

Sannio Tech

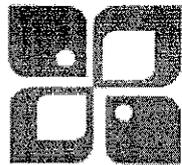
Relazione finale

**USO DI SCARTI AGROALIMENTARI PER LA RIMOZIONE DI
INQUINANTI ORGANICI ED INORGANICI DAI PERCOLATI DI
DISCARICA.**



Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



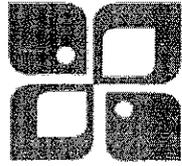
Percolato di discarica

1.1 Generalità

Il percolato è un refluo liquido complesso e altamente inquinato che si genera in seguito a processi di lisciviazione e fermentazione all'interno di una discarica. La sua produzione rappresenta una delle maggiori problematiche di impatto sull'ambiente degli impianti di smaltimento di rifiuti. I rischi maggiori sono legati alle possibili fuoriuscite laterali o dal fondo della discarica che potrebbero contaminare le acque sotterranee o il suolo circostante; possibili risalite superficiali o ristagni possono, inoltre, limitare fortemente la crescita della copertura erbacea o arbustiva.

Il percolato da discarica, in quanto materia di scarichi "derivante dalla attività di recupero e smaltimento di rifiuti" è a sua volta qualificabile come rifiuto ed, in particolare, come rifiuto speciale. Nell'ambito del CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti) il percolato di discariche viene classificato con il codice 19 07 02 o con il codice 19 07 03.

Il percolato è composto dall'acqua che entra in discarica da sorgenti esterne (tra le quali il drenaggio superficiale, la pioggia, l'acqua sotterranea) e dal liquido che si produce durante il processo di degradazione e mineralizzazione dei rifiuti (in particolare della loro frazione organica), che hanno inizio dopo la loro messa a dimora in discarica. Quando l'acqua percola attraverso i rifiuti solidi in fase di



Sannio Tech

decomposizione, sia il materiale biologico sia i costituenti chimici sono lisciviati. Il percolato prodotto si deposita sul fondo delle vasche di stoccaggio per gravità, dopodiché è drenato mediante apposite tubazioni e pompato in cisterne di stoccaggio provvisorio, prima di essere inviato allo stadio di trattamento. Le alte concentrazioni di inquinanti organici ed inorganici, assieme all'estrema variabilità dal punto di vista qualitativo di questa tipologia di refluo, legata principalmente alle caratteristiche dei rifiuti depositati ed influenzata dalla meteorologia ed idrologia della zona in cui sorge l'impianto, nonché dalle modalità con cui la discarica viene gestita, rendono non banali le soluzioni per un efficace trattamento.

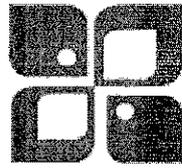
La conoscenza dei principi che regolano il processo di formazione del percolato, e quindi lo studio previsionale delle sue variazioni quantitative e qualitative, è di fondamentale importanza non solo per prevedere e controllare gli impatti sul sottosuolo a medio e lungo termine, ma anche per procedere alle scelte impiantistiche ottimali per i trattamenti di depurazione.

1.2 Discarica di rifiuti

La discarica è uno dei possibili sistemi per lo smaltimento dei rifiuti ed è definita come: "area adibita a smaltimento dei rifiuti mediante operazioni di deposito sul suolo o nel suolo, compresa la zona interna al luogo di produzione dei rifiuti adibita allo smaltimento dei medesimi da parte del produttore degli stessi, nonché

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

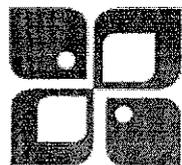
qualsiasi area ove i rifiuti sono sottoposti a deposito temporaneo per più di un anno. Sono esclusi da tale definizione gli impianti in cui i rifiuti sono scaricati al fine di essere preparati per il successivo trasporto in un impianto di recupero, trattamento o smaltimento, e lo stoccaggio di rifiuti in attesa di recupero o trattamento per un periodo inferiore a tre anni come norma generale, o lo stoccaggio di rifiuti in attesa di smaltimento per un periodo inferiore a un anno" (D.lgs. n.36 del 13 gennaio 2003).

Nella discarica lo stoccaggio definitivo dei rifiuti avviene per strati sovrapposti, allo scopo di facilitare la fermentazione della materia organica. I processi di decomposizione delle sostanze organiche che avvengono ad opera dei batteri anaerobici presenti nelle discariche portano alla produzione di percolato e biogas, la cui diffusione nell'ambiente circostante può essere causa di inquinamento del suolo, delle acque (superficiali e sotterranee) e dell'aria.

I criteri di costruzione di una discarica controllata devono, pertanto, garantire la limitazione del flusso degli inquinanti verso l'ambiente esterno tramite la realizzazione di barriere di impermeabilizzazione, di sistemi di drenaggio del percolato e di pozzi di captazione del biogas. Altri problemi che si devono affrontare nella realizzazione di una discarica sono le condizioni di assestamento del corpo dei rifiuti, i problemi di stabilità del terreno d'appoggio, delle scarpate e delle strutture di contenimento (argini), e le attività di sistemazione finale e recupero dell'area occupata.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

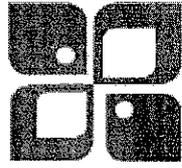


Sannio Tech

Ogni discarica è progettata per accogliere un determinato volume di rifiuti e quindi ha una vita limitata. Il sito della discarica consiste solitamente in una depressione naturale o in una cava dismessa. Effettuati gli studi di impatto ambientale, la discarica è costruita secondo una struttura a barriera geologica, in modo da isolare i rifiuti dal terreno, dalla falda acquifera sottostante e, una volta riempita, dall'atmosfera. Il fondo è formato da uno strato impermeabile di argilla compattata per prevenire la contaminazione del suolo e delle acque sottostanti. Sullo strato argilloso vengono adagiati teli di tessuto ad alta resistenza (geotessile) utilizzati come piani di posa per la copertura successiva. L'isolamento plastico è costituito da teli in polietilene ad alta densità. Tale materiale impermeabilizzante ha lo scopo di impedire al percolato di penetrare negli strati inferiori. Una rete di monitoraggio inserita tra i due teli ne rileva anche le minime lacerazioni permettendo di intervenire tempestivamente ed evitando così ogni infiltrazione nociva nel suolo. Segue lo strato anti-punzonature che consiste in un telo di "tessuto non tessuto" per proteggere l'isolamento plastico da eventuali strappi provocati dalla ghiaia sovrastante. Tubi collettori raccolgono i liquami inquinanti provenienti dai rifiuti accumulati negli strati superiori. Uno strato di ghiaia tonda e non calcarea (quindi impermeabile) filtra e convoglia il percolato verso i tubi collettori. Un successivo strato di sabbia contribuisce al drenaggio e protegge il sistema di raccolta del percolato sottostante dallo strato superiore di rifiuti. Sopra la sabbia si ha l'accumulo dei rifiuti selezionando la qualità per il primo metro di altezza in modo da non danneggiare il pannello drenante. Quando lo spazio

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

disponibile per i rifiuti è esaurito, viene deposto un nuovo strato di sabbia e su di esso uno strato di terra che costituisce la copertura della discarica e viene sfruttato per la piantumazione e la crescita di alberi e altre piante. Il progetto di ricopertura deve tener presenti il tipo di materiale disponibile, il tipo di rifiuti messi a dimora, i potenziali assestamenti all'interno del corpo di discarica e le caratteristiche del sito (i valori delle precipitazioni e l'andamento della topografia originaria e di quella finale, che può dare indicazioni sulle principali direzioni di flusso delle acque di ruscellamento).

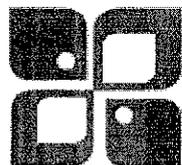
Una discarica per rifiuti solidi urbani (RSU) indifferenziati può essere modellizzata come un reattore biochimico; i reagenti principali sono i rifiuti e l'acqua; i prodotti principali sono il percolato e il biogas. È evidente che la quantità e la qualità dei flussi in uscita dipendono dalla quantità e dalla qualità dei flussi in ingresso, oltre che dai processi che si sviluppano nel reattore. In altre parole, per quantità e qualità date dei flussi in ingresso, la quantità e la qualità dei flussi in uscita è funzione dei fenomeni più o meno complessi che si sviluppano nel reattore. La conoscenza di tali fenomeni costituisce perciò la chiave per individuare i parametri su cui intervenire al fine di limitare l'impatto ambientale determinato dalla produzione del percolato e del biogas.

1.3 Caratteristiche del percolato

Una discarica completamente isolata mediante impermeabilizzazione naturale o con teli sintetici diviene un "contenitore di accumulo" del biogas e del percolato

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

che si producono in seguito al processo di decomposizione della sostanza organica contenuta nei rifiuti.

I principali composti che costituiscono il biogas sono metano ed anidride carbonica. Per evitare dispersioni nel sottosuolo e nell'aria (con relativo rischio di esplosioni), diffusione di odori molesti e danni alla vegetazione, il biogas viene raccolto mediante un'apposita rete di captazione.

Per quanto riguarda il **percolato** che, come detto, è il liquido che si origina dall'infiltrazione di acqua nella massa dei rifiuti e dalla decomposizione degli stessi, occorre rilevare che le sue caratteristiche qualitative subiscono variazioni nel corso del tempo per effetto delle diverse reazioni biologiche e chimico-fisiche che avvengono all'interno della discarica.

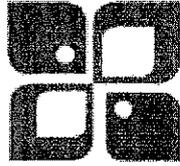
I meccanismi che regolano il trasferimento di massa dai rifiuti all'acqua percolante, da cui si origina il percolato, sono:

- l'idrolisi, sia chimica che enzimatica, della sostanza organica;
- la degradazione biologica mediante processi di tipo microbiologico;
- la solubilizzazione dei sali contenuti nei rifiuti;
- l'instaurarsi di altri processi (di adsorbimento, di filtrazione del particolato ecc.).

Oltre alla composizione ed alle caratteristiche chimico-fisiche dei rifiuti, i fattori che maggiormente influenzano la composizione del percolato sono l'età della

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

discarica e quindi il grado di stabilizzazione della sostanza organica, e il bilancio idrico che ha condotto alla formazione di percolato. Risulta pertanto difficile parlare in termini generali delle possibili composizioni del percolato, ed è necessario distinguere caso per caso.

La degradazione dei rifiuti organici viene operata da una flora batterica anaerobica che si sviluppa naturalmente entro l'ammasso di rifiuti il cui contenuto di ossigeno è prossimo a zero. La trasformazione biochimica è scindibile in più fasi distinte operate da diversi ceppi batterici.

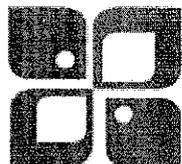
La prima fase, detta fase di sviluppo iniziale, comincia subito dopo la messa in discarica dei RSU. In questa fase inizia l'attacco dei microrganismi ai componenti organici biodegradabili; la decomposizione avviene in condizioni aerobiche perché nello strato di rifiuti appena ricoperti è presente una certa concentrazione di ossigeno. La fase di degradazione aerobica è solitamente breve e non vi è produzione sostanziale di percolato.

Nella seconda fase, detta fase di transizione, l'ossigeno viene consumato e cominciano a stabilirsi le condizioni anaerobiche.

La terza fase è quella acida. La velocità delle reazioni biologiche aumenta notevolmente e cominciano a prevalere i microrganismi responsabili della trasformazione del materiale organico in acidi organici e altri prodotti intermedi. I microrganismi che agiscono in questa fase sono batteri anaerobici, comunemente identificati come batteri acidogenici o generatori di acidi. Il gas prodotto in maggiori quantità è l'anidride carbonica, assieme a piccole quantità di idrogeno.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



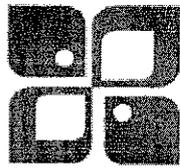
Sannio Tech

Per effetto della formazione degli acidi organici e dell'elevata concentrazione di CO₂ nella discarica, il pH del percolato che eventualmente si forma in questa fase subisce un abbassamento fino a valori di 5 o anche inferiori. Come conseguenza, un certo numero di composti inorganici, principalmente i metalli pesanti, è solubilizzato dal percolato. Per effetto della solubilità in acqua dei composti organici che si formano, aumentano sia il carico inquinante contenuto nel percolato che la sua conducibilità elettrica. Infine, anche molti nutrienti essenziali per la sintesi cellulare vengono solubilizzati dal percolato e sottratti ai rifiuti. Le caratteristiche del percolato in questa fase sono, quindi, alte concentrazioni di sostanze organiche, pH in campo mediamente acido (5-6) e significative concentrazioni di composti ammoniacali (500-1000 mg/L) derivante dall'idrolisi e dalla fermentazione dei composti proteici. L'ammoniaca viene lisciviata perché non è convertita in ambiente anaerobico e d'altra parte la sua conversione a composti nitrosi o nitriti potrebbe avvenire solo in condizioni aerobiche.

Nella quarta fase, detta fase metanigena, diventano predominanti i microorganismi detti metanogenici, che operano la conversione in CH₄ e CO₂ degli acidi organici e dell'idrogeno formati durante la terza fase. Questi microorganismi operano in condizioni strettamente anaerobiche. Durante questa fase si ha ancora produzione di acidi, ma le velocità di formazione sono notevolmente inferiori rispetto alla fase precedente. Come risultato di queste reazioni, il pH all'interno della discarica tende a diventare neutro, assumendo valori compresi tra 6.8 e 8.0. Di conseguenza, anche il pH del percolato eventualmente formato tende ad

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

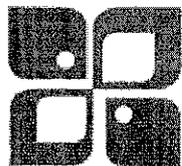
aumentare. A questi valori di pH, molti metalli pesanti tendono a precipitare, con conseguente diminuzione della loro concentrazione. Per effetto delle reazioni di riduzione, diminuiscono anche la frazione di sostanze organiche biodegradabili e la conducibilità elettrica del percolato. Le caratteristiche del percolato sono pH attorno alla neutralità (≈ 7), basse concentrazioni di acidi volatili e di solidi disciolti. L'ammoniaca continua ad essere rilasciata per le condizioni anaerobiche ancora presenti. La percentuale di metano nella miscela gassosa cresce progressivamente, e in corrispondenza diminuisce la pressione parziale dell'anidride carbonica.

Quando tutto il materiale organico facilmente accessibile alle reazioni di biodegradazione è stato trasformato, ha inizio la quinta fase, detta fase di maturazione. Per effetto del flusso di acqua attraverso i rifiuti, diventa disponibile per le reazioni di biodegradazione anche il materiale organico che inizialmente era difficilmente accessibile. La velocità di produzione del biogas diminuisce in modo considerevole, anche perché la maggior parte delle sostanze nutrienti è stata solubilizzata nel percolato durante le fasi precedenti e il materiale organico residuo è più difficilmente biodegradabile. I gas che si formano in questa fase sono ancora essenzialmente CH_4 e CO_2 . In dipendenza dal tipo di copertura adottato dopo la chiusura della discarica, il biogas può contenere piccole percentuali di azoto e di ossigeno.

Le tecniche che possono essere adottate per minimizzare il carico inquinante del percolato sono quelle che tendono ad accelerare il raggiungimento della fase

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



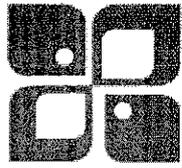
metanigena, in quanto a questa fase è associato un percolato di migliore qualità.

1.4 Modalità di gestione del percolato

Esistono diverse metodologie di intervento applicabili alle numerose tipologie di percolati di discarica; inoltre spesso non è sufficiente applicare una singola tecnologia depurativa, sia essa di tipo biologico o chimico-fisico. Ad esempio, nel caso particolare dei trattamenti di tipo biologico, la loro applicabilità dipende strettamente dal livello di biodegradabilità del percolato e dalla eventuale presenza di sostanze tossiche.

Il ricircolo del percolato all'interno della discarica può rappresentare una buona, ma parziale soluzione del trattamento e dello smaltimento del percolato. Tale procedimento viene operato per aumentare l'umidità dei rifiuti, così da accelerare i processi biologici di degradazione in atto sia nei rifiuti che nel percolato stesso. In questo modo è possibile facilitare il raggiungimento della fase metanigena stabile nel corpo della discarica e rimuovere parzialmente alcune delle componenti inquinanti del percolato per favorire le successive fasi di trattamento e smaltimento. Il ricircolo del percolato si presenta così come una valida possibilità di pretrattare il percolato e di ridurre i costi del successivo e definitivo smaltimento. Ricircolando il percolato proveniente dagli strati più profondi, in cui l'attività metanigena ha raggiunto un certo equilibrio, si favorisce l'inoculo di specie batteriche in settori più giovani. Un altro vantaggio è rappresentato dalla

riduzione del carico del percolato, poiché esso passando attraverso i rifiuti viene



Sannio Tech

in parte degradato; d'estate poi, a seguito dell'evaporazione, si riducono le quantità da trattare. Il ricircolo può però essere un problema per discariche in cui non si siano smaltiti solo RSU, a seguito del dilavamento operato dal percolato, si può avere, infatti, mobilizzazione di sostanze indesiderate oltre ad una possibile maggior produzione di acidi volatili.

Negli ultimi anni si è sviluppato notevolmente l'interesse per impianti di trattamento in loco (*on-site*) che consentono di trattare il percolato con processi specifici e che presentano anche l'indubbio vantaggio di annullare i rischi connessi al trasporto.

I trattamenti *on-site* sfruttano processi biologici sia aerobici che anaerobici (possono essere impianti a fanghi attivi, processi a biomassa adesa, lagunaggi o digestioni), o processi chimico-fisici utilizzando principi come: adsorbimento, evaporazione, filtrazione, chiariflocculazione, ossidazione chimica. Gli scopi di tali trattamenti sono:

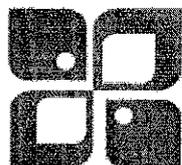
- raggiungere gli standard per lo scarico diretto in acque superficiali;
- sviluppare processi finalizzati alla riduzione della quantità e del carico inquinante del percolato da trattare successivamente in un impianto o da scaricare in fognatura.

Le tecnologie di trattamento *on-site* più ragionevolmente impiegabili sono quelle di natura fisica, che permettono di separare l'acqua pulita dal percolato grezzo e lasciare in discarica gli inquinanti. Tali trattamenti agiscono principalmente nella

separazione e concentrazione degli inquinanti. Il concentrato può poi essere

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



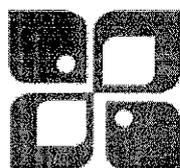
Sannio Tech

ulteriormente trattato (incenerito, depositato in discarica o assoggettato ad altro trattamento). I più importanti processi chimico-fisici attualmente in uso sono di seguito riportati:

1. La *flocculazione*, che è un processo di precipitazione chimica che prevede l'aggiunta di agenti flocculanti, quali sali di calcio, ferro o alluminio. In questo processo le particelle sospese presenti in soluzione formano aggregati di maggiori dimensioni e di peso sufficiente per precipitare ed essere, quindi, separate dall'acqua reflua sotto forma di sedimenti. La flocculazione da sola non è sufficiente a diminuire il carico di sostanze inquinanti per il raggiungimento degli standard di legge, e deve essere utilizzata in combinazione con altri trattamenti.
2. La *microfiltrazione* e l'*ultrafiltrazione*, che sono processi a membrana finalizzati alla separazione del liquido in due frazioni denominate, rispettivamente, permeato (frazione che attraversa la membrana) e concentrato (frazione trattenuta). L'azione di ritenzione della membrana è influenzata esclusivamente dalla dimensione, dalla forma e dalla flessibilità delle molecole: la membrana agisce come un setaccio, impedendo fisicamente il passaggio delle molecole sospese o disciolte che sono troppo grandi per fluire attraverso i suoi pori. La forza motrice del processo è rappresentata dalla differenza di pressione esistente ai due lati della membrana.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) –
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 – <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



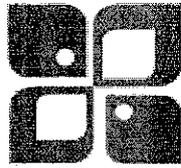
Sannio Tech

3. L'*osmosi inversa* e la *nanofiltrazione*, che sono tecniche a membrana che consentono di separare sali e molecole organiche solubili dall'acqua, mediante l'applicazione di una differenza di pressione ai due lati della membrana stessa. Grazie alla differenza di pressione l'acqua è infatti costretta ad attraversare la membrana, che risulta invece impermeabile al soluto. Le due tecniche sono generalmente utilizzate quando è richiesto un ricircolo completo del permeato o del concentrato.

Con l'*osmosi inversa* sono stati ottenuti buoni rendimenti di rimozione della frazione organica e dell'azoto ammoniacale su percolati in fase metanigena. Occorre però rilevare che le molecole organiche piccole non riescono ad essere trattenute e si necessita di un trattamento biologico.

4. L'*adsorbimento su carbone attivo*, che può garantire rimozioni della frazione organica superiori all'85% per percolati vecchi e già trattati. Il processo di adsorbimento è fortemente legato alle dimensioni delle molecole. Molecole troppo piccole (acidi grassi volatili) non sono intrappolate, molecole troppo grandi (acidi umici) ostruiscono i pori diminuendo la capacità adsorbente. Devono essere previsti combinazioni con trattamenti biologici o di precipitazione chimica per diminuire il carico di acidi volatili o composti umici. Un altro parametro di processo da considerare è il tempo di contatto, che nella maggior parte dei casi è molto elevato.

5. L'*ossidazione chimica*, che è, in genere, utilizzata nel trattamento di reflui contenenti sostanze organiche non biodegradabili e per la rimozione di



Sannio Tech

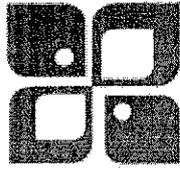
composti inorganici pericolosi. Gli agenti ossidanti, in linea generale, possono essere: ossigeno atmosferico, ossigeno puro, ozono, perossido di idrogeno, permanganato di potassio, cloro e i suoi composti, e l'ossidazione può avvenire in condizioni ambiente oppure ad elevati valori di pressione e temperatura. Il trattamento di ossidazione è efficace sia su sostanze organiche che su alcune sostanze inorganiche, quali solfuri (convertiti in solfati), cianuri e metalli. È, inoltre, possibile effettuare l'ossidazione di composti organometallici mediante la distruzione della parte organica ed il conseguente "rilascio" del metallo, che può essere successivamente rimosso (ad esempio per precipitazione). Nel caso di sostanze refrattarie al processo di ossidazione tradizionale si ricorre a processi più avanzati che prevedono l'utilizzo di più agenti ossidanti accoppiati e/o di catalizzatori.

L'ossidazione chimica è un processo molto efficace per la rimozione delle sostanze organiche e dei composti organici alogenati. Non raggiunge l'ossidazione completa, ma riduce notevolmente la frazione biorefrattaria, favorendo un successivo trattamento biologico.

6. *L'ossidazione ad umido*, che è un processo ad alta temperatura ed elevate pressioni, che consente il contatto tra sostanza da ossidare e ossigeno in presenza di acqua allo stato liquido. Le temperature variano da 175 °C a 325 °C e le pressioni da 20 bar a 200 bar in maniera tale da garantire sempre la presenza della fase liquida, limitare l'evaporazione dell'acqua ed avere una

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) –
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 – <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

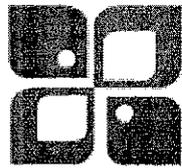


Sannio Tech

sufficiente pressione parziale dell'ossigeno. L'ossidazione viene effettuata con ossigeno fornito dall'aria oppure con ossigeno puro.

7. Lo *strippaggio con aria*, che è un processo fisico teso a rimuovere, dai rifiuti liquidi, i composti organici ed inorganici (ad esempio ammoniacca) volatili mediante il trasferimento degli stessi dalla fase acquosa a quella gassosa. Lo svantaggio principale è la necessità di spostare il pH a valori di 11-12 con l'aggiunta di calce, il che comporta problemi nella gestione del processo.
8. La *distillazione*, che consiste nella separazione dei composti volatili da un rifiuto liquido ad elevato contenuto organico, attraverso l'ebollizione e la condensazione dei vapori ottenuti. La distillazione può essere applicata efficacemente ai rifiuti contenenti sostanze organiche sufficientemente volatili da poter essere rimosse fornendo calore. In generale, i tipici rifiuti industriali trattati per distillazione sono i liquidi organici, inclusi i solventi ed i composti alogenati.
9. L'*evaporazione*, che sfrutta gli stessi meccanismi della distillazione (ebollizione di una fase liquida e condensazione dei vapori ottenuti), ma si applica quando la tensione di vapore dei componenti presenti in una soluzione, in genere acquosa, è molto minore rispetto a quella del solvente (acqua). Esso si realizza fornendo energia termica alla soluzione acquosa, che viene portata all'ebollizione in modo da provocare una parziale vaporizzazione dell'acqua e nel contempo produrre una fase concentrata ricca di componenti "non volatili".

L'evaporazione è utilizzata per la separazione della fase liquida da sostanze solide



Sannio Tech

e di sostanze organiche ed inorganiche. Il distillato può, però, essere ricco di vapori di ammoniaca e di composti clorurati. È un processo interessante per la compattezza e l'indipendenza dalle caratteristiche del percolato.

I trattamenti *on-site* possono sfruttare anche processi biologici. Il trattamento biologico del percolato è un processo a basso costo in cui la sostanza organica è convertita ad anidride carbonica, acqua e biomassa. In generale se le sostanze inquinanti possono essere trattate con processi biologici, è sconsigliato l'uso di processi chimico-fisici, più costosi. In alcuni casi, però, è difficile il raggiungimento degli standard di legge solo tramite trattamento biologico e si devono prevedere processi chimico-fisici integrati.

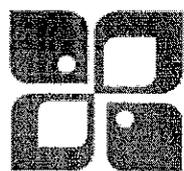
La trattabilità biologica del percolato dipende dalla concentrazione di sostanze organiche e dalla presenza di sostanze che possono inibire l'attività batterica (metalli, solfuri, cloruri, fenoli, cianuri). Nel caso in cui la concentrazione delle sostanze tossiche sia particolarmente elevata, è opportuno introdurre a monte della fase biologica uno stadio di pretrattamento per la loro rimozione.

