



# Monitoraggio agronomico e Analisi Water Footprint nelle aziende partner del Progetto Orti Blu

***Andrea Setti, Elena Bresci, Giulio Castelli,***

*Water Harvesting Lab*

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI)*

***Marco Lompi, Enrica Caporali, Tommaso Pacetti***

*Laboratorio Dati Territoriali*

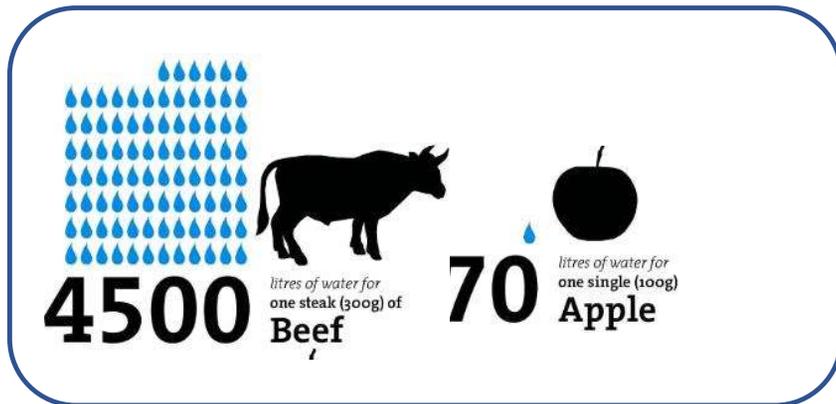
*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA) – Università degli Studi di Firenze*



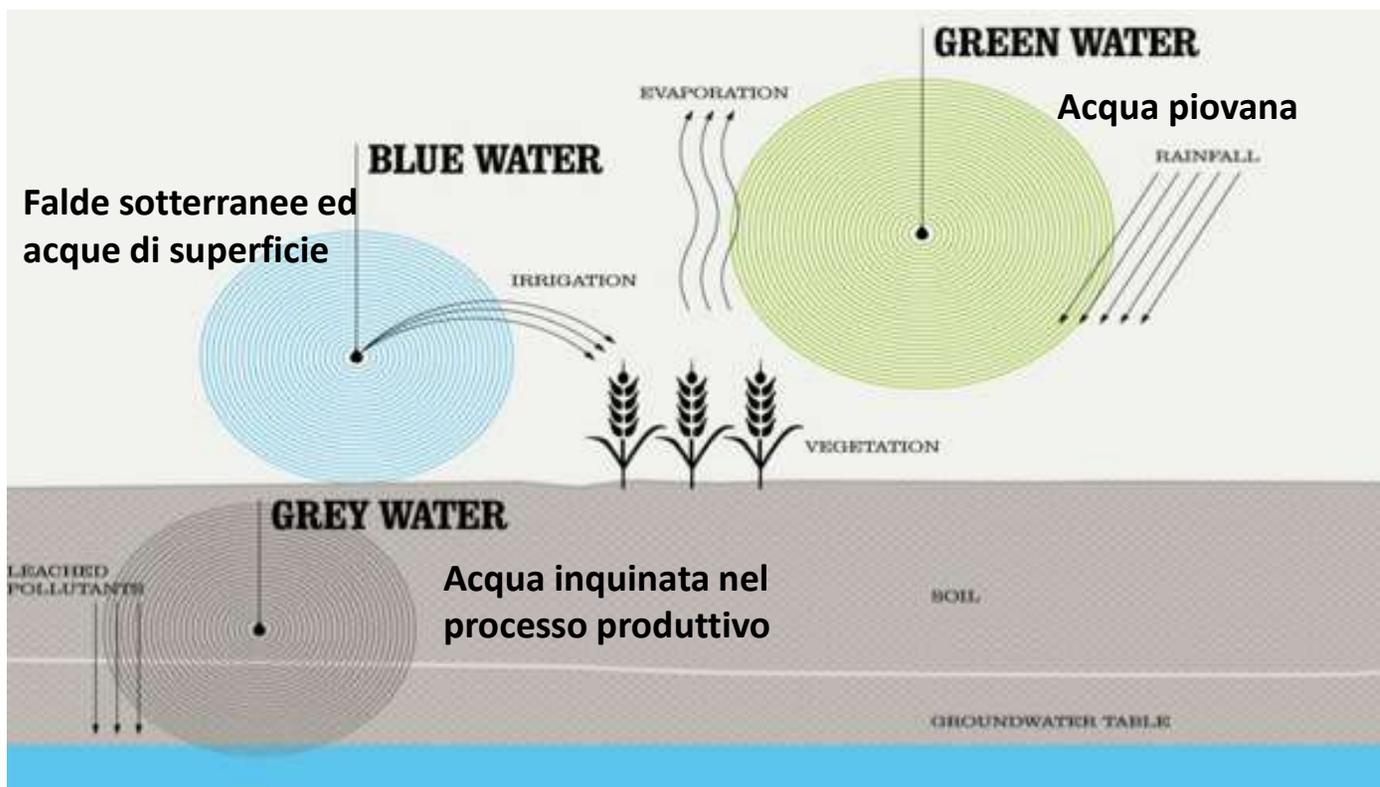
**Water footprint**  
**Impronta idrica**

# Acqua virtuale

Definisce la quantità di acqua dolce «racchiusa» in un bene o servizio. Essa equivale al consumo totale di acqua dolce utilizzata per la produzione di quel bene o servizio.



# Non tutta l'acqua è uguale



# Metodologia – ISO 14046



Non si valuta

La categoria di impatto analizzate per l'analisi è quella di impatto quantitativo sulla disponibilità di risorsa idrica, che si traduce in una valutazione della **Water Scarcity Footprint**

Si valuta attraverso categorie d'impatto sugli ecosistemi «dedicate»

- **eutrofizzazione,**
- **acidificazione,**
- **ecotossicità**

# Metodologia – ISO 14046

La metodologia di valutazione basata sulla norma ISO 14046 fornisce il calcolo della Water Footprint di un prodotto.

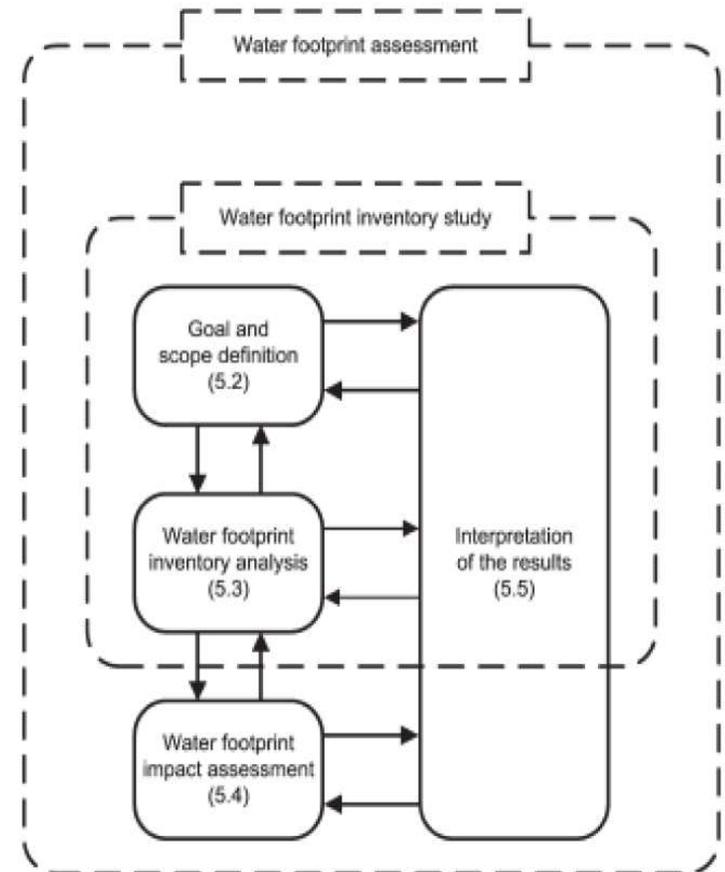
La metodologia è strutturata in quattro fasi, che sono le stesse di una valutazione Life Cycle Assessment:

1) Definizione degli **scopi** e degli obiettivi;

**2) Analisi dell'inventario** della Water Footprint;

**3) Valutazione degli impatti** della Water Footprint;

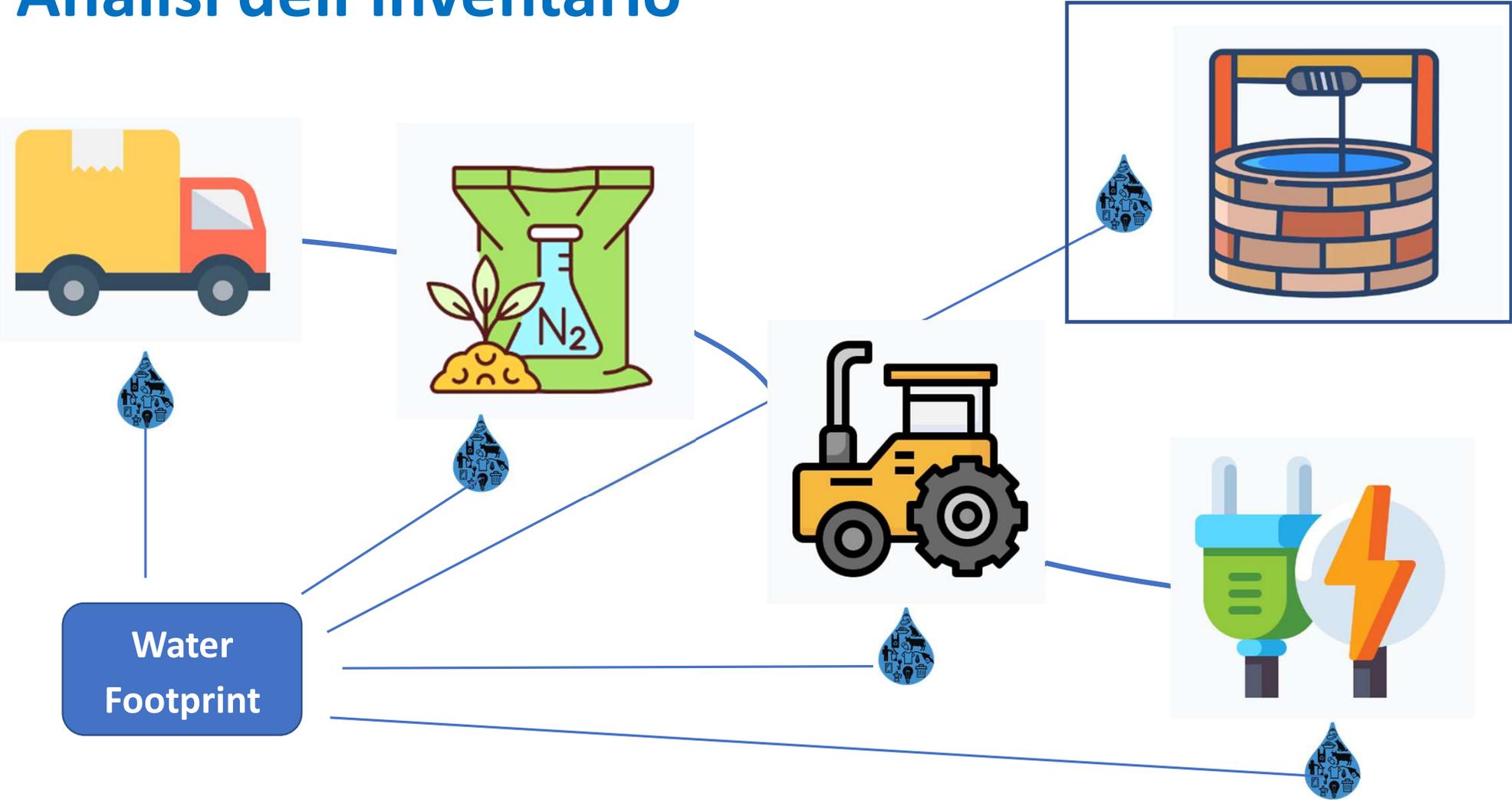
4) Interpretazione dei **risultati**.





**Calcolo Water Footprint  
con openLCA**

# Analisi dell'inventario



# Questionario per ogni sperimentazione

- **Modalità gestione irrigazione** (obiettivo: stima consumi elettrici per area pilota)

- o potenza pompa e numero di pompe utilizzate

---

---

---

- o Tempo medio di accensione pompa (giornaliero)

---

---

---

- **Lavorazioni del suolo** (obiettivo: stima dei consumi di carburante dei macchinari utilizzati per preparare l'area pilota)

- o Tipologia macchinario utilizzato, potenza del macchinario e tempo di utilizzo

---

---

---

- **Fertilizzanti**

- o Tipologia, quantità

---

---

---



# Beni 2021

- **Modalità gestione irrigazione** (obiettivo: stima consumi elettrici per area pilota)

⊗ potenza pompa

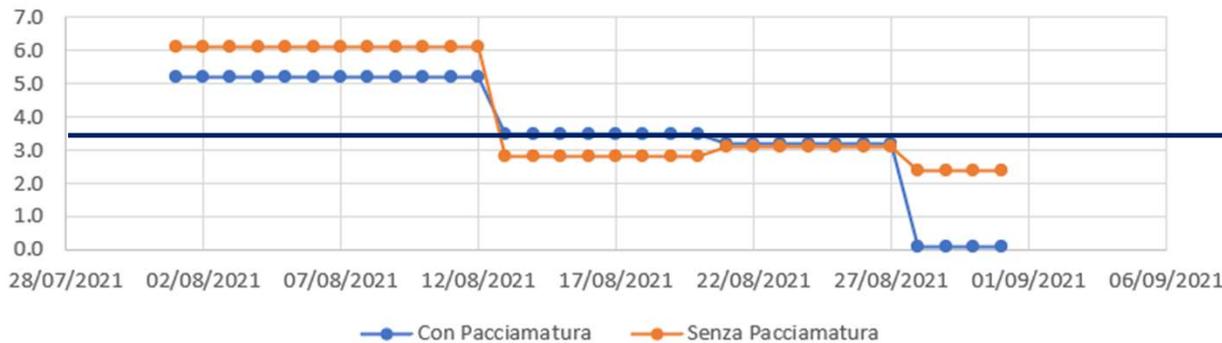
7 HP

⊗ Tempo medio di accensione pompa (giornaliero)

60 min, ogni 48 h

7 HP = 200 l/min

Consumo giornaliero (m3)



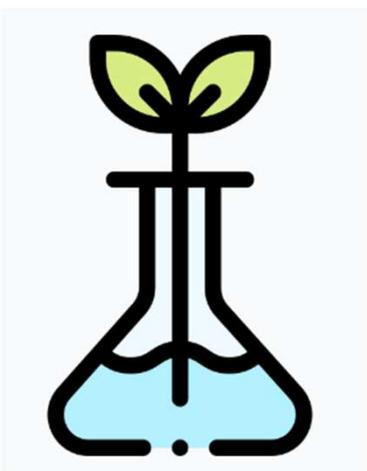
$V_{MAX} = 12000 \text{ l ogni } 48 \text{ h} = 6000 \text{ l/giorno}$

$V_{pac} = 3561 \text{ l/giorno}$

$$\frac{V_{pac}}{V_{MAX}} = 0.608$$

$$\frac{E_{pac}}{m_{ins,pac}} = \frac{P_{pac} * t}{m_{pac} * n_{piante}} = \frac{0.608 * 7HP * 0.7457 \frac{kW}{HP} * \frac{31}{2} * 3600s}{0.469 Kg * 3000} = 126 kJ/kg$$

# Beni 2021



## - Trattamenti fitosanitari

X Tipologia, quantità

- area pacciamata

17/05/2021 Pretrapianto - SCHERMO 0.5 G - 1.5 kg - contro Agriotes spp.

29/05/2021 Post trapianto - Ridomil R - g 200 contro Bremia e pythium

- Signum - g 100 contro Botritis e Sclerotinia

05/08/2021 accrescimento - Cabrio Duo - g 120 Bremia

- area non pacciamata

17/05/2021 Pretrapianto - SCHERMO 0.5 G

22/05/2021 Trapianto - KERB - g 150 Diserbo

29/05/2021 Post trapianto - Ridomil R - g 200 contro Bremia e pythium

- Signum - g 100 contro Botritis e Sclerotinia

05/08/2021 accrescimento - Cabrio Duo - g 120

## Ridomil GOLD® R WG

Granuli idrodispersibili.

Fungicida sistemico e di contatto per vite, pomodoro, patata, lattuga e altre insalate comprese le brassicacee, erbe fresche, cipolla, cavolfiore, cavolo broccolo, melone e cocomero.

### Composizione

100 g di prodotto contengono:  
 metalaxyl-m puro g 2,0  
 rame metallo (da ossicloruro) g 14,19  
 coformulanti q.b. a g 100  
 contiene diisopropilnaftalensulfonato sodico

## p Inputs/Outputs: Ridomil Gold R

### Inputs

Flow	Category	Amount	Unit
F <sub>2</sub> copper	072:Mining of non-ferrous...	141.90000	g
F <sub>2</sub> Copper	Emission to soil/agricultur...	141.90000	g
F <sub>2</sub> Metalaxyl-M	Emission to soil/agricultur...	20.00000	g
F <sub>2</sub> pesticide, unspecified	202:Manufacture of other ...	20.00000	g

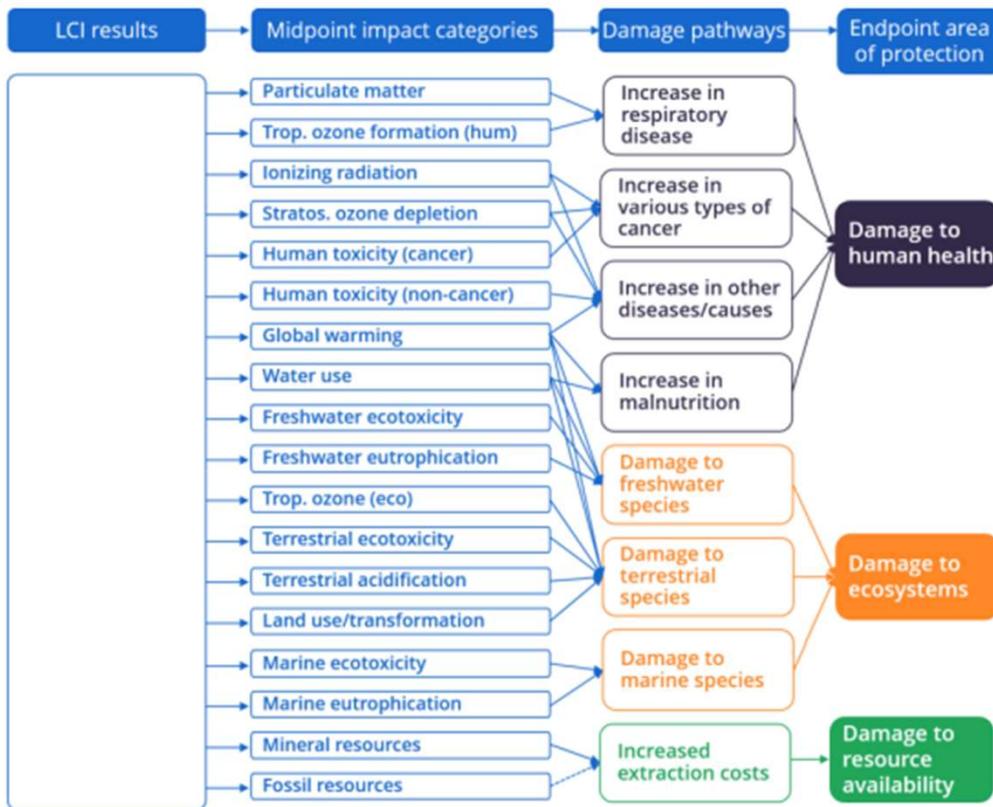
## p Inputs/Outputs: Beni\_2021\_1\_Telo

### Inputs

Flow	Category	Amount	Unit
F <sub>2</sub> Cabrio duo		120/(3000*0.469)	g
F <sub>2</sub> diesel, burned in agricultural mac...	016:Support activities to a...	240*0.735*30*6...	kJ
F <sub>2</sub> electricity, low voltage	351:Electric power genera...	4.26*0.7457*31/...	MJ
F <sub>2</sub> Nitrophoska super 20-5-10		35.0/(3000*0.469)	kg
F <sub>2</sub> Ridomil Gold R		200/(3000*0.469)	g
F <sub>2</sub> SCHERMO 0.5 G		1.5/(3000*0.469)	g
F <sub>2</sub> Signum		100/(3000*0.469)	g
F <sub>2</sub> Stallatico		40/(0.469*3000)	kg
F <sub>2</sub> transport, freight, lorry, unspecified	492:Other land transport/...	0.8*336*112.8/(...	kg*km
F <sub>2</sub> Water, well, IT	Resource/unspecified	37.7/0.469	l

# Valutazione degli impatti: Recipe Midpoint

ReCiPe è uno dei metodi di valutazione dell'impatto più recenti per modelli LCA.



## Σ Gabbrielli 2021 1 telo

### ▼ Impact analysis: ReCiPe 2016 Midpoint (H)

Subgroup by processes  Don't show < 1 %

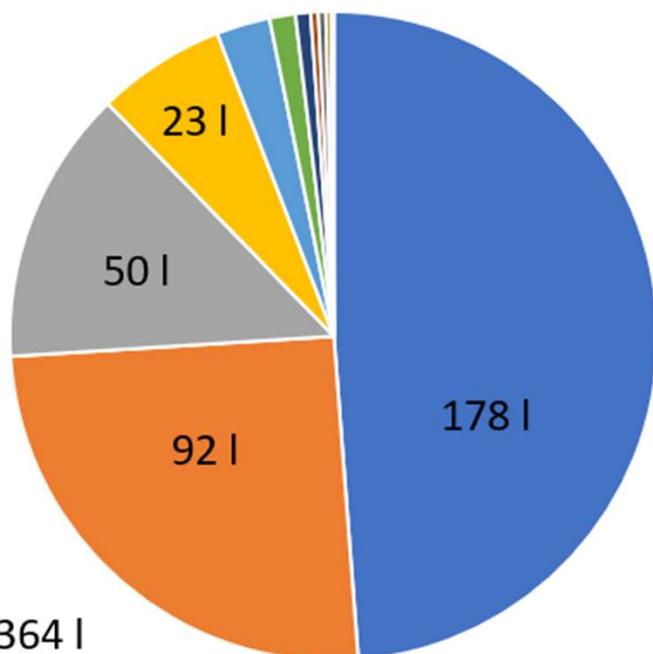
Name	Impact result	Unit
> ☰ Mineral resource scarcity	7.54899E-5	kg Cu ...
> ☰ Human non-carcinogenic toxicity	0.20216	kg 1,4-...
> ☰ Marine ecotoxicity	0.01274	kg 1,4-...
> ☰ Fine particulate matter formation	0.00021	kg PM...
> ☰ Freshwater eutrophication	0.02093	kg P eq
> ☰ Fossil resource scarcity	0.02582	kg oil ...
> ☰ Ozone formation, Terrestrial ecosystems	0.00047	kg NO...
> ☰ Ionizing radiation	0.00447	kBq Co...
> ☰ Stratospheric ozone depletion	1.56302E-6	kg CFC...
> ☰ Marine eutrophication	2.79421E-6	kg N eq
> ☰ Land use	0.00149	m2a cr...
> ☰ Water consumption	0.46416	m3
> ☰ Terrestrial acidification	0.00059	kg SO2...
> ☰ Human carcinogenic toxicity	0.00375	kg 1,4-...
> ☰ Global warming	0.12783	kg CO2...
> ☰ Terrestrial ecotoxicity	0.57180	kg 1,4-...
> ☰ Ozone formation, Human health	0.00046	kg NO...
> ☰ Freshwater ecotoxicity	0.00996	kg 1,4-...



# Risultati

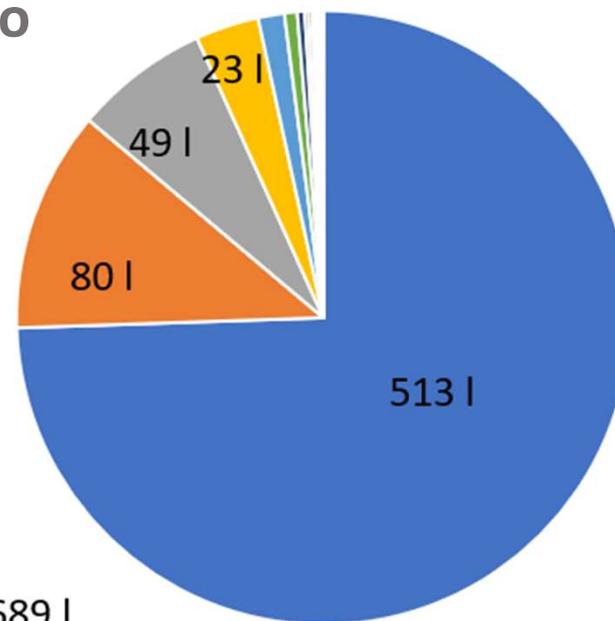
## Prima sperimentazione del 2021 – Azienda Agricola Beni Piero

Senza telo



- market for electricity, low voltage | electricity, low voltage | Cutoff, S - IT
- Water, well - IT
- market for nitrogen fertiliser, as N | nitrogen fertiliser, as N | Cutoff, S - GLO

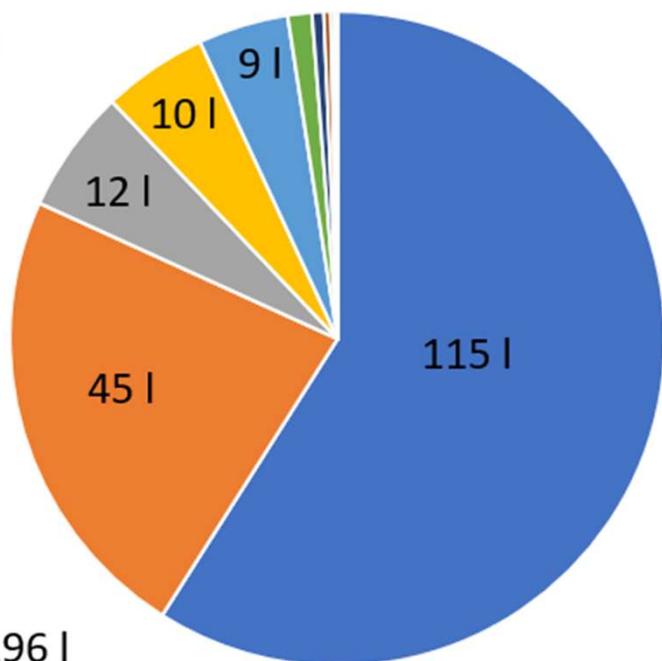
Con telo



- diesel, burned in agricultural machinery | diesel, burned in agricultural machinery | Cutoff, S - GLO
- market for sulfur trioxide | sulfur trioxide | Cutoff, S - RER
- ammonium nitrate phosphate production | phosphate fertiliser, as P2O5 | Cutoff, S - RER

## Prima sperimentazione del 2022 – Azienda Agricola Beni Piero

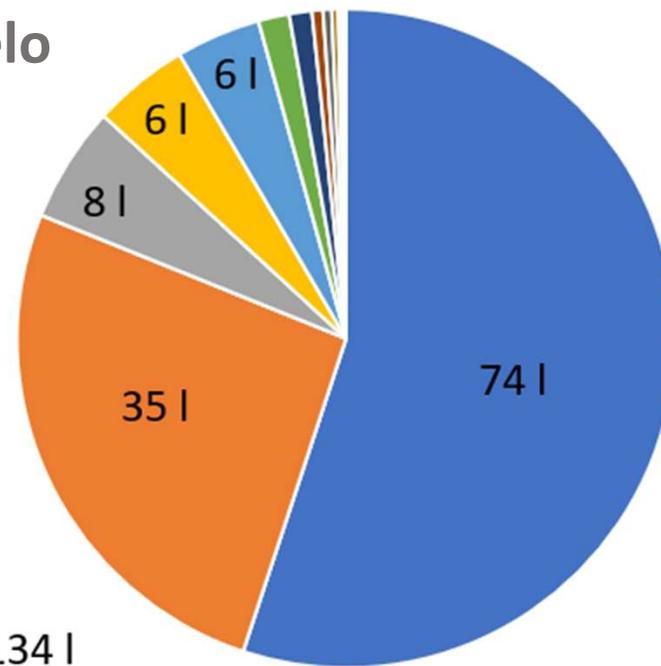
Senza telo



WF = 196 l

- market for electricity, low voltage | electricity, low voltage | Cutoff, S - IT
- Water, well - IT
- market for nitrogen fertiliser, as N | nitrogen fertiliser, as N | Cutoff, S - GLO

Con telo

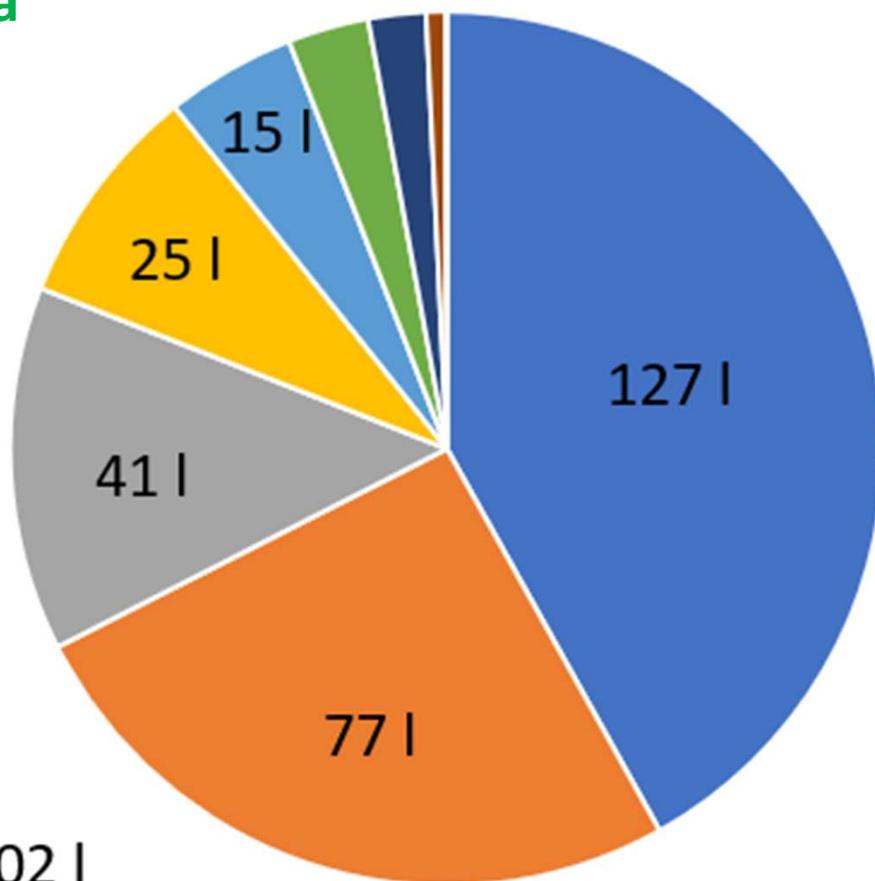


WF = 134 l

- market for pesticide, unspecified | pesticide, unspecified | Cutoff, S - GLO
- diesel, burned in agricultural machinery | diesel, burned in agricultural machinery | Cutoff, S - GLO
- market for sulfur trioxide | sulfur trioxide | Cutoff, S - RER

## Prima sperimentazione del 2021 – Società Agricola Gabbrielli

Senza  
telo

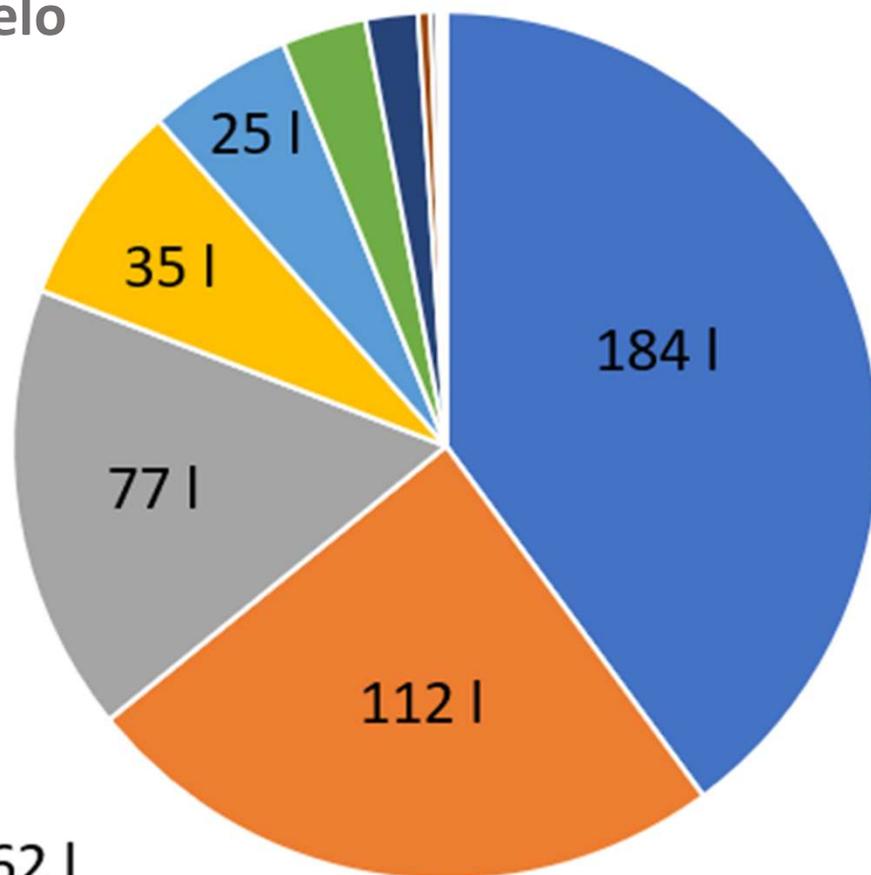


- electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted | electricity, low voltage | Cutoff, S - IT
- market for nitrogen fertiliser, as N | nitrogen fertiliser, as N | Cutoff, S - GLO
- Water, well - IT
- market for diesel, burned in agricultural machinery | diesel, burned in agricultural machinery | Cutoff, S - GLO
- ammonium nitrate phosphate production | phosphate fertiliser, as P2O5 | Cutoff, S - RER
- market for sulfur trioxide | sulfur trioxide | Cutoff, S - RER
- market for pesticide, unspecified | pesticide, unspecified | Cutoff, S - GLO

WF = 302 I

## Prima sperimentazione del 2021 – Società Agricola Gabbrielli

Con telo

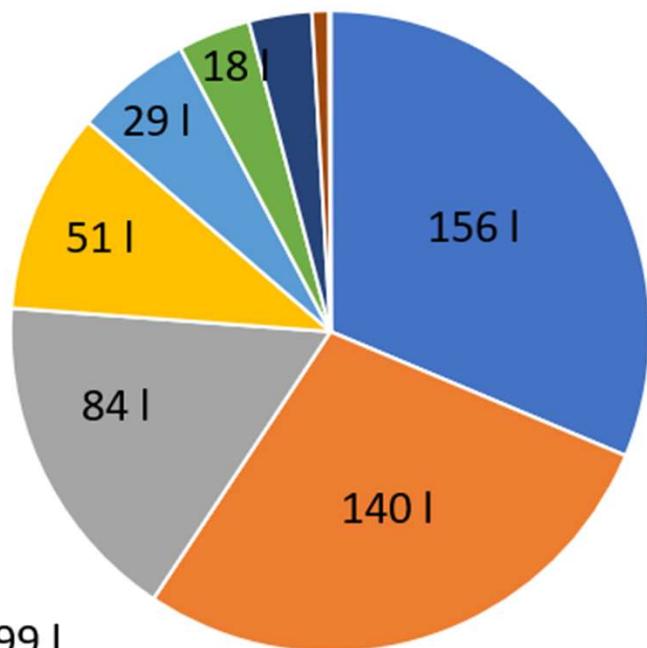


- market for electricity, low voltage | electricity, low voltage | Cutoff, S - IT
- electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted | electricity, low voltage | Cutoff, S - IT
- market for nitrogen fertiliser, as N | nitrogen fertiliser, as N | Cutoff, S - GLO
- Water, well - IT
- market for diesel, burned in agricultural machinery | diesel, burned in agricultural machinery | Cutoff, S - GLO
- ammonium nitrate phosphate production | phosphate fertiliser, as P2O5 | Cutoff, S - RER
- market for sulfur trioxide | sulfur trioxide | Cutoff, S - RER

WF = 462 l

## Terza sperimentazione del 2022 – Società Agricola Gabrielli

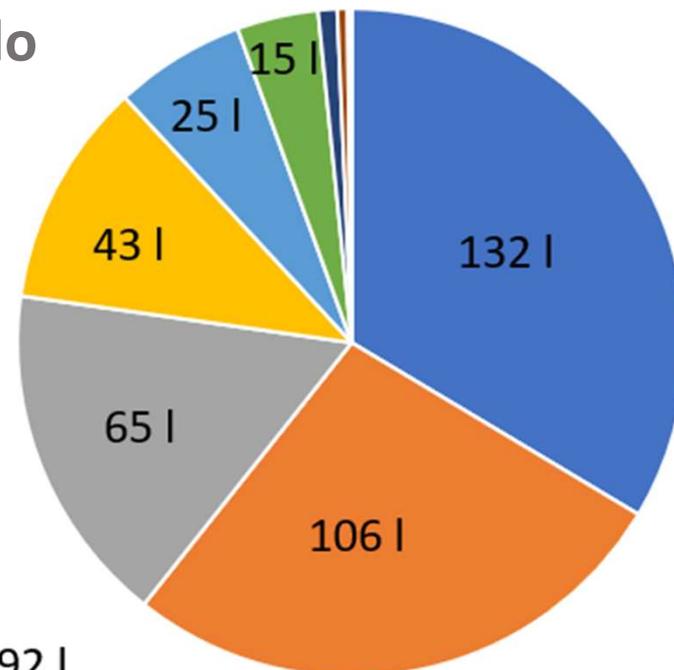
Senza telo



WF = 499 l

- market for nitrogen fertiliser, as N | nitrogen fertiliser, as N | Cutoff, S - GLO
- electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted | electricity, low voltage | Cutoff, S - IT
- Water, well - IT

Con telo



WF = 392 l

- market for diesel, burned in agricultural machinery | diesel, burned in agricultural machinery | Cutoff, S - GLO
- ammonium nitrate phosphate production | phosphate fertiliser, as P2O5 | Cutoff, S - RER
- market for sulfur trioxide | sulfur trioxide | Cutoff, S - RER

## Risultati – Water Scarcity Footprint

Anno	Azienda	Tipologia di telo	Telo	Consumo (l/kg)	WF (l/kg)	Risparmio idrico (l/kg)	(%)
2021	Insalata Gabbrielli Campo	Agrotessile 300 g/m2	S	113.0	464.1	-33.5	-7.8
2021	Insalata Gabbrielli Campo	Agrotessile 300 g/m2	N	213.6	430.6		
2021	Insalata Gabbrielli Serra	Agrotessile 300 g/m2	S	35.3	461.5	-159.4	-52.8
2021	Insalata Gabbrielli Serra	Agrotessile 300 g/m2	N	40.7	302.1		
2021	Insalata Beni Campo	Agrotessile 800 g/m2	S	80.4	689.2	-324.5	-89.0
2021	Insalata Beni Campo	Agrotessile 800 g/m2	N	92.0	364.7		
2022	Insalata Gabbrielli Campo	Canapa + PLA 450 g/m2	S	119.1	281.8	7.0	2.4
2022	Insalata Gabbrielli Campo	Canapa + PLA 450 g/m2	N	140.4	288.8		
2022	Insalata Gabbrielli Serra	Canapa + PLA 450 g/m2	S	65.1	438.0	62.8	12.5
2022	Insalata Gabbrielli Serra	Canapa + PLA 450 g/m2	N	85.7	500.8		
2022	Insalata Beni Campo	Canapa + PLA 450 g/m2	S	34.9	134.0	61.8	31.6
2022	Insalata Beni Campo	Canapa + PLA 450 g/m2	N	44.6	195.8		
2022	Insalata Beni Campo	Canapa + PLA 450 g/m2	S	24.5	193.5	56.1	22.5
2022	Insalata Beni Campo	Canapa + PLA 450 g/m2	N	54.1	249.6		
2022	Cetriolo Gabbrielli Serra	Canapa + PLA 450 g/m2	S	67.0	206.6	-15.3	-8.0
2022	Cetriolo Gabbrielli Serra	Film Poliestere nero	S	69.9	191.3		

## Risultati – Grey Water Footprint

Scenario	Freshwater eutrophication [kg P eq]	Freshwater ecotoxicity [kg 1,4-DCB]	Marine eutrophication [kg N eq]	Marine ecotoxicity [kg 1,4-DCB]	Ionizing radiation [kBq Co-60 eq]	Human non-carcinogenic toxicity [kg 1,4-DCB]	Human carcinogenic toxicity [kg 1,4-DCB]
Senza pacciamatura	2.86E-05	0.00157	6.44E-07	0.00209	0.00063	0.02989	0.00059
Con Pacciamatura	3.17E-05	0.00188	6.14E-06	0.00246	0.0009	0.02324	0.0007
Differenza	<b>3.0842E-06</b>	<b>0.00031</b>	<b>5.49799E-06</b>	<b>0.00037</b>	<b>0.00027</b>	<b>-0.00665</b>	<b>0.00011</b>
(%)	<b>10.8</b>	<b>19.7</b>	<b>853.2</b>	<b>17.7</b>	<b>42.8</b>	<b>-22.2</b>	<b>18.6</b>

Scenario	Freshwater eutrophication [kg P eq]	Freshwater ecotoxicity [kg 1,4-DCB]	Marine eutrophication [kg N eq]	Marine ecotoxicity [kg 1,4-DCB]	Ionizing radiation [kBq Co-60 eq]	Human non-carcinogenic toxicity [kg 1,4-DCB]	Human carcinogenic toxicity [kg 1,4-DCB]
Senza pacciamatura	2.55496E-05	0.00286	1.49E-06	0.00359	0.00182	0.04515	0.00099
Con Pacciamatura	1.73521E-05	0.00188	2.43E-06	0.00236	0.0012	0.02714	0.00066
Differenza	<b>-8.1975E-06</b>	<b>-0.00098</b>	<b>9.4079E-07</b>	<b>-0.00123</b>	<b>-0.00062</b>	<b>-0.01801</b>	<b>-0.00033</b>
(%)	<b>-32.1</b>	<b>-34.3</b>	<b>63.1</b>	<b>-32.1</b>	<b>-34.1</b>	<b>-39.9</b>	<b>-33.3</b>

**Gabrielli 2022**  
**Cetriolo**  
**Serra**

**Beni 2022**  
**Insalata**  
**Campo**

## Legnaia Vivai 2022

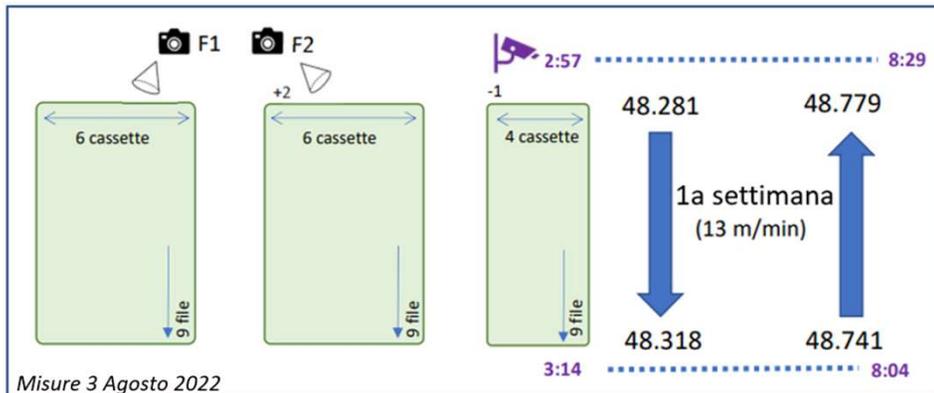


1. Installazione contatore a monte dell'impianto di irrigazione

2. Conteggio piantine di insalata all'interno della settimana

3. Stima dei consumi idrici

4. Calcolo della Water Footprint con openLCA considerando anche fertirrigazione ed energia elettrica spesa per irrigazione, ventilazione, refrigerazione.



$$WF = 7.82 \text{ l / piantina}$$

# Legnaia Vivai 2022

Impact category



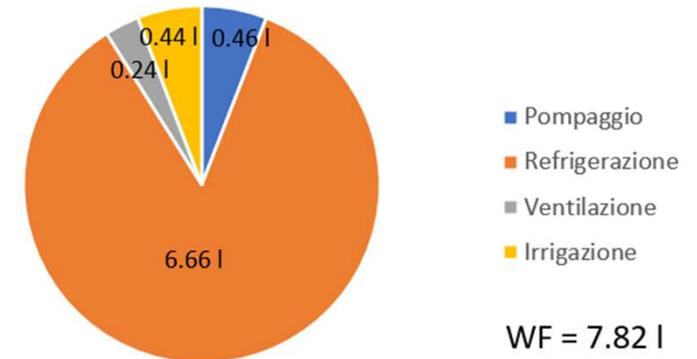
**WF = 7.82 l / piantina**

$$\frac{E_{ven}}{n_{pia}} = \frac{P_{ven} * t}{n_{pia}} = \frac{0.37 \text{ kW} * 12 \text{ h}}{80935} = 197.5 \text{ J/pianta}$$

$$\frac{E_{pom}}{n_{pia}} = \frac{P_{pom} * V_{irr,pia} * \overline{n_{pia}}}{Q_{pom} * \overline{n_{pia}}} = \frac{4 \text{ kW} * 0.007 \text{ l} * 63}{17 \text{ m}^3/\text{h}} = 373.6 \text{ J/pianta}$$

$$\frac{E_{ref}}{n_{pia}} = \frac{0.506 * P_{ref} * t_{ref}}{n_{pia}} = \frac{0.506 * 5 \text{ kW} * 48 \text{ h}}{80935} = 5.4 \text{ kJ/pianta}$$

Legnaia Vivai - 2022





# Conclusioni

- **Una riduzione dei consumi idrici** identificata nelle aziende **non corrisponde necessariamente anche a una diminuzione dell'impronta idrica**. Infatti, l'agricoltore è solo un componente di tutta la filiera e anche il telo ha un costo in termini di volumi di acqua virtuale.
- La **Water Footprint** delle sperimentazioni **del 2021 è superiore per le aree con pacciamatura** e mostra che il telo del primo anno di sperimentazioni non è conveniente.
- I risultati mostrano una **riduzione media** della **Water Footprint** nelle sperimentazioni **del 2022 di circa un 20%**, mostrando che il telo in canapa e PLA comporta un beneficio su tutta la filiera di produzione.
- L'**elemento discriminante** tra le sperimentazioni del 2021 e del 2022 è rappresentato dalla **resistenza meccanica del telo utilizzato**. Il telo utilizzato nel 2021 ha manifestato una scarsa resistenza meccanica e di fatto non è riutilizzabile per più di un ciclo di produzione, mentre quello in canapa e PLA ha una vita utile di due anni.
- Non si evidenziano particolari miglioramenti in termini di Water Footprint per quanto riguarda la produzione del cetriolo.
- La Water Footprint della produzione di piantine a Legnaia Vivai è trascurabile rispetto agli altri impatti che si hanno sul resto della filiera



## Contacts

**Elena Bresci, Giulio Castelli, Andrea Setti**

*Water Harvesting Lab*

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI)*

[elena.bresci@unifi.it](mailto:elena.bresci@unifi.it) – [giulio.castelli@unifi.it](mailto:giulio.castelli@unifi.it) – [andrea.setti@unifi.it](mailto:andrea.setti@unifi.it)

**Enrica Caporali, Tommaso Pacetti, Marco Lompi**

*Laboratorio Dati Territoriali*

*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA) – Università degli Studi di Firenze*

[enrica.caporali@unifi.it](mailto:enrica.caporali@unifi.it) – [tommaso.pacetti@unifi.it](mailto:tommaso.pacetti@unifi.it) – [marco.lompi@unifi.it](mailto:marco.lompi@unifi.it)

## Website

<https://ortiblu.ciatoscana.eu>



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE