

## **SWAMP: GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE E TRATTAMENTO DEGLI SCARICHI MEDIANTE FITODEPURAZIONE NEI SERVIZI TURISTICI**

Dr. Fabio Masi, PhD

IRIDRA Srl – Via Lorenzo il Magnifico 70 – 50129 Firenze

Tel 055- 407729 Fax 055-475593 E-mail: masi@iridra.com

### **Introduzione**

Il progetto di ricerca SWAMP rientra nel V Programma Quadro dell'area tematica Energia, Ambiente e Sviluppo Sostenibile della Comunità Europea. Il progetto si pone l'obiettivo di sviluppare linee guida per la gestione sostenibile del ciclo delle acque e per il trattamento depurativo dei reflui in siti turistici isolati. L'innovazione chiave del progetto consiste nel combinare, integrare ed ottimizzare i design dell'approvvigionamento di acqua e del trattamento dei reflui. Questo si traduce nel riutilizzo delle acque reflue trattate ad integrazione dell'approvvigionamento e nella scelta dei trattamenti depurativi più appropriati per l'ottenimento della qualità richiesta per le specifiche applicazioni del riutilizzo, ricorrendo ai principi della depurazione decentralizzata. E' appunto per approfondire queste conoscenze che il consorzio SWAMP, costituito da 9 partners provenienti da 5 paesi (Italia, Austria, Germania, Lituania, Lettonia), sta sperimentando tale approccio di gestione sostenibile supportata prevalentemente da sistemi di fitodepurazione. In questa sede vengono presentati i risultati ottenuti nei tre anni di ricerca 2001-2004 su 11 degli impianti dimostrativi, riportati in Tabella 1.

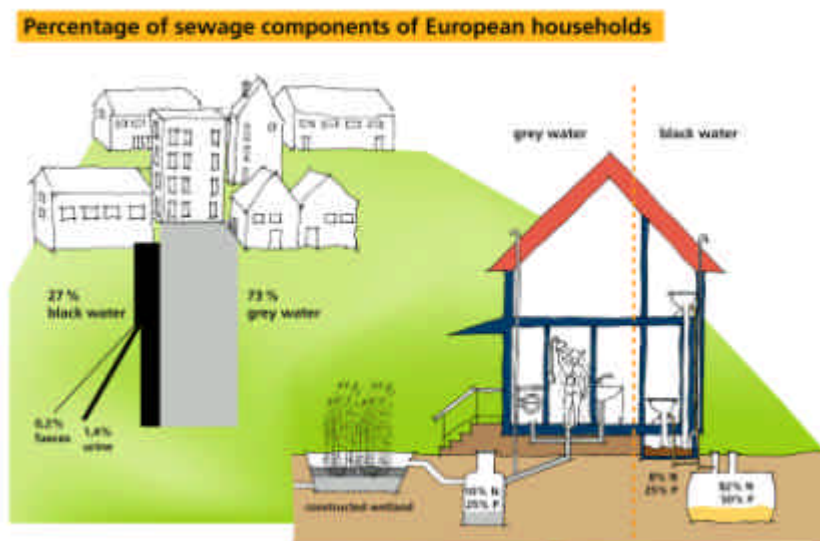


Figura 1: *Potenziali di recupero di risorse e riduzione della necessaria capacità di trattamento depurativo attraverso la gestione sostenibile del ciclo delle acque (disegno a cura di target gmbh)*

Tabella 1 – Descrizione sommaria degli 11 impianti dimostrativi monitorati – ulteriori dettagli sono disponibili sul sito web (<http://www.swamp-eu.org/ENGLISH/demosites/index.html>)

| Sito                                       | Luogo                   | Attività e principale stagione turistica                        | Condizioni                 | Abitanti eq | Tipo di sistema di fitodepurazione     |
|--|-------------------------|---|----------------------------|-------------|--|
| Baggiolino                                 | Toscana, Italia         | Agriturismo <i>primavera, estate</i>                            | 320 m slm, mediterraneo    | 30          | Sistema HF flusso sommerso orizzontale |
| Certosa                                    | Toscana, Italia         | Hotel <i>primavera, estate</i>                                  | 200 m slm, mediterraneo    | 140         | Sistema ibrido HF+VF                   |
| Parco del Gigante, Appenino Tosco-Emiliano | Emilia Romagna, Italia  | Rifugio con ristorante, <i>estate, inaccessibile in inverno</i> | 1400 m slm, appeninico     | 90          | Sistema VF flusso sommerso verticale   |
| Poppi                                      | Toscana, Italia         | Camping, <i>primavera, estate</i>                               | 140 m slm, mediterraneo    | 60          | 2 HF separazione nere/grigie           |
| Pleschwirt                                 | Stiria, Austria         | Locanda turistica <i>inverno, estate</i>                        | 1225 m slm, alpino         | 50          | 2 VF in parallelo                      |
| Klug Veitl                                 | Stiria, Austria         | Locanda e pensione <i>estate</i>                                | 1050 m slm, alpino         | 70          | FBR (sistema a biomassa adesa) + VF    |
| Karawankenblick                            | Carinzia, Austria       | Hotel e ristorante <i>estate, inaccessibile in inverno</i>      | 1050 m slm                 | 32          | 2 VF in parallelo                      |
| Fischerhof                                 | Carinzia, Austria       | Hotel e asilo <i>inverno, estate</i>                            | 800 m slm                  | 150         | VF                                     |
| Moränasee                                  | Niedersachsen, Germania | Campeggio <i>estate</i>   | Northern Germany, 70 m slm | 1000        | lagunaggio + VF                        |
| Pastoge                                    | Lituania                | Stazione di ristoro autostradale                                | Baltico, clima nordico     | 50          | VF                                     |
| Tervete                                    | Lettonia                | Sanatorio <i>tutto l'anno</i>                                   | Baltico, clima nordico     | 480/110     | HF                                     |

1) Design basato sui seguenti metodi: 1: Reed et al. (1995), 2: Platzer, 2000 3: Önorm B2505 (1998), 4: ATV-A-262E (1998), 5: ATV modificato

Il monitoraggio degli impianti ha dimostrato un'elevatissima fluttuazione dei carichi idraulici per la gran parte degli impianti al variare delle stagioni turistiche, ed anche una notevole differenza nei consumi procapite tra paese e paese. Di conseguenza, cambiando il grado di diluizione degli inquinanti, si è osservato un ampio intervallo di concentrazioni per i reflui in ingresso. Le

tecniche di fitodepurazione adottate hanno ottenuto, nei primi anni di esercizio e quindi sicuramente tendenti a migliorare ulteriormente le prestazioni depurative, costanti attemperamenti ai limiti richiesti dalle rispettive normative nazionali. Particolare attenzione è stata posta all'analisi microbiologica degli effluenti, ai fini del riuso degli stessi; un particolare approfondimento è stato svolto per indagare il destino di particolari sostanze chimiche che interagiscono con il sistema endocrino (Endocrine Disruptors), che potrebbero risultare dannose se per caso rientrassero nella catena alimentare attraverso il riuso degli effluenti.

## RISULTATI PRELIMINARI

Gli 11 impianti su cui sono state effettuati controlli di rendimento depurativo sono stati avviati nel 2002. Solo 9 su 11 sono stati soggetti ad analisi regolari e per un periodo sufficiente di tempo per permettere alcune prime conclusioni sui risultati ottenuti.

Il dimensionamento e la progettazione dei sistemi di gestione sostenibile del ciclo idrico si sono basate su un'indagine dettagliata del fabbisogno idrico, sui suggerimenti per le misure di riuso dell'acqua di scarico trattata e di risparmio nei consumi, sull'inserimento di sistemi di equalizzazione per i picchi settimanali di flusso turistico e del trattamento depurativo con impianti di fitodepurazione.

Su tutti gli impianti è stato quindi effettuato un comune programma di controllo con frequenza mensile che contiene i parametri chimici e microbiologici standard. Anche le portate in ingresso ed uscita sono state misurate regolarmente. I campioni mensili sono stati prelevati su tutti gli impianti dopo il trattamento primario, all'ingresso ed all'uscita dei sistemi di fitodepurazione. Nel caso dei sistemi ibridi, i campioni sono stati prelevati all'ingresso ed all'uscita di ogni stadio di trattamento.

Tabella 2 - Portate giornaliere misurate su alcune delle utenze turistiche e rapporto tra i valori estremi di flusso minimo e flusso massimo, che varia da 1,9 a 17.

| Sites           | (m <sup>3</sup> /d) |      |       |                  |
|-----------------|---------------------|------|-------|------------------|
|                 | max                 | min  | media | Rapporto max/min |
| Baggiolino      | 6,6                 | 0,38 | 2,0   | 17,4             |
| Certosa         | 37,0                | 17,7 | 26,6  | 2,1              |
| Pleschwirt      | 1,1                 | 0,58 | 0,85  | 1,9              |
| Klug Veitl      | 3,1                 | 0,6  | 1,7   | 5,2              |
| Karawankenblick | 8,0                 | 0,5  |       | 16,0             |
| Fischerhof      | 24,5                | 4,7  | 11,3  | 5,2              |
| Moränasee       | 90,0                | 20,0 |       | 4,5              |
| Pastoge         | na                  |      |       |                  |
| Tervete         | na                  |      |       |                  |

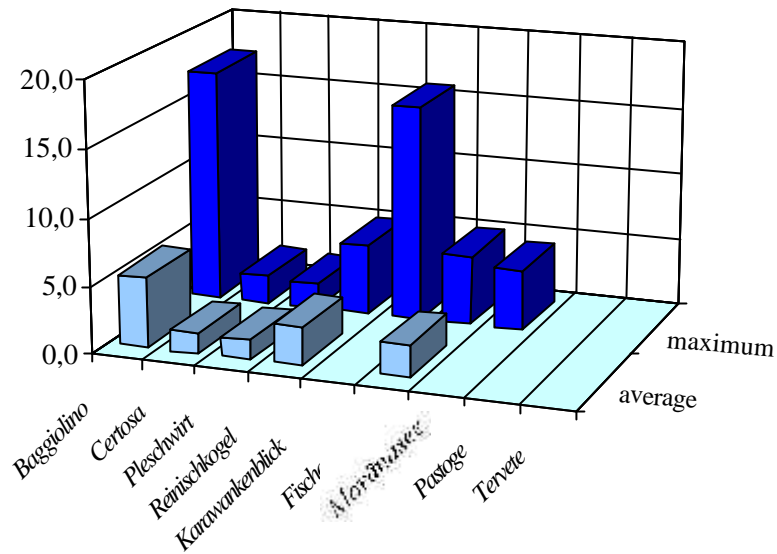


Figura 1 – Rappresentazione dei rapporti tra flusso minimo e flusso medio e tra flusso massimo e flusso medio al fine di visualizzare e paragonare le variazioni di flusso per i differenti impianti indipendentemente dai valori reali delle portate.

Le fluttuazioni dei flussi turistici e le conseguenti variazioni di flusso idrico negli impianti di depurazione osservate sono molto tipiche per le utenze turistiche. Per i casi osservati ci sono cicli principalmente stagionali o sub-stagionali. Le attività di turismo hanno normalmente un carattere stagionale distinto, dipendente dalla distribuzione delle vacanze, dal tempo, ecc. Il picco sarà ovviamente molto più critico per il trattamento depurativo mediante uno stadio biologico come la fitodepurazione, se si presenta durante il periodo freddo come nel caso delle utenze turistiche in località sciistiche (vedi Figure 2 e 3 per i casi di Fischerhof a Baggioolino).

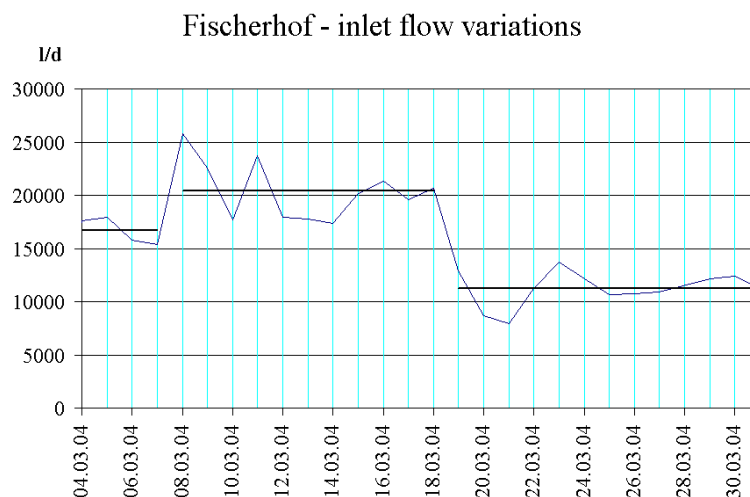


Figura 2 - Variazioni di portata giornaliera a Fischerhof (Austria) tra il 4 e il 30 Marzo 2004. Il rapporto tra minimo and massimo in questo periodo è pari a 3,5. Le linee orizzontali mostrano valori medi su periodi con flussi simili.

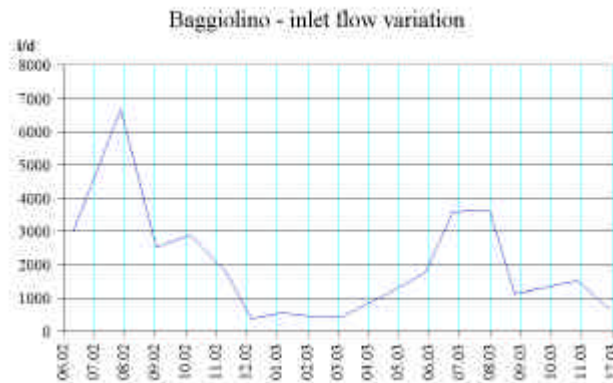


Figura 3 - Variazioni di portata giornaliera all'agriturismo Baggiolino (Italia). . Il rapporto tra minimo and massimo nel periodo tra Giugno 2002 e Dicembre 2003 è pari a 17.

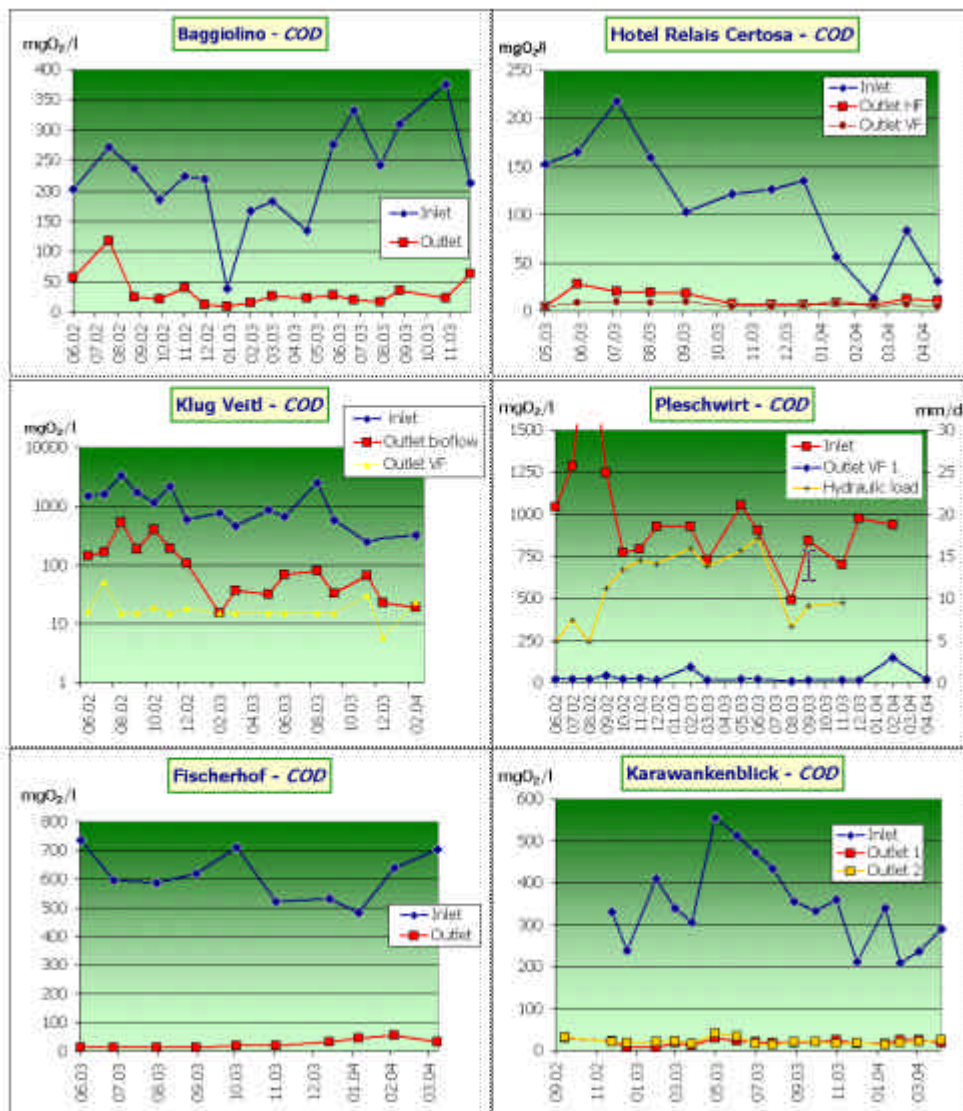


Figura 4 – Concentrazioni di COD in ingresso ed uscita da 6 impianti di fitodepurazione (Klug Veit diagramma in scala logaritmica) in Italia e Austria

Si deve considerare che sia le configurazioni impiantistiche sia la qualità dei reflui trattati differiscono nettamente da un sito all'altro. I due impianti osservati in Italia presentano concentrazioni di contenuto organico molto basse, a fronte di consumi idrici procapite molto alti (circa 500-900 litri per giorno), mentre nell'impianto austriaco di Klugveitl si sono misurati consumi molto più bassi (circa 90 lt/g). L'osservazione delle composizioni dei reflui in ingresso e delle quantità prodotte nei vari periodi e situazioni ha ben dimostrato la necessità di procedere in modo relativo alla progettazione dei singoli impianti per utenze turistiche, dopo un accurato studio della situazione esistente, senza appoggiarsi strettamente agli eventuali regolamenti o linee guida nazionali rischiando in tal modo un pessimo rendimento depurativo in alcuni periodi dell'anno o anche costi di realizzazione più elevati di quanto necessario. La precisa identificazione dei picchi stagionali può permettere infatti la riduzione delle superfici di trattamento, se tali picchi avvengono durante stagioni temperate o calde dove i rendimenti sono superiori rispetto alla media annuale.

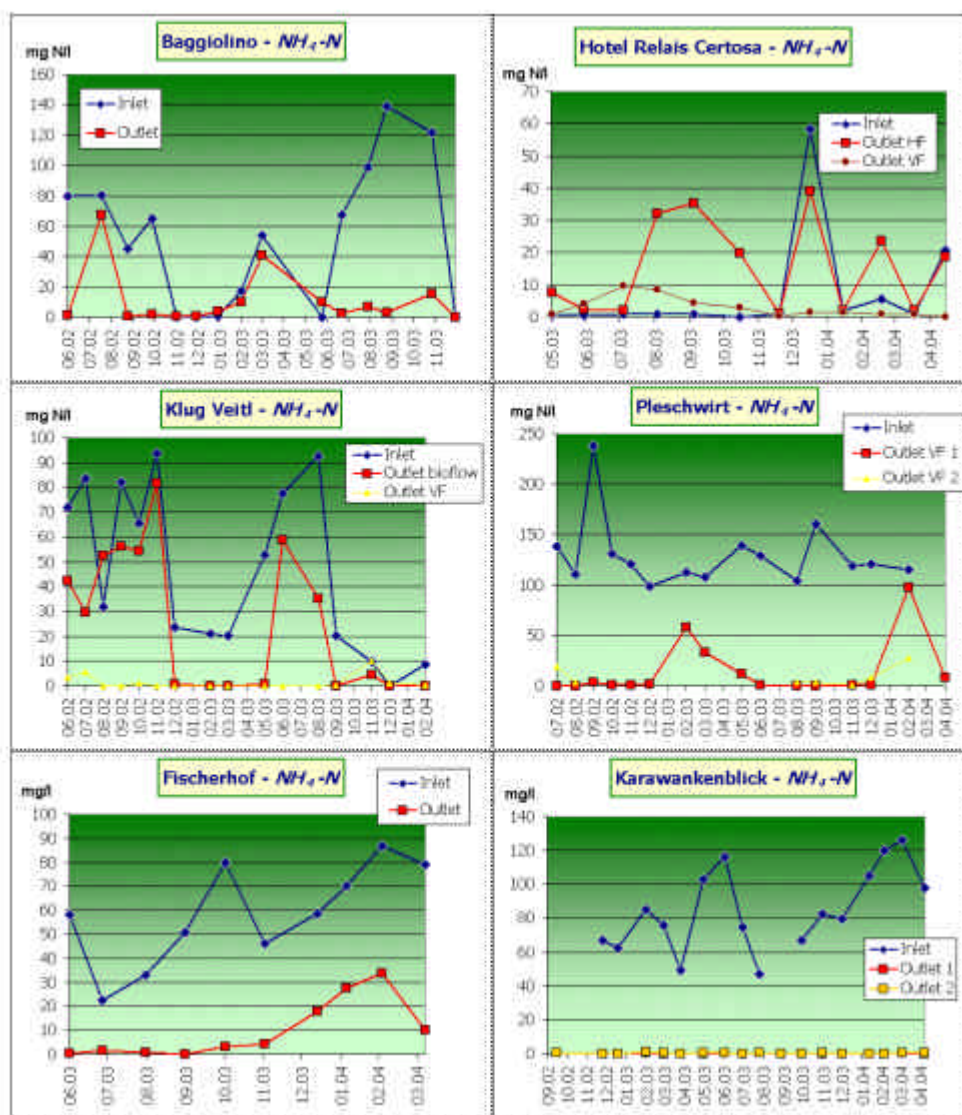


Figura 5 - Concentrazioni di  $NH_4-N$  in ingresso ed uscita da 6 impianti di fitodepurazione in Italia e Austria

Come visualizzabile nelle Figure 4 e 5, sia il carico organico che l'azoto ammoniacale, qui riportati come esempi significativi tra i molteplici parametri osservati, sono stati adeguatamente trattati dagli impianti di fitodepurazione, anche a fronte di notevoli variazioni delle concentrazioni

in ingresso. Ciò dimostra la validità del trattamento di utenze "oscillanti" con tecniche estensive naturali o seminaturali, che sembrano offrire maggiore elasticità e garanzie di buon funzionamento nel tempo (anche a fronte di una scarsa gestione) rispetto ad altre configurazioni di impianto più compatte ed a più elevata tecnologia.

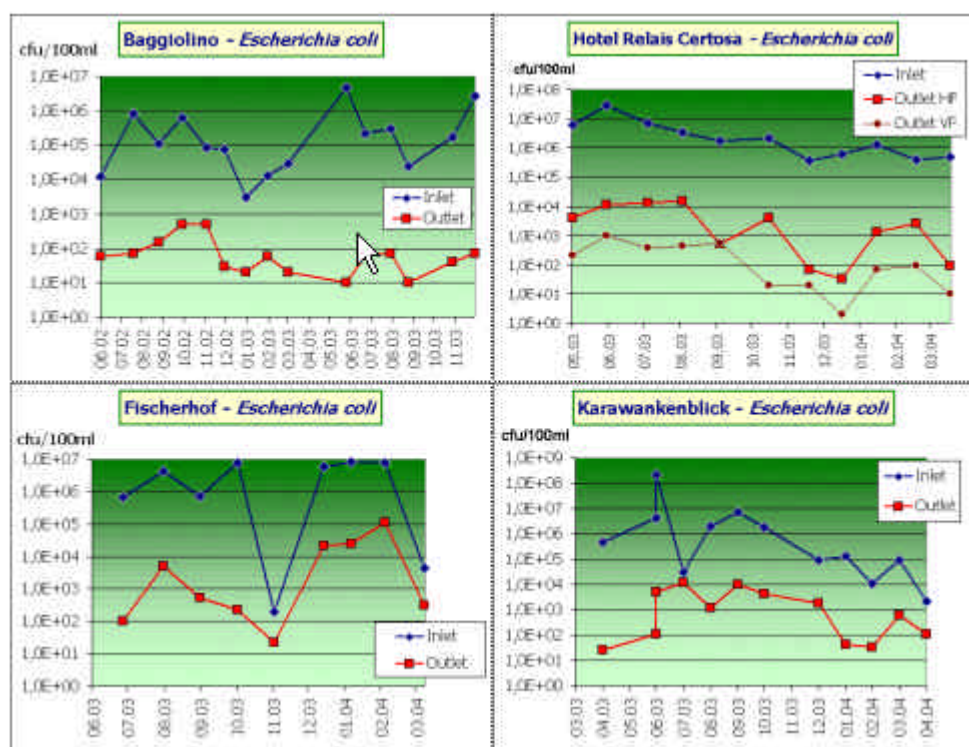


Figura 6 - Concentrazioni di *Escherichia Coli* in ingresso ed uscita da 4 impianti di fitodepurazione in Italia e Austria

Anche la carica batterica è stata abbattuta a livelli estremamente significativi nei 4 impianti monitorati. La maggiore efficacia nella disinfezione è stata osservata nel sistema combinato HF+VF all'Hotel Relais Certosa, dove, dal momento dello sviluppo del fragmiteto, si sono sempre ottenuti valori inferiori a quanto richiesto dalla normativa italiana per il riuso degli effluenti (DM 185/2003).

Nello stesso impianto è stata anche svolta un'indagine sulla rimozione degli EDC; le famiglie di composti organici indagate, ovvero estrogeni, tensioattivi, ftalati e IPA (idrocarburi policiclici aromatici) hanno mostrato una quasi completa eliminazione durante il trattamento nel sistema combinato di fitodepurazione; l'analisi separata di particolato e soluzione acquosa ha dimostrato che i processi di sedimentazione e filtrazione sono i maggiori responsabili della rimozione degli organici persistenti, grazie all'adsorbimento di queste molecole sulle particelle in sospensione che ne permette l'intrappolamento nel materiale di riempimento dei letti e la successiva lenta degradazione. Nell'effluente sono state rilevate tracce (nell'ordine dei microgrammi per litro) di IPA, partendo da concentrazioni in ingresso di circa 0.5 mg/l, basse concentrazioni di ftalati, nell'intervallo di 10-200 mg/l (in gran parte dovuti al rilascio di bis-2-etilftalato dalla stessa membrana di impermeabilizzazione in LDPE) mentre il 17- $\alpha$ -estradiolo e l'etinil-estradiolo, presenti in ingresso con concentrazioni intorno a 10  $\mu$ g/l, sono stati completamente eliminati. Per quanto riguarda i tensioattivi, mentre gli anionici sono stati degradati con percentuali maggiori del 98%, i non-ionici hanno subito una frammentazione dei polimeri all'interno dei letti di fitodepurazione, producendo dimeri o monomeri come il nonilfenolo, ancora presenti in basse concentrazioni nell'effluente.

## Conclusioni:

Sebbene il periodo di monitoraggio degli impianti sia stato piuttosto breve ed ancora non pienamente significativo (in questi tipi di impianti si raggiunge un equilibrio dinamico e rendimenti costanti nel tempo solo dopo 2-3 anni dall'avvio), si può già affermare che la fitodepurazione risponde adeguatamente alle problematiche poste dal trattamento di reflui caratterizzati da ampie variazioni quali-quantitative nel corso dell'anno, come tipico per le utenze turistiche.

## Bibliografia

ATV-A-262E Principles for the dimensioning, construction and operation of plant beds for communal wastewater with capacities up to 1000 total number of inhabitants and population equivalents (1998). Germany.

ÖNORM B2505 Bepflanzte Bodenfilter (Pflanzenkläranlagen) (1998). Vienna, Austria.

Masi, F., Conte, G., Lepri, L., Martellini, T., Del Bubba, M. "Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs) and Pathogens removal in an Hybrid CW System for a Tourist Facility Wastewater Treatment and Reuse". Proceedings of the 9th IWA International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Avignon (Francia), vol. 2, pp. 461-468, 2004.

Platzer C. (2000). Development of reed bed systems - a European perspective, 7th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control 2000, Lake Buena Vista, Florida, USA.

Reed SC, Middlebrooks EJ and Crites RW (1995) Natural Systems for Waste Management and Treatment, McGraw-Hill Book Co., New York, USA.

## Contatti:

Dr. Fabio Masi, PhD

IRIDRA S.r.l.

Via Lorenzo il Magnifico 70 – 50129 Firenze

Tel.: +39 055 470729, Fax: +39 055 475593

E-Mail: [masi@iridra.com](mailto:masi@iridra.com)

Homepage: <http://www.iridra.com>

SWAMP homepage: [www.swamp-eu.org](http://www.swamp-eu.org)