Possono essere applicati sia processi di tipo aerobico che di tipo anaerobico: i primi sono condotti in presenza di ossigeno molecolare, gli altri invece avvengono in sua assenza. I processi di tipo aerobico hanno dimostrato di essere affidabili nella rimozione degli inquinanti sia organici che inorganici e, malgrado costi elevati, di essere comunque convenienti.

Nei percolati giovani un processo di tipo anaerobico può essere la soluzione più efficace per l'abbattimento della maggior parte delle sostanze organiche presenti

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

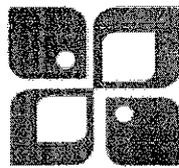
in elevate concentrazioni. Una delle principali controindicazioni dei processi di tipo anaerobico è costituita dalla loro quasi totale inefficacia nei confronti dell'azoto ammoniacale; è pertanto opportuno prevedere dei sistemi di abbattimento prima o dopo lo stadio di trattamento anaerobico. Un'altra motivazione che spinge ad integrare il processo anaerobico con uno aerobico è costituita dalla cattiva qualità degli effluenti dei processi anaerobici. Infatti anche dopo il trattamento il carico organico dell'effluente risulta essere in genere troppo elevato, ed è quindi necessario, prima dello scarico nel corpo idrico ricettore, un successivo stadio di degradazione aerobica. Fra i trattamenti di tipo anaerobico si hanno i lagunaggi e i digestori.

I bacini di lagunaggio anaerobico vengono solitamente posti in testa alla linea di trattamento. Essi, infatti, oltre alla propria funzione depurativa, sono anche in grado di rendere uniformi le caratteristiche qualitative e quantitative del percolato. Nei processi anaerobici avviene l'idrolisi dell'azoto organico, che viene pertanto trasformato in ammoniaca. Esiste così l'effettiva possibilità che un percolato in uscita da un lagunaggio abbia una concentrazione di ammoniaca maggiore di quella riscontrabile nello stesso percolato in ingresso. La concentrazione di metalli è invece in genere fortemente ridotta per effetto dell'inglobamento nei fiocchi di biomassa in sedimentazione.

Per quanto riguarda i digestori, i processi depurativi sono i medesimi dei lagunaggi, però grazie alla diversa gestione del processo, si ottengono migliori rendimenti di depurazione generalmente in grado di compensare i maggiori costi

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



di investimento e gestione.

Spesso gli impianti di depurazione del percolato sono progettati con combinazione di diversi trattamenti unitari. Uno schema di possibili combinazioni è riportato in figura 1.1.

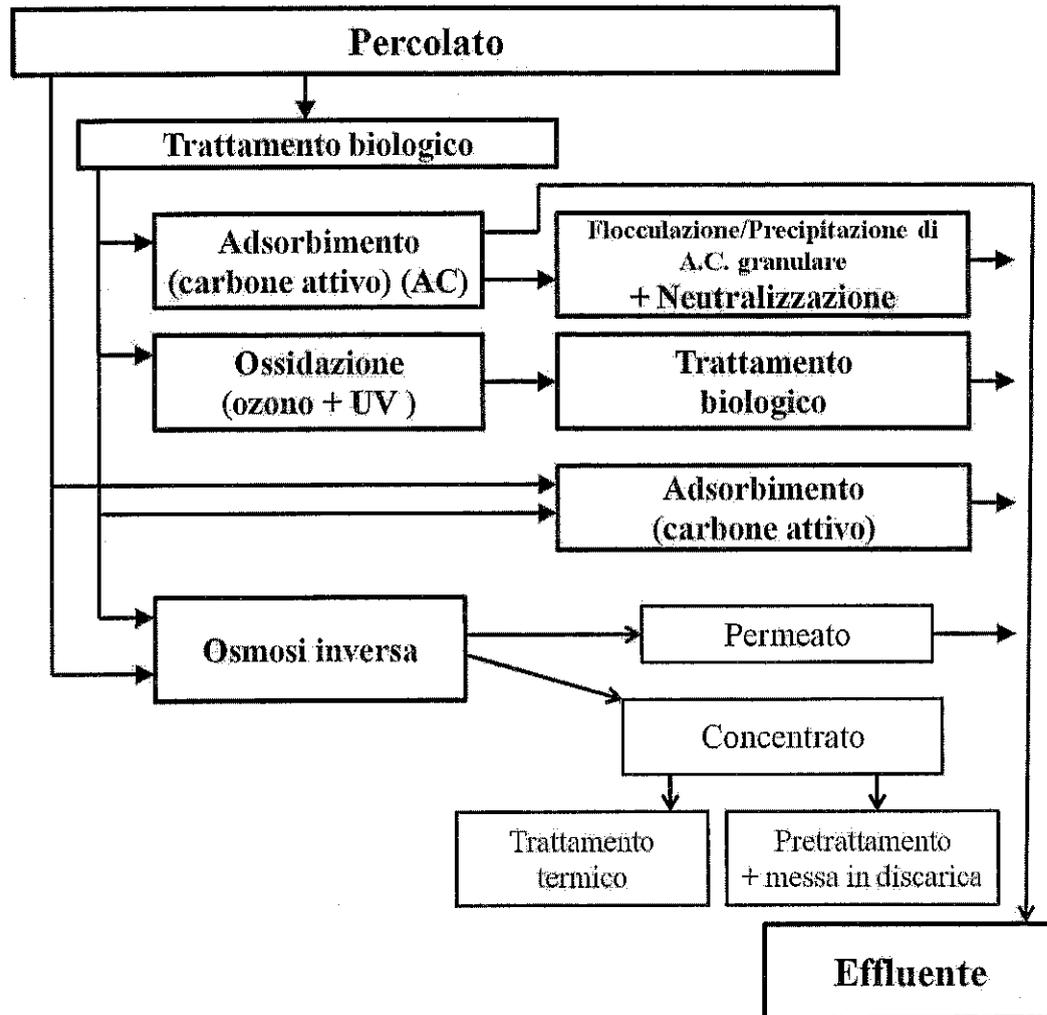
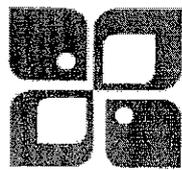


Figura 1.1: Schema di metodi e di combinazioni spesso usati per il trattamento del percolato (secondo Ehrig *et al.*, 1998)



Sannio Tech

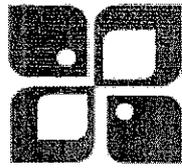
I trattamenti *off-site* sono trattamenti che avvengono in impianti esterni: il percolato viene smaltito mediante l'invio ad un impianto tecnicamente idoneo che riduca la sua pericolosità e la sua carica inquinante al fine di garantirne lo scarico nel rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente in materia.

Attualmente in Italia la maggior parte dei percolati di discarica viene smaltita in impianti biologici assieme alle acque reflue urbane. Se infatti entrambe le acque di rifiuto possono essere trattate separatamente con sistemi biologici, anche una loro combinazione potrà essere trattata con gli stessi sistemi.

Il trattamento dei reflui urbani combinato con il trattamento del percolato è ormai una tecnologia collaudata e ben funzionante se l'impianto è progettato e gestito accuratamente. Inoltre si evidenzia una maggiore stabilità e una maggiore funzionalità rispetto ai sistemi di trattamento esclusivo del percolato.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) –
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 – <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

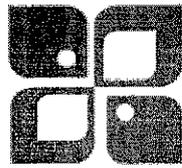


Capitolo 2

Per quanto riguarda gli inquinanti organici, poiché più che conoscere singolarmente gli inquinanti, è importante capire come rimuoverli o meglio come ridurne la concentrazione entro valori di tollerabilità, per effettuare una misura della quantità di sostanza inquinante organica presente, vengono generalmente utilizzati tre parametri: COD, BOD₅, TOC. Si tratta di tre determinazioni sintetiche “di base” complementari fra di loro, che essenzialmente indicano quanto ossigeno è richiesto dalle sostanze riducenti organiche contenute nel refluo per essere ossidato.

In particolare:

Il COD (*Chemical Oxygen Demand*) esprime la quantità di ossigeno richiesta per ossidare chimicamente, con una procedura standardizzata, la sostanza organica presente nei liquami. È un indice che individua non solo le sostanze organiche ossidabili biologicamente, ma anche le sostanze organiche non biodegradabili, cioè ossidabili solo chimicamente. Il COD ha il vantaggio di essere misurabile in tempi brevi (circa 3 h): la sua misura si esegue in laboratorio mediante retrotitolazione dell'eccesso di quantità di un energico ossidante, generalmente bicromato di potassio ($K_2Cr_2O_7$), posto precedentemente a reagire, in condizioni controllate, con un litro di soluzione e calcolando poi l'ossigeno equivalente. La quantità di sostanze ossidabili è proporzionale al bicromato di potassio consumato



Sannio Tech

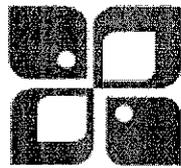
nel corso della reazione. Il bicromato di potassio, come titolante, ha sostituito il permanganato di potassio (KMnO_4) in quanto quest'ultimo, possedendo un potenziale di ossidoriduzione inferiore a quello del bicromato, potrebbe produrre, nella determinazione, un errore in difetto, non avendo la capacità di ossidare alcuni specifici composti organici.

Il BOD_5 (*Biochemical Oxygen Demand*) è una misura della quantità di ossigeno consumata dai microrganismi per metabolizzare, in ambiente aerobico, la sostanza organica biodegradabile presente nel campione analizzato. La determinazione del BOD_5 è effettuata con un test detto "respirometrico" che consiste nella misurazione dell'ossigeno disciolto nel campione di acqua in esame che si lascia incubare per 5 giorni a 20 gradi centigradi, in confronto con la misurazione effettuata all'atto del prelievo del campione. La scelta dei 5 giorni, da cui la sigla BOD_5 , è dovuta al fatto che occorrono tempi troppo lunghi per arrivare al consumo totale di ossigeno; la totale ossidazione della sostanza organica ha luogo in un periodo di tempo di circa 20 giorni. Inoltre, l'andamento delle reazioni di consumo dell'ossigeno operate dai microrganismi non è costante. Di norma, si assume che il valore del BOD_5 rappresenti il 70% della quantità di ossigeno richiesta per completare i processi di degradazione biologica.

BOD_5 e COD sono indicatori grossolani della composizione del liquame, ma forniscono un dato facile da ottenere e direttamente correlabile al grado di inquinamento. La differenza fra i due parametri è che il COD misura tutta la sostanza organica presente nel liquame, mentre il BOD_5 misura solo la sostanza

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



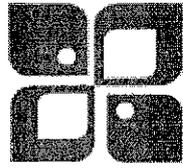
Sannio Tech

biodegradabile. Per tale motivo il valore del COD risulta sempre maggiore di quello del BOD₅. Il rapporto BOD₅/COD può essere usato come indice di biodegradabilità: più basso è il suo valore, più il liquame risulta non biodegradabile.

Il TOC (*Total Organic Carbon*), infine, rappresenta la misura del carbonio organico totale, e si determina per combustione del campione in presenza di un catalizzatore e rilevazione della anidride carbonica prodotta. Le sostanze inorganiche e quelle azotate non vengono ossidate, poiché vengono preventivamente rimosse con un trattamento chimico. Le interferenze maggiori sono date dalla presenza di carbonati, i quali vengono decomposti a temperature intorno ai 550°C e quindi generano un errore per eccesso nella determinazione del carbonio organico. Ciò può essere evitato tramite opportuni pre-trattamenti del campione, ad esempio l'acidificazione a pH = 2, in modo da convertire queste sostanze a CO₂ prima dell'analisi. La misura del carbonio totale in un'acqua può essere considerata l'analisi più accurata tra quelle presentate. Tuttavia, per il fatto che la tecnica è quasi esclusivamente strumentale e relativamente recente, BOD₅ e COD rimangono i metodi più largamente utilizzati per la determinazione del contenuto organico.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

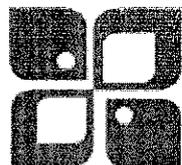


Capitolo 3

Da tempo la ricerca di base e quella applicata sono volte ad indagare i cosiddetti processi di bioassorbimento su materiali a basso costo. Gli scarti individuati permettono di definire dei cicli di trattamento dei percolati di discarica basati su processi a basso costo ed elevata efficienza che abbiano il vantaggio di valorizzare prodotti che altrimenti andrebbero smaltiti come rifiuti (Morais et al., 1999; Bayley et al., 1999; Cheung et al., 2007; Hasan et al., 2008; Annadurai et al., 2008; Crini e Badot, 2008; Sun e Yang, 2003).

In particolare, sono stati considerati gli scarti della lavorazione del pomodoro, attività tipica del comparto agro-alimentare campano, valorizzando rifiuti biodegradabili a struttura e composizione diversa (Cesaro et al., 2008; Naviglio et al., 2009; Fabbricino e Gallo, 2010).

Tra le varie filiere agroalimentari, l'industria di trasformazione del pomodoro, di cui l'Italia è il primo produttore europeo, comporta la produzione di considerevoli quantità di sottoprodotti. Nel dettaglio, parte del materiale che arriva all'industria di trasformazione è scartato e non ulteriormente processato a causa di danni meccanici o biologici e/o a causa di una maturazione incompleta; oltre a ciò, dal pomodoro trasformato vengono eliminati semi e buccette. Complessivamente, i residui rappresentano circa il 2-5% della massa in ingresso all'industria di trasformazione, la parte predominante è costituita dalle buccette mentre la quota legata ai pomodori scartati è variabile in funzione della stagione. Nonostante



Sannio Tech

numerosi studi abbiano dimostrato come, da semi e buccette, possano essere estratti composti con un elevato valore poiché utilizzabili in cosmetica o a fini nutrizionali, la gestione di questi sottoprodotti rappresenta generalmente un problema e un costo per le aziende di trasformazione. L'industria di trasformazione presa in esame tratta annualmente circa 200.000 tonnellate di pomodoro prodotte su una superficie di 2.800-3.000 ha; i pomodori scartati rappresentano circa il 2% del totale (4.000 t/anno) mentre buccette e semi il 3% (6.000 t/anno).

OBIETTIVI DELLA RICERCA

Scopo della ricerca è di sviluppare le condizioni per l'assorbimento di inquinanti organici ed inorganici sugli scarti della lavorazione del pomodoro, in modo da poter impiegare questi ultimi nel trattamento dei percolati di discarica.

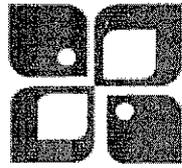
STRUTTURA DELLO STUDIO

Le attività progettuali hanno previsto tre macro-obiettivi da raggiungere con una serie di sperimentazioni in serie e/o in parallelo, vale a dire:

- 1) *Analisi dei meccanismi chimico-fisici responsabili del processo di rimozione degli inquinanti;*
- 2) *Individuazione dei parametri di regolazione e controllo del processo depurativo;*
- 3) *Ingegnerizzazione del processo ed individuazione dei cicli di trattamento*

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

ottimali finalizzati al riutilizzo delle acque reflue trattate.

Nello specifico, per quanto riguarda *l'analisi dei meccanismi chimico-fisici* responsabili del processo di rimozione si è operato attraverso una serie di prove effettuate in scala di laboratorio, su reflui prelevati direttamente *in loco*. È stato possibile in questo modo controllare in maniera completa le caratteristiche del refluo stesso. In particolare per quanto riguarda i reflui realmente prelevati da discarica questi sono stati sempre adoperati tal quali, senza alcuna modifica se non quella consistente eventualmente nell'essiccamento in stufa e nella riduzione delle dimensioni.

Le prove a scala di laboratorio sono state effettuate in modalità batch, e hanno previsto ovviamente la misura dei parametri caratteristici del refluo prima e dopo il trattamento, in particolare la determinazione della concentrazione degli inquinanti da rimuovere (tabelle 1-4).

Per *l'individuazione dei parametri di regolazione e controllo* del processo depurativo si è operato con reflui reali, simulando il trattamento depurativo con reattori a scala banco, con modalità di funzionamento in semicontinuo ed in continuo, attivati in parallelo allo svolgimento dei test di cui al punto precedente.

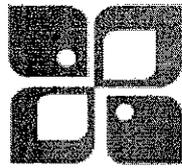
Le *prove in continuo*, in particolare, sono state fatte in colonne riempite del materiale di scarto attraversato dal percolato da trattare.

Le *prove in semicontinuo*, invece, sono state effettuate adoperando reattori da

banco a mescolamento completo, e definendo i tempi di contatto ed i dosaggi

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

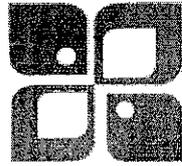


Sannio Tech

ottimali dell'adsorbente. Un ruolo particolare in tale fase è stato svolto dalla determinazione delle caratteristiche da dare al filtro, tenuto conto della possibilità che il materiale di scarto adoperato era soggetto ad impaccarsi. Tenendo conto di questo, la porosità del sistema è stata supportata da una griglia metallica inserita nelle colonne o nei reattorini al fine di scongiurare il sovrainpaccarsi del supporto costituito dalle buccette.

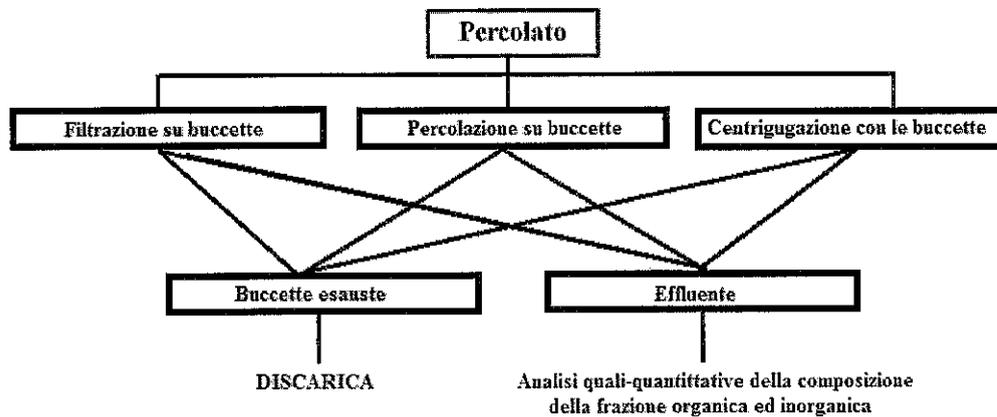
Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) –
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 – <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Capitolo 4

Dai risultati preliminari su scala ridotta si è deciso di passare allo studio del percolato trattato secondo lo schema 1 riportato in basso.



Schema 1. Trattamento considerato

Sono stati raccolti 5 litri di percolato presso la discarica Tre Ponti di Montesarchio.

Un litro è stato inviato ai laboratori del Consorzio Sannio Tech per le analisi riportate nella tabella 1.

Gli altri 4 litri sono stati conservati in frigorifero a 2 °C fino all'uso successivo.

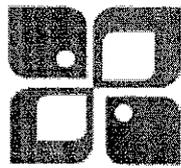
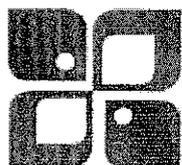


Tabella 1. Parametri analizzati per il percolato tal quale (PTQ)

Risultati Analitici						
Parametro	Risultato analitico	Unità di misura	Metodo di riferimento	Tecnica analitica	Fraasi di rischio	Limiti di pericolosità Dec./2000/532/C E integrata dalla Dic./2001/118/C E E D.M. 11.04.01 "classificazione di metalli e metalloidi"
Stato fisico	Liquido	-	-	-	-	-
Odore	Molesto	-	Metodo interno olfattivo	-	-	-
Colore	Nero	-	Metodo interno	Visivo	-	-
Peso specifico	1.035	g/cc	IRSA-CNR-Quad 64-vol.2, met.3	Gravimetria	-	-
Solidi sospesi	406	mg/l	IRSA-CNR n. 2090 B	Gravimetria	-	-
pH	7.7	U/pH	IRSA-CNR n. 2060	Potenzimetria	-	-
Conducibilità	38000	microS/cm	IRSA-CNR n. 2030	Condotto metria	-	-
Cloruri	4900,50	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Condotto metria	-	-
Solfati	920,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Condotto metria	-	-
Solfiti (come SO ₃)	28,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4150 A	Iodometria	-	-

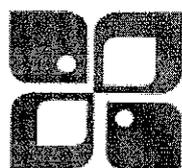


Sannio Tech

Solfuri	<0,1		IRSA-CNR n. 4160	UV-Vis	-	-
Azoto ammoniacale	2700,4	-	IRSA-CNR n. 4030 Metodo A2	UV-Vis	-	-
Azoto nitroso (come N)	0,78	mg/l	IRSA-CNR n. 4050	UV-Vis	-	-
Azoto nitrico	2,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Conduzione	-	-
Tensioattivi totali	<1	mg/l	IRSA-CNR n. 5170+5180	UV-Vis	-	-
BOD5	880	mg O ₂ /l	IRSA-CNR n. 5120	Respirometria	-	-
COD	2000	mg O ₂ /l	IRSA-CNR n. 5130	Titolazione	-	-
Arsenico e i suoi composti come arsenico	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R23/25-R45-R50/53	30.000
Cadmio e i suoi composti come cadmio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	2.500
Cromo totale e i suoi composti come cromo	1,200	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R49	1.000
Cromo (VI)	<1	mg/kg	IRSA-CNR Quad. 64, 1996 vol.3 Met. 16	Spettrofotometria	R49 R43 R50-53	1.000
Ferro e i suoi composti come ferro	8,33	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R38/38	200.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com

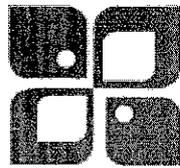


Sannio Tech

Manganese e i suoi composti come manganese	0,3	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R20/22 R48 R50/53	25.000
Nichel e i suoi composti come nichel	0,3	mg/kg		ICP-OES	R49 R43 50-53	2.500
Fosforo e i suoi composti come fosforo	35,43	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R34- r36/37/38	50.000
Mercurio e i suoi composti come mercurio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 7473	DMA	R26/27/28 R33	1.000
Piombo e i suoi composti come Piombo	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R61 R62 R20/22 R33	5.000
Rame e i suoi composti come Rame	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	25.000
Selenio e i suoi composti come Selenio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R23/25 r50/53	25.000
Zinco e i suoi composti come Zinco	77	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	25.000
Fenoli	<1	mg/kg	IRSA CNR n. 5070	HPLC UV-Vis	R24/25/34	30.000
Solventi organici clorurati	<1	mg/kg	EPA 5030 C + EPA 8260 C	GC-MS	R20/22	
IPA	-	-	-	-	-	-
Naftalene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50/53 R43 R20	25.000
Antracene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA	HPLC	R50/53	25.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

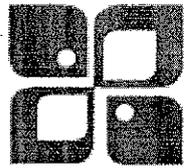


Sannio Tech

			8310			
Fluorantene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R22 R36 R50/53	25.000
Pirene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45	1.000
Benzo(a)antrace ne	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000
Crisene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53 R68	1.000
Benzo(b)fluoran trene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000
Benzo(a)pirene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R61 R43 R46 R60	1.000
Indeno (1,2,3- cd) pirene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53 R46 R60	1.000
Dibenzo(a,h)ant racene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53	1.000
Benzo (g,h,i)perilene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50-R53	25.000
Composti organici aromatici BTEX	-	-	-	-	-	
Benzeni	<0,1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R45 R46	1.000
Tolueni	<1	mg/kg	EPA 5030 C+	GC-MS	R63 R48/20	50.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



			EPA 8260C		R65 R38	
Etilbenzene	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R11 R20	250.00 0
Xileni	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R10 R20/R21 R38	200.00 0
Stirene	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R10 R20 R36/38	200.00 0
Oli minerali (idrocarburi)	<10	mg/kg	EPA 3510C+ EPA 8015D 2003	GC	R45 R50/53	1.000
Oli e grassi animali e vegetali	<10	mg/kg	IRSA CNR 5160	IR	-	-

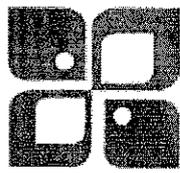
In estate sono stati raccolti circa 50 kg di buccette di pomodoro, scarto della lavorazione del pomodoro di una azienda beneventana. Le buccette sono state usate tal quale senza alcun trattamento preliminare.

Filtrazione su buccette

Una decina di chili sono stati utilizzati per riempire una colonna di acciaio alta due metri e dal diametro interno di 10 cm. La colonna in basso era munita di una strozzatura con un rubinetto che consentiva la misura di percolato raccolto in funzione del tempo. Una volta riempita la colonna, la stessa è stata dibattuta con

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) –
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 – <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

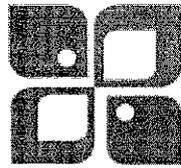


un vibratore metallico perché il letto di buccette si assestasse in modo quanto più uniforme possibile.

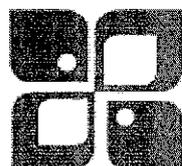
Una volta assestato il letto della colonna è stato caricato il percolato (1 litro). Il liquido è stato raccolto in basso alla colonna di acciaio e ricaricato nuovamente per permettere un ulteriore passaggio. Nel secondo passaggio il flusso rallentava moltissimo al punto tale che il terzo passaggio ha reso necessario applicare una leggera pressione (meno di 2 atmosfere) di aria. Il percolato raccolto, più limpido di quello di partenza e di leggero colore rossiccio, è stato inviato ai laboratori per le successive analisi (tabella 2).

Tabella 2. Parametri analizzati per il percolato dopo filtrazione su buccette

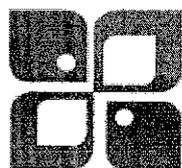
Risultati Analitici						
Parametro	Risultato analitico	Unità di misura	Metodo di riferimento	Tecnica analitica	Frasi di rischio	Limiti di pericolosità Dec./2000/532/CE integrata dalla Dic./2001/118/CE E D.M. 11.04.01 "classificazione di metalli e metalloidi"
Stato fisico	Liquido	-	-	-	-	-
Odore	Molesto	-	Metodo interno olfattivo	-	-	-
Colore	Grigio scuro	-	Metodo interno	Visivo	-	-
Peso specifico	1.030	g/cc	IRSA-CNR-Quad	Gravimetria	-	-



			64- vol.2, met.3			
Solidi sospesi	350	mg/l	IRSA- CNR n. 2090 B	Gravime tria	-	-
pH	7.08	U/pH	IRSA- CNR n. 2060	Potenzio metria	-	-
Conducibilità	30000	microS/c m	IRSA- CNR n. 2030	Condutt ometria	-	-
Cloruri	3500,5	mg/l	IRSA- CNR n. 4020	Condutt ometria	-	-
Solfati	620,5	mg/l	IRSA- CNR n. 4020	Condutt ometria	-	-
Solfiti (come SO₃)	17,5	mg/l	IRSA- CNR n. 4150 A	Iodometr ia	-	-
Solfuri	<0,1		IRSA- CNR n. 4160	UV-Vis	-	-
Azoto ammoniacale	1400,4	-	IRSA- CNR n. 4030 Metodo A2	UV-Vis	-	-
Azoto nitroso (come N)	0,68	mg/l	IRSA- CNR n. 4050	UV-Vis	-	-
Azoto nitrico	1,5	mg/l	IRSA- CNR n. 4020	Condutt ometria	-	-
Tensioattivi totali	<1	mg/l	IRSA- CNR n. 5170+51 80	UV-Vis	-	-
BOD5	580	mg O ₂ /l	IRSA- CNR n. 5120	Respiro metria	-	-
COD	1300	mg O ₂ /l	IRSA- CNR n. 5130	Titolazio ne	-	-



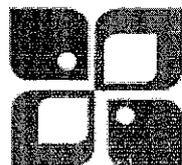
Arsenico e i suoi composti come arsenico	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R23/25-R45-R50/53	30.000
Cadmio e i suoi composti come cadmio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	2.500
Cromo totale e i suoi composti come cromo	1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R49	1.000
Cromo (VI)	<1	mg/kg	IRSA-CNR Quad. 64, 1996 vol.3 Met. 16	Spettrofotometria	R49 R43 R50-53	1.000
Ferro e i suoi composti come ferro	7,33	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R38/38	200.000
Manganese e i suoi composti come manganese	0,3	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R20/22 R48 R50/53	25.000
Nichel e i suoi composti come nichel	0,3	mg/kg		ICP-OES	R49 R43 R50-53	2.500
Fosforo e i suoi composti come fosforo	12,43	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R34-R36/37/38	50.000
Mercurio e i suoi composti come mercurio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 7473	DMA	R26/27/28 R33	1.000
Piombo e i suoi composti come Piombo	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R61 R62 R20/22 R33	5.000
Rame e i suoi composti come Rame	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	25.000
Selenio e i suoi	<0,1	mg/kg	EPA	ICP-	R23/25	25.000



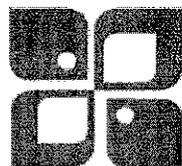
composti come Selenio			3051A + EPA 6010C	OES	r50/53	
Zinco e i suoi composti come Zinco	57	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	25.000
Fenoli	<1	mg/kg	IRSA CNR n. 5070	HPLC UV-Vis	R24/25/34	30.000
Solventi organici clorurati	<1	mg/kg	EPA 5030 C + EPA 8260 C	GC-MS	R20/22	
IPA	-	-	-	-	-	-
Naftalene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50/53 R43 R20	25.000
Antracene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50/53	25.000
Fluorantene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R22 R36 R50/53	25.000
Pirene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45	1.000
Benzo(a)antracene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000
Crisene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53 R68	1.000
Benzo(b)fluorantrene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000
Benzo(a)pirene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA	HPLC	R45 R61 R43 R46 R60	1.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com



Indeno (1,2,3-cd) pirene	<0,1	mg/kg	8310 EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53 R46 R60	1.000
Dibenzo(a,h)antrace ne	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53	1.000
Benzo (g,h,i)perilene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50-R53	25.000
Composti organici aromatici BTEX	-	-	-	-	-	
Benzeni	<0,1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R45 R46	1.000
Tolueni	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R63 R48/20 R65 R38	50.000
Etilbenzene	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R11 R20	250.000
Xileni	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R10 R20/R21 R38	200.000
Stirene	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R10 R20 R36/38	200.000
Oli minerali (idrocarburi)	<10	mg/kg	EPA 3510C+ EPA 8015D 2003	GC	R45 R50/53	1.000
Oli e grassi animali e vegetali	<10	mg/kg	IRSA CNR 5160	IR	-	-



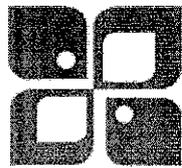
Percolazione su buccette

Su un piano largo 20 cm, con una inclinazione di 5°, sono stati versati dieci chili di buccette per una distanza di un metro. Un litro di percolato è stato lasciato cadere delicatamente sul piano e raccolto con un imbuto all'estremità opposta.

L'operazione è stata ripetuta altre due volte usando ovviamente lo stesso percolato raccolto nel passaggio precedente. Il percolato raccolto è stato inviato ai laboratori per le successive analisi (tabella 3).

Tabella 3. Parametri analizzati per il percolato dopo percolazione su buccette

Risultati Analitici						
Parametro	Risultato analitico	Unità di misura	Metodo di riferimento	Tecnica analitica	Fraresi di rischio	Limiti di pericolosità Dec./2000/53 2/CE integrata dalla Dic./2001/11 8/CE E D.M. 11.04.01 "classificazione di metalli e metalloidi"
Stato fisico	Liquido	-	-	-	-	-
Odore	Molesto	-	Metodo interno olfattivo	-	-	-
Colore	Nero	-	Metodo interno	Visivo	-	-
Peso specifico	1.022	g/cc	IRSA-CNR-Quad 64-vol.2, met.3	Gravimetria	-	-
Solidi sospesi	306	mg/l	IRSA-CNR n.	Gravimetria	-	-

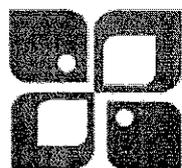


Sannio Tech

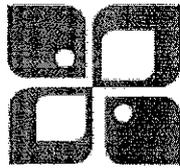
			2090 B			
pH	7.08	U/pH	IRSA-CNR n. 2060	Potenzio metria	-	-
Conducibilità	28000	microS/cm	IRSA-CNR n. 2030	Condotto metria	-	-
Cloruri	3900,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Condotto metria	-	-
Solfati	720,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Condotto metria	-	-
Solfiti (come SO₃)	18,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4150 A	Iodometr ia	-	-
Solfuri	<0,1		IRSA-CNR n. 4160	UV-Vis	-	-
Azoto ammoniacale	2400,4	-	IRSA-CNR n. 4030 Metodo A2	UV-Vis	-	-
Azoto nitroso (come N)	0,71	mg/l	IRSA-CNR n. 4050	UV-Vis	-	-
Azoto nitrico	1,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Condotto metria	-	-
Tensioattivi totali	<1	mg/l	IRSA-CNR n. 5170+5180	UV-Vis	-	-
BOD5	780	mg O ₂ /l	IRSA-CNR n. 5120	Respiro metria	-	-
COD	1600	mg O ₂ /l	IRSA-CNR n. 5130	Titolazio ne	-	-
Arsenico e i suoi composti come arsenico	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R23/25-R45-R50/53	30.000
Cadmio e i suoi	<0,1	mg/kg	EPA	ICP-OES	R50-53	2.500

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com



composti come cadmio			3051A + EPA 6010C			
Cromo totale e i suoi composti come cromo	1,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R49	1.000
Cromo (VI)	<1	mg/kg	IRSA- CNR Quad. 64, 1996 vol.3 Met. 16	Spettrofo tometria	R49 R43 R50-53	1.000
Ferro e i suoi composti come ferro	7,73	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R38/38	200.000
Manganese e i suoi composti come manganese	0,3	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R20/22 R48 R50/53	25.000
Nichel e i suoi composti come nichel	0,3	mg/kg		ICP-OES	R49 R43 50-53	2.500
Fosforo e i suoi composti come fosforo	25,43	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R34- r36/37/38	50.000
Mercurio e i suoi composti come mercurio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 7473	DMA	R26/27/28 R33	1.000
Piombo e i suoi composti come Piombo	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R61 R62 R20/22 R33	5.000
Rame e i suoi composti come Rame	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	25.000
Selenio e i suoi composti come Selenio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R23/25 r50/53	25.000
Zinco e i suoi	70	mg/kg	EPA	ICP-OES	R50-53	25.000

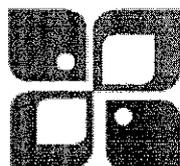


Sannio Tech

composti come Zinco			3051A + EPA 6010C			
Fenoli	<1	mg/kg	IRSA CNR n. 5070	HPLC UV-Vis	R24/25/34	30.000
Solventi organici clorurati	<1	mg/kg	EPA 5030 C + EPA 8260 C	GC-MS	R20/22	
IPA	-	-	-	-	-	-
Naftalene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50/53 R43 R20	25.000
Antracene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50/53	25.000
Fluorantene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R22 R36 R50/53	25.000
Pirene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45	1.000
Benzo(a)antracene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000
Crisene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53 R68	1.000
Benzo(b)fluorantrene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com

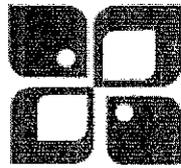


Sannio Tech

Benzo(a)pirene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R61 R43 R46 R60	1.000
Indeno (1,2,3-cd) pirene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53 R46 R60	1.000
Dibenzo(a,h)antracene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53	1.000
Benzo (g,h,i)perilene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50-R53	25.000
Composti organici aromatici BTEX	-	-	-	-	-	
Benzeni	<0,1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R45 R46	1.000
Tolueni	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R63 R48/20 R65 R38	50.000
Etilbenzene	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R11 R20	250.000
Xileni	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC-MS	R10 R20/R21 R38	200.000
Stirene	<1	mg/kg	EPA 5030	GC-MS	R10 R20 R36/38	200.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



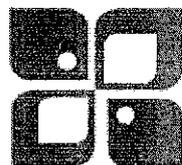
			C+ EPA 8260C			
Oli minerali (idrocarburi)	<10	mg/kg	EPA 3510C+ EPA 8015D 2003	GC	R45 R50/53	1.000
Oli e grassi animali e vegetali	<10	mg/kg	IRSA CNR 5160	IR	-	-

Centrifugazione su buccette

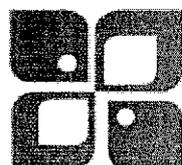
Le buccette sono state raccolte in contenitori da 500 mL riempiti per metà. Ogni contenitore è stato poi addizionato di 50 mL di percolato e centrifugato a 2000 giri per 3 minuti, a temperatura ambiente. I contenitori sono stati lasciati a riposo per 10 minuti e poi si è ripetuta nuovamente la centrifugazione nelle stesse condizioni per altre due volte. Il percolato raccolto, notevolmente più limpido di quello di partenza e di leggero colore rossiccio, è stato inviato ai laboratori per le successive analisi (tabella 4)..

Tabella 4. Parametri analizzati per il percolato dopo centrifugazione con buccette

Risultati Analitici						
Parametro	Risultato analitico	Unità di misura	Metodo di riferimento	Tecnica analitica	Fraasi di rischio	Limiti di pericolosità Dec./2000/53 2/CE integrata dalla Dic./2001/11 8/CE E D.M. 11.04.01 "classificazio



						ne di metalli e metalloidi"
Stato fisico	Liquido	-	-	-	-	-
Odore	Molesto	-	Metodo interno olfattivo	-	-	-
Colore	Nero	-	Metodo interno	Visivo	-	-
Peso specifico	1.012	g/cc	IRSA-CNR-Quad 64-vol.2, met.3	Gravimetria	-	-
Solidi sospesi	306	mg/l	IRSA-CNR n. 2090 B	Gravimetria	-	-
pH	7.07	U/pH	IRSA-CNR n. 2060	Potenziometria	-	-
Conducibilità	35000	microS/cm	IRSA-CNR n. 2030	Conduttometria	-	-
Cloruri	4700,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Conduttometria	-	-
Solfati	820,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4020	Conduttometria	-	-
Solfiti (come SO₃)	26,5	mg/l	IRSA-CNR n. 4150 A	Iodometria	-	-
Solfuri	<0,1		IRSA-CNR n. 4160	UV-Vis	-	-
Azoto ammoniacale	2400,4	-	IRSA-CNR n. 4030 Metodo A2	UV-Vis	-	-
Azoto nitroso (come N)	0,73	mg/l	IRSA-CNR n. 4050	UV-Vis	-	-
Azoto nitrico	1,9	mg/l	IRSA-CNR n.	Conduttom	-	-

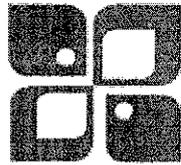


Sannio Tech

			4020	etria		
Tensioattivi totali	<1	mg/l	IRSA-CNR n. 5170+5180	UV-Vis	-	-
BOD5	810	mg O ₂ /l	IRSA-CNR n. 5120	Respirometria	-	-
COD	1770	mg O ₂ /l	IRSA-CNR n. 5130	Titolazione	-	-
Arsenico e i suoi composti come arsenico	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R23/25-R45-R50/53	30.000
Cadmio e i suoi composti come cadmio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	2.500
Cromo totale e i suoi composti come cromo	1,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R49	1.000
Cromo (VI)	<1	mg/kg	IRSA-CNR Quad. 64, 1996 vol.3 Met. 16	Spettrofotometria	R49 R43 R50-53	1.000
Ferro e i suoi composti come ferro	7,70	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R38/38	200.000
Manganese e i suoi composti come manganese	0,3	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R20/22 R48 R50/53	25.000
Nichel e i suoi composti come nichel	0,3	mg/kg		ICP-OES	R49 R43 R50-53	2.500
Fosforo e i suoi composti come fosforo	25,00	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R34-R36/37/38	50.000
Mercurio e i	<0,1	mg/kg	EPA	DMA	R26/27/28	1.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com

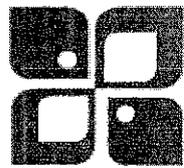


Sannio Tech

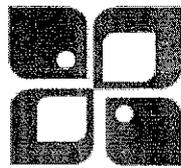
suoi composti come mercurio			3051A + EPA 7473		R33	
Piombo e i suoi composti come Piombo	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R61 R62 R20/22 R33	5.000
Rame e i suoi composti come Rame	0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	25.000
Selenio e i suoi composti come Selenio	<0,1	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R23/25 r50/53	25.000
Zinco e i suoi composti come Zinco	71	mg/kg	EPA 3051A + EPA 6010C	ICP-OES	R50-53	25.000
Fenoli	<1	mg/kg	IRSA CNR n. 5070	HPLC UV-Vis	R24/25/34	30.000
Solventi organici clorurati	<1	mg/kg	EPA 5030 C + EPA 8260 C	GC-MS	R20/22	
IPA	-	-	-	-	-	-
Naftalene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50/53 R43 R20	25.000
Antracene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50/53	25.000
Fluorantene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R22 R36 R50/53	25.000
Pirene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA	HPLC	R45	1.000

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com



			8310			
Benzo(a)antrace ne	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000
Crisene	<1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53 R68	1.000
Benzo(b)fluoran trene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50/53	1.000
Benzo(a)pirene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R61 R43 R46 R60	1.000
Indeno (1,2,3- cd) pirene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53 R46 R60	1.000
Dibenzo(a,h)ant racene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R45 R50- R53	1.000
Benzo (g,h,i)perilene	<0,1	mg/kg	EPA 3630 C+ EPA 8310	HPLC	R50-R53	25.000
Composti organici aromatici BTEX	-	-	-	-	-	
Benzeni	<0,1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC- MS	R45 R46	1.000
Tolueni	<1	mg/kg	EPA 5030	GC- MS	R63 R48/20	50.000

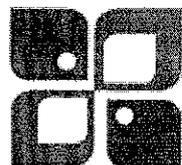


			C+ EPA 8260C		R65 R38	
Etilbenzene	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC- MS	R11 R20	250.000
Xileni	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC- MS	R10 R20/R21 R38	200.000
Stirene	<1	mg/kg	EPA 5030 C+ EPA 8260C	GC- MS	R10 R20 R36/38	200.000
Oli minerali (idrocarburi)	<10	mg/kg	EPA 3510C+ EPA 8015D 2003	GC	R45 R50/53	1.000
Oli e grassi animali e vegetali	<10	mg/kg	IRSA CNR 5160	IR	-	-

I risultati delle analisi chimiche effettuate sono riportate nella tabella 5, come variazioni percentuali rispetto ai valori del percolato tal quale.

Tabella 5. Variazione percentuale dei parametri analizzati

Parametro	Variazione % rispetto al percolato tal quale		
	Peso specifico	-0,5	-1,3
Solidi sospesi	-13,8	-24,6	-24,6
pH	0,2	0,2	0,0
Conducibilità	-21,1	-26,3	-7,9

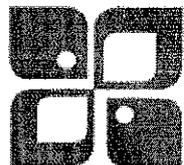


Sannio Tech

Cloruri	-28,6	-20,4	-4,1
Solfati	-32,6	-21,7	-10,9
Solfiti (come SO ₃)	-38,6	-35,1	-7,0
Solfuri	-	-	-
Azoto ammoniacale	-24,0	-24,0	-24,0
Azoto nitroso (come N)	-24,0	-24,0	-24,0
Azoto nitrico	-24,0	-24,0	-24,0
Tensioattivi totali	-	-	-
BOD5	-34,1	-11,4	-8,0
COD	-35,0	-20,0	-11,5
Arsenico e i suoi composti come arsenico	-	-	-
Cadmio e i suoi composti come cadmio	-	-	-
Cromo totale e i suoi composti come cromo	-16,67	-8,33	-8,33
Cromo (VI)	-	-	-
Ferro e i suoi composti come ferro	-12,00	-7,20	-7,60
Manganese e i suoi composti come manganese	-	-	-
Nichel e i suoi composti come nichel	-	-	-
Fosforo e i suoi composti come fosforo	-64,92	-28,22	-29,4
Mercurio e i suoi composti come mercurio	-	-	-
Piombo e i suoi composti come piombo	-	-	-
Rame e i suoi composti come rame	-	-	-
Selenio e i suoi composti come selenio	-	-	-
Zinco e i suoi composti come zinco	-	-	-
Fenoli	-	-	-
Solventi organici clorurati	-	-	-
IPA			
Naftalene	-	-	-
Antracene	-	-	-
Fluorantene	-	-	-
Pirene	-	-	-
Benzo(a)antracene	-	-	-
Crisene	-	-	-
Benzo(b)fluorantrene	-	-	-
Benzo(a)pirene	-	-	-
Indeno (1,2,3-cd) pirene	-	-	-
Dibenzo(a,h)antracene	-	-	-
Benzo (g,h,i)perilene	-	-	-
Composti organici aromatici BTEX			
Benzeni	-	-	-
Tolueni	-	-	-

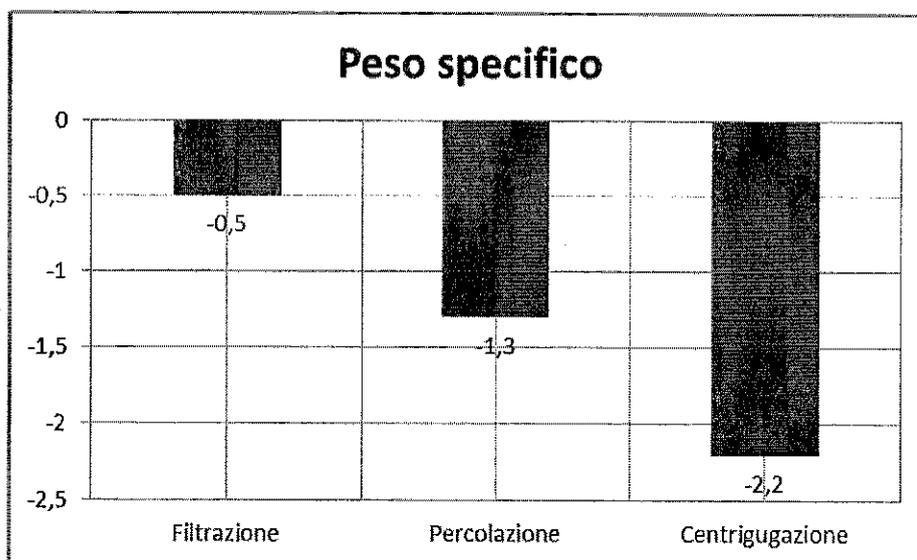
Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

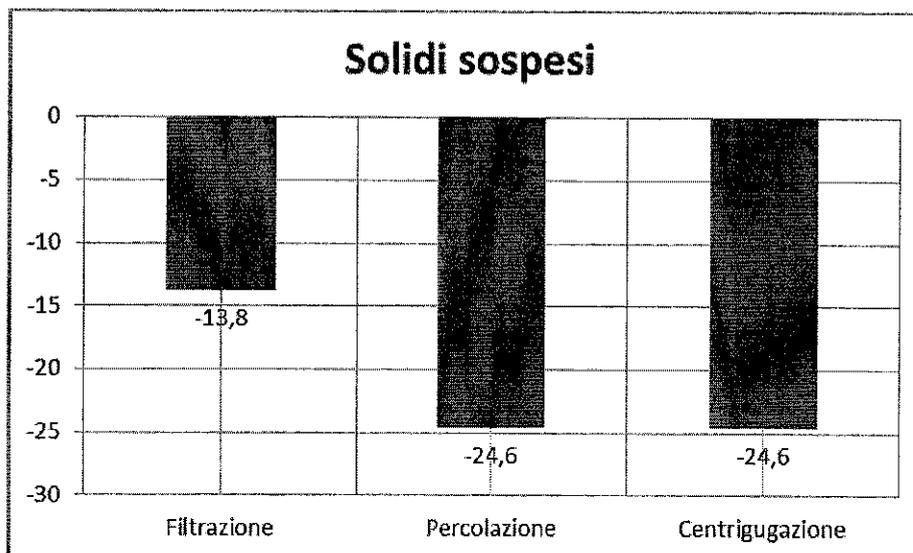
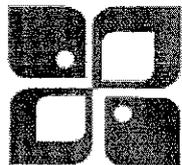


Etilbenzene	-	-	-
Xileni	-	-	-
Stirene	-	-	-
Oli minerali (idrocarburi)	-	-	-
Oli e grassi animali e vegetali	-	-	-

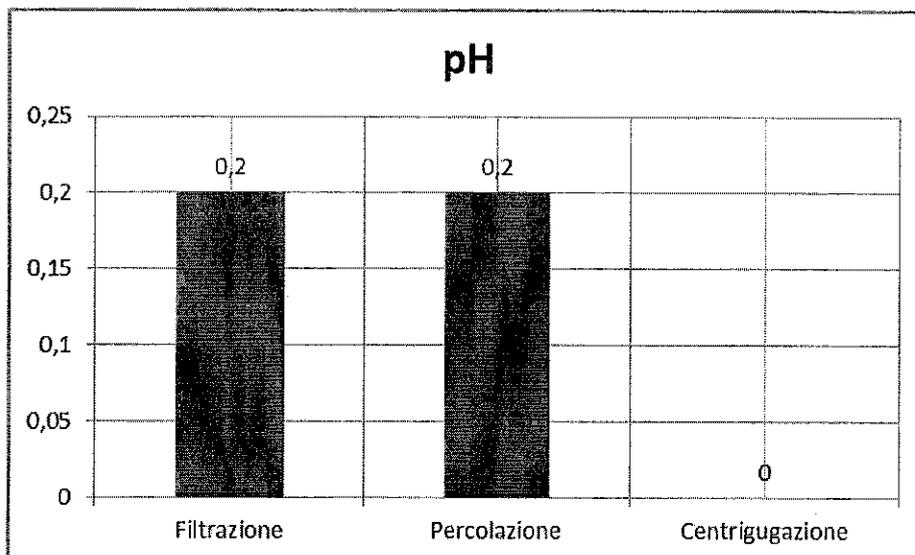
Analizzando i dati riportati nella tabella 5 è possibile evincere una modesta variazione del peso specifico, con una diminuzione tra lo 0.5 e il 2.2%.



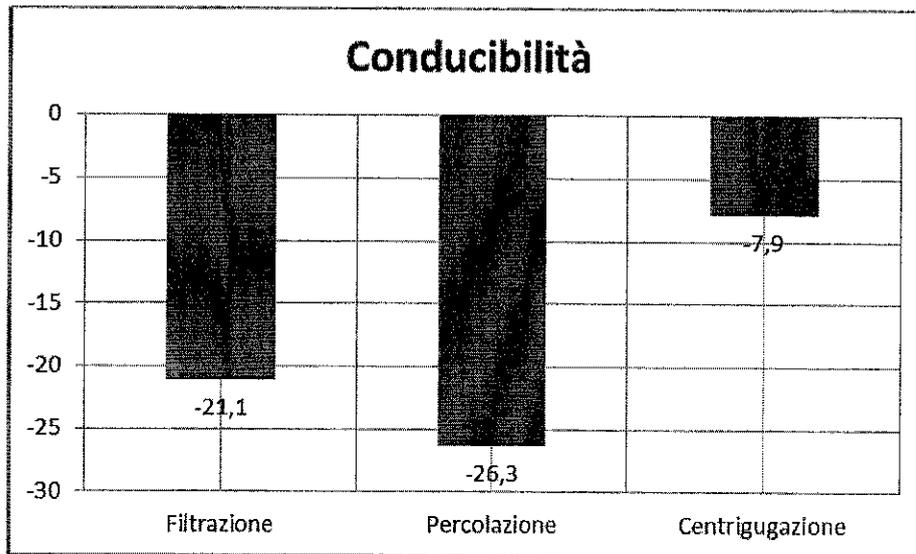
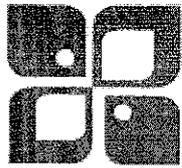
Ben più marcata è la diminuzione dei solidi sospesi, intorno al 14% per la filtrazione su colonna e intorno al 24% negli altri due casi.



