



PERPULIRE
CLEAN LOVERS

Macchinario Natura System

Relazione tecnica



PerPulire l'acqua all'infinito
Infinite water purification





Indice

Versione in Italiano

	pag.
<i>Il documento in sintesi</i>	1
CAPITOLO 1 Natura System	2
Perchè scegliere Natura System	3
Un processo convalidato	4
Natura System: vantaggi	5
Componenti del processo	6
Detergenti naturali	7
Detergenti Ecologici	8
Lavasciuga	9
Lavasciuga con il sistema 3S	10
Ciclo combinato per la discarica	11
Ciclo combinato per la purificazione	11
Diagramma di flusso del processo	12
Esempi di cantieri	13
Taniche risparmiate in 1 anno di utilizzo	14
CAPITOLO 2 Politecnico di Torino: validazione del processo Nature System	15
Introduzione	17
Rapporto dell'attività di consulenza	18
Quantificazione del risparmio idrico	26
Conclusioni	29
Appendice - metodi analitici	32
CAPITOLO 3 Allegati	38
Scheda tecnica Natura System	39
Istruzioni sequenza CICLO MANUALE	40
Pubblicazione su GSA	42

Index

English version

	pag.
<i>The document at a glance</i>	1
CAPITOLO 1 Natura System	2
Why Natura System	3
A validated process	4
Natura System: advantages	5
Process components	6
Natural detergents	7
Ecological detergents	8
Scrubber dryers	9
Scrubber dryers with 3S System	10
Combined-cycle for disposal	11
Combined-cycle for purification	11
Process flow chart	12
Examples of construction sites	13
Tanks saved in one year of use	14



Il documento in sintesi

Grazie ai risultati positivi ottenuti dai test di laboratorio, il macchinario Natura System si presenta come strumento all'avanguardia per la chiarificazione delle acque reflue derivanti da cicli di pulizia.

Tra i numerosi vantaggi derivanti dal Natura System vale la pena menzionare il risparmio idrico e la riduzione dell'inquinamento dovuto al trasporto, oltre alla possibilità di raggiungere punteggi elevati nelle gare d'appalto.

The document at a glance

Thanks to the positive lab test results, Natura System machinery is the state-of-the-art tool to purify wastewater from cleaning cycles.

Among the numerous advantages from Natura System, it is worth mentioning water savings and reduction of pollution due to transportation, as well as the possibility to achieve high scores in Tenders.

Capitolo 1

Natura System





PERPULIRE
CLEAN LOVERS

Perchè scegliere Natura System

Natura System è un macchinario con un processo innovativo integrato adatto per purificare le acque reflue derivanti dai cicli di pulizia, in modo da poterle riutilizzare per un numero infinito di cicli di pulizia.



Why Natura System

Natura System is an innovative process to purify wastewater from cleaning cycles, in order to make it reusable for an infinite amount of additional cycles.





Un processo convalidato

Il processo di funzionamento di Natura System è stato sottoposto a validazione da parte del Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) del Politecnico di Torino. I risultati positivi del test di laboratorio hanno evidenziato la possibilità di

Effettuare cicli di riutilizzo di acqua purificata

Lo studio condotto nel mese di febbraio ha dimostrato che:

- 1 Il sistema di purificazione Natura System mantiene la sua efficacia nella rimozione dei solidi sospesi totali (TSS) anche dopo aver effettuato un alto numero di cicli di lavoro. In tutti i casi esaminati, l'efficacia della rimozione dei TSS raggiunge sempre almeno il 90%;
- 2 Il trattamento aggiuntivo e i cicli di riutilizzo di acqua per la pulizia di superfici in contesti industriali non deteriorano le caratteristiche dell'acqua;
- 3 È fortemente consigliato che l'acqua, dopo il tempo necessario per il trattamento, venga separata dal fango e conservata in un apposito contenitore fino al ciclo di utilizzo seguente;
- 4 Sulla base dei risultati effettuati sui cantieri, l'utilizzo del processo di purificazione Natura System permetterebbe un risparmio di acqua pulita necessaria e un risparmio di un volume equivalente di acque reflue da smaltire di circa 16, 35, e 100 m³/anno rispettivamente per cantieri di taglia piccola, media e grande. Le acque reflue da smaltire si ridurrebbero di circa 1, 2, e 5 m³/anno.

