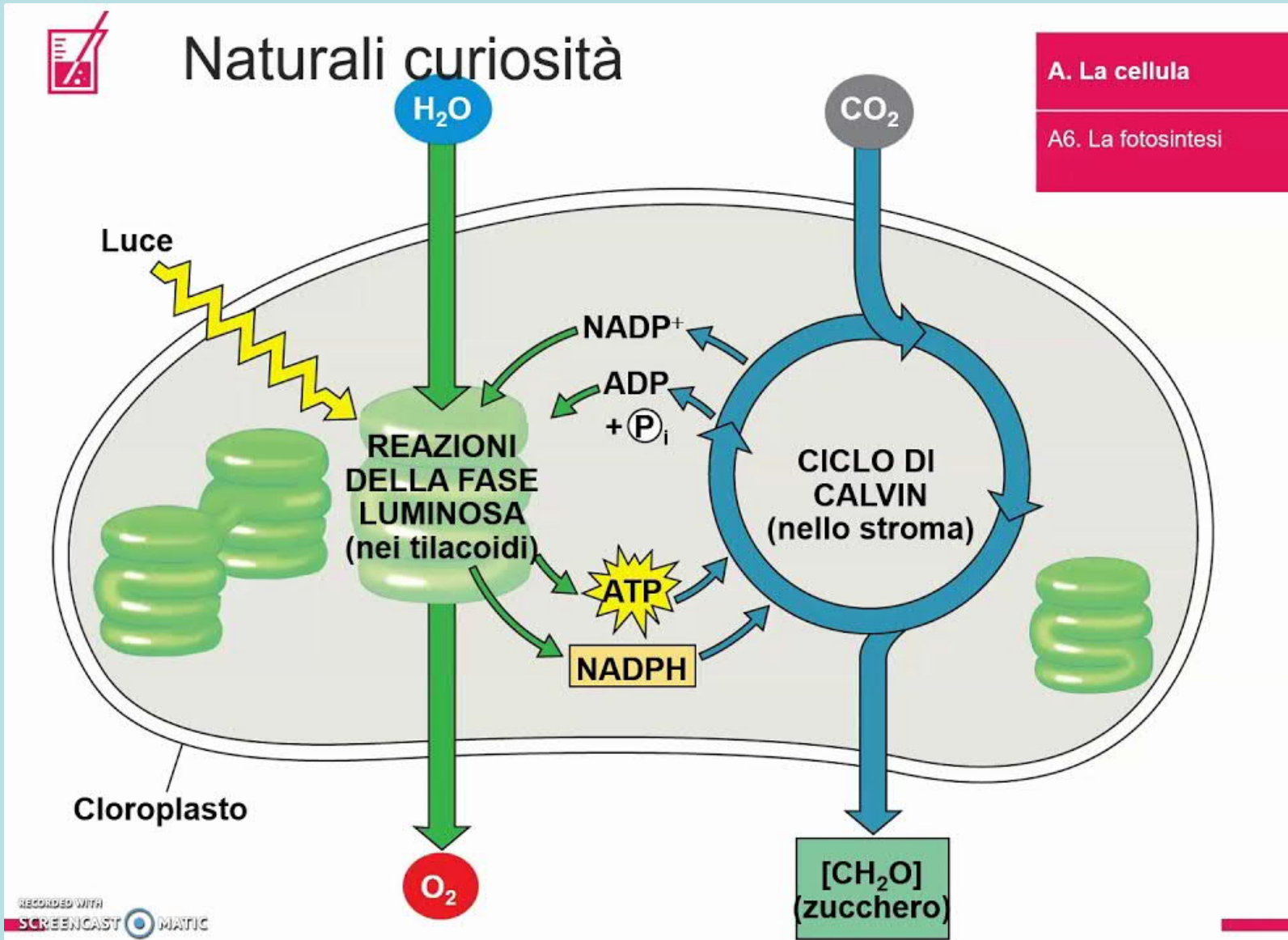


# Ecologia e Biologia 4

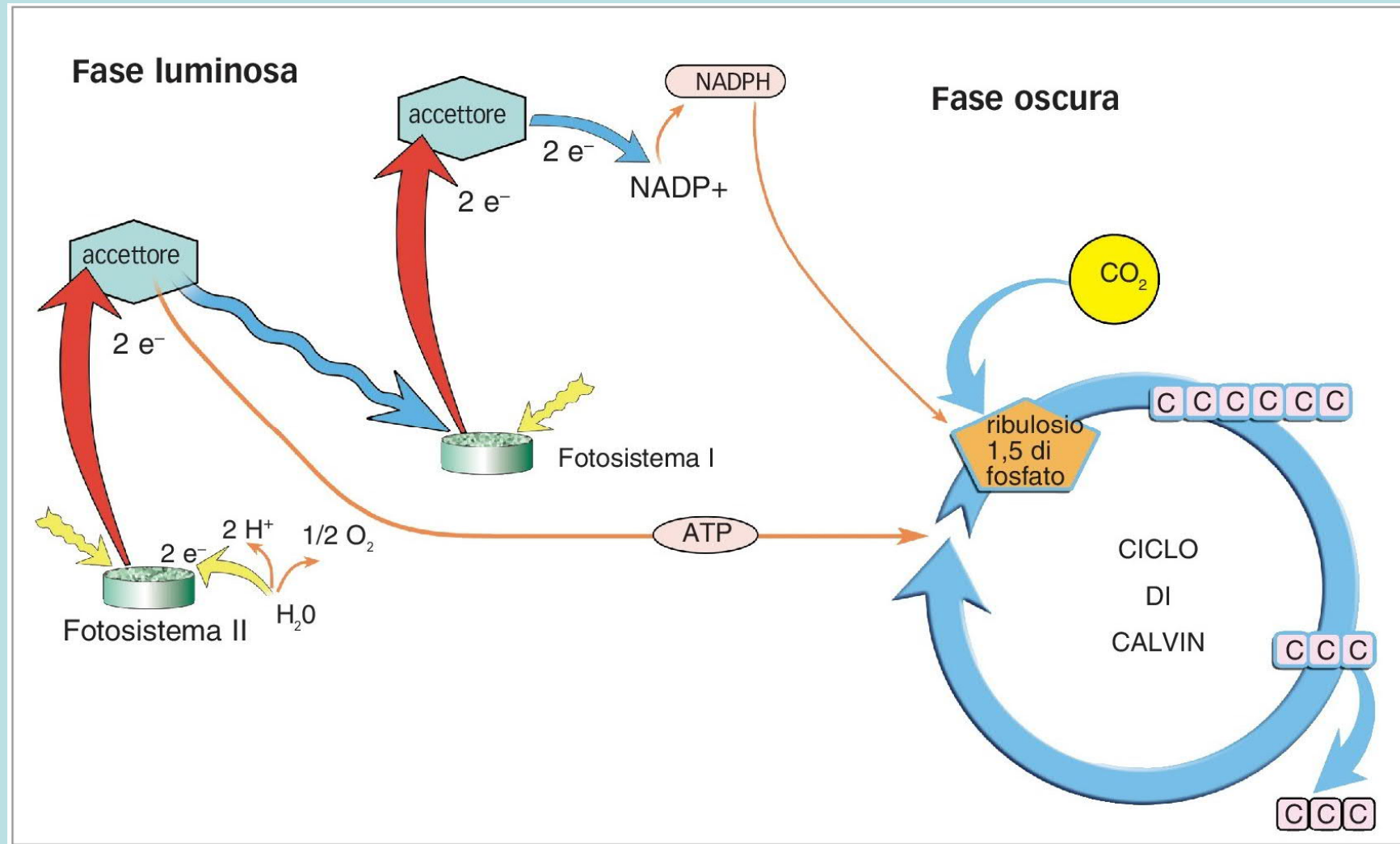


Rita Dougan 2022

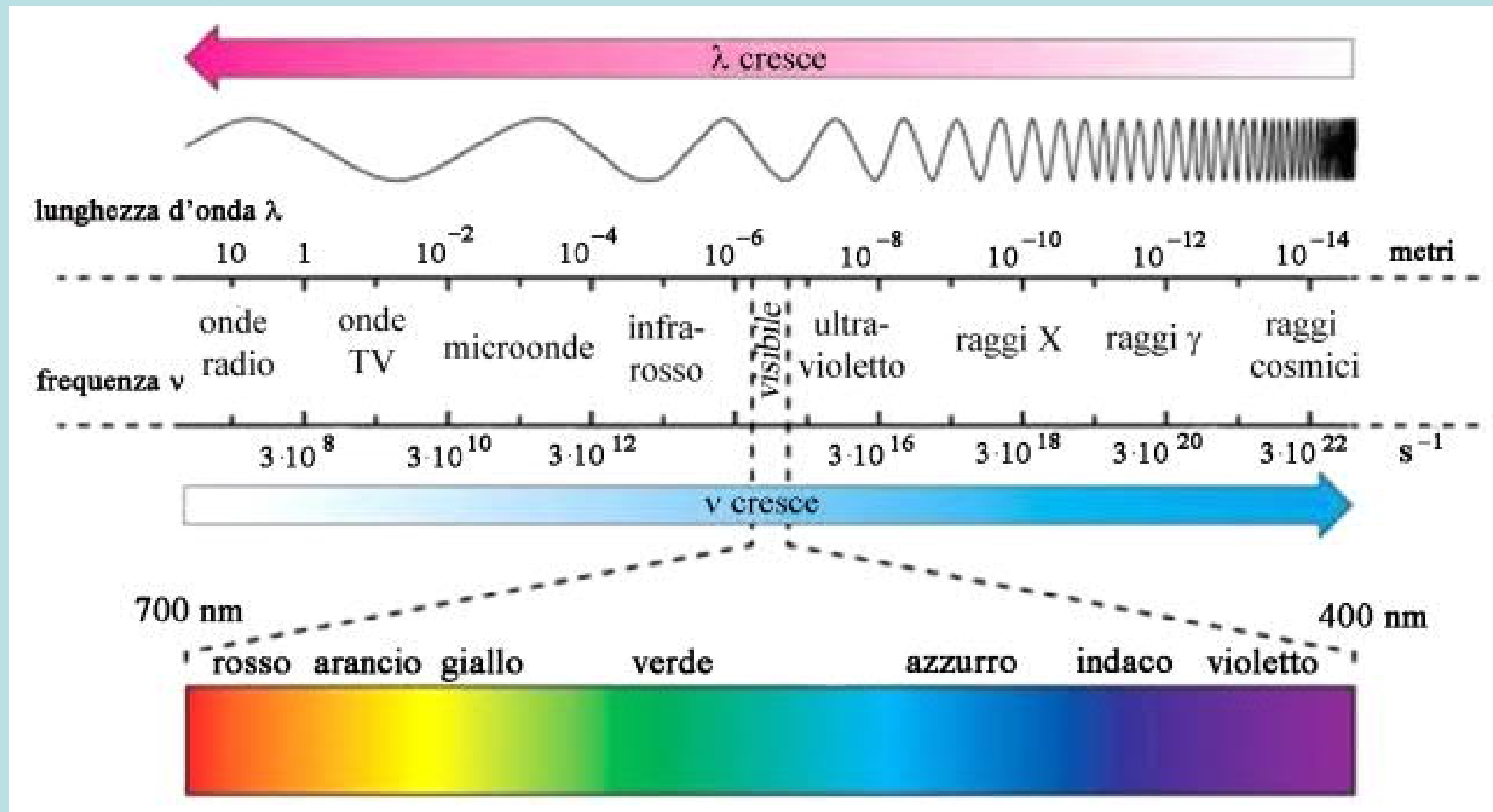
# Fotosintesi clorofilliana



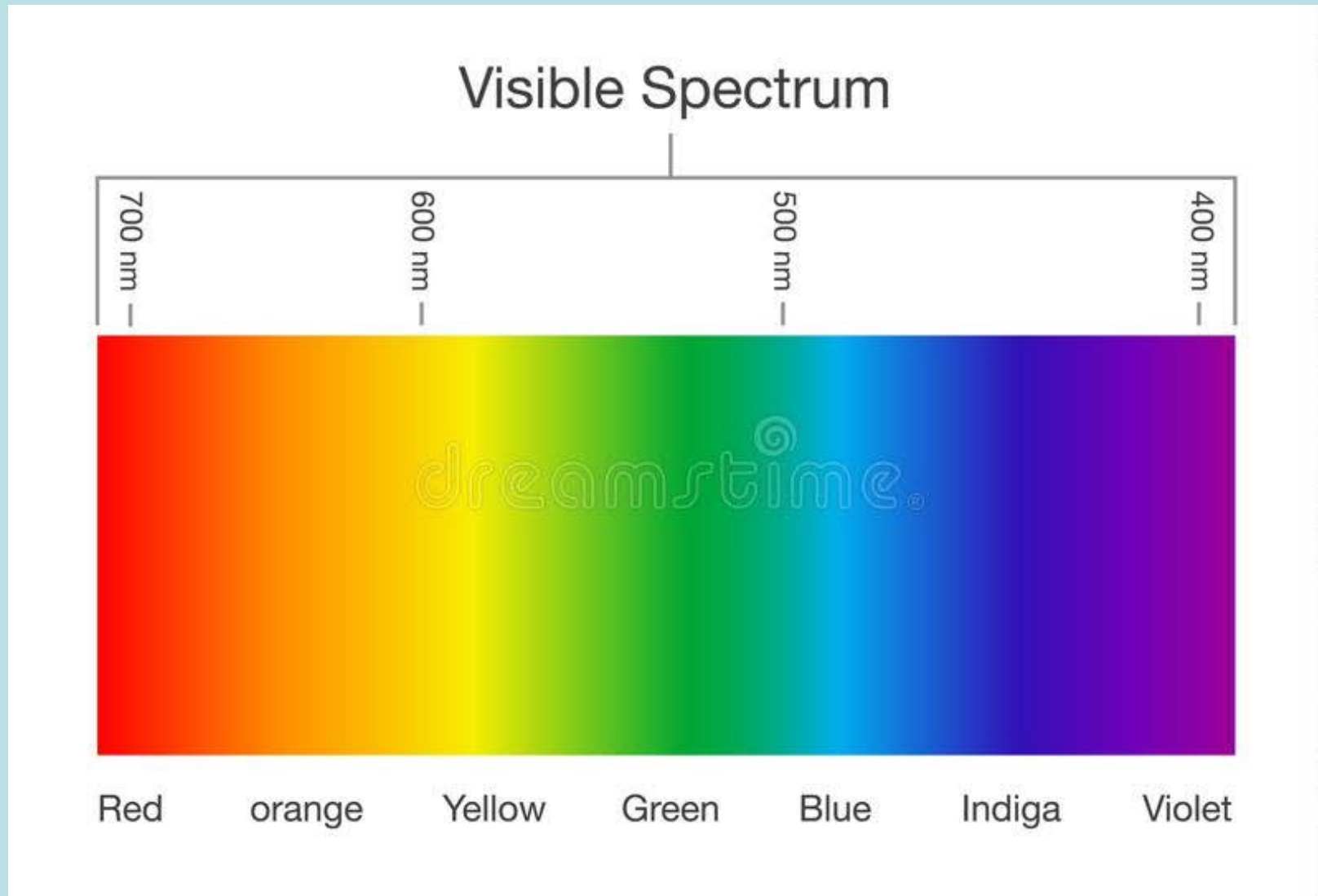
# Fotosintesi clorofilliana



# Spettro elettromagnetico



# Spettro elettromagnetico: luce visibile



# La clorofilla

La **clorofilla** è un pigmento di colore verde, è presente nei grani dei cloroplasti delle cellule vegetali, o negli organismi procarioti che realizzano la fotosintesi clorofilliana.

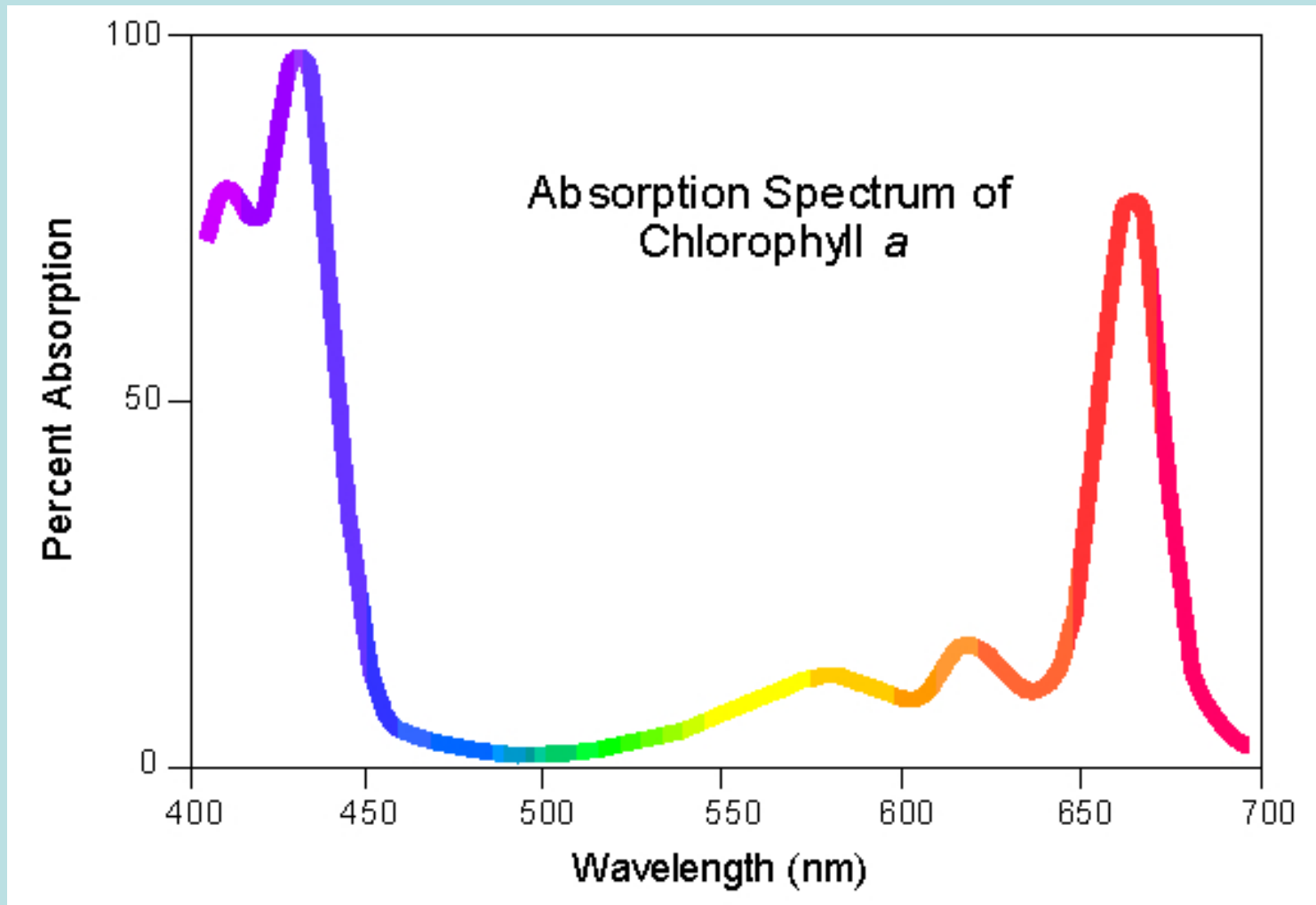
Ci sono due diversi tipi di clorofilla:

- la **clorofilla a**, che assorbe soprattutto la luce blu-violetta e rossa
- la **clorofilla b**, che assorbe soprattutto la luce blu ed arancione.

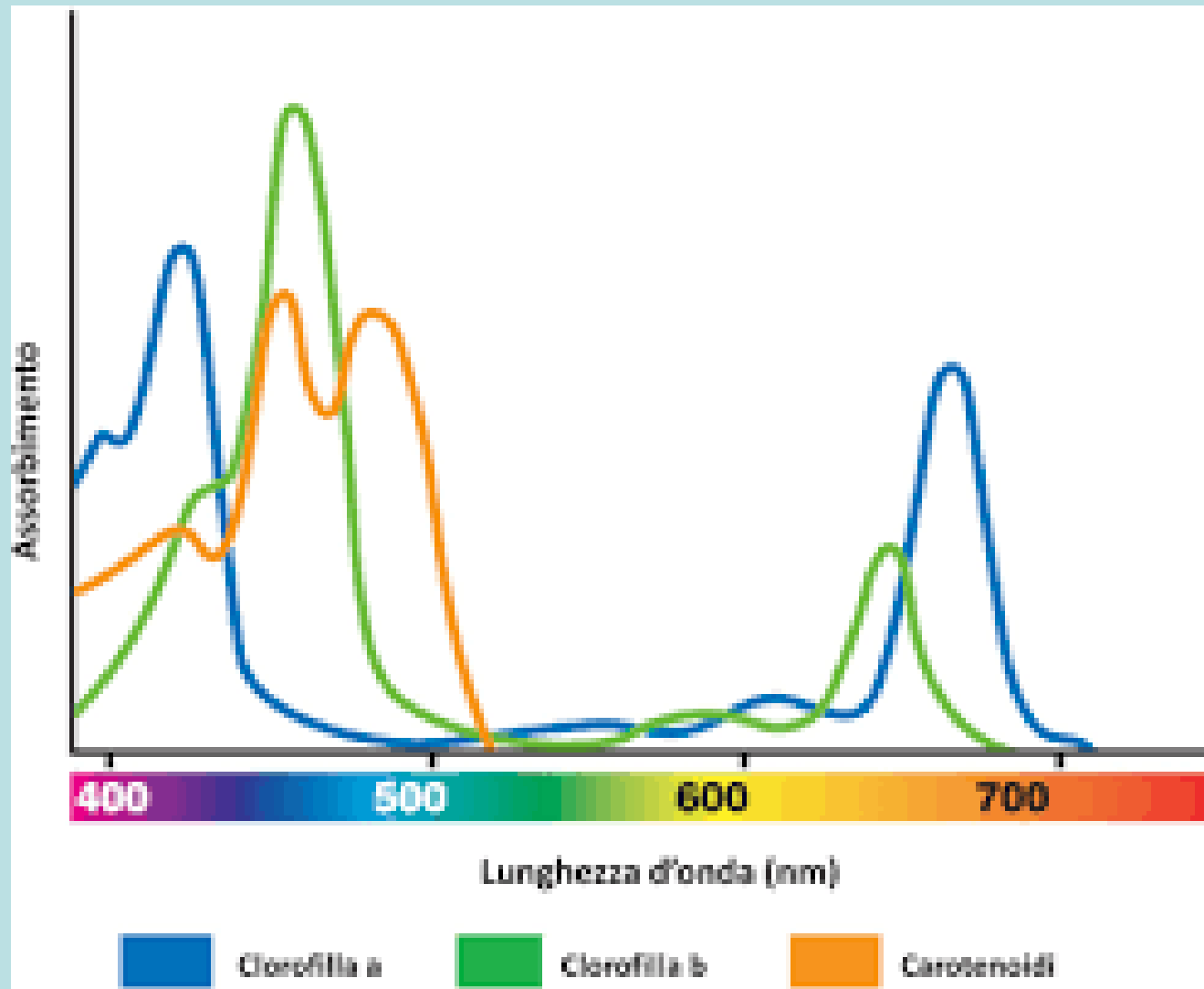
Altri pigmenti minoritari sono i **carotenoidi**, che assorbono un ampio spettro della luce blu e che riflettono la luce arancio.

Le piante appaiono verdi, poiché le lunghezze d'onda del verde sono le meno assorbite

# Spettro di assorbimento della clorofilla "a"

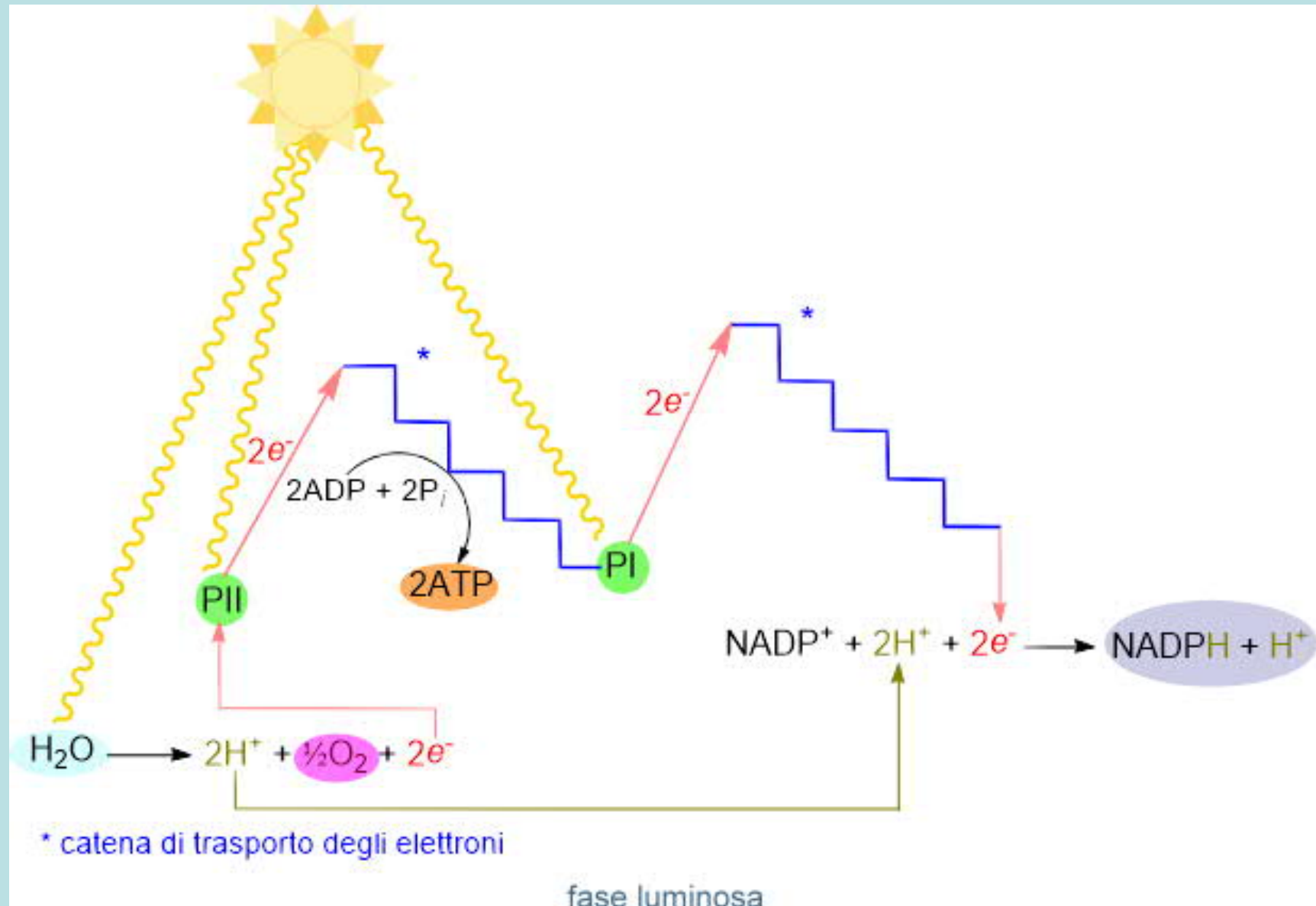


# Spettro di assorbimento delle clorofille "a", "b" e dei carotenoidi

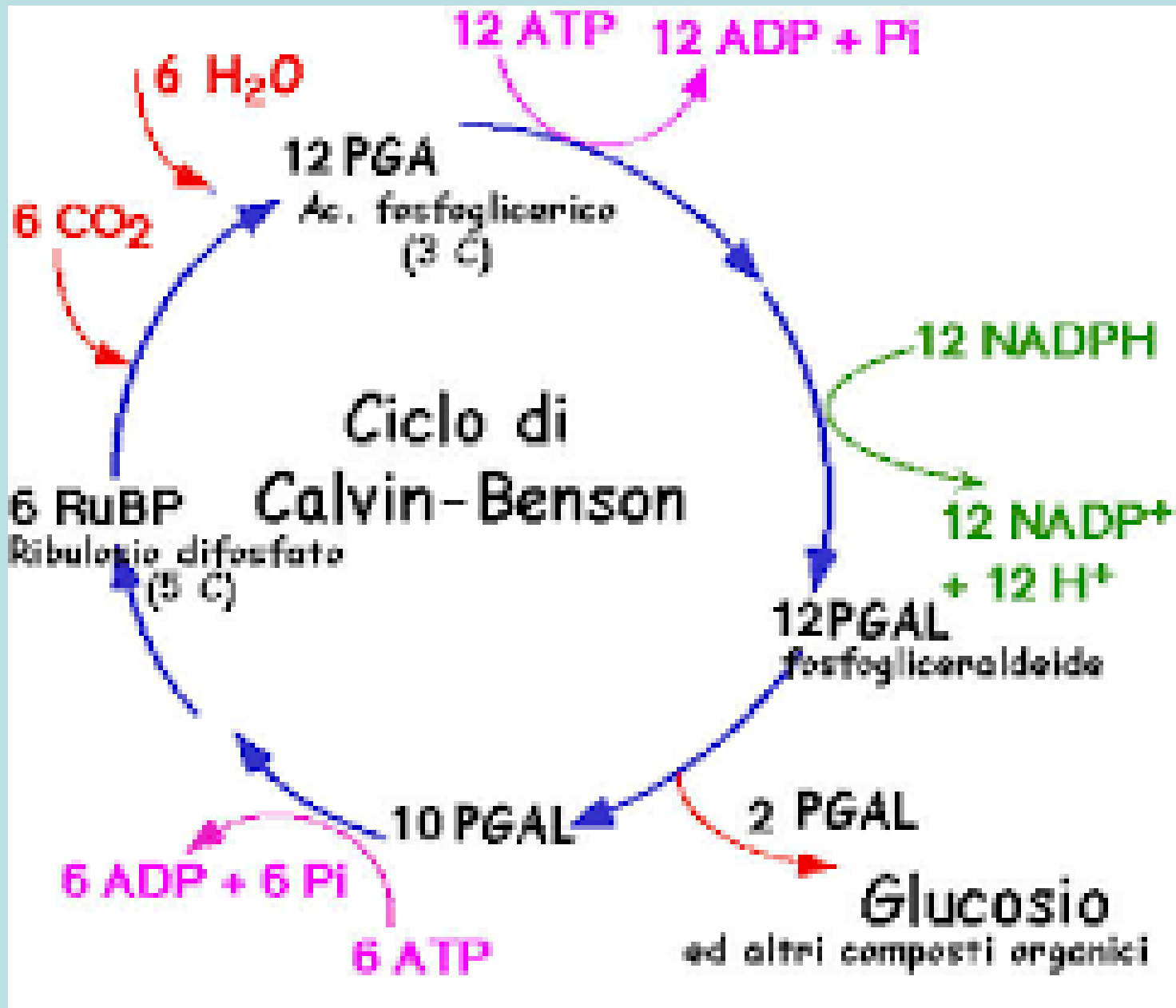




# Fotosintesi: fase luminosa



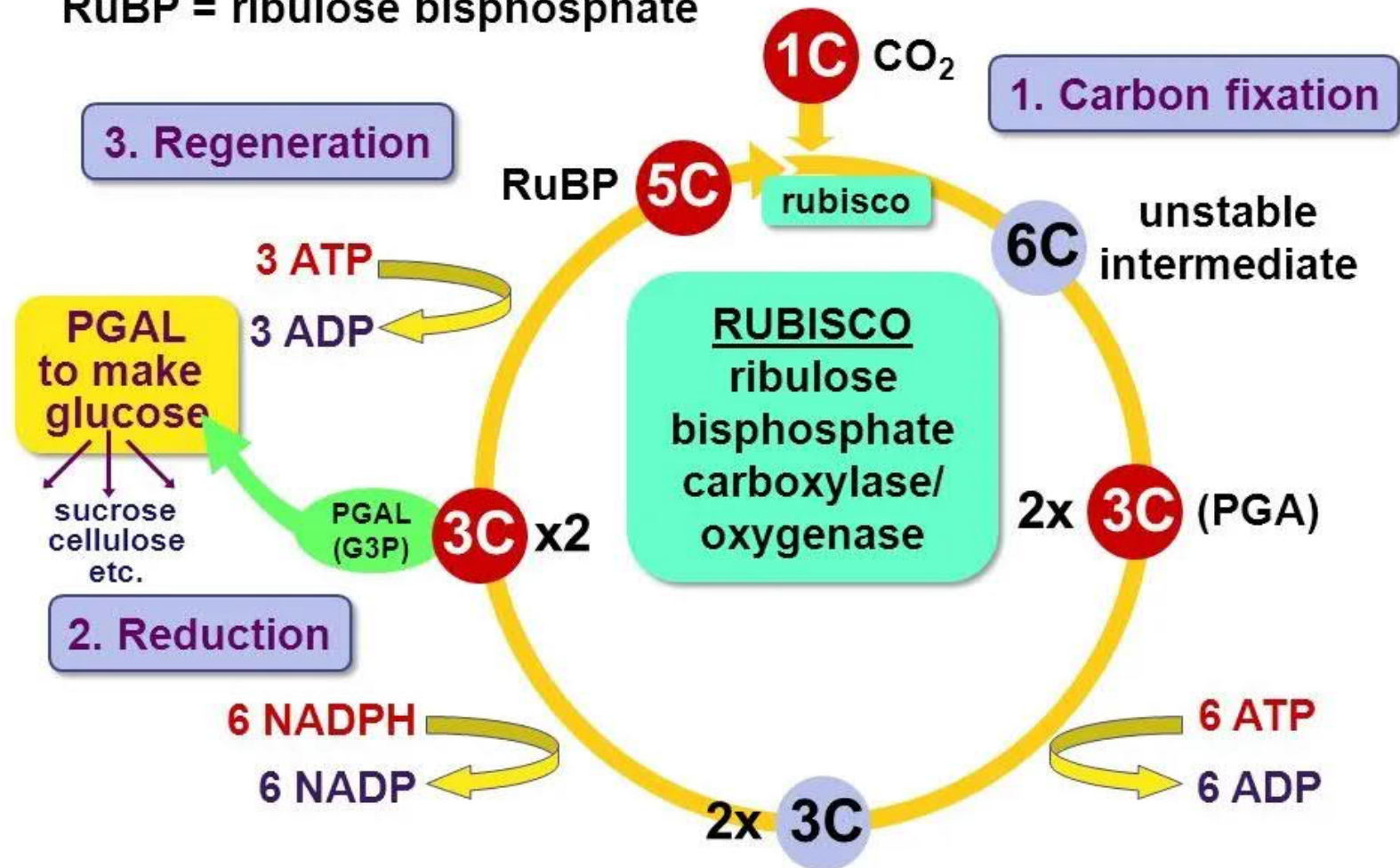
# Fotosintesi: fase oscura



# Fotosintesi: fase oscura

## Calvin Cycle (don't count the carbons!)

RuBP = ribulose biphosphate



# Produzione di biomassa: il Sorgo

Sorgo da legna:

Una cultivar tipica dell'Egitto, chiamata Giza 114, ha steli solidi e legnosi, che ardono lasciando poca cenere. È stata introdotta con successo in Perù, dove viene impiegata sia come legna per cucinare che per i forni di mattoni.

Da prove condotte in Cina, da questa cultivar è possibile ottenere 10 tonnellate/ettaro di biomassa legnosa, e un modesto raccolto di granella.

# Produzione di biomassa: il Sorgo

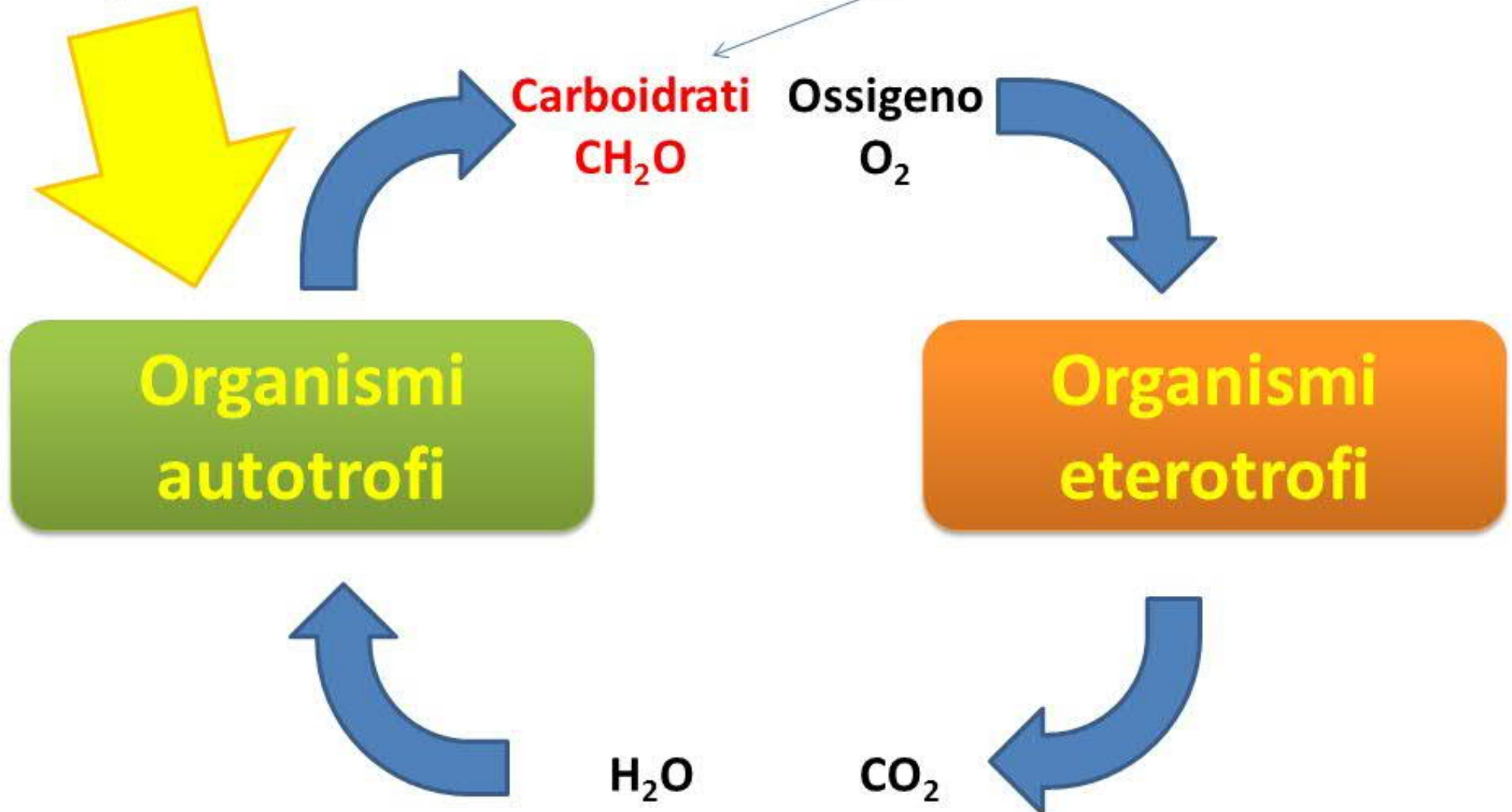
Una ricerca condotta in India dal Nimbkar agricultural research institute (Nari) su un ibrido ha dato come risultato: 2 - 4 tonnellate/ettaro di granella, 2mila - 4mila litri/ettaro di etanolo e una quantità sufficiente d'insilato (prodotto con la bagassa rimanente dopo l'estrazione del succo) per nutrire dalle tre alle cinque vacche all'anno.

Ricordiamo che nelle distillerie d'alcol convenzionali, la bagassa viene bruciata per produrre il calore necessario per il processo. Gli ingegneri indiani sono riusciti a recuperare la bagassa e a destinarla all'alimentazione animale mediante una semplice modifica del processo: il calore necessario per la distillazione è prodotto da pannelli solari termici.

# Flusso di materia ed energia nei viventi

Energia solare

Produzione primaria di energia



organismi autotrofi (piante)



fotosintesi

organismi eterotrofi (animali)



respirazione

# Equilibrio fotosintesi - respirazione



biossido di carbonio + acqua + energia solare → carboidrati + ossigeno

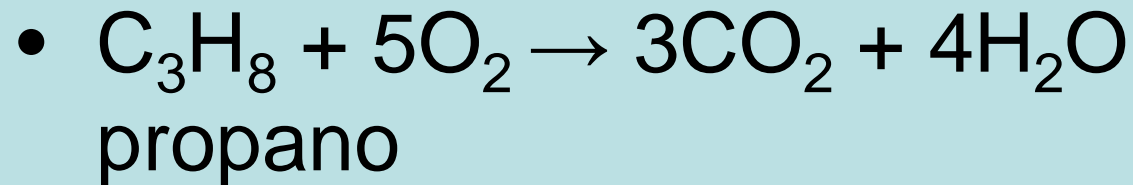
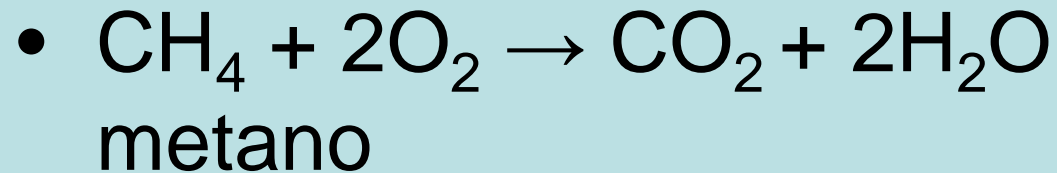
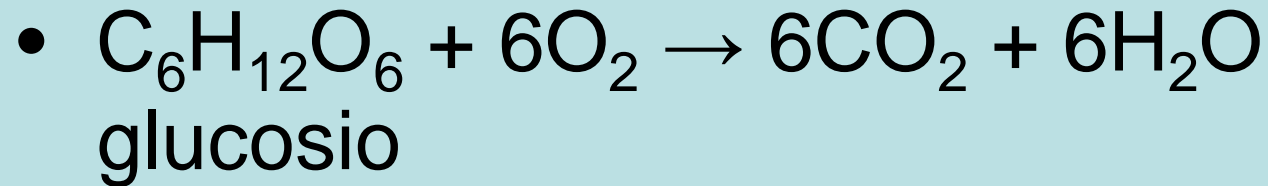


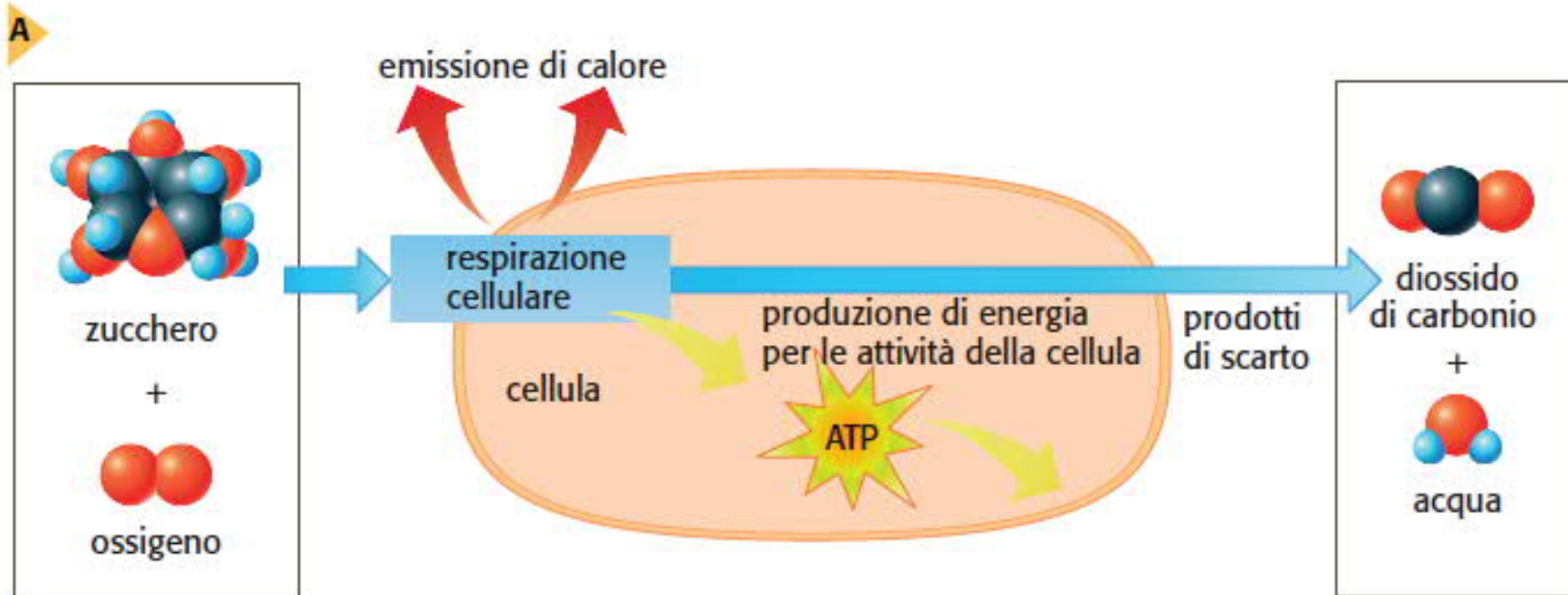
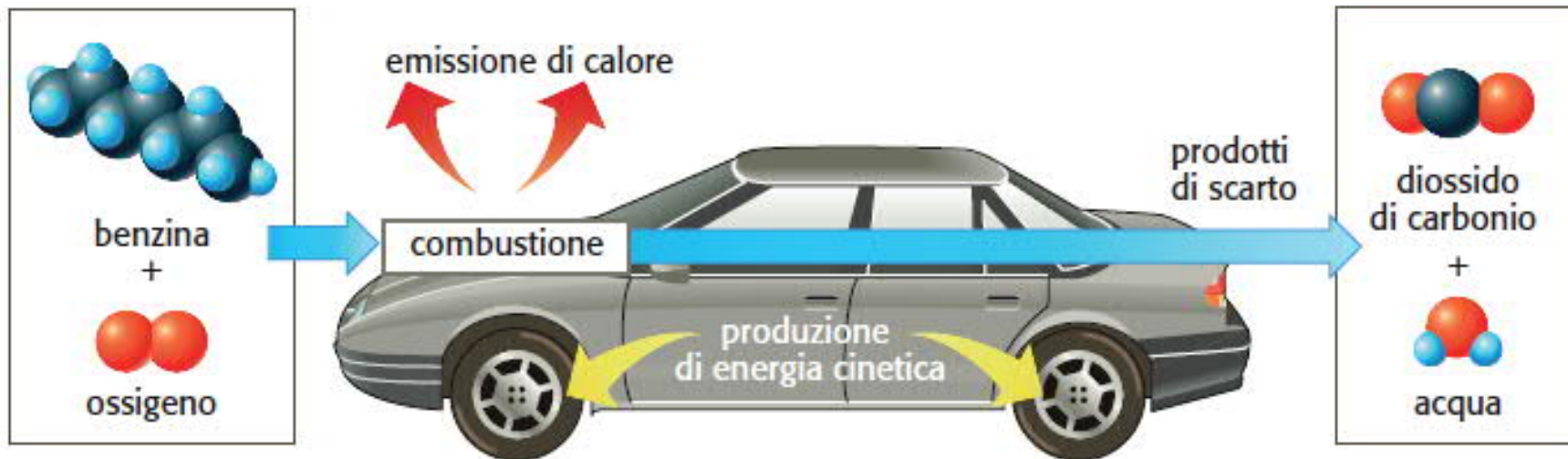
carboidrati + ossigeno → biossido di carbonio + acqua + energia chimica



# Produzione di CO<sub>2</sub>

Tutti i processi di combustione producono CO<sub>2</sub>





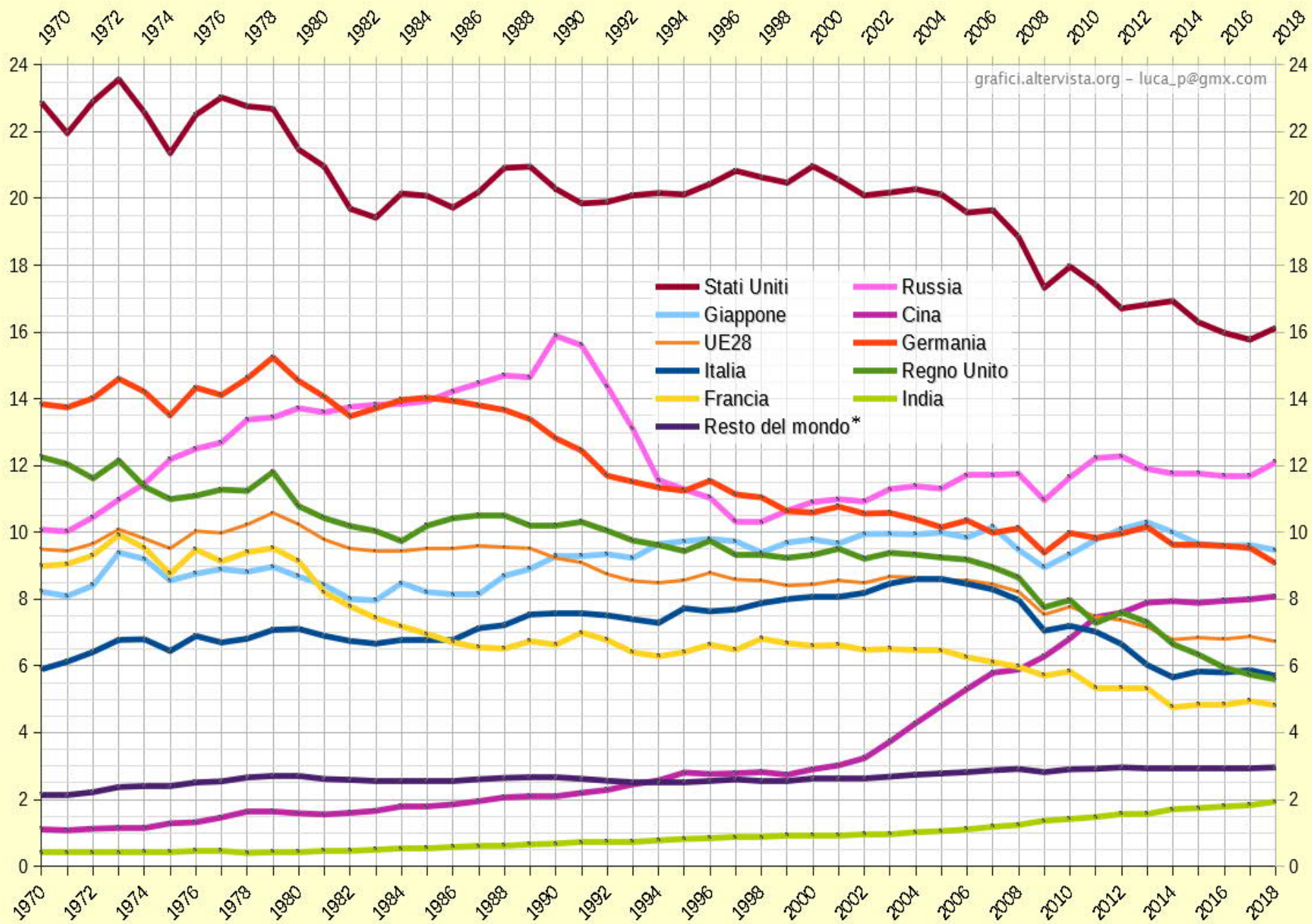
# Produzione CO<sub>2</sub> nel mondo

India: 2 tonnellate per abitante per anno

USA: 16 tonnellate per abitante per anno

Italia: 5,5 tonnellate per abitante per anno  
(secondo altre stime 7t/ab/anno)

# Emissioni di CO2 pro capite in Italia e altri paesi (tonnellate)



\* : esclusa l'intera Unione Europea

Origine dati: EDGAR; World Bank

# Emissioni italiane per persona per anno

In Italia ogni persona emette in media 5,5 tonnellate di CO<sub>2</sub> (5.533 chili) all'anno.

Questo varia notevolmente a seconda dello stile di vita di ciascuno (cibo, trasporti, alloggio, ecc.).

Di questi:

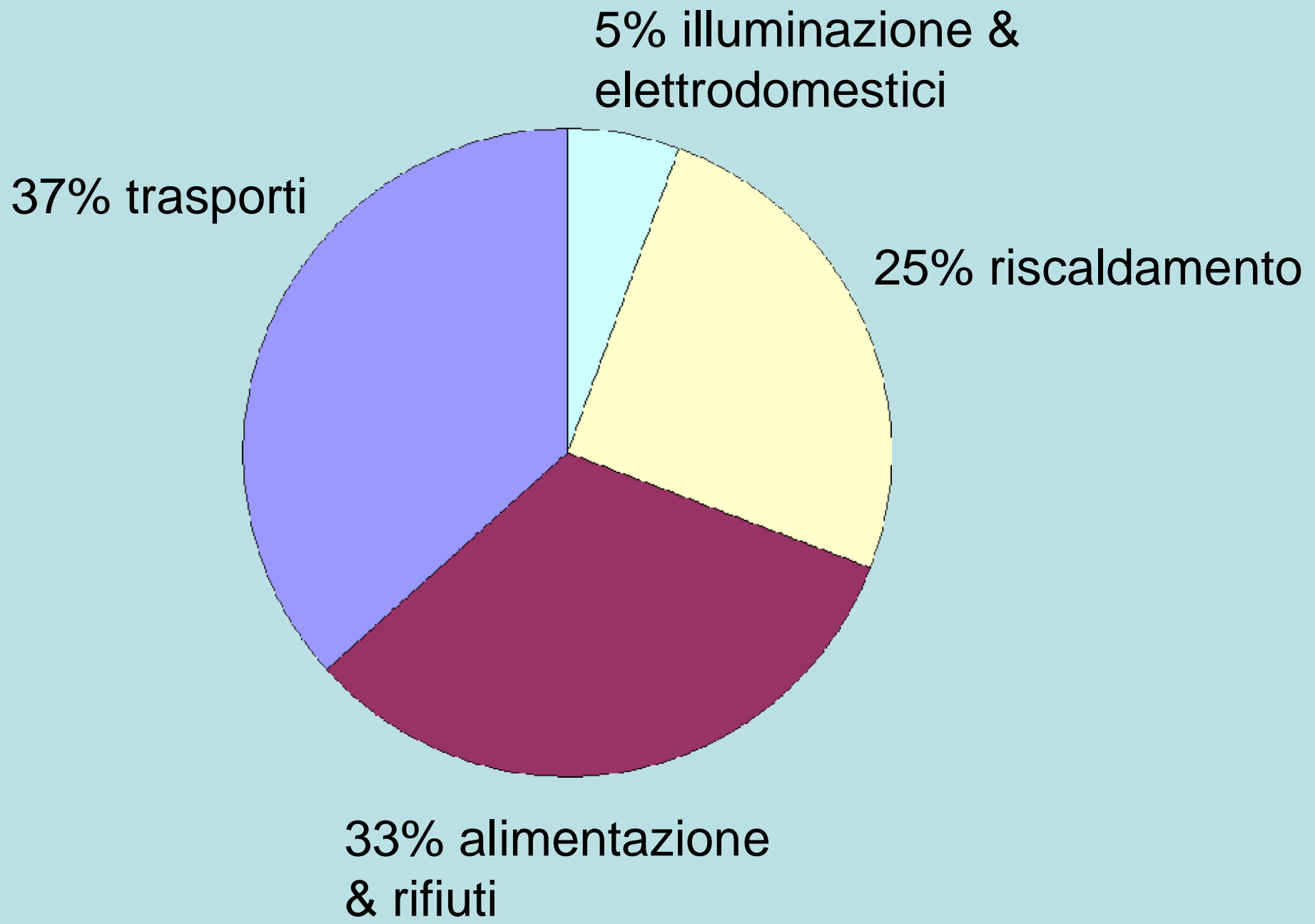
2.033 chili (37%) vengono dai trasporti,

1.800 (33%) da alimentazione e rifiuti,

1.400 (25%) dal riscaldamento

300 (5%) da illuminazione ed elettrodomestici.

(ANSA)



# Emissione di una persona media con la respirazione

Una dieta bilanciata che apporti 2000 kcal produce:  
circa 800g di CO<sub>2</sub> al giorno,  
quindi circa 300 kg all'anno.

Per contrasto, un litro di carburante per auto  
produce 2.6 kg di CO<sub>2</sub>.

Considerando che un'auto abbastanza efficiente  
consuma 5 l/100 km, un giorno di respirazione  
emette quanto fare 6 km in auto.

# Produzione di CO<sub>2</sub>: confronti

Gli aerei producono il 2% dell'anidride carbonica mondiale

Il digitale arriva al 4%, e la metà viene da social come Facebook, Instagram o WhatsApp.

Un solo smartphone usato per un'ora al giorno per telefonate e sms inquina in un anno quanto un volo Milano-New York, cioè 1,25 tonnellate di CO<sub>2</sub>.



# Emissioni CO<sub>2</sub>: ricerca della BBC

Un tweet equivale all'emissione di 0,2 g di CO<sub>2</sub>

L'invio di una mail da 1 megabyte impatta per circa 4 g, cioè tanto quanto le emissioni di una lampadina da 60 watt lasciata accesa per circa mezz'ora.

Video e immagini inviati dal web: foto, selfie ed emoji produrrebbero 50 g di CO<sub>2</sub>

I filmati arrivano a generare 300 milioni di tonnellate di anidride carbonica all'anno, pari a circa l'intera produzione di gas serra della Spagna e all'1% delle emissioni globali.

# Dati del 2019 diffusi dal Global Carbon Project

Secondo i dati del 2019 diffusi dal Global Carbon Project, se il Web fosse un Paese, sarebbe il quarto più inquinante al mondo, alle spalle di Cina, Stati Uniti e India perché ogni utente che usa internet immette in media 400 g di anidride carbonica all'anno: si parla, quindi, di 1.850 milioni di tonnellate complessive.

Secondo la Royal Society (UK), le emissioni di gas serra dovute al digitale vanno dall'1,4% al 5,9%.

# E i "server"?

La comunità del cosiddetto "WWW" rappresenta la comunità più energivora al mondo, quindi non solo i social.

Questo perché i **server** che gestiscono il traffico dati si surriscaldano moltissimo e necessitano di essere raffreddati.

Per fare ciò occorre a sua volta energia, prodotta tramite combustione soprattutto di materie fossili, più inquinanti

# Inquinamento nascosto?

Coltivazione di tabacco:

la produzione è pari a 7,1 M ton/anno (dati Fao, 2010),

il suo consumo genera 13 M ton di CO<sub>2</sub>/anno immesse nell'atmosfera,

a queste si deve aggiungere la mancata cattura di CO<sub>2</sub> dovuta al taglio di 857 milioni di alberi ogni anno, usati per produrre la carta e le scatole delle sigarette

.

# Compensare le emissioni

Compensare le emissioni

significa

bilanciare la quantità di anidride carbonica  
generata da una qualsiasi attività attraverso

progetti di efficientamento energetico

progetti di riforestazione

.

# Capacità di assorbimento

Si può considerare che un albero immagazzina circa 167 kg di CO<sub>2</sub> all'anno, anche se la sua capacità di assorbimento del carbonio può variare

Quindi 1 tonnellata di CO<sub>2</sub> all'anno per 6 alberi adulti.

Ciò significa che dovrebbero essere piantati più di 33 alberi ogni anno per compensare le emissioni di CO<sub>2</sub> di un singolo italiano.

| Pianta               | Capacità di mitigazione ambientale | Assorbimento di CO2 |            |              |              |                | Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi | Potenziale di cattura delle polveri |
|----------------------|------------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|----------------|---|-------------------------------------|
|                      |                                    | Classificazione     | In 20 anni | Primi 5 anni | Succ. 5 anni | Media per anno |   |                                     |
|                      |                                    |                     | [t/20a]    | [Kg/a]       | [Kg/a]       | [Kg/a]         |   |                                     |
| Acerò riccio         | Ottimo                             | Alta                | 3,8        | 138          | 205          | 190            | Alto  | Medio                               |
| Betulla verrucosa    | Ottima                             | Alta                | 3,1        | 120          | 170          | 155            | Alto  | Medio                               |
| Cerro                | Ottimo                             | Alta                | 3,1        | 120          | 170          | 155            | Alto  | Medio                               |
| Bagolaro             | Ottima                             | Alta                | 22         | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Carpino bianco       | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Basso                               |
| Frassino comune      | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Medio                               |
| Ginkgo               | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Liriodendro          | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Olmo comune          | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Robinia              | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Sofora               | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Storace              | Media                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Basso                               |
| Tiglio nostrano      | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Tiglio selvatico     | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Ontano nero          | Ottima                             | Alta                | 2,6        | 97           | 140          | 130            | Alto  | Medio                               |
| Acerò campestre      | Buona                              | Media               | 19         | 74           | 105          | 95             | Medio   | Medio                               |
| Ciliegio             | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85             | Medio   | Alto                                |
| Koelreuteria         | Media                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85             | Alto  | Alto                                |
| Mirabolano           | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85             | Medio   | Alto                                |
| Orniello             | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85             | Alto  | Alto                                |
| Parrozia             | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85             | Alto  | Alto                                |
| Albero di Giuda      | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Alto                                |
| Alloro               | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Medio                               |
| Biancospino nostrano | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Alto                                |
| Catalpa nana         | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Basso   | Medio                               |
| Gelso piangente      | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Medio                               |
| Ligusto del Giappone | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Medio                               |
| Melo da fiore        | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Alto                                |
| Photinia red robin   | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Medio                               |
| Sambuco              | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Basso   | Medio                               |
| Viburno tino         | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5           | Medio   | Medio                               |

Tabella: Caratteristiche delle 31 specie analizzate (Fonte: Rielaborazione da CNR) POLITEC TECHNOLOGY SRL - CALCOLO DELLA CARBON FOOTPRINT PER L'ABBATTIMENTO DELLE EMISSIONI TRAMITE PIANTUMAZIONE - Data 29.06.17

| Pianta            | Capacità di mitigazione ambientale | Assorbimento di CO2 |            |              |              |                | Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi | Potenziale di cattura delle polveri |
|-------------------|------------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|----------------|---|-------------------------------------|
|                   |                                    | Classificazione     | In 20 anni | Primi 5 anni | Succ. 5 anni | Media per anno |   |                                     |
|                   |                                    |                     | [t/20a]    | [Kg/a]       | [Kg/a]       | [Kg/a]         |   |                                     |
| Acero riccio      | Ottimo                             | Alta                | 3,8        | 138          | 205          | 190            | Alto  | Medio                               |
| Betulla verrucosa | Ottima                             | Alta                | 3,1        | 120          | 170          | 155            | Alto  | Medio                               |
| Cerro             | Ottimo                             | Alta                | 3,1        | 120          | 170          | 155            | Alto  | Medio                               |
| Bagolaro          | Ottima                             | Alta                | 22         | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Carpino bianco    | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Basso                               |
| Frassino comune   | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Medio                               |
| Ginkgo            | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Liriodendro       | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Olmo comune       | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Robinia           | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Sofora            | Buona                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Storace           | Media                              | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Basso                               |
| Tiglio nostrano   | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Tiglio selvatico  | Ottima                             | Alta                | 2,8        | 103          | 155          | 140            | Alto  | Alto                                |
| Ontano nero       | Ottima                             | Alta                | 2,6        | 97           | 140          | 130            | Alto  | Medio                               |



| Pianta               | Capacità di mitigazione ambientale | Assorbimento di CO2 |            |              |              | Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi | Potenziale di cattura delle polveri |                |
|----------------------|------------------------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|---|-------------------------------------|----------------|
|                      |                                    | Classificazione     | In 20 anni | Primi 5 anni | Succ. 5 anni |   |                                     | Media per anno |
|                      |                                    |                     | [t/20a]    | [Kg/a]       | [Kg/a]       |   |                                     | [Kg/a]         |
| Acero campestre      | Buona                              | Media               | 19         | 74           | 105          | 95  | Medio                               |                |
| Ciliegio             | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85  | Medio                               |                |
| Koelreuteria         | Media                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85  | Alto                                |                |
| Mirabolano           | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85  | Medio                               |                |
| Orniello             | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85  | Alto                                |                |
| Parrozia             | Buona                              | Media               | 1,7        | 61           | 92           | 85  | Alto                                |                |
| Albero di Giuda      | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |
| Alloro               | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |
| Biancospino nostrano | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |
| Catalpa nana         | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Basso                               |                |
| Gelso piangente      | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |
| Ligusto del Giappone | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |
| Melo da fiore        | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |
| Photinia red robin   | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |
| Sambuco              | Media                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Basso                               |                |
| Viburno tino         | Buona                              | Bassa               | 0,45       | 16           | 25           | 22,5  | Medio                               |                |

Tabella: Caratteristiche delle 31 specie analizzate (Fonte: Rielaborazione da CNR) POLITEC TECHNOLOGY SRL - CALCOLO DELLA CARBON FOOTPRINT PER L'ABBATTIMENTO

DELLE EMISSIONI TRAMITE PIANTUMAZIONE - Data 29.06.17

# Crediti di Carbonio: cosa sono?

Le aziende che emettono gas serra, possono acquistare **crediti di carbonio** (**carbon credits**) per contribuire economicamente alla realizzazione e allo sviluppo di progetti di tutela ambientale.

Le Aziende possono poi rendicontare lo scambio di crediti di carbonio e utilizzare un **carbon label** sui propri prodotti e servizi, come il **marchio registrato emissioni CO<sub>2</sub> zero**

fonte RETE CLIMA

# Marchi registrati: emissioni CO<sub>2</sub> zero



# Crediti di Carbonio: cosa sono?

Un **credito di carbonio** è un'unità di carattere finanziario che rappresenta la riduzione o la rimozione di una tonnellata di CO<sub>2</sub> dall'atmosfera attraverso lo sviluppo di progetti di mitigazione certificati.

Questa unità finanziaria ha un valore di scambio: è in grado di cancellare il debito di produzione di CO<sub>2</sub> dato dall'attività che si vuole compensare ma, per essere qualitativamente valida, deve corrispondere a progetti che devono seguire precise metodologie e standard internazionali

# Prezzo crediti del carbonio

Attualmente, secondo l'ente di certificazione Gold Standard, il prezzo minimo del credito di carbonio nel mercato volontario può variare da:

8.20€/t CO<sub>2</sub> per progetti di efficienza energetica

a 13€/t CO<sub>2</sub> per progetti forestali.

# Crediti di Carbonio

Un'azienda non potrà sfruttare i crediti per sempre, emettendo infinite quantità di anidride carbonica, ma dovrà comunque rispettare un tetto massimo.

Se questa soglia viene superata l'azienda sarà chiamata ad acquistare crediti di carbonio da industrie virtuose che hanno saputo generare meno emissioni: in caso contrario scatta una sanzione.

# E se compro un biglietto aereo?

Ha senso scegliere l'opzione che prevede compensazione?

Tecnicamente succede questo:

io compro un biglietto aereo, al quale corrisponde un quantitativo di CO<sub>2</sub> emessa, la compagnia aerea, che registra tutte le transazioni e quindi tutti i clienti che scelgono la compensazione, somma i chilogrammi di CO<sub>2</sub> corrispondenti e poi, mensilmente, trimestralmente, annualmente o in real time, va a cancellare i crediti di carbonio corrispondenti da un progetto che ha in essere.

È come se spendesse a nostro nome dei crediti di carbonio, in modo tale che quegli stessi crediti non possano essere riutilizzati.

Esistono dei registri dove i crediti vengono inizialmente caricati e poi cancellati una volta spesi, come se fosse un conto corrente bancario

# Percorso per l'azzeramento della CO<sub>2</sub> dal "Sole 24h"

- Un'azienda di logistica o energetica può finanziare, è l'esempio classico, la riforestazione di una zona arida da cui ricaverà una quota di crediti di carbonio attraverso i quali raggiungere l'obiettivo di emissioni zero.
- Non è sufficiente annunciare l'obiettivo delle emissioni zero e comprare crediti di carbonio sul mercato volontario. Per ricevere fiducia dagli investitori bisogna anche intraprendere un percorso ben definito e riconosciuto a livello internazionale. Il percorso in questione si chiama Science Based Target (Sbt): l'iniziativa è promossa da Carbon Disclosure Project (Cdp), UN Global Compact (Ungc), World Resource Institute (Wri) e dal Wwf.
- «Questo partenariato – si legge sul sito dell'italiana Carbonsink – conferma che l'impostazione degli obiettivi basati sulla scienza sta già diventando parte della pratica di rendicontazione annuale delle società e dell'infrastruttura dei dati per gli investitori istituzionali»



# Alberi artificiali - CityTree

La biotecnologia dei **CityTree** (traducibile in albero da città) prodotti dalla **Green City Solutions**, start up tedesca, è ispirata e sfrutta direttamente la natura, utilizza infatti le elevate capacità naturali di legare le polveri sottili e metabolizzarle che posseggono i muschi.

Si tratta di strutture modulari, lunghe 3 metri, alte 4 e profonde 60 centimetri, che rappresentano un perfetto connubio tra biologia e tecnologia: supportano specifiche colture insieme a sensoristica e sistemi evoluti di internet of things

# CityTree



# Alberi artificiali - CityTree

Il CityTree è una combinazione di piante briofite (muschi) e altre specie vegetali

I muschi sono capaci di legare le “tossine ambientali” (particolato, CO<sub>2</sub>, ossidi di azoto, ecc.), producendo ossigeno, grazie alle loro naturali spiccate capacità di assorbimento.

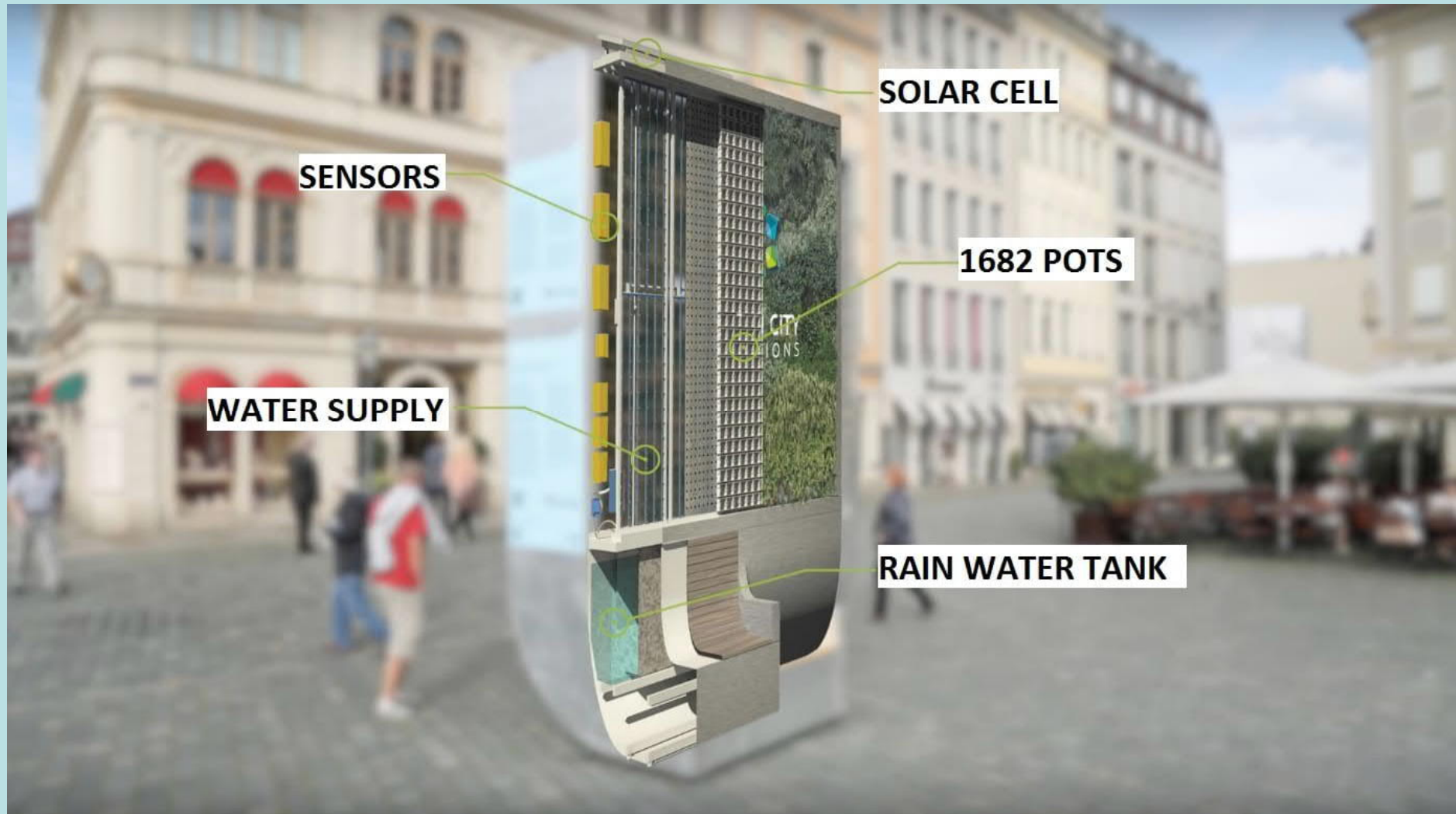
Le altre specie vegetali, hanno la funzione di fornire l'ombra, di cui i muschi hanno bisogno

# CityTree

I muschi generano anche un effetto di raffreddamento dell'aria circostante, grazie alla loro enorme capacità di immagazzinare acqua (fino a 20 volte il loro peso!!) che poi evaporando, provoca una diminuzione della temperatura ambiente fino 2,5° C, grazie anche alla presenza della ventilazione attiva del sistema.

Infine, alcune specie di muschi, possiedono proprietà antisettiche, antivirali e fungicide

# CityTree



# Installazione CityTree

Secondo la Green City Solutions, questa tipologia di pianta urbana è in grado di ridurre il particolato fino al 30% e di abbattere 240 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno (ossia, come eliminare in emissioni, l'inquinamento prodotto da 417 automobili) arrivando anche fino a 50 metri di distanza

Ogni CityTree costa 22.000 euro (17.600 sterline).

I primi CityTrees sono stati installati, nel 2018 a Leytonstone, nell'area nord-orientale di Londra, ma poco dopo tante altre città d'Europa hanno deciso di "piantare" i City Trees: Oslo, Amburgo, Parigi e Dresda.

In Italia, pioniera è Modena.

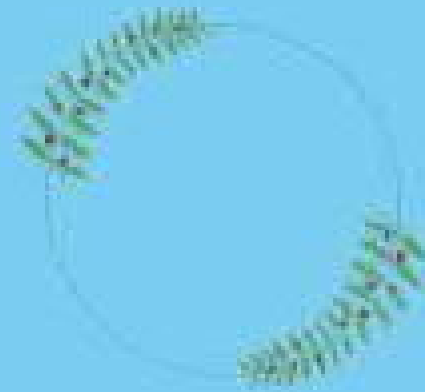
# Sapete che....

Peter Sanger, fondatore e Ceo, in un'intervista con Business Insider ha detto che l'obiettivo di Green City Solution  quello di installare fino a 1.000.000 di metri quadrati di muschi attivi entro il 2030, che pulirebbero l'aria per 500 milioni di persone e rimuoverebbero fino a 80.000 tonnellate di anidride carbonica.

# Prestazioni ambientali dei City trees

**53 %**

Il CityTree, riuscendo a filtrare fino all'82 % delle polveri sottili dall'aria che li attraversa, può ridurre l'inquinamento da polveri sottili del 53%, fino ad una distanza di un metro e mezzo.



**7.000**

Il CityTree filtra 3500 m<sup>3</sup> d'aria ogni ora, che corrisponde al volume respiratorio orario di circa 7000 persone.



### ESEMPIO

UN CITYTREE A LONDRA, IN 10 SETTIMANE, HA PURIFICATO 1,3 MILIONI DI METRI CUBI D'ARIA, UN VOLUME CORRISPONDENTE A:

**519 PISCINE OLIMPIONICHE**



**324 MONGOLFIERE**

### PARTICOLATO ("POLVERI SOTTILI")

I CityTrees, sempre a Londra, hanno filtrato 65 grammi di PARTICOLATO, che corrisponde ad un INQUINAMENTO PARI a quello di:



**14.400 KM IN AUTO (EMISSIONI)**



**5.400 SIGARETTE FUMATE**



# Ecologia e Biologia 4



Rita Dougan 2022