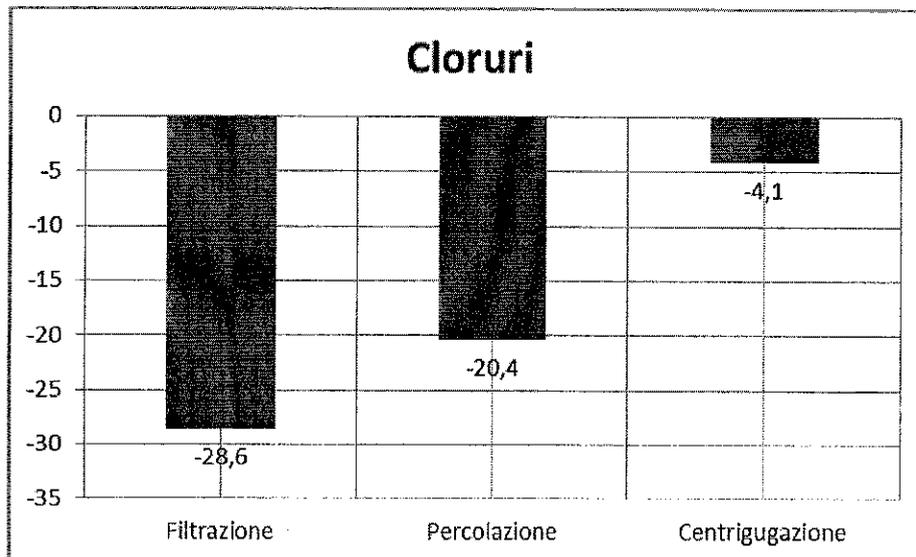
Il pH resta pressoché costante.

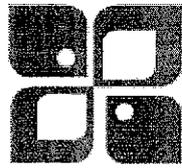


Forte la diminuzione della conducibilità, poco più del 20% nel caso della filtrazione, del 26 nel caso della percolazione, una modesta diminuzione del circa 8% nel caso della centrifugazione.



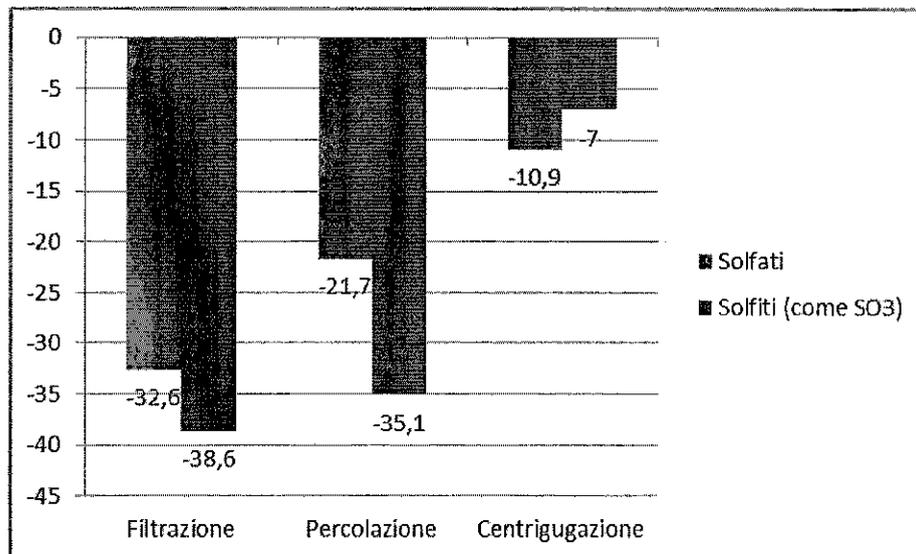
Si verifica altresì una forte diminuzione dei cloruri, poco superiore al 28% nel caso della filtrazione, del 20% nel caso della percolazione. Pressoché invariata invece il suo valore nel caso della centrifugazione, con una modesta diminuzione del 4%. Evidentemente l'alto numero di giri della centrifugazione non ha permesso un contatto sufficientemente lungo tra matrice costituita dalle buccette e il percolato perché si verificasse uno scambio ben più marcato.



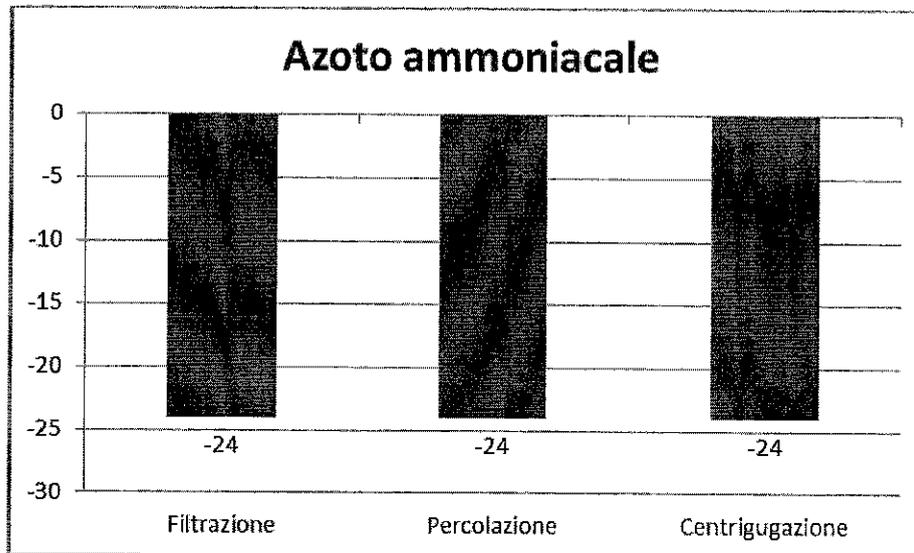
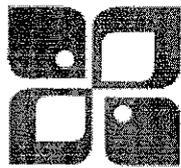


Molto consistente l'assorbimento di solfati e solfiti, con una diminuzione superiore al 30% nel caso della filtrazione. In particolare per i solfiti si è accertata una diminuzione del 40% quasi. Percentuali inferiori del 10% nel caso della percolazione, con una diminuzione dei solfati di poco superiore al 20% e del 35% nel caso dei solfiti. Risultati più modesti nel caso della centrifugazione con una diminuzione del 10% dei solfati, e in controtendenza, poco più alta del 5% nel

caso dei solfiti.

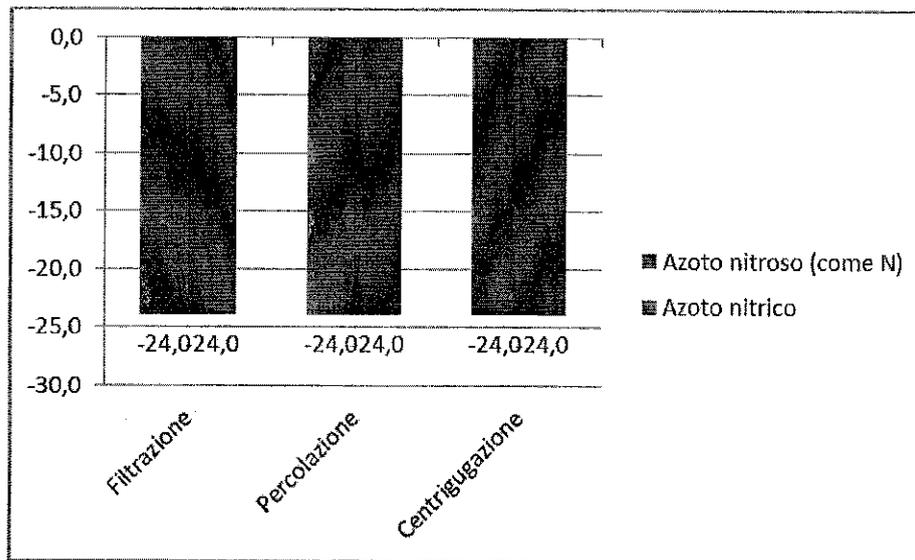


L'azoto ammoniacale risulta diminuito del quasi 25% in tutti e tre i casi.

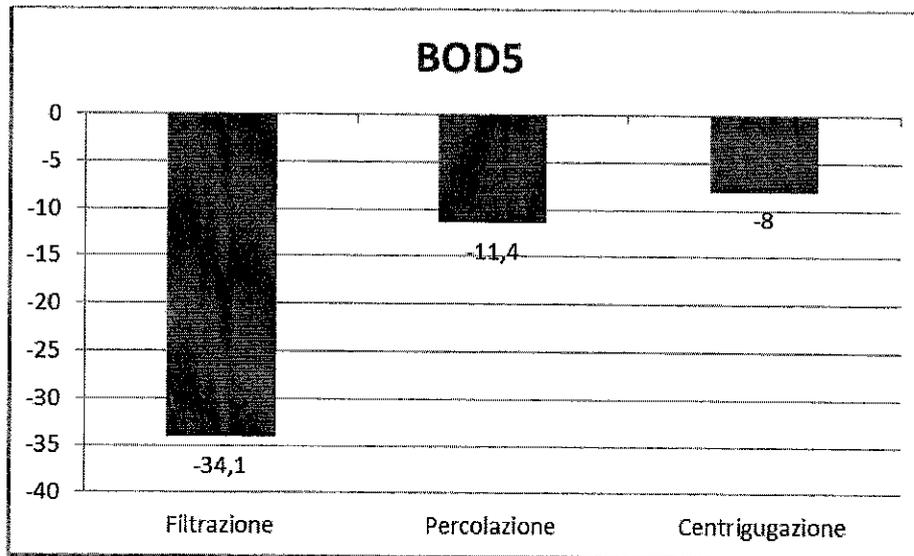
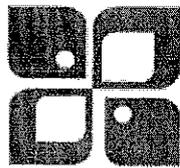


Variazioni percentuali pressoché costanti e indipendenti dal trattamento anche per

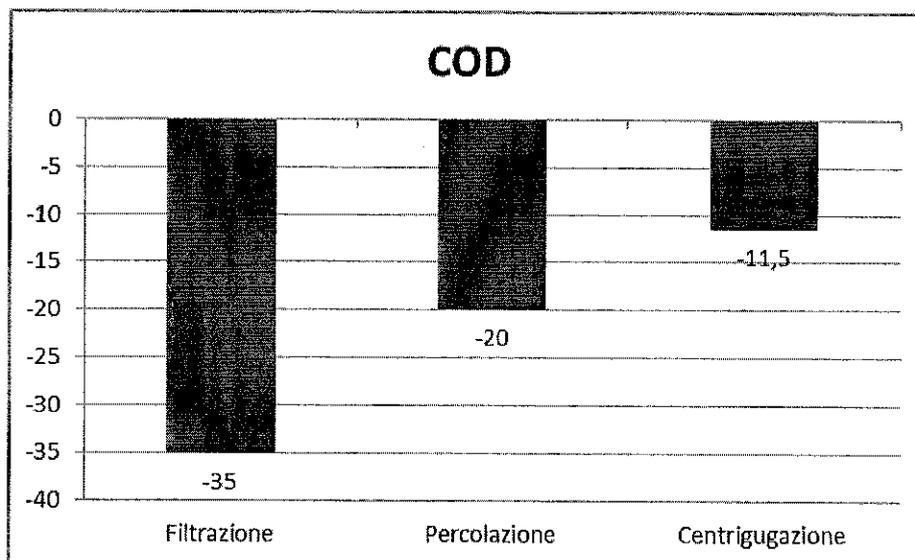
quel che riguarda l'azoto nitroso e l'azoto nitrico.



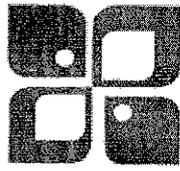
Interessante assai la diminuzione del quasi 35% del BOD5 nel caso della filtrazione, con un valore medio di -10% negli altri due trattamenti.



Anche il COD nel caso della filtrazione diminuisce del 35%, del 20% nel caso della percolazione e di poco superiore al 10% nel caso della centrifugazione.

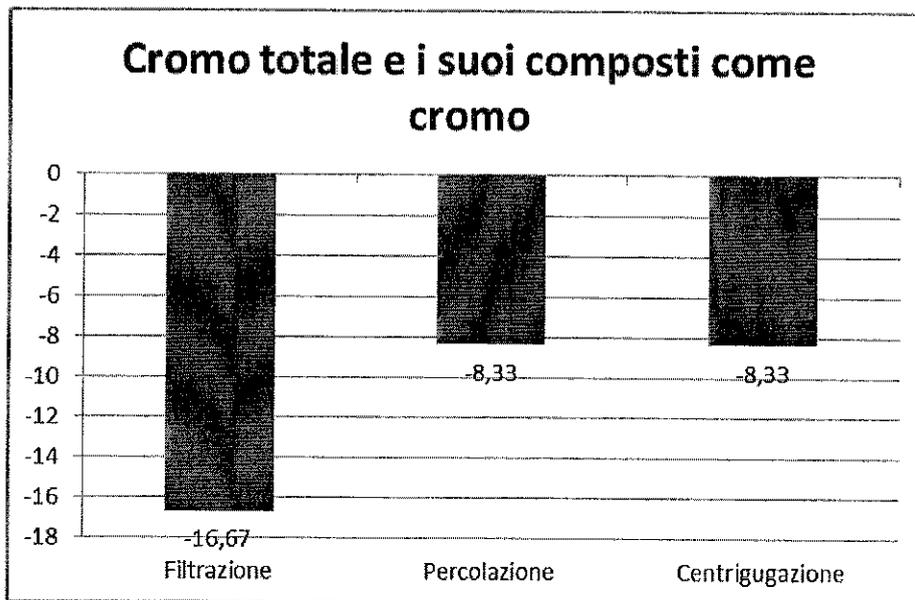


Infine risultano molto marcati le diminuzioni % di cromo, ferro e fosforo. Il cromo, nello specifico diminuisce di poco più del 17% nel caso della filtrazione e



Sannio Tech

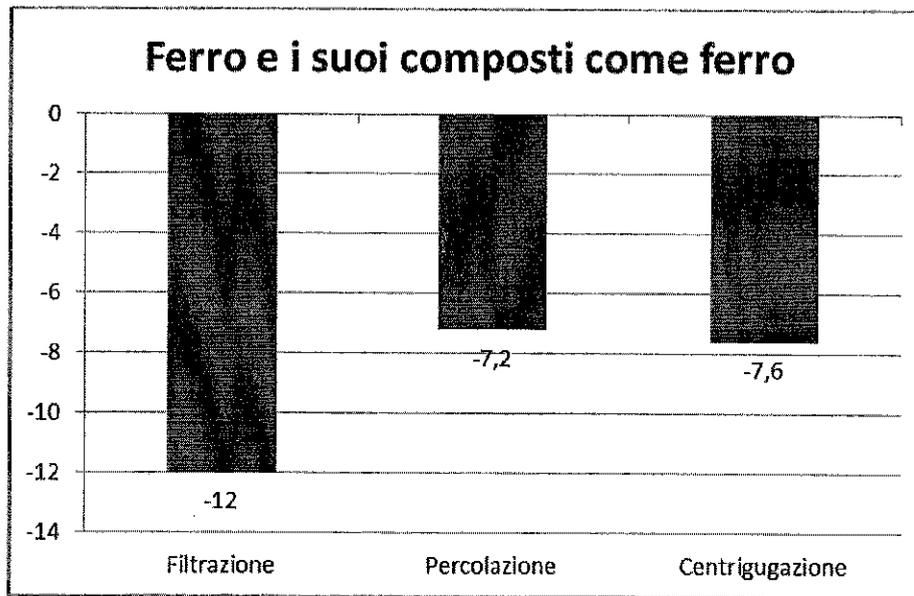
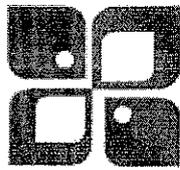
del circa 8% negli altri due casi.



Il ferro diminuisce del 12% nel caso della filtrazione e di 5 punti in meno nel caso degli altri due trattamenti.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) –
82030 Apollosa (BN)

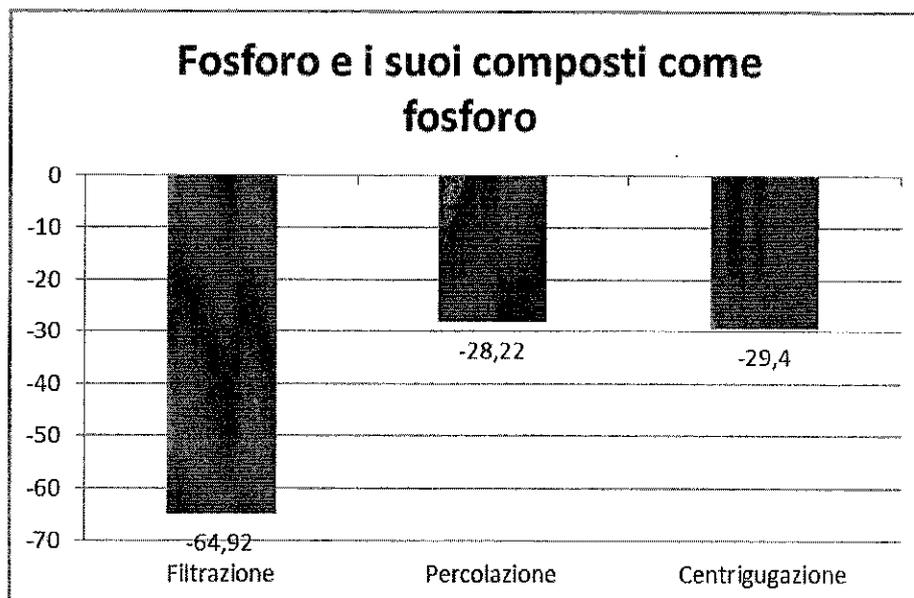
Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 – <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com

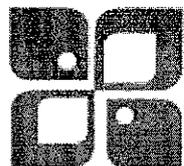


Infine, molto marcata la diminuzione del fosforo.

In particolare si evidenzia una diminuzione del 65% nel caso della filtrazione e

poco meno del 30% negli altri due casi.





Sannio Tech

Conclusioni

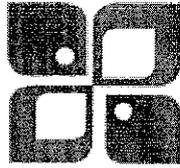
Il trattamento dei percolati di discarica con uno scarto delle produzioni agroindustriali quali le buccette di pomodoro potrebbe risultare conveniente da un duplice punto di vista. Da un lato ci sarebbe la possibilità di usare uno scarto naturale, che di per sé deve essere per legge smaltito in discarica con un costo da parte delle aziende produttrici; costo che evidentemente si riversa poi sull'utente finale che acquista i prodotti di trasformazione.

D'altro, le buccette di pomodoro una volta separate dal percolato possono essere conferite in discarica direttamente, senza costi aggiuntivi per le aziende impegnate nel trattamento dei reflui stessi.

Infatti, verrebbero usate per "catturare" una serie di microinquinanti, organici e

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Sannio Tech

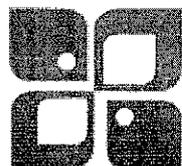
soprattutto inorganici, in primis metalli e, una volta "saturate" potrebbero andare in discarica.

Questo studio apre anche alla prospettiva di poter usare altri scarti di lavorazione industriale tra cui ad esempio caffè esausto, gusci di noce, scarti della lavorazione dei molluschi, per i quali in letteratura sono riportate le capacità adsorbenti di inquinanti organici e sali metallici.



Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) -
82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail:
info@sanniotech.com



Riferimenti bibliografici

Morais, L.C.; Freitas, O.M.; Goncalves, E.P.; Vasconcelos, L.T.; Beca, C.G. Gonzalez. *Reactive dyes removal from wastewaters by adsorption on eucalyptus bark: variables that define the process*. Water Research (1999), 33(4), 979-988.

Bayley, M.; Holmstrup, M. *Water vapor absorption in arthropods by accumulation of myoinositol and glucose*. Science (Washington, D. C.) (1999), 285(5435), 1909-1911.

Sun, Q.; Yang, L. *The adsorption of basic dyes from aqueous solution on modified peat-resin particle*. Water Research (2003), 37(7), 1535-1544.

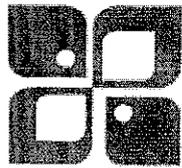
Cheung, W H.; Szeto, Y.S.; McKay, G. *Intraparticle diffusion processes during acid dye adsorption onto chitosan*. Bioresource Technology (2007), 98(15), 2897-2904.

Hasan, M.; Ahmad, A.L.; Hameed, B.H *Adsorption of reactive dye onto cross-linked chitosan/oil palm ash composite beads*. Chemical Engineering Journal (Amsterdam, Netherlands) (2008), 136(2-3), 164-172.

Annadurai, G.; Ling, L.Y.; Lee, J.F. *Adsorption of reactive dye from an aqueous solution by chitosan: isotherm, kinetic and thermodynamic analysis*. Journal of Hazardous Materials (2008), 152(1), 337-346.

Crini, G.; Badot, P.M. *Application of chitosan, a natural aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions by adsorption processes using batch studies: A review of recent literature*. Progress in Polymer Science (2008), 33(4), 399-447.

Cesaro, R.; Fabbicino, M.; Lanzetta, R.; Mancino, A.; Naviglio, B.; Parrilli, M.; Sartorio, R.; Tomaselli, M.; Tortora, G. *Use of chitosan for chromium removal*



Sannio Tech

from exhausted tanning baths. Water Science and Technology (2008), 58(3), 735-739.

Naviglio, B.; Tortora, G.; Lanzetta, R.; Parrilli, M.; Fabbricino, M. *Carbohydrates in leather manufacturing.* Cuio, Pelli, Materie Concianti (2009), 85(4), 195-206.

Fabbricino, M.; Gallo, R. *Chromium removal from tannery wastewater using ground shrimp shells.* Desalination and Water Treatment (2010), 23(1-3), 194-198.

L. Alibardi. *Tecnologie di trattamento del percolato*, dispensa per le lezioni di "Gestione dei rifiuti solidi" del corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'Università di Padova, a.a. 2004-2005.

R. Bovolenta. *Le discariche controllate*, appunti del corso di "geotecnica nella difesa del territorio", Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Università degli studi di Genova.

E. Collina. *Discariche controllate*, appunti per le lezioni di "chimica e fisica ambientale II" del corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e per il Territorio, Università Milano-Bicocca 2011.

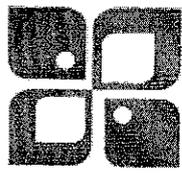
D. Geenens, B. Bixio and C. Thoeye. «Advanced oxidation treatment of landfill leachate.» *Proceeding of the 7th International Waste Management and Landfill Symposium, 1999.*

Geenens D, Bixio B, and Thoeye C. «Combined ozone-active sludge treatment of landfill leachate .» *Water Sci Technol*, n. 44 (2001): 359-365.

C. D. Iaconi, R. Ramadori and A. Lopez. «Combined Biological and chemical degradation for treating a mature municipal landfill leachate.» *Biochemical Engineering Journal* 31, n. 2 (2006): 118-124.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com



Sannio Tech

L. Lombardi, I. Pecorini, *Il percolato da discarica*, dispensa per le lezioni di "Impianti di trattamento dei rifiuti solidi" del corso di laurea specialistica in Ingegneria per la Tutela dell'Ambiente e del Territorio dell'Università degli studi di Firenze, a.a 2006-2007.

M. L. Mastellone, *Impianti di trattamento delle acque*, appunti del corso di Gestione Integrata dei rifiuti solidi, Dipartimento di Scienze Ambientali, Seconda Università di Napoli, **2008**.

I. Monje-Ramirez, and M. T. O. D.Velasquez. «Removal and transformation of recalcitrant organic matter from stabilized saline landfill leachates by coagulation-ozonation coupling processes.» *Water Research* 38, n. 9 (2004): 2358-2366.

S. A. Parsons, and C. A. Murray. «Advanced oxidation processes: Flow sheet options for bulk natural organic matter removal.» *Water Science and Technology* 4, n. 4 (2004): 113-119.

D. Pitea, *Trattamento acque reflue urbane*, appunti per le lezioni di "impianti chimici e bonifica siti contaminati" del corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e per il Territorio, Università Milano-Bicocca **2011**.

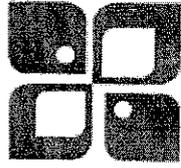
E. J. Rivas, F. Beltran, O. Gimeno, B. Acedo and F. Carvalho. «Stabilized leachates: ozone-activated carbon treatment and kinetics.» *Water research* 37, n. 20 (2003): 4823-4834.

C. Silva, M. Dezotti and G. L. Sant'Anna Jr. «Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate.» *Chemosphere* 55, n. 2 (2004): 207-214.

R. Stegmann, K.-U. Heyer, R. Cossu, *Leachate Treatment*, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, **2005**.

Consorzio Sannio Tech - Sede legale e operativa: P.zza San Giuseppe Moscati, 8 (SS Appia km 256) - 82030 Apollosa (BN)

Tel. +39 0824 44399 - Fax +39 0824 360015 - <http://www.sanniotech.com> - E-mail: info@sanniotech.com



Sannio Tech

Wei Li, Qixing Zhou, and Tao Hua. «Removal of Organic Matter from Landfill Leachate by Advanced Oxidation Processes: A Review.» *International Journal of Chemical Engineering*, 2010: 4.

<http://www.chimica-cannizzaro.it> Dipartimento di Chimica dell'Istituto Tecnico Stanislao Cannizzaro, Catania.

Allegato 5 alla parte III del Decreto Legislativo Governo 03/04/2006 n.152 (Testo Unico Ambientale) relativo ai limiti di emissione degli scarichi idrici.