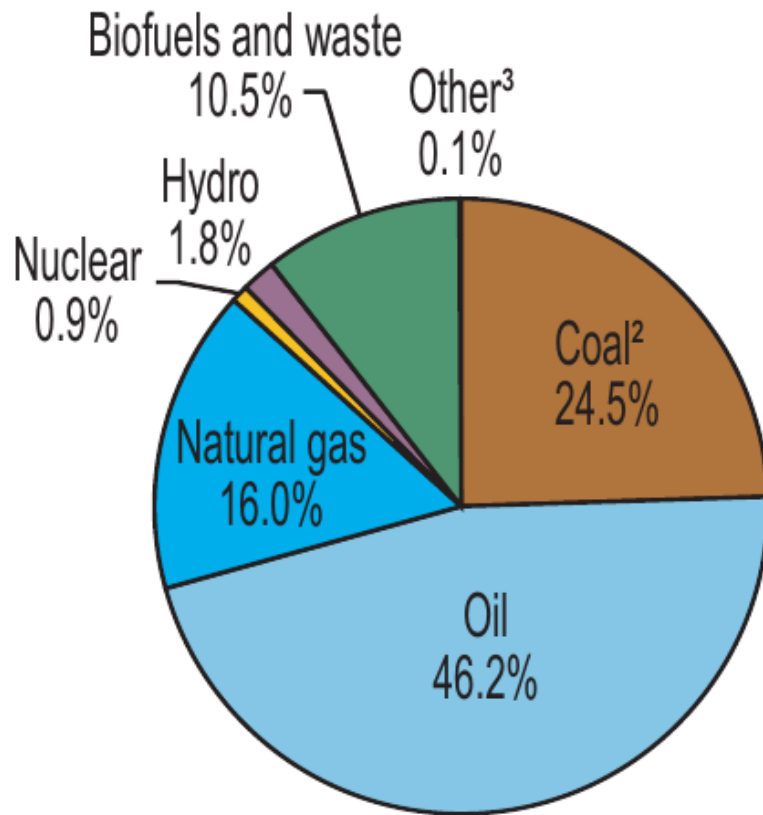


Consumi globali di energia primaria per fonte nel 2017.
 Dati: Statistical Review of World Energy 2019. British Petroleum.



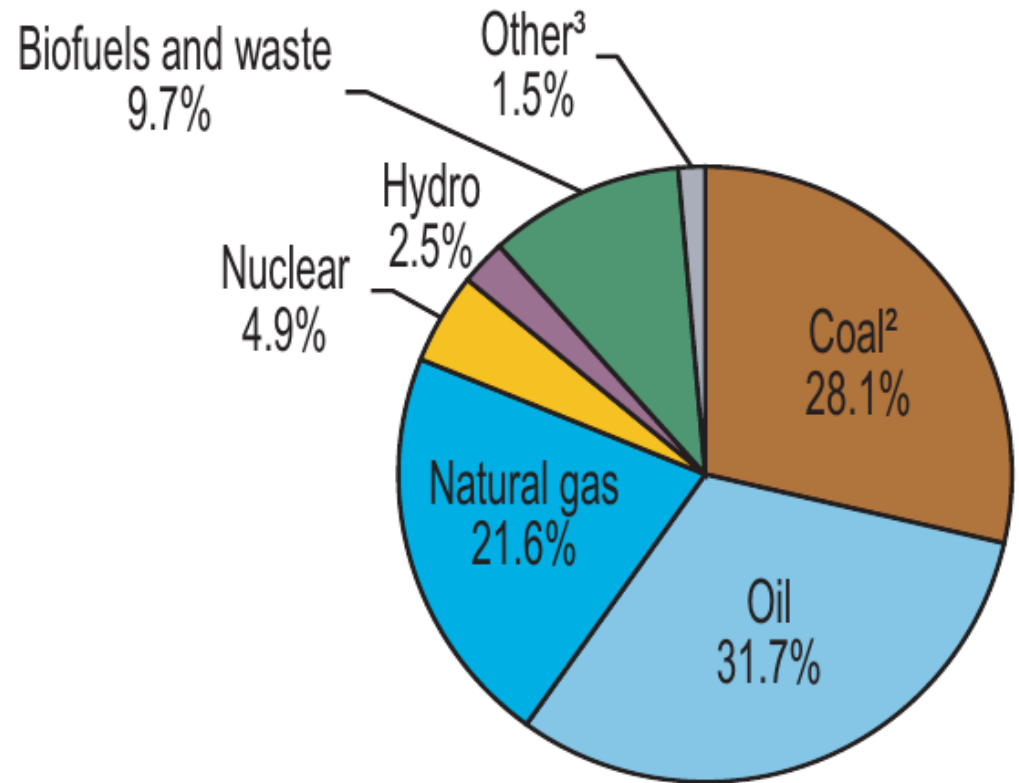
Consumi globali di energia primaria per fonte nel 2018.
 Dati: Statistical Review of World Energy 2019. British Petroleum.

1973



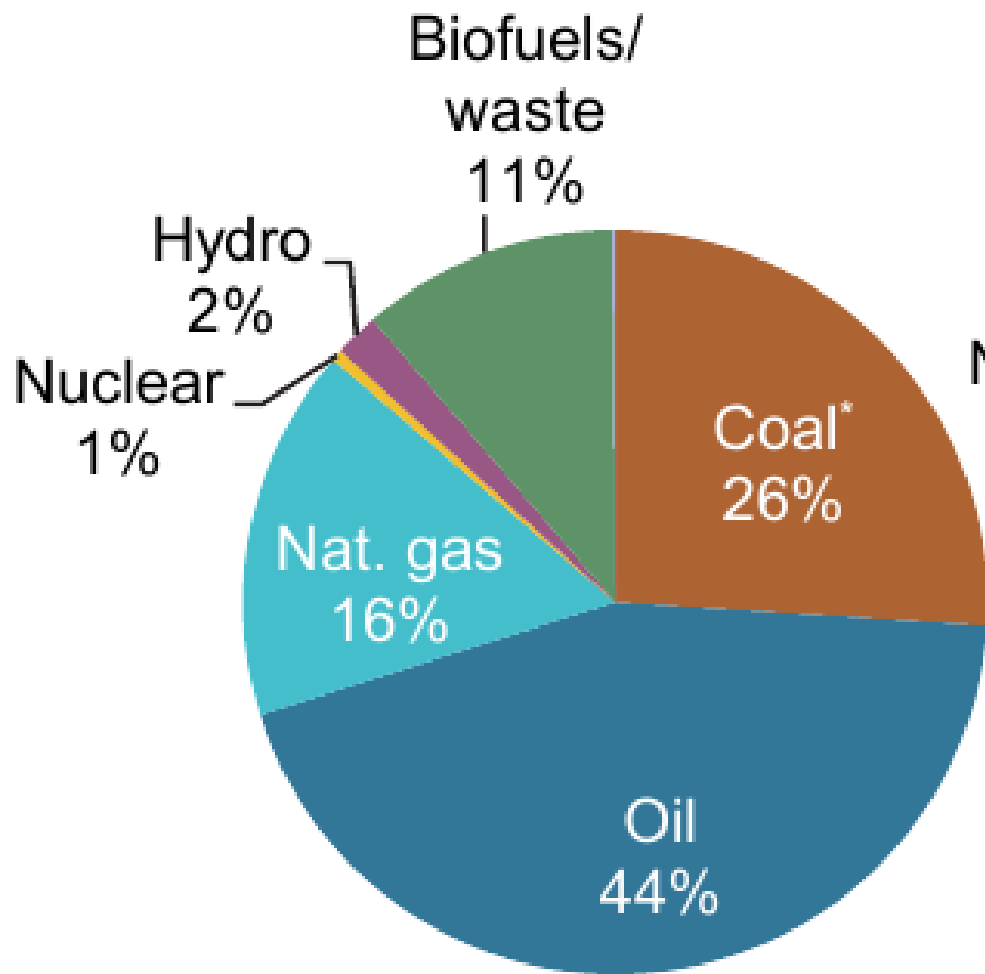
6 101 Mtoe

2015



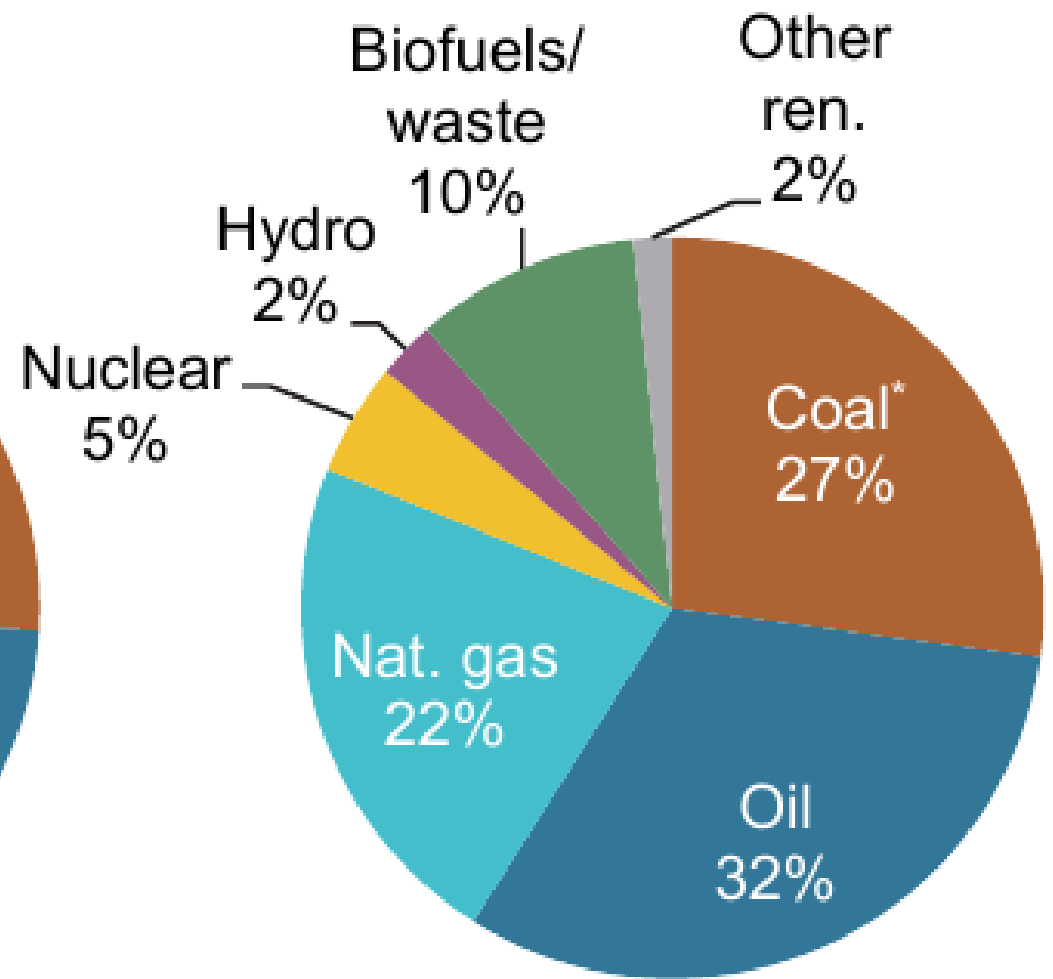
13 647 Mtoe

1971



5 523 Mtoe

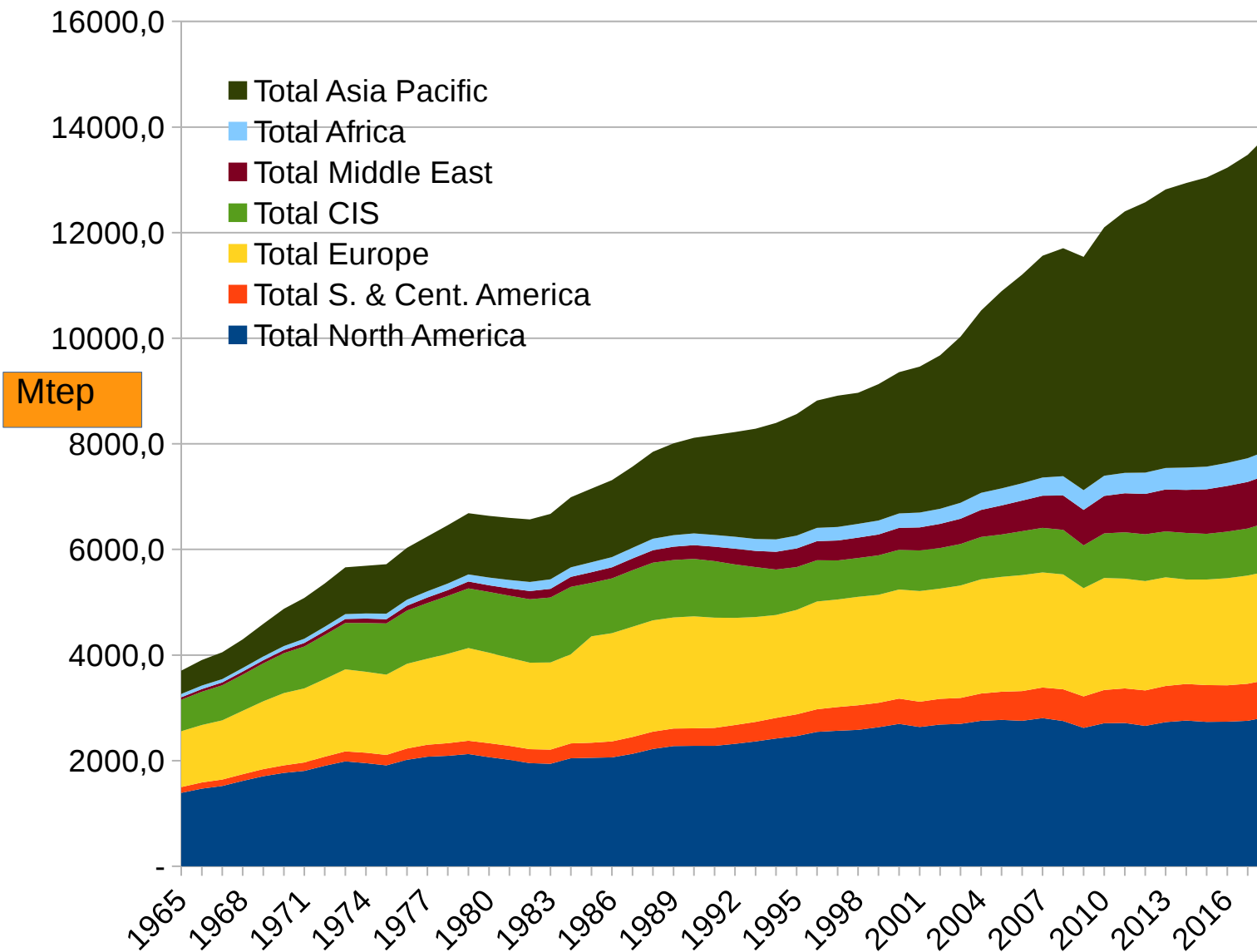
2016



13 761 Mtoe

Tot (2018) = 13864,9 Mtep = 580 EJ => 18,4 TW

BP statistical review 2019



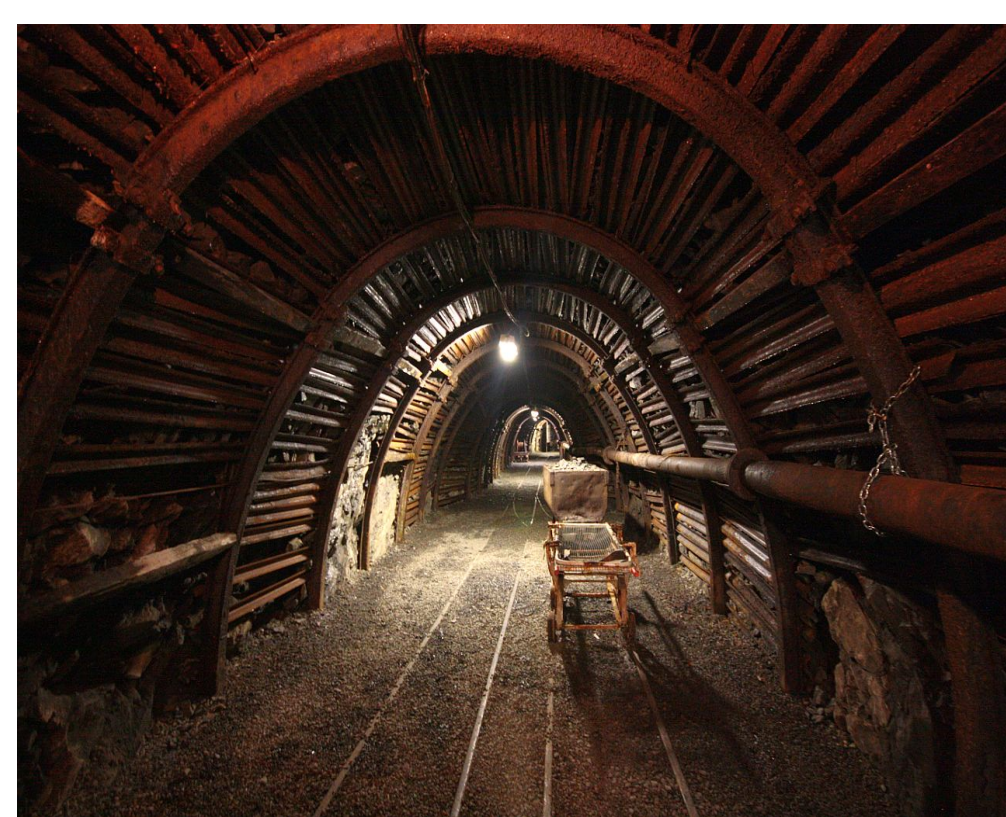
CONSUMI DI ENERGIA PRIMARIA PER AREA GEOGRAFICA

La produzione, cioè l'estrazione dei combustibili fossili (carbone, petrolio e gas) dal sottosuolo, diventa sempre più importante a partire dalla metà del XVIII secolo. Carbone e idrocarburi vengono estratti in modo diverso da diverse aziende. Le tecniche estrattive saranno perciò esaminate separatamente.

Per quanto riguarda il carbone si possono individuare due modalità. La prima è la miniera sotterranea tradizionale, fatta di pozzi per scendere nel giacimento e gallerie per estrarre la materia prima. La seconda sono le miniere a cielo aperto che sono molto più impattanti dal punto di vista ambientale e che si adattano allo sfruttamento di giacimenti che non sono troppo profondi (oltre i 500-1000 metri). Fra le miniere a cielo aperto sono particolarmente distruttive quelle ottenute attraverso la tecnica della rimozione delle cime delle montagne (Mountain Top Removal) praticata ad esempio in West Virginia nella regione degli Apalachi. Un documentario su questa tecnica realizzato con la regia di Rita Rocca, è stato trasmesso nel 2016 nella trasmissione "Scala Mercalli" su RAI3 e può essere visto su youtube <https://www.youtube.com/watch?v=-Vk7eSwJge8>.

Produzione di carbone

Miniere tradizionali
Miniere a cielo aperto
Mountain top removal



Miniera nel Sulcis.
Sardegna.



MINIERA IN CINA



MINIERA
SOTTERRANEA
MODERNA

MINIERA A CIELO APERTO





GERMANIA



AUSTRALIA

Mountain top removal negli Apalachi



Vedere il [documentario](#) realizzato da Rita Rocca nella trasmissione di RAI 3 Scala Mercalli il 27 marzo 2016.



Il carbone è la materia prima energetica più a buon mercato per la generazione elettrica. Ed è quindi stato il combustibile d'elezione dei paesi in via di sviluppo. Cina, India, Sud Africa figurano fra i principali produttori e consumatori.

La Cina è il principale produttore (e consumatore) di carbone del mondo. Il carbone è stato il principale motore del suo sviluppo industriale negli ultimi decenni. Lo stesso, anche se in misura minore, si può dire dell'India. I primi 11 produttori elencati nella seguente tabella, coprono il 94% della produzione mondiale. Pari a quasi 4 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio.

I principali produttori di carbone (2018) in Mtep

China	1828,8
US	364,5
Indonesia	323,3
India	308,0
Australia	301,1
Russian Federation	220,2
South Africa	143,2
Colombia	57,9
Kazakhstan	50,6
Poland	47,5
Germany	37,6

Produzione globale 2018: 3916,8 Mtoe +
4% rispetto al 2017.

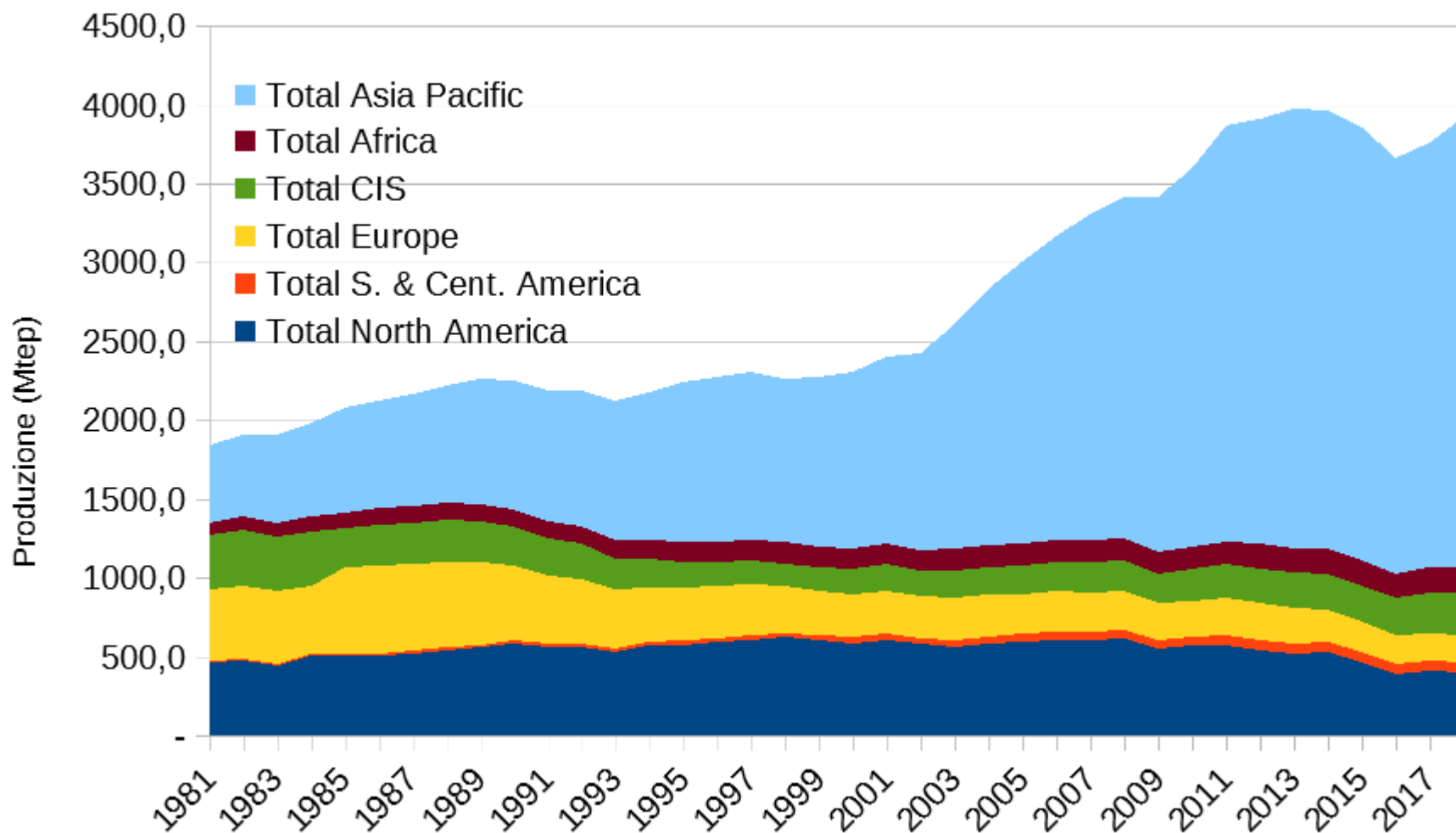
94% della produzione globale

Unità = Milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. Mtep

Storico della produzione di carbone in Mtep per area geografica fino al 2018

Commercial solid fuels only, i.e. bituminous coal and anthracite (hard coal), and lignite and brown (sub-bituminous) coal and other commercial solid fuels. Includes coal produced for Coal-to-Liquids and Coal-to-Gas transformations.

- Total Asia Pacific
- Total Africa
- Total Middle East
- Total Europe & Eurasia
- Total S. & Cent. America
- Total North America



I principali consumatori di carbone (2018)

China	1906,7
India	452,2
US	317,0
Japan	117,5
South Korea	88,2
Russian Fed.	88,0
South Africa	86,0
Germany	66,4
Indonesia	61,6
Poland	50,5
Australia	44,3
Turkey	42,3
Kazakhstan	40,8
Taiwan	39,3
Canada	14,4

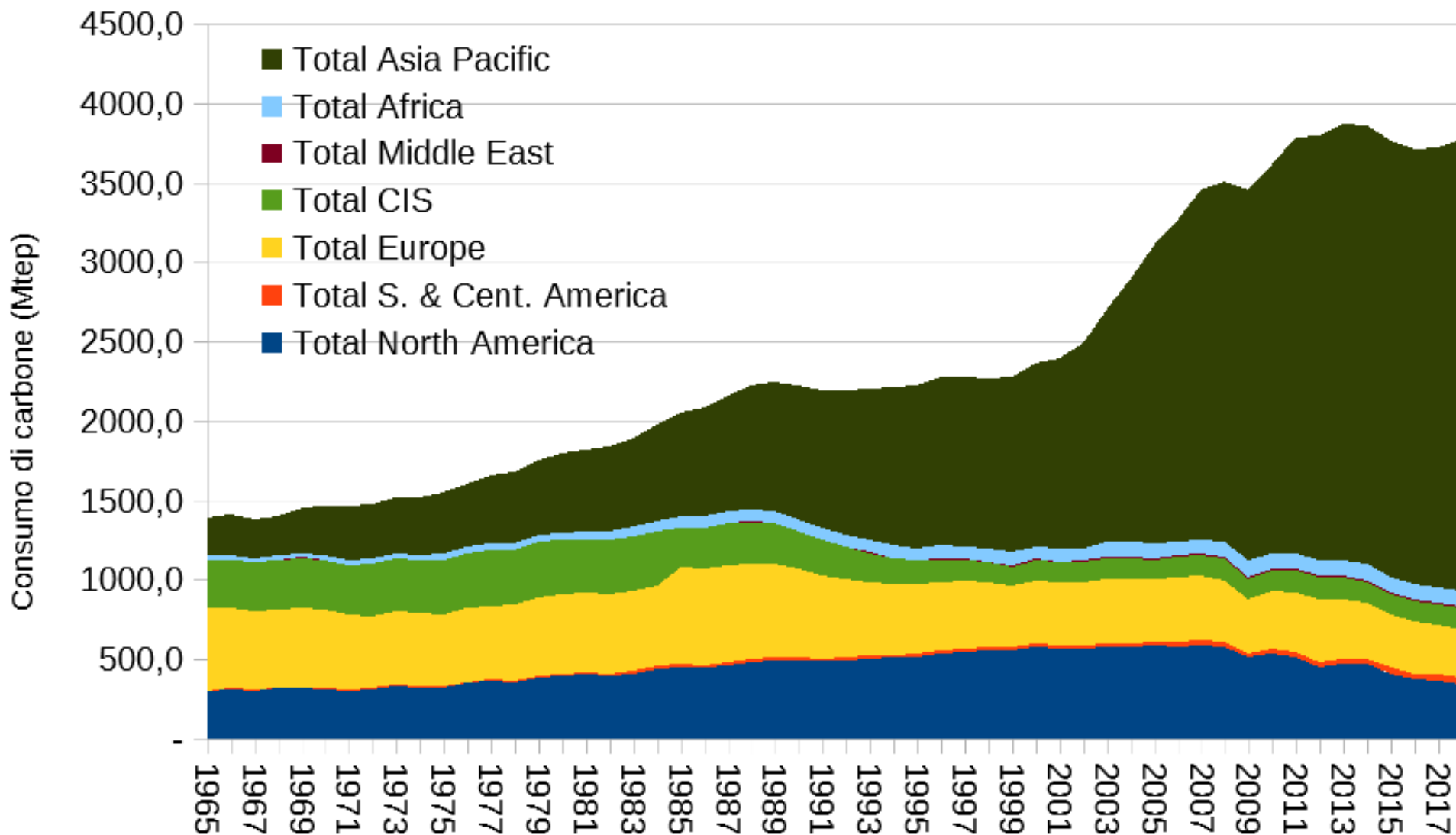
Vietnam	34,3
Ukraine	26,2
Malaysia	21,1
Thailand	18,5
Philippines	16,3
Brazil	15,9
Czech Republic	15,7

Unità = Milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. Mte

94% del consumo globale

Consumo: 3772,1 Mtoe

Storico dei consumi di carbone per area geografica fino al 2018.



Nella tabella che segue sono riportati i dati di consumo per i maggiori consumatori confrontati con i dati di produzione domestica. Il confronto è completato dalla differenza fra consumi e produzione domestica e dalla percentuale della produzione domestica sui consumi.

Confronto fra consumo e produzione per i maggiori consumatori

Paese	Consumo	Produzione	Differenza	%
China	1906,7	1828,8	-77,9	95,9
India	452,2	308,0	-144,2	68,1
US	317,0	364,5	47,4	115,0
Japan	117,5	0,6	-116,9	0,5
South Korea	88,2	0,6	-87,6	0,6
Russian Federation	88,0	220,2	132,1	250,1
South Africa	86,0	143,2	57,3	166,6
Germany	66,4	37,6	-28,8	56,6
Indonesia	61,6	323,3	261,7	525,1
Poland	50,5	47,5	-3,0	94,1
Australia	44,3	301,1	256,8	680,0

Abbiamo già detto che la storia del petrolio si perde nella notte dei tempi. Già in tempi preistorici venivano usati gli affioramenti di petrolio e bitume per vari usi. Il primo pozzo di tipo moderno (cioè una vera e propria perforazione per mezzo di una trivella) fu realizzato a Baku (in Azerbaijan) nel 1848 ad opera di un ingegnere russo. Alla perforazione del primo pozzo petrolifero negli Stati Uniti, quello di Titusville in Pennsylvania nel 1859 ad opera di Edwin Drake, si fa risalire la nascita dell'industria petrolifera. Nel XIX secolo fino agli inizi del XX secolo, il petrolio non serviva come combustibile nei motori a scoppio (che ancora non c'erano), ma per produrre l'olio da illuminazione (kerosene) che sostituì progressivamente l'olio di balena. Alla fine del XX secolo la Sperm whale (la balena ...) era stata portata sull'orlo dell'estinzione proprio a causa della caccia per la produzione di olio da illuminazione. Una vignetta di Vanity Fair del 1881 celebra la fine della caccia alle balene determinata dal successo delle imprese petrolifere.

Si stima che la produzione di petrolio in tutto il XIX secolo sia corrispondente a quella di tre settimane del tempo attuale.

Storia del petrolio

- 347 A.D.** Oil wells are drilled in China up to 800 feet deep using bits attached to bamboo poles.
- 1264** Mining of seep oil in medieval Persia witnessed by Marco Polo on his travels through Baku.
- XVI sec** Seep oil collected in the Carpathian Mountains of Poland is used to light street lamps.
- 1594** Oil wells are hand dug at Baku, Persia up to 35 meters (115 feet) deep.
- 1735** Oil sands are mined and the oil extracted at Pechelbronn field in Alsace, France.
- 1802** A 58-ft well is drilled using a spring pole in the Kanawha Valley of West Virginia by the brothers David and Joseph Ruffner to produce brine*. The well takes 18 months to drill.
- 1815** Oil is produced in United States as an undesirable by-product from brine wells* in Pennsylvania.
- 1848** **First modern oil well is drilled in Asia, on the Aspheron Peninsula north-east of Baku, by Russian engineer F.N. Semyenov.**
- 1849** **Distillation of kerosene from oil by Canadian geologist Dr. Abraham Gesner. Kerosene eventually replaces whale oil as the illuminant of choice and creates a new market for crude oil.**
- 1850** Oil from hand-dug pits in California at Los Angeles is distilled to produce lamp oil by General Andreas Pico.
- 1854** First oil wells in Europe are drilled 30- to 50-meters deep at Bóbrka, Poland by Ignacy Lukasiwicz.
- 1854** **Natural Gas from a water well in Stockton, California is used to light the Stockton courthouse.**
- 1857** **Michael Dietz invents a kerosene lamp that forces whale oil lamps off the market.**
- 1858** First oil well in North America is drilled in Ontario, Canada.
- 1859** **First oil well in United States is drilled 69 feet deep at Titusville, Pennsylvania by Colonel Edwin Drake.**

* Brine well è sinonimo di Salt well e si tratta di pozzi dai quali si estrae sale dal sottosuolo la relazione con gli idrocarburi è chiara se si torna alla figura nella slide 15 della lez.7 seconda parte.

Vanity Fair- 1881

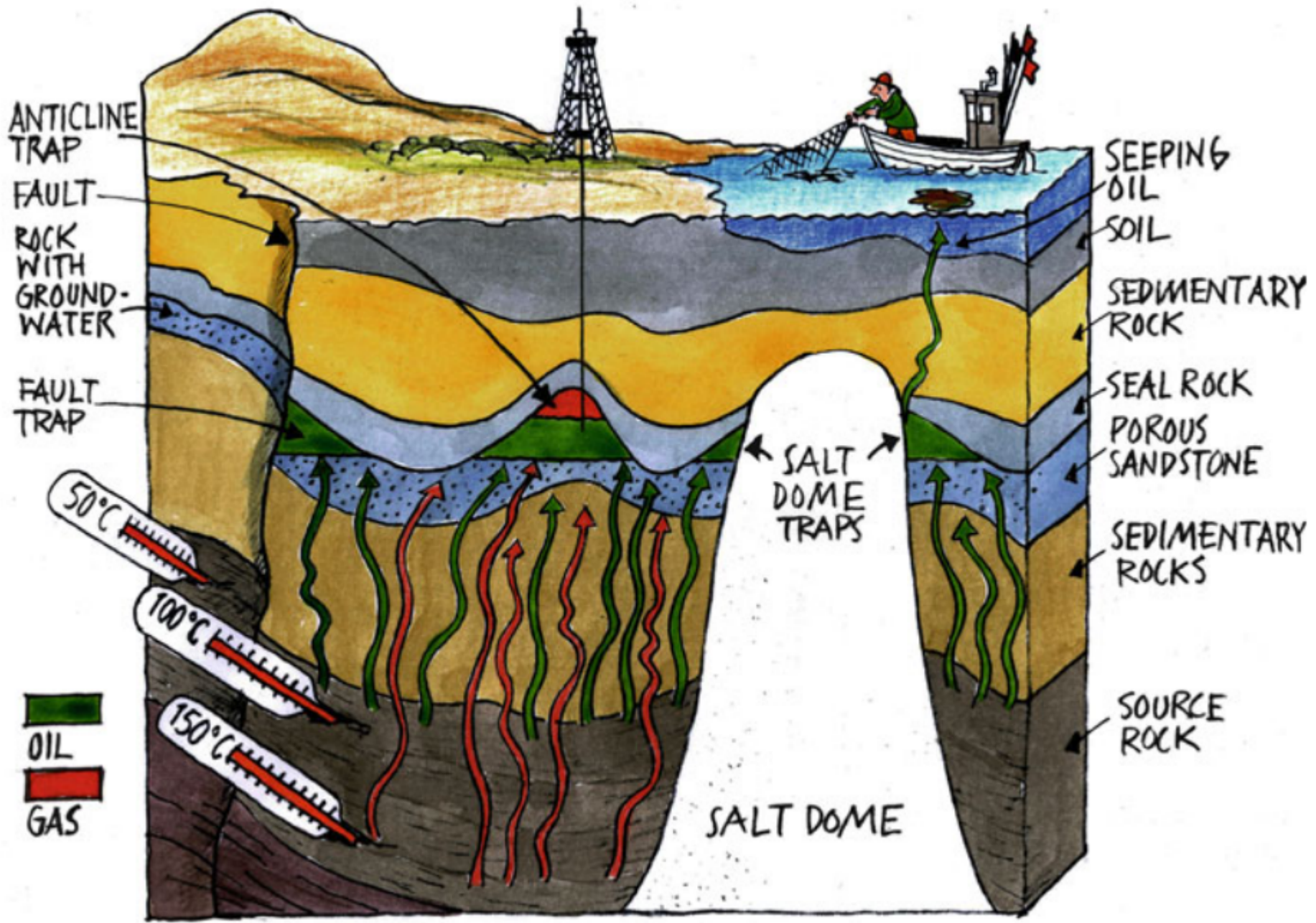
186

VANITY FAIR.

[APRIL 20, 1861.]



GRAND BALL GIVEN BY THE WHALES IN HONOR OF THE DISCOVERY OF THE OIL WELLS IN PENNSYLVANIA.

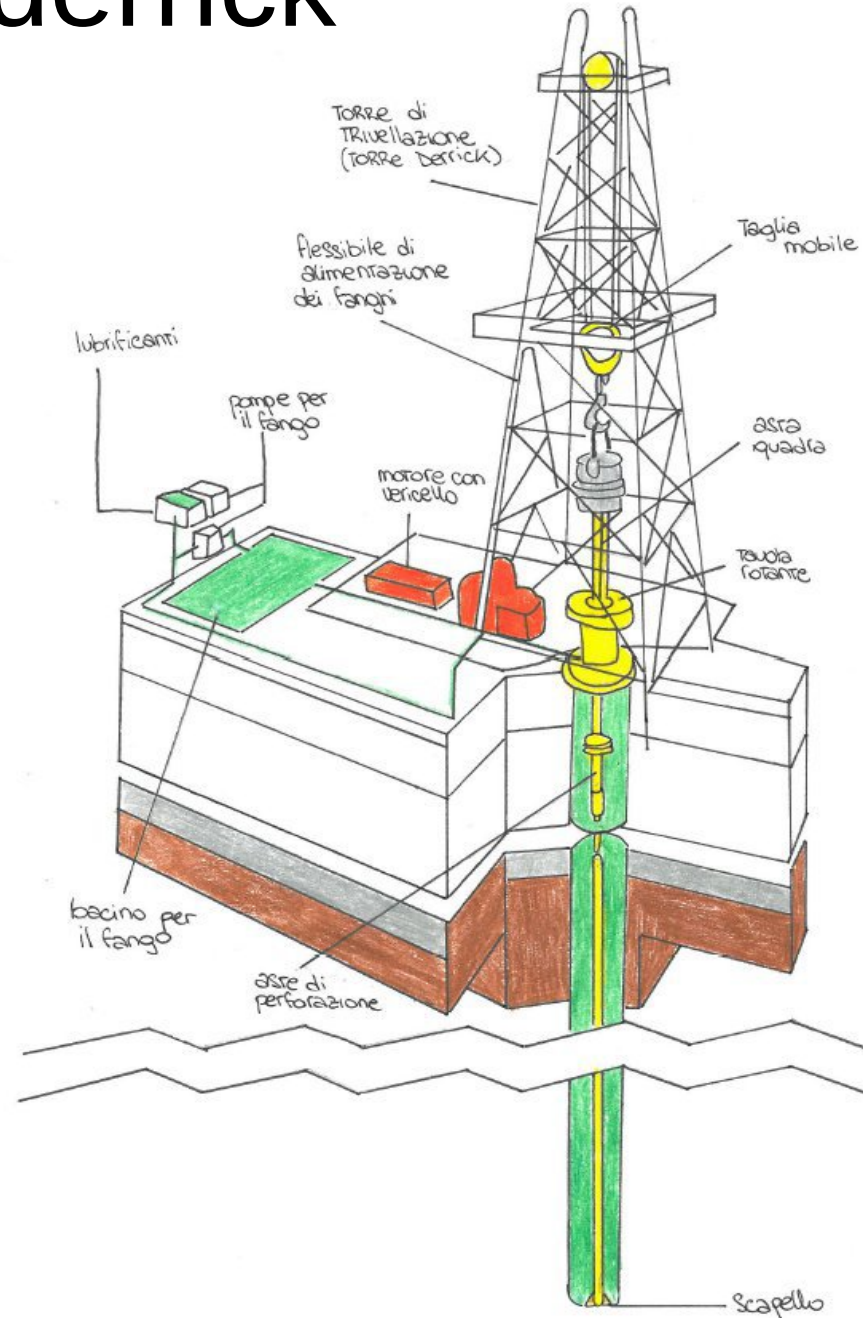
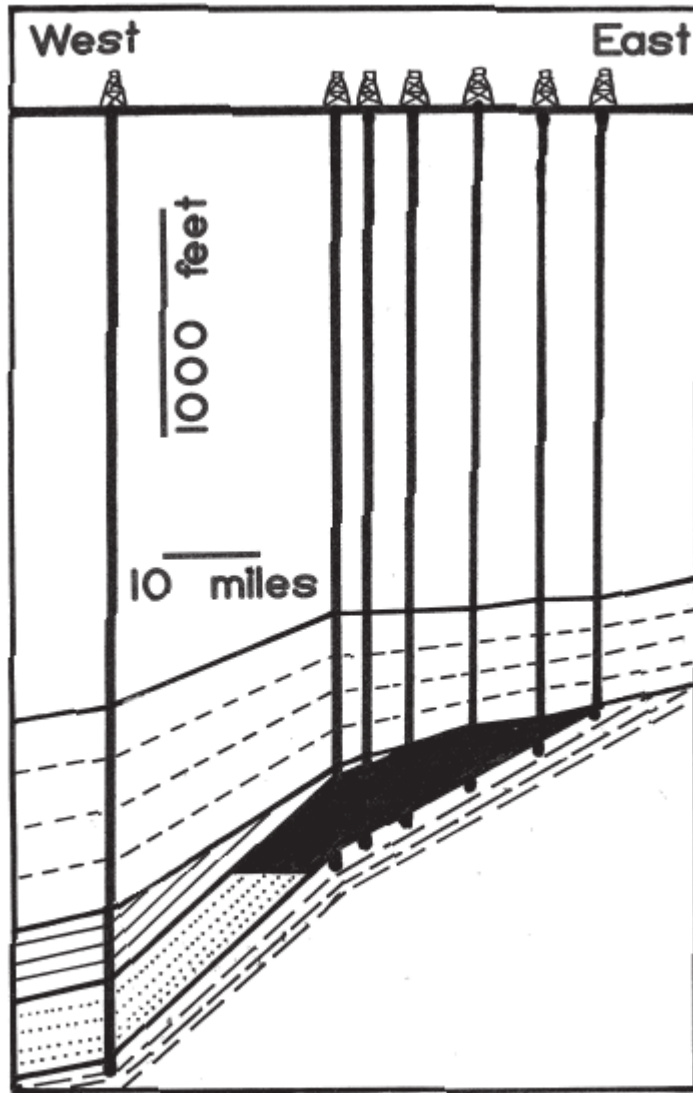


Estrazione in terra



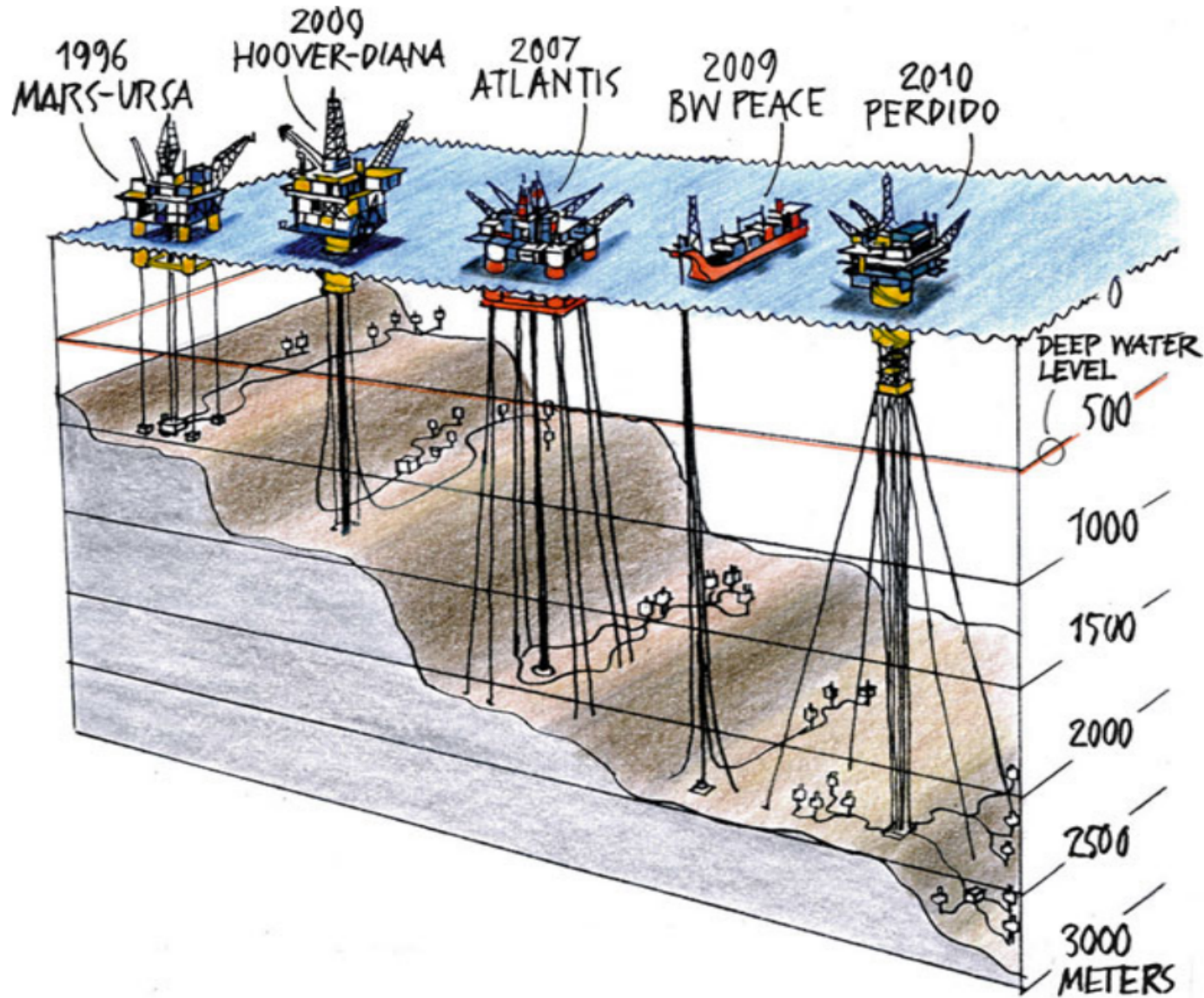
Nel corso del XX secolo l'impresa petrolifera è diventata sempre più impegnativa e tecnologicamente complessa. L'estrazione in terraferma ha richiesto di andare a profondità sempre maggiori e in luoghi sempre più remoti, dall'Alaska alla Siberia. E quindi in condizioni ambientali e climatiche sempre più difficili. Una stima del costo delle trivellazioni in terra parla di una media di circa 100.000 \$ al giorno. Le perforazioni in mare sono considerevolmente più costose (300mila \$ al giorno come media). L'evoluzione delle piattaforme petrolifere *off shore* testimonia la progressiva complessificazione dell'impresa.

Trivelle e derrick



East Texas, the largest oil field in the lower 48 states, is located where the Woodbine Sandstone was tilted up, partially eroded, and buried by younger sediments. When East Texas was discovered by accident in 1930, this type of trap was not on the agenda of oil geologists. This diagram is an east-west cross section through the East Texas oil field.

Off shore



Off shore

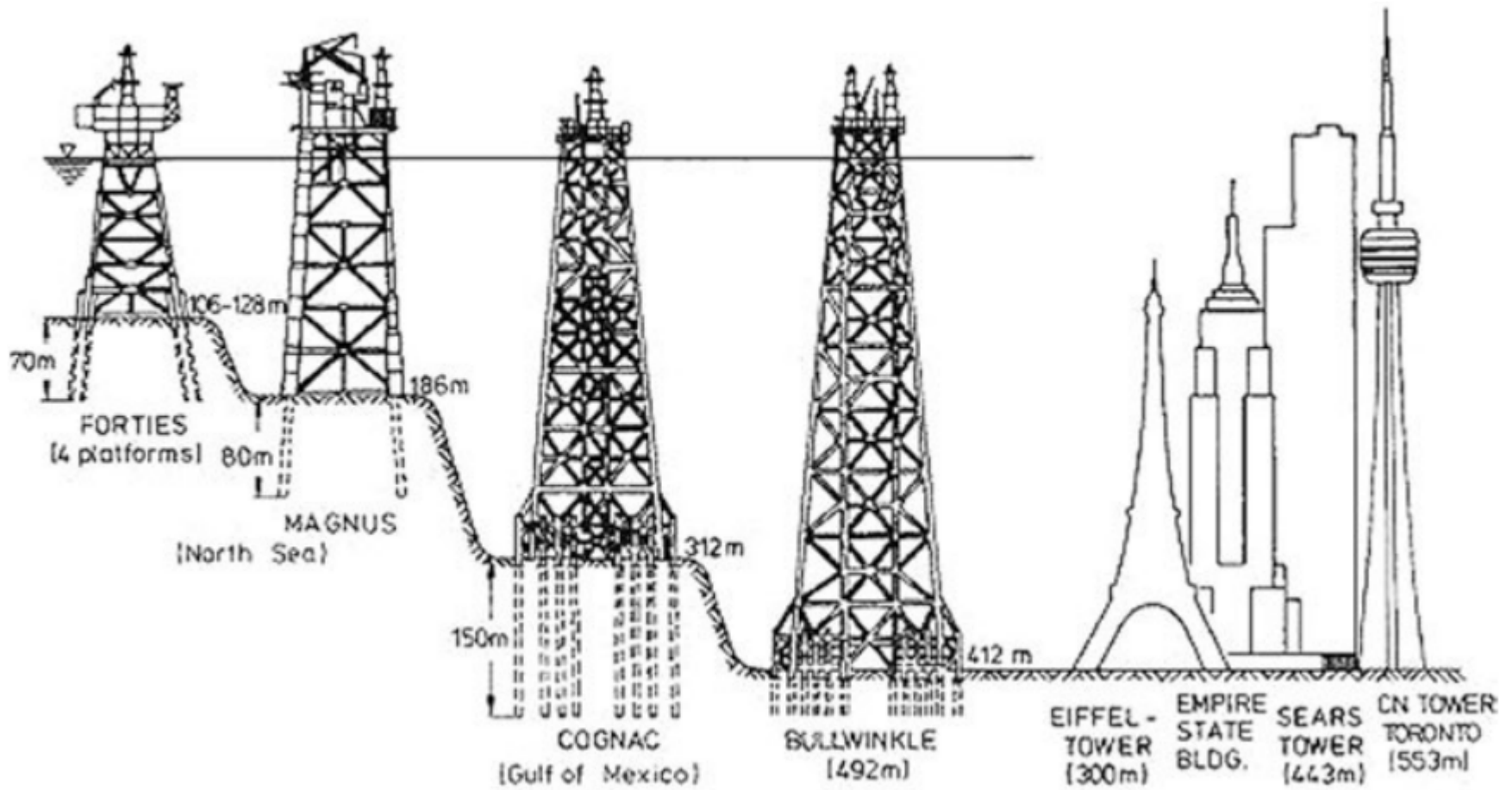
58

4 Offshore Drilling and Production: A Short History



Fig. 4.4 A string of marine riser pipe. Note the small pipe openings embedded in the riser collar. These small pipes are used to control the well (“choke” and “kill” lines), and deliver hydraulic fluid to the BOP rams and LMRP annulars. In addition, the riser pipes carry power and electronic communication with the well. (Image source: Wikipedia)

Dimensione delle piattaforme

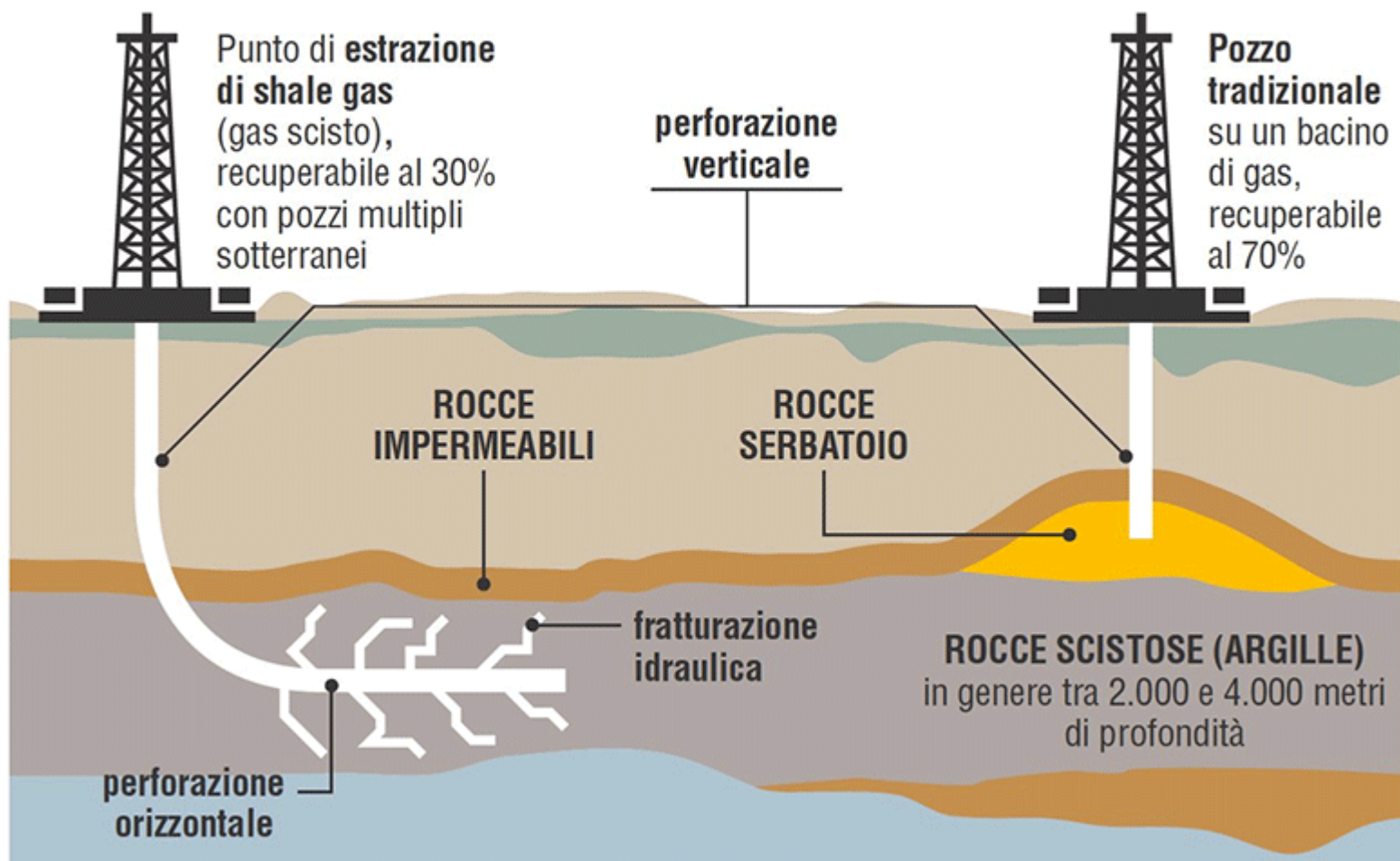


Lo sviluppo delle tecniche di trivellazione orizzontale e del fracking hanno reso disponibili grandi quantità di gas e petrolio presenti in rocce compatte. Tali rocce sono quanto resta della "roccia madre", il sedimento ricco di materia organica che si è formato inizialmente e nel quale si è svolto il processo di "cottura/digestione" che ha portato al petrolio o al gas (cfr M. Annese). Tale roccia generalmente contiene l'idrocarburo in pori molto piccoli e, soprattutto, non collegati fra loro (scisti = rocce compatte). Quando la testa della trivella raggiunge il giacimento, il fluido non scorre e non può quindi essere estratto. La tecnica del fracking si avvale della possibilità di penetrare orizzontalmente nella formazione di scisti per migliaia di metri. A questo punto acqua a pressione contenente un numero di additivi chimici e di altro tipo, viene pompata dall'alto e fuoriesce da dei buchi che sono praticati nel tubo. In questo modo la roccia intorno al tubo della trivella viene finemente fratturata e rilascia il fluido (gas o petrolio) che contiene. La tecnica è ovviamente più costosa ed ecologicamente impattante di quella tradizionale.

La figura che segue ha il pregio di evidenziare la differenza fra un pozzo convenzionale ed uno costituito da rocce compatte (scisti ed altre rocce). Nel primo tipo il fluido, petrolio o gas che sia, è raccolto in una trappola geologica (cfr slide 15 della Lezione 7 seconda parte). Questo tipo di trappola interessa la roccia serbatoio, sovrastata dalle rocce impermeabili che impediscono ai fluidi di filtrare verso la superficie (dove, nel tempo, sarebbero stati distrutti dagli elementi e dagli organismi decompositori). Le rocce compatte che contengono gli idrocarburi estratti con il metodo del fracking sono invece il risultato della trasformazione (metamorfismo) della roccia madre, il sedimento che originariamente conteneva la materia organica e che è stato spinto dai sedimenti superiori all'interno della "finestra del petrolio" (cfr lez 7 seconda parte) dove si è formato il petrolio. Il petrolio che dalla roccia madre filtra verso formazioni superiori è solo una percentuale minima di quello presente nella roccia madre perciò la quantità di petrolio e gas in rocce compatte (olio e gas di scisto) è molto abbondante, ma anche molto più difficile da estrarre.

Tecnica orizzontale e fracking

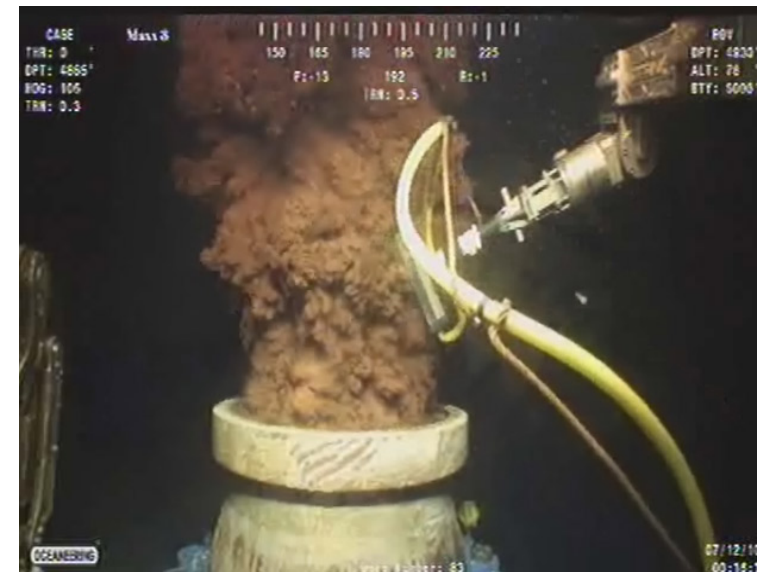
Estrazione di *shale oil* e *shale gas*.



Il caso dell'incidente della piattaforma Deep Water Horizon nel Golfo del Messico nel 2010 testimonia le difficoltà di gestione di un'impresa di complessità eccezionale sia dal punto di vista organizzativo, con centinaia di dipendenti di decine di aziende che si devono coordinare fra loro, sia la punto di vista logistico, si deve garantire il trasporto dei lavoratori, dei materiali, del cibo per gli impiegati ecc, si dal punto di vista tecnico. Il pozzo (Macondo) è su un fondale di 2000 metri e la trivellazione si estende in profondità per ancora migliaia di metri (siamo dunque a 5 Km circa al di sotto della superficie del mare dove si trova la piattaforma). L'insieme di valvole di sicurezza e meccanismi detto BOP (Blow Out Preventer) è un oggetto di 450 tonnellate che deve essere calato sulla bocca del pozzo (di 40 cm circa) a 2000 metri dalla superficie del mare. Si tratta di un oggetto confrontabile con una palazzina di tre piani. Non può sfuggire la difficoltà di un'impresa del genere. Inoltre, a causa del costo dell'intera impresa (circa 500.000 \$ di solo leasing) si deve procedere con una certa fretta e l'incidente è fatalmente in agguato.

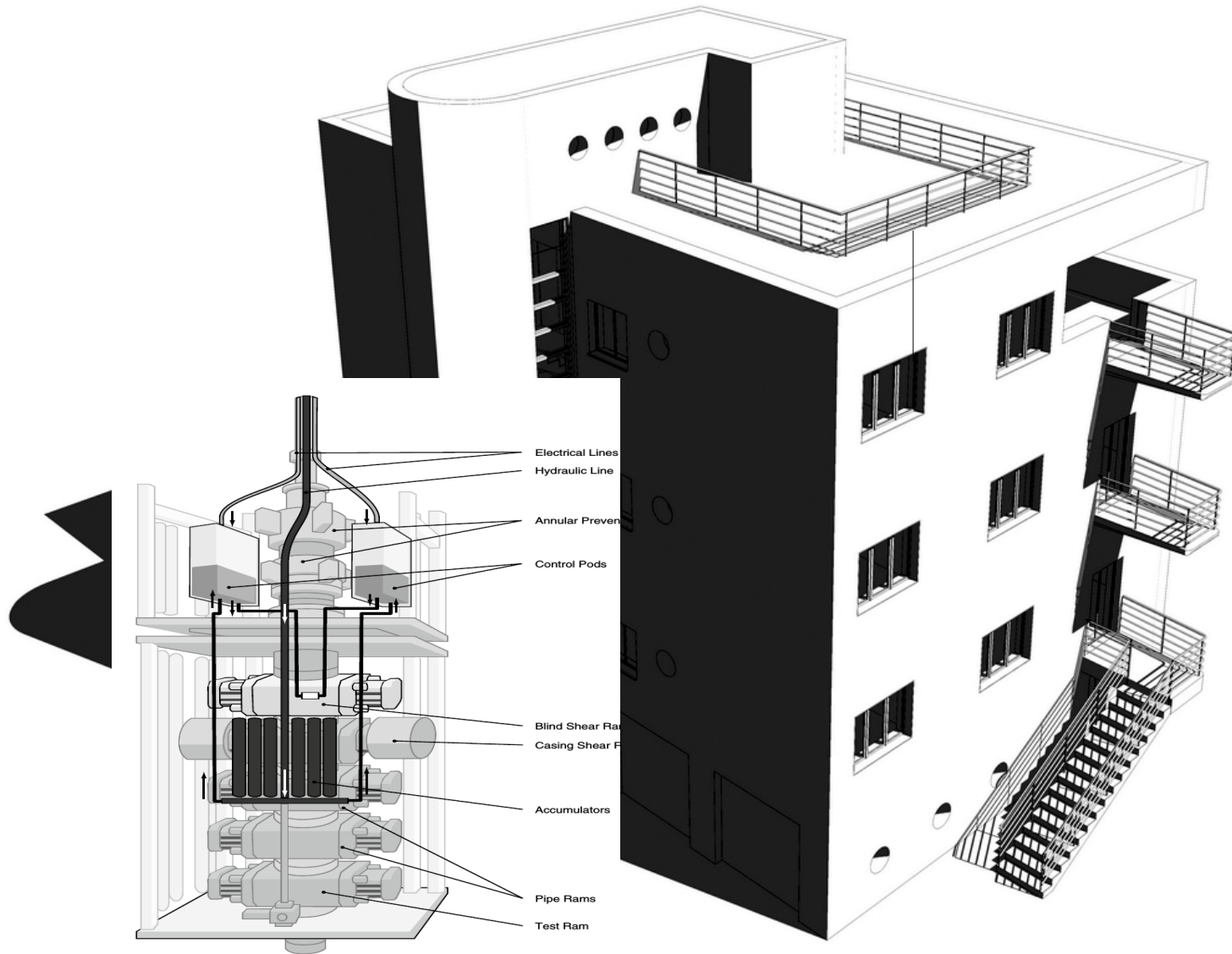
L'incidente della DWH è un monito sulla fallibilità dei sistemi complessi più che una dimostrazione della straordinaria difficoltà dell'impresa estrattiva nel tempo presente.

Deep Water Horizon



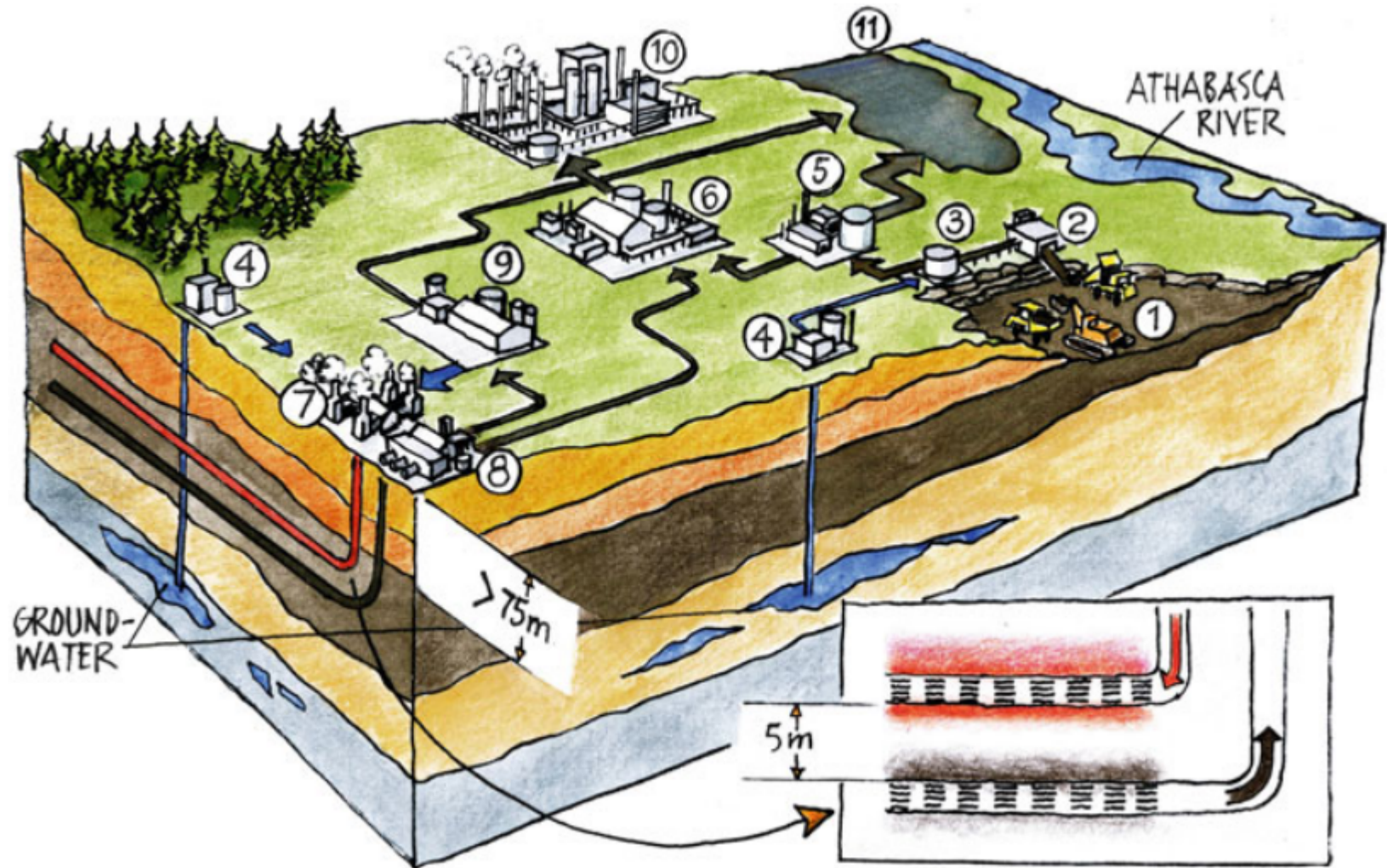
La bocca del pozzo in fondo al mare

Blow Out Preventer



Oltre al petrolio convenzionale (quello estratto con le tecniche viste) e al petrolio e gas di scisto (estratti con le tecniche del fracking) ci sono altre due importanti categorie di petrolio. Quello che viene dalle Sabbie Bituminose del Canada e l'Olio Pesante del Bacino dell'Orinoco in Venezuela. Le Sabbie Bituminose sono sabbie intrise di bitume (una miscela quasi solida di idrocarburi che somiglia all'asfalto con cui si fanno le strade). L'estrazione di petrolio da queste formazioni geologiche non molto profonde o superficiali deve essere fatto riscaldando sul luogo la massa di sabbia e bitume, usando acqua calda. Il processo è costoso, ecologicamente impattante, consuma energia e acqua. Esso è dunque costoso e richiede un alto prezzo del petrolio per essere profittevole. Gli oli pesanti dell'Orinoco sono più profondi e dunque essendo a temperature più alte non hanno bisogno di essere riscaldati per essere estratti. Tuttavia anche in questo caso l'impresa non è semplice a causa della difficoltà di scorrimento della materia prima e i costi sono più elevati che nel caso del petrolio convenzionale. Questa è la ragione che spiega le crescenti difficoltà del Venezuela con il recente calo del prezzo del barile.

Tar sands. Canada



Orinoco Heavy Oil

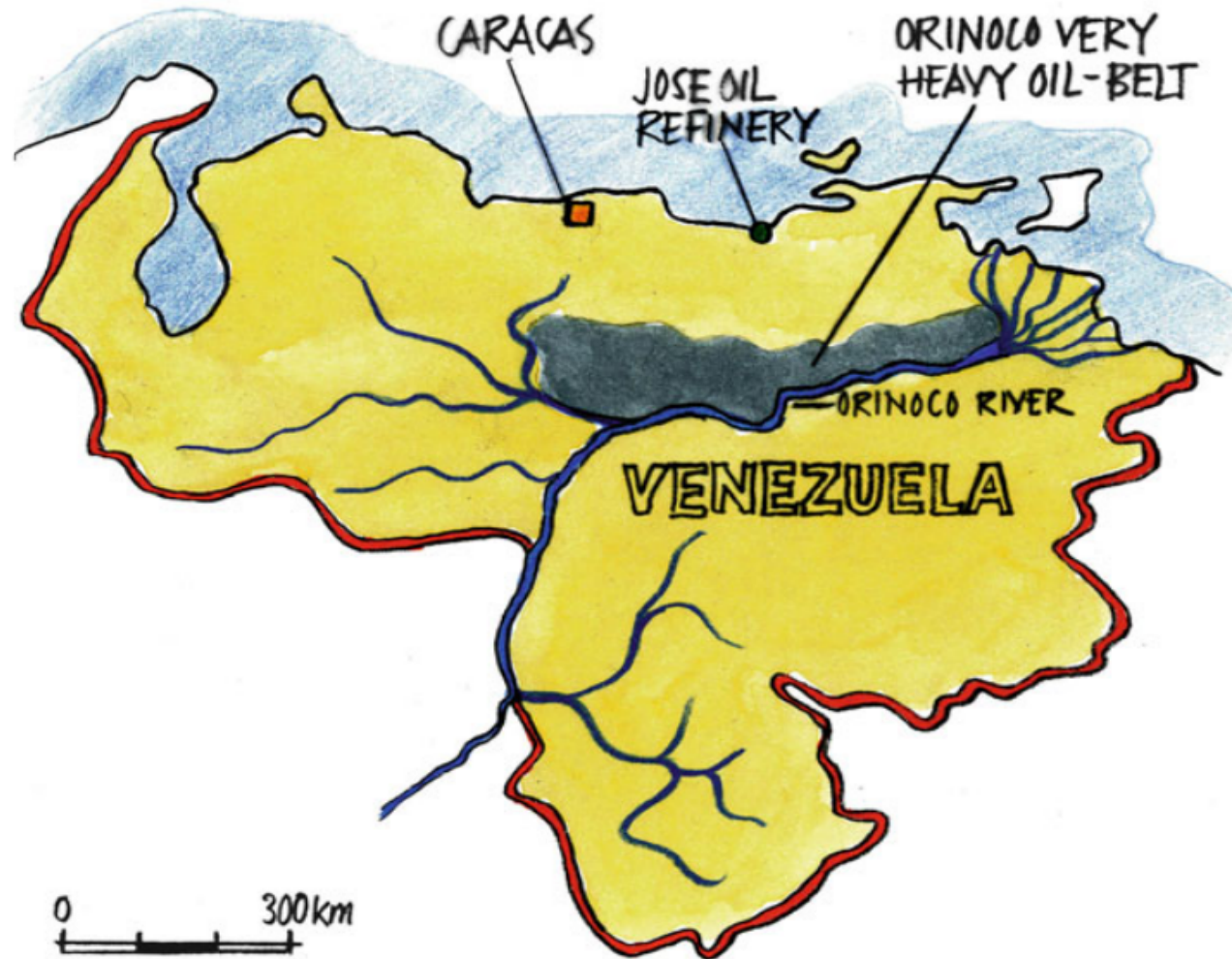


Fig. 10.4 The Orinoco Heavy Oil Belt north of the Orinoco River occupies 50,000 km² and holds at least 380 Gb of producible heavy oil. The Belt is divided geographically into four areas, Boyaca, Junin, Ayacucho, and Carabobo. These names are often included in the names of projects underway or planned in the Orinoco Belt

Tre paesi si contendono il primo posto fra i produttori di petrolio, l'Arabia Saudita, gli Stati Uniti e la Federazione russa. Questi tre paesi rappresentano da soli oltre $\frac{1}{4}$ della produzione mondiale.

La produzione di petrolio per aree geografiche è riportata nella figura successiva.

Nota tecnica. Nell'industria petrolifera l'insieme degli idrocarburi sono indicati come petroleum e distinti in oil (parte liquida) e gas. In italiano il petrolio è la parte liquida e il gas, ovviamente, quella gassosa, ma nei rapporti industriali, ad esempio quelli dell'ENI le due categorie merceologiche sono indicate come "olio" e "gas".

Paesi produttori di olio (2018)

	2017	2018	2007-17	% sul totale
US	13135	15311	6,7%	16,2%
Saudi Arabia	11892	12287	1,5%	13,0%
Russian Fed.	11255	11438	1,1%	12,1%
Canada	4798	5208	3,8%	5,5%
Iran	5024	4715	1,4%	5,0%
Iraq	4533	4614	7,8%	4,9%
UAE	3910	3942	2,4%	4,2%
China	3846	3798	0,3%	4,0%
Kuwait	3001	3049	1,2%	3,2%
Brazil	2721	2683	4,1%	2,8%
Mexico	2224	2068	--4,4%	2,2%
Nigeria	1991	2051	--1,0%	2,2%
Kazakhstan	1838	1927	2,7%	2,0%
Qatar	1874	1879	4,0%	2,0%
Norway	1963	1844	--2,6%	1,9%
Angola	1676	1534	0,1%	1,6%
Venezuela	2096	1514	--4,3%	1,6%
Algeria	1540	1510	--2,5%	1,6%
UK	999	1085	--4,9%	1,1%
Libya	929	1010	--6,9%	1,1%
Oman	971	978	3,2%	1,0%

90% della
produzione
globale

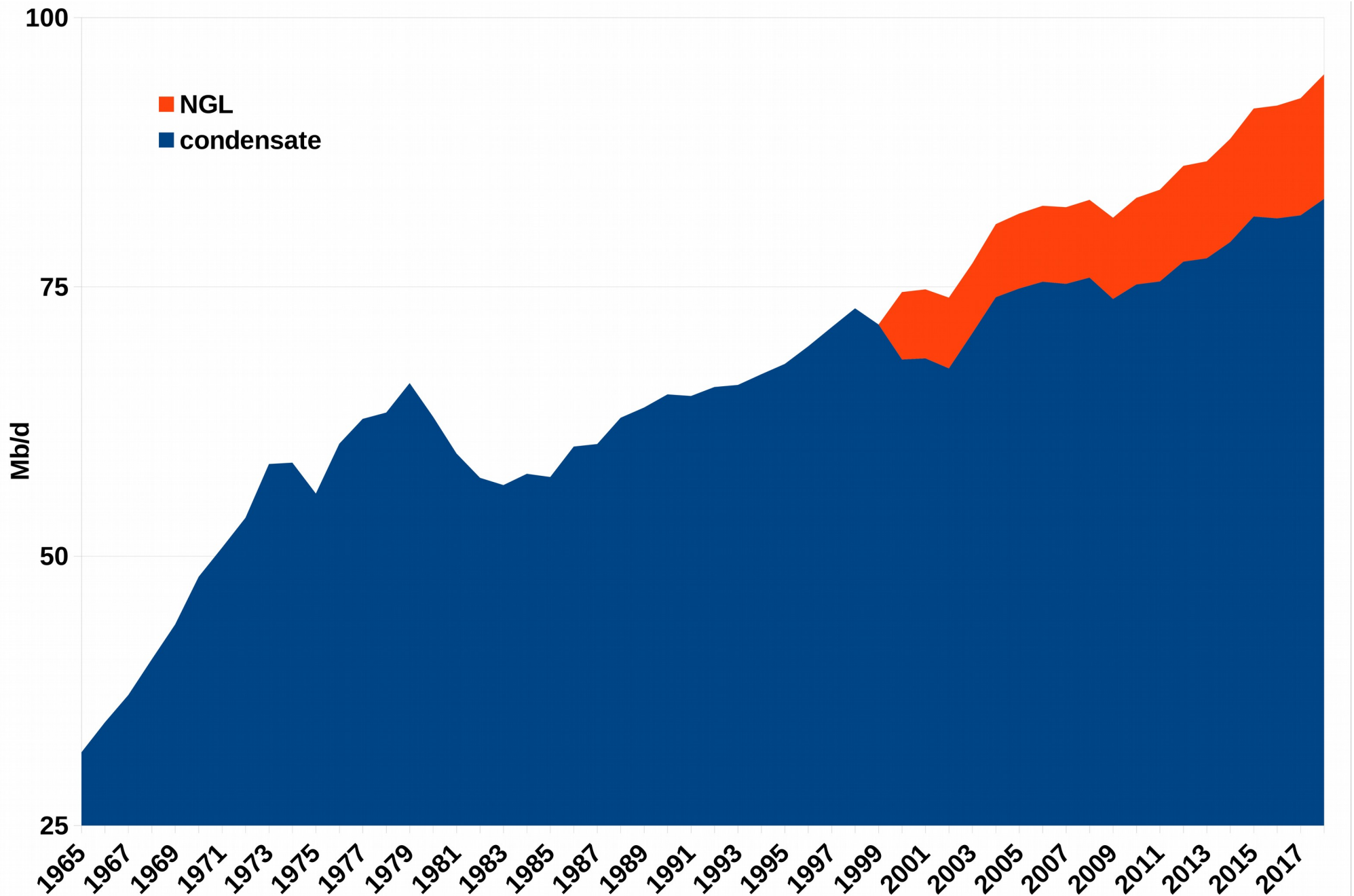


Unità = Migliaia di
barili al giorno.

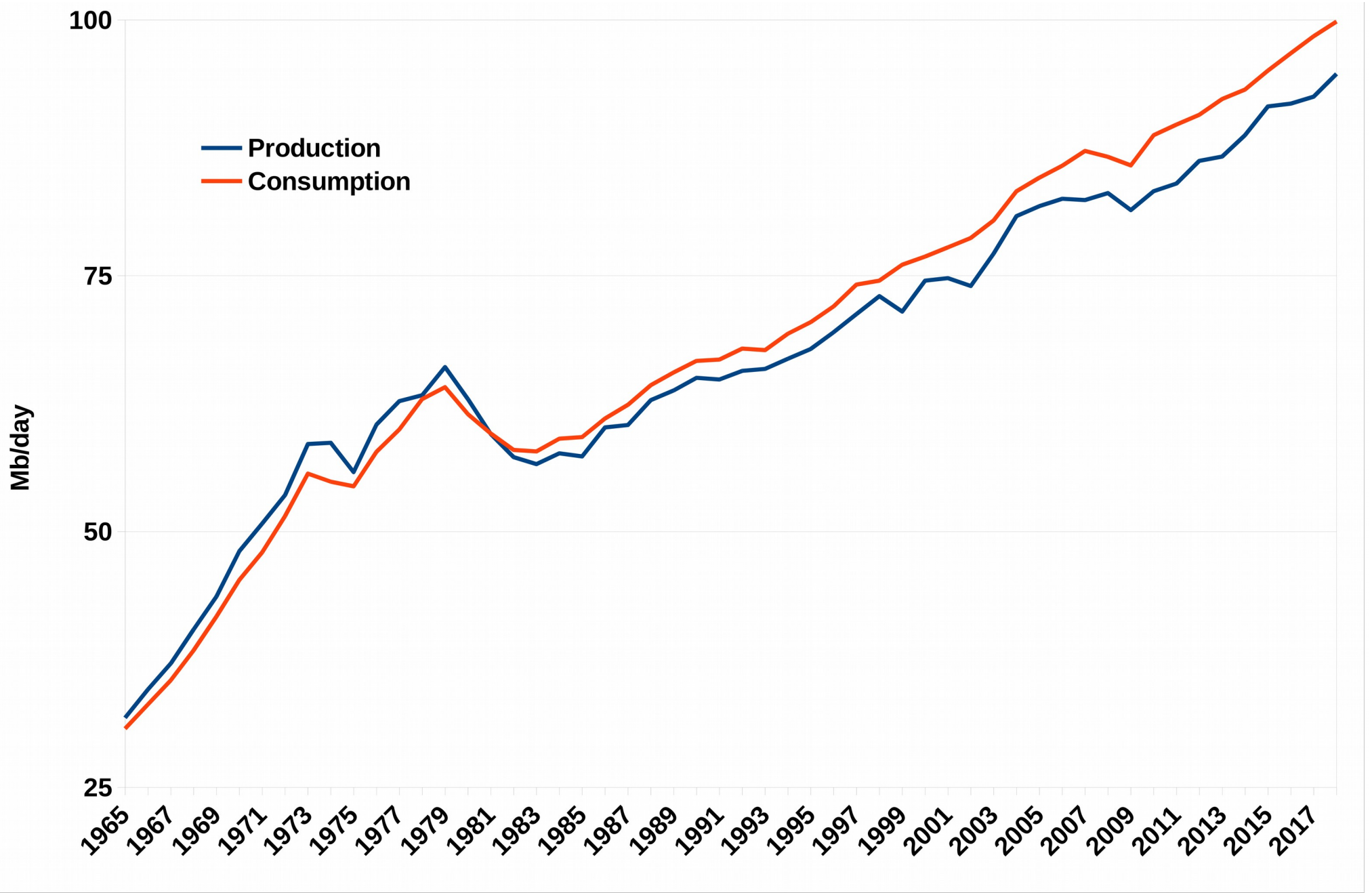
Oil

- Produzione e consumi in milioni di barili al giorno
- Dall'anno 2000 si inizia riportare l'olio totale e le due sottocategorie la cui somma dà il totale [ref. Antonio De Curtis detto Totò]: condensate e NGL.
 - BP da le seguenti definizioni:
 - **Condensate**: crude oil, shale oil, oil sands, condensates (both lease condensate and gas plant condensate)
 - **NGLs**: (natural gas liquids - ethane, LPG and naphtha separated from the production of natural gas).

Oil production in Mb/day



Production vs consumption

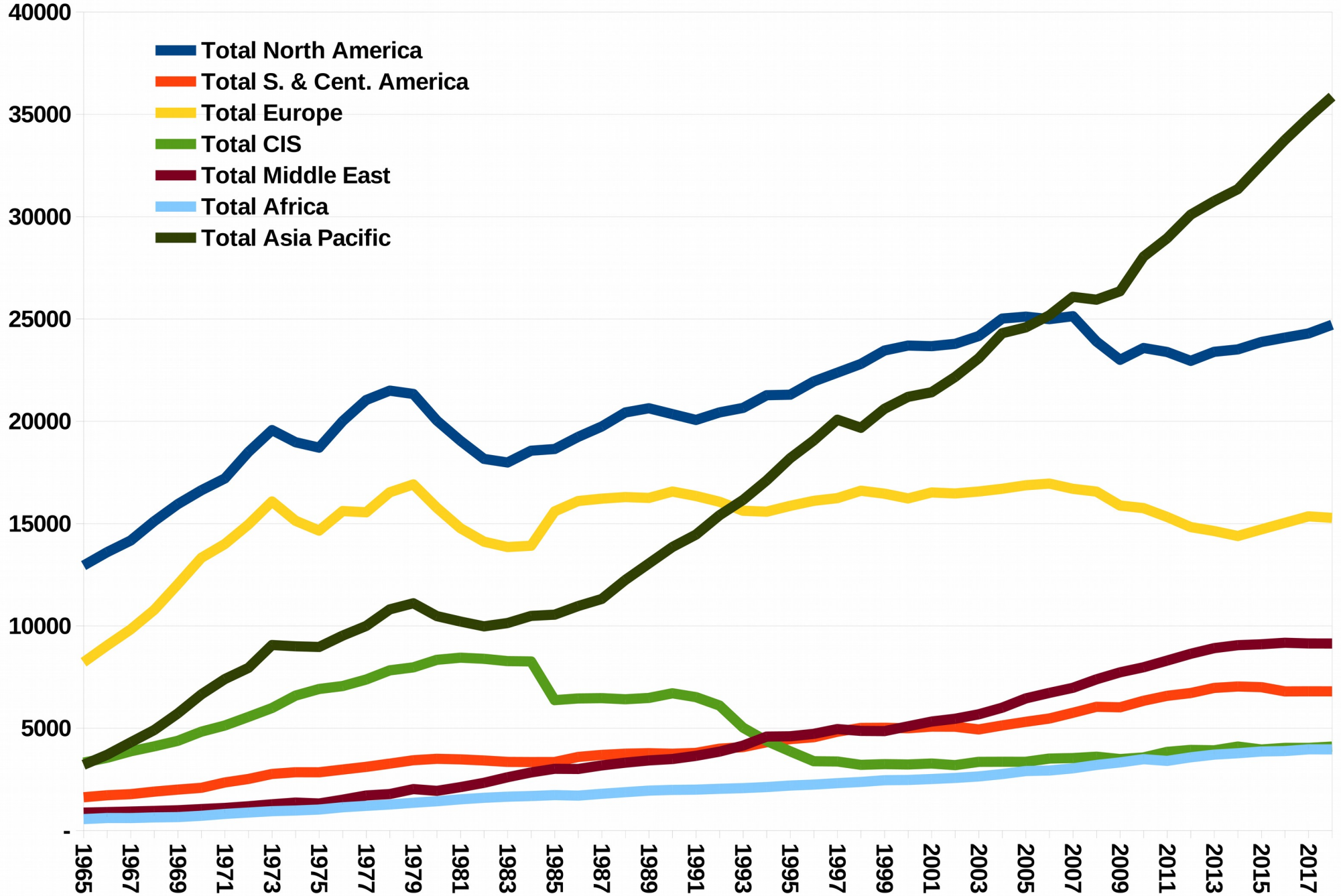


Oil consumption by area

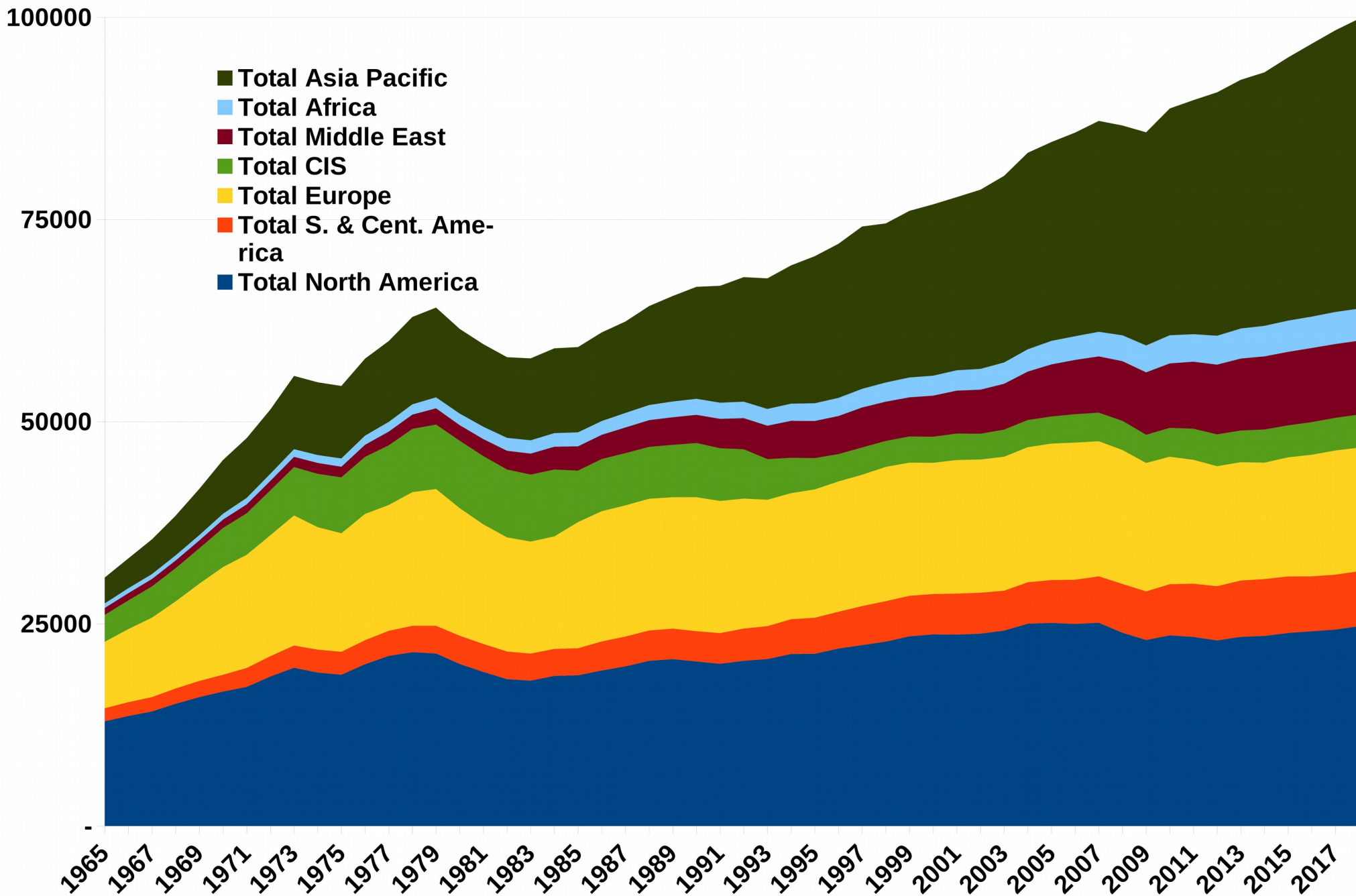
- **Slide 53.** Nelle diverse aree geografiche indicate la dinamica del consumo porta l'Asia- Pacifico a superare i consumi dell'Europa nel 1993 e quella del Nord America nel 2006.
- **Slide 54.** Gli stessi dati del consumo della slide precedente sono sommati verticalmente.
- **Slide 55.** Stessi dati in percentuale. Si vede l'evoluzione storica della divisione percentuale dei consumi.

•

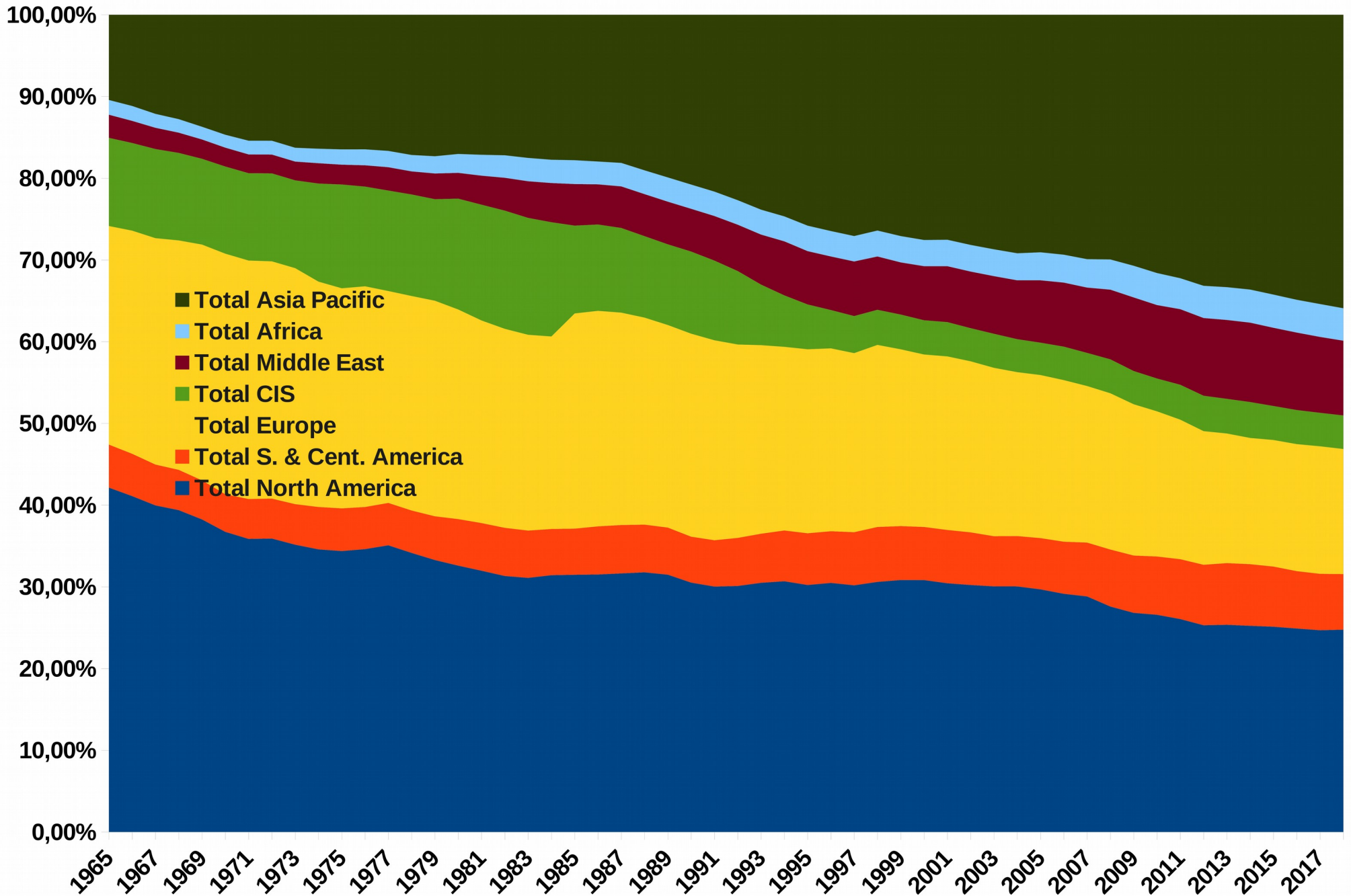
Oil consumption by area (1000 b/day)



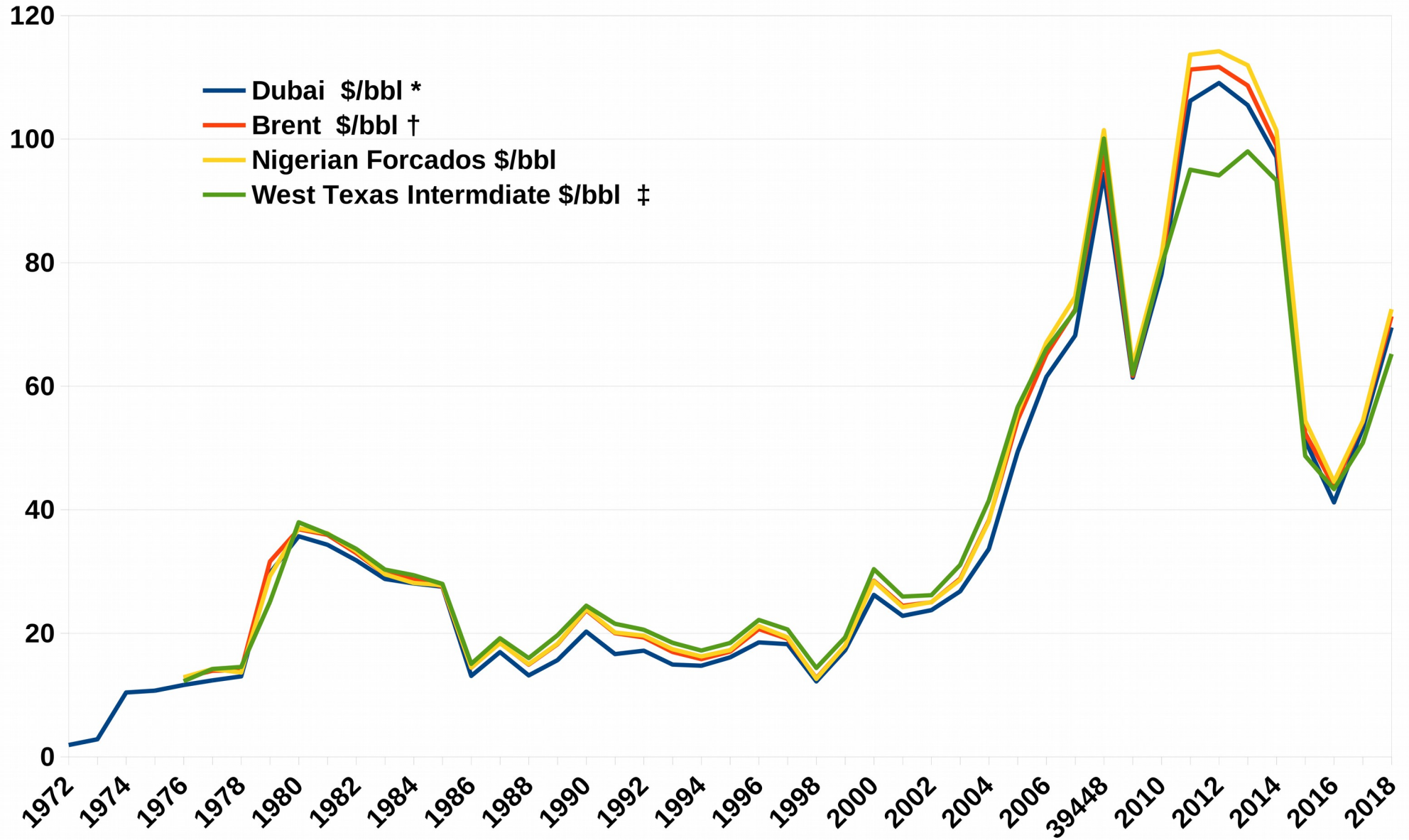
Oil consumption by area (1000b/day)



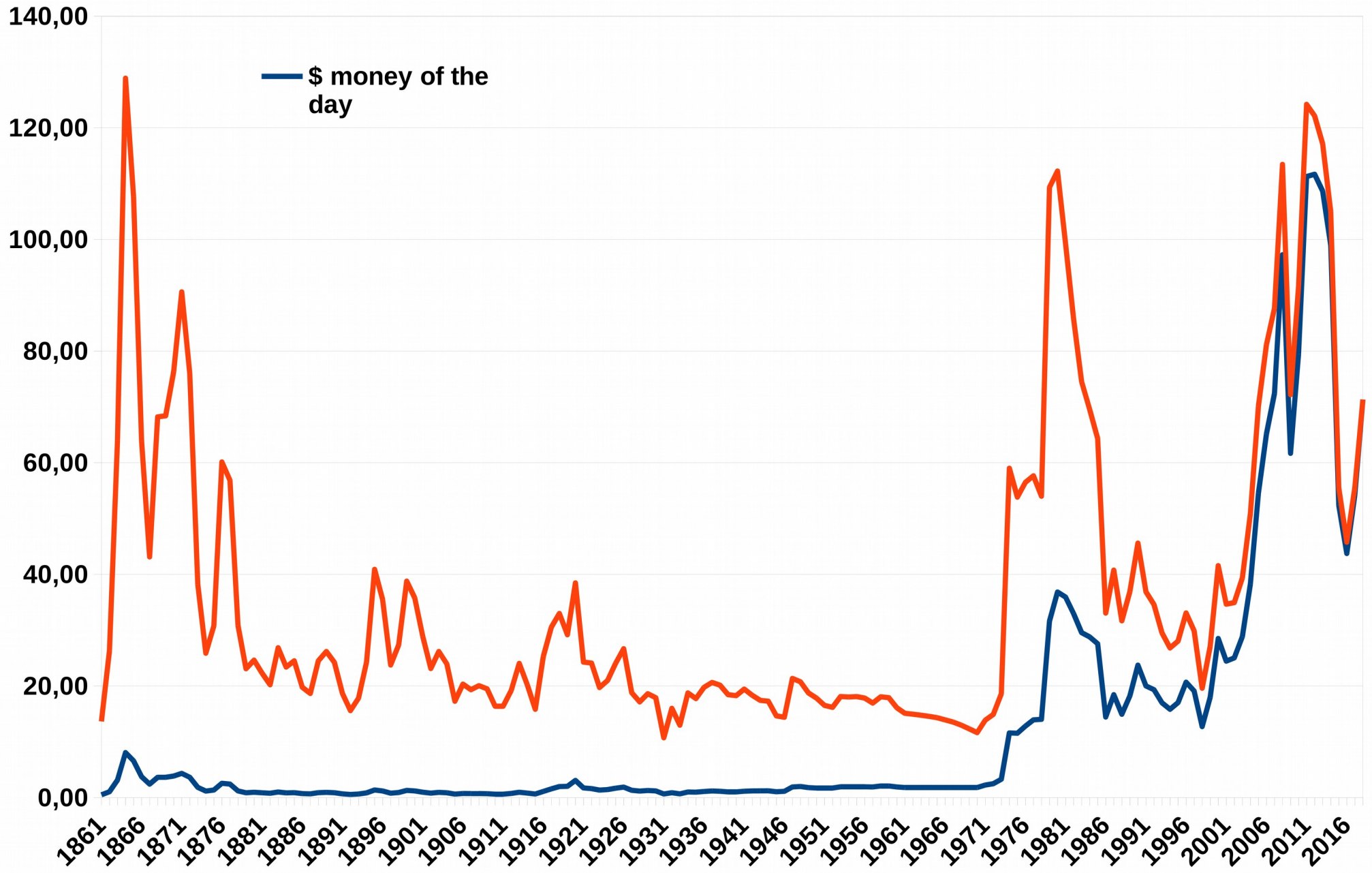
Oil consumption by area %



Spot prices of oil benchmarks



Crude oil prices 1861- 2018

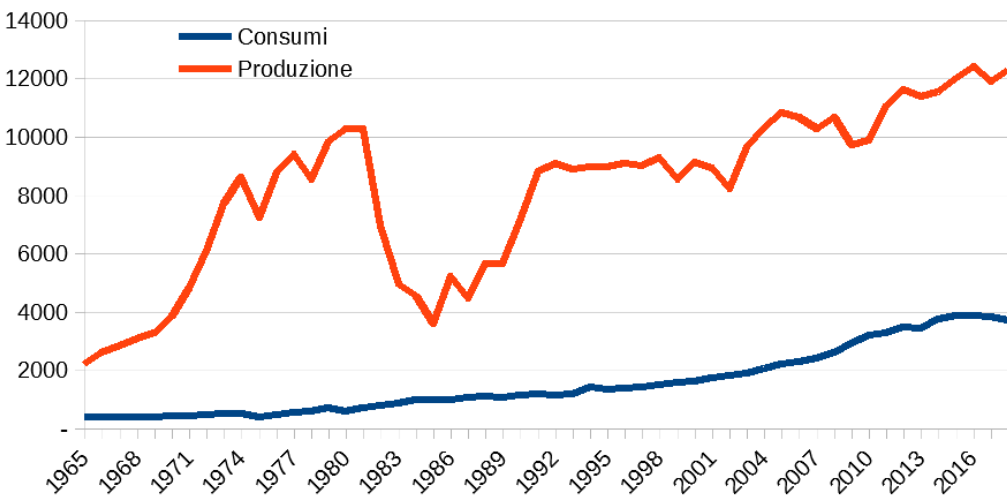


Nella tabella che segue, come abbiamo fatto per il carbone facciamo un confronto fra i consumi dei maggiori consumatori di petrolio e la loro produzione domestica. I valori di produzione non determinati (nd) non sono riportati nel database della BP in quanto piccoli o virtualmente nulli e aggregati con quelli di altri paesi (Others) nelle diverse aree geografiche. Questo confronto mostra che, nonostante lo straordinario aumento della produzione di Tight Oil e a dispetto del fatto di essere diventati i maggiori produttori mondiali di petrolio, gli Stati Uniti sono rimasti degli importatori netti. È importante seguire il rapporto fra consumi interni e produzione domestica di petrolio per i paesi produttori. Questo infatti pone l'accento su due aspetti importanti: 1) le quantità esportate dai produttori diminuiscono nel tempo 2) quando in questi paesi il consumo interno raggiunge la produzione il paese perde una fonte di entrate che può essere più o meno importante, ma in molti casi porta a turbolenze interne. Nella diapositiva 60 si vede un confronto grafico fra evoluzione storica di consumi e produzione per Arabia Saudita e per l'insieme dei paesi dell'ex Unione Sovietica e due produttori più piccoli, il Messico e l'Egitto. Come si vede la curva della produzione ha superato il picco sia per il Messico che per l'Egitto. Nel primo il consumo cala più lentamente della produzione mentre in Egitto i consumi interni hanno superato la produzione poco prima del 2010 (!). Un fatto che suggerisce una possibile riflessione sulle turbolenze, di diversa natura, in questi due paesi.

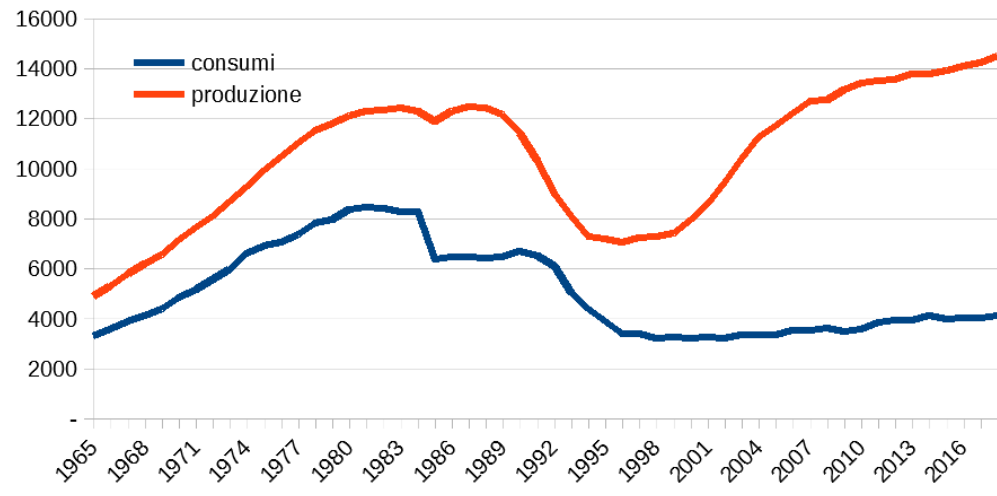
Confronto fra consumo e produzione per i maggiori consumatori di petrolio

Paese	Consumo	Produzione	Differenza	% sul totale
US	20456	15311	-5.145,0	75
China	13525	3798	-9.727,3	28
India	5156	869	-4.286,9	17
Japan	3854	nd	nd	nd
Saudi Arabia	3724	12287	8.562,9	330
Russian Fed.	3228	11438	8.209,4	354
Brazil	3081	2683	-398,3	87
South Korea	2793	nd	nd	nd
Canada	2447	5208	2.761,2	213
Germany	2321	nd	nd	nd
Iran	1879	4715	2.836,4	251
Mexico	1812	2068	256,8	114
Indonesia	1785	808	-976,7	45
UK	1618	1085	-533,0	67
France	1607	nd	nd	nd
Thailand	1478	485	-993,0	33
Singapore	1449	nd	nd	nd
Spain	1335	nd	nd	nd
Italy	1253	97	-1.155,7	8
Australia	1094	356	-737,8	33

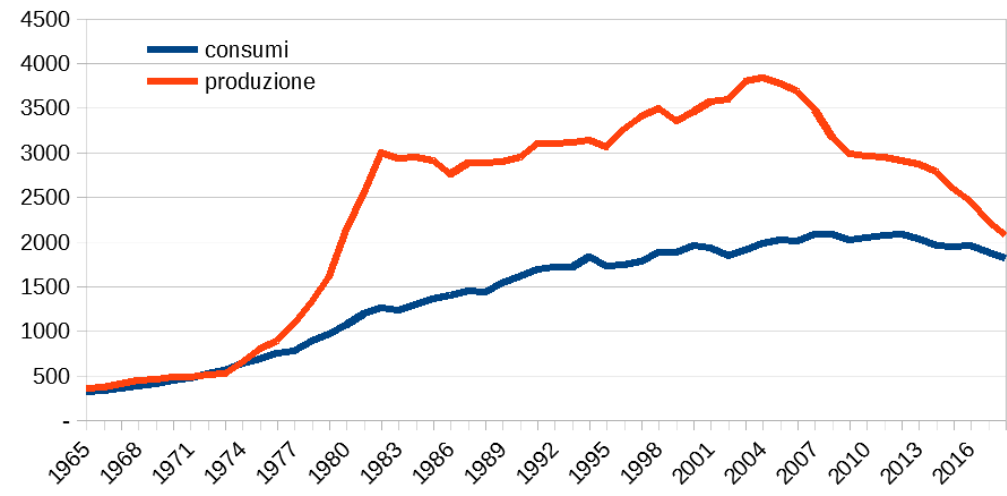
Saudi Arabia



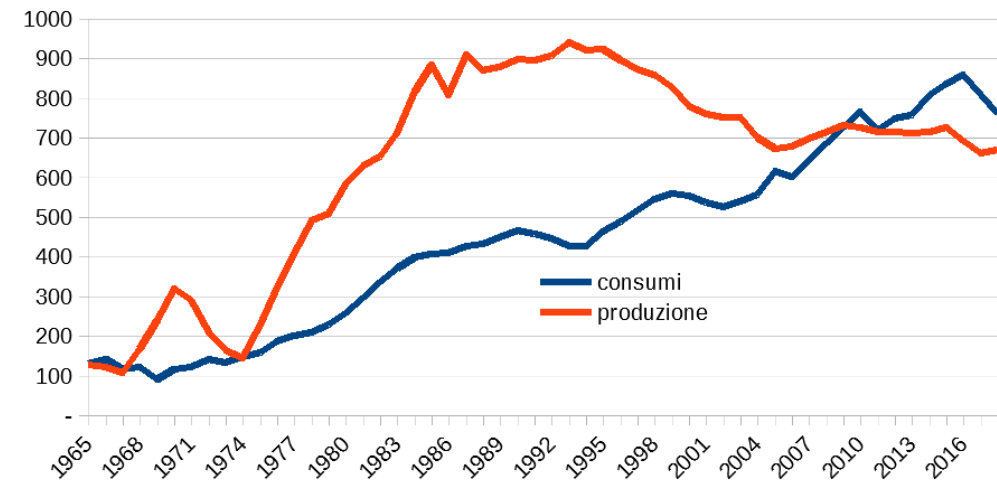
Total CIS



Mexico

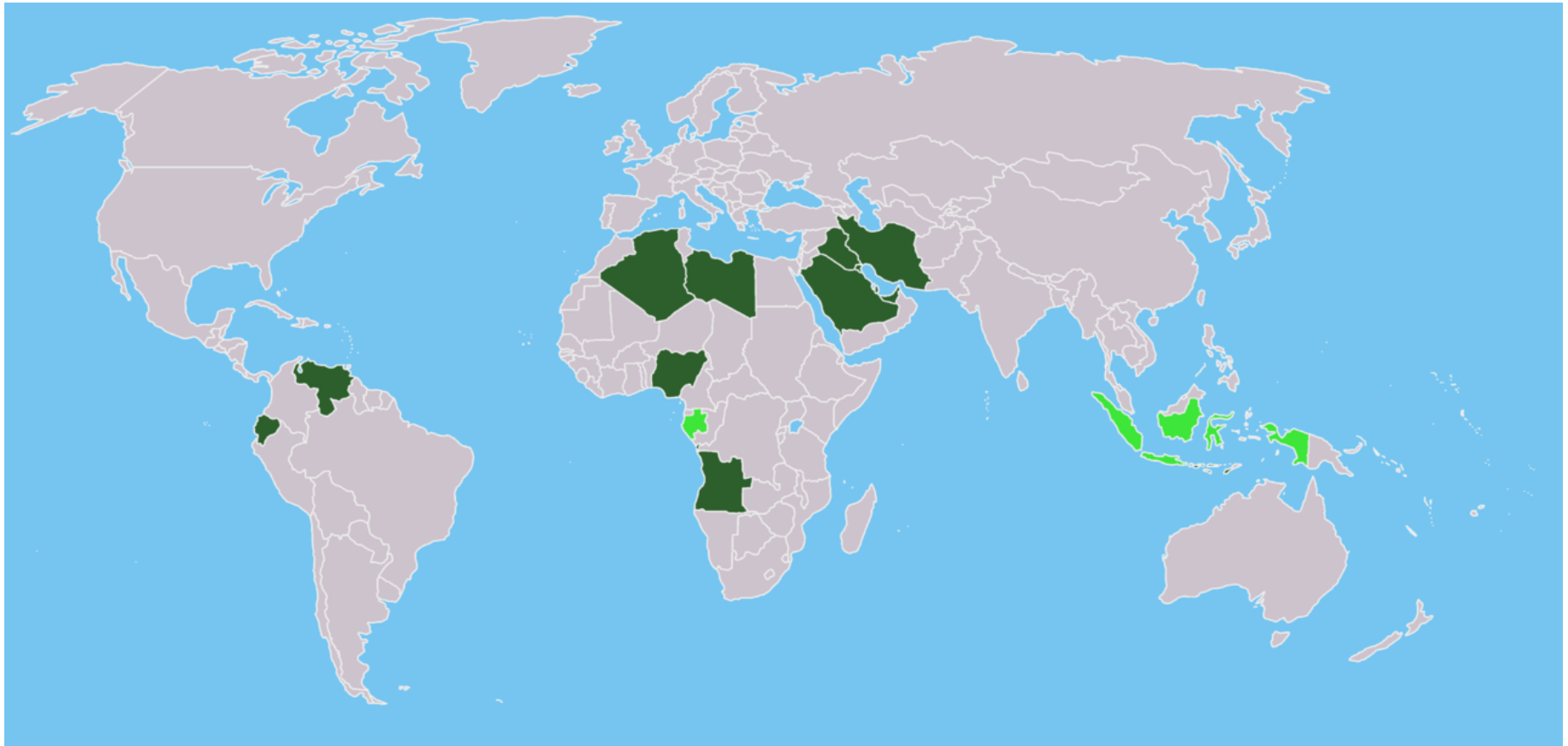
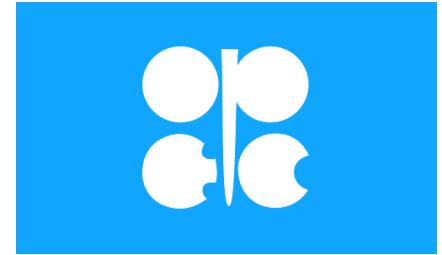


Egypt



L'OPEC (acronimo di Organization of the Petroleum Exporting Countries) è l'organizzazione internazionale che costituisce il cartello economico di 13 paesi produttori importanti. Fondata nel 1960 ha attualmente sede a Vienna. La produzione mondiale, oltre che nel modo indicato nella figura precedente è spesso diviso in tre componenti: produzione OPEC, non-OPEC e ex- Unione Sovietica. I paesi non- OPEC includono USA, Canada, Europa Cina, altri paesi di Medio Oriente che non aderiscono all'OPEC. Nell'ex Unione Sovietica si includono oltre alla Federazione Russa i paesi dell'Asia centrale (Kazakistan, Turkmenistan, Uzbekistan, Tagikistan e Kirghisistan) e quelli del Caucaso, soprattutto l'Azerbaijan che ha ancora una notevole produzione petrolifera e di gas.

OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries)

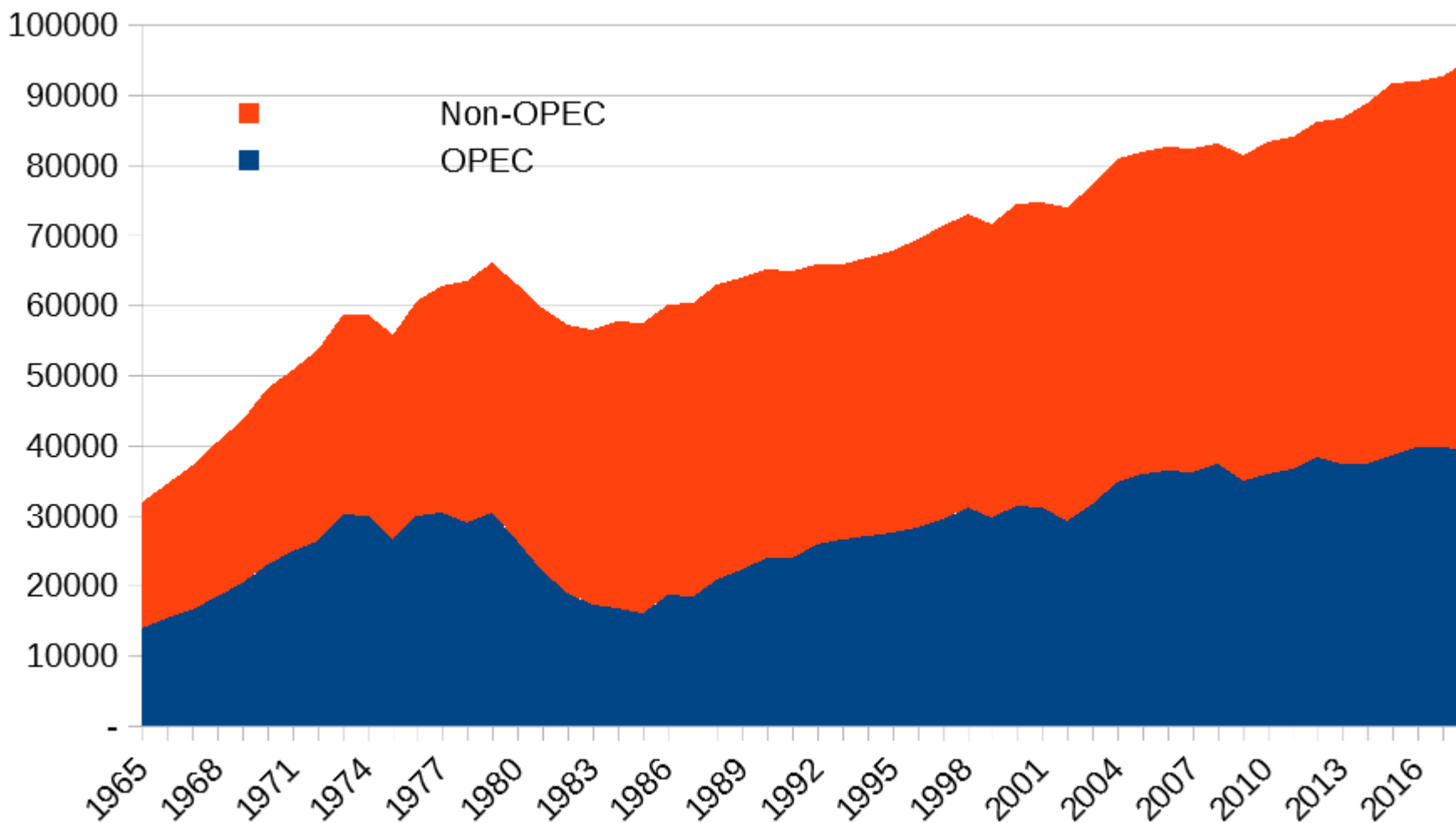


Africa: Angola, Nigeria, Algeria e Libia

Medio Oriente: Arabia Saudita, Kuwait, Qatar, Emirati Arabi Uniti, Iraq e Iran.

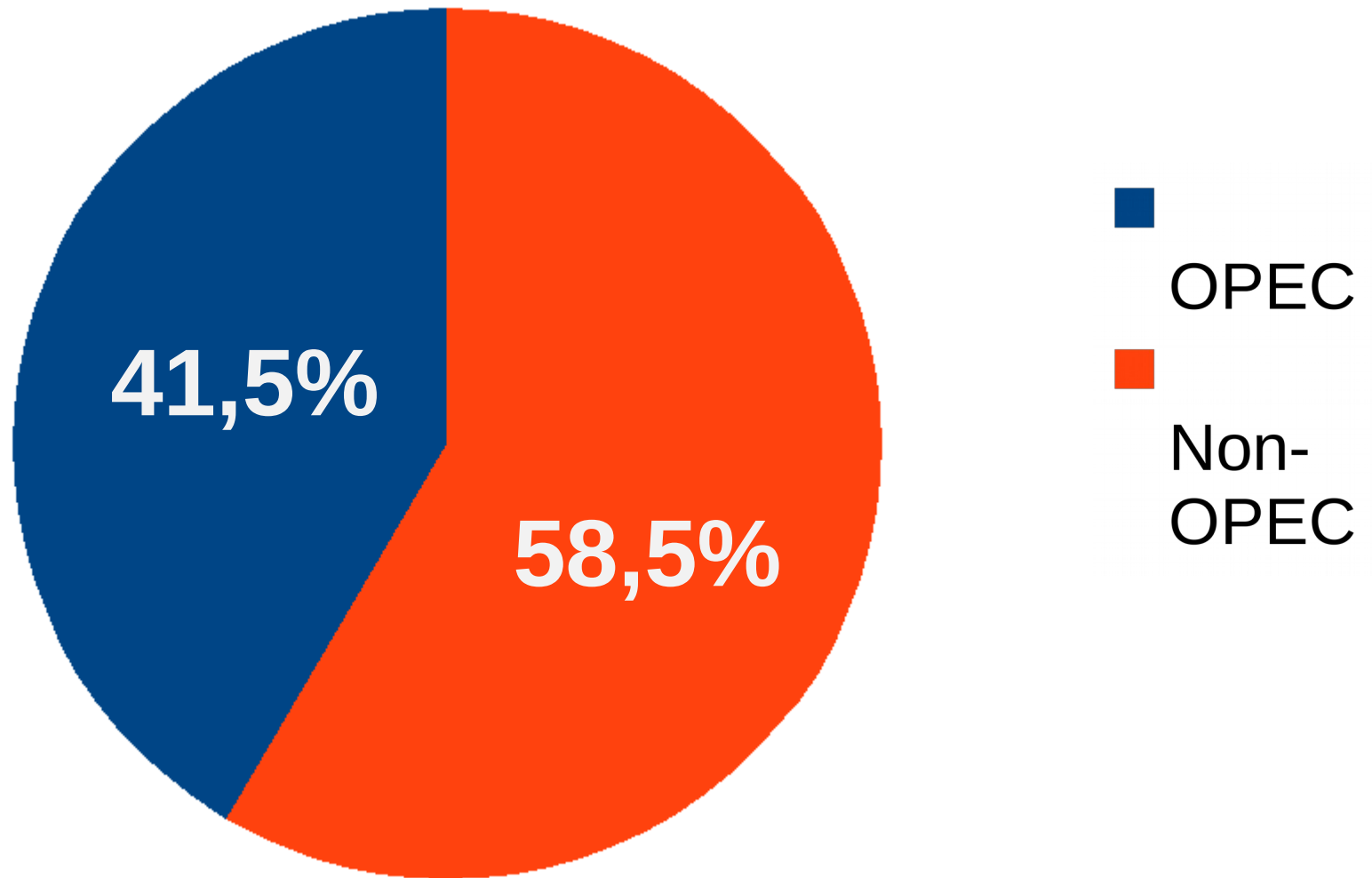
America Latina: Equador e Venezuela.

Produzione globale e di olio fra OPEC e NON OPEC fino al 2018



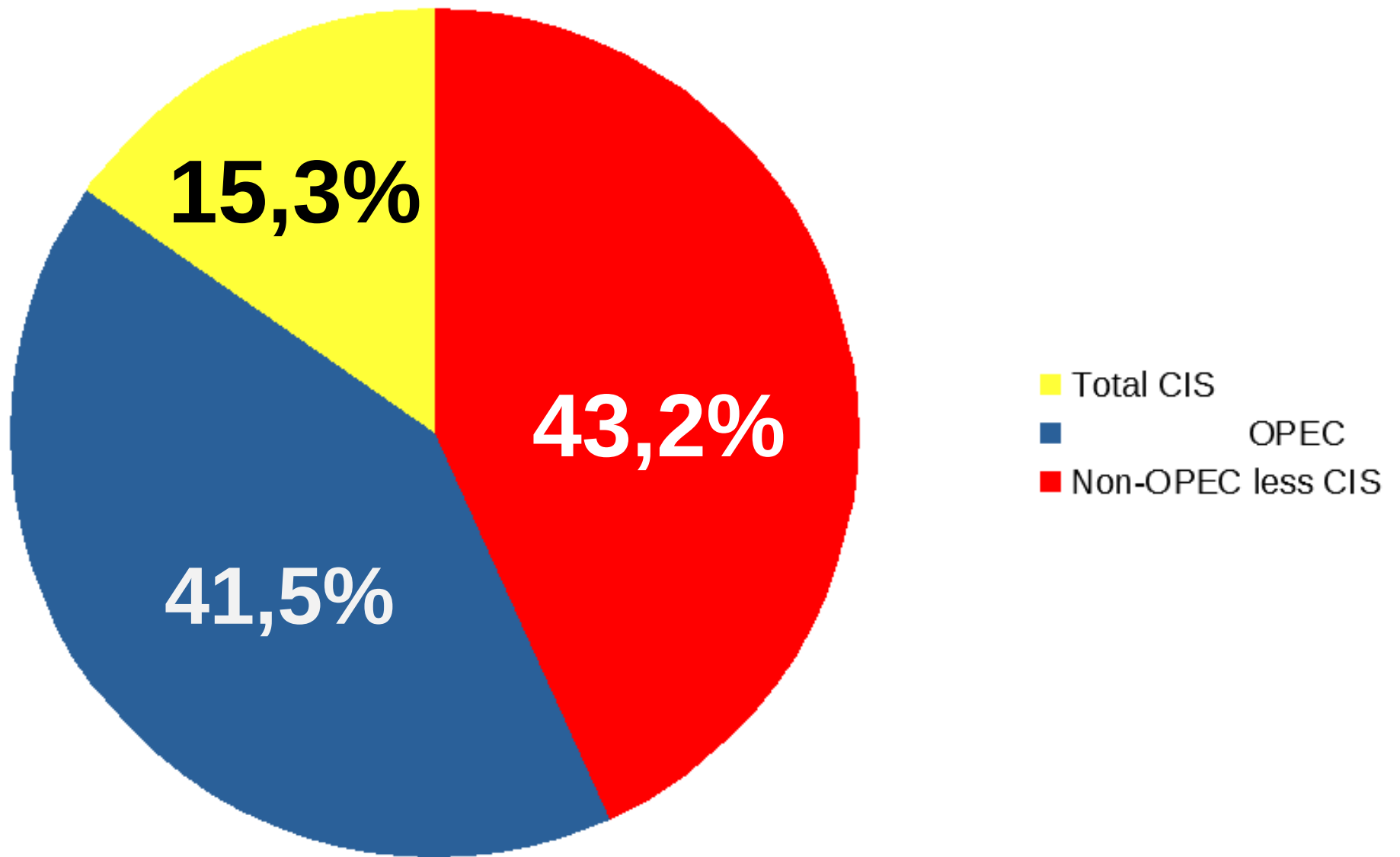
Unità = Migliaia di barili al giorno (kb/d)

Produzione globale e di olio fra OPEC e NON OPEC (2018)



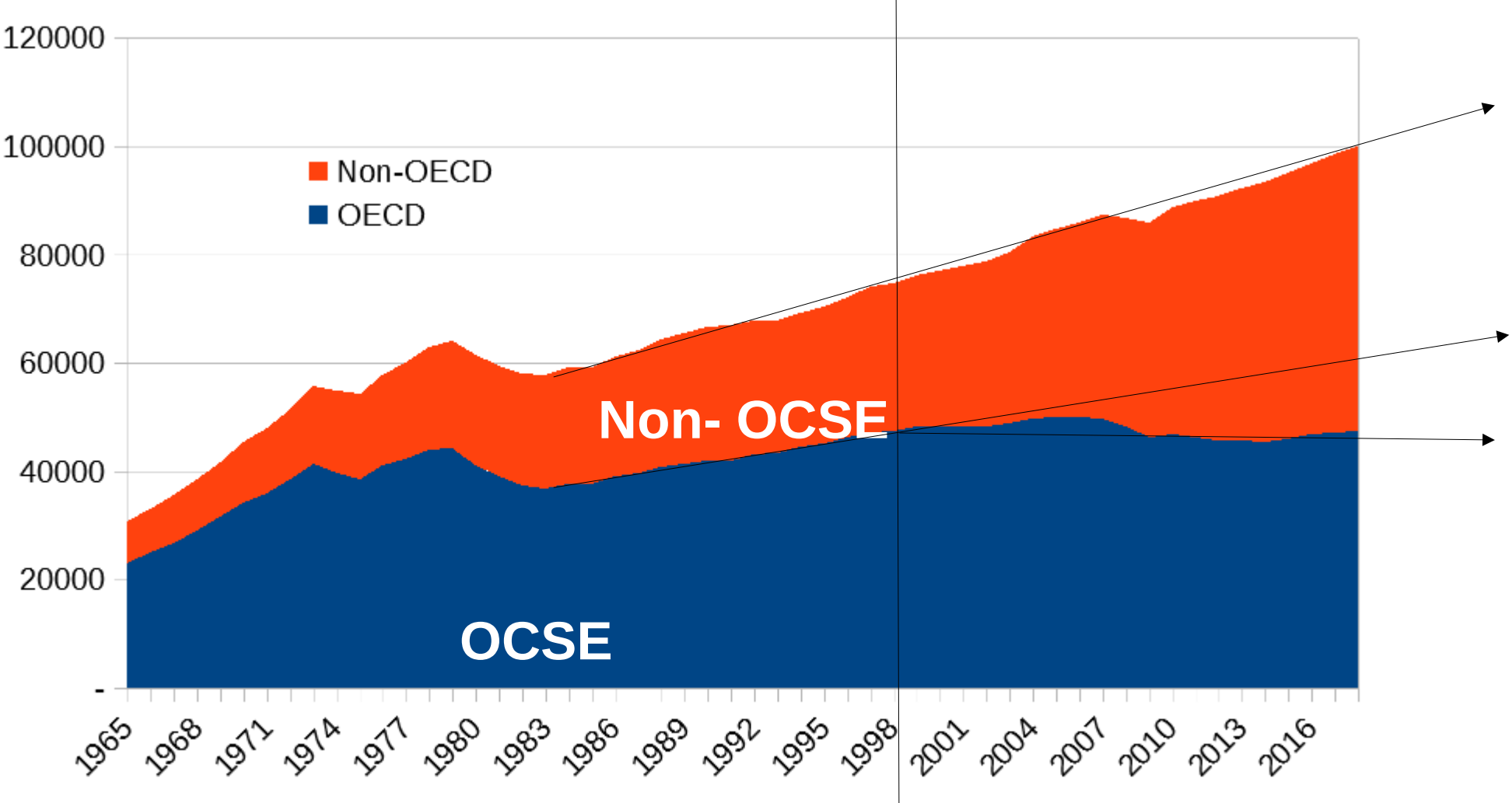
La quota di produzione dei paesi OPEC e dei paesi non OPEC è abbastanza stabile come si vede nei diagrammi a torta che seguono. Dal 2015 la Statistical Review della BP ha cessato di riportare fra le percentuali la quota dei paesi dell'ex- Unione Sovietica cioè, oltre alla Federazione Russa, i paesi dell'Asia centrale: Kazakistan, Turkmenistan, Uzbekistan, Kirghisistan e Tagikistan e i paesi del Caucaso, principalmente l'Azerbaijan.





Suddivisione della produzione globale di olio fra OPEC, non-OPEC ed ex-URSS. al 2018

Consumo globale di olio in migliaia di barili al giorno per area economica fino al 2018.



