

**Interreg**  
CENTRAL EUROPE



**CWC**

European Union  
European Regional  
Development Fund

TAKING  
**COOPERATION**  
FORWARD

 Torino, 7/5/2020

 Separazione, trattamento e recupero delle acque grigie

 PhD Ing. Anacleto Rizzo, IRIDRA SRL

# RICICLO DELL'ACQUA: SCARICHI DOMESTICI

112 Litri di scarichi per persona al giorno



77 l - Acque GRIGIE

35 L - Acque NERE

Trattamento

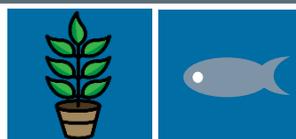
Trattamento

„Service water“ (non potabile)

Irrigazione



Usi domestici



Produzione cibo



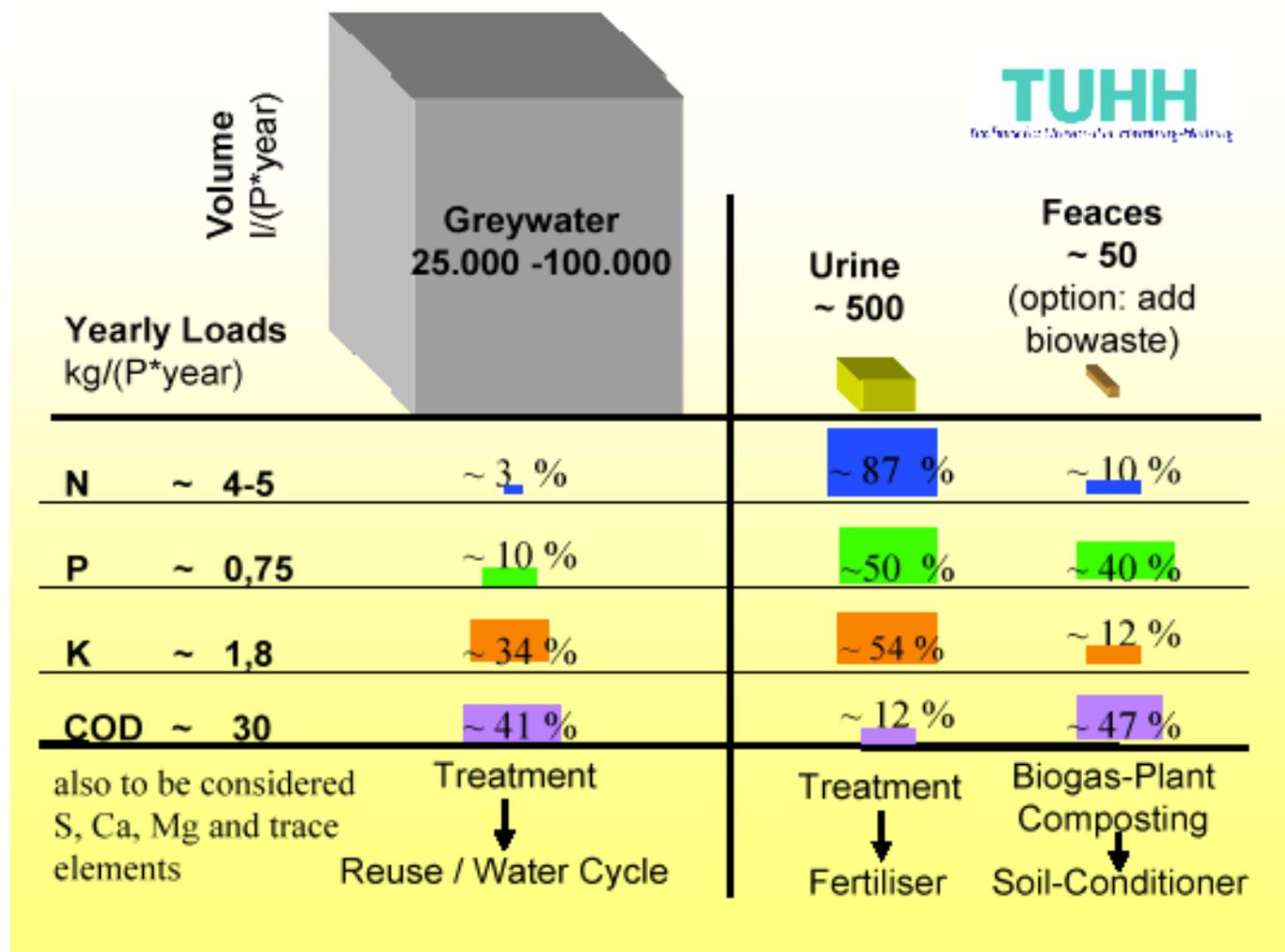
Infiltrazione



Produzione cibo



# RICICLO DELL'ACQUA: SCARICHI DOMESTICI



Le acque reflue sono una risorsa per acqua, energia e sostanze nutritive



		Blackwater*	Greywater	Total WW
		Faeces + Urin + 30 Liter WC Spülwasser		
		%	%	Sum
Volume	L/E/d	31,3%	<b>68,7%</b>	112,0
COD	g/E/d	59,8%	40,2%	117,0
N	g/E/d	<b>92,2%</b>	7,8%	12,9
P	g/E/d	<b>75,0%</b>	25,0%	2,0
K	g/E/d	<b>76,2%</b>	23,8%	4,2
S	g/E/d	23,7%	76,3%	3,8
Energy considerations				
Heat potential	Cooling of WW in K		20	2,0
	Wh/E/d		<b>1.768</b>	<b>243</b>
Biogas	Wh/E/d			118

\*Blackwater: faeces + urine + 30 l flush toilet water



## Gestione dei rifiuti solidi in Germania

1.27 kg/P/d di rifiuti solidi prodotti da famiglie tedesche (2017: 462 kg/P/a)

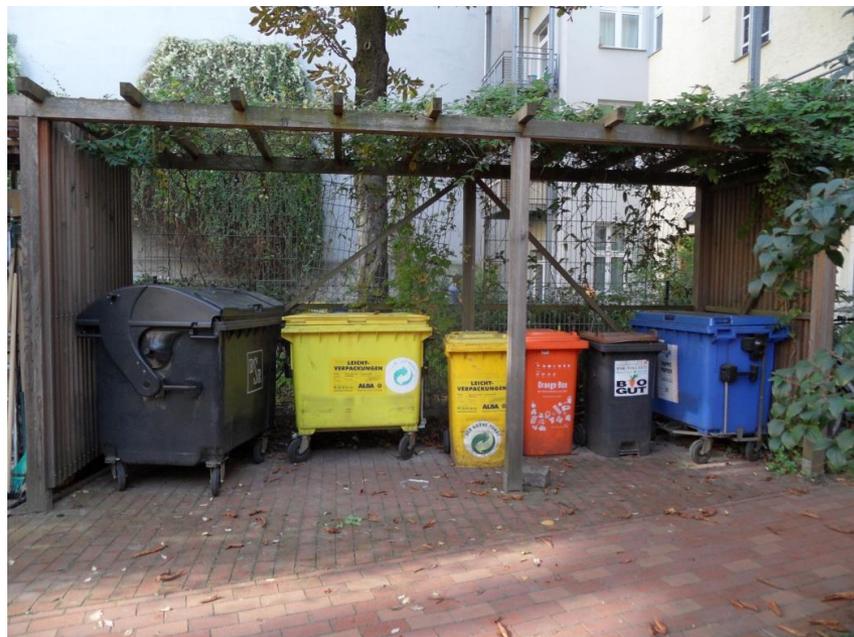
In confronto:

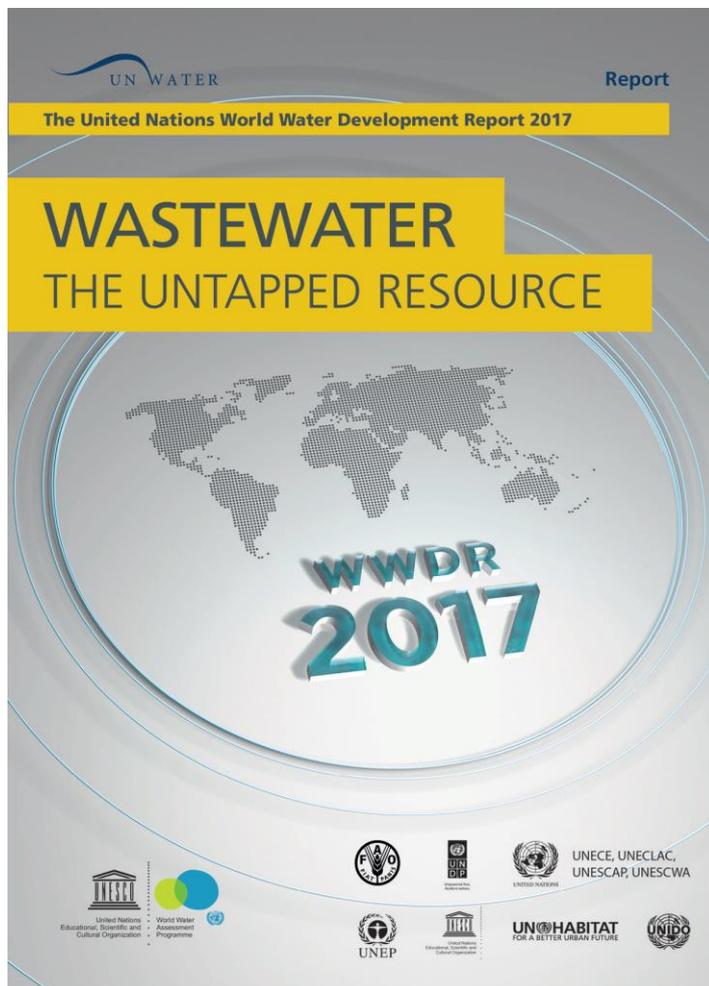
112 kg/P/d delle acque reflue sono prodotte da Famiglie tedesche (2017)

### **Cambio di paradigma:**

Anche la separazione delle acque reflue nel sito di generazione dovrebbe diventare obbligatoria!

Raccolta differenziata in Germania è obbligatoria





The 2017 edition of the United Nations World Water Development Report, entitled “Wastewater: The Untapped Resource”, demonstrates how improved wastewater management generates social, environmental and economic benefits essential for sustainable development and is essential to achieving the 2030 Agenda for Sustainable Development.



# REQUISITI DI QUALITÀ PER IL RICICLAGGIO E IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE GRIGIE

## Requisiti di qualità per il riciclaggio e il riutilizzo delle acque grigie

- Sicurezza igienica
- Nessuna perdita di comfort
- Tolleranza ambientale
- Fattibilità economica



# REQUISITI DI QUALITÀ PER IL RICICLAGGIO E IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE GRIGIE

## 1. Sicurezza igienica

I parametri microbiologici per "acqua di servizio" (acque grigie trattate) conformemente alle linee guida dell'UE per le acque di balneazione (2006/7/EC):

Coliformi totali: < 100/ml

*E. coli*: < 10/ml

*P. aeruginosa*: < 1/ml

(Source: Berlin Senate Department for Urban Development and Housing, 1995)

- Orientato alla Direttiva UE sulle acque di balneazione (2006/7/EC)
- Nel definire le linee guida per la Direttiva UE sulle acque di balneazione, il legislatore ha ipotizzato che il bagnante, che ha un contatto completo con il corpo idrico e che può occasionalmente ingerirne parte e / o inalare aerosol, non avrà rischi per la salute, se i valori limite sono rispettati

### In confronto:

*E. coli* nell'acqua potabile: 0/100 ml

*E. coli* nelle acque di balneazione (valore limite): 1,000/100ml

*E. coli* nelle acque grigie riciclate (valore tipico): 0-10/100 ml



# REQUISITI DI QUALITÀ PER IL RICICLAGGIO E IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE GRIGIE

## 2. Nessuna perdita di comfort

Parametri fisico-chimici che garantiscono un trattamento efficiente e una conservazione delle acque grigie trattate senza odori o problemi di intasamento:

BOD <sub>7</sub> :	< 5 mg/l
O <sub>2</sub> - Saturazione:	> 50 %
UV-Trasmissione: (254 nm)	> 60 %
Torbidità:	< 2 NTU*

(Source: Berlin Senate Department for Urban Development and Housing, 1995)

La richiesta biochimica (BOD) e il livello di saturazione di ossigeno sono i criteri di qualità più importanti per la "capacità di immagazzinamento" dell'acqua di servizio trattata. Una bassa torbidità causerà meno depositi nella rete idrica di servizio e un'elevata saturazione di ossigeno impedirà lo sviluppo di odori.



\*NTU: Nephelometric Turbidity unit

# REQUISITI DI QUALITÀ PER IL RICICLAGGIO E IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE GRIGIE

## 3. Tolleranza ambientale

- Basso fabbisogno energetico specifico: idealmente  $< 1.5 \text{ kWh/m}^3$
- Nessun uso di sostanze chimiche
- Disinfezione UV anziché clorazione



## 4. Fattibilità economica

- Gli investimenti (inclusi tutti i costi operativi) dovrebbero essere rimborsati entro un periodo di ammortamento ragionevole
- I costi per la tecnologia di riciclaggio non dovrebbero superare quelli del sistema convenzionale
- Costi operativi più bassi possono essere raggiunti anche se vengono utilizzati componenti di sistema di alta qualità che richiedano bassa manutenzione del sistema e bassa richiesta di energia



# TRATTAMENTO DELLE ACQUE GRIGIE

Reattore a biofilm con letto mobile aerato con cubetti di schiuma come supporto



(Source: Nolde & Partner)



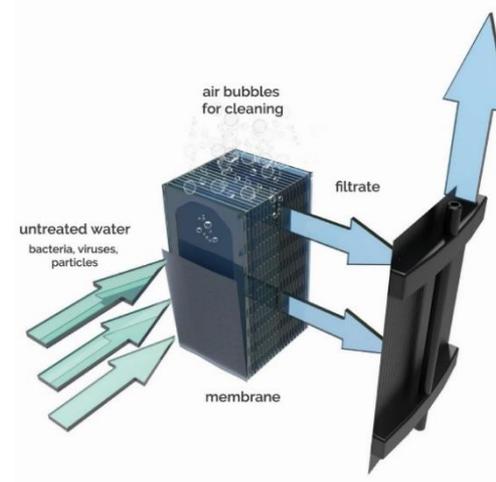
# TRATTAMENTO DELLE ACQUE GRIGIE

Sistema di riciclaggio delle acque grigie con bioreattore a membrana (MBR)

Filtro a membrana



(Source: Martin System GmbH)



(Source: GreenLife GmbH)



# TRATTAMENTO DELLE ACQUE GRIGIE

Sistemi a membrana per il riciclo delle acque grigie (acque grigie a basso carico)



(Source: fbr, project examples)



# CASO STUDIO: CONCETTO DI ACQUA INTEGRATA „BLOCK 6“

## Trattamento delle acque grigie, comprese le acque reflue di cucina e lavanderia

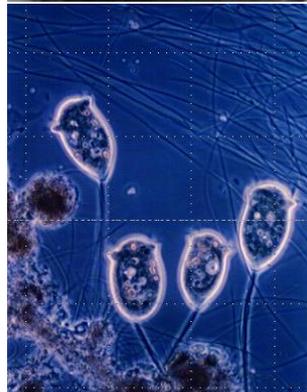
Acque grigie da vasche da bagno, docce, lavatrici e cucina

Setacciatura e sedimentazione

Trattamento biologico a più stadi senza prodotti chimici

Rimozione di particelle (sedimentazione) e disinfezione UV

Servizio per l'uso dell'acqua negli edifici (WC) e per la produzione alimentare

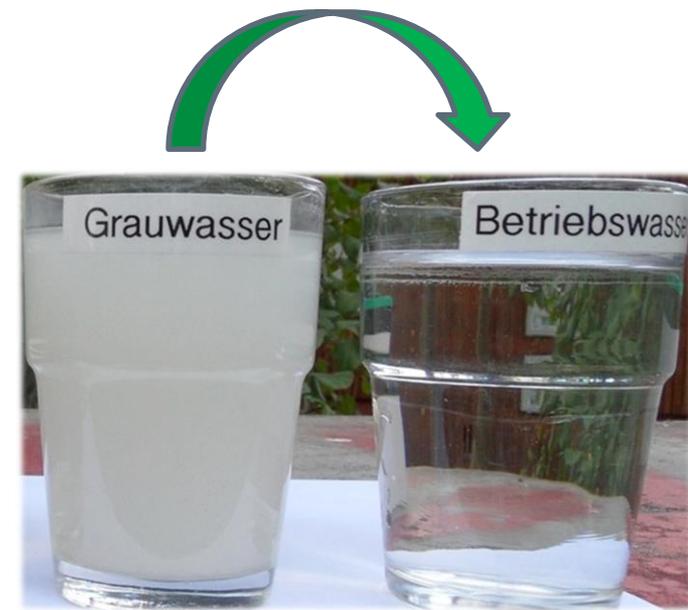


# CASO STUDIO: CONCETTO DI ACQUA INTEGRATA „BLOCK 6“

## Reattore a biofilm multistadio a letto mobile (MBBR)



(Source: Nolde & Partner).



# CASO STUDIO: CONCETTO DI ACQUA INTEGRATA „BLOCK 6“

## Riciclo delle acque grigie

Le acque grigie a basso e alto carico di 71 appartamenti (250 persone) sono trattate e riutilizzate per lo sciacquone e l'irrigazione.

### Vantaggi:

- Riduzione dei costi delle tasse dell'acqua potabile
- Acqua di servizio di alta qualità per usi non potabili
- Contribuire alla conservazione dell'acqua dolce
- Miglioramenti ambientali e alle fognie
- Nessun uso di sostanze chimiche per il trattamento delle acque grigie
- Risparmio annuo in acqua potabile di ca. 3 milioni di litri



# CASO STUDIO 2: CONCETTO DI ACQUA INTEGRATA „BLOCK 6“

## Technical design specifications

Inflow COD concentrations	500 -1,000 mg/l
Pre-treatment	Grease/grit chamber and sieve
Moving-bed biofilm reactor (MBBR)	10 tanks with a capacity of 1.5 m <sup>3</sup> each
Post-treatment	Sand filter
UV disinfection unit	50 Watt
Other units	Booster pump, mains backup system
Service water price	3.50 €/m <sup>3</sup>



# CASO STUDIO 3: RICICLO DI ENERGIA E ACQUE GRIGIE

Riciclaggio di acque reflue e di energia in una casa residenziale passiva



# CASO STUDIO 3: RICICLO DI ENERGIA E ACQUE GRIGIE

## Project data of the passive residential house in Berlin

Living space	4,600 m <sup>2</sup>	Number of tenants	123
Number of flats	41	Commercial area	650 m <sup>2</sup>
Underground car park	23	Number of commercial units	4
Land area	2,083 m <sup>2</sup>	Gross floor space	6,620 m <sup>2</sup>
Heat insulation	26 cm	Garden area	1,100 m <sup>2</sup>
Space heating	73,400 kWh/a	Warm water heating	103,636 kWh/a (284 kWh/d)
Gas heating operated via CHP plant	16 kW <sub>elec.</sub> 35 kW <sub>therm.</sub>	Photovoltaic: 92 Modules mit 20 kWp	18,000 kWh/a
<b>Greywater recycling and heat recovery</b>			
Greywater recycling	3 m <sup>3</sup> /d (1,000 m <sup>3</sup> /a)	Heat recovery from greywater	12.5 kWh <sub>therm.</sub> /m <sup>3</sup> approx. 13,000 kWh/a
Water quality: BOD <sub>7</sub>	< 3 mg/l	Water quality: turbidity	< 1- 2 NTU
Water quality: Hygiene	In accordance with the EU-Guidelines for Bathing Water		
Total area for greywater recycling and heat recovery plant	9 m <sup>2</sup>	Total plant costs (incl. installation and taxes) per m <sup>2</sup> living space	11.30 €/m <sup>2</sup>



# CASO STUDIO 3: RICICLO DI ENERGIA E ACQUE GRIGIE

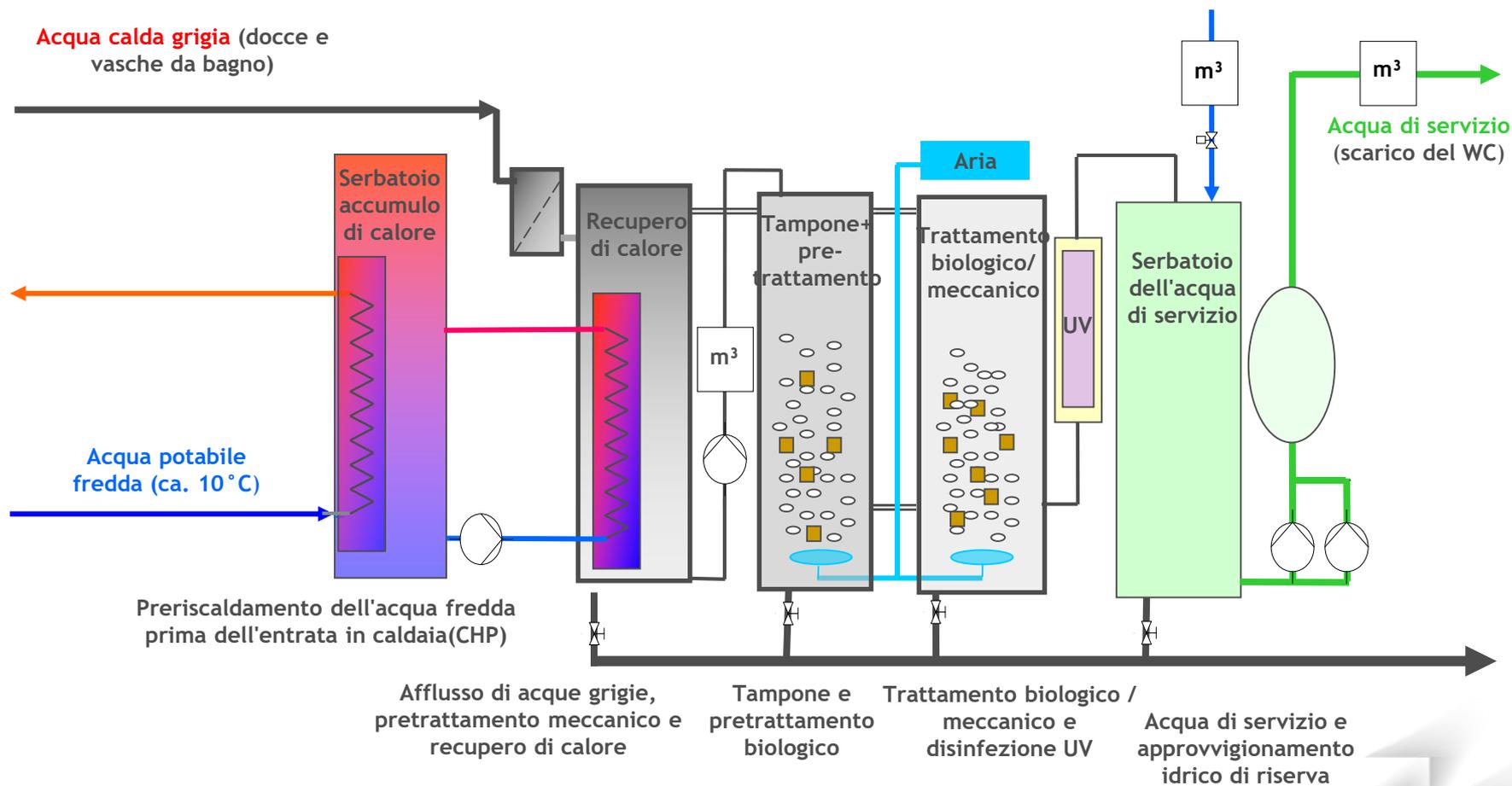
## Technical design specifications

Inflow COD concentrations	approx. 200 mg/l
Pre-treatment	Sieve
Moving-bed biofilm reactor (MBBR)	3 tanks with a capacity of 1 m <sup>3</sup> each
Post-treatment	Integrated sedimentation in the final bioreactor
UV disinfection unit	50 Watt
Other units	Booster pump, mains backup system
Service water price	3.50 €/m <sup>3</sup>



# CASO STUDIO 3: RICICLO DI ENERGIA E ACQUE GRIGIE

## Riciclo e recupero del calore dalle acque grigie

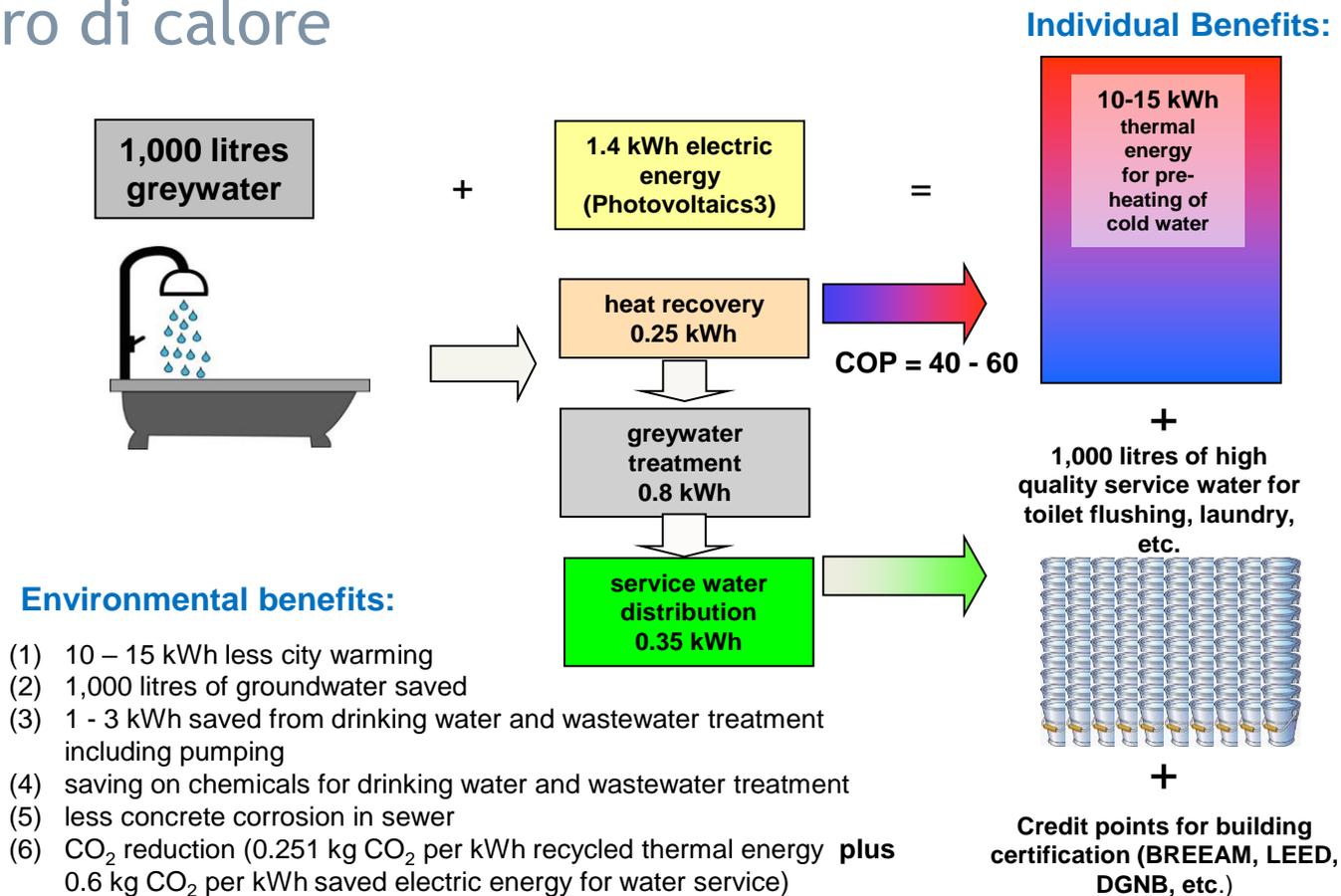


(Source: Nolde & Partner)



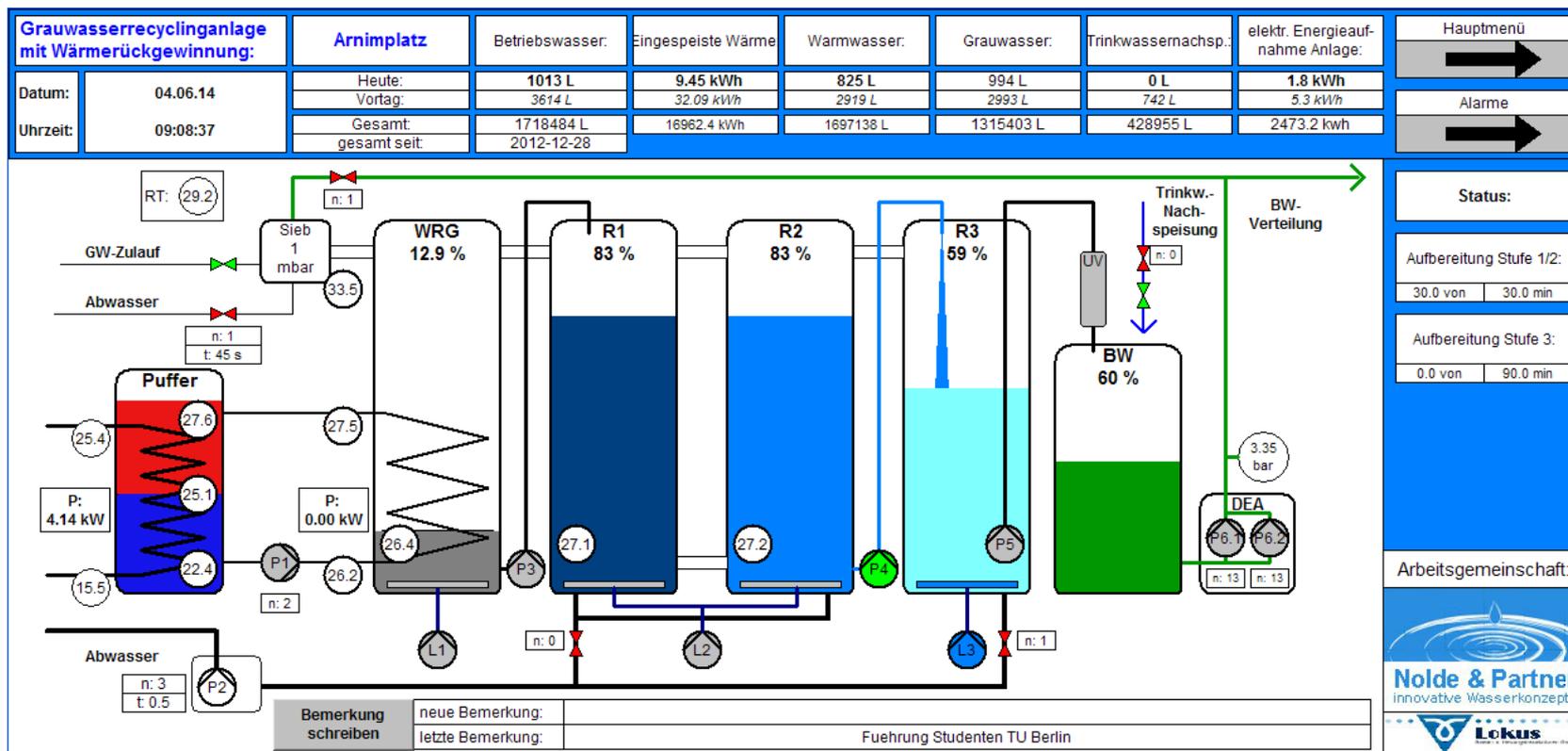
# CASO STUDIO 3: RICICLO DI ENERGIA E ACQUE GRIGIE

## Vantaggi del riciclaggio delle acque grigie combinato al recupero di calore



# CASO STUDIO 3: RICICLO DI ENERGIA E ACQUE GRIGIE

## Sistemi di monitoraggio e di controllo via internet



(Source: Nolde & Partner)



# CASO STUDIO 3: RICICLO DI ENERGIA E ACQUE GRIGIE

Riciclo delle acque grigie combinato al recupero di calore (risultati di un programma di ricerca e monitoraggio durato 2 anni)



**Spazio richiesto (prototipo):**  
9 m<sup>2</sup> = 0.1 m<sup>2</sup>/P

**Investimento (prototipo inclusi i costi aggiuntivi per il monitoraggio):** 11,30 € / m<sup>2</sup> per unità abitativa o 825 € / P incluso di montaggio e il 19% di IVA

**Riduzione dei costi dell'acqua:**  
5.000 €/a dati dalla produzione di 1.100 m<sup>3</sup>/a di acqua di servizio di alta qualità

**Risparmio energetico dato dal recupero di calore:** 13.000 kWh / a, ca. 1.000 € / a

**Manutenzione e funzionamento:**  
Richiesta di elettricità: 1.700 kWh/a, ca. 500 € / a  
Materiali di consumo: <50 € / a  
Manutenzione: <1 giorno / a



# CASO STUDIO 4: RICICLO ACQUE GRIGIE CON SISTEMA MBR

## Riciclaggio delle acque grigie in un edificio multipiano a Berlino



Photo: Nolde & Partner



Photo: Nolde & Partner



# CASO STUDIO 4: RICICLO ACQUE GRIGIE CON SISTEMA MBR

Cisterna per acque grigie in cemento  
posta sottoterra



Photo: Nolde & Partner

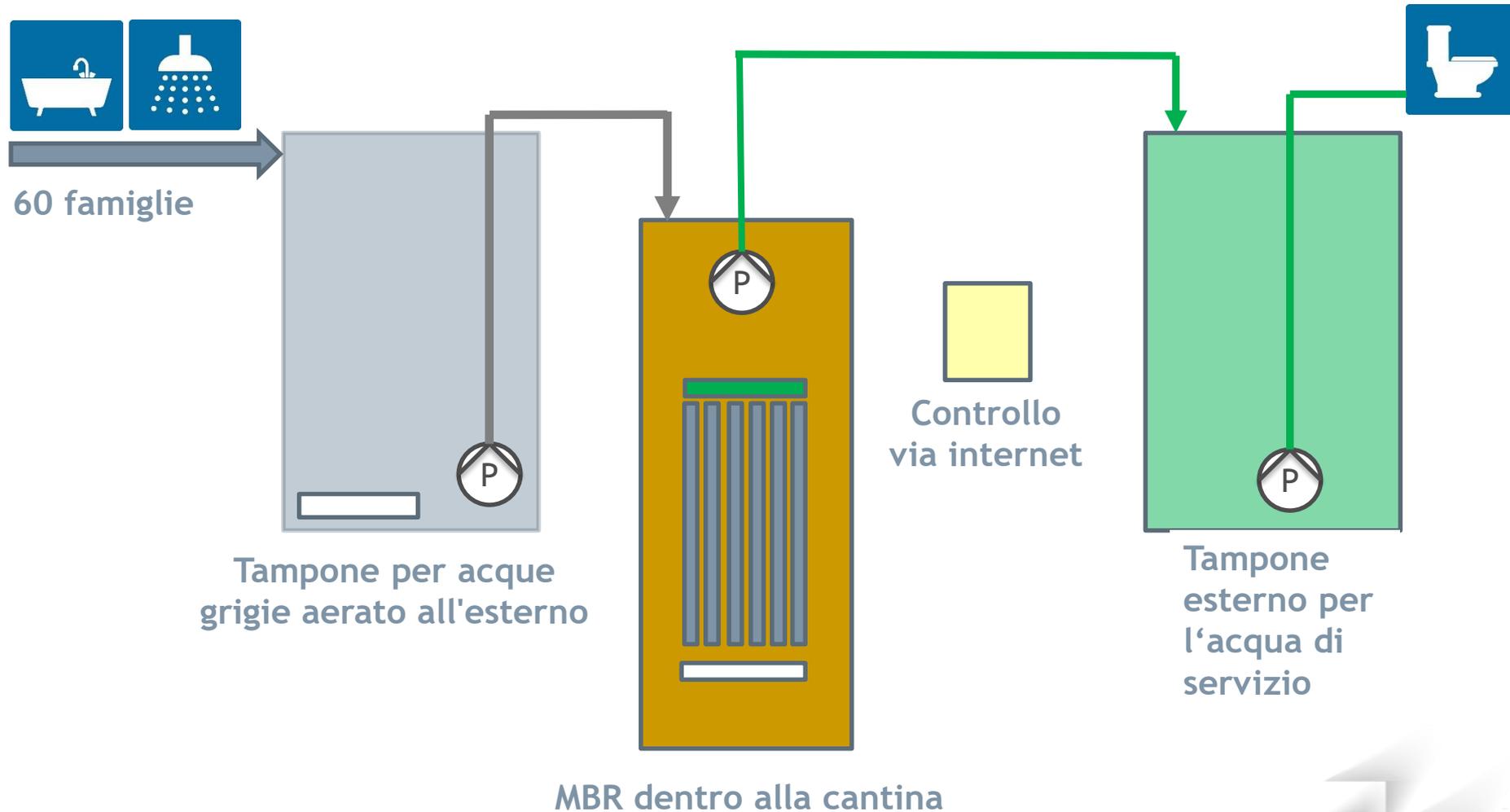
Sistema di riciclaggio delle acque grigie  
(MBR) posto in cantina

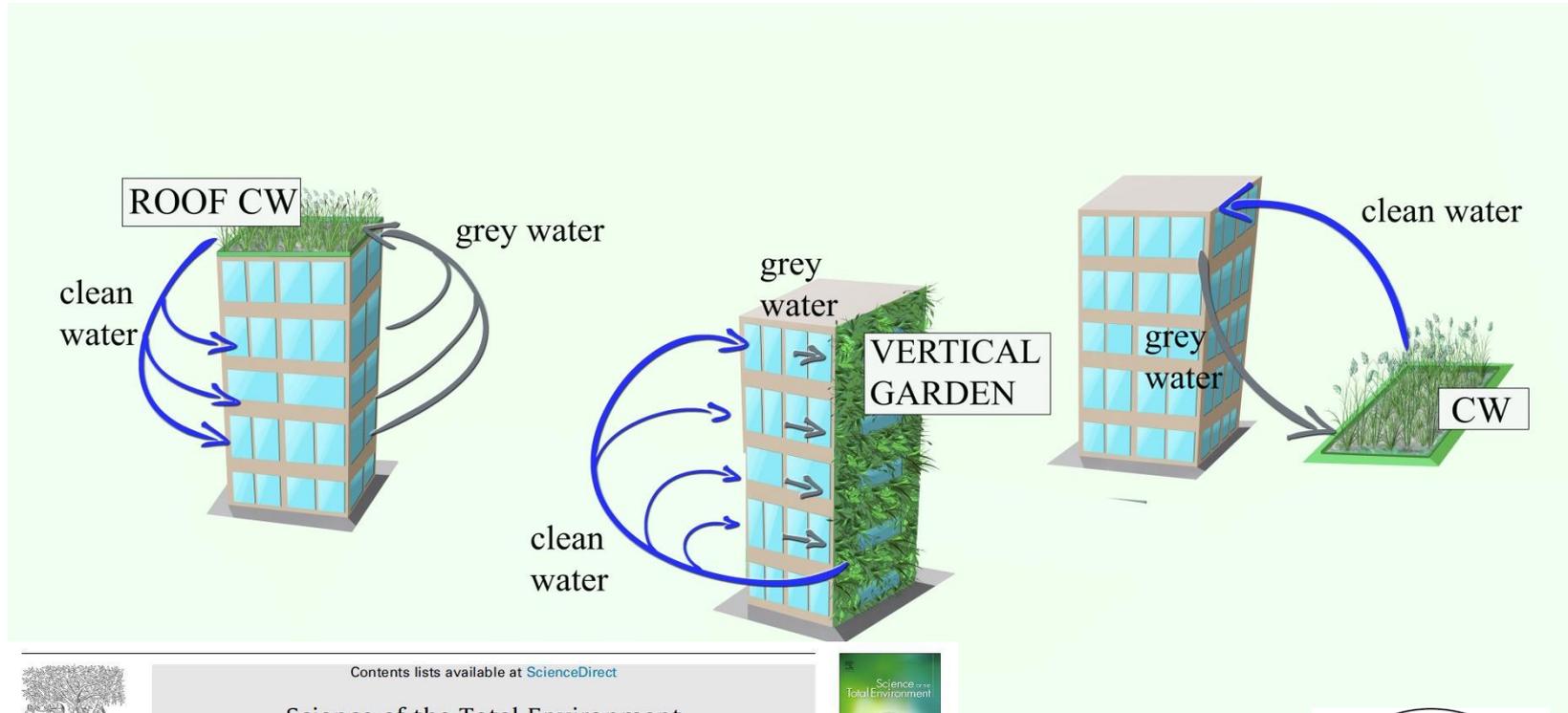


Photo: Nolde & Partner



# CASO STUDIO 4: RICICLO ACQUE GRIGIE CON SISTEMA MBR





Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Review

A review of nature-based solutions for greywater treatment:  
Applications, hydraulic design, and environmental benefits

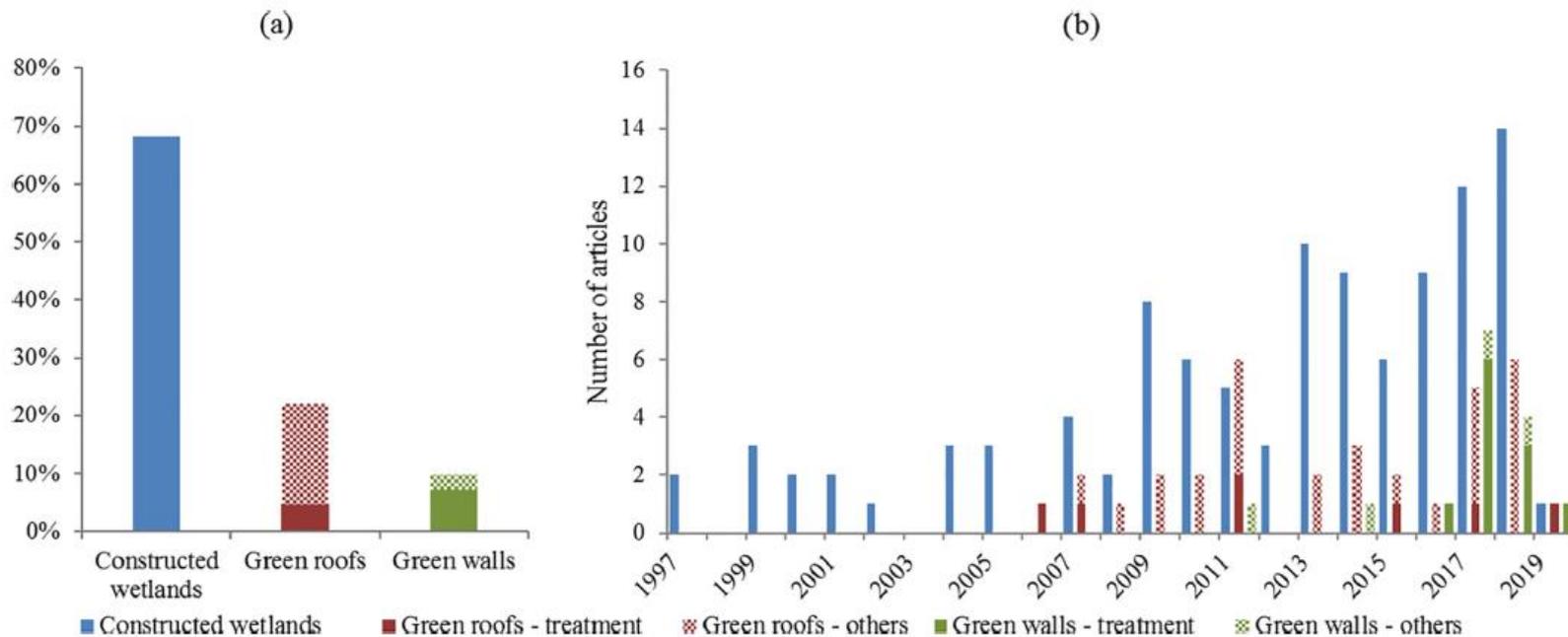
Fulvio Boano<sup>a,\*</sup>, Alice Caruso<sup>a</sup>, Elisa Costamagna<sup>a</sup>, Luca Ridolfi<sup>a</sup>, Silvia Fiore<sup>a</sup>, Francesca Demichelis<sup>a</sup>, Ana Galvão<sup>b</sup>, Joana Piscoeiro<sup>b</sup>, Anacleto Rizzo<sup>c</sup>, Fabio Masi<sup>c</sup>

<sup>a</sup>DIATI (Department of Environment, Land and Infrastructure Engineering), Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Turin, Italy

<sup>b</sup>CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon, Portugal

<sup>c</sup>IRIDRA Srl, Via La Marmorata 51, 50121 Florence, Italy





Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Review

A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits

Fulvio Boano<sup>a,\*</sup>, Alice Caruso<sup>a</sup>, Elisa Costamagna<sup>a</sup>, Luca Ridolfi<sup>a</sup>, Silvia Fiore<sup>a</sup>, Francesca Demichelis<sup>a</sup>, Ana Galvão<sup>b</sup>, Joana Piseiro<sup>b</sup>, Anacleto Rizzo<sup>c</sup>, Fabio Masi<sup>c</sup>

<sup>a</sup>DIATI (Department of Environment, Land and Infrastructure Engineering), Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Turin, Italy

<sup>b</sup>CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon, Portugal

<sup>c</sup>IRIDRA Srl, Via La Mamora 51, 50121 Florence, Italy



**Table 9**  
A list of full-scale CW for GW treatment and reuse from Global Wetland and Technology Database.

CW technology	Location	Year of construction	GW source	Areal footprint (m <sup>2</sup> )	Treated flow rate (m <sup>3</sup> /d)	Additional disinfection units	Type of GW reuse	Reference
VF single stage (sand filled)	Polderdrift, Arnhem (Netherlands)	1996	All	230 m <sup>2</sup>	6.4 m <sup>3</sup> /d	None	Toilets flushing	www.globalwettech.com
Forced Bed Aeration™ (Aerated CW)	National Great Rivers Education and Research Centre, Alton, Illinois (US)		Washbasins, showers, kitchens	47 m <sup>2</sup>	5.3 m <sup>3</sup> /d	UV	Toilet flushing, landscape irrigation	www.globalwettech.com
VF	West Bank bedouin villages (Palestine)	2012	All	30–60 m <sup>2</sup>	70–120 PE	None	Irrigation of olive camps or folder production	www.globalwettech.com
HF	Group of houses in Preganziol (Italy)	2009	All	230 m <sup>2</sup>	14.5 m <sup>3</sup> /d	None	Toilets flushing	www.globalwettech.com
HF	Group of houses in Vicchio (Italy)	2008	Showers, Hand wash sinks, laundry	50 m <sup>2</sup>	30 PE	UV	Toilet flushing, landscape irrigation	www.globalwettech.com
VF	Hostel campus of College of Engineering, Pune (India)	2015	All	130 m <sup>2</sup>	40 m <sup>3</sup> /d	Chlorine	Toilet flushing, landscape irrigation	(Patil, et al., 2016)
roof HF	Resort in Grument community, Serengeti (Tanzania)	2015	All	23 m <sup>2</sup>	4 m <sup>3</sup> /d	UV	Irrigation	www.globalwettech.com
VF	Private school, Lima (Peru)	2008	Kitchen	16 m <sup>2</sup>	1.5 m <sup>3</sup> /d	None	Landscape irrigation	(Platzer, et al., 2016a, 2016b)
VF	Guest house of 160 apartments, Lima (Peru)	2011	Restaurants and showers	100 m <sup>2</sup>	12 m <sup>3</sup> /d	Chlorine	Toilet flushing, landscape irrigation	(Platzer, et al., 2016a, 2016b)
VF	Housing project for 288 families, Lima (Peru)	2011	Showers	60 m <sup>2</sup>	9 m <sup>3</sup> /d	None	Landscape irrigation	(Platzer, et al., 2016a, 2016b)
SuSaNa Database								
VF	Waagner head office (Dubai)	2006	Showers, Washbasins, car washing	500 m <sup>2</sup>	270 staff members	None	Concrete mixing, soil watering, car washing, fish ponds	(Sievert and Schilick, 2009)
VF	SAMA Dubai site office (Dubai)	2006	All	40 m <sup>2</sup>	200 staff members	None	Manual garden irrigation and car washing	(Sievert and Schilick, 2009)
VF	Dubai Municipality (Dubai)	2006	All	170 m <sup>2</sup>	60 staff members	UV (optional)	Drip irrigation and boat washing	(Sievert and Schilick, 2009)
HF	Secondary School, Nakuru (Kenya)	2008	Kitchen	2 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /d	none	Agro-forestry	(Machiri, et al., 2009)



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Review

A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits



Fulvio Boano<sup>a,\*</sup>, Alice Caruso<sup>a</sup>, Elisa Costamagna<sup>a</sup>, Luca Ridolfi<sup>a</sup>, Silvia Fiore<sup>a</sup>, Francesca Demichelis<sup>a</sup>, Ana Galvão<sup>b</sup>, Joana Piseiro<sup>b</sup>, Anacléto Rizzo<sup>c</sup>, Fabio Masi<sup>c</sup>

<sup>a</sup>DIATI (Department of Environment, Land and Infrastructure Engineering), Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Turin, Italy

<sup>b</sup>CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon, Portugal

<sup>c</sup>IRIDRA Srl, Via La Marmora 51, 50121 Florence, Italy

## Fitodepurazione - outdoor



Preganziol (TV): recupero delle acque grigie per WC in un piccolo borgo da 280 persone



## Fitodepurazione - outdoor



Hostel campus of the College of Engineering, Pune (India): 40 mc/g, Separazione, trattamento e riuso delle acque grigie per irrigazione



## Fitodepurazione - outdoor



Sistemi outdoor per la  
fitodepurazione delle acque  
grigie

Sidwell Friends School,  
Washington DC



## Fitodepurazione - indoor



San Francisco Public Utilities Commission: la “Living Machine”, fitodepurazione indoor per il riciclo acque grigie nei WC e per l’irrigazione



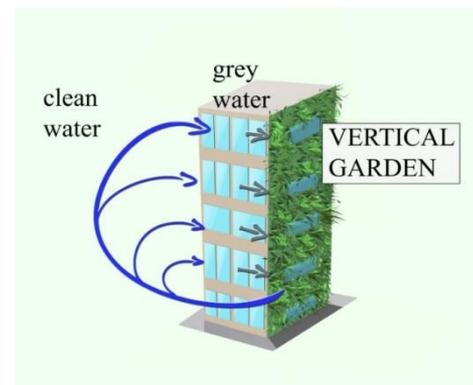
## Fitodepurazione - indoor



Resort in Grumentu community,  
Sergenti (Tanzania): 4 mc/g.  
Separazione, trattamento e riuso  
delle acque grigie per irrigazione



## Muri verdi



Stabilimento  
balneare Marina  
di Ragusa



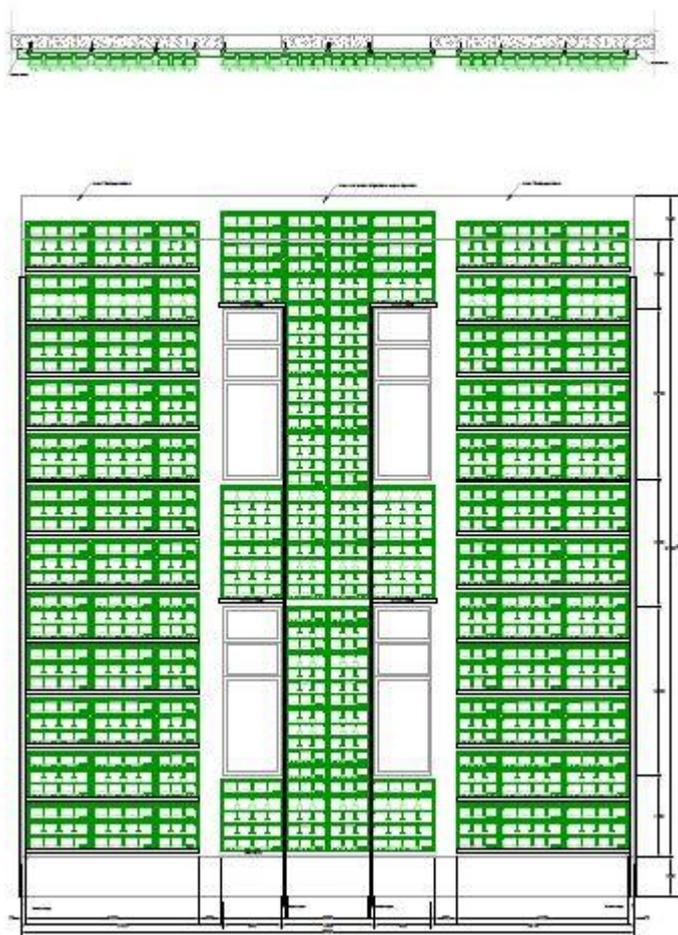
## Muri verdi



SUPERGREEN:  
Sustainable Purification  
of wastewatER  
with GREEN walls



## Muri verdi



NAWAMED (Nature Based Solutions for Domestic Water Reuse in Mediterranean Countries

Muri verdi e fitodepurazione dimostrativi in Italia (Ferla), Giordania, Libano e Tunisia



## Prototipo modulo abitativo

### PROTOTIPO PER UNITA' ABITATIVA ECOSOSTENIBILE

Dicembre 2016

Progetto architettonico e coordinamento:

Arch. Fabio Vigorello

Sistema costruttivo in legno e impianti:

**be..eco**

Isolamento naturale in fibra di canapa:

**CMF**  
greentech

Sistema gestione e recupero acque:

**IRIDRA**

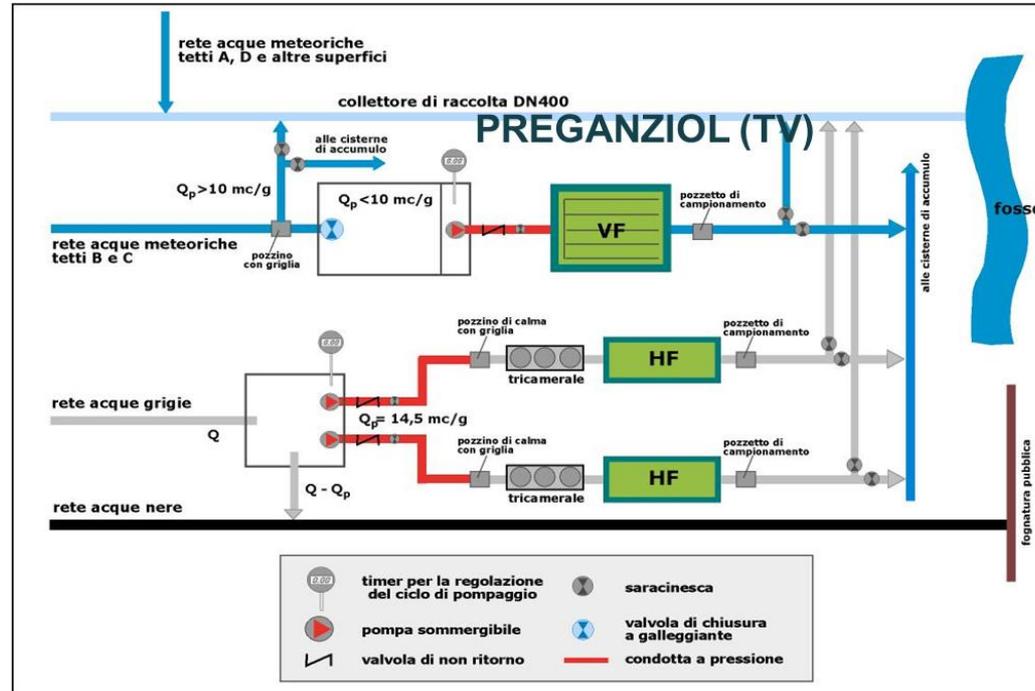




## Prganziol: Recupero integrato acque di pioggia e grigie



Realizzato da COIPES Mestre  
Impianti idrici: IRIDRA S.r.l.



- separazione delle acque grigie dalle nere e trattamento 50% acque grigie in sistemi di fitodepurazione SFS-h (230 m<sup>2</sup>) con riutilizzo per cassette risciacquo wc: recupero di 12 m<sup>3</sup>/g
- Trattamento acque meteoriche tetti con sistemi di filtrazione vegetati (50 m<sup>2</sup>) e riutilizzo per irrigazione



## Prganziol: Recupero integrato acque di pioggia e grigie



PREGANZIOL (TV)- FITODEPURAZIONE PER ACQUE GRIGIE



TAKING



## Prganziol: Recupero integrato acque di pioggia e grigie



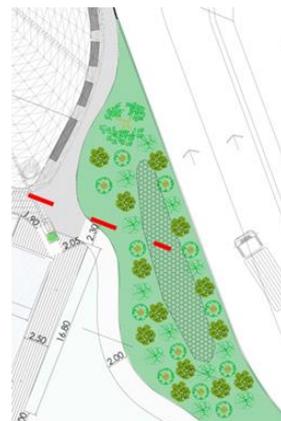
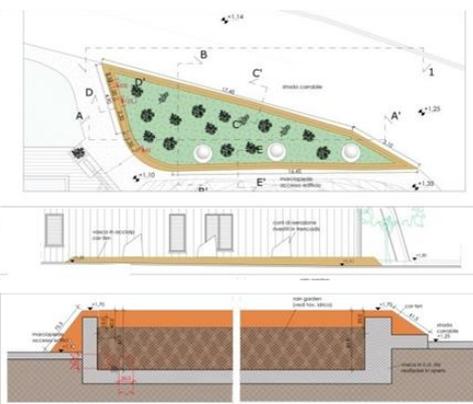
PREGANZIOL (TV) – FILTRO VEGETATO



## Centro Ricerche Kerakoll - Sassuolo (MO)



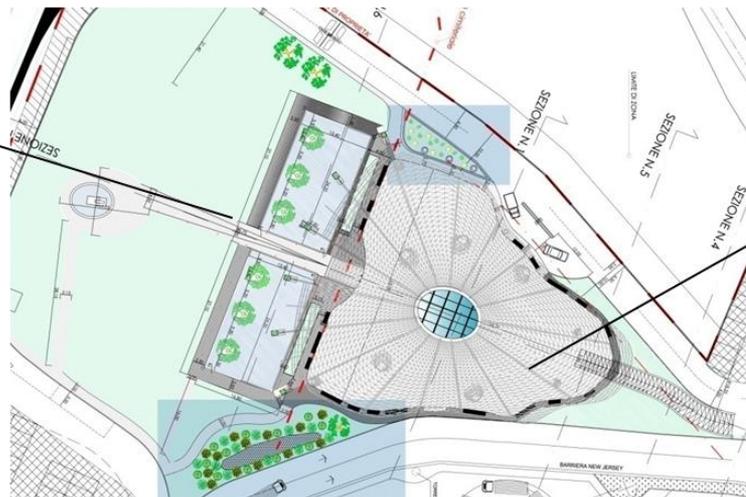
**RAIN GARDEN**



**AREA DI RITENZIONE VEGETATA**



**VASCHE D'ACQUA**

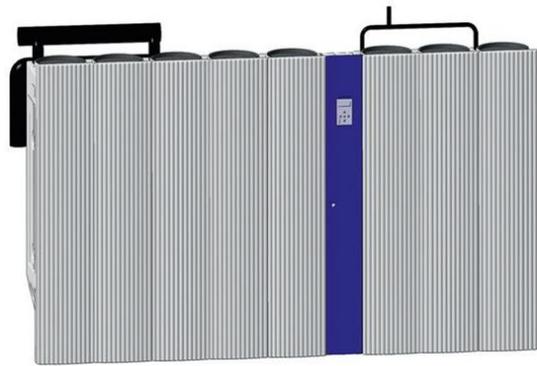


**SBR RECUPERO GRIGIE**



## Centro Ricerche Kerakoll - Sassuolo (MO)

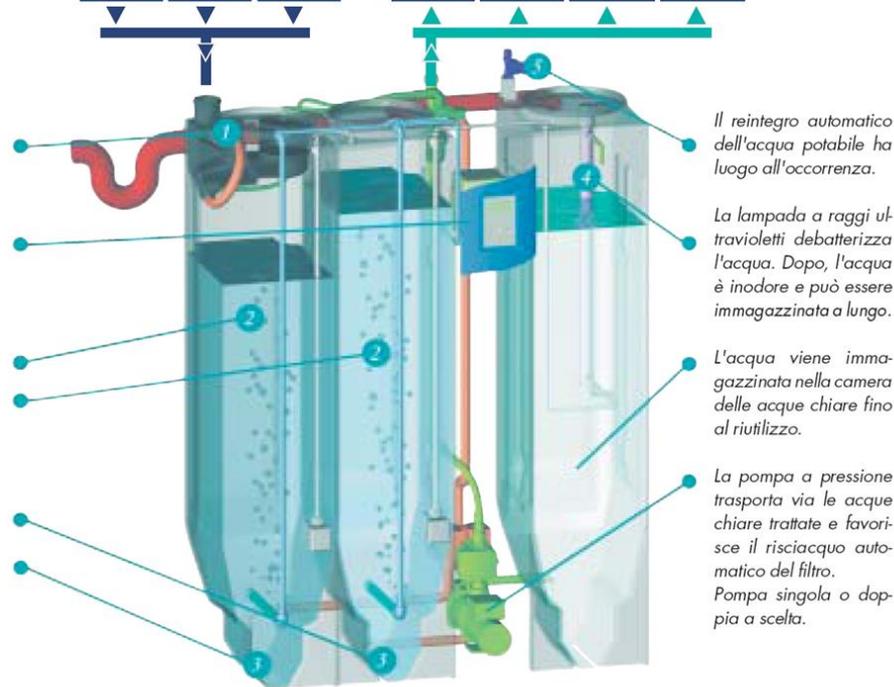
### NUOVO CENTRO RICERCHE KERAKOLL - SASSUOLO



**hansgrohe**

La camera di prericondizionamento e la camera di riciclaggio principale per il 2° stadio del trattamento biologico-meccanico.

Lo scarico interamente automatico dei sedimenti aspira i rifiuti organici del trattamento biologico-meccanico e li conduce nella rete fognaria.



Il reintegro automatico dell'acqua potabile ha luogo all'occorrenza.

La lampada a raggi ultravioletti debatterizza l'acqua. Dopo, l'acqua è inodore e può essere immagazzinata a lungo.

L'acqua viene immagazzinata nella camera delle acque chiare fino al riutilizzo.

La pompa a pressione trasporta via le acque chiare trattate e favorisce il risciacquo automatico del filtro. Pompa singola o doppia a scelta.

**KERAKOLL**

## Centro Ricerche Kerakoll - Sassuolo (MO)



## Centro Ricerche Kerakoll - Sassuolo (MO)



PER APPROFONDIRE...

Free ebook





## Anacleto Rizzo

R&D Design: Constructed Wetlands,  
Sustainable water management,  
Sustainable drainage systems  
(SuDS), River restoration

## IRIDRA SRL

Soluzioni naturali (NBS Nature-Based Solutions) e Gestione sostenibile delle acque

rizzo@iridra.com

