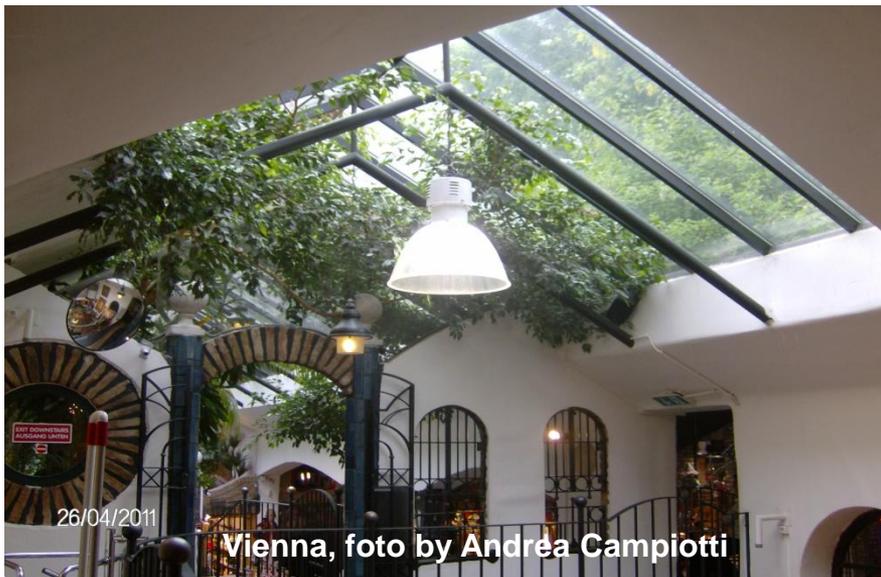


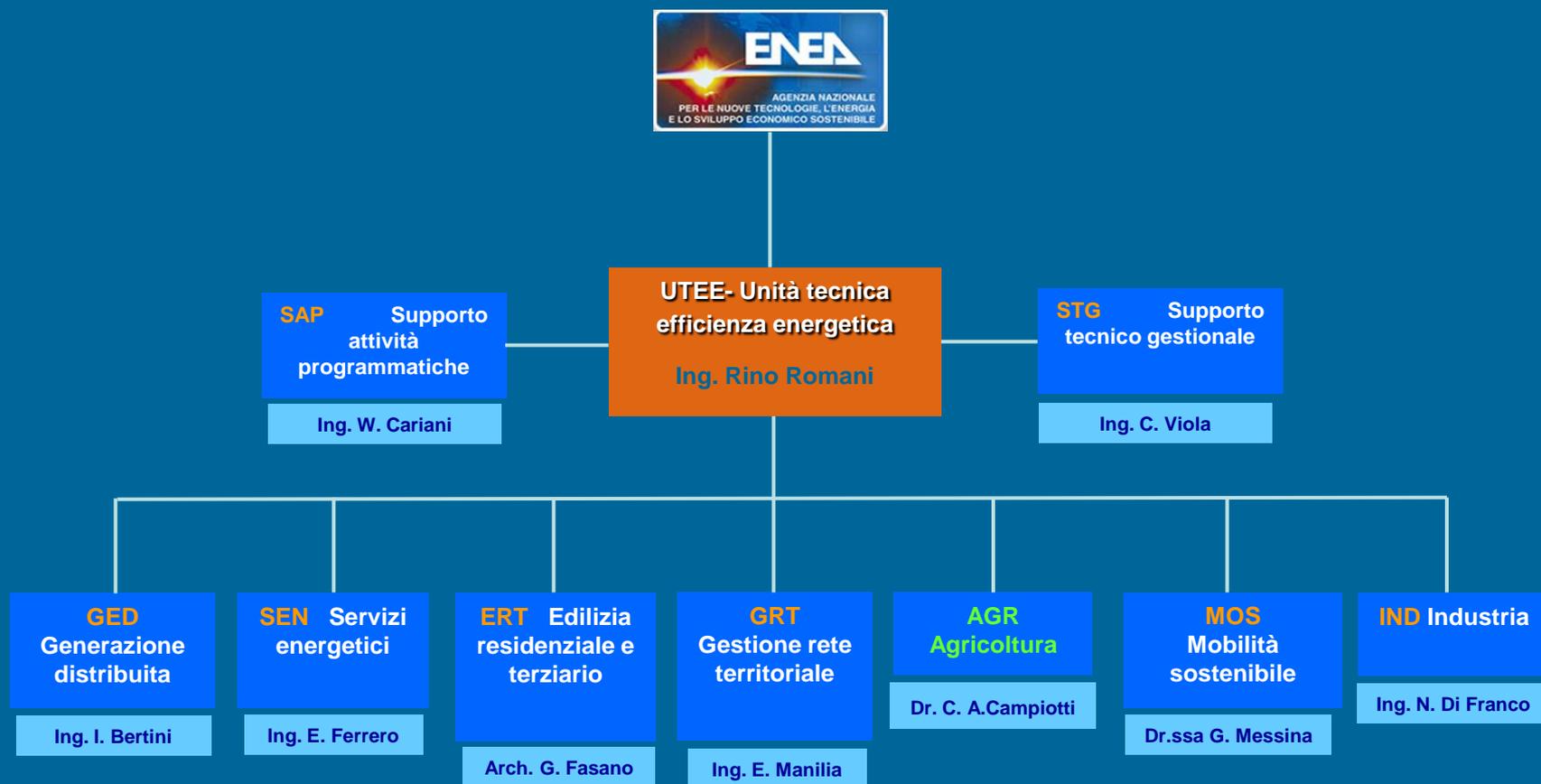
## Agricoltura urbana: effetti sull'ambiente, il risparmio di energia e la comunità

*Carlo Alberto Campiotti, Corinna Viola*

**Unità Tecnica Efficienza Energetica - Servizio Agricoltura  
INEA - 11 aprile 2012**



# UTEE – Unità Tecnica Efficienza Energetica



Il Dlgs n.115 del 2008 in attuazione della direttiva 2006/32/CE assegna all' ENEA le funzioni di **Agenzia Nazionale per l'Efficienza energetica.**

## Piano d'Azione Energetico dell'UE (20-20-20)

Riduzione del 20% nelle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Raggiungimento del 20% della produzione energetica da fonti rinnovabili.

Miglioramento dell'efficienza energetica.

### Per l'Italia:

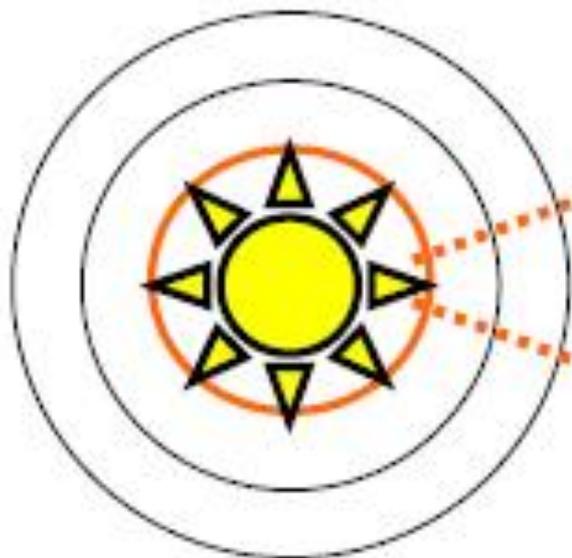
Riduzione del 13% nelle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Raggiungimento del 17% della produzione energetica da fonti rinnovabili (5,2% nel 2005).

Obiettivo Efficienza Energetica da determinare.

# IL SOLE E LA RADIAZIONE PER LE PIANTE

**63,17 MW/m<sup>2</sup>**



**1367 W/m<sup>2</sup>**



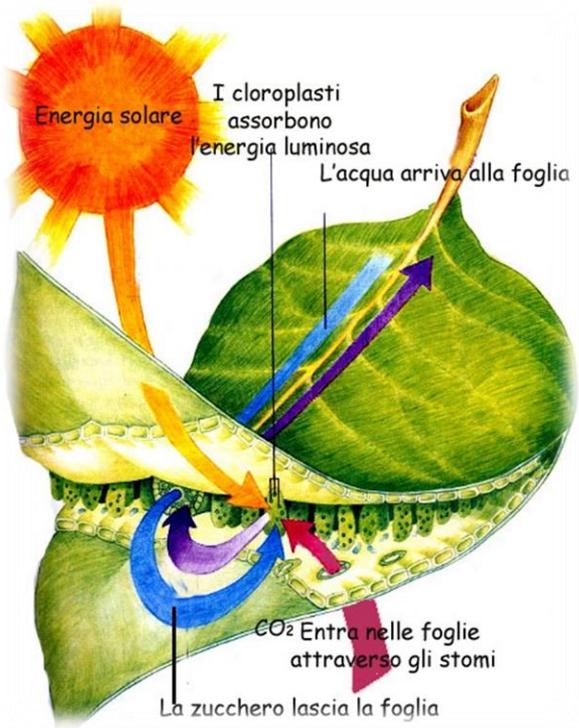
**1000 W/m<sup>2</sup>**



**200 W/m<sup>2</sup>**

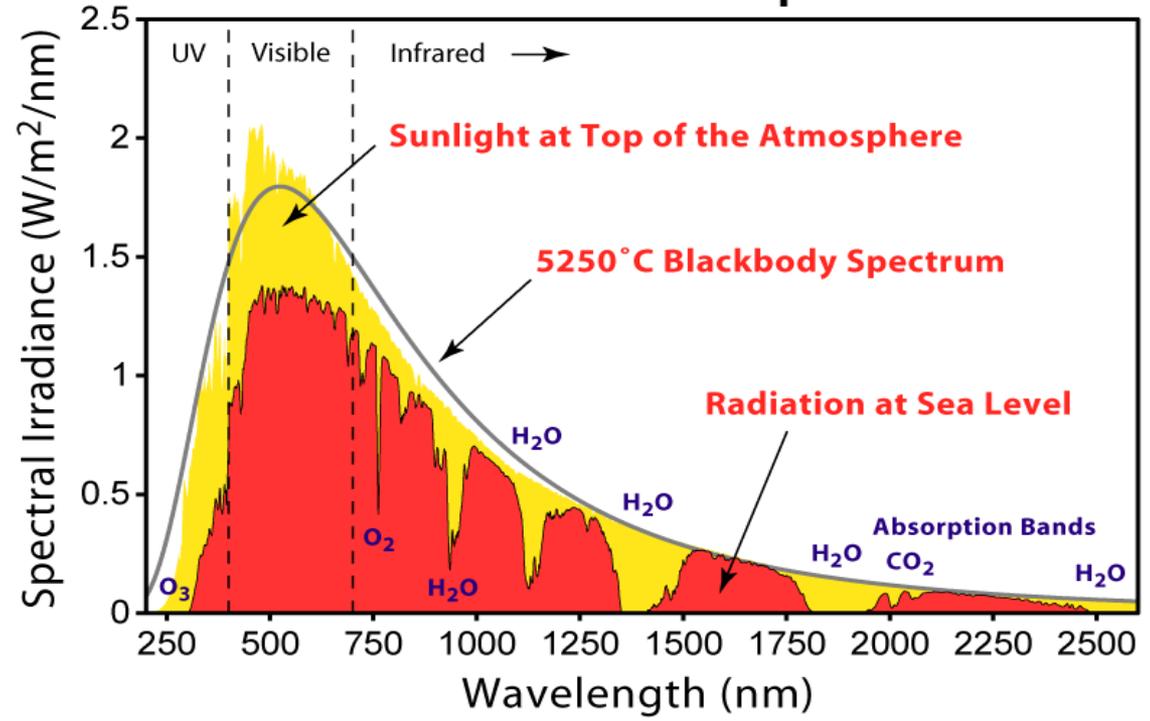


# SPETTRO DELLA RADIAZIONE SOLARE E FOTOSINTESI

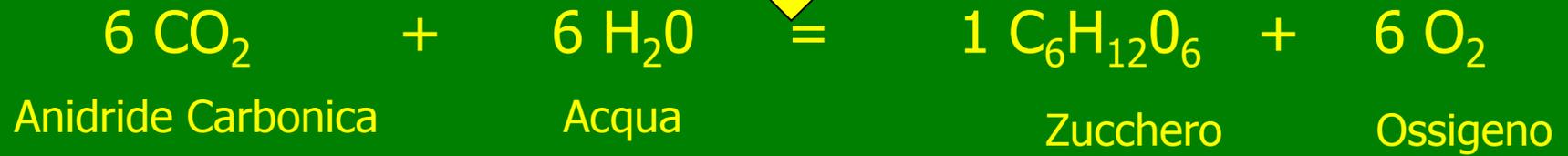


<http://omodeo.anisn.it/>

## Solar Radiation Spectrum



## ENERGIA



**Costante solare:  $1370 \text{ W/m}^2$**

**Radiazione solare: 2% ultravioletto, 47%  
luce visibile, 51% infrarosso**

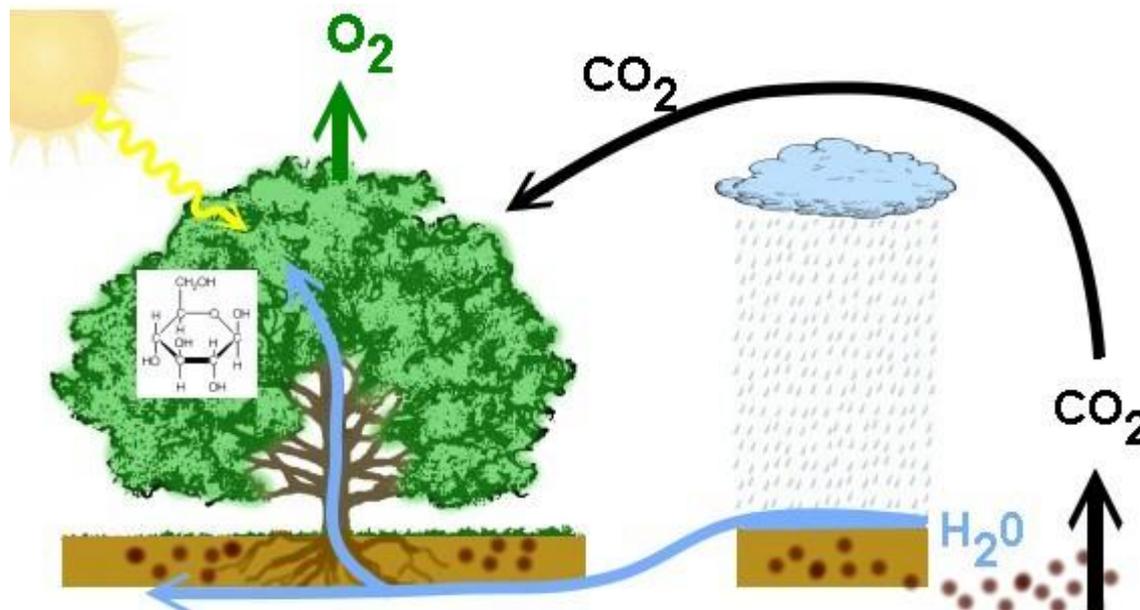
**La radiazione assorbita dalla piante viene  
utilizzata per le sue funzioni biologiche, in  
particolare :**

- **la fotosintesi richiede circa 700 kcal (circa 1 kWhr per la produzione di un'unità di glucosio;**
- **l'evaporazione/traspirazione della pianta richiede 1 kWh di energia per evaporare 1500 g di acqua.**

# FOTOSINTESI E BIOMASSA VEGETALE

**100 milioni di alberi, grazie alla fotosintesi clorofilliana, eliminano ogni anno dall'atmosfera 18 milioni di tonnellate di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) con un risparmio di 300 milioni di euro per il condizionamento dell'aria negli edifici.**

**La produzione di 1 m<sup>3</sup> di legno assorbe 1.000 Kg of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>).**



# ORTI E GIARDINI NEL TEMPO



# UPA (Urban and Periurban Agriculture)



**UPA:** Rappresenta un'attività di produzione agricola, sviluppata soprattutto tra i Paesi meno sviluppati (Africa, Sud-America).

Dakar produce il 60% dei prodotti vegetali freschi; Accra produce il 90% dei prodotti vegetali freschi; Dar es Salam produce più del 90% dei prodotti vegetali freschi; Lima: 4% del PIL è ottenuto con UPA; Shanghai: 2% del PIL è ottenuto con UPA.

## **MOTIVAZIONI ALLA BASE DELLA UPA**

- Produzione per consumo familiare.
- Integrazione dello stipendio.
- Crisi economica.
- Prezzi elevati dei prodotti vegetali.
- Altro

## **PERO':**

Londra produce 232.000 t di frutti/orticole con una produttività di 10.7 t/ha; Mosca: 65% delle famiglie sono coinvolte in attività di UPA; Berlino: 80.000 comunità praticano l'UPA.

Fonte: FAO

# AREE URBANE E POPOLAZIONE



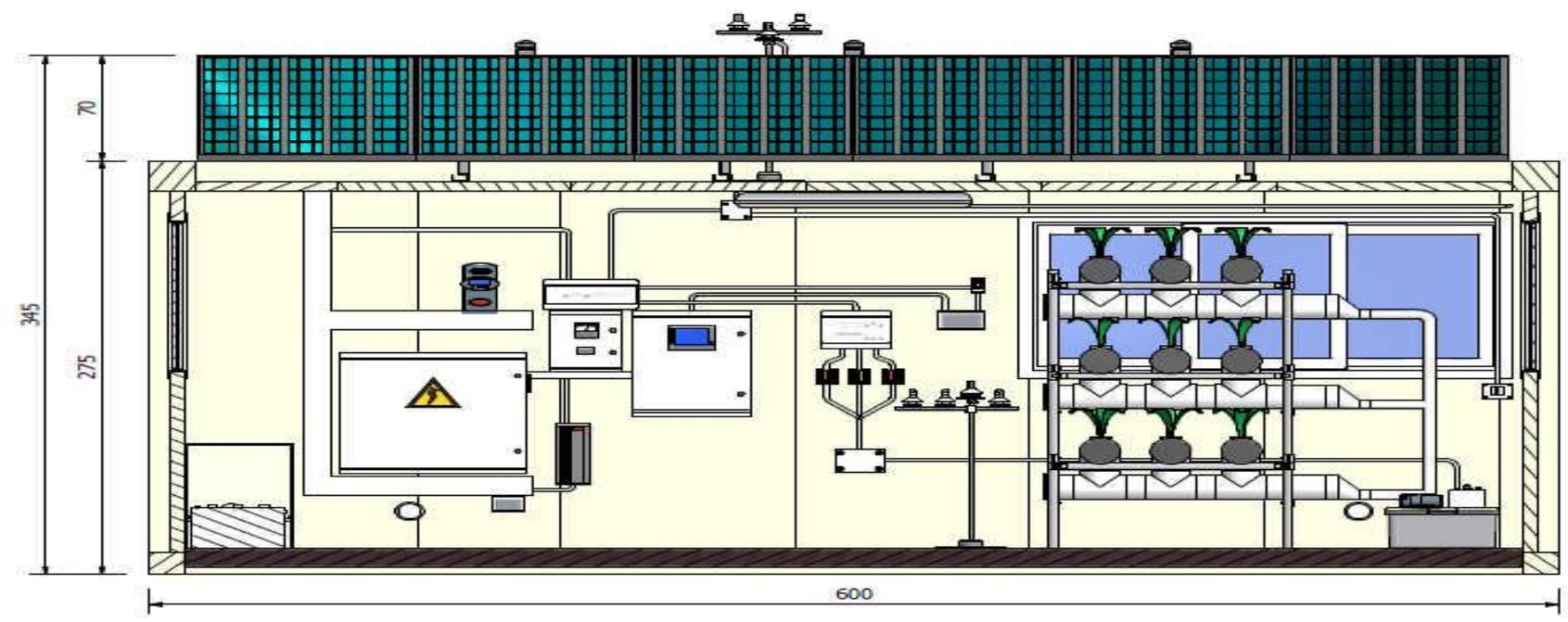
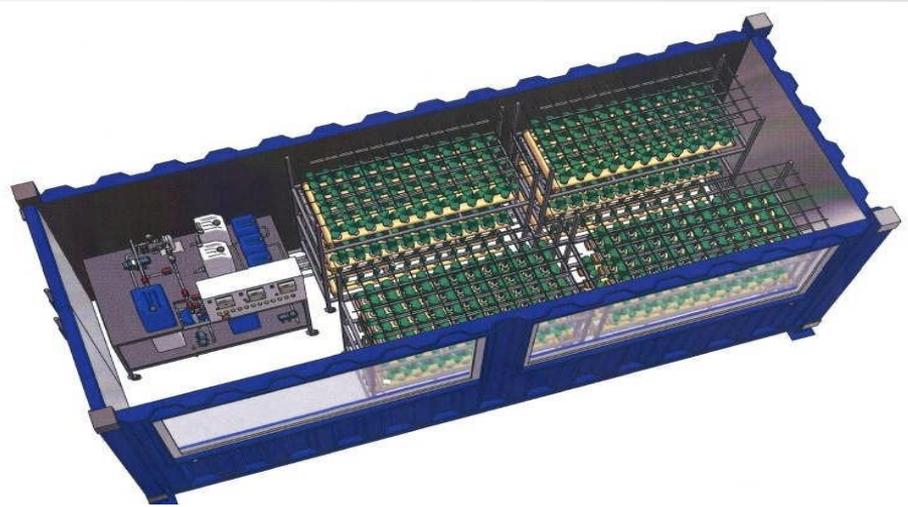
Le aree urbane nel mondo rappresentano il 4-5% della superficie terrestre.

▪ **Nel 2008, >50% della popolazione mondiale vive in ambienti urbani.** Si prevede di raggiungere l'80% entro il 2030.

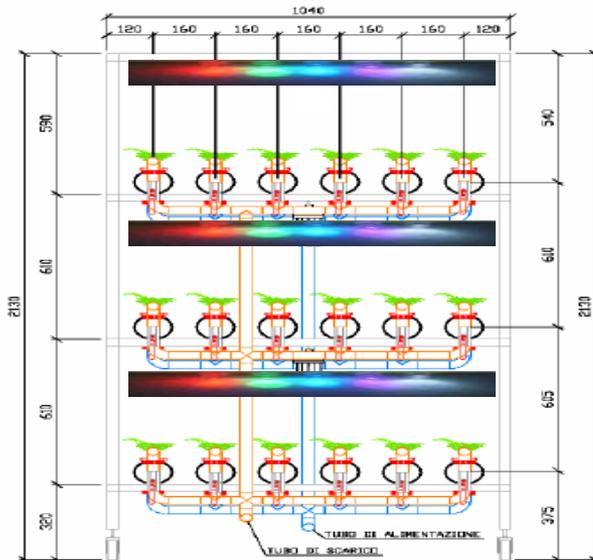
▪ Nel 1800, soltanto la città di Londra superava 1.000.000 di abitanti. Nel 1990, 540.000.000 di persone vivono nelle 100 città più grandi del mondo.

▪ 220.000.000 vivono nelle 20 città del mondo con un numero di abitanti superiore ai 10.000.000.

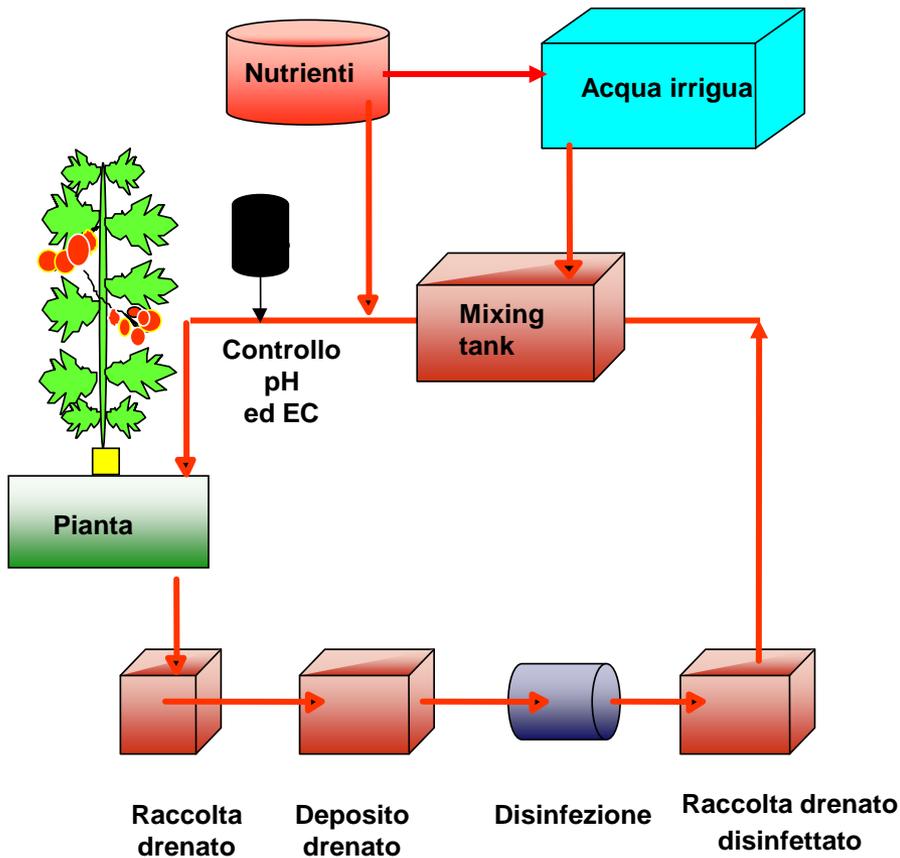
▪ **Una città europea di 1.000.000 di abitanti consuma 11.500 ton di energia fossile/giorno.**



# PROGETTO ANTARTIDE



# COLTIVAZIONE SOILLESS A CICLO CHIUSO



**Progetto Modem, coordinatore e  
responsabile scientifico UTEE-AGR**

# ENERGY FOR GROWING PLANTS

## Energy consumption of hydroponics crop (10 m<sup>2</sup>)

Pumping [min.h <sup>-1</sup> ]	10
Pumping [min.d <sup>-1</sup> ]	24
Pumping [h.d <sup>-1</sup> ]	4
Pumping capacity [Watt]	42
Energy consumption [Wh.d <sup>-1</sup> ]	168
Energy consumption of 21 plants [kWh.d <sup>-1</sup> ]	0.168
<b>Total energy consumption in 120 days (kWh)</b>	<b>19.48</b>

**1 KG OF BIOMASS TAKES TILL 5 KG OF CO<sub>2</sub>;**

**100 m<sup>2</sup> of building surface = more/less about 600kWh/year**

Il coefficiente di trasmissione del calore di una struttura coibentata è **meno di 1/10 ( $0.26 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$ ) di quella di una serra tradizionale con plastica ( $5-6 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$ ).**

Lo spazio interno (volume) viene completamente utilizzato anche sulla base di una coltivazione multi-livello. **Per piante alimentari da foglia si raggiungono rapporti tra area coltivata e area suolo di 2.5 - 3.0 rispetto a 0.6 - 0.8 nelle serre tradizionali (3 volte superiore: 2.5/0.8).**

L'impiego di **LED's (Light Emitting Diodes)** viene considerato importante come luce supplementare in quanto è funzionale al microclima del sistema serra.

La produttività annuale/spazio **aumenta fino a 10 volte, soprattutto con colture da foglia (spinacio, lattuga,.....).**

## SERRA TRADIZIONALE

- Acqua/soluzione nutritiva non richiedono interventi specifici per la distribuzione alle piante.
- La produttività si misura come peso per unità di spazio (**grammi/m<sup>2</sup>**).
- Il processo vegetale si realizza in **ambiente semi-chiuso**.
- La luce alle piante viene fornita con lampade WSDL (wide-spectrum discharge lamps) oppure in modo naturale.

## SISTEMA SERRA CHIUSO

- ❖ Acqua/soluzione nutritiva con sistemi di ri-uso e/o smaltimento sostenibile.
- ❖ La produttività vegetale si misura per unità di volume/per unità di tempo/per unità di energia (**grammi/m<sup>3</sup>/giorno**).
- ❖ Il processo vegetale si realizza in ambiente **completamente chiuso**.
- ❖ La luce viene fornita con WSDL o LEDs (light emitting diodes) e/o naturale.

# FATTORI BIOAGRONOMICI ED ENERGETICI

<b>CARATTERISTICHE COLTURALI</b>	<b>FOGLIA (lettuce)</b>	<b>FRUTTO (tomato)</b>	<b>TUBERO (potato)</b>
Densità (piante/m <sup>3</sup> )	70	4	12
Ciclo (days)	28	115	115
N. Cicli colturali/anno	10	3	3
CO <sup>2</sup> consumata per Kg di fitomassa	7	7	7
Consumo acqua (l/m <sup>3</sup> /anno)	40	40	40
Luce (W/m <sup>2</sup> di PAR)	25	40	25
Luce artificiale (GWh) (50 giorni/anno)	0,48	0,24	0,48

# GreenRoof and Façades



**GREEN  
ROOF**

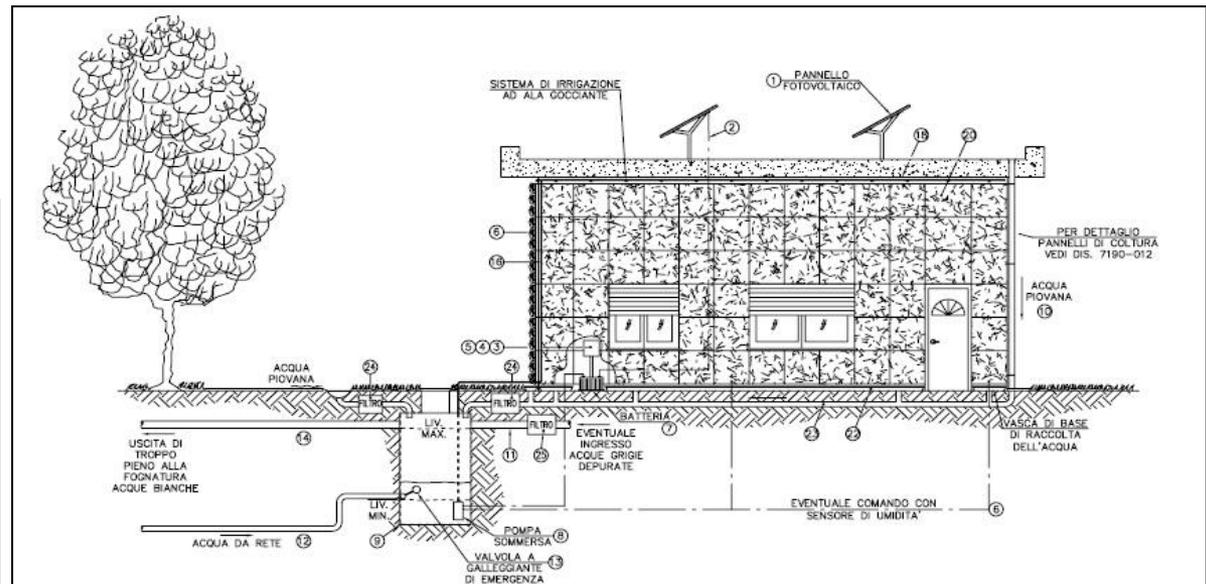
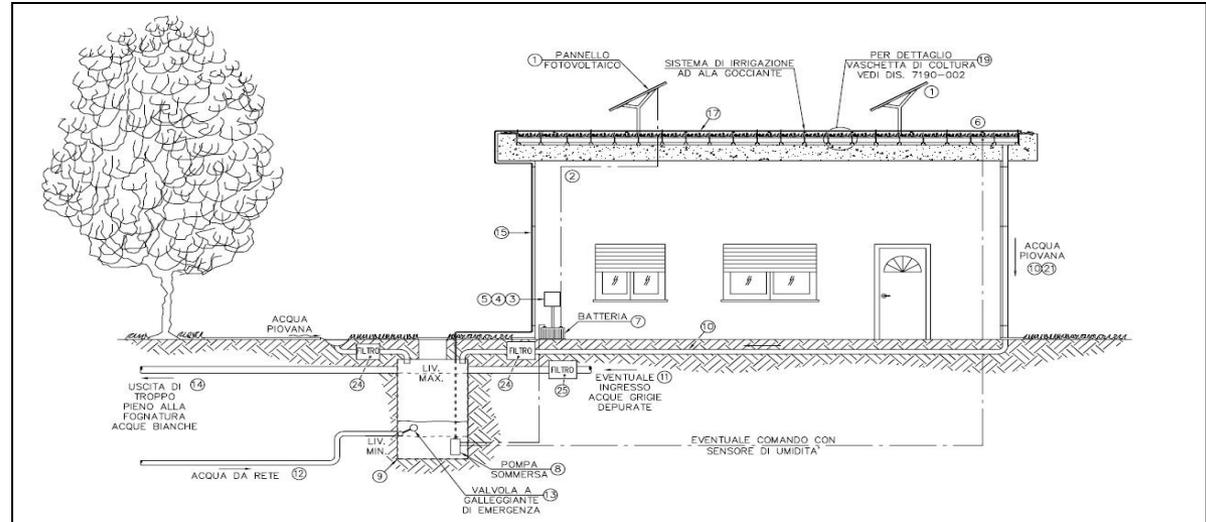
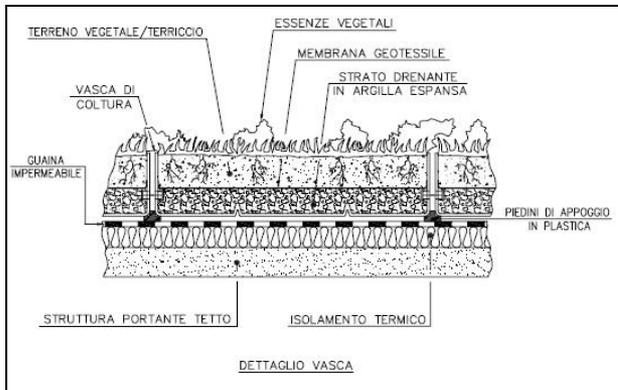


**Façades  
(GREEN  
WALL)**

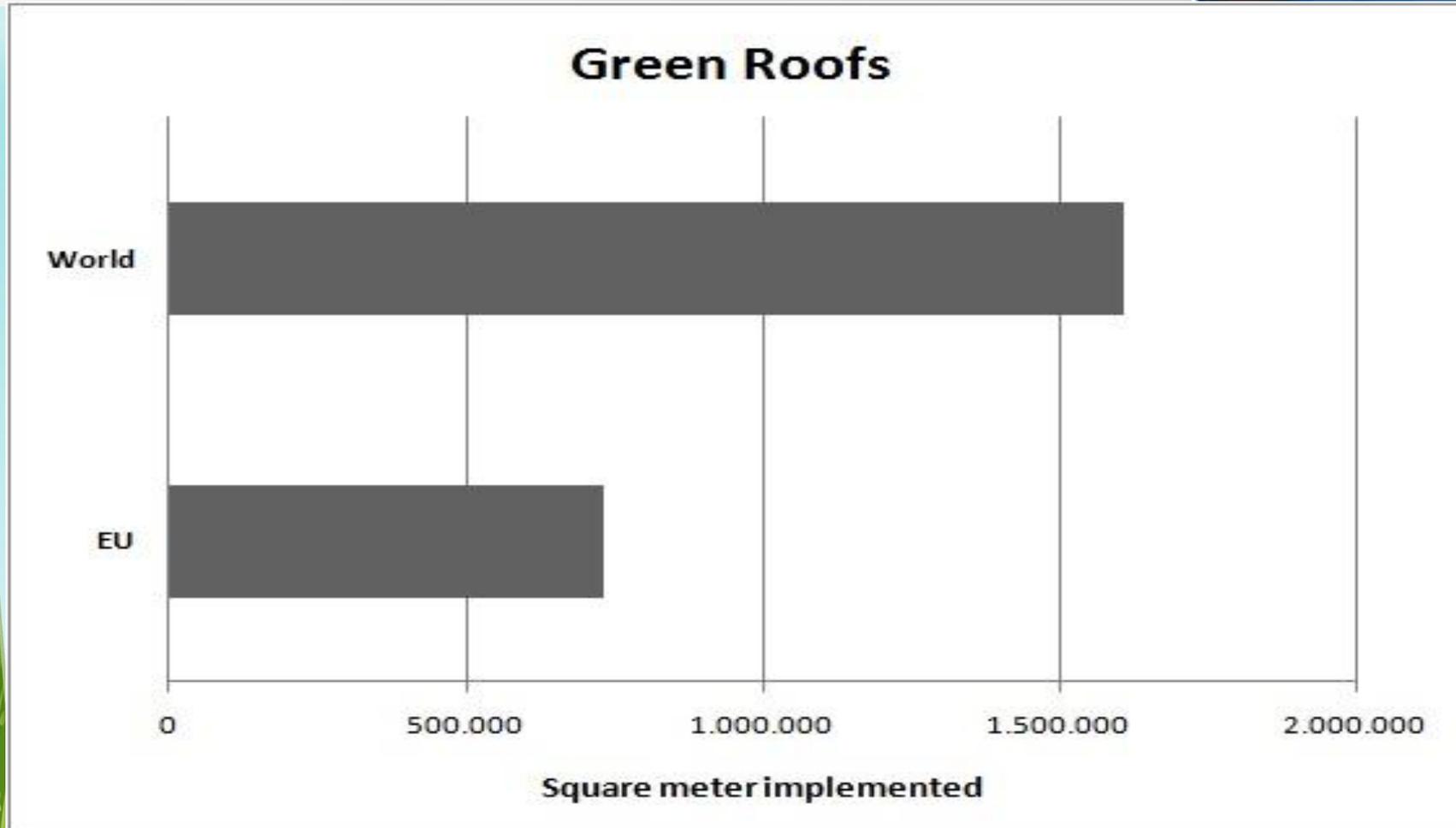


# GREEN ROOF E GREEN FACADES

I **Greenroof (Terrazzi Verdi)** e le **Green façades (Pareti Verdi)** rappresentano una tecnologia innovativa e sostenibile per migliorare l'efficienza energetica degli edifici:  
minimizzare le richieste di energia per il condizionamento in estate,  
aumentare l'isolamento termico in inverno,  
ridurre le emissioni di gas ad effetto serra,  
migliorare l'estetica e la sostenibilità ambientale degli edifici.



# GREENROOF



**Surface area of Green Roofs  
in World and in Europe**

# GREENWALL



**Surface area of Green Walls  
in different countries**

# U-value (heat consumption factor)

Green Facade	%	U-value [W/m <sup>2</sup> .°K]
	100	0,365
	75	1,110
	50	1,855
	25	2,600
	0	3,344

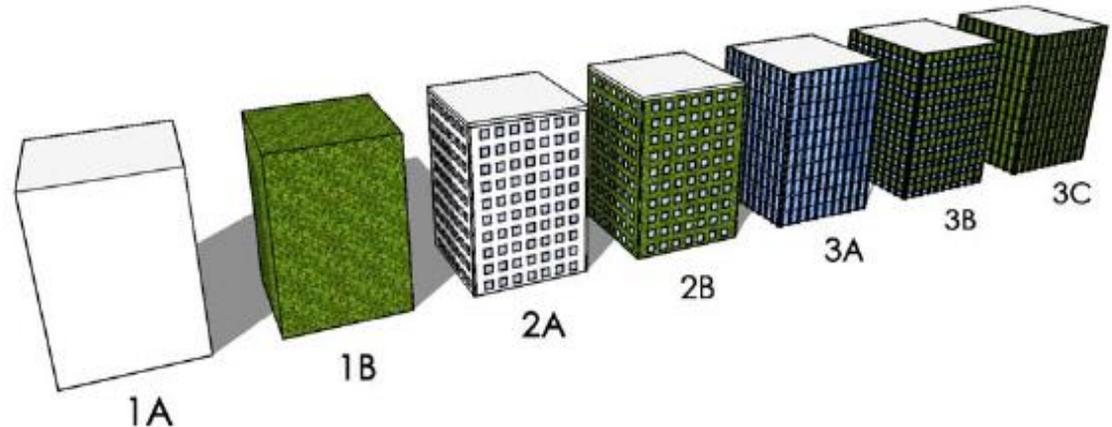


Fig. 1. Scenario 1 (left), 2 (center) and 3 (right) of TAS simulations.

U-value		[W/m <sup>2</sup> .°K]				
% Windows		% Green Facade				
		100	75	50	25	0
50		1,559	1,932	2,304	2,677	3,049
40		1,320	1,767	2,214	2,661	3,108
30		1,082	1,603	2,124	2,646	3,167
20		0,843	1,439	2,035	2,630	3,226
10		0,604	1,274	1,945	2,615	3,285
0		0,365	1,110	1,855	2,600	3,344

# CIVIL BUILDING SECTOR IN ITALY



CIVIL BUILDING CONSUMPTION = 160 kWh/m<sup>2</sup>/year (125 for heating)

Low energy house = 50% less in respect of the average limit (165 kWh/m<sup>2</sup>/year)

Passive house = < 15 kWh/m<sup>2</sup>/year

Zero energy building = 0 kWh/m<sup>2</sup>/year

Plus energy building = < 0 kWh/m<sup>2</sup>/year (produce energy)

**Green building or Sustainable building** = ≤ 0 kWh/m<sup>2</sup>/year

Autonomous building = 0 kWh/m<sup>2</sup>/year (in case of natural disaster or war the building continues to be autosufficient in energy)

**NOTE. There are benefits for buildings which use greenroof or living wall**

# LEGISLAZIONE e INCENTIVI

- In Germany, si stimano 14% di edifici green (Kohler and Keeley, 2005), con circa il 10% di tetti verdi costruiti negli ultimi 10 anni.
- Tokyo: nuovi edifici che coprono 930 m<sup>2</sup> di terreno devono avere il 20% di terreno coperto con superfici vegetali.
- Quebec: \$10.76/m<sup>2</sup> come incentivo per green roof.
- Basel: una nuova legge per consentire nuovi edifici con green roof.
- **ITALY**: scelta volontaria ma ci sono incentivi quali: permessi di aumento di volume edificato in caso di green roof oppure in caso di realizzazione di parking verdi, aree verdi condominiali, ecc.

**ITALY:**  
**Certification UNI 11235**

**Defines the rules of design, implementation, maintenance and control of green roofs**

# MATHEMATICAL MODEL

The “Green Factor” model is used to evaluate the performance of green walls in terms of cooling load demand decrease, a model was developed to describe the dynamic thermal behavior of different green walls realized with various plant species.

Thus, the “Green Factor”  $K_g$  was defined as :

$$K_g = \frac{T_s - T_{gw}}{T_s - T_{air}} = 1 - \tau_g \frac{h_e}{h_e^*} \quad \text{where}$$

PLANT SPECIES SELECTED	$K_g$
<i>Actinidia</i>	0,36
<i>Wisteria</i>	0,52
<i>Ampelopsis</i>	0,61
<i>Parthenocissus</i>	0,65
<i>Rincospermum</i>	0,69
<i>Hedera</i>	0,82

## $K_g$ factor in different plant species

- $\tau_v$  = solar transmission coefficient of the green layer
- $h_e^*$  = modified surface heat transfer
- $T_{sev}$  = external surface temperature of the green wall
- $T_{se}$  = external surface temperature of the bare wall
- $T_{ae}$  = external air temperature

Fonte: Dipartimento Energetica, Politecnico Torino



Foto by Andrea Campiotti



Every decrease in internal building air temperature of 0.5 °C may reduce electricity use for air-conditioning up to 8% (Dunnett and Kingsbury, 2004).

# ENERGY AND CO2 SAVING

In termini di energia, GRF significa:

- **0.2-17 kWh/m<sup>2</sup>.anno** (*energy saving for heating*).
- **9.0-48 kWh/m<sup>2</sup>.anno** (*energy saving for cooling*).

In termini di emissioni:

- **2000 kg of CO<sub>2</sub>/appartamento** come riduzione per energia condizionatori.
- **500 Kg of CO<sub>2</sub> per 150 -200 m<sup>2</sup> di giardino.**

# GRF E NUOVE CITTA'

**ENEA : 15.000 edifici (school and offices) consumano 15 miliardi di kWh<sub>th</sub> + 6 miliardi kWh<sub>el</sub>.**

**Emissions of CO2 needs to be reduced by 80% by 2050 (IPCC).**

**GRF significa cambiamento radicale nella legislazione degli edifici, green architecture/biology: in altre parole NEW CITIES and NEW MINDS.**

**CAMBIAMENTI IN LIFESTYLES E' INDISPENSABILE.**

# NORMATIVE

<b>NORMATIVA EUROPEA e ITALIANA</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Dir 2002/91/CE</b>	<b>EU Directive on the Energy performance of building (EPBD)</b>
<b>DLgs 192/2005</b>	<b>Recepimento Dir. 91/2002/CE</b>
<b>DLgs 311/2006</b>	<b>Integrazione del DLgs 192/05 – certificazione energetica degli edifici</b>
<b>DPR 59/2009</b>	<b>Dà attuazione a dei punti previsti dagli art. 2 e 4 del DLgs. 192/2005 aggiungendone altri tre, tra cui le coperture a verde.</b>
<b>DM 26/6/2009</b>	<b>Linee guida nazionali per certificazione energetica degli edifici</b>
<b>UNI 11235</b>	<b>Definisce le regole di progettazione, esecuzione, manutenzione e controllo delle coperture a verde</b>
<b>Dir 2010/31/UE</b>	<b>Prestazione energetica in edilizia (rifusione Direttiva 2002/91/CE). Estende l'ambito includendo gli edifici di metratura inferiore a 1000m<sup>2</sup> al fine di conseguire ulteriori risparmi energetici.</b>

# ENERGIA



## Greenroofs e Green façades per uffici e scuole

Input	Consumo energia	tCO <sub>2</sub>	Risparmio			
			2016 (5%)		2020 (20%) *	
			TEP	tCO <sub>2</sub>	TEP	tCO <sub>2</sub>
Energetici						
Riscaldamento	2.805.000	7.882.050	140.250	394.103	532.950	1.497.589
Raffrescamento	1.122.000	3.152.820	56.100	157.641	213.180	599.036

\* Il risparmio tiene conto della riduzione del 5% già effettuata al 2016

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**innovàre** = *lat.* INNOVÀRE comp. della partic. IN *in* (v. *in-1*) e NOVÀRE *far nuovo*, da NÒVUS *nuovo* (v. q. voce).

Alterare l'ordine delle cose stabilite per fare cose nuove; *altrim.* Innovellare.

Part. pass. *Innovàto*, onde *Innovatòre-trice*; *Innovazióne*.

**QUANDO CI SI TROVA DAVANTI A UN OSTACOLO LA VIA PIU' BREVE PUO' ESSERE UNA LINEA CURVA** (Berthold Brecht)

**LA META NON E' UN LUOGO MA UN NUOVO MODO DI VEDERE LE COSE** (Henry Miller)

**CAMBIARE E' UNA CONDIZIONE DI VITA. COLORO I QUALI GUARDANO UNICAMENTE AL PASSATO O AL PRESENTE SONO CERTI DI PERDERSI IL FUTURO** (John Fritgerald Kennedy)

**LO SVILUPPO SOSTENIBILE È QUELLO CHE CONSENTE ALLA GENERAZIONE PRESENTE DI SODDISFARE I PROPRI BISOGNI SENZA COMPROMETTERE LA POSSIBILITÀ DELLE GENERAZIONI FUTURE DI SODDISFARE I PROPRI** (1987 – Gro Harlem Brundtland).