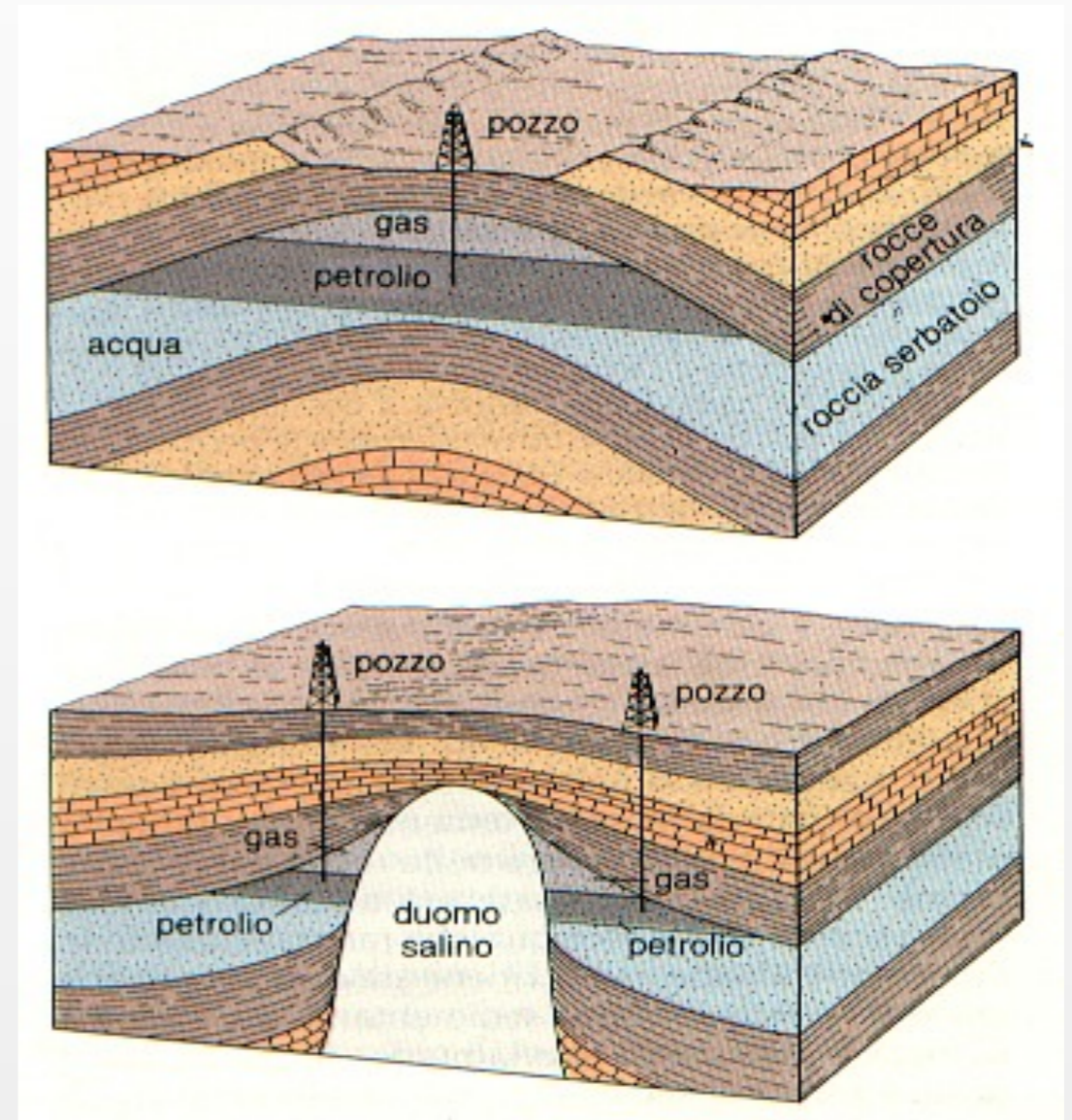


Il petrolio



■ Origine del petrolio

- Una tipica formazione petrolifera è costituita da rocce porose impregnate di idrocarburi liquidi e gassosi accompagnati da acque salate circondate da rocce impermeabili.
- Le teorie sull'origine del petrolio ipotizza tre stadi fondamentali:
 - accumulo di materiali organici (marini o salmastri)
 - Trasformazione parziale o totale in materiale bituminoso ad alto peso molecolare (protopetrolio)
 - Maturazione del protopetro



Petrolio

Cos'è?

- Il petrolio è la principale fonte di idrocarburi, è un liquido oleoso di densità $\sim 0,9$ derivato dalla decomposizione di materiale organico soprattutto di origine marina (plancton, alghe). Esso contiene una grande quantità di alcani, lineari (molti) o ramificati dal CH_4 a C_{30} o più. I petroli della Pensilvania contengono $\sim 90\%$ di idrocarburi, quelli della California $\sim 50\%$ ed il resto è costituito da composti organici.
- Solo il 10% del petrolio estratto viene utilizzato come fonte di materie chimiche primarie, che sono moltissime e vengono usate per la chimica secondaria e terziaria.
- valore commerciale a bocca di pozzo** è determinato, fondamentalmente, da tre parametri: il costo del trasporto dal luogo di estrazione, la densità ed il tenore di zolfo.

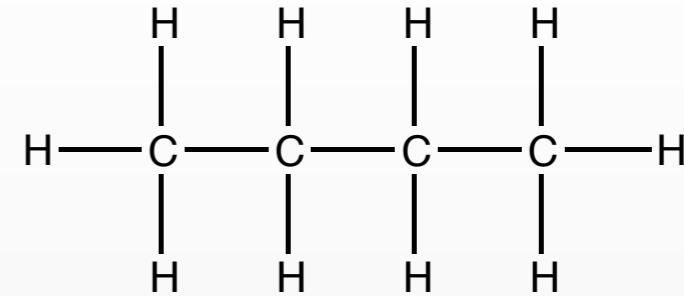


Utilizzo del petrolio

- La maggior parte del petrolio viene distillata per produrre
 - Building block
 - Asfalto
 - Gasolio
 - Oli combustibili
 - Benzina
 - Cherosene
 - Gas petrolio liquefatto (GPL)
 - Oli lubrificanti
 - Paraffina
 - Catrame

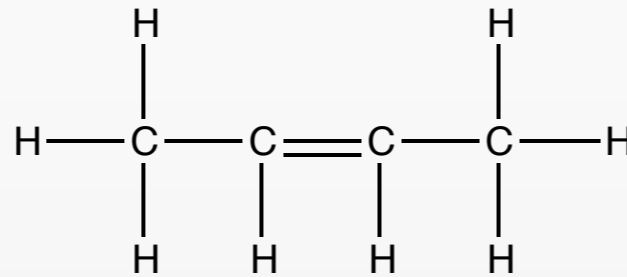
Struttura molecolare idrocarburi

paraffinici saturi a catena lineare



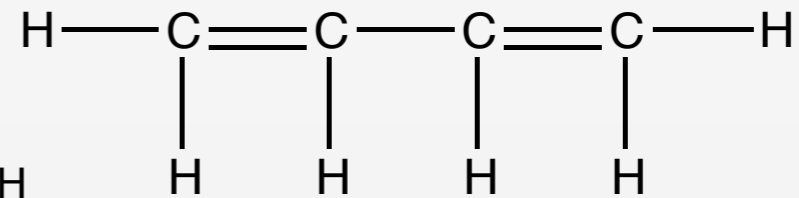
olefinici non saturi

con doppio legame

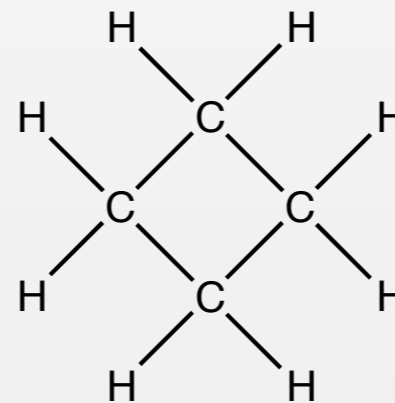


olefinici non saturi

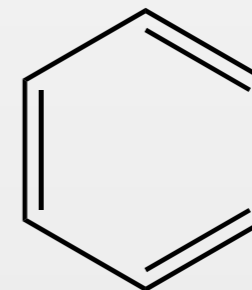
con più doppi legami



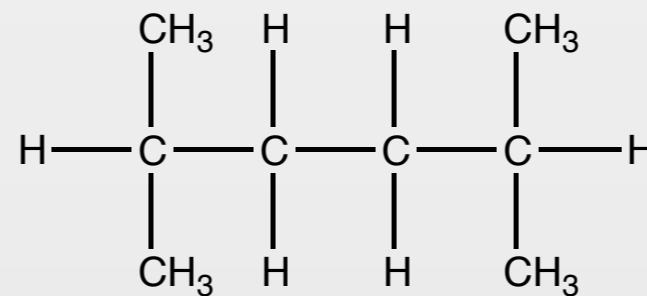
naftenici saturi o cicloparaffine



aromatici non saturi della serie benzenica



paraffinici saturi ramificati



■ Pozzi Petroliferi

- L'estrazione del petrolio include l'insieme delle tecniche e dei processi attraverso cui il petrolio viene prelevato dal sottosuolo, dove si è accumulato nel corso del tempo geologico (svariati milioni di anni) in corrispondenza delle trappole petrolifere individuate durante la fase di esplorazione geofisica (principalmente tramite prospezione sismica).
- Sinteticamente un pozzo di petrolio può essere descritto come un lungo foro praticato nel sottosuolo, a diametri decrescenti con la profondità da circa 80 cm a circa 15 cm, perforato fino a una profondità variabile da poche centinaia di metri fino a 6-8 km, la cui funzione è quella di mettere in diretta comunicazione gli strati in cui sono accumulate le miscele idrocarburiche con la superficie.
- Per la sua esecuzione, a seconda che si tratti di perforazione a mare (off-shore) o perforazione a terra (on-shore), si usa un apposito impianto di perforazione montato su una piattaforma o direttamente sul suolo.

<http://www.youtube.com/watch?v=zEeCoyvtaag&feature=relmfu>

■ Deepwater Horizon - disastro Golfo Messico

- Il disastro ambientale della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon è stato uno sversamento massivo di petrolio nelle acque del Golfo del Messico in seguito a un incidente riguardante il Pozzo Macondo, posto a oltre 1.500 m di profondità. Lo sversamento è iniziato il 20 aprile 2010 ed è terminato 106 giorni più tardi, il 4 agosto 2010, con milioni di barili di petrolio che ancora galleggiano sulle acque di fronte a Louisiana, Mississippi, Alabama e Florida, oltre alla frazione più pesante del petrolio che ha formato ammassi chilometrici sul fondale marino.

<http://www.youtube.com/watch?v=aHrd00YVW0rY&feature=related>

■ Deepwater Horizon - disastro Golfo Messico

□ Conseguenze sulla salute umana

- Il disastro della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon avrà nel breve e medio periodo effetti sulla popolazione locale in termini di intensificazione di malattie respiratorie e patologie della pelle (follicoliti cutanee) e, nel lungo periodo, gravi effetti in termini di aumento statistico dell'incidenza di tumori. Gli effetti nel lungo periodo comprendono anche aumenti statistici degli aborti spontanei, neonati di basso peso alla nascita o pretermine.
- Il petrolio e le sostanze chimiche disperdenti rilasciate sul luogo del disastro contamineranno la popolazione locale nel breve e medio termine per via inalatoria; nel lungo termine per via orale, come conseguenza dell'accumulo degli idrocarburi nella catena alimentare.

■ Deepwater Horizon - disastro Golfo Messico

□ Conseguenze ambientali su fauna e flora

- Le prime specie animali vittime del disastro sono state quelle di dimensioni più piccole e alla base della catena alimentare, come ad esempio il plancton. Sono seguite le specie di dimensioni via via maggiori che sono state contaminate direttamente (dagli idrocarburi e dalle sostanze chimiche dispersanti) oppure indirettamente (per essersi alimentate di animali contaminati). Fra le specie coinvolte: numerose specie di pesci, tartarughe marine, squali, delfini e capodogli, tonni, granchi e gamberi, ostriche, menhaden, varie specie di uccelli delle rive, molte specie di uccelli migratori, pellicani.
- Gli agenti disperdenti (fra i quali il prodotto commercializzato come corexit), cioè le sostanze chimiche utilizzate per disperdere gli idrocarburi in parti più piccole e per farli precipitare sul fondale del mare hanno consentito di nascondere la marea nera della superficie; tuttavia tali sostanze non hanno ridotto la quantità di greggio ma l'hanno solo nascosta alla vista, ad oltre 1600 metri di profondità, dove continua ad esercitare i suoi effetti nefasti sulla catena alimentare a tutti i livelli, uomo compreso.
- Di grande importanza anche i timori che si concentrano sulle specie già a rischio per le quali l'estinzione potrebbe essere accelerata.

■ Deepwater Horizon - disastro Golfo Messico

Il danno economico

- I danni del disastro ambientale sono impossibili da calcolare, tuttavia è possibile farne una stima.
- I danni diretti, cioè quelli immediatamente visibili ed evidenti sono:
 - il valore, non stimabile né riparabile, della perdita di 11 vite umane;
 - il valore, non stimabile né riparabile, del danno ambientale procurato;
 - il valore economico della piattaforma (equivalente a circa 560 milioni di dollari), degli investimenti per la trivellazione del pozzo (andati in fumo), la perdita azionaria della British Petroleum, della Transocean e della Cameron International;
 - il costo dei primi soccorsi, per lo spegnimento dell'incendio ed il salvataggio del personale della piattaforma e la ricerca dei dispersi, il costo dell'operazione per la calata della cupola più il costo della cupola da 100 tonnellate, il costo delle operazioni per arginare oappare la fuoriuscita dal pozzo;
 - il costo per il tentativo di arginare l'area sul mare dove si è sparso il petrolio fuoriuscito;
 - il costo per limitare il danno tentando la bonifica delle acque e delle coste e la pulizia degli animali.
- Fra quelli indiretti, cioè quelli correlati ma non strettamente conseguenti al disastro, vi sono:
 - il danno all'industria locale della pesca;
 - il danno all'industria del turismo;
 - l'aumento del prezzo del petrolio.

■ Le raffinerie

- Una raffineria di petrolio è uno stabilimento dove si trasforma il petrolio greggio, nei suoi componenti, e dove questi ultimi vengono trattati per ottenerne altri, che vanno da composti organici leggeri, quali il metano, GPL (miscela di butano, propano e pentano) a composti pesanti quali asfalti e simili.
- Le raffinerie hanno un ciclo di lavorazione che può essere classificato in funzione degli impianti presenti e dei prodotti realizzati:
 - Hydroskimming: distillazione topping + vacuum, reforming catalitico, desolforazione gasoli. Si realizza una bassa resa in prodotti leggeri e un'alta resa in olio combustibile.
 - Schema a conversione: a differenza delle raffinerie hydroskimming, le frazioni pesanti non vengono vendute come olio combustibile ma convertite termicamente o cataliticamente in frazioni più leggere. Le raffinerie di questo tipo sono più flessibili nel rispondere alle diverse richieste del mercato (stagionalità dei prodotti).
 - Lube: in una raffineria Lube si producono principalmente basi per oli lubrificanti. I grezzi che sono impiegati devono essere a base paraffinica.

Le raffinerie

- Per ottenere gli idrocarburi il petrolio nelle raffinerie subisce vari processi:
- Dessalaggio:** eliminazione dei sali con energico lavaggio.
- Topping:** distillazione frazionata a pressione atmosferica, il greggio viene suddiviso in frazioni in base al punto di ebollizione.
- Desolforazione:** eliminazione dello zolfo con processi catalitici.
- Distillazione a pressione ridotta:** per recuperare le frazioni più pesanti.

Desalaggio

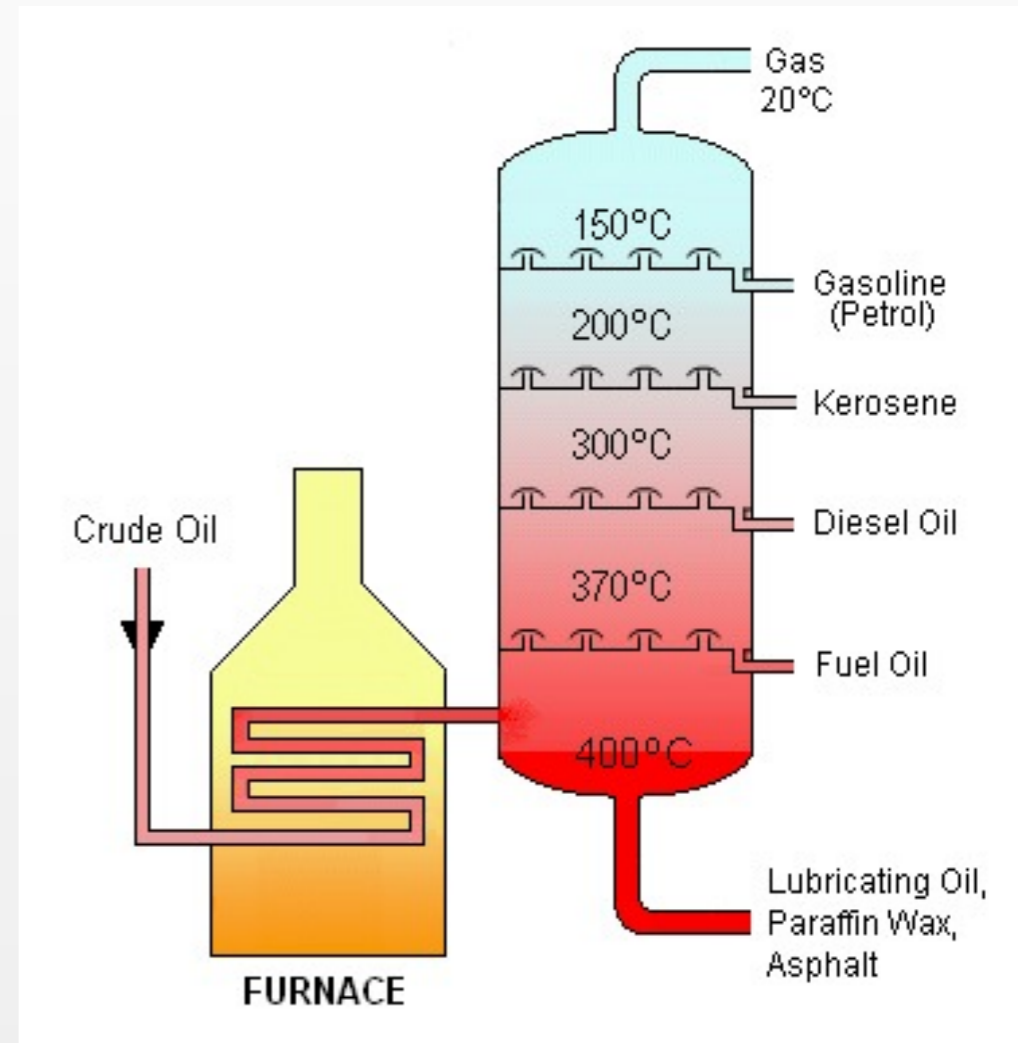
- Il petrolio, prima di poter essere lavorato, deve essere separato dall'acqua, dai sali e dalla sabbia che sono eventualmente presenti in sospensione. Queste operazioni, insieme alla stabilizzazione (allontanamento della frazione gassosa che accompagna il petrolio) vengono effettuati anche a "bocca di pozzo", in fase di estrazione. Si preferisce ripeterli, in maniera molto più approfondita, prima di iniziare qualsiasi lavorazione in raffineria.
- A causa della sua elevata viscosità le goccioline ed i solidi sospesi non riescono a sedimentare spontaneamente quindi è necessario operare un'operazione di dissalaggio. Il petrolio viene riscaldato fino a 50-150 °C, e miscelato con una certa quantità di acqua ed alcuni additivi. I sali presenti nel petrolio passano così in soluzione e le goccioline possono essere agevolmente separate in un desalter.

■ Il treno di pre-riscaldamento

- Il petrolio, per poter essere separato nei suoi componenti, deve essere riscaldato e parzialmente vaporizzato fino a circa 350 °C.
- Questa operazione si effettua in un forno e richiede una notevole quantità di combustibile. Per ridurre al minimo il consumo di combustibile, si pre-riscalda la corrente di petrolio dissalato a spese dei prodotti caldi che abbandonano l'impianto di distillazione topping.

■ Distillazione Topping

- Il greggio è una miscela molto complessa di idrocarburi che non può essere impiegata direttamente. Necessita innanzi tutto di essere separata in frazioni (o tagli petroliferi) tramite la distillazione topping (o atmosferica). I tagli petroliferi sono miscele di idrocarburi che hanno una temperatura di ebollizione compresa in un determinato intervallo.
- Il petrolio dissalato e pre-riscaldato, viene alimentato in un forno che lo porta fino ad una temperatura di 350 °C circa. La carica, parzialmente vaporizzata, viene immessa sul fondo dove vaporizza ulteriormente in virtù di una riduzione di pressione (si passa da 5 bar a 2 bar). Tutti i prodotti che hanno una temperatura di ebollizione inferiore sono vaporizzati e risalgono verso l'alto mentre i prodotti più pesanti (residuo atmosferico) escono dal fondo. La corrente gassosa, man mano che sale in colonna, viene in contatto con il liquido che scende dai piatti di distillazione superiori. In questo modo condensano prima i prodotti con la temperatura di ebollizione più alta



I prodotti di distillazione

Alcuni prodotti di distillazione

Frazione	Contenuto in C	Intervallo di p.e. in°C	Utilizzo
Gas naturale	C_1-C_4	sotto la t.a.	Combustibile (GPL), materia prima
Etere di petrolio	C_5-C_6	20-60	Solvente
Ligroina	C_6-C_7	60-100	Solvente
Benzina	C_6-C_{12}	50-200	Motori a ciclo otto
Kerosene	$C_{12}-C_{18}$	175-275	Motori a reazione
Gasolio (olio per bruciatori, nafta)	sopra C_{18}	sopra 275	Riscaldamento, centrali elettriche, motori diesel
Oli lubrificanti		Non distillato a P.atm.	
Cere		Non distillato a P.atm.	
Asfalto		Residuo	

■ Distillazione vacuum e desolforazione

□ La distillazione vacuum

- Il residuo topping contiene ancora altri composti che possono essere utilizzati, ma la loro temperatura di ebollizione a pressione atmosferica è così elevata che a pressione atmosferica subirebbero una rottura se vaporizzati (Cracking termico). Per ovviare a questo inconveniente si distilla il residuo topping ad una pressione notevolmente inferiore (40 mmHg circa). Il residuo Topping viene riscaldato in un forno nuovamente fino a 380 °C ed immesso nel fondo della colonna vacuum.

□ Desolforazione

- I prodotti della distillazione vengono di solito inviati ai trattamenti di desolforazione, in cui si inietta H₂ che viene poi separato in forma di H₂S e in seguito ridotto, a zolfo elementare. Dalla distillazione sotto vuoto si ottengono quindi i prodotti pesanti, quali gasolio e olio combustibile.

■ Raffinerie di petrolio in Italia

- Raffinerie di Petrolio in Italia
- Gela (Eni)
- Livorno (Eni)
- Mantova (IES)
- Marghera (Eni)
- Milazzo (Eni/Q8)
- Porto Torres (Eni)
- Priolo (ERG/LukOil)
- Ravenna (Alma Petroli)
- Roma (Total/ERG)
- Sannazzaro de' Burgondi (Eni)
- Sarroch (Saras)
- Taranto (Eni)
- Treccate (Esso/Erg)



Benzine

- Le benzine rappresentano le frazioni di topping che hanno un punto di ebollizione compreso fra 333.15 e 453.15 K. Le benzine provenienti dal topping non possono essere impiegate tal quali negli odierni motori a scoppio, per cui quelle che sono vendute per autotrazione sono miscele di prodotti ottenuti dal trattamento dei tagli del petrolio provenienti dal topping.
- Le benzine commerciali infatti devono presentare alcune caratteristiche ben stabilite e precisamente devono essere:
 - limpide;
 - incolori, anche se quelle che si trovano presso i distributori sono colorate per questioni di carattere fiscale;
 - non maleodoranti;
 - neutre;
 - anidre;
 - prive di sostanze che lascino depositi bruciando;
 - esenti da sostanze che bruciando provochino inquinamento;
 - sufficientemente volatili;
 - provviste di un alto potere antidetonante.

Benzine

- **La volatilità** deve essere sufficientemente alta in maniera che la benzina non richieda un eccessivo calore per evaporare, ma contemporaneamente non deve essere troppo elevata per evitare che la benzina evapori nei serbatoi di immagazzinamento, in quelli degli automezzi e nelle tubazioni, determinando formazione di bolle.
- **Il potere antidetonante** è la proprietà in assoluto più importante, tanto che le benzine sono classificate in base al numero di ottano (NO) che appunto rappresenta una misura del potere antidetonante di una benzina. La detonazione è un fenomeno che avviene nei motori a scoppio e rappresenta l'esplosione della miscela aria-benzina, dovuta all'aumento di temperatura conseguente alla compressione della stessa, durante la fase di salita del pistone. Il fenomeno è legato al tipo di carburante usato e più precisamente al suo numero di ottano e al rapporto di compressione del motore, che rappresenta il rapporto fra il volume massimo della camera del cilindro e quello minimo che si hanno rispettivamente quando il pistone si trova nel punto morto inferiore e nel punto morto superiore. La migliore resa di un motore si ha quando la miscela aria-benzina raggiunge la massima compressione nel cilindro e viene fatta bruciare dalla scintilla della candela. Le migliori benzine devono per questo sopportare la massima compressione senza autoaccendersi prima che essa sia raggiunta. Una misura di questa caratteristica è, appunto, il numero di ottano.

Benzine

- Numero di Ottano
- Il numero di ottano è un valore convenzionale attribuito a una benzina in base alle seguenti considerazioni. Sono stati scelti due idrocarburi che presentano un potere detonante opposto:
 - l'isooottano, pochissimo detonante, al quale è stato assegnato il valore di numero di ottano 100 (NO 100);
 - il n-eptano, altamente detonante, al quale è stato assegnato il valore di numero di ottano 0 (NO 0).
- Mescolando in diverse proporzioni i due idrocarburi si ottengono miscele a diverso numero di ottano. Se si vuole stabilire il numero di ottano di un carburante, si paragona il suo comportamento a quello di una miscela di isooottano e di n-eptano che abbia lo stesso potere antidetonante. Il numero di ottano di una benzina dipende dagli idrocarburi che la formano in quanto esso dipende dalla natura chimica dei componenti.

Benzine

- Il potere antidetonante degli idrocarburi aumenta nel modo seguente:
 - idrocarburi paraffinici;
 - idrocarburi naftenici;
 - idrocarburi aromatici.

- Il numero di ottano viene anche modificato per aggiunta di additivi per benzine, fra i quali i più usati sono il piombo tetraetile e tetrametile.
- L'aggiunta di questi additivi migliora le benzine, ma crea qualche problema di ordine tecnico e desta preoccupazioni per l'inquinamento che ne deriva. Il problema tecnico deriva dal fatto che la combustione del composto con il piombo porta alla formazione di ossido di piombo corrosivo.

Benzine

- Attualmente in Italia è in vendita una benzina senza piombo detta **benzina verde** che contiene una maggiore percentuale (fino al 30%) di sostanze aromatiche e eteri come antidetonanti. L'uso di benzina verde, se da una parte risolve il problema dell'inquinamento da piombo, dall'altra crea inquinamento da composti aromatici incombusti.
- Per prevenire questo inquinamento, gli autoveicoli che impiegano benzina verde sono provvisti di reattori catalitici che favoriscono la totale combustione dei composti aromatici e nel contempo convertono tutto il carbone in CO_2 e riducono gli ossidi di azoto a N_2 . Tali filtri sono noti con il nome di marmitte catalitiche. Da quanto esposto deriva che per ottenere benzine con caratteristiche adatte è necessario che la loro composizione preveda molecole con 4-12 atomi di carbonio, che contengano un'alta percentuale di prodotti aromatici e catene ramificate.

Benzine

- Con i processi di cracking e reforming si ottengono molecole piccole, aromatiche e ramificate, ma nelle raffinerie si impiegano anche altri processi da cui si ottengono prodotti utili per le benzine:
- **L'isomerizzazione** consiste nella trasformazione di idrocarburi lineari, di solito a 4, 5 o 6 atomi di carbonio, in idrocarburi ramificati e questo è possibile con l'aiuto di catalizzatori che inducono la formazione di carbocationi i quali, potendo isomerizzare, portano alla formazione di idrocarburi ramificati. La reazione viene fatta avvenire a temperature comprese fra 383,15 e 413,15 K.
- **L'alchilazione** consiste nell'addizione di una isoparaffina a un alchene per formare un alcano ramificato. Le reazioni sono esotermiche, ma poiché avvengono con diminuzione di numero di moli, sfavorite dal punto di vista entropico, è necessario che siano condotte a temperature non troppo elevate. Il meccanismo prevede la formazione di carbocationi per somma di un idrogenione a un doppio legame e quindi la somma del carbocatione formato a un nuovo alchene. Il nuovo carbocatione formato strappa un idruro all'alcano formando un nuovo carbocatione e la reazione procede a catena.
- La **blanda polimerizzazione** consiste nell'unione di due o al massimo tre molecole di alcheni formati dalle reazioni di cracking. È un processo attualmente poco usato.

Benzine

- Dai vari processi sopra visti si preparano diversi tipi di benzine destinate a usi differenti e precisamente:
 - benzine primarie ottenute dal topping del petrolio utilizzate soprattutto come base per le lavorazioni successive che portano alla formazione delle benzine per autotrazione e alla produzione di materie prime per le industrie petrolchimiche;
 - benzina auto formata da composti contenenti 4-8 atomi di carbonio con punto di ebollizione fra 298,15 e 483,15 K e numero di ottano 84-86 per la normale e 98 per la super;
 - benzina avio usata per gli aeroplani, nella quale vi è un'alta percentuale di idrocarburi ramificati, caratterizzata da un numero di ottano superiore a 100;
 - benzina solvente utilizzata per estrazioni, lavaggi a secco, diluenti per vernici e altro.

Cheroseni

- I cheroseni rappresentano la frazione del petrolio che distilla fra 453,15 e 523,15 K, formata soprattutto da idrocarburi paraffinici e naftenici a 12-17 atomi di carbonio e vengono impiegati come combustibile per illuminazione (noto con il nome di petrolio), per riscaldamento, come carburante per trattori agricoli e carburante per turboreattori d'aviazione. Per quest'ultimo impiego vengono usati cheroseni con caratteristiche ben precise ottenute sia agendo sulla composizione in idrocarburi, sia mediante aggiunta di additivi. I migliori cheroseni per aviazione vengono impiegati nei jet militari.

Gasoli

- I gasoli rappresentano la frazione percentualmente più alta del topping del petrolio e contengono idrocarburi a 16-30 atomi di carbonio. La temperatura di ebollizione varia fra 523,15 e 623,15 K. Essi vengono principalmente impiegati in motori diesel o come combustibili per riscaldamento domestico. I gasoli che servono per alimentare i motori diesel devono presentare la caratteristica di bruciare spontaneamente quando vengono iniettati in aria sufficientemente calda. Questa caratteristica viene misurata attraverso un parametro detto numero di cetano analogo al numero di ottano visto per le benzine.
- Al n-esadecano ($C_{16}H_{34}$), detto cetano, è stato attribuito il numero di cetano 100; all' α -metil-naftalene è stato assegnato il numero di cetano 0. Miscele dei due composti presentano numeri di cetano intermedi. Se si vuole stabilire il numero di cetano di un gasolio, si paragona il suo comportamento all'accensione con quello di una miscela di cetano e di α -metilnaftalene che si comporti allo stesso modo. I gasoli impiegati per i cosiddetti diesel veloci, rappresentati da quelli montati sulle moderne autovetture, devono avere un numero di cetano minimo pari a 50.

Gasoli

- Devono inoltre presentare le seguenti caratteristiche:
 - viscosità ne troppo elevata ne troppo bassa per garantire una sufficiente lubrificazione e una adatta polverizzazione nel cilindro;
 - punto di scorrimento, rappresentato dalla minima temperatura alla quale il gasolio scorre, non troppo basso per permetterne il suo impiego anche a temperature relativamente basse;
 - punto di infiammabilità alto ($> 328,15 \text{ K}$) per problemi legati alla sicurezza di utilizzo;
 - residuo di zolfo minimo;
 - residuo carbonioso minimo.
- Le caratteristiche sopra elencate possono essere ottenute anche con aggiunta di additivi; per esempio il numero di cetano viene aumentato aggiungendo al gasolio nitrati e nitriti alchilici o perossidi organici.

■ Materie prime derivanti dal petrolio

- Dopo aver esaminato i processi ai quali è sottoposto il petrolio, si può passare all'esame dei composti che da esso vengono isolati o preparati e che rappresentano materie prime di importanza fondamentale per parecchie industrie. I principali sono:
 - etilene;
 - acetilene;
 - propilene;
 - gas di sintesi;
 - idrocarburi a quattro atomi di carbonio;
 - idrocarburi aromatici.

Etilene

- L'etilene è forse la più importante materia prima ricavata dal petrolio. Poiché l'etilene che si ottiene dai normali processi di cracking non è sufficiente a soddisfare le richieste del mercato, un'altra quota viene prodotta con il procedimento detto steam cracking, un processo di riduzione degli idrocarburi a maggior numero di atomi di carbonio mediante vapor acqueo. Le cariche di alimentazione per lo steam cracking possono essere:
 - gasoli: oltre all'etilene e ad altre olefine leggere si ottiene anche benzina, che in questo processo è da considerare prodotto secondario.
 - frazioni leggere: Nel caso invece in cui si alimentano frazioni leggere, queste sono composte principalmente da alcani a basso numero di atomi di carbonio che ad alte temperature si trasformano in olefine perdendo idrogeno; in questo caso le rese di etilene sono maggiori.
- L'etilene viene largamente utilizzato per la preparazione di polietilene, ossido di etilene, etanolo, etere etilico, stirene, cloruro di vinile, dicloroetano e altri derivati clorurati usati come solventi, derivati vinilici e numerosi altri prodotti. Si presenta come gas incolore, infiammabile e facilmente liquefacibile ($T_c = 282,5 \text{ K}$, $p_c = 5,1 \text{ MPa}$).

■ Acetilene

- L'acetilene, per le sue caratteristiche di estrema reattività e polivalenza è stato a lungo un importantissimo intermedio per la sintesi di moltissimi composti chimici. La sua elevata reattività, che lo rende pericoloso in quanto forma miscele esplosive con l'aria, il suo elevato costo e la difficoltà di conservarlo e trasportarlo ne hanno ridotto l'uso soprattutto da quando è stato possibile sostituirlo con sostanze alternative, quali l'etilene. Prima della seconda guerra mondiale l'acetilene si preparava esclusivamente dal carburo di calcio. Attualmente tale metodo viene utilizzato solo nelle nazioni ricche di carbonio e che possono disporre di corrente elettrica a basso costo. Negli altri casi viene preparato per decomposizione termica del metano o di cariche contenenti idrocarburi a pochissimi atomi di carbonio, a temperature superiori a 1450,15 K alle quali la trasformazione in acetilene è favorita termodinamicamente. Poiché la reazione di trasformazione è molto rapida e l'acetilene appena formato tende a trasformarsi rapidamente in carbonio e idrogeno, è necessario un immediato raffreddamento subito dopo la sua formazione. Fra i principali derivati dell'acetilene si annoverano: il cloruro di vinile, l'acetato di vinile, l'acido acrilico, l'acetaldeide, il cloroprene, il tricloroetilene, il percloroetilene, il butindiole.

■ Propilene e idrocarburi C₄

- Il **propilene** rappresenta uno dei composti più versatili delle industrie petrolchimiche. Si prepara per cracking del propano o del gas di raffineria o anche da frazioni leggere del topping. Fra i principali derivati si possono ricordare: l'acrilonitrile, l'adiponitrile, il polipropilene, il cumene, l'isopropanolo, l'acroleina, l'isoprene e i derivati clorurati.
- **Idrocarburi C₄**
- Gli idrocarburi a quattro atomi di carbonio rappresentano i sottoprodotti del processo della raffinazione e del cracking termico. I composti che fanno parte di questa frazione sono il butano, l'isobutano, i buteni, l'isobutene e il butadiene. Questi composti vengono utilizzati sia come componenti base per le industrie petrolchimiche, sia come combustibili sia come carica per i processi di alchilazione che portano alla formazione di composti ramificati ad alto numero di ottano da aggiungere alle benzine.
- Il butadiene è forse il composto più interessante di questa frazione, utilizzato per la produzione di gomma sintetica. Viene estratto dagli altri componenti della frazione C⁴ proveniente dal cracking. Come alternativa, il butadiene viene anche preparato per deidrogenazione del butano e per deidrogenazione dei buteni.

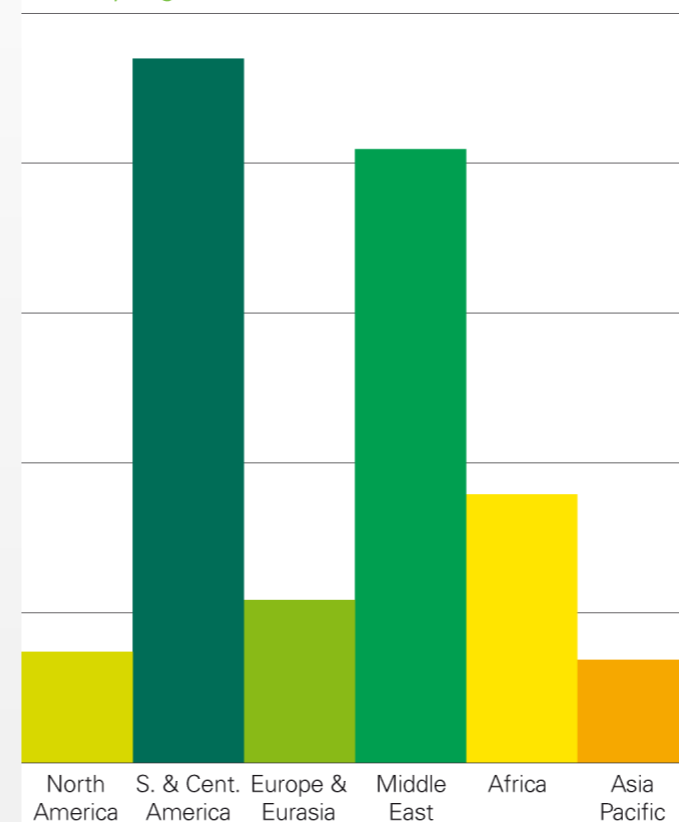
Le riserve

- il rapporto R / P rappresenta il margine temporale che tali riserve rimanenti durerebbe se la produzione dovesse continuare al tasso dell'anno precedente. Si calcola dividendo le riserve rimanenti alla fine dell'anno con la produzione in quell'anno.
- i valori riserva-vs-produzione (R/P) rapporti sono disponibili per paese e macroarea ma necessitano di una attenta lettura

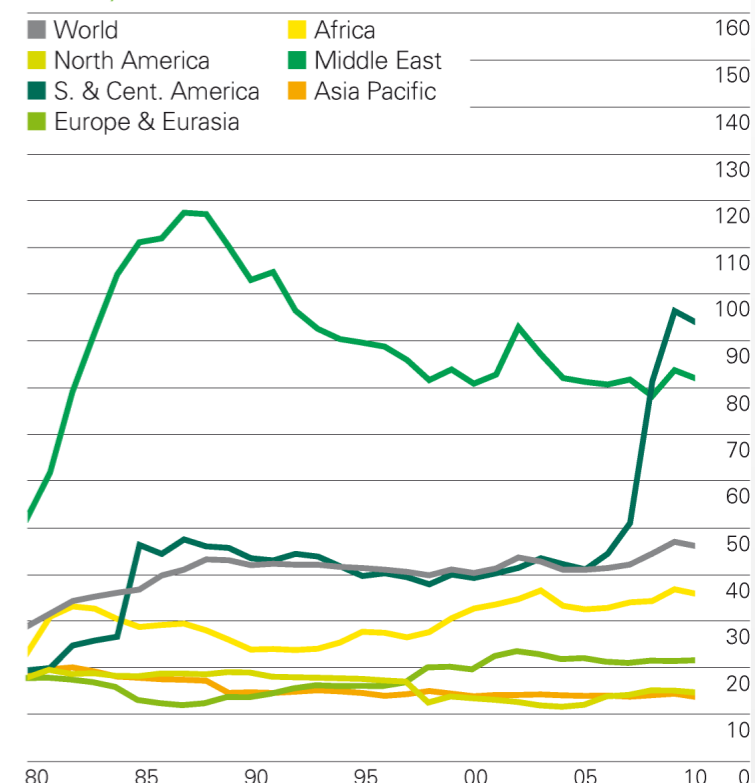
Reserves-to-production (R/P) ratios

Years

2010 by region



History



World proved oil reserves in 2010 were sufficient to meet 46.2 years of global production, down slightly from the 2009 R/P ratio because of a large increase in world production; global proved reserves rose slightly last year. An increase in Venezuelan official reserve estimates drove Latin America's R/P ratio to 93.9 years – the world's largest, surpassing the Middle East.

Consumo

□ Quanto ne usiamo?

□ Country - Oil consumption (bbl/day)

□ United States - 18,690,000

□ China - 8,200,000

□ Japan - 4,363,000

□ India - 2,980,000

□ Russia - 2,740,000

□ Brazil - 2,460,000

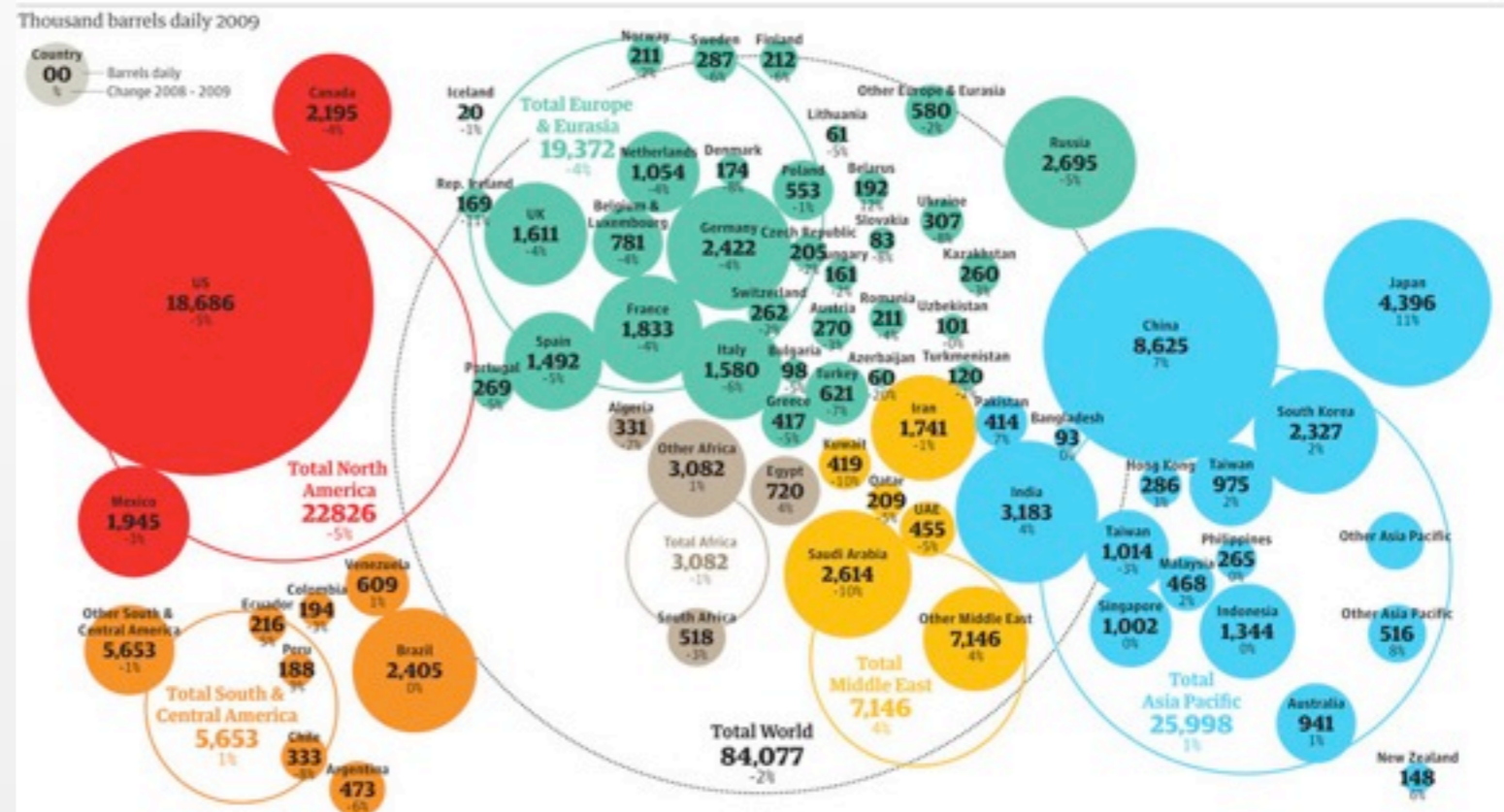
□ Germany - 2,437,000

□ Saudi Arabia - 2,430,000

□ Korea, South - 2,185,000

□ Canada - 2,151,000

Oil consumption around the world



World oil consumption
Thousand barrels daily, 1965 - 2009

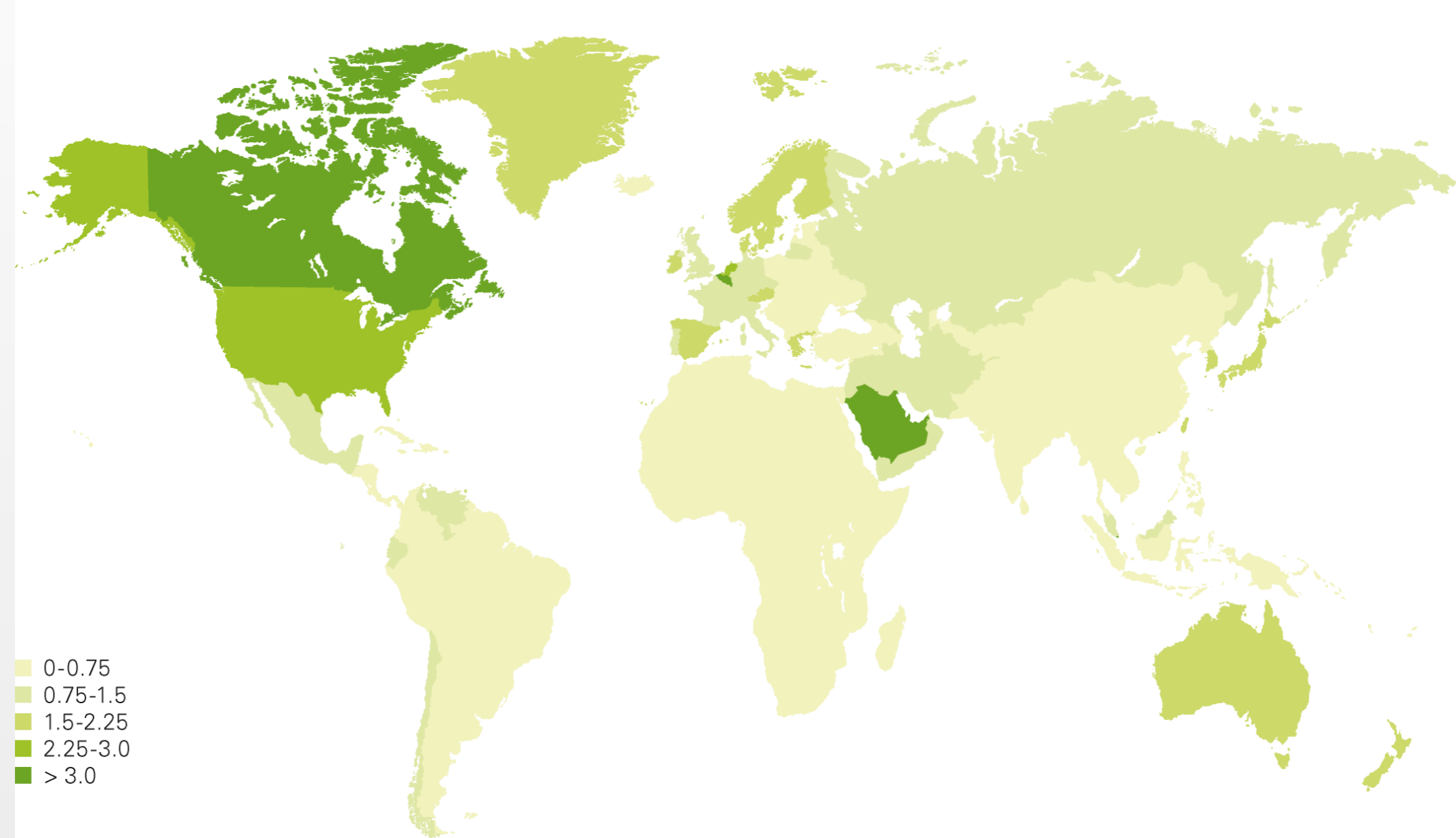


SOURCE: BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY

Consumo pro capite

Consumption per capita 2010

Tonnes



 **Consumo pro capite**

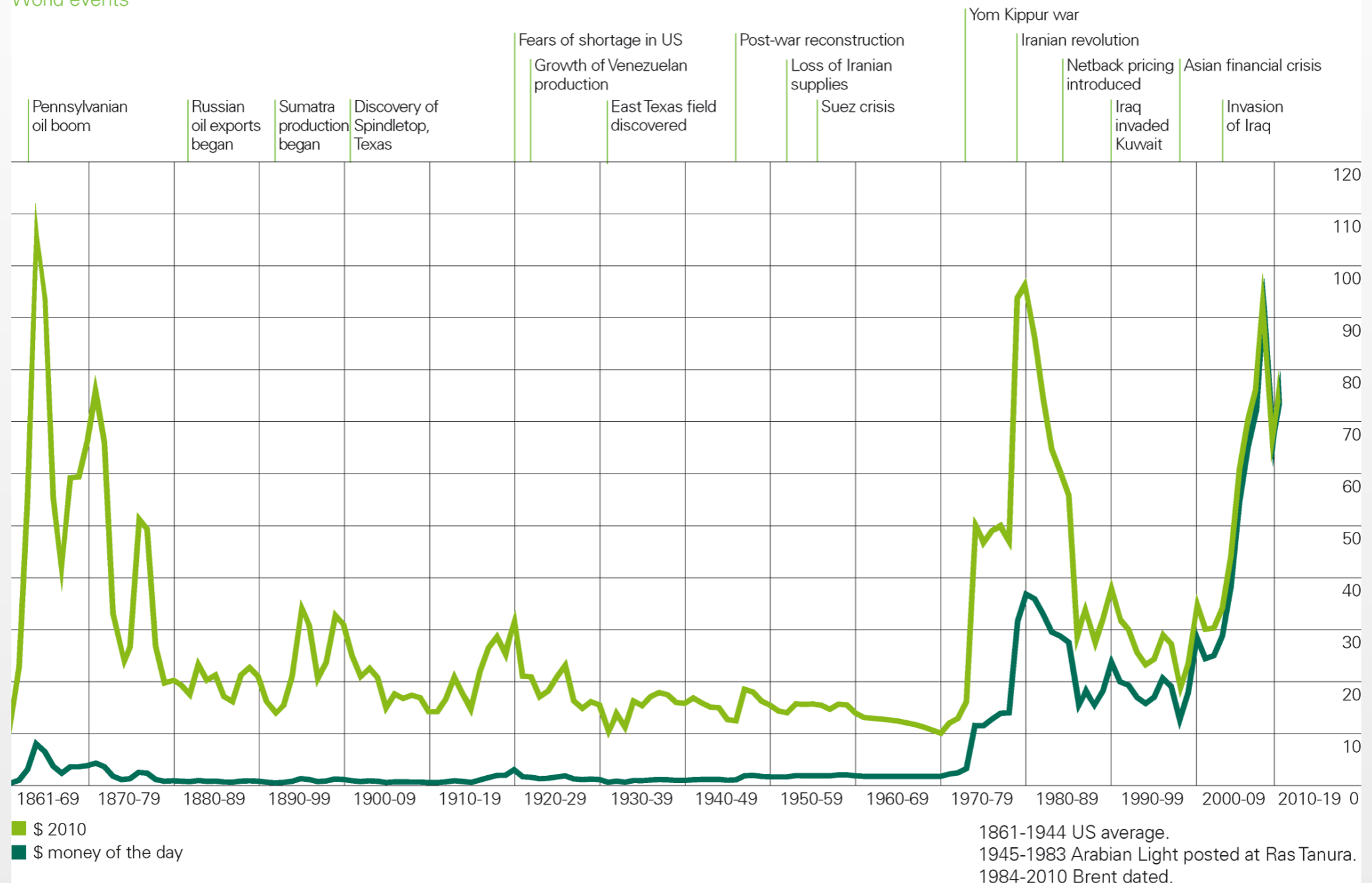
Paese	Consumo	Popolazione	Pro Capite	
1	Kuwait	524,045	2,505,559	0.2092
2	Singapore	796,650	4,553,009	0.1750
3	Emirati Arabi	423,072	4,444,011	0.0952
4	Saudi Arabia	2,067,829	27,601,038	0.0749
5	USA	20,587,550	301,139,947	0.0684
6	Canada	2,217,877	33,390,141	0.0664
7	Netherlands	1,013,175	16,570,613	0.0611
8	Belgium	556,490	10,392,226	0.0535
9	Australia	920,186	20,434,176	0.0450
10	South Korea	2,157,479	49,044,790	0.0440
11	Taiwan	950,192	22,858,872	0.0416
12	Japan	5,221,636	127,433,494	0.0410
13	Greece	434,871	10,706,290	0.0406
14	Sweden	363,320	9,031,088	0.0402
15	Spain	1,583,671	40,448,191	0.0392
16	Austria	301,35	68,199,783	0.0368
17	Germany	2,629,526	82,400,996	0.0319
18	France	1,972,132	63,713,926	0.0310
19	UK	1,816,014	60,776,238	0.0299
20	Italy	1,709,444	58,147,733	0.0294

□ l'incidenza dei "fattori politici"

Crude oil prices 1861-2010

US dollars per barrel

World events



■ Importazioni ed esportazioni

□ Import and Export 2010

	Million tonnes				Thousand barrels daily			
	Crude imports	Product imports	Crude exports	Product exports	Crude imports	Product imports	Crude exports	Product exports
US	456,1	121,0	1,4	101,7	9159	2530	28	2126
Canada	28,9	12,7	99,1	29,1	580	266	1990	609
Mexico	0,4	30,1	67,8	8,5	7	629	1362	177
S. & Cent. America	20,9	56,8	131,2	44,6	419	1186	2635	933
Europe	465,1	131,7	19,3	71,8	9341	2753	387	1501
Former Soviet Union	†	4,8	318,0	103,2	1	101	6386	2158
Middle East	11,3	10,1	828,7	107,2	226	212	16642	2241
North Africa	12,3	12,0	112,6	29,2	247	250	2260	610
West Africa	0,1	6,9	221,2	7,6	1	144	4443	159
East & Southern Africa	5,0	7,3	16,2	0,4	101	152	326	9
Australasia	29,0	14,1	16,2	7,6	583	295	325	160
China	234,6	59,9	2,0	29,4	4710	1253	41	615
India	162,0	16,5	–	57,2	3254	344	–	1196
Japan	184,8	40,9	0,3	14,1	3711	856	6,4	295
Singapore	39,9	100,1	2,1	65,8	800	2092	42	1376
Other Asia Pacific	225,5	131,7	39,7	80,2	4528	2753	796	1676
Unidentified*	–	1,2	–	–	–	25	–	–
Total World	1875,8	757,7	1875,8	757,7	37670	15840	37670	15840

Includes changes in the quantity of oil in transit, movements not otherwise shown, unidentified military use, etc.

Less than 0.05.

Note: Bunkers are not included as exports. Intra-area movements (for example, between countries in Europe) are excluded.