A validated process

The Natura System functioning process has undergone validation testing by the Department of Environmental, Landscape and Infrastructure Engineering of the Turin Institute of Technology. The positive lab test results have highlighted the possibility of

Reuse cycles of the purified water

The study performed in the month of February has shown:

- 1 The purification system named Natura System maintains its efficiency in removal of total suspended solids (even after a high number of work cycles. In all cases examined, the efficiency of TSS removal always reaches at least 90
- 2 The additional treatment and reuse cycles of water for surface cleaning in industrial contexts do not lead to a deterioration of the water's characteristics
- 3 The additional treatment and reuse cycles of water for surface cleaning in industrial contexts do not lead to a deterioration of the water's characteristics
- 4 Based on real-life construction site results, the use of the Natura System purification process would allow a reduction in required clean water, and an equivalent volume of wastewater to dispose of, of about 16,35 and 100 m³/year for small, medium, and large sites respectively. The wastewater to dispose of would be reduced to about 1,2 and 5 m³/year



Natura System vantaggi

Natura System apporta diversi benefici tra cui:



Risparmio idrico
dovuto al riutilizzo dell'acqua



Riduzione di acque reflue
da sottoporre al processo di trattamento



Riduzione del trasporto
da e per gli impianti di smaltimento delle acque reflue



Risparmio di costi tangibili
per il trattamento delle acque reflue



Riduzione dell'inquinamento delle acque reflue
dovuto allo smaltimento errato



Riduzione emissioni di CO₂
dovute al decremento delle attività di trasporto verso gli impianti di purificazione



Alto punteggio nelle gare d'appalto

Un processo innovativo che permette ai fornitori di servizi per il professional cleaning di raggiungere punteggi elevati nelle gare d'appalto.

Natura System advantages

Natura System brings multiple advantages, including:



Water saving
due to water reuse



Reduction in wastewater
to undergo treatment process



Reduction in transportation
to and from wastewater disposal facilities



Tangible cost savings
for wastewater treatment



Reduction in pollution of public water
due to incorrect wastewater disposal



Reduction in CO₂ emission
due to a decrease in transportation towards purification facilities



High scores in Tenders

A process that allows its users to achieve high scores in Tenders for Company Service Providers



PERPULIRE
CLEAN LOVERS

Componenti del processo

Detergenti naturali ed Ecologici

Lavasciuga

Smaltimento dei rifiuti a ciclo combinato

Purificazione a ciclo combinato

Process components

Natural & Ecological detergents

Scrubber driers

Combined-cycle waste disposal

Combined-cycle purification



Detergenti naturali



100% Naturale

Non tossico

Nanotecnologia



Natural detergents



100% Natural

Non-toxic

Nanotechnology



Detergenti Ecologici



Disinfettante

Purificante

PRODOTTI CERTIFICATI CAM GREEN 2021

NATURA
additivo
igienizzante plus

NATURA
additivo
chiarificatore
acque

LAVA DI +
detergente
agrumato
superconcentrato

RIMANE FIORITO
detergente
superconcentrato

**AZZERA
PAVIMENTI**

Ecological detergents



Sanitizer

Purifier

CERTIFIED CAM GREEN 2.0 PRODUCTS

NATURA
sanitizing additive

NATURA
purifying additive

LAVA DI +
hyperconcentrated
Citrus detergent

RIMANE FIORITO
hyperconcentrated
detergent

**AZZERA
PAVIMENTI**



Lavasciuga

La funzione indicata con il **simbolo del rubinetto dell'acqua**

...permetterà l'ordinaria esecuzione del macchinario con un flusso di acqua variabile a seconda di quanto sia aperto o chiuso il rubinetto.

La funzione indicata con la **parola stop**

...permette l'esecuzione senza il flusso dell'acqua (solo l'asciugatura)

La funzione indicata con il simbolo **3S**

...permette l'esecuzione con un flusso dell'acqua ottimale, la cui diluizione è calibrata in automatico.

Il sistema 3S...

Garantisce un incremento del 100% della superficie lavata paragonato al sistema tradizionale;

Garantisce una **riduzione del consumo idrico tra il 50% e l'80%** (sulla base di test interni effettuati sulle diverse superfici come calcestruzzo e gres ceramico) nell'ottica del **rispetto ambientale**.

Scrubber dryers

Water faucet position

...will allow normal functioning with a variable water flow depending on how opened/closed the faucet is.

Stop position

...allows functioning without water flow (drying only).

3S Symbol position

... allows functioning with a fixed optimal water flow.

The 3S System...

Guarantees a **100% increase in washed surface** compared to the traditional system

Guarantees a **decrease in water consumption between 50 and 80%** (based on internal testing on different surfaces such as concrete and ceramic stoneware) in the scope of **environmental respect**.



PERPULIRE
CLEAN LOVERS

Lavasciuga con il sistema 3S

3S è il sistema all'avanguardia per ottimizzare il consumo di acqua e detersivi. Indipendentemente dall'abilità dell'operatore di utilizzare il macchinario, il sistema 3S mantiene un flusso minimo costante della soluzione detergente, calibrata adeguatamente da un tecnico esperto, e adatto per una pulizia ottimale del pavimento.

Disponibile su tutti i macchinari Floorpul, include un circuito idraulico in parallelo con il circuito tradizionale esistente che può essere attivato o disattivato direttamente dal pannello di controllo attraverso un semplice bottone a tre funzioni: Input, due elettrovalvole del sistema 3S, filtro aggiuntivo per il sistema 3S.

Scrubber dryers with 3S System

3S is the state-of-the-art system to optimize water and detergent consumption. Independent of the operator ability to operate the machine, the 3S system maintains a constant minimum flow of detergent solution, adequately calibrated by an expert technician, and appropriate for optimal floor cleaning.

