



Co-funded by
the European Union



Youth Participation in Creating Resilient Cities

Rif Progetto: TR2020/DG/01/A2-01/153

L'impronta climatica di ognuno di noi

Veronica Manara - Maurizio Maugeri

Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali

Università degli Studi di Milano

veronica.manara@unimi.it - maurizio.maugeri@unimi.it

7 maggio 2024

Il Pertini

Piazza Natale Confalonieri 3 , Cinisello Balsamo



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Cosa si può fare per il clima?

Nei seminari precedenti avete già visto che nei prossimi decenni sarà necessario **sia combattere le cause** responsabili dei cambiamenti climatici di natura antropica che **adattarsi ai cambiamenti** che avverranno anche negli scenari più ottimistici

Mitigazione

Ridurre le emissioni di composti climalteranti

Meno combustibili fossili
Più fonti rinnovabili
Più efficienza energetica
Più attenzione a suolo, biomassa, ecc...

Adattamento

Ridurre l'impatto dei fenomeni meteo

Più difese (dighe, argini, ecc...)
Meno persone esposte
Meno vulnerabilità di agricoltura, economia, ecc...
Meno fragilità (persone e società)

Resilienza

Capacità di (assorbire) (resistere) adattarsi agli shock e stress senza spezzarsi, ma rafforzandosi ed evolvere a seguito del colpo subito.
Co-evoluzione dell'eco-sistema uomo/ambiente/natura
responsiveness: reattività e tempi di risposta veloci agli shock e stress

Quando possibile: soluzioni win-win

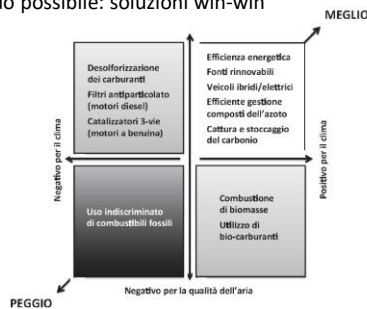
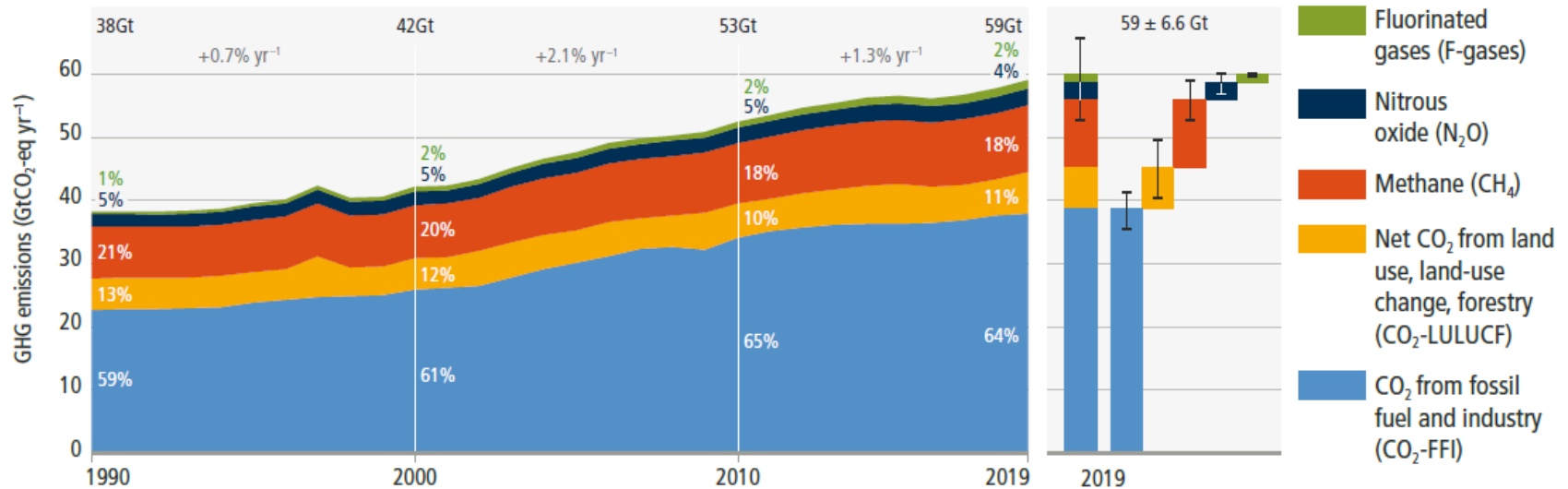


Figura 1 – Opzioni e tecnologie per il miglioramento della qualità dell'aria e il riscaldamento del clima (adattato da Williams, 2012)

Ma quanti composti climalteranti emettiamo?

a. Global net anthropogenic GHG emissions 1990–2019 ⁽⁵⁾



ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Climate Change 2022

Mitigation of Climate Change

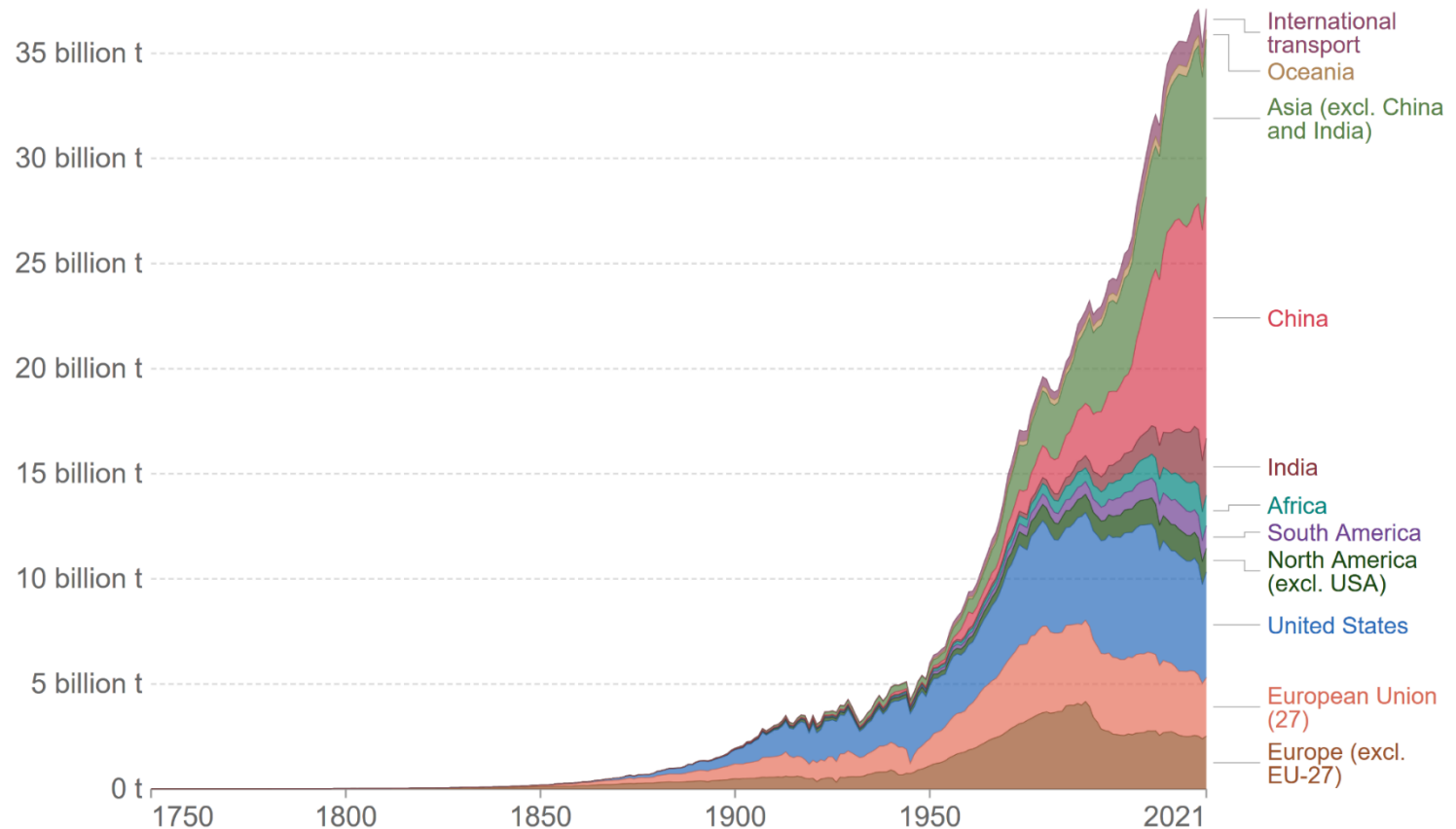
Summary for Policymakers

Un po' più di info per la CO₂?

Annual CO₂ emissions by world region

This measures fossil fuel and industry emissions¹. Land use change is not included.

Our World
in Data



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

**Combattere la cause significa ridurre le nostre emissioni!
Il termine che si usa per questa operazione è «mitigazione»**

Ma di quanto vanno ridotte le emissioni di composti climalteranti?

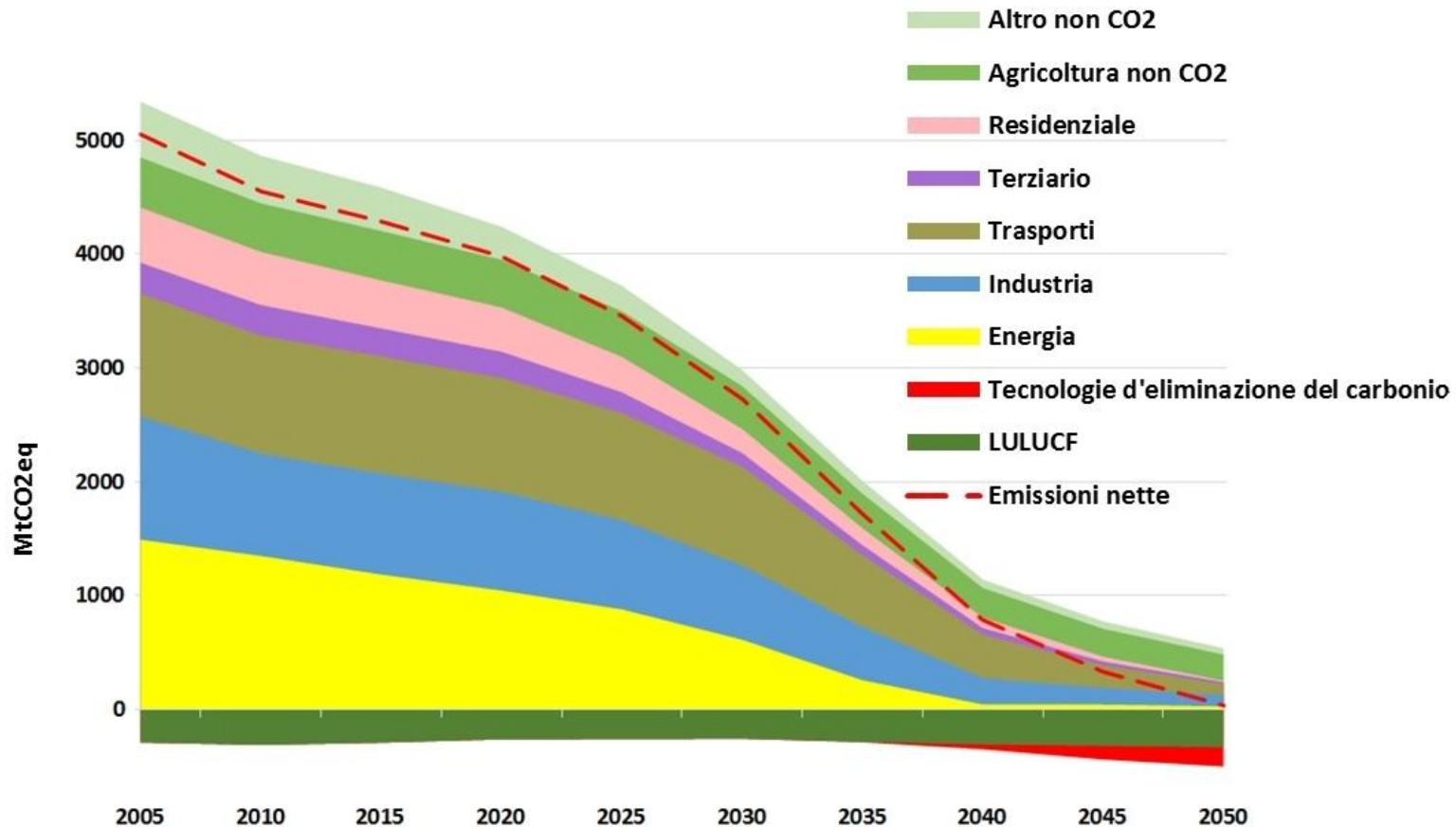
Combattere la causa significa ridurre le nostre emissioni! Il termine che si usa per questa operazione è «mitigazione»

Attenzione: i composti climalteranti hanno tempo di residenza in atmosfera molto lunghi

- **Ogni nuova molecola di CO₂ che emettiamo resta in atmosfera per secoli**
- Le concentrazioni atmosferiche di CO₂ dipendono dall'integrale delle emissioni su periodi secolari;
- Se riusciamo a ridurre le emissioni di CO₂ non ne riduciamo le concentrazioni atmosferiche, ma solo il tasso di crescita;
- **Nei prossimi decenni dovremo azzerare le emissioni di CO₂ e, probabilmente, arrivare a emissioni negative.**

Combattere la cause significa ridurre le nostre emissioni! Il termine che si usa per questa operazione è «mitigazione»

Le emissioni devono essere portate a zero!



Strategia EU - scenario "emissioni nette zero di gas serra"

Come si può raggiungere un obiettivo così ambizioso?

Interventi a tutte le scale spaziali possibili

Planetaria (Rio de Janeiro 1992 - Kyoto 1997 - Parigi 2015)

Continentale (Obiettivi riduzione UE 2020 – 2030 – 2050)

Nazionale

Regionale

Provinciale – Livello città metropolitana

Comunali (per esempio Patto dei Sindaci)

Molto importanti anche gli interventi, condotti su base volontaria, da singole aziende e enti

→ Approccio bottom – up

→ Forte ricaduta a livello di immagine

Possibile ruolo di traino da parte di istituzioni con una forte valenza simbolica (e.g. Uni, PN)...

Molto importante, infine, il contributo che ognuno di noi può dare

→ Consapevolezza dell'effetto delle proprie scelte sull'ambiente

→ Consapevolezza dell'effetto del proprio stile di vita sull'ambiente

Un esempio: le università italiane

La RUS e il gruppo di lavoro sui cambiamenti climatici



Obiettivi del GdL

- Stima delle emissioni di CO₂ degli Atenei (scambio di informazioni sulle metodologie, confronti, definizioni di metodologie comuni)
- Piani di riduzione delle emissioni (condivisione aspetti metodologici, scambio di informazioni sulle tipologie di interventi implementati)
- Assunzione di impegni di riduzione delle emissioni e comunicazione degli stessi in ambito UNFCCC
- Adattamento ai cambiamenti climatici (diffusione e condivisione conoscenze, competenze e buone pratiche)
- Comunicazione sul tema dei cambiamenti climatici

**Avete avviato qualcosa presso la vostra scuola?
Se no, pensate si possa fare qualcosa a breve?**

E cosa si può fare a scala individuale?

Non poco!

Ma attenzione: per agire bene si deve conoscere

**È quindi essenziale essere consapevoli di quanto
ognuno di noi «produca» emissioni di composti
climalteranti**

Ma come si fa?

Iniziamo a capire quale variabile considerare

I composti climalteranti sono diversi (CO_2 , CH_4 , N_2O , ecc.)

È molto utile avere una variabile che esprima in modo sintetico l'impatto delle emissioni di ognuna di esse

Essa è la CO_2 equivalente

La CO_2 è il composto climalterante più importante, ma non è l'unico. Per semplicità si preferisce quindi esprimere le emissioni degli altri composti climalteranti valutando quanta CO_2 sarebbe necessario emettere per avere lo stesso effetto di opacizzazione dell'atmosfera. Le emissioni così valutate vengono quindi espresse come CO_2 equivalenti e sommate alle emissioni di CO_2 vere e proprie. Il totale esprime le emissioni in CO_2 -eq.

Il Global Warming Potential

Per arrivare alla CO₂-eq è necessario conoscere il Global Warming Potential di ogni composto climalterante

	GWP100					GWP20					GWP500			
	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR2	AR3	AR4	AR6
CO₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
CH₄	21	23	25			56	62	72			6,5	7	7,6	
CH₄ biogenico				28	27				84	81				7,3
CH₄ fossile				34	30				86	83				10
N₂O	310	296	298	265	273	280	275	289	264	273	170	156	153	130

Fonti: IPCC (1995) AR2-WG1, Tab. TS4; IPCC (2001), AR3-WG1, Tab. TS3; IPCC (2007) AR4-WG1, Tab. TS4; IPCC (2013), AR5-WG1, Tab. 8.7; IPCC (2021) AR6-WG1, Tab. 7.15.

$$\text{CO}_2\text{eq} = \sum_i \text{GWP}_i \cdot E_i$$

E come si procede dopo?

Il metodo è molto semplice

Per ogni sorgente si esegue il prodotto fra un indicatore che caratterizza l'attività di una sorgente di emissione e di un fattore di emissione, specifico del tipo di sorgente. Questo metodo si basa dunque su una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione, secondo una relazione che, a livello generale, può essere ricondotta a:

$$E_i = A \cdot FE_i$$

E_i = emissione dell'inquinante i (per es. g/anno)

A = indicatore dell'attività, ad es. consumo di combustibile (per es. ton/anno);

FE_i = fattore di emissione dell'inquinante i (per es. g/ton di prodotto).

Quali sono le attività da considerare?

Riscaldamento della casa;

Produzione acqua calda;

Utilizzo elettrodomestici;

Illuminazione;

Mezzi di trasporto propri (auto-moto-ecc...);

Mezzi di trasporto collettivi;

Alimentazione;

Rifiuti;

Quota consumi collettivi.

E per ogni voce devo capire quale sia l'indicatore di attività e quale sia il fattore di emissione.

Un esempio per capire

Come faccio il calcolo per la mia auto?

L'indicatore di attività più comodo sono i km percorsi.

Devo quindi capire quanti litri di combustibile mi servono per percorrere un km e quanta CO₂-eq viene emessa per ogni litro di combustibile bruciato. Ottengo così le emissioni in CO₂-eq per km percorso (fattore di emissione) e moltiplicando per i km percorsi (per esempio in un anno) ottengo le emissioni di CO₂-eq nello stesso periodo.

Se poi l'auto viaggia con più passeggeri posso ripartire le emissioni tra di loro.

Esempi di Fattore di Emissione

Anno	Produzione termoelettrica lorda (solo combustibili fossili)	Produzione termoelettrica lorda ¹	Produzione termoelettrica lorda e calore ^{1,3}	Produzione elettrica lorda ²	Produzione di calore ³	Produzione elettrica lorda e calore ^{2,3}	Consumi elettrici
	g CO ₂ /kWh						
1990	709,3	709,1	709,1	593,1		593,1	577,9
1995	682,9	681,8	681,8	562,3		562,3	548,2
2000	640,6	636,2	636,2	517,7		517,7	500,4
2005	585,2	574,0	516,5	487,2	246,7	450,4	466,7
2006	575,8	564,1	508,2	478,8	256,7	443,5	463,9
2007	560,1	548,6	497,0	471,2	256,3	437,8	455,3
2008	556,5	543,7	492,8	451,6	252,0	421,8	443,8
2009	548,2	529,9	480,9	415,4	260,5	392,4	399,3
2010	546,9	524,5	470,1	404,6	247,3	379,7	390,1
2011	548,5	522,4	461,0	395,6	227,8	367,7	379,1
2012	562,8	530,4	467,8	386,8	227,1	361,3	374,3
2013	556,0	506,6	438,8	338,2	218,2	317,8	327,6
2014	575,5	514,0	439,5	324,4	206,9	304,6	309,9
2015	544,4	489,2	425,3	332,7	218,9	312,9	315,2
2016	518,3	467,4	409,3	322,5	220,2	304,6	314,3
2017	492,7	446,9	394,5	317,4	215,3	299,9	309,1
2018	495,0	445,6	389,7	297,2	209,5	282,2	282,1
2019	462,7	416,3	368,2	278,1	212,2	266,9	269,1
2020	449,1	400,4	353,6	259,8	211,0	251,3	255,0
2021	445,3	397,6	356,1	260,5	221,7	254,0	245,7

¹ comprensiva della quota di elettricità prodotta da bioenergie

² al netto di apporti da pompaggio

³ considerate anche le emissioni di CO₂ per la produzione di calore (calore convertito in kWh)



Esempi di Fattore di Emissione

		Fattore di emissione di CO ₂ medio (gCO ₂ /km)					
	Anno	Autovetture	Mezzi	Mezzi	Bus	Ciclomotori	Motocicli
			commerciali leggeri	commerciali pesanti			
FE medio per km percorso dal veicolo (Fonte: rapporti ISPRA)	2015	174	251	673	737	49	96
	2016	170	249	673	735	48	96
	2017	166	253	665	724	47	96
	2018	168	249	675	730	47	95
	2019	167	245	670	726	57	108
	2020	163	243	668	725	56	107
Numero medio passeggeri		1,2	1	1	50	1	1
FE medio per km percorso dal veicolo e per passeggero	2015	145	251	673	15	49	96
	2016	142	249	673	15	48	96
	2017	139	253	665	14	47	96
	2018	140	249	675	15	47	95
	2019	139	245	670	15	57	108
	2020	136	243	668	15	56	107

Esempi di Fattore di Emissione

Carburante	Fattore di emissione medio (gCO ₂ /km), anno 2020					
	Autovetture	Mezzi	Mezzi	Bus	Ciclomotori	Motocicli
		commerciali leggeri	commerciali pesanti			
Benzina	161	251	503		56	107
Benzina Ibrido	138					
Diesel	167	243	668	705		
Diesel Ibrido-PHEV	106			681		
GPL Bifuel	158					
Metano Bifuel	129			1.086		

Esempi di Fattore di Emissione

	Consumo di energia		Fattore di occupazione		Intensità CO ₂ comuni elettrici	Fattore di emissione CO ₂	
			medio annuo	ora di punta		medio annuo	ora di punta
	MJ/posto/km ⁽¹⁾	Wh/posto/km ⁽¹⁾	% pass./posti		gCO ₂ /kWh ⁽²⁾	gCO ₂ /pass./km	
		a	b1	b2	c	a*c/b1/1000	a*c/b2/1000
Metropolitana	0,12	33	31%	100%	250	27	8,3
Tram	0,15	42	31%	100%		34	11
Trasporto urbano e suburbano	0,12	33	31%	100%		27	8,3
Trasporto regionale, interregionale e lunghe percorrenze	0,12	33	31%	100%		27	8,3
Alta velocità	0,16	44	55%	100%		20	11

1) Mobitool v.2.1, 2021 https://www.mobitool.ch/admin/data/files/marginal_download/file_fr/30/facteurs-mobitool-v2.1.xlsm?lm=1613033983

2) Si è considerato a titolo di esempio il valore medio dei consumi elettrici per l'anno 2020 (si veda il cap. 4.2.1)

Esempi di Fattore di Emissione

Tipo di tratta aerea	Distanza tratta km	Fattore di emissione (medio) gCO ₂ /pass/km
Corto raggio	<1500	123
Medio raggio	1501-4000	93
Lungo raggio	>4000	52



RETE DELLE UNIVERSITÀ PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE
Gruppo di Lavoro Cambiamenti Climatici

Esempi di Fattore di Emissione

Alimento	Greeneatz [16]	Barilla CFN [17]	Carlsson et Al. [18]	Leach et Al. [19]	Vasquez et Al. [20]	Clune et Al. [21]	Wallen et Al. [22]	Media FE kgCO ₂ /kg o l
Manzo	27.0	25.9	30.0	26.5	28.6	28.7		27.8
Maiale e salumi	12.1	5.5	9.3	6.9	5.7	5.9		7.6
Pollo e tacchino	8.9	4.0		5.1	5.9	4.1		5.6
Latte	1.9	1.3	1.0	1.3	1.7	1.3		1.4
Yogurt		2.6			1.3	1.4		1.8
Formaggio	13.5	9.3	11.0	9.8	8.7	8.9	8.0	9.9
Uova	4.8	3.7	2.5	3.5	3.3	3.4	2.5	3.4
Pesce e crostacei	6.1		8.5	3.8		9.7	4.6	6.6
Pasta		2.2	1.1		0.8		0.9	1.2
Riso	2.7	3.7	1.3	1.1	0.9	2.7	1.7	2.0
Ortaggi di stagione	2.0	0.8	0.4	0.7	0.6	0.5	0.5	0.8
Ortaggi non di stagione			2.3			2.8		2.6
Frutta di stagione	1.1	0.5	0.8	0.4				0.7
Frutta non di stagione			1.0			2.8		1.6
Frutta tropicale (aereo)			11.0					11.0
Legumi	2.0	1.7	1.1	0.7	0.7	0.7	0.6	1.1
Dolci		2.4					2.0	2.2
Frutta secca	2.3	1.8		1.2		1.4		1.7
Olio da cucina		3.1	3.0	4.1	4.1		3.5	3.6
Succo e bevande					0.6		0.8	0.7
Pane	2.0	1.1			1.6		0.8	1.6

Tabella 2.6: Fattori di emissione da diverse fonti online o di letteratura e proposta di fattori di emissione per il questionario. Alcuni dei dati in tabella sono già modificati rispetto a quelli forniti dalle fonti:
 -laddove presenti, si è fatta la media tra i dati di pollo e tacchino;
 -laddove presenti, si è fatta la media tra i dati di pesce e crostacei;
 -i dati per frutta e ortaggi non di stagione sono relativi a frutta e ortaggi importati in nave o coltivati in serra.

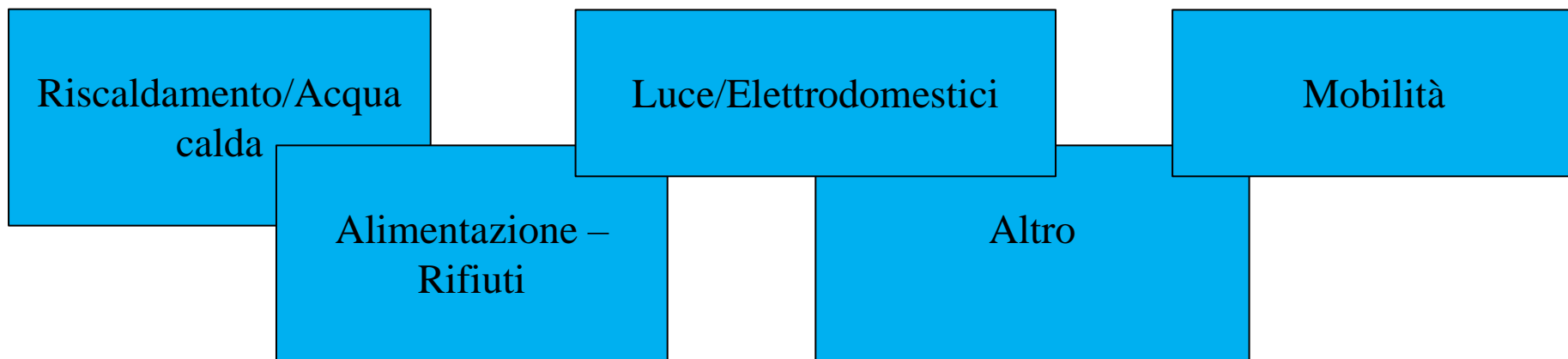
Esempi di assorbimento da parte delle piante

	Rho (kg/m ³)	BEF	R	Assorbimento di CO ₂ (kg/anno)									
				diametro del fusto ad altezza petto (cm)									
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Abete rosso	380	1,29	0,29	2,6	8,4	17	27	40	54	70	87	107	127
Abete bianco	380	1,34	0,28	2,7	8,7	17	28	41	55	72	90	110	131
Larice	560	1,22	0,29	3,1	9,8	20	32	46	63	82	102	125	149
Pini montani	470	1,33	0,36	3,2	10	21	33	49	66	86	108	131	157
Pini mediterranei	530	1,53	0,33	3,8	12	25	40	58	79	103	129	157	188
Altre conifere	430	1,37	0,29	3,0	9,6	19	31	45	62	80	100	122	146
Faggio	610	1,36	0,2	3,3	11	21	34	50	68	88	110	134	160
Cerro	690	1,45	0,24	3,8	12	24	39	57	78	101	127	154	185
Leccio, sughera	720	1,45	1,0	6,2	20	40	64	94	127	165	207	252	302
Altre querce	650	1,39	0,2	3,4	11	22	36	52	71	92	115	140	168
Castagno	490	1,33	0,28	3,1	10	20	32	47	64	83	104	126	151
Carpini	660	1,28	0,26	3,3	11	21	35	51	69	89	112	137	163
Eucalipto	540	1,33	0,43	3,6	12	23	38	55	75	97	121	148	177
Pioppo	290	1,24	0,21	2,0	6,3	13	20	30	40	52	66	80	96
Altre latifoglie	530	1,47	0,24	3,4	11	22	36	52	71	92	115	141	168

... giochiamo un po' con l'applicazione WEB...

Scopri la tua impronta

Un progetto **Vaillant** e **Università degli Studi di Milano**.
*Come le nostre scelte quotidiane e il nostro stile di vita impattano
sull'ambiente e sul clima.*



<https://latuaimpronta.vaillant.it/>

Proviamo a vedere cosa si ottiene?

Abbiamo realizzato altri due strumenti:

Cartella Excel UniMi – completo, ma molto complesso.

vedi file: Questionario_CO2_ESP_UNIMI_da_compilare.xlsx

Zoho forms UniMi – ancora un po' sperimentale, ma molto interessante perché paragonabile all'applicazione Web, ma molto più semplice da codificare.

vedi link:

https://forms.zohopublic.eu/lorenzolombardo/form/Improntacarbonica/formperma/s4E2iJ7IpH4zGpC8b63hIblIN2H_bvgvWiiYrKQBZRA

... per qualche info in più sui valori medi trovati si rimanda al link:

<http://www.esp.unimi.it/ecm/home/policy-brief>

Il 24 gennaio 2019 Vaillant Italia e il Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali (UNIMI) hanno lanciato il progetto “Scopri la tua impronta”, realizzato per promuovere la consapevolezza di quanto ognuno di noi possa fare, ogni giorno, per limitare i cambiamenti climatici. Nell’ambito di questo progetto è stato sviluppato il web tool “La tua impronta” (<https://latuaimpronta.vaillant.it/>), grazie al quale è possibile conoscere la propria impronta di carbonio, un indicatore che misura l’impatto delle proprie attività sul clima. In particolare, vengono quantificate le emissioni di CO₂ e degli altri gas serra (CO_{2-eq}), definiti anche composti climalteranti in quanto rendono l’atmosfera opaca al calore emesso dal nostro Pianeta.

Ad un anno dal suo lancio, questo web tool è stato utilizzato da più di 5000 persone, e una validazione preliminare dei dati ha portato ad un database relativo a più di 3000 utenti. Un primo aspetto che emerge è che circa l’80% delle risposte arriva da utenti che risiedono nel Nord Italia, dato che risente sicuramente del fatto che i promotori del progetto hanno sede entrambi nella città di Milano.

Una forte presenza di queste risposte giustifica anche emissioni di CO_{2-eq} da riscaldamento (valore medio: 1413 kg per anno per persona) più elevate di quelle che si hanno mediamente sul territorio italiano (circa 850 kg di CO_{2-eq} per anno per persona), mostrando come il riscaldamento degli edifici risulti un settore molto importante (contribuendo da solo a circa il 20% delle emissioni totali) per la limitazione delle emissioni dei composti climalteranti. Ciò anche alla luce del fatto che quasi la metà degli utenti ha dichiarato di risiedere in abitazioni costruite prima del 1978 (con generalmente maggiori dispersioni di calore).

Anche le emissioni di CO_{2-eq} relative ai trasporti (valore medio: 2078 kg per anno per persona) sono risultate più elevate di quelle che si hanno mediamente sul territorio italiano (circa 1150 kg di CO_{2-eq} per anno per persona). Questi valori elevati sono probabilmente influenzati anche dal fatto che le persone che tendono ad utilizzare strumenti come questo web tool appartengono prevalentemente a

fasce sociali che hanno una propensione alla mobilità privata più elevata di quella media nazionale.

Di grande interesse risulta anche il dato relativo alle emissioni di CO_{2-eq} per l’alimentazione e per lo smaltimento dei rifiuti che evidenzia un valore medio di circa 1800 kg per anno per persona. In particolare, quasi il 95% degli utenti ha dichiarato di rispettare attentamente le norme della raccolta differenziata, evidenziando come nel nostro Paese la sensibilità su questo argomento abbia ormai raggiunto valori molto elevati. Questo dato va però letto con un minimo di prudenza perché esso è probabilmente influenzato dal fatto che il campione degli individui che ha compilato il web tool non è del tutto rappresentativo dell’italiano medio. È interessante segnalare anche come meno del 10% degli utenti abbia dichiarato di seguire una dieta ricca di carne e di salumi, mentre oltre l’80% degli utenti dichiara di seguire una dieta bilanciata o povera di carne e ciò è sicuramente positivo per l’ambiente.

Nonostante le emissioni totali risultino di circa 1000 kg per anno per persona al di sopra del valore medio nazionale, l’interesse mostrato per questa applicazione ci induce comunque ad essere ottimisti e a confidare sul fatto che gli utenti che hanno compilato il questionario vorranno intraprendere azioni virtuose volte ad una possibile riduzione delle proprie emissioni.

Queste azioni vanno dal miglioramento dell’efficienza energetica della propria abitazione, all’adeguamento del sistema di riscaldamento alla miglior tecnologia disponibile, a una maggiore attenzione a forme di mobilità più sostenibile, a un’alimentazione più attenta dell’ambiente, all’uso di sistemi di illuminazione a bassi consumi, all’uso razionale degli elettrodomestici e una gestione dei propri rifiuti sempre più eco-sostenibile. L’obiettivo di fondo de “La tua impronta” è proprio quello di invitare chi lo utilizza a riflettere sulle emissioni che causa, cercando di sensibilizzarlo a intraprendere azioni di questo tipo, le cosiddette *best practices*, il cui impatto è spesso, ingiustamente, sottovalutato.

Un piccolo spot promozionale: i nostri corsi di laurea sul tema



Unimia Segreteria Chi e Dove Ariel Webmail Biblioteche

Scienze e politiche ambientali
Laurea triennale

LA STATALE

Il corso Iscriverti Insegnamenti Studiare Dopo la laurea



Scienze e politiche ambientali

Sito del corso di laurea

<https://spa.cdl.unimi.it/it>



Unimia Registrar People Finder Ariel Webmail Library Service

ENVIRONMENTAL CHANGE AND GLOBAL SUSTAINABILITY
Master programme

LA STATALE

Programme Application Courses Study After graduating



Environmental Change and Global Sustainability

<https://ecgs.cdl.unimi.it/en>



Unimia Segreteria Ariel Biblioteche Chi e dove Webmail laStatale@work Info per news ITA ENG

LA STATALE

Corsi Studiare Ricerca Terza missione Ateneo Internazionale

Home | Corsi | Corsi di dottorato (PhD) | Dottorato in scienze ambientali

Dottorato in scienze ambientali



Dottorato
A.A. 2021/2022
Area
Tecnico scientifica

<https://www.environsci.unimi.it/>

Grazie per
l'attenzione