Unità Migliaia di barili al giorno kb/d

I maggiori produttori di gas nel mondo sono gli Stati Uniti che coprono il mercato interno con la produzione. Il secondo produttore è la Federazione Russa che esporta gran parte della sua produzione in Europa e nei paesi adiacenti che dipendono dalle sue forniture. In anni recenti Cina e Russia si sono accordati per la costruzione di gasdotti che portino il gas russo in Cina. La Cina ha infatti il problema di ridurre il consumo di carbone per ridurre l'inquinamento atmosferico che ha raggiunto livelli di guardia non più sostenibili dalla popolazione. Per quanto si è saputo degli accordi sino-russi la Cina dovrebbe costruire l'infrastruttura e la Russia fornire la materia prima.

Principali paesi produttori di gas (2018)

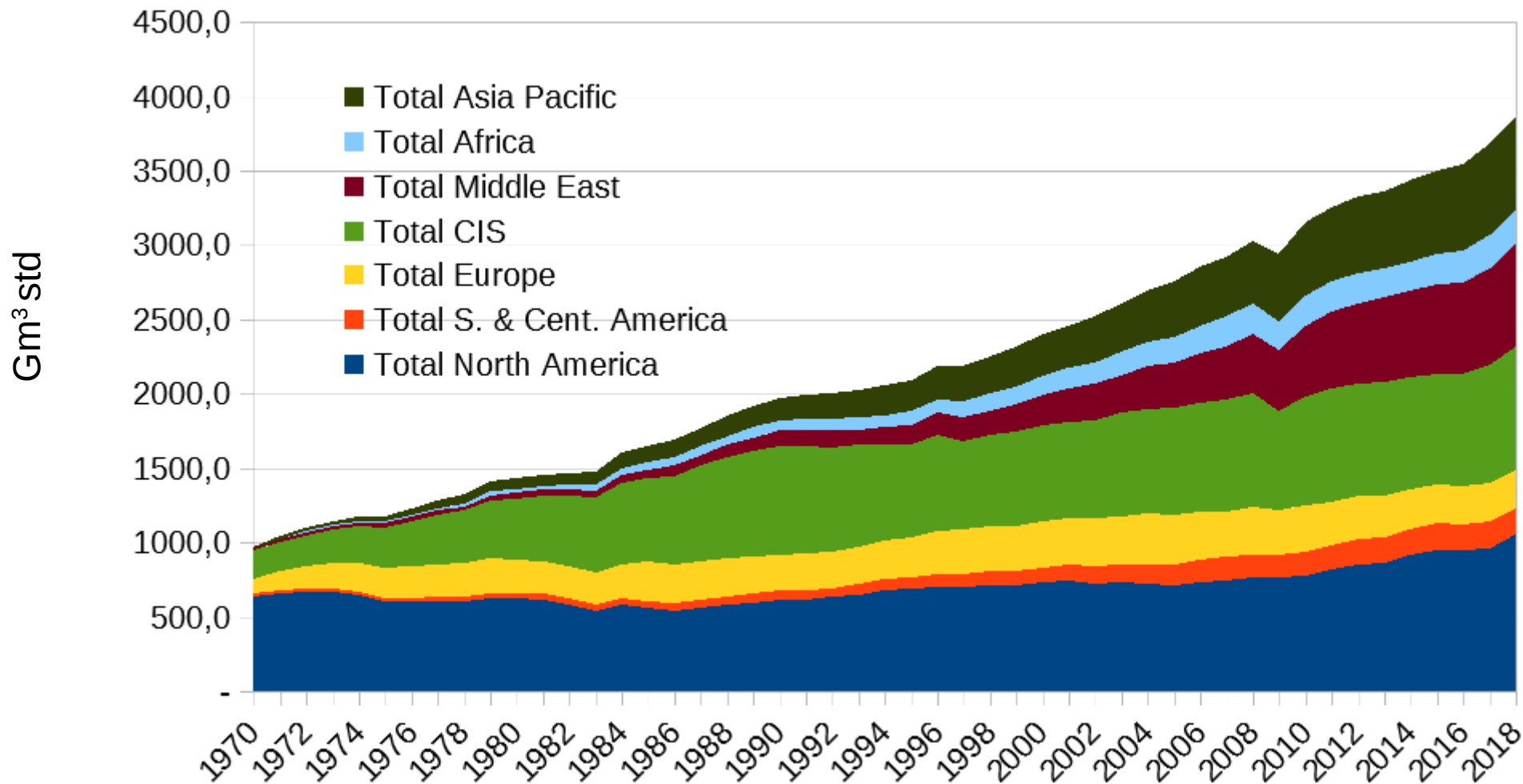
Gm ³ std			Growth rate per annum		Share
	2017	2018	2018	2007-17	2018
US	745,8	831,8	11,5%	3,6%	21,5%
Russian Fed.	635,6	669,5	5,3%	0,6%	17,3%
Iran	220,2	239,5	8,8%	6,4%	6,2%
Canada	177,6	184,7	4,0%	0,2%	4,8%
Qatar	172,4	175,5	1,8%	10,2%	4,5%
China	149,2	161,5	8,3%	7,9%	4,2%
Australia	112,8	130,1	15,3%	10,2%	3,4%
Norway	123,2	120,6	--2,1%	3,2%	3,1%
Saudi Ar.	109,3	112,1	2,6%	4,4%	2,9%
Algeria	93,0	92,3	--0,7%	1,3%	2,4%
Indonesia	72,9	73,2	0,4%	nd	1,9%
Malaysia	74,5	72,5	--2,6%	1,0%	1,9%
UAE	62,0	64,7	4,4%	2,4%	1,7%
Turkmenistan	58,7	61,5	4,8%	--0,5%	1,6%
Egypt	48,8	58,6	20,0%	--0,9%	1,5%
Uzbekistan	53,4	56,6	6,1%	--1,0%	1,5%
Nigeria	48,1	49,2	2,4%	3,6%	1,3%
UK	41,9	40,6	--3,1%	--5,7%	1,0%
Argentina	37,1	39,4	6,1%	--1,6%	1,0%
Thailand	38,7	37,7	--2,6%	3,7%	1,0%
Mexico	38,3	37,4	--2,4%	--2,0%	1,0%

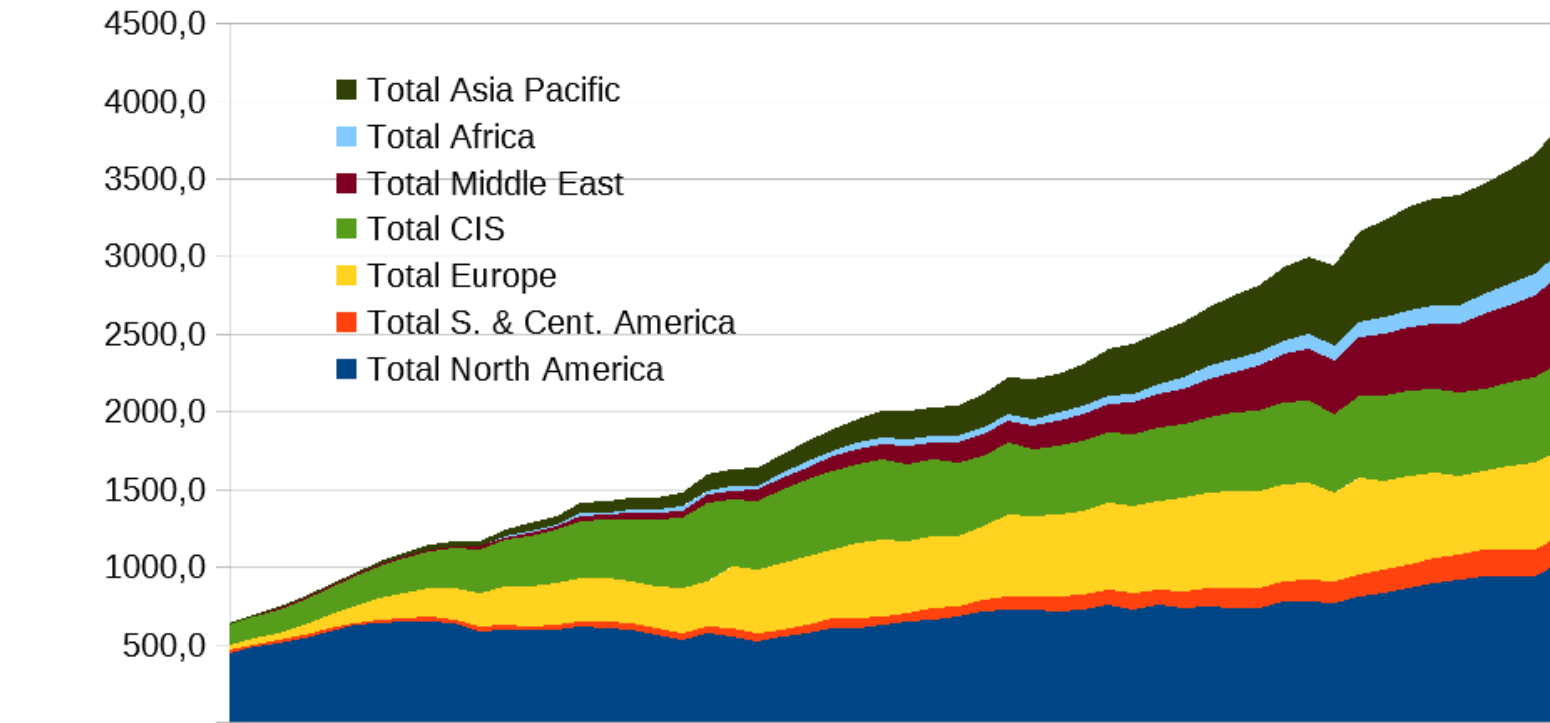
Gm³ std = Miliardi di metri cubi standard. Il metro cubo standard anche indicato come **Smc** è il gas contenuto in 1 metro cubo a 15°C ed alla pressione di 1 Atmosfera (1013,25 millibar).

90 % della produzione globale di gas



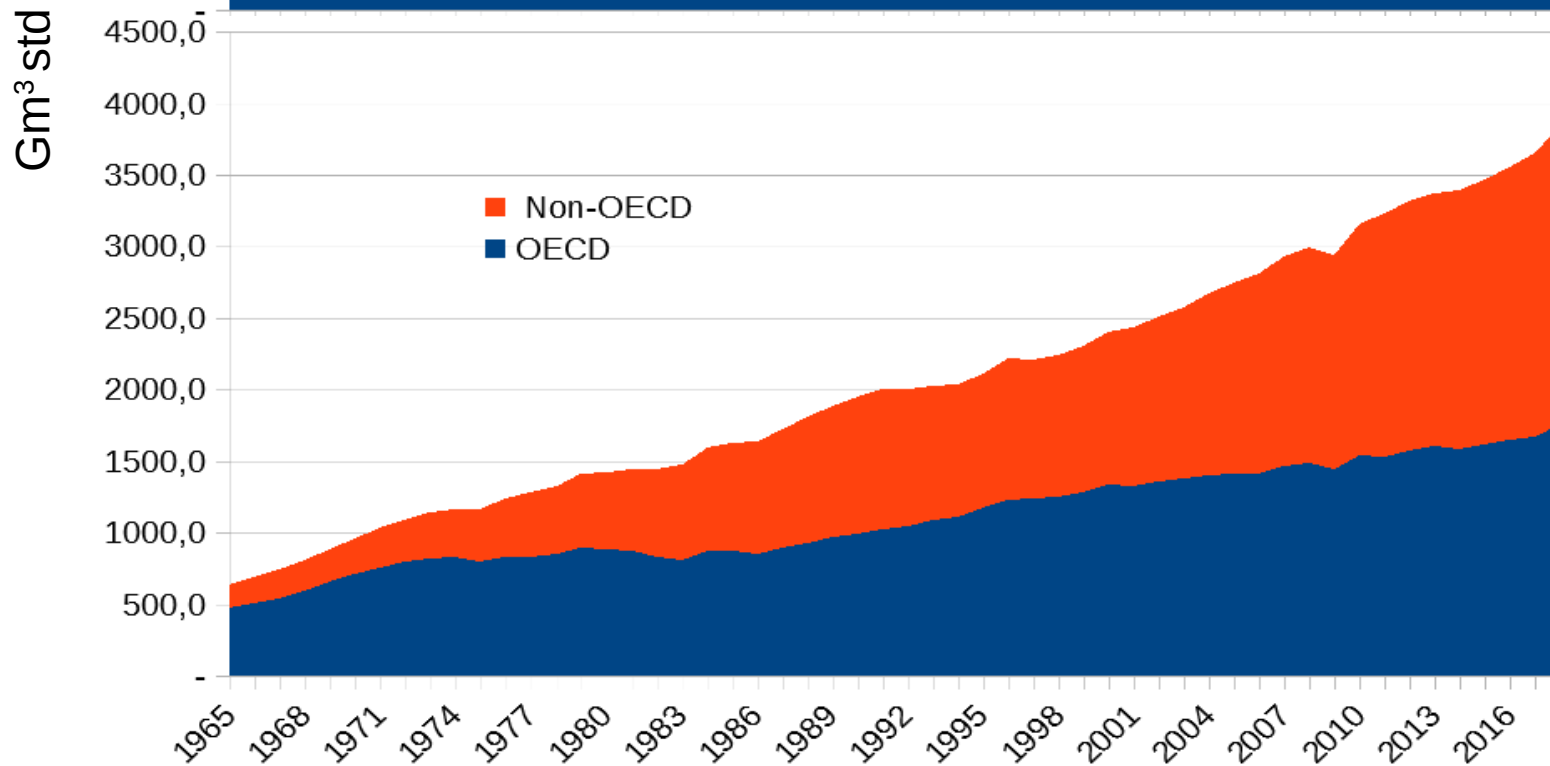
Produzione di gas per area geografica in Miliardi di metri cubi di gas standard fino al 2018.





Consumo di gas in Miliardi di metri cubi di gas standard fino al 2018.

In alto dati per area geografica



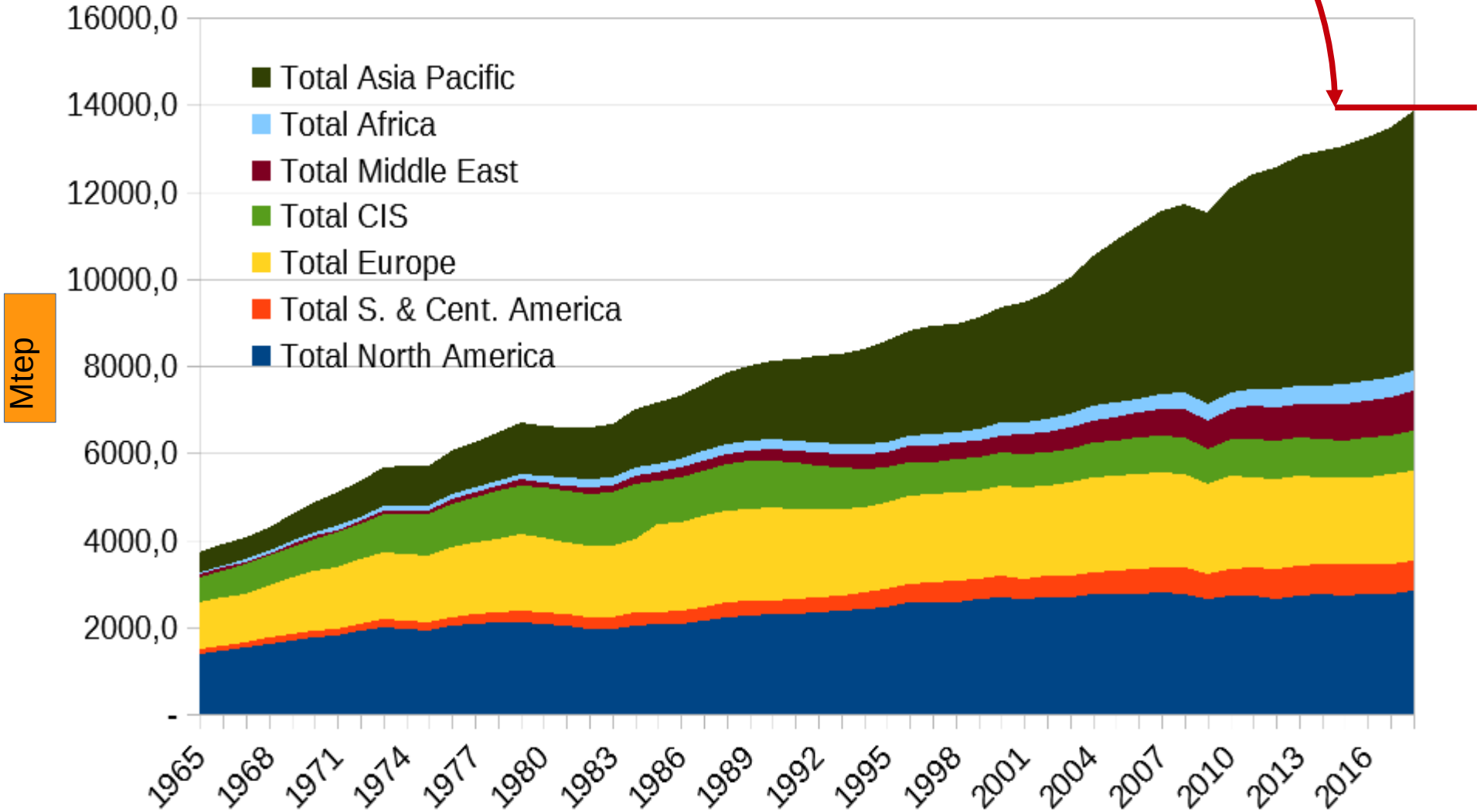
In basso dati per area economica

I consumi di energia primaria nel mondo sono andati aumentando costantemente (tranne qualche inversione in periodi di crisi) da secoli. Nella figura che segue è rappresentata la storia dei consumi nell'ultimo mezzo secolo. Nel 1965 il Nord America, l'Europa e l'Unione Sovietica consumavano quasi il 90% dell'energia primaria. Oggi la situazione è molto cambiata a causa dello sviluppo economico impetuoso dell'Asia e di altri paesi in via di sviluppo. Come si vede quasi il 50% dell'energia primaria viene consumata in Asia (cioè sostanzialmente in Cina e India).

Ricordo che l'energia primaria è l'energia che si raccoglie come tale in natura attraverso una determinata tecnologia e non subisce conversioni successive.

Dal dato dell'energia primaria totale data in Mtep si passa alla misura fisica dell'energia in Joule attraverso i passaggi specificati nella pagina che segue usando la tabella di conversione messa a disposizione sul sito moodle (nome del file: conversioni.ods del pacchetto free share "libre office" che penso sia compatibile con open office)

Tot (2018) = 13864,9 Mtep = 580 EJ => 18,4 TW



I dati di questa lezione sono presi dalla Statistical Review of World Energy della British Petroleum. Il file excell contenente tutti i dati dell'edizione 2019 di questo database può essere scaricato in rete all'URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Il database viene generalmente pubblicato in primavera, quindi fra breve (oggi è l'11 marzo 2020) sarà disponibile la nuova edizione. In ogni caso il file excell è stato scaricato anche sul sito moodle del corso.

LP