Available on all Floorpool machines, it includes an hydraulic circuit in parallel with the existing traditional circuit that may be enabled or disabled directly from the dashboard by means of a simple three position button.



BE NICE TO PEOPLE
FLOORPUL
INTERNATIONAL NV



Ciclo combinato per lo SMALTIMENTO



Ciclo combinato per la PURIFICAZIONE



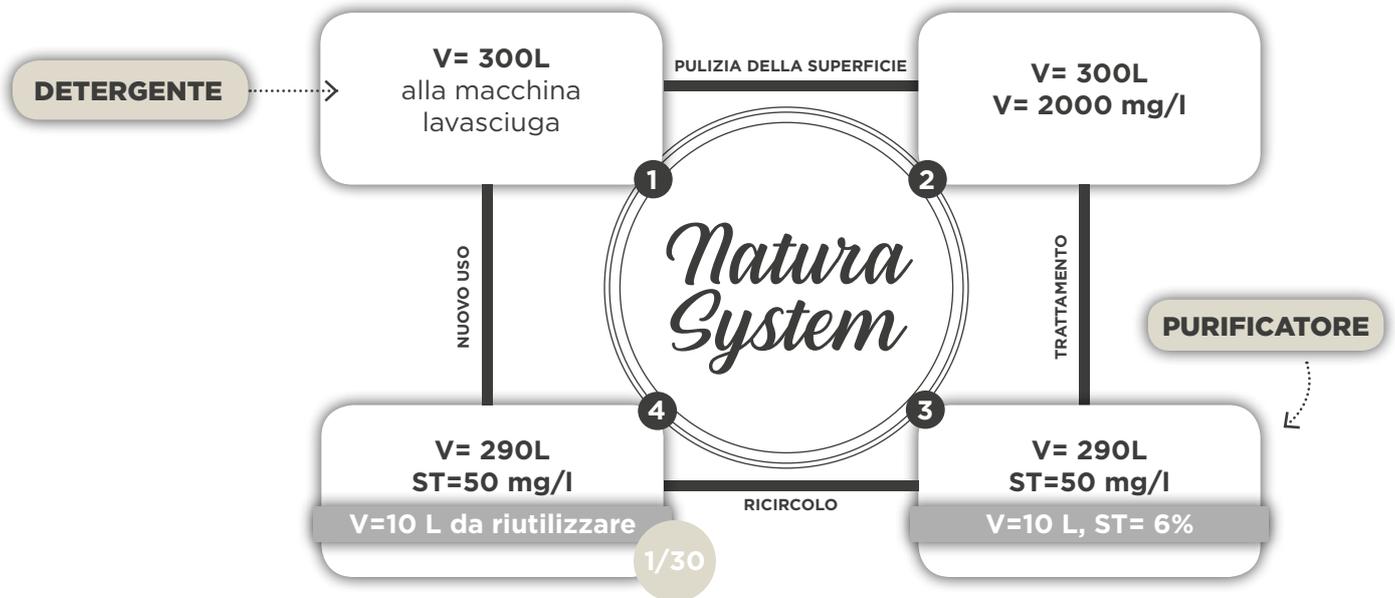
Combined cycle for DISPOSAL



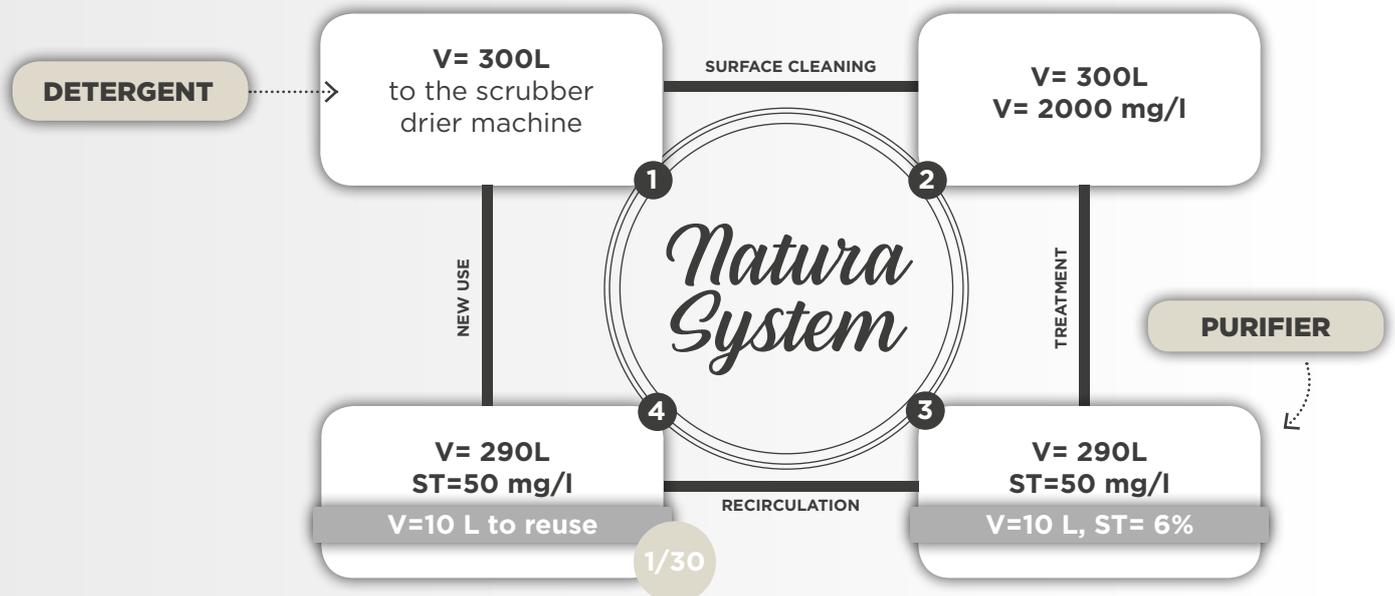
Combined cycle for PURIFICATION



Diagramma di flusso del processo



Process flow chart



Esempi di cantieri



Esempio di un piccolo cantiere nel calcolo del risparmio

Q.ta	Macchina	Consumo medio giornaliero (ltri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	N. BIG da 1000 Ltri da smaltire
10	myx2	3	2x	12	6072	303	5769	16632	831	15801	16
1R	UBY 55	40			10560	528	10032				

Esempio di un medio cantiere nel calcolo del risparmio

Q.ta	Macchina	Consumo medio giornaliero (ltri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	N. BIG da 1000 Ltri da smaltire
10	myx2	3	2x	12	6072	303	5769	16632	831	15801	16
1R	UBY 55	40			10560	528	10032				

Esempio di un grande cantiere nel calcolo del risparmio

Q.ta	Macchina	Consumo medio giornaliero (ltri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	N. BIG da 1000 Ltri da smaltire
10	myx2	3	2x	12	6072	303	5769	16632	831	15801	16
1R	UBY 55	40			10560	528	10032				

Example of small construction site in calculation of

Q.ta	Macchina	Consumo medio giornaliero (ltri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	N. BIG da 1000 Ltri da smaltire
10	myx2	3	2x	12	6072	303	5769	16632	831	15801	16
1R	UBY 55	40			10560	528	10032				

Example of medium construction site in calculation of

Q.ta	Macchina	Consumo medio giornaliero (ltri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	N. BIG da 1000 Ltri da smaltire
10	myx2	3	2x	12	6072	303	5769	16632	831	15801	16
1R	UBY 55	40			10560	528	10032				

Example of big construction site in calculation of

Q.ta	Macchina	Consumo medio giornaliero (ltri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Ltri)	N. BIG da 1000 Ltri da smaltire
10	myx2	3	2x	12	6072	303	5769	16632	831	15801	16
1R	UBY 55	40			10560	528	10032				

Examples of construction sites





Taniche da 1000 L risparmiate in un anno di utilizzo

Con il sistema tradizionale
104 taniche di acque reflue da smaltire



(...)

Con **Natura System**
5 taniche di acque reflue da smaltire



1000 L tanks saved in 1 year of use

With **traditional system**
104 wastewater tanks to dispose of



(...)

With **Natura System**
5 wastewater tanks to dispose of



Capitolo 2

Politecnico di Torino

Validazione del processo
“Natura System”





**POLITECNICO
DI TORINO**

Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture

Ricercatore in Ingegneria Sanitaria Ambientale
Barbara RUFFINO



Contratto di Consulenza tra:

Il DIATI, Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture
del Politecnico di Torino e

PERPULIRE S.r.l.

Relativo alla:

VERIFICA DELL'EFFICACIA DEL PROCESSO DENOMINATO "NATURA SYSTEM"

RELAZIONE FINALE

Ing. Barbara Ruffino, Ph.D.

Marzo 2017

Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino – Italia
tel: +39 011.090.7602 fax: +39 011.090.7699
barbara.ruffino@polito.it www.polito.it



Introduzione

L'attività di consulenza, commissionata dalla Perpulire S.r.l., era finalizzata a dimostrare la possibilità di riutilizzo dell'acqua, per operazioni di pulizia delle pavimentazioni, anche dopo un elevato numero di cicli che comprendono le fasi di (1) attività di lavaggio di superfici e (2) il successivo trattamento dell'acqua reflua mediante il processo denominato "Natura System". Nel seguito, per brevità, l'insieme delle operazioni di pulizia e successivo trattamento dell'acqua reflua sarà riportato come "ciclo di lavoro".

Il processo denominato "Natura System" consiste, essenzialmente, in una filtrazione preliminare dell'acqua reflua seguita da una chiarificazione.

