

*Economia dell'Energia e dell'Ambiente*

*a.a. 2019/20*

*Prof. Roberto Fazioli*

*Roberto.Fazioli@unife.it*

## ***Lezione 1. Parte C.***

***L'Ambiente, le Risorse Naturali, l'Energia:  
Misurare la sostenibilità***

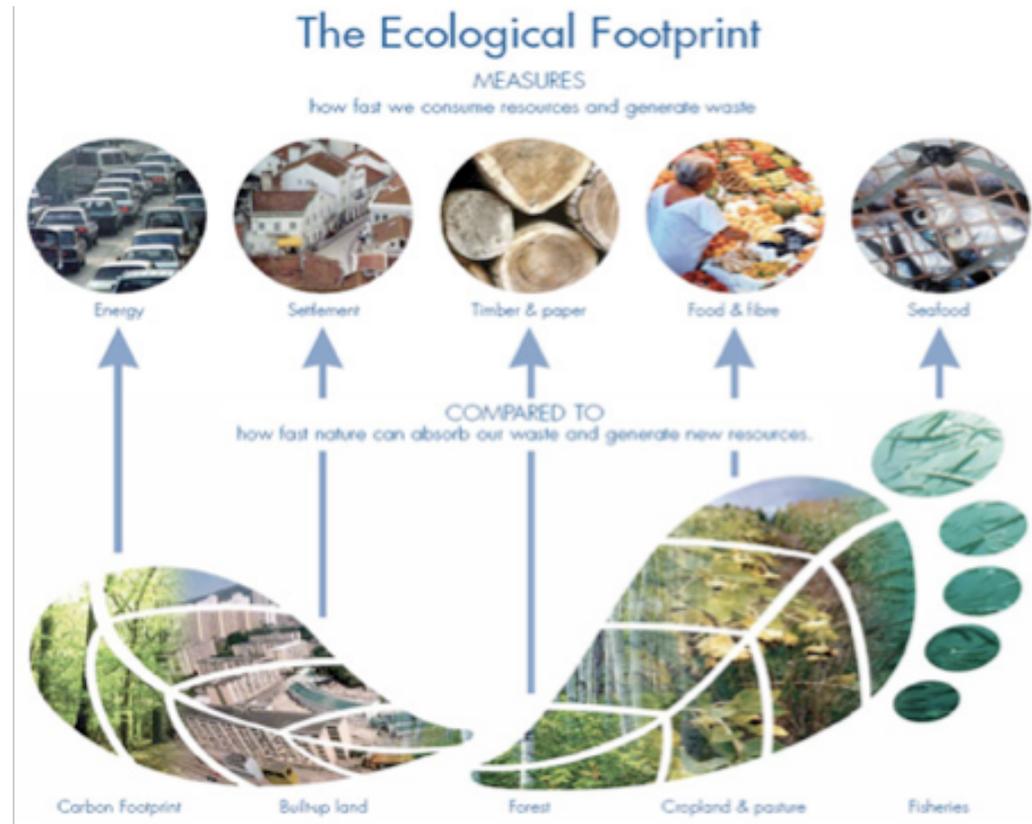
E' possibile **misurare la sostenibilità**? In che modo? Esistono degli indicatori economici? Queste sono solo alcune delle domande che possiamo porci quando parliamo di sostenibilità e di una sua possibile misura. Alla luce della complessità teorica della definizione di sostenibilità, una sua misurazione attraverso un unico indicatore macroeconomico aggregato appare un compito difficile. Le misure di reddito derivanti dalla contabilità nazionale, quali il Prodotto Interno Lordo (PIL) o il Prodotto Nazionale Lordo (Pnl), risultano inadeguate nel fornire una spiegazione delle interazioni tra il sistema economico e il sistema naturale, motivo per cui risulta necessario apportare delle modifiche al reddito tradizionale al fine di costruire degli indicatori macroeconomici di sostenibilità che siano maggiormente rappresentativi ovvero un indicatore di reddito che contenga delle valutazioni economiche relative sia al consumo e al degrado delle risorse naturali, sia ai servizi forniti dall'ambiente naturale alla popolazione.

Quanto stiamo utilizzando delle risorse disponibili sul nostro Pianeta e quante ne abbiamo ancora a disposizione? L'umanità ha bisogno di quello che ci fornisce la natura, ma come sappiamo le risorse naturali non sono inesauribili. L'Impronta Ecologica (figura 5) trae origine proprio dall'esigenza di quantificare in qualche modo le richieste di risorse naturali. Concepita nel 1990 da Mathis Wackernagel e William Rees dell'Università della British Columbia, l'Impronta Ecologica è oggi ampiamente usata da scienziati, aziende, governi, agenzie ed istituzioni che lavorano per monitorare l'uso delle risorse naturali e promuovere lo sviluppo sostenibile.

**L'Impronta Ecologica**, quindi, nasce come unità di misura di prim'ordine della **domanda di risorse naturali da parte dell'umanità**, misurando quanta superficie in termini di terra e acqua, la popolazione umana necessita per produrre, con la tecnologia disponibile, le risorse che consuma e per assorbire i rifiuti prodotti.

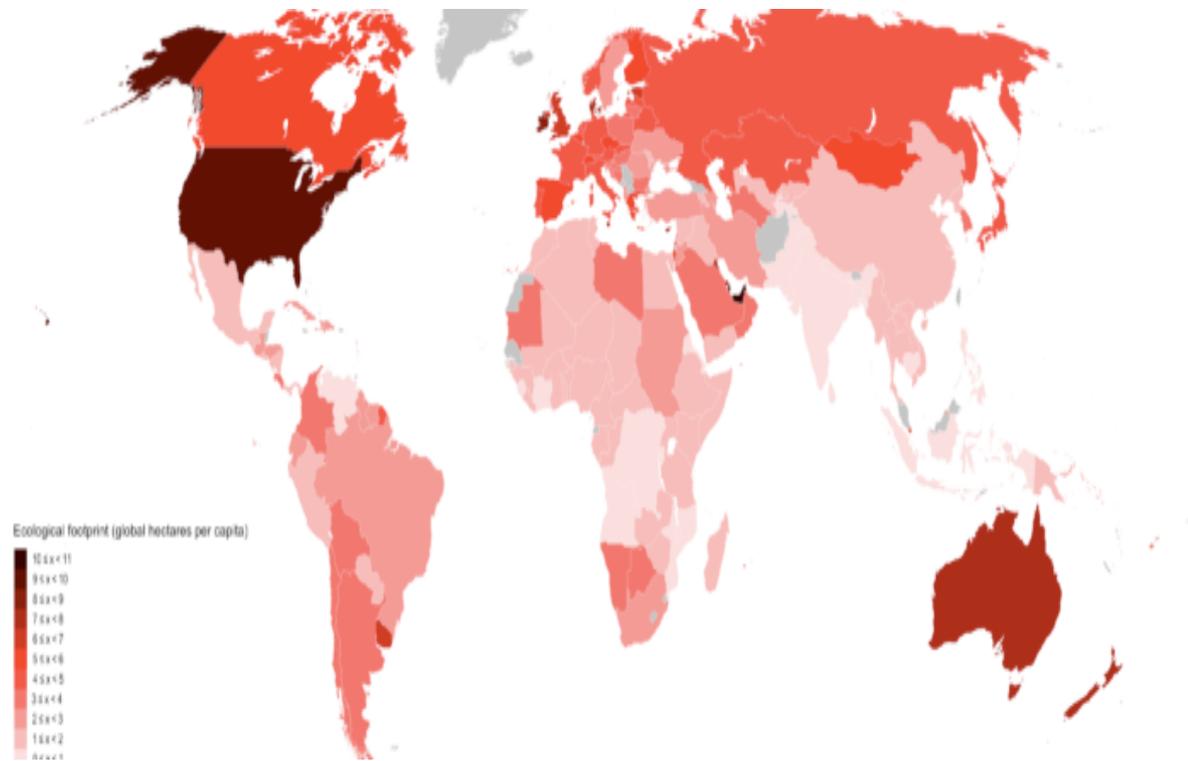
Ci siamo mai chiesti *"quanto tempo impiega il nostro Pianeta per rigenerare le risorse che noi, umanità, consumiamo in un giorno, una settimana, un mese, un anno?"* Ebbene, la Terra, attualmente, necessita di circa un anno e quattro mesi per rigenerare quello che noi utilizziamo nell'arco di un anno. Per questo è nata l'esigenza di quantificare in qualche modo le nostre richieste e fare previsioni su lunga scala in modo da non trovarsi in una situazione di vera emergenza di sovra-utilizzo delle risorse naturali.

A partire da qualche decennio, l'umanità vive in una situazione tale che la domanda annuale di risorse utilizzate è al di sopra di quanto la Terra riesca a generare ogni anno. Misurando l'Impronta di un individuo, di una popolazione, una città, un'azienda, una nazione o di tutta l'umanità, possiamo valutare la pressione che esercitiamo sul nostro pianeta, per aiutarci a gestire le nostre risorse naturali con un certo criterio ed a gestire quelle disponibili in modo tale da non esaurirle su breve scala temporale.



**L'impronta ecologica** misura il consumo di risorse e di prestazioni naturali espresso in unità di superficie («ettari globali») che sarebbero necessarie per rigenerare le stesse risorse e prestazioni. L'impronta ecologica misura la superficie ecologicamente produttiva necessaria per soddisfare i bisogni e smaltire i rifiuti di una regione, un Paese o dell'umanità intera e fornisce informazioni in valore assoluto altamente aggregate che descrivono il carattere sostenibile, o meno, dell'utilizzazione delle risorse naturali. Il consumo medio europeo di energia incide fortemente sulla nostra impronta ecologica. Fra il 60% ed il 70% dell'impronta è imputabile al consumo di energia fossile. Tale componente dell'impronta ecologica ha registrato il maggiore incremento negli ultimi decenni. Un altro elemento importante è costituito dal nostro fabbisogno di superfici arabili, foreste e prati naturali, che rappresenta il 30% dell'impronta ecologica totale. Le figure indicano quanto alcune parti del mondo vivano a spese di altre regioni del mondo e delle generazioni future.

**Lo squilibrio tra l'impronta ecologica europea e la sua biocapacità** esiste da diversi decenni ed è in continua crescita. Questo modo di vivere è possibile solamente grazie all'importazione di risorse naturali e allo sfruttamento dei beni globali comuni (come l'atmosfera). Esso non è però sostenibile, perché il consumo europeo pro capite è due-tre volte superiore alle risorse e prestazioni ambientali disponibili sul pianeta per persona (fra 1,4 e 1,8 ettari globali).



### **Consumiamo il capitale naturale della Terra più rapidamente di quanto essa possa rigenerarsi**

Nel 2011 l'impronta ecologica mondiale pro capite superava di 0,9 ettari globali la biocapacità mondiale disponibile per persona. L'impronta pro capite europea si situava nella media dei paesi occidentali Ocse. Stati Uniti, Canada, Australia, Kazakistan, alcuni paesi del Golfo, e alcuni paesi europei consumavano più di 3 volte la biocapacità mondiale disponibile, mentre i paesi del subcontinente indiano, dell'Asia sud-orientale e dell'Africa ne consumavano nettamente di meno (si veda la carta del mondo riportata di seguito). Comincia a rappresentarsi un problema di sostenibilità, come vedremo meglio più in seguito.

Certo, dal punto di vista metodologico, l'approccio analitico dell'impronta ecologica non misura "tutto", poichè considera solamente una parte della dimensione ambientale della sostenibilità, senza tenere conto della dimensione sociale e di quella economica. L'impronta misura i flussi di risorse naturali ma ne ignora gli stock. Altri aspetti non considerati sono la distruzione di ecosistemi o di risorse naturali rinnovabili e non rinnovabili, la perdita di biodiversità, il consumo di acqua dolce o l'inquinamento dovuto ai metalli pesanti o alle emissioni di inquinanti difficilmente degradabili. L'impronta ecologica, insomma, non è un indicatore completo della sostenibilità.

Il **concetto di impronta ecologica** è stato introdotto da Mathis Wackernagel e William Rees nel loro libro *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* del 1996. A partire dal 1999 il WWF aggiorna periodicamente il calcolo dell'impronta ecologica nel suo *Living Planet Report*.

*L'impronta ecologica misura l'area biologicamente produttiva di mare e di terra necessaria a rigenerare le risorse consumate da una popolazione umana e ad assorbire i rifiuti prodotti. Utilizzando l'impronta ecologica è possibile stimare quanti "pianeta Terra" servirebbero per sostenere l'umanità, qualora tutti vivessero secondo un determinato stile di vita.*

Confrontando l'impronta di un individuo (o regione, o stato) con la quantità di terra disponibile pro-capite (cioè il rapporto tra superficie totale e popolazione mondiale) si può capire se il livello di consumi del campione è sostenibile o meno. Per calcolare l'impronta ecologica si mette in relazione la quantità di ogni bene consumato (es. grano, riso, mais, cereali, carni, frutta, verdura, radici e tuberi, legumi, idrocarburi, elettricità, acqua.) con una costante di rendimento espressa in kg/ha (chilogrammi per ettaro). Il risultato è una superficie espressa con l'unità di misura "ettaro globale". Si può esprimere l'impronta ecologica anche da un punto di vista energetico, considerando l'emissione di diossido di carbonio espressa quantitativamente in tonnellate, e di conseguenza la quantità di terra forestata necessaria per assorbire le suddette tonnellate di CO<sub>2</sub>. L'importanza di questo indicatore complesso è data dall'approccio, che ribalta l'impostazione di quelli che l'hanno preceduto. Se in passato ci si domandava quante persone potevano essere sostenibilmente insediate su un dato territorio, l'Impronta Ecologica si distingue perché si domanda quanto territorio è necessario per sostenere quella data popolazione (secondo il suo determinato stile di vita e di consumo). Il principale vantaggio è che ogni valore (energetico o di consumo di risorse) inserito nell'indicatore viene tradotto in termini di spazio, rendendo in maniera immediata più universalmente comprensibile il consumo di risorse di una popolazione in base ai suoi consumi attuali. Lo svantaggio è che, in conseguenza di questi risultati intuitivamente più comprensibili, si possono però generare incongruenze comunicative. Se ad esempio si dice che al passo dei consumi attuali sarebbe necessario un 20% di pianeta Terra in più (vedi schede successive) molte persone penseranno ad un errore o ad una esagerazione, in quanto appare subito contraddittorio e insensato il sostenere di star consumando più di quel che si ha già. A questa obiezione si dovrebbe rispondere che le porzioni di territorio in eccesso che si stanno consumando, corrispondono a territori "avanzati" o "risparmiati" dal passato. Ad esempio l'uso di idrocarburi corrisponde al consumo di risorse territoriali accumulate dal pianeta al tempo della scomparsa dei dinosauri. In altri termini: lo spazio della terra non andrebbe letto come una superficie unica, ma stratificata come una cipolla e lo spazio in più corrisponde ad uno spazio/tempo che le generazioni di oggi starebbero intaccando attingendo dalle risorse ereditate dalle generazioni precedenti.

Il **calcolo dell'impronta ecologica** può essere effettuato individualmente con misurazioni dirette dei consumi personali o familiari, oppure può essere applicato a comunità ampie di individui (nazioni, regioni, città) ricavando il consumo individuale medio partendo da dati statistici regionali o nazionali aggregati che vanno poi divisi per il numero di abitanti:

$$\text{consumo netto} = \text{produzione} + \text{importazione} - \text{esportazione}$$

Il passo successivo consiste nel calcolare la superficie *pro capite* necessaria per la produzione di ciascuno dei principali beni di consumo, dividendo il consumo medio annuale *pro capite* di quel bene (espresso in kg *pro capite*) per la sua produttività, cioè per la superficie di terreno necessaria a produrre quel bene (espressa in kg/ha):

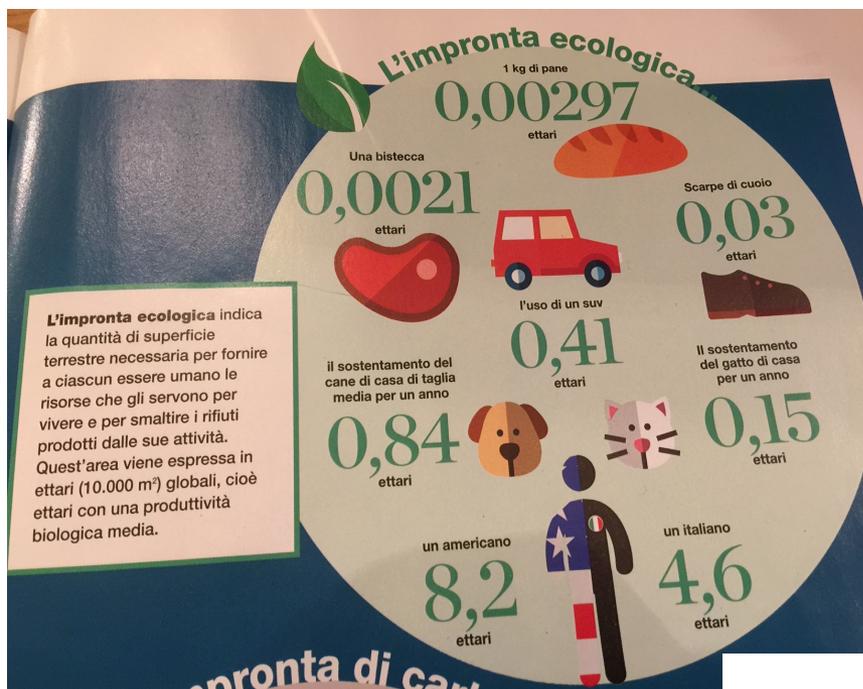
$$\text{superficie necessaria per un certo bene} = \text{consumo medio annuale pro capite} / \text{produttività media annuale per ettaro}$$

I dati riflettono non solo le superfici direttamente occupate dai consumi, ma anche il territorio usato per la loro produzione e mantenimento. Le abitazioni, ad esempio, comprendono il terreno su cui la casa è stata costruita (inclusa una percentuale proporzionale di area urbana occupata dalle infrastrutture) il territorio necessario per produrre i materiali da costruzione e i territori per l'energia per il riscaldamento. Poiché parecchi beni di consumo (ad esempio, il vestiario e l'arredamento) incorporano input diversi (es. tessuti, legno), è necessario identificare gli input primari e calcolare la superficie necessaria alla produzione di ciascuno di essi: ad esempio per produrre un chilo di pane sono necessari 24 m<sup>2</sup> di terreno agricolo per coltivare il grano e 31 m<sup>2</sup> di terreno "energetico" per i concimi, i pesticidi, i macchinari usati per la coltivazione, la lavorazione ed il trasporto. L'impronta ecologica complessiva è la somma di tutte le superfici necessarie per la produzione della totalità dei beni consumati da una persona. L'impronta dell'intera popolazione si ottiene moltiplicando l'impronta ecologica *pro capite* per la popolazione totale:

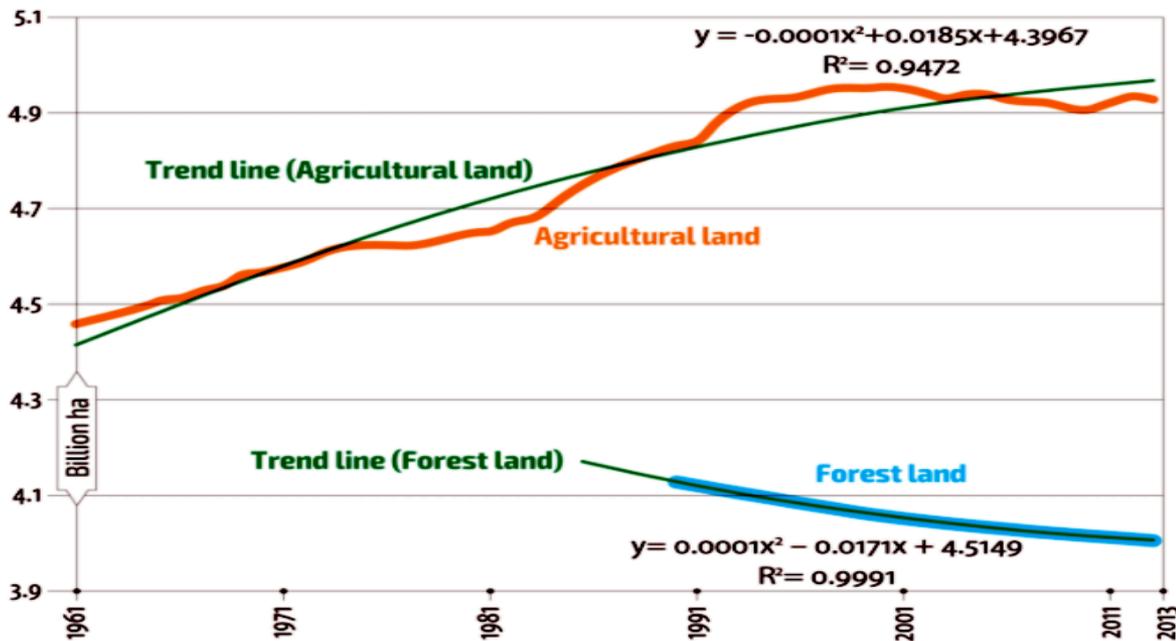
$$\text{impronta ecologica totale} = \text{impronta ecologica pro capite} \times \text{popolazione}$$

# L'Impronta Antropica:

*L'impatto d'ogni Bene domandato dall'Uomo è stimabile come indicatore d'impiego indotto direttamente e indirettamente di KN della Terra*

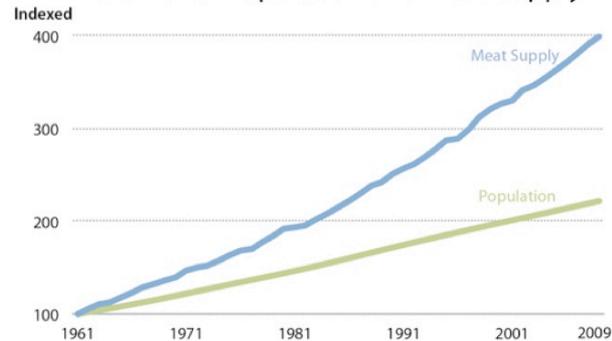


**Changes in agricultural and forest land use, 1961-2013**



Source: FAO Global Perspectives Studies calculations based on FAO, 2016b.

**Growth of Population and Meat Supply**



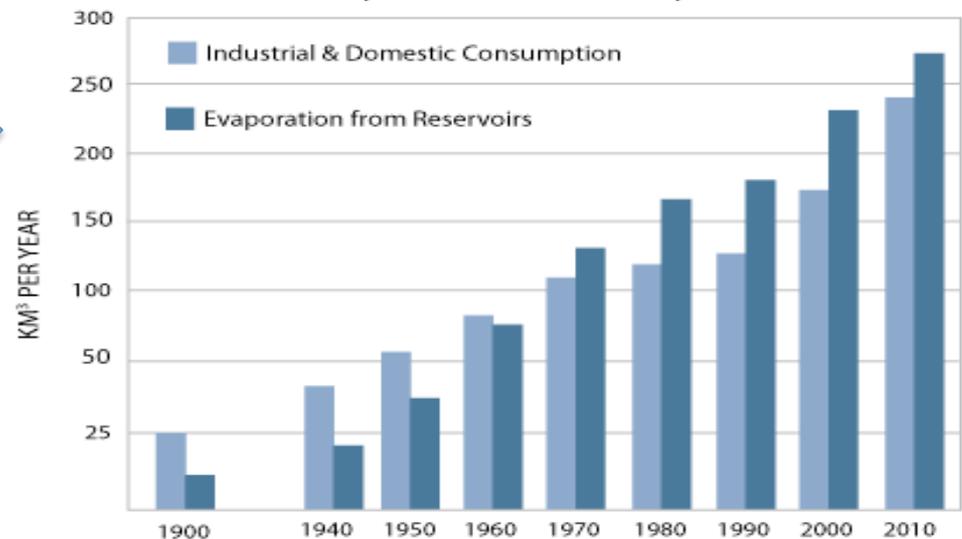
# L'IMPRONTA IDRICA

L'impatto della Domanda dell'Umanità di differenti Beni&Servizi può essere valutato anche in termini di impiego diretto e indiretto di Acqua.

L'acqua potabile è sempre più la vera risorsa scarsa, è il nuovo "Oro blu". Il suo consumo è correlabile alla dinamica demografica del territorio di riferimento



Industrial and Domestic Consumption Compared with Reservoir Evaporation



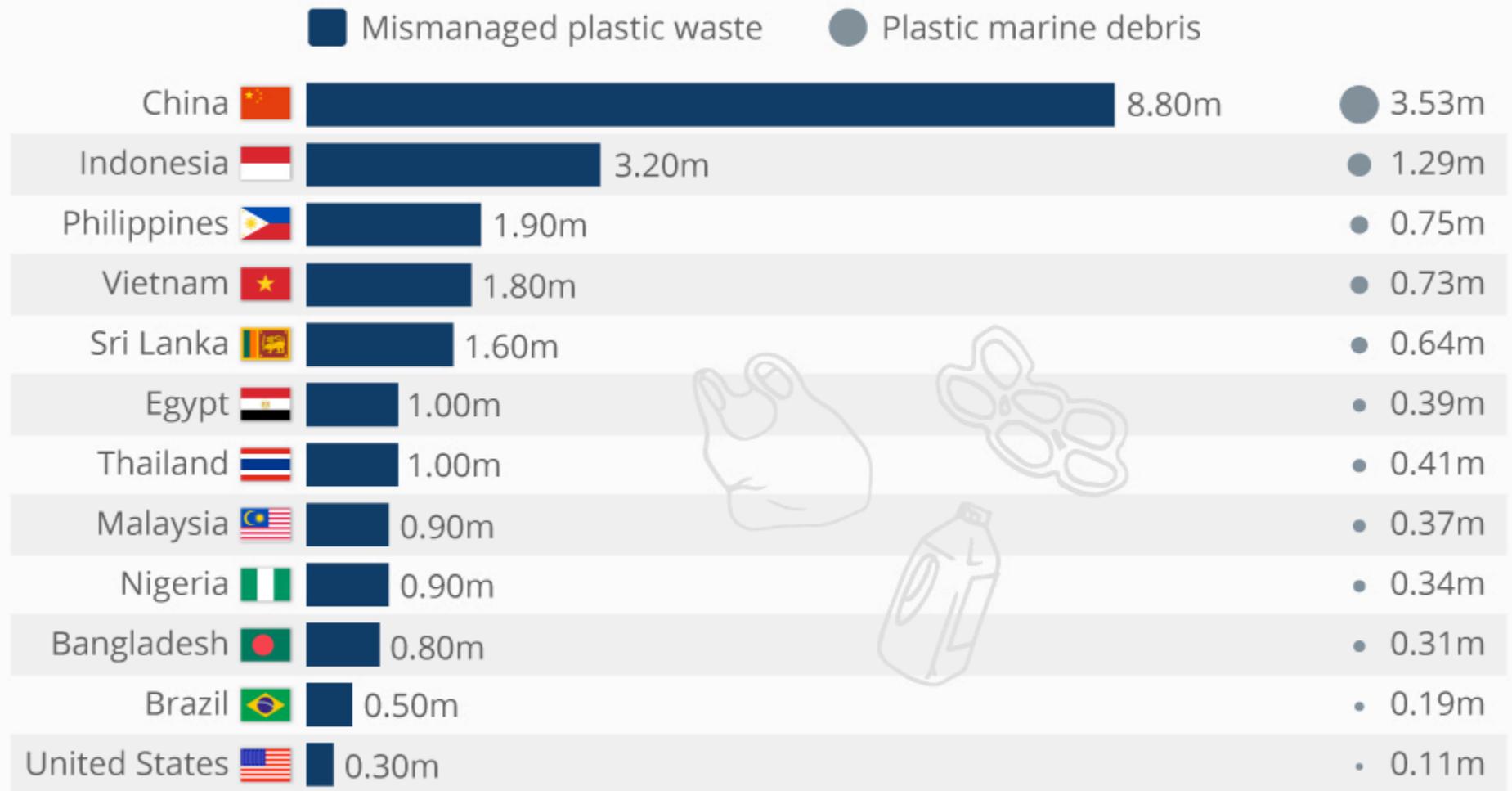
Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1999

Abitanti nel mondo



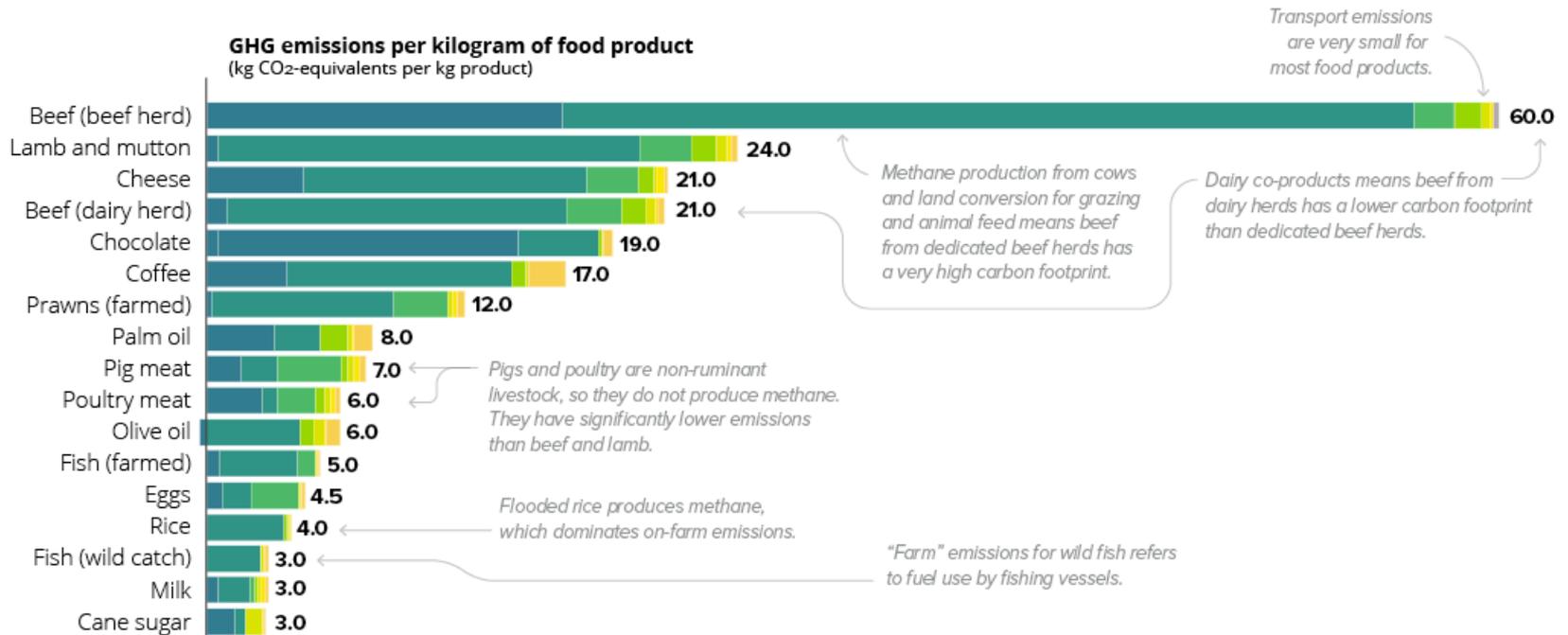
# The Countries Polluting The Oceans The Most

Annual metric tons of mismanaged plastic waste and total amount ending up in global waters\*



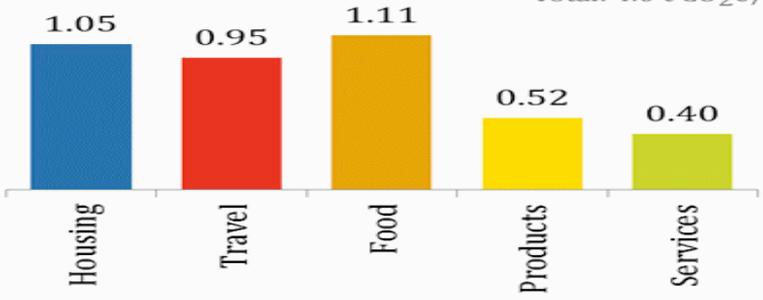
# Carbon Footprint

There is a vast difference in greenhouse gases (GHG) that are produced across various food types.



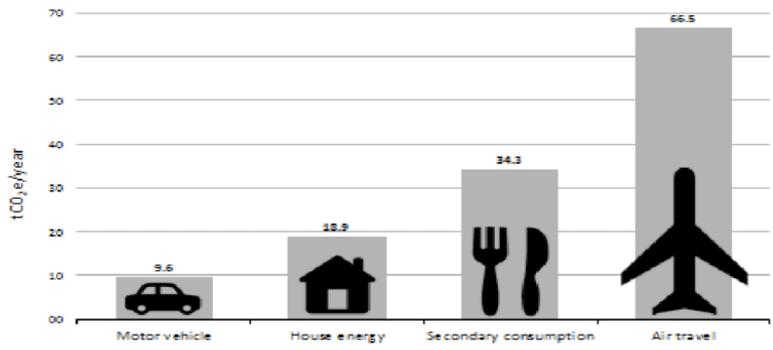
# Average Personal Footprint: t CO<sub>2</sub>e/cap (2001)

Total: 4.0 t CO<sub>2</sub>e/capita



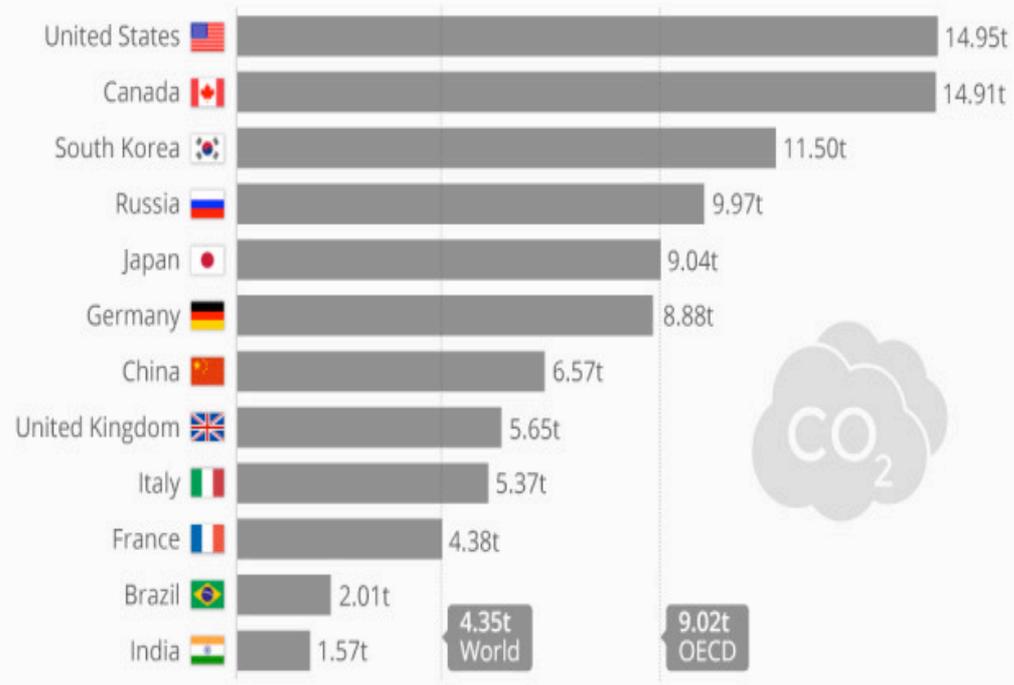
Note: Based on the average global footprint per capita in carbon dioxide equivalents. Figure excludes capital, government and land use change emissions. In 2010 the average personal footprint is estimated to be about 5.0 t CO<sub>2</sub>e/capita.

Sources: Hertwich & Peters 2009, WRI



# The Global Disparity in Carbon Footprints

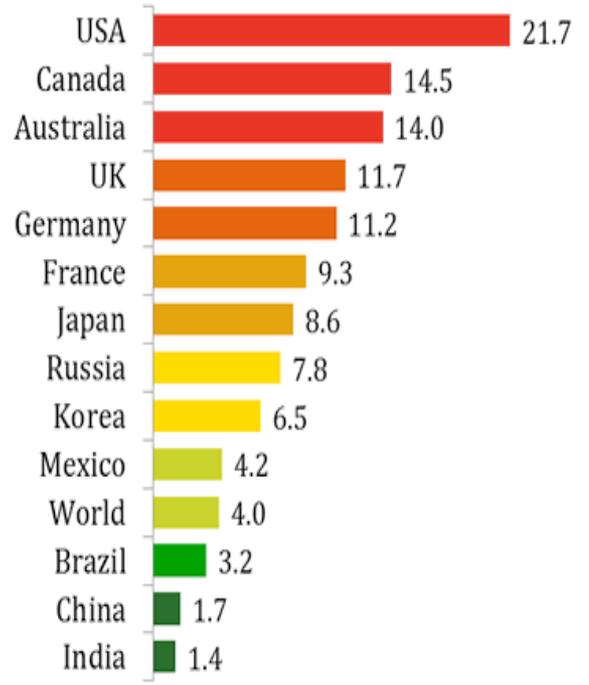
Per capita CO<sub>2</sub> emissions in the world's largest economies in 2016\* (in metric tons)



\* countries chosen based on 2017 nominal GDP  
 Sources: International Energy Agency, International Monetary Fund



# Personal Carbon Footprints: t CO<sub>2</sub>e (2001)



Note: The personal carbon footprint represents the combined emissions from personal consumption, including housing, travel, food, product and service emissions. It excludes capital, government and land use emissions.

Sources: Hertwich & Peters 2009

