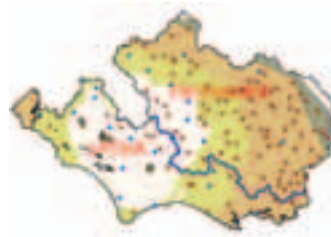


integrata della risorsa idrica nelle Isole Eolie, è stato sviluppato un Sistema Informativo Geografico e una specifica applicazione per l'analisi di scenari macro-localizzativi considerando gli impatti potenziali sulla biodiversità e sulla qualità delle matrici ambientali;

- nell'ambito del "Progetto Ambiente del Parco Scientifico e Tecnologico del Lazio Meridionale" la valutazione tecnico-economica del processo in piena scala è stata integrata da un'analisi GIS-based di potenziali scenari localizzativi dell'impianto basata sulla considerazione sia della pianificazione di settore, sia di ottimizzazioni conseguibili sui costi di trasporto;
- il progetto di un sistema di dissalazione per il centro di Ginostra (Stromboli) è stato corredato da uno studio di pre-fattibilità ambientale (ai sensi della normativa e degli indirizzi vigenti in tema di valutazione e verifica degli investimenti pubblici).



**Studio per la realizzazione delle infrastrutture per la gestione integrata della risorsa idrica nelle Isole Eolie: analisi delle potenzialità macro-localizzative (Lipari)**

**Progetto Ambiente del Parco Scientifico e Tecnologico del Lazio Meridionale: analisi di accessibilità, in termini di costo di trasporto, relativa ai rifiuti agro-industriali prodotti annualmente nei Comuni dell'area di studio**

## Laboratori

Le attività sperimentali sono realizzate in laboratori avanzati dotati di apparecchiature per:

- gascromatografia
- cromatografia liquida e ionica
- spettrometria di massa, per l'analisi dei composti organici e dei rapporti isotopici di carbonio e azoto
- spettrometria di assorbimento atomico
- spettrofotometria UV-visibile
- analisi del carbonio organico ed inorganico
- microscopia ottica in campo chiaro e in fluorescenza.

Nei laboratori, oltre all'attività analitica, si progettano e si realizzano apparecchiature automatiche di controllo e di misura e si eseguono determinazioni avanzate di respirometria ed embriotossicologia.



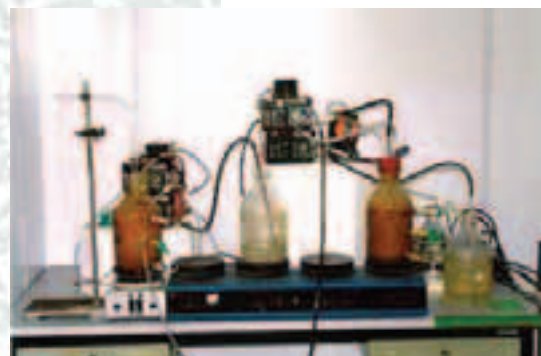
**Laboratorio di gascromatografia, GC/SM**



**Laboratorio di gascromatografia**



**Impianto pilota per il trattamento a membrana di reflui industriali**



**Reattori SBR in scala da laboratorio**

## GESTIONE RISORSE IDRICHE

### Obiettivi

Ricerca, sviluppo tecnologico e progettazione nel campo delle tecnologie di trattamento e della gestione sostenibile della risorsa idrica.

In particolare:

- sviluppo di metodologie per la caratterizzazione ed il controllo di corpi idrici sotterranei e superficiali;
- sviluppo di processi di trattamento delle acque superficiali, sotterranee e dei reflui;
- ingegnerizzazione di processi messi a punto in laboratorio e realizzazione d'impianti in scala laboratorio, pilota e dimostrativa;
- progettazione di sistema, per l'affidamento delle realizzazioni e/o delle concessioni, per interventi dimostrativi nel campo delle infrastrutture della filiera impiantistica per la gestione integrata della risorsa idrica (gestione fonti di approvvigionamento, dissalatori, infrastrutture di trattamento, di affinamento e riutilizzo);
- valutazione di sostenibilità di interventi "di sistema", integrati su scala territoriale;
- valutazione d'impatto ambientale di interventi puntuali nel campo delle infrastrutture della filiera impiantistica per la gestione integrata della risorsa idrica.

### Attività di ricerca e sviluppo - Tecnologie

Le attività, svolte presso il Centro Ricerche di Bologna, riguardano:

#### • Tutela dei corpi idrici:

- *Miglioramento dei corpi idrici recettori.* L'obiettivo del progetto di ricerca consiste nello sviluppo di strumenti per la valutazione degli effetti di scarichi urbani in tempo di pioggia su corsi d'acqua ricettori. Il progetto intende inoltre approfondire le metodologie integrate di simulazione finalizzate a costituire, attraverso l'integrazione degli aspetti di qualità con quelli di quantità della risorsa idrica, un valido supporto per gli interventi gestionali.
- *Sorveglianza dello sviluppo algale in invasi artificiali.* L'obiettivo del progetto è il controllo dell'eccessiva proliferazione algale (fioritura o *bloom* algale), che comporta un deterioramento delle caratteristiche organolettiche e delle condizioni igienico-sanitarie dell'acqua; il monitoraggio, effettuato tramite una sonda fluorimetrica, consente la determinazione, in tempo reale, della concentrazione della clorofilla e quindi dell'andamento della quantità di biomassa algale, permettendo eventuali azioni correttive in tempo utile. Una sperimentazione specifica, finanziata da "Romagna Acque", è stata condotta presso l'invaso di Ridracoli (Forlì-Cesena) in collaborazione con ARPA Emilia Romagna e l'azienda "Communication Technology".
- *Monitoraggio biologico per il rilevamento delle situazioni di criticità ambientale.* Il progetto è finalizzato alla realizzazione di un sistema di monitoraggio in grado di segnalare in tempo reale l'insorgenza di situazioni di criticità in ambienti acquatici. La segnalazione si ottiene utilizzando un sensore biologico (in questo caso il mollusco bivalve *Mytilus galloprovincialis*) associato ad una sonda multiparametrica con sensori di tipo chimico-fisico. Tutti i dati sono gestiti da un sistema computerizzato che provvede a segnalare l'insorgenza di situazioni anomale ed ad attivare un campionatore per il prelievo di acqua.
- *Messa a punto di saggi tossicologici su molluschi bivalvi: Mytilus Galloprovincialis e Tapes Philippinarum.* Il decreto legislativo 152/99 (e successive modifiche/integrazioni) prevede che siano condotti saggi biologici a breve e a lungo termine su specie selezionate appartenenti a diversi gruppi tassonomici, privilegiando le specie autoctone. Gli embrioni e le larve di bivalvi sono utilizzati in ecotossicologia per valutare la qualità delle acque in quanto sono molto sensibili agli inquinanti e consentono di ottenere una risposta rapida. La ricerca, che verrà condotta in collaborazione con ARPA Emilia Romagna e con la Provincia di Ferrara, prevede la defini-



zione di una procedura per la realizzazione di test su larve di bivalvi, presenti in sacca di Goro (Ferrara), da condurre sia con composti tossici di riferimento che con campioni di acqua prelevati durante situazioni di criticità ambientale verificatisi nella laguna.

- **Minimizzazione di impatto delle acque di prima pioggia.** Il progetto, finanziato dal Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio, prevede lo sviluppo di modelli previsionali dei carichi inquinanti provenienti dalle acque di prima pioggia al fine di minimizzare l'impatto sui corpi idrici recettori. Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione di un impianto in scala reale per il contenimento dell'inquinamento dei corpi idrici superficiali derivante dalle acque di prima pioggia.

- **Trattamento delle acque sotterranee e dei reflui:**

- **Caratterizzazione respirometrica e valutazione della tossicità di reflui civili ed industriali.** Sono state messe a punto numerose metodologie respirometriche per la valutazione della biodegradabilità e tossicità di reflui dell'industria zootecnica, agroindustriale, tessile, farmaceutica, conciaria e delle acque di scarico civili.

- **Tecnologie di trattamento delle acque sotterranee.** L'inquinamento dei nitrati delle acque di falda è uno dei maggiori problemi di contaminazione delle acque sotterranee nelle aree ad agricoltura intensiva. L'ENEA conduce attività di studio e sviluppo su reattori biologici a membrana ad elevata efficienza di rimozione di nitrati dalle acque sotterranee.

- **Digestione anaerobica applicata alle acque di scarico civili, industriali e agroindustriali.** In questo campo l'ENEA ricopre una posizione di rilievo nazionale ed internazionale e detiene diversi brevetti: "Sistemi di copertura mobili per vasche di stoccaggio di liquami zootecnici per la raccolta di gas biologico"; "ANANOX® (ANAerobic-ANOxic-OXic)", brevetto europeo per il trattamento di acque di scarico municipali. È inoltre impegnata in alcuni importanti progetti, sia europei che nazionali, tra cui:

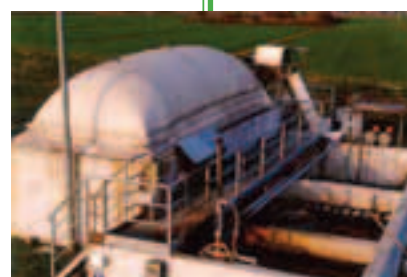
- il progetto AGROIWATECH (*Cost-effective technologies for wastewater treatment and waste biodegradation in Agro-Industries with reclamation of resources*), progetto europeo di assistenza allo sviluppo di paesi europei non UE che prevede la realizzazione di un impianto di digestione anaerobica in scala da banco e di un piccolo impianto pilota in Bosnia Herzegovina;

- il progetto PALMER, finanziato dal MIUR, che prevede la realizzazione di un impianto di digestione anaerobica, con successivo stadio di compostaggio aerobico, per la valorizzazione energetica e agronomica di reflui di origine agroalimentare.

- **Tecnologie avanzate di rimozione biologica dei nutrienti.** Una delle attività di ricerca che ha richiesto diversi anni di studio, sperimentazione e confronto internazionale, riguarda i processi di trattamento delle acque di scarico con rimozione biologica dei nutrienti, con sistemi SBR (*Sequencing Batch Reactors*). La tecnologia SBR è stata applicata su diverse tipologie di reflui. Nel corso delle attività sperimentali sono stati isolati, dal fango attivo di un impianto SBR in scala laboratorio, batteri polifosfatici del genere *Lamproedia spp.*, oggetto di studio di importanti gruppi di ricerca internazionali.

Nell'ambito delle attività sulla rimozione biologica dei nutrienti l'ENEA ha sviluppato e brevettato un processo innovativo, denominato DEPHANOX® (DEPHOSphatation ANOXic) per la rimozione biologica combinata di azoto e fosforo dalle acque di scarico municipali. Il processo ha dimostrato rendimenti depurativi significativamente superiori rispetto a quelli di altre configurazioni impiantistiche. È stata inoltre realizzata un'unità mobile DEPHANOX, per la conduzione di prove in condizioni reali di processo.

- **Sistemi di trattamento, a basso impatto ambientale, di sedimenti lagunari contaminati e di rinaturalizzazione di aree agricole mediante tecnologie di fitodepurazione.** Nell'ambito dell'Accordo di Programma tra ENEA e Ministero Ambiente è stato realizzato un impianto pilota di fitotrattamento dei sedimenti lagunari di Venezia per la rimozione dei metalli pesanti. Altre attività riguardano la messa a punto di un sistema di trattamento di percolato di discarica mediante tecniche di fitodepurazione in scala pilota.



Impianto Ananox progettato e brevettato dall'ENEA



Batteri del genere *Lamproedia spp.* in fluorescenza



Schema di processo DEPHANOX®

- **Risparmio e riutilizzo dell'acqua:**

- **Risparmio idrico nell'industria tessile.** L'ENEA partecipa, come coordinatore tecnico-scientifico e amministrativo, al progetto TOWEFO (*Towards Effluent zero*), finanziato dalla Commissione europea nell'ambito del V Programma Quadro, che prevede lo sviluppo di una metodologia per l'utilizzo efficiente della risorsa acqua nelle aziende tessili e la riduzione dell'impatto sull'ambiente della produzione industriale. L'ENEA è inoltre partner della "Accompanying Measure" PA-TAN-TEX per il coordinamento delle attività di ricerca connesse all'uso dell'acqua nel settore industriale tessile, cartario e conciario.

- **Risparmio idrico nel settore agroalimentare.** Le attività riguardano il risparmio, il riciclo industriale e utilizzi sperimentali innovativi in campo agricolo di acque reflue provenienti da insediamenti agroalimentari, al fine di ottenere una rapida valutazione della trasferibilità ad una scala più vasta supportata da applicazioni GIS based.

- **Risparmio idrico e riutilizzo nel settore dell'edilizia abitativa.** Il progetto europeo Life ACQUASAVE, a cui ha preso parte l'ENEA in qualità di coordinatore tecnico-scientifico e amministrativo ha verificato la possibilità di razionalizzare l'uso dell'acqua, applicando tecnologie di riduzione dei consumi, di riuso dell'acqua piovana e di riciclo di acque grigie, con un risparmio del 50% di acqua potabile nelle abitazioni. Il progetto ha previsto la realizzazione di un sistema per il recupero e riutilizzo dell'acqua ad uso civile in un complesso di 8 appartamenti a Bologna.

- **Riutilizzo irriguo di acque reflue domestiche.** L'ENEA partecipa, in qualità di partner scientifico, al progetto europeo "Efficient Management of Wastewater, its treatment and reuse in the Mediterranean Countries", che ha come obiettivo lo studio e l'elaborazione di proposte di razionalizzazione del ciclo dell'acqua in paesi dell'area mediorientale (Turchia, Giordania, Libano e Palestina), con particolare attenzione alla gestione dei reflui municipali ed al loro riutilizzo in campo agronomico.



Progetto ACQUASAVE: schema riuso acque grigie



Sistema di controllo e automazione nell'ambito del progetto europeo TELEMAT

- **Automazione e controllo:**

- **TELEMAT: Tele-monitoring and advanced telecontrol of high yield wastewater treatment plants.** Nell'ambito di questo progetto europeo, finanziato dal V Programma Quadro della Ricerca dell'Unione Europea, l'ENEA conduce attività di ricerca e sviluppo sull'applicazione e l'ottimizzazione di strumenti automatici di telerilevamento e controllo per la gestione degli impianti di depurazione anaerobica; in particolare la sperimentazione si avvale di un impianto pilota anaerobico alimentato in modalità semi-batch (ASBR).

- **Automazione e controllo di reattori SBR (Sequencing Batch Reactor).** Il progetto prevede lo studio e la modellazione del processo SBR per il trattamento depurativo di reflui di natura civile, con l'obiettivo di ottimizzare il ciclo temporale delle varie fasi di processo. È stata messa a punto, in collaborazione con HERA (Holding Energia Risorse Ambiente) la modellazione del processo biologico su un impianto in scala reale sito a Funo di Argelato (BO).

- **Interventi dimostrativi su infrastrutture e impianti:**

- L'ENEA ha effettuato studi e progetti di infrastrutture e impianti per la gestione della risorsa idrica inerenti diverse realtà territoriali, tra cui:
- progetto di adeguamento alla norma CE 91/271 dell'impianto di Castellamare di Stabia; in seguito il progetto è stato revisionato per convogliare anche i reflui, inizialmente non previsti, provenienti da Torre del Greco e per inserire una sezione finale di affinamento dello scarico da destinare al riutilizzo irriguo;
- studio, su incarico della Direzione Tutela delle Acque Interne del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, per la realizzazione delle infrastrutture per la gestione integrata della risorsa idrica nelle Isole Eolie (in base all'articolo 37 bis della legge 109/94 e successive modifiche ed integrazioni);
- progetto di un sistema di dissalazione per il centro di Ginostra (Stromboli), su incarico della Direzione Tutela delle Acque Interne del Ministero dell'Ambiente.

- **Valutazione di sostenibilità di interventi integrati a scala territoriale e puntuale:**

- nell'ambito dello studio per la realizzazione delle infrastrutture per la gestione