L'acqua reflua, raccolta nel serbatoio della macchina lavasciuga, è preliminarmente filtrata da una griglia avente diametro delle luci di qualche millimetro. Dalla griglia, l'acqua reflua è fatta confluire in un serbatoio, della capacità di 300 litri, in cui avviene la chiarificazione. Il processo di chiarificazione si avvale dell'utilizzo di un chiarificatore (flocculante) che è dosato nella misura di 25 g di prodotto per 300 litri di acqua reflua. I fiocchi formati dall'aggregazione dei solidi sospesi sono lasciati decantare per almeno 30 minuti. Successivamente, l'acqua chiarificata viene trasferita al serbatoio della lavasciuga ed utilizzata per un nuovo ciclo di pulizia.



Rapporto dell'attività di consulenza

1. Elenco dei campioni ricevuti

Sono state ricevute dal committente (PERPULIRE S.r.l.) le 4 serie di campioni descritte in Tabella 1.

Serie	Cicli di lavoro al campionamento	Data di consegna	Composizione della serie di campioni
Serie 1	1	13/02/2017 (lunedì)	Acqua di rete, Refluo dopo la filtrazione preliminare, Fase liquida chiarificata, Fango sedimentato
Serie 2	15	17/02/2017 (venerdì)	Refluo dopo la filtrazione preliminare, Fase liquida chiarificata, Fango sedimentato
Serie 3	45	6/03/2017 (lunedì)	Refluo dopo la filtrazione preliminare, Fase liquida chiarificata, Fango sedimentato
Serie 4a	110	17/03/2017 (venerdì)	Refluo dopo la filtrazione preliminare, Fase liquida chiarificata, Fango sedimentato
Serie 4b	110	20/03/2017 (lunedì)	Fase liquida chiarificata, Fango sedimentato

Tabella 1. Elenco dei campioni ricevuti dal committente

Nel caso della serie 4, la fase liquida chiarificata ed il fango sedimentato sono stati campionati al compimento del ciclo di lavoro n. 110 (pulizia + trattamento del refluo) e dopo circa 60 ore di contatto continuato delle due fasi (acqua chiarificata e fango sedimentato) nel reattore di chiarificazione.

Occorre inoltre tenere presente che i campioni di acqua chiarificata raccolti di lunedì o avevano subito un contatto prolungato con il fango sedimentato (ciclo 1 e 110b) o comunque risentivano di tale contatto (ciclo 45) perché, per tutti i fine-settimana per cui si è protratta l'attività di trattamento e monitoraggio, l'acqua chiarificata era lasciata nel serbatoio a contatto con il fango sedimentato.

Il committente ha inoltre messo a disposizione un campione del prodotto chiarificatore che viene utilizzato per il processo di trattamento.



2. Risultati delle caratterizzazioni dei campioni di reflui e fanghi

I risultati della caratterizzazione dell'acqua di rete, dei campioni di refluo prima e dopo il processo di chiarificazione e dei campioni di fango separato dal processo di chiarificazione sono mostrati nelle Tabelle 5 e 6. I risultati sono discussi nei paragrafi 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4.

2.1 Caratterizzazione dell'acqua di rete

L'acqua di rete, distribuita nella zona industriale di Mappano, ha un pH leggermente basico (8.16) ed una conducibilità elettrica (CE) di 217 uS/cm (@ 25°C), valore quest'ultimo che si situa nella parte bassa dell'intervallo di CE in cui ricade la maggior parte delle acque minerali commercializzate (100 – 700 uS/cm) (Arpa Toscana).

http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/acqua/acque-ad-uso-umano/ac_mi_etichetta.html

Similmente, il contenuto di metalli alcalini (Na e K), alcalino-terrosi (Ca e Mg) e alcalinità è in linea con quello delle comuni acque minerali.

2.2 Caratterizzazione del refluo dopo la filtrazione preliminare

Il refluo da sottoporre a trattamento di chiarificazione aveva un pH abbastanza variabile, che si collocava tra la neutralità ed una leggera basicità. Il valore più alto di pH è stato registrato al quindicesimo (15) ciclo di lavoro (pH = 9.40). La CE ha mostrato un andamento decrescente, da 3.75 mS/cm (@ 25°C) a 1.11 mS/cm (@ 25°C) tra il primo (1) ed il quarantacinquesimo (45) ciclo di lavoro, per risalire a 2.47 mS/cm (@ 25°C) al ciclo 110 (v. Figura 1).

Il contenuto di solidi totali (ST) era fortemente variabile tra campione e campione. In particolare, il tenore di ST era dell'ordine di qualche centinaio di mg/l ai cicli di lavoro 1, 15 e 110, mentre era cresciuto di circa un ordine di grandezza al quarantacinquesimo (45) ciclo di lavoro, raggiungendo il valore di concentrazione di circa 4700 mg/l. Il tenore di ST è ovviamente legato alla quantità di particolato solido rimossa dalle superfici durante un ciclo di utilizzo della macchina lavasciuga.

Il contenuto di metalli, specie di metalli pesanti, nella frazione passante attraverso un filtro da 0.45 um, era fortemente variabile e dipendente dalla qualità e quantità delle sostanze solubili asportate dalle operazioni di pulizia.



2.3 Caratterizzazione della fase liquida chiarificata

I risultati delle determinazioni analitiche hanno dimostrato che, in tutti i campioni, il trattamento di chiarificazione ha avuto effetto sulla maggior parte dei parametri analitici considerati. In particolare:

Il pH dei campioni chiarificati si collocava in campo acido o debolmente acido (v. Figura 1). Il valore più basso di pH è stato registrato al primo ciclo di lavoro (pH = 5.77). Il confronto dei valori di pH nei campioni tra prima e dopo la chiarificazione fa concludere che il trattamento induca un decremento del valore del pH. Tale decremento è stato, mediamente, dell'ordine del 20% fino al quarantacinquesimo (45) ciclo di lavoro e si è ridotto a meno di due punti percentuali al ciclo di lavoro 110. L'abbassamento di pH al crescere dei cicli di lavoro sembrerebbe essere contrastato dall'accumulo di specie tampone (carbonati e bicarbonati), come testimoniato dal progressivo aumento dell'alcalinità (v. Figura 2).

La CE in tutti i casi subisce un incremento, variabile tra pochi punti percentuale ai cicli di lavoro 15 e 110, fino a +170% al ciclo 45. L'incremento maggiore è stato osservato per i campioni di acqua chiarificata che hanno avuto un contatto prolungato con il fango sedimentato (v. Figura 1). La CE mostra una correlazione positiva piuttosto forte con la concentrazione in cloruri (v. Figura 3). Anche nel caso dei cloruri, l'incremento di concentrazione, tra prima e dopo il processo di flocculazione, è molto evidente per i campioni di acqua chiarificata che hanno avuto un contatto prolungato con il fango sedimentato (v. Figura 4).

Il tenore di ST, dopo il trattamento di chiarificazione, era dell'ordine di qualche decina di mg/l. Anche dopo 110 cicli di lavoro questo si attestava su un valore inferiore a 100 mg/l. Mediamente, la rimozione degli ST dovuta alla chiarificazione è stata superiore al 95%. In un caso, al quarantacinquesimo (45) ciclo di lavoro, quando il refluo era più carico, la rimozione dei ST è stata superiore al 99%. È comunque necessario sottolineare che l'efficienza di rimozione dipende fortemente dal carico di solidi del refluo sottoposto a trattamento. La dose di chiarificatore utilizzata (25 g su 300 litri di refluo) si è dimostrata efficace anche in presenza di una concentrazione in solidi dell'ordine dello 0.5%.

Occorre inoltre rilevare che il tempo necessario a filtrare il campione di refluo chiarificato su una membrana con grado di ritenzione 0.45 μm è andato aumentando campione dopo campione. Nel caso del campione al primo ciclo di lavoro, sono stati filtrati 400 ml in pochi secondi. Al ciclo di lavoro 15 il campione ha mostrato una maggiore resistenza alla filtrazione: per la filtrazione di 200 ml sono stati necessari circa 2 minuti. Per la filtrazione di 200 ml di refluo chiarificato al ciclo di lavoro 45 è stata necessaria più di un'ora (rispettivamente, 4 minuti per la filtrazione dei primi 100 ml e 1 ora e 10 minuti per la filtrazione della "coda", ovvero degli ulteriori 100 ml). Data la durata del processo, dei campioni prelevati al ciclo 110 è stato filtrato un volume di soli 100 ml. Il tempo necessario alla filtrazione di questi ultimi è stato superiore ai 5 minuti. La resistenza alla filtrazione è dovuta alla generazione di particelle (verosimilmente sali) di dimensioni dell'ordine di 1 μm che con difficoltà vanno incontro a sedimentazione e hanno forte tendenza ad occludere i pori del filtro.

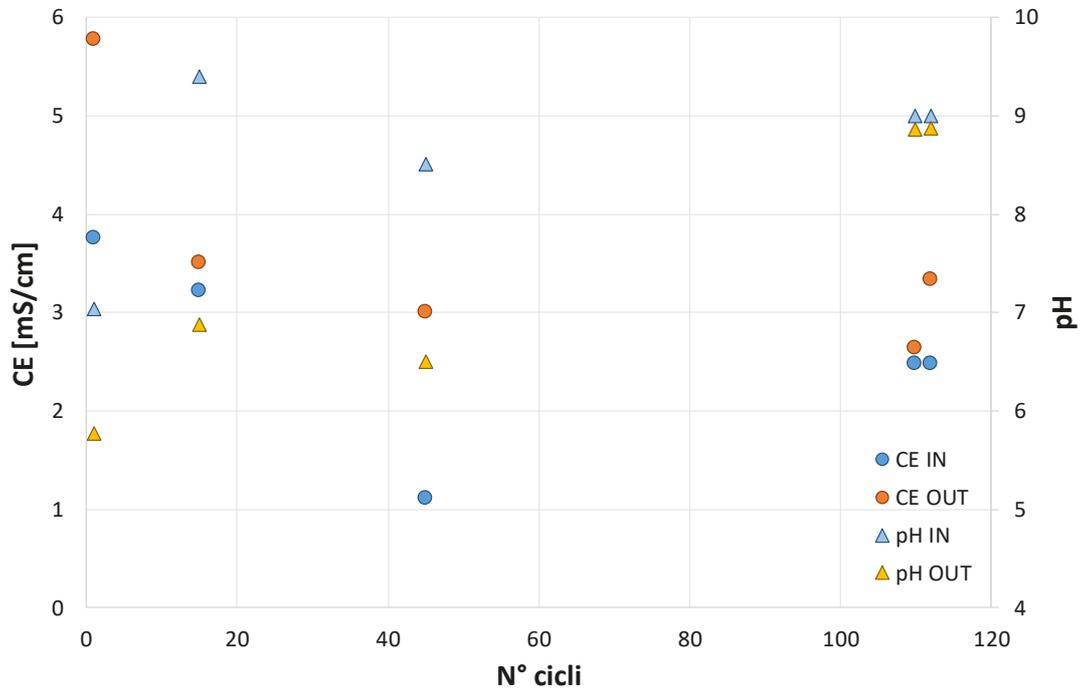


Figura 1. Andamento di pH e conducibilità elettrica (CE) @ 25°C nei campioni prima e dopo la chiarificazione

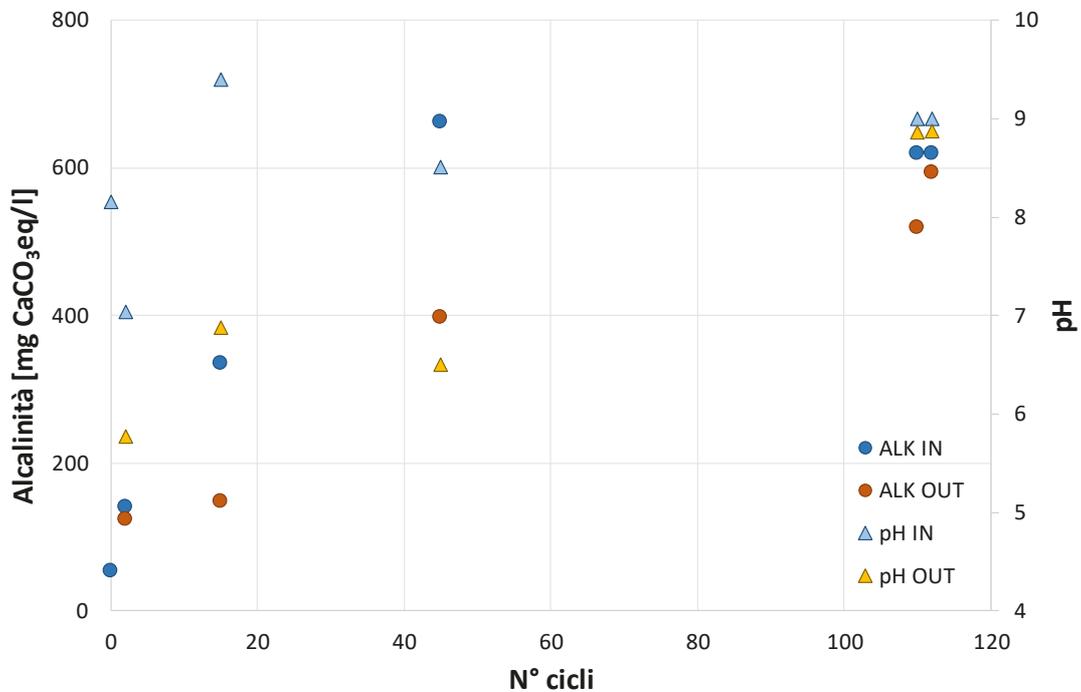


Figura 2. Andamento di pH e alcalinità (ALK, in mgCaCO₃eq/l) nei campioni prima e dopo la chiarificazione

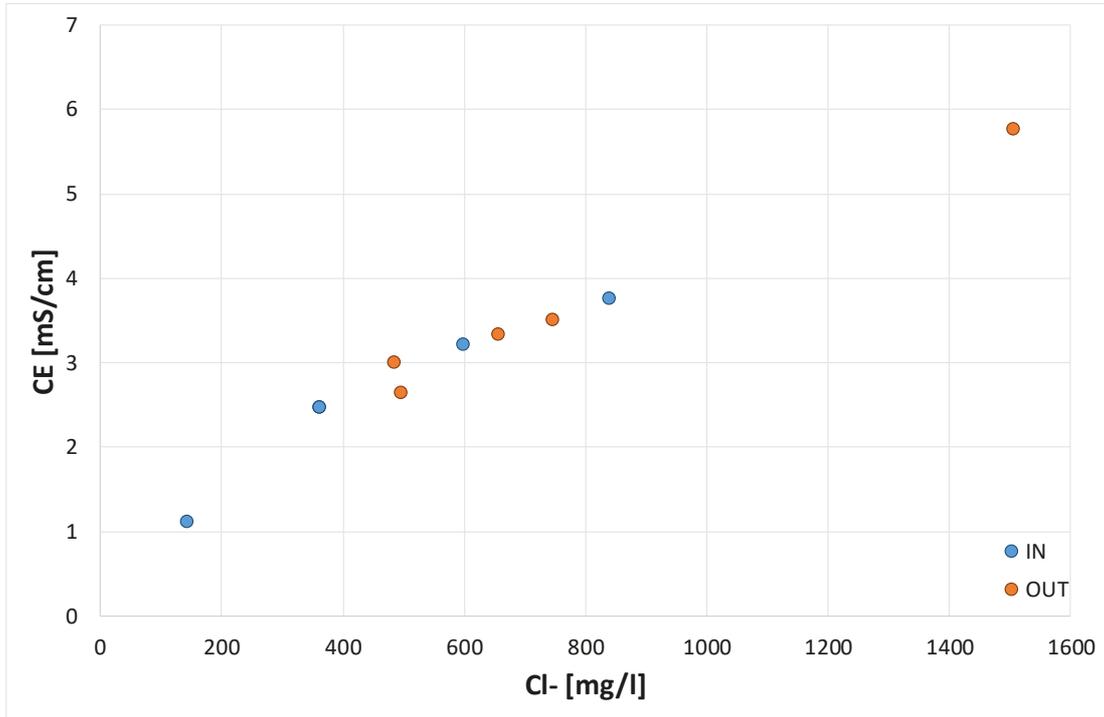


Figura 3. Relazione tra CE e cloruri nei campioni prima e dopo la chiarificazione

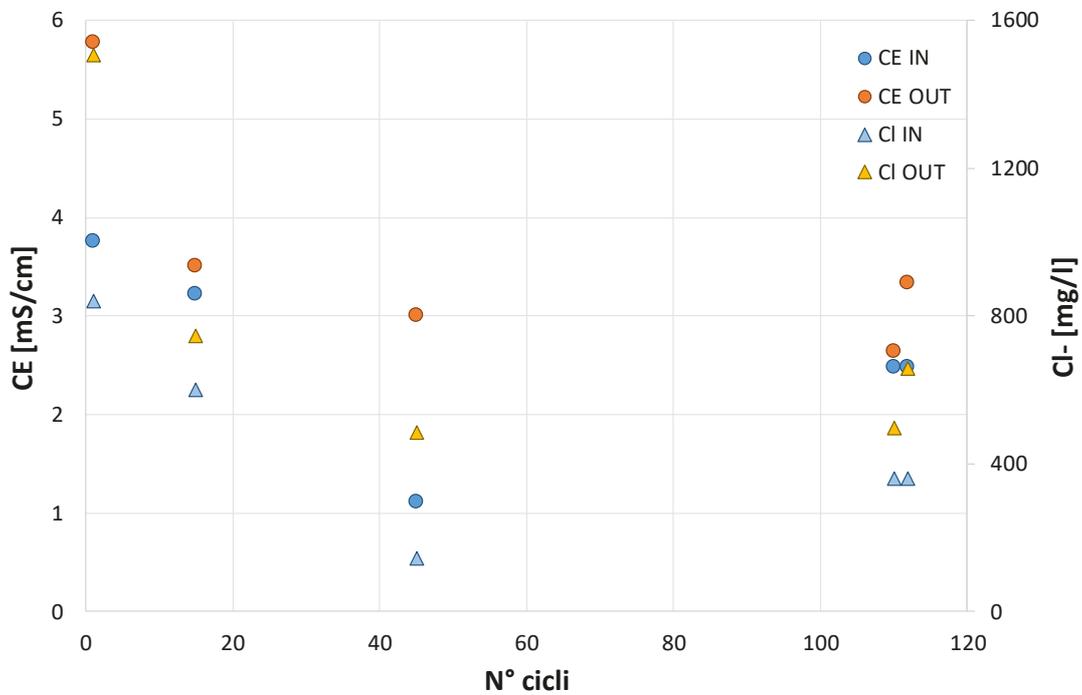


Figura 4. Andamento di CE e cloruri nei campioni prima e dopo la chiarificazione



L'utilizzo del refluo trattato con il processo "Natura System" per cicli successivi di lavaggio delle superfici non ha determinato, nel tempo, un peggioramento significativo delle caratteristiche dell'acqua. In alcuni casi (Ca, Mg, Ba, Fe e Mn) la concentrazione di metalli nella frazione disciolta ($< 0.45 \mu\text{m}$) al ciclo 110 (prima del trattamento) era addirittura inferiore al valore determinato al ciclo 1 sulla medesima frazione del campione omologo. In particolare, per Ca e Mg la riduzione di concentrazione è stata dell'ordine del 50%, per il Ba superiore al 70%, per il Fe prossima al 20% e per il Mn prossima al 70%. Ciò indica che non si è verificato accumulo di tali metalli nella soluzione sottoposta a trattamento e riutilizzo.

Occorre invece fare una considerazione differente per i metalli appartenenti al gruppo (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn). Per tali metalli si verifica un progressivo arricchimento dovuto, molto probabilmente, ad un contatto prolungato tra il fango e l'acqua chiarificata in occasione della fermata dello stabilimento nel fine-settimana. Il fenomeno di cessione è evidