

PROGETTO AQUANOVA: GESTIONE SOSTENIBILE DELLA RISORSA ACQUA

*prof. ing. Raffaello Cossu
dr.ing. Maria Cristina Lavagnolo*



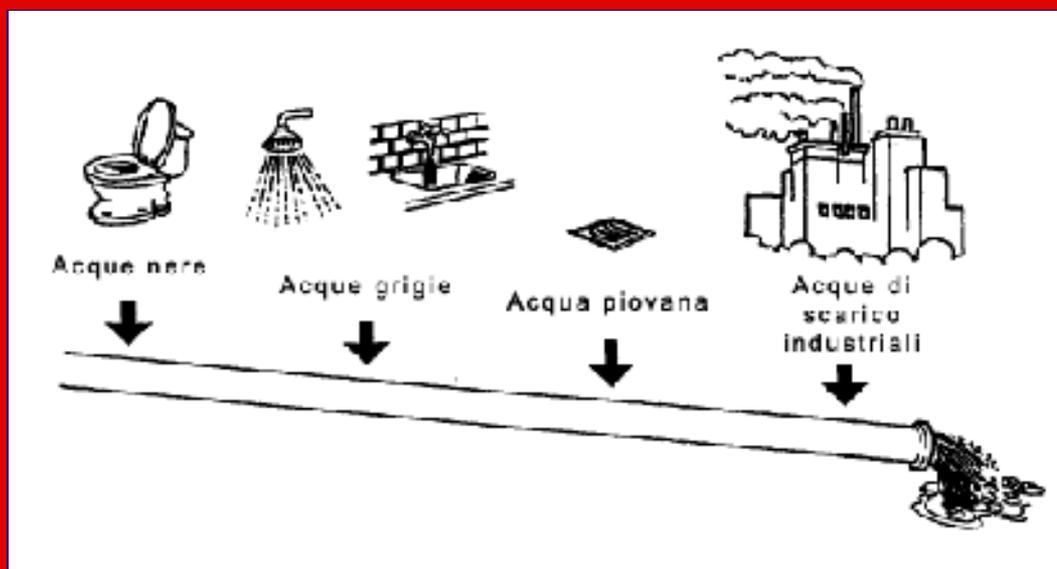
Dipartimento di Ingegneria
Idraulica, Marittima, Ambientale e GEotecnica

I M A G E

CRITICITA' DEL SISTEMA CONVENZIONALE

Necessita' sempre piu' pressante di una gestione dell'acqua che consenta risparmio della risorsa acqua, il suo riutilizzo, con i piu' bassi consumi energetici.

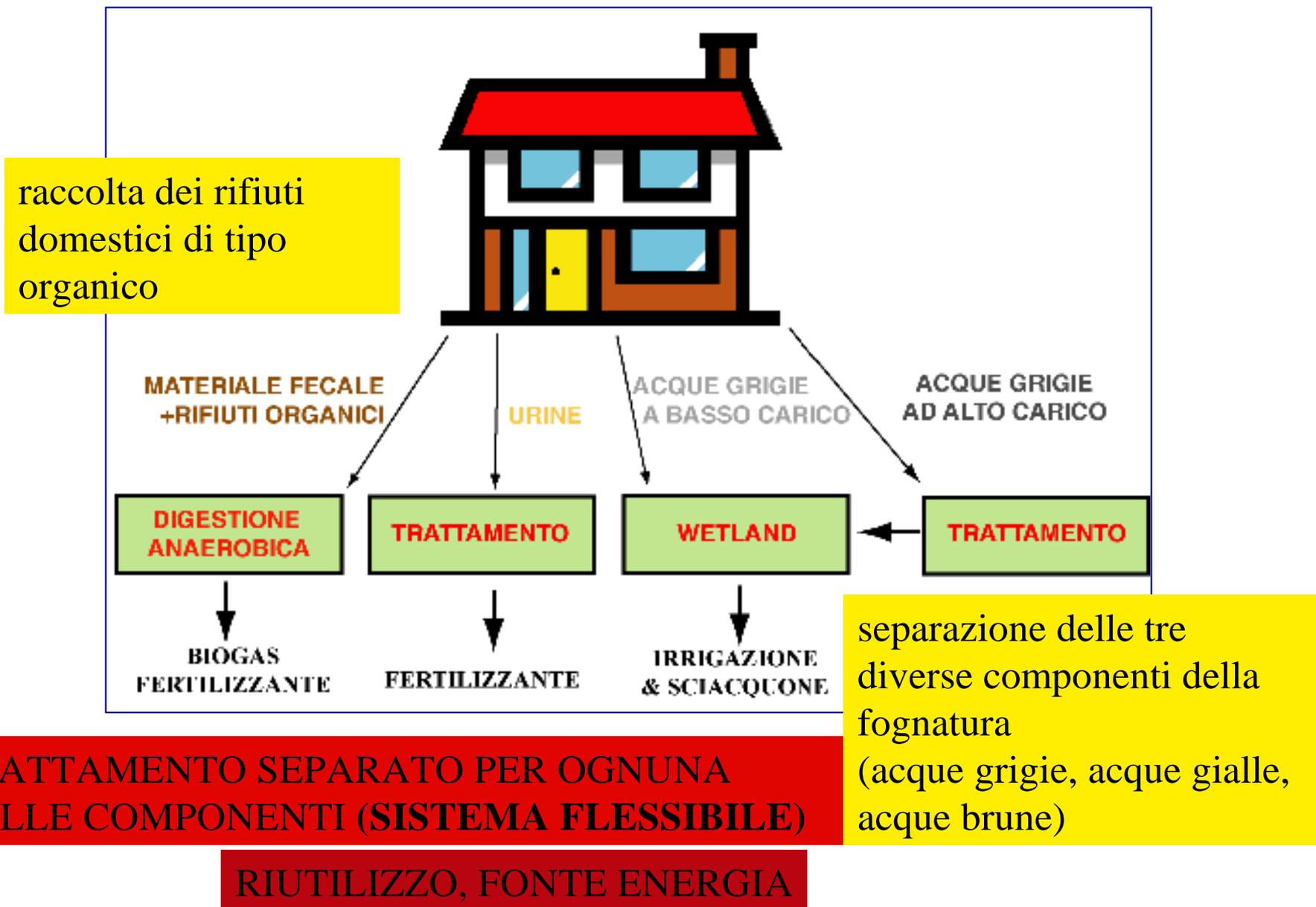
• Gestione lineare (tecnologia end of pipe)



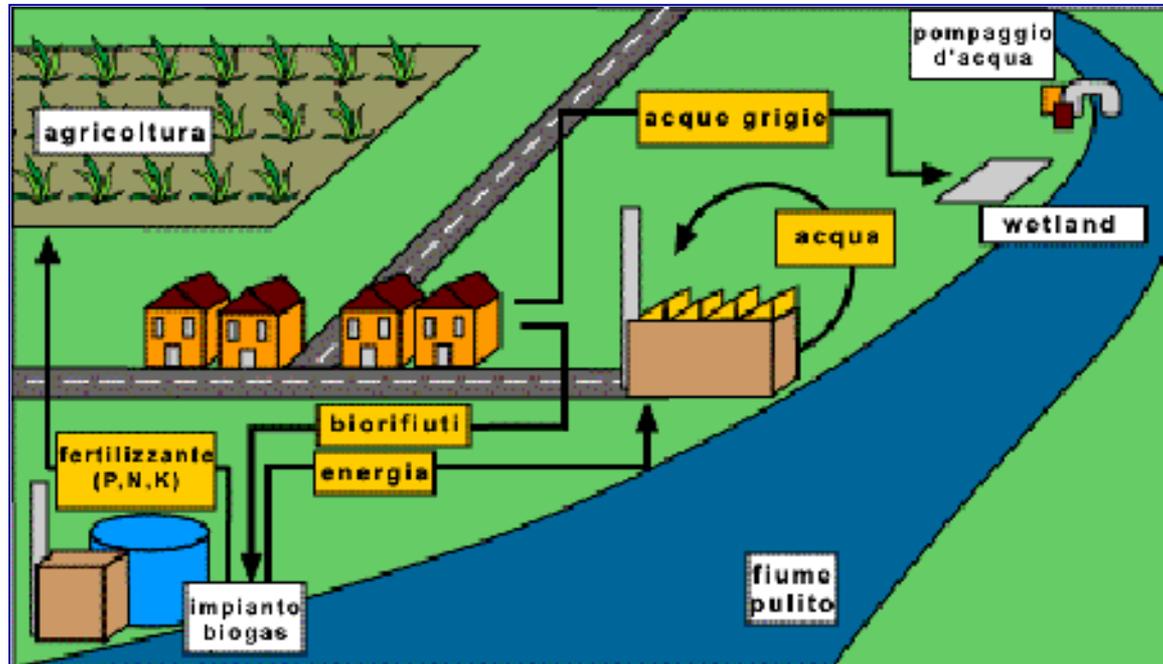
- Consumo d'acqua
- Perdita dei nutrienti
- Uso di fertilizzanti chimici
- Alti costi operativi di energia e di mantenimento
- Manca il senso di responsabilità

Un sistema sanitario centralizzato si definisce come collettamento di tutti i tipi di acque di rifiuto e il loro lungo trasporto verso il sistema di depurazione. La qualità dell'acqua così raccolta presenta caratteristiche tali da essere ormai necessarie tecniche di trattamento sofisticate ed energeticamente costose (normativa sempre più esigente).

FILOSOFIA DEL PROGETTO AQUANOVA



APPLICABILITA' DEL SISTEMA AQUANOVA



singole case
piccole comunita'
centri commerciali
singoli quartieri di grandi
citta'
grandi alberghi
universita'

specifiche situazioni:
piccole isole
baite di montagna (l'ambiente circostante
necessita di particolare salvaguardia, dove
l'approvvigionamento dei combustibili per il
fabbisogno energetico e il trasporto per lo
smaltimento e trattamento dei rifiuti risultano
critici per costi e inquinamento)

DEFINIZIONE DEI FLUSSI E SCELTA DEL TRATTAMENTO (riutilizzo & fonte energetica)

ACQUE GRIGIE

Acque utilizzate per lavare provenienti dal bagno, dalla lavanderia, ecc. senza feci ed urine

ACQUE NERE

Acque provenienti dalla toeletta (feci ed urine mescolate all'acqua dello sciacquone)

ACQUE GIALLE

Urine provenienti dalla toeletta separata, mescolate all'acqua dello sciacquone

ACQUE BRUNE

Acque nere senza urine

grandi volumi, bassi carichi inquinanti (N, P, carica batterica, carico organico)

ALTO E BASSO CARICO INQUINANTE

leggermente alcaline

wetlands, usi non potabili

piccoli volumi, alto carico azoto, fosforo e potassio fertilizzante (per terreni, per i trattamenti)

migliora trattamenti delle altre componenti

bassa diluizione, alto carico organico, pericolo igienico

digestione anaerobica, composting

| | ACQUE GIALLE | ACQUE BRUNE | ACQUE GRIGIE | Prima della depurazione | Dopo la depurazione |
|----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------------------|------------------------|
| VOLUME (l/pers*giorno) | 1,12 | 0,15 | 199 | 397 | 396 |
| N (g/pers* giorno) | 11,0 | 1,5 | 1,0 | 13,5 | 10,2 |
| P (g/pers* giorno) | 1,0 | 0,5 | 0,6 | 2,1 | 0,1 |
| N (mg/l) | 9810 | 9811 | 5,0 | 34,0 | 25,6 |
| P (mg/l) | 892 | 3270 | 3,0 | 5,3 | 0,4 |
| N/P | 11 | 3 | 2 | 6 | 72 |

QUALITA' FLUSSI

| QUANTITA' Ò | ACQUE REFLUE DOMESTICHE | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">basso carico inquinante</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">nutrienti</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">pericolo igienico alto carico organico</div> </div> | | |
|---------------|----------------------------|--|-----------------|----------------|
| | | ACQUE GRIGIE | ACQUE GIALLE | ACQUE BRUNE |
| VOLUME | 50.550 l/p*anno | 50.000 | 500 | 50 |
| COD | 30 Kg/p*anno | 41 % | 12 % | 47 % |
| N | 4-5 Kg/p*anno | 3 % | 87 % | 10 % |
| P | 0,75 Kg/p*anno | 10 % | 50 % | 40 % |
| K | 1,8 Kg/p*anno | 34 % | 54 % | 12 % |

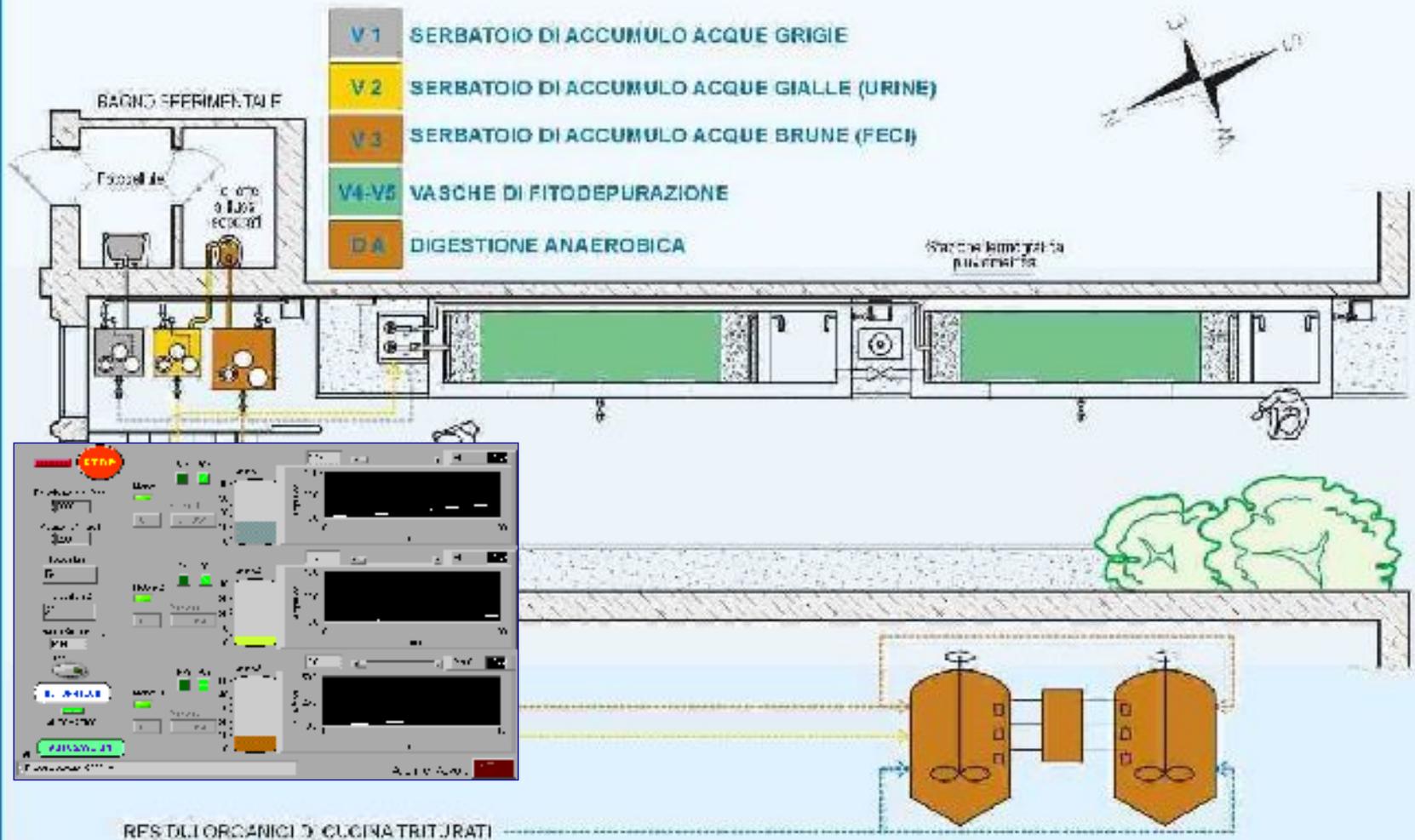
VANTAGGI DI UN APPROCCIO SOSTENIBILE BASATO SULLA SEPARAZIONE ALLA FONTE DEI FLUSSI FOGNARI

- Conservazione delle risorse
- Sistemi in sito
- Soluzioni economiche appropriate
- Riutilizzo delle risorse
- Aspetto culturale

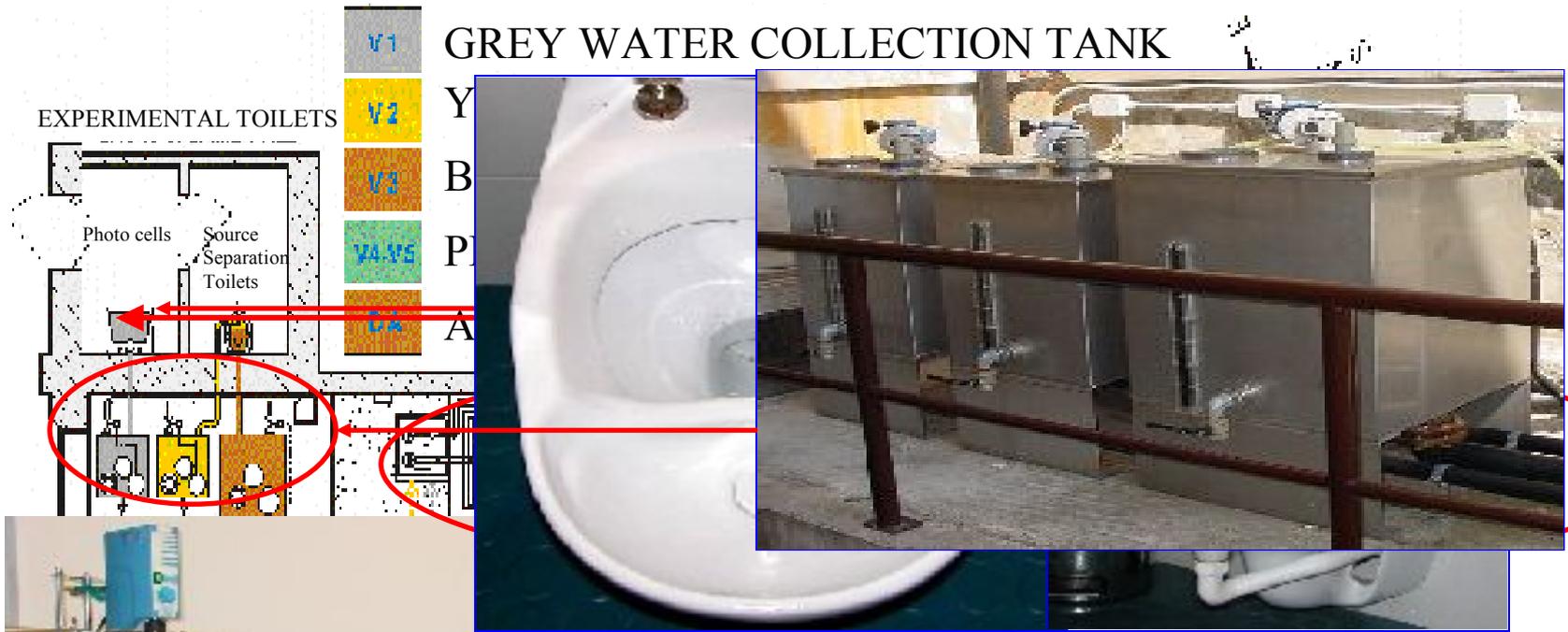
| LETTE | Toeletta convenzionale | Toeletta convenzionale con due sciacquoni differenti | Composting toilet | Vacuum toilet | Toeletta separata |
|--|---------------------------|--|----------------------|------------------|----------------------|
| Quantità acqua per uso (l) | 9 | 9 o 4 | 0,2 | 1 | 9 o 0,2 |
| Consumo acqua (m ³ /giorno) | 45 | 25 | 1 | 5 | 10 |



PROGETTO AQUANOVA



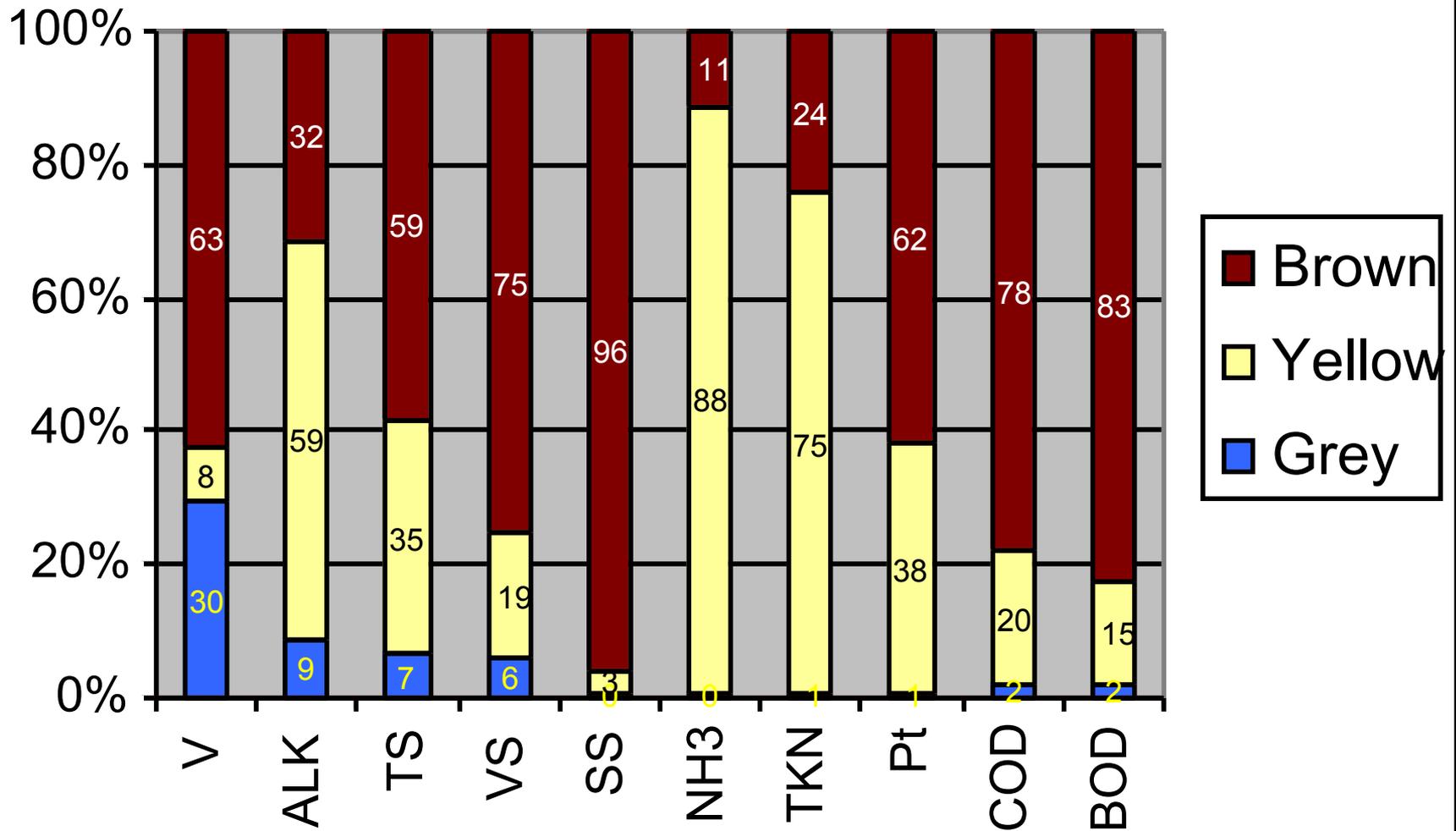
Applicazione al Dipartimento IMAGE



IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA



CARATTERISTICHE DELLE TRE COMPONENTI



flushing: brune 7 l -----> 7,85 l

gialle 2 l -----> 0,60 l

CARATTERISTICHE DEI FLUSSI REFLUI DEL SISTEMA AQUANOVA

| Parameter | Kitchen Waste | Brown Water | Yellow Water | Grey water |
|--------------------------|---------------|-------------|--------------|------------|
| pH | 5.3 | 7.43 | 8.6 | 7.4 |
| Alk (mg/l) | | 527 | 5777 | 330 |
| BOD ₅ (mg/l) | - | 874 | 1257 | 77.5 |
| COD (mg/l) | 154156 | 5905 | 3048 | 165 |
| N-NH ₃ (mg/l) | 1080 | 52 | 2034 | 4.2 |
| TKN (mg/l) | 8830 | 125 | 2766 | 8.5 |
| P _{tot} (mg/l) | | 12 | 61 | 0.44 |
| TS (mg/l) | 168851 | 3445 | 6485 | 520 |
| VS (mg/l) | 119997 | 2845 | 1450 | 294 |
| Cl (mg/l) | - | - | - | 45 |
| MBAS (mg/l) | - | - | - | 51 |
| Cd (mg/l) | | 0 | 0 | 0 |
| Cr (mg/l) | - | 0 | 0.12 | 0 |
| Cu (mg/l) | - | 0.24 | 0.11 | 0.03 |
| Fe (mg/l) | - | 1.15 | 0.53 | 0.04 |
| Mn (mg/l) | - | 0.07 | 0.01 | 0.04 |
| Ni (mg/l) | - | 0.09 | 0.04 | 0.05 |
| Pb (mg/l) | - | 0.04 | 0.02 | - |
| Zn (mg/l) | - | 2.14 | 0.97 | 0.79 |

VASCHE DI FITODEPURAZIONE



Phragmites australis

11 specie:

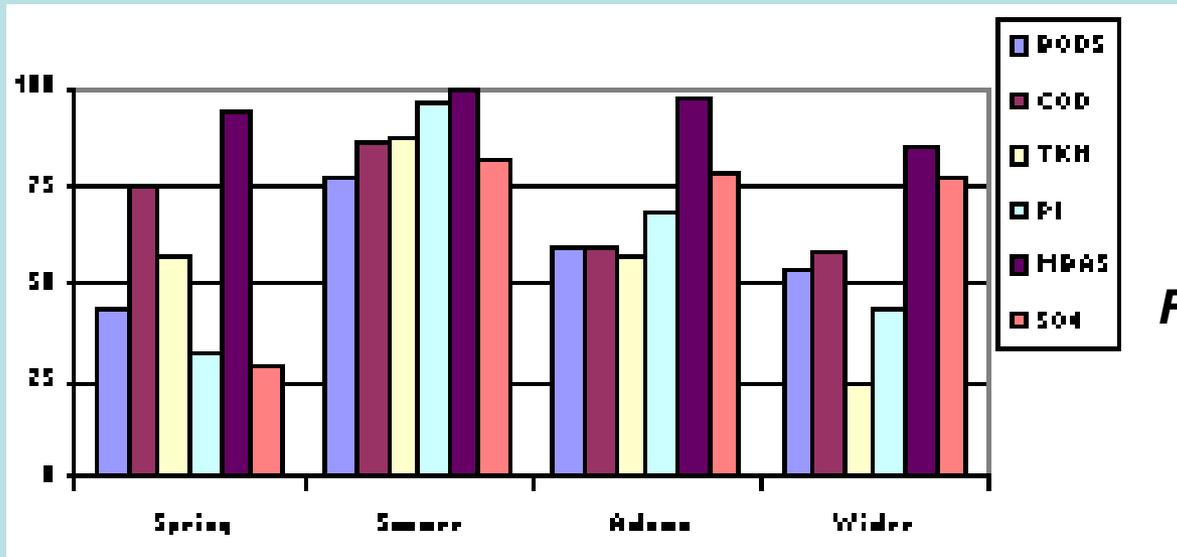
***Alisma plantago aquatica,*
Iris pseudoacorus, Thalia dealbata,
Typha latifolia, Lytrum salicaria,
Mentha aquatica rubra,
Preslia cervina,
Acorus calamus variegatus, Canna
indica, Lysimachia nummularia,
*Pontederia cordata***



EFFICIENZA DEL SISTEMA

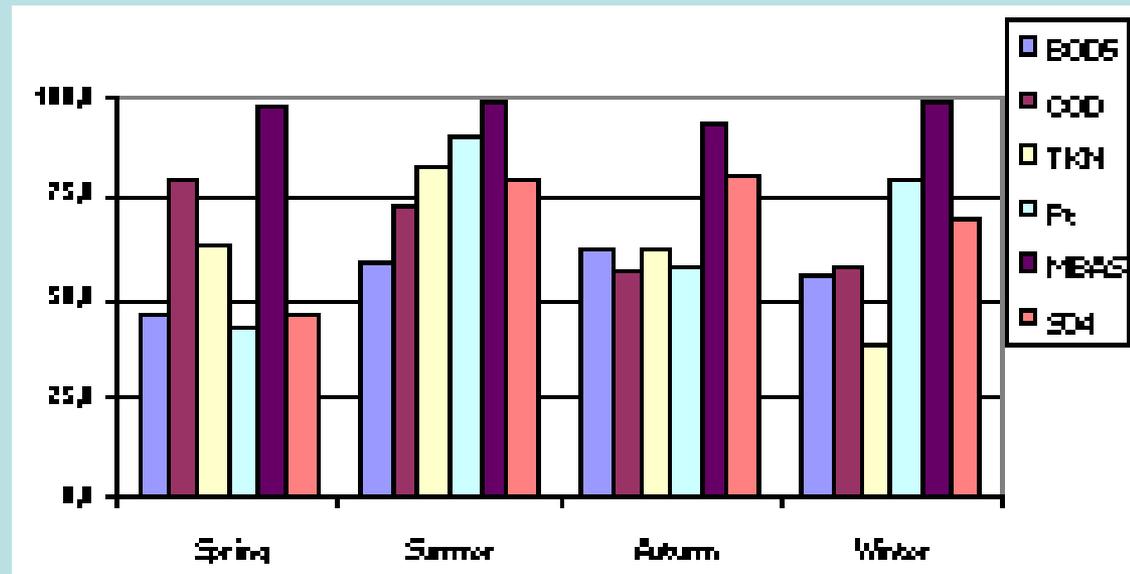
| | Load in (g/m²) | CWor Load out (g/m²) | CWph Load out (g/m²) | Cwor Efficiency (%) | CWph Efficiency (%) |
|-------------|--------------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| BOD5 | 418 | 176 | 179 | 58 | 57 |
| COD | 777 | 294 | 311 | 62 | 60 |
| TKN | 140 | 65 | 57 | 53 | 59 |
| TP | 7 | 2 | 2 | 64 | 71 |
| MBAS | 93 | 4 | 2 | 96 | 97 |
| SO4 | 193 | 59 | 57 | 70 | 71 |

Efficienza della fitodepurazione



Fitodepurazione "classica"
(*Phragmites australis*)

*Fitodepurazione con
essenze di pregio
ornamentale*



APPLICAZIONE AI RIFUGI DEL BELLUNESE

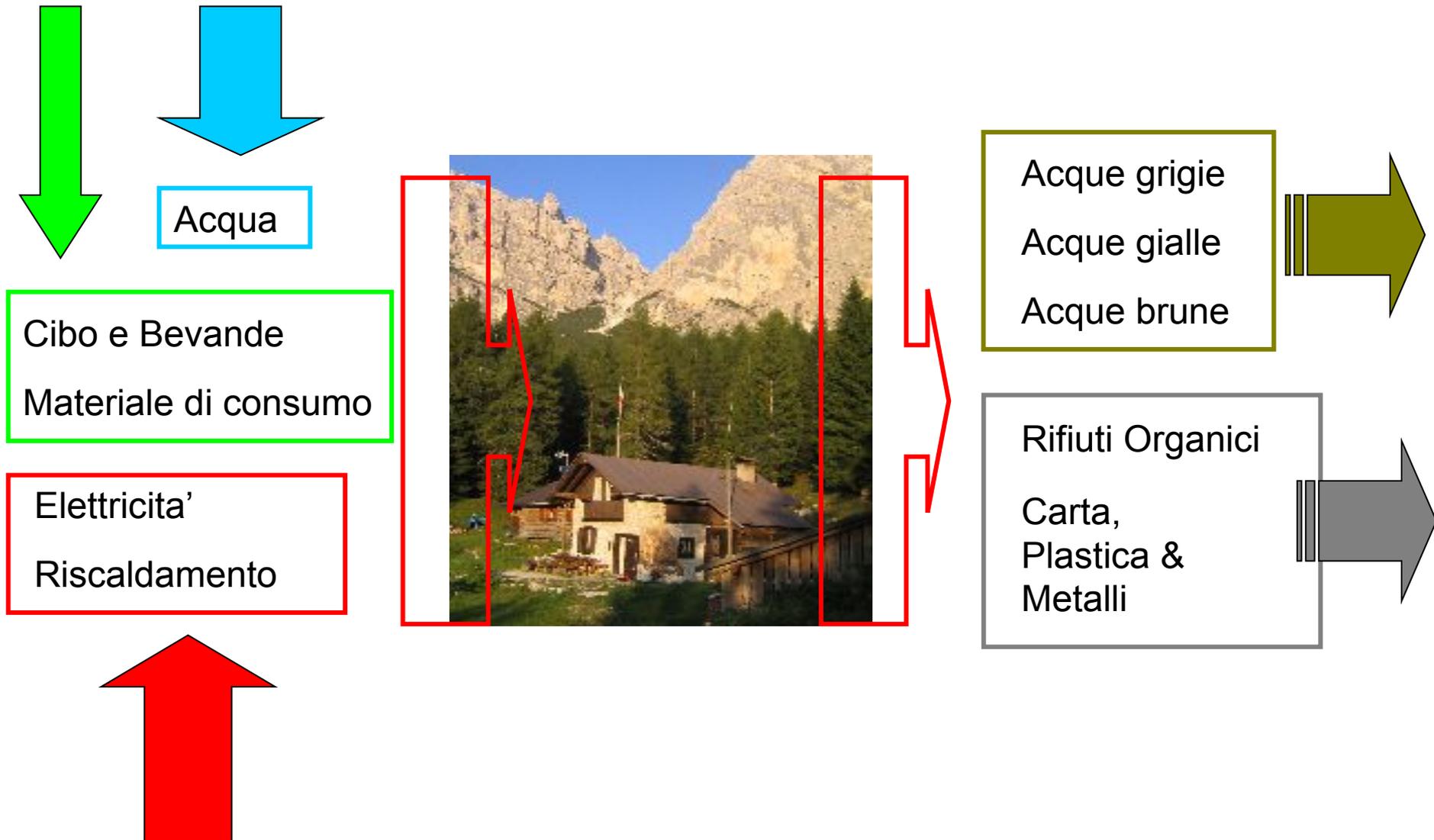
Club Alpino Italiano – Sezione Val di Zoldo

Fondazione Giovanni Angelini - Centro Studi sulla Montagna - Belluno

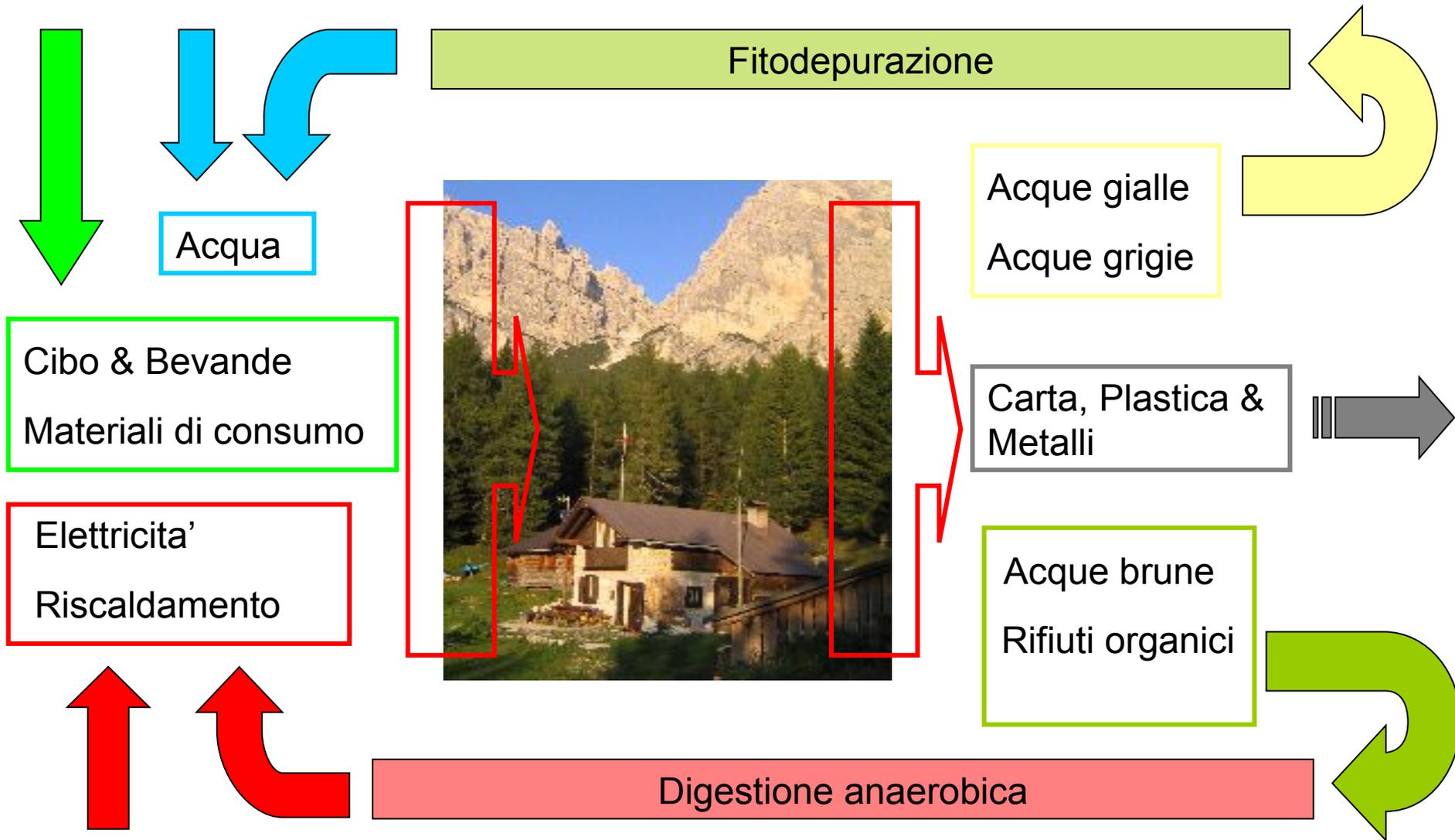
Fondazione Cassa di Risparmio di Verona, Vicenza, Belluno e Ancona

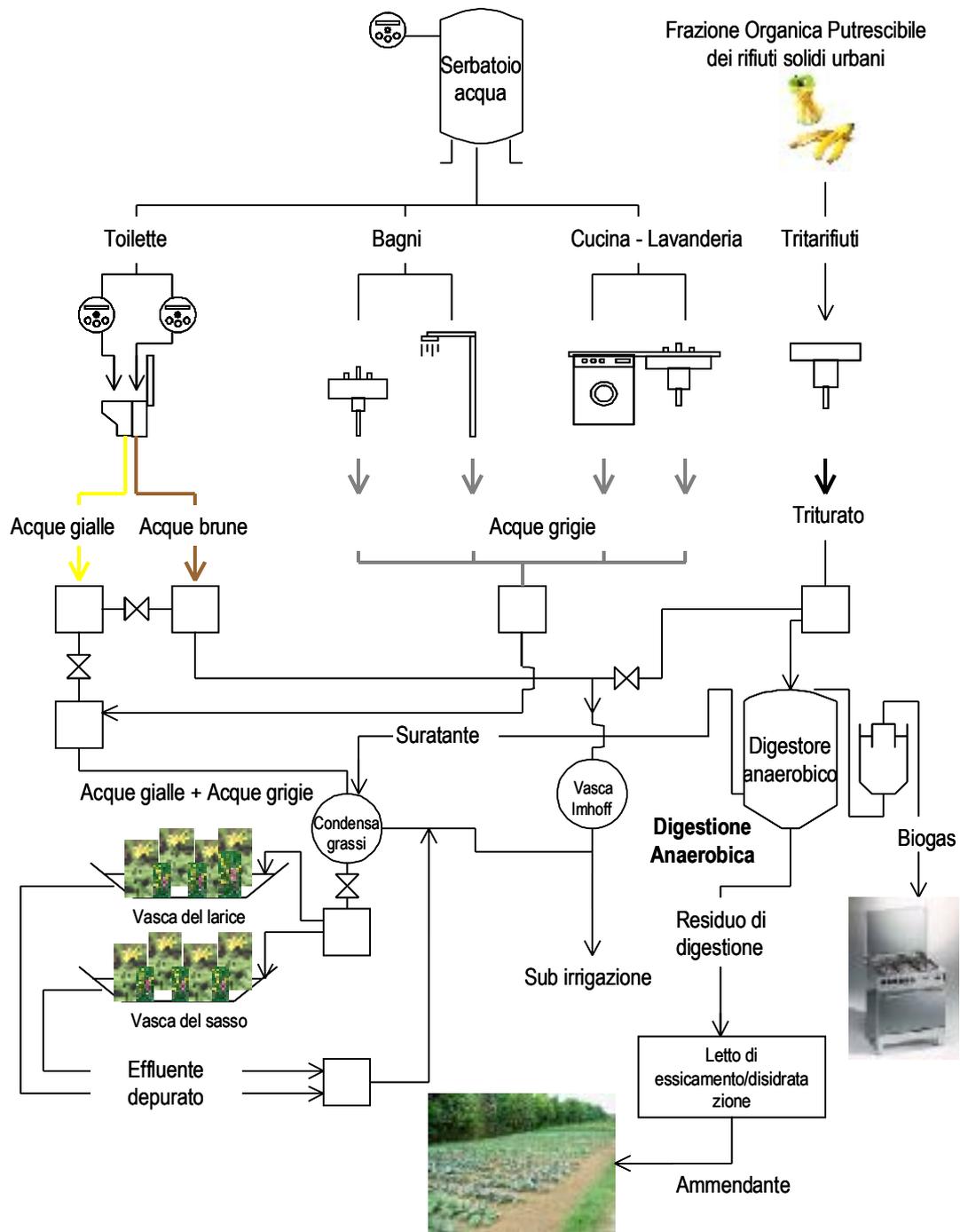


FLUSSI DI MATERIA ED ENERGIA



Vantaggi con sistema AQUANOVA





cacciata acque brune = 7 l



cacciata acque brune = 9 l



Visitatori



Max : 30 persone

media presenze : 13 persone/giorno

Temperature

TEMPERATURE

VALORE (°C)

Min

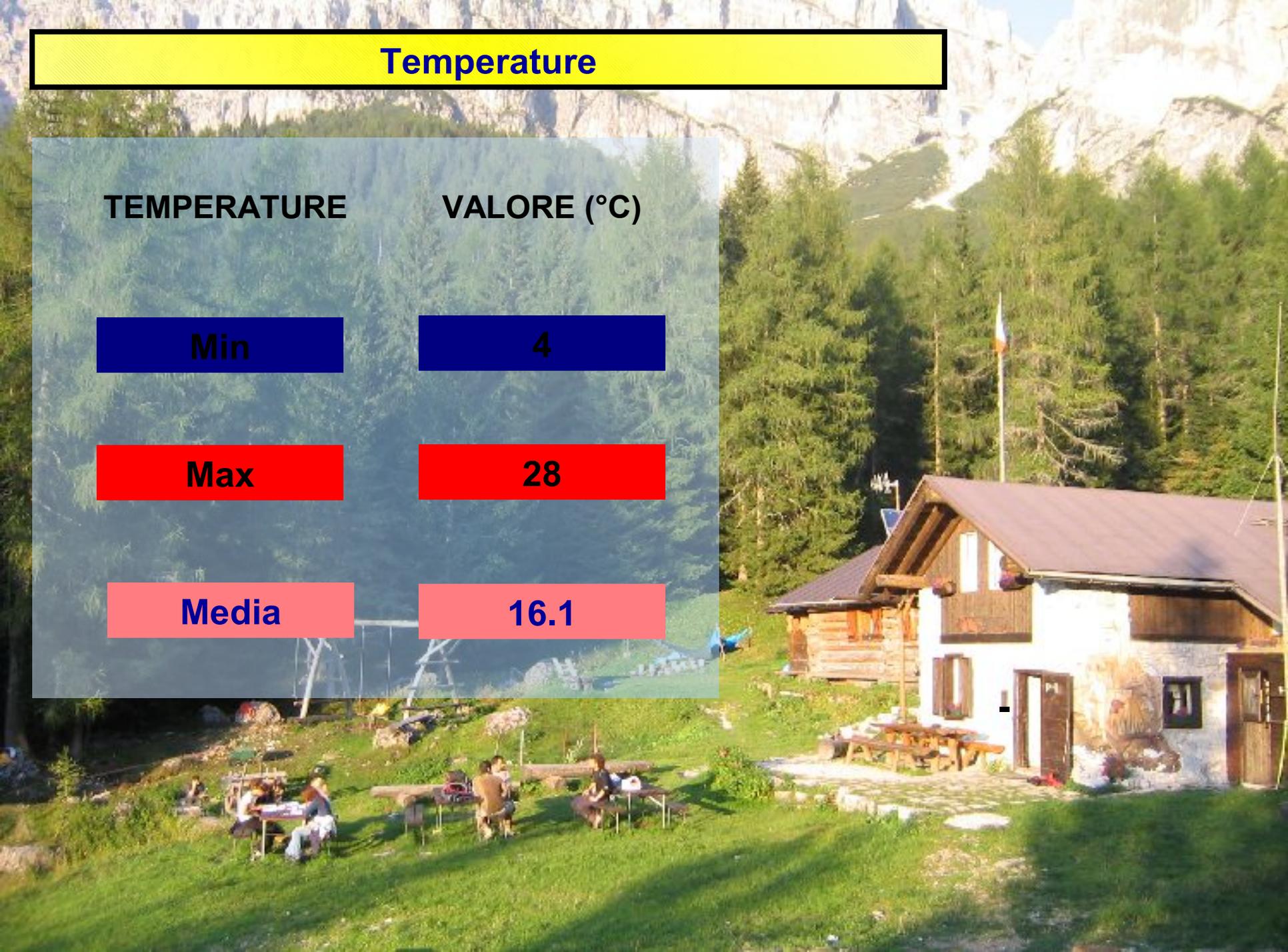
4

Max

28

Media

16.1



Pioggia



Max : 40 mm (agosto)

Media : 3.5 mm

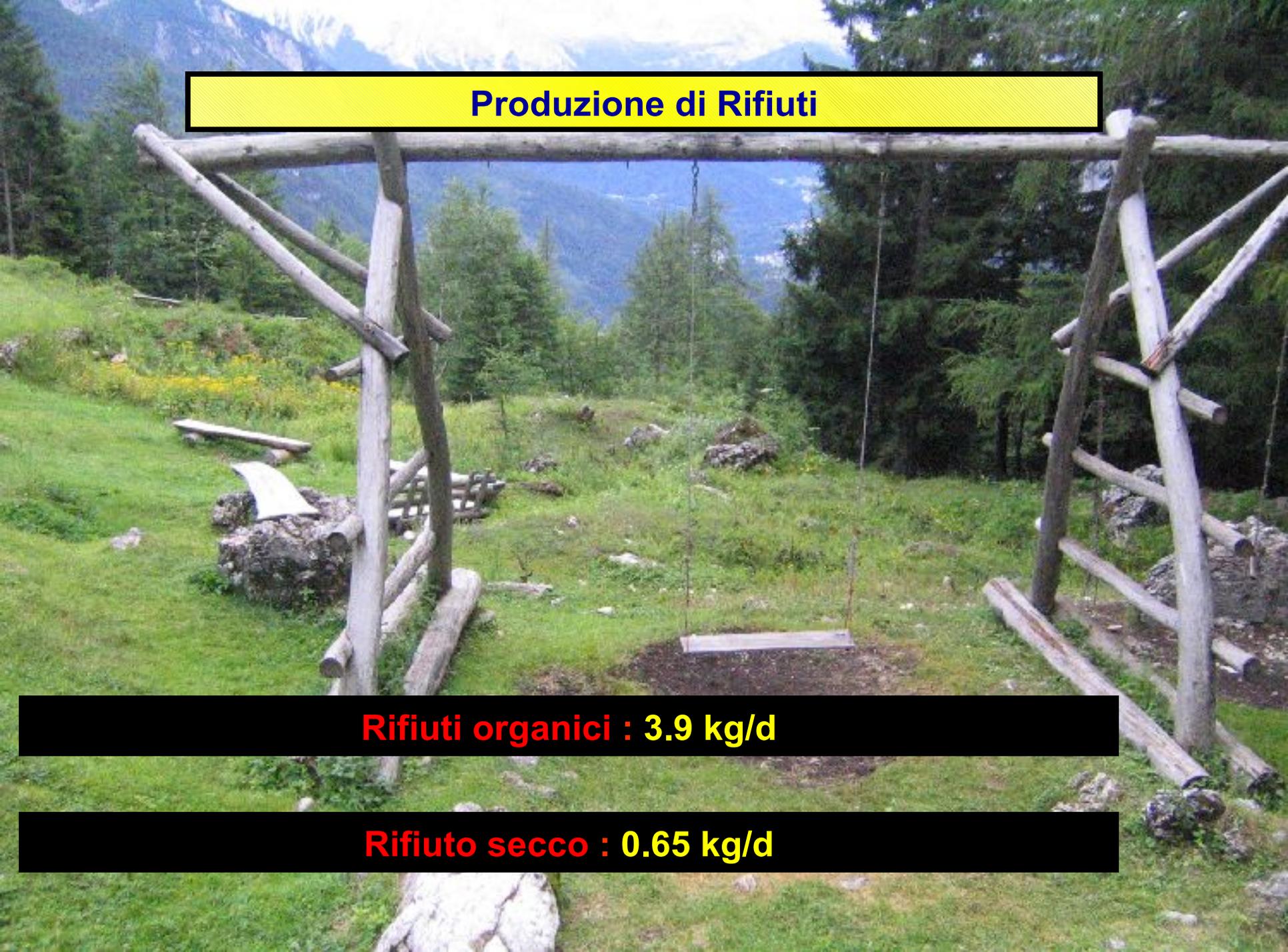
Fabbisogno di Energia e Acqua



LEGNA : 19.5 kg/d

GAS : 2.08 kg/d

ACQUA : 1060 l/d

A photograph of a wooden swing set in a mountainous landscape. The swing set is made of light-colored wood and is positioned in a grassy area. In the background, there are green trees and snow-capped mountains under a blue sky. A yellow title bar is at the top of the image.

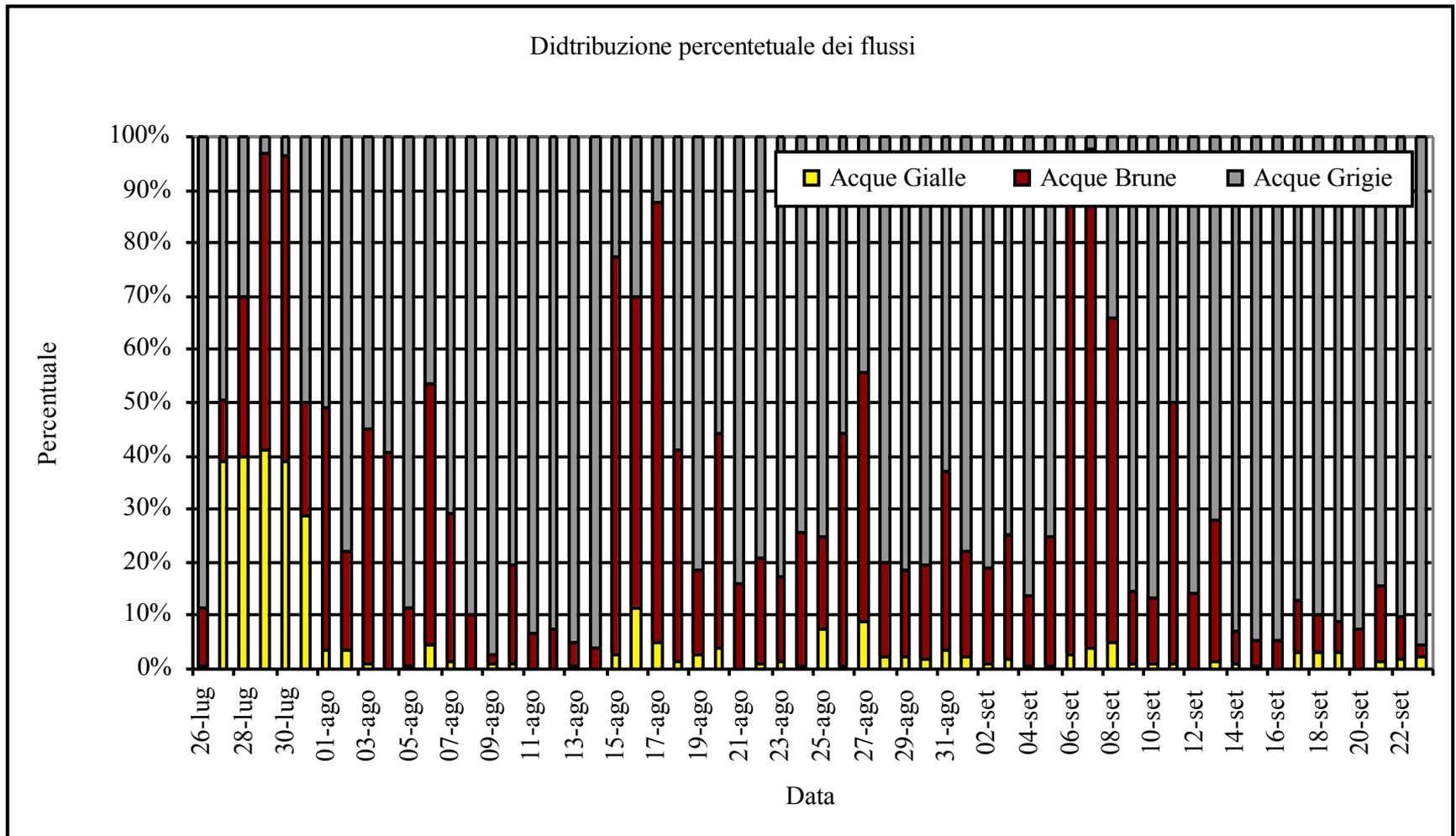
Produzione di Rifiuti

Rifiuti organici : 3.9 kg/d

Rifiuto secco : 0.65 kg/d

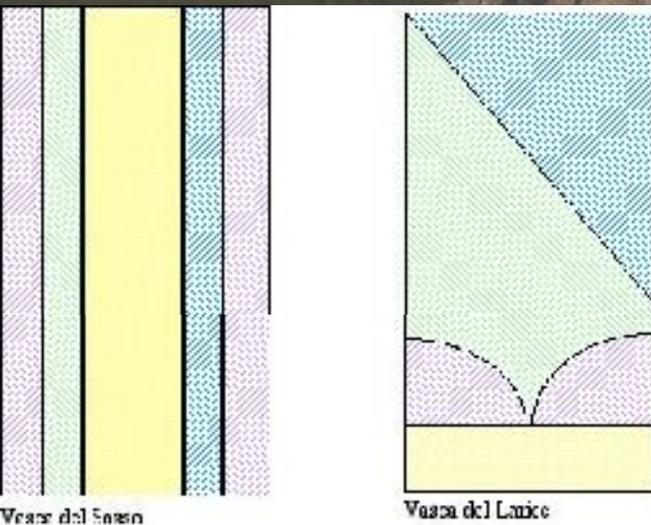
DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEI FLUSSI

acque grigie=832 l/d; acque gialle=32 l/d; acque brune=196 l/d
acque cucina = 14 l/d (triturazione rifiuti)



PIANTE: essenze locali

| Vasca del Sasso | Vasca del larice |
|---------------------------------------|--|
| 3 Senecio 3 Menta | 3 Senecio |
| 5 Adenostyles | 6 Adenostyles 2 Aconitum |
| 2 Aconitum | 3 Menta 1 Senecio |
| 3 Senecio | 4 Senecio 5 Menta |
| 3 Adenostyles 3 Senecio 1 Menta | 5 Adenostyles 3 Epilobium 1 Senecio 2 Menta |
| 2 Aconitum | 2 Aconitum 3 Adenostyles |
| 3 Menta 1 Senecio | 4 Menta 2 Senecio |
| 1 Menta | 3 Menta |

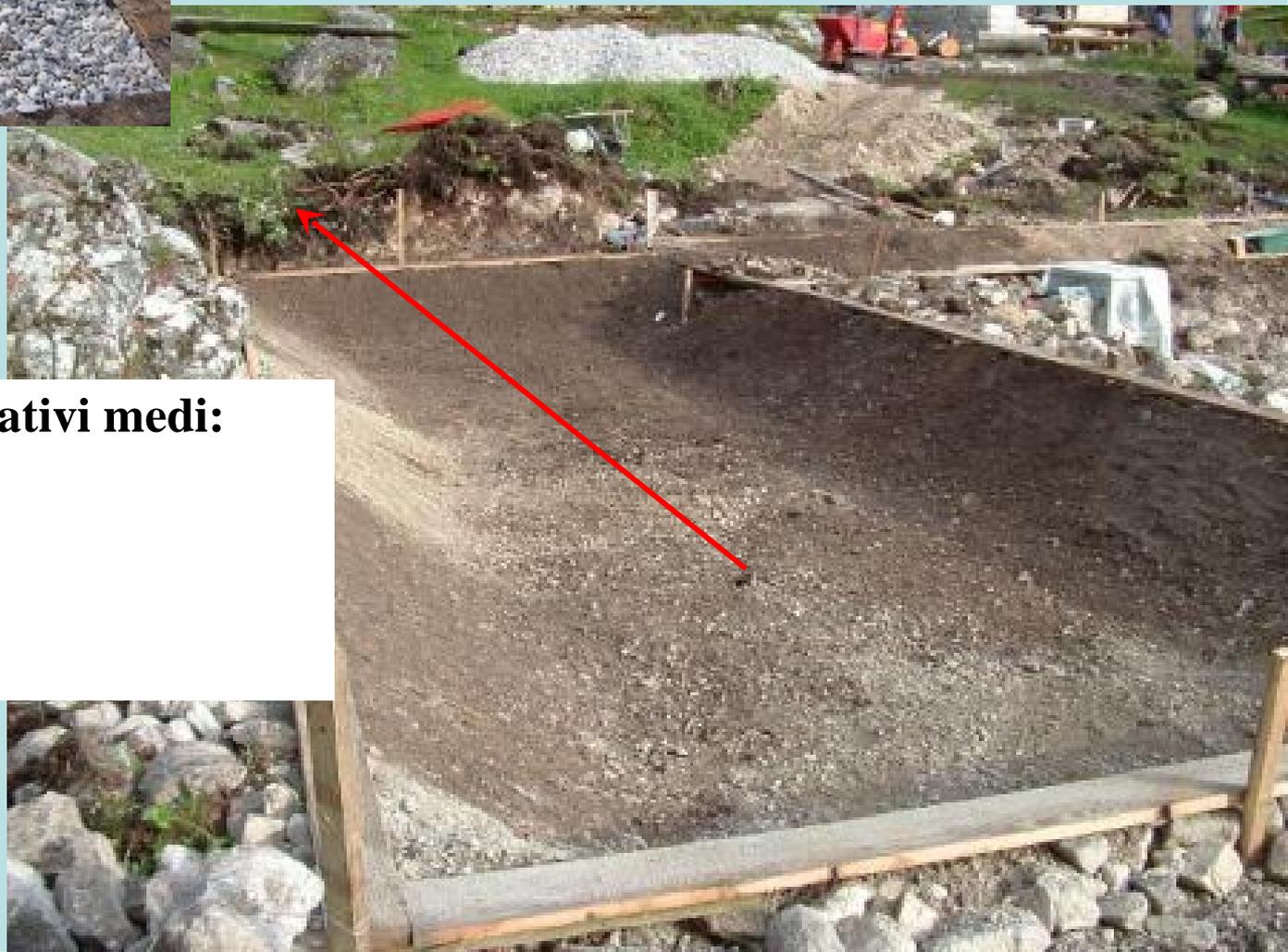


Senecio
 Adenostyles
 Myrica Odorata
 Epilobium



VASCHE DI FITODEPURAZIONE

(osservazione limitata ad 1 anno)



rendimenti depurativi medi:

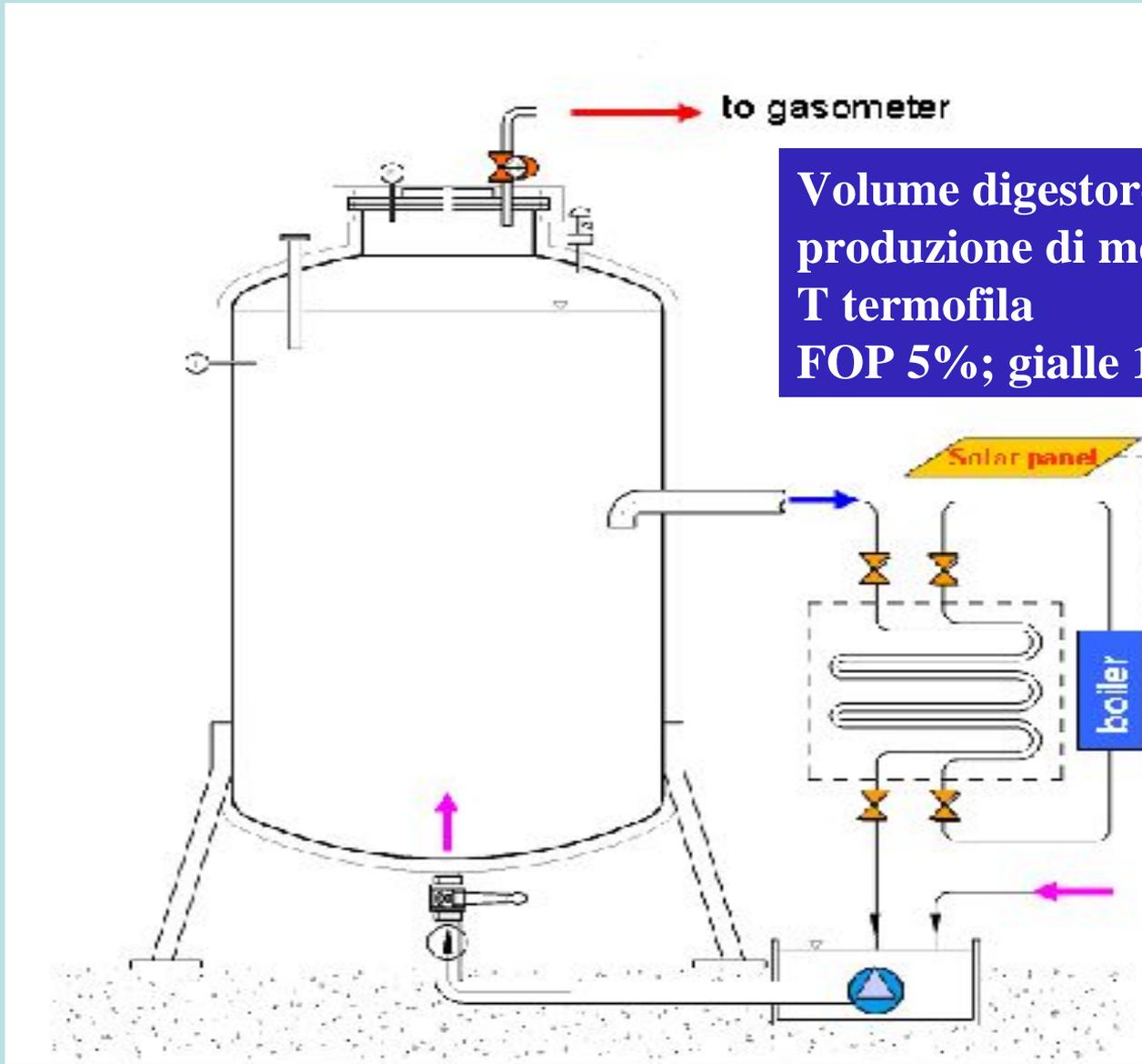
TKN = 45%

MBAS = 95%

COD = 57%



UNITA' DI DIGESTIONE ANAEROBICA



Volume digestore = 2m³
produzione di metano = 370 Nml/gSV
T termofila
FOP 5%; gialle 10%; brune 85%

VANTAGGI DEL SISTEMA AQUANOVA

utilizzo dell'acqua grigia per l'irrigazione di zone verdi a pregio estetico (che possono essere inserite in contesto residenziale) ed in caso riutilizzo delle acque fitodepurate per lo sciacquone del wc;

eliminazione dei costi di trasporto verso l'impianto di depurazione per tutte le componenti reflue;

riduzione consistente dei costi di trattamento in quanto le acque grigie (e a seconda del contesto quelle gialle) vengono utilizzate per la fitodepurazione; le acque brune e quelle gialle per la produzione di biogas;

produzione di energia tramite la digestione anaerobica;

coinvolgimento del cittadino nella gestione dell'acqua e dei rifiuti con conseguente presa di coscienza della necessita' di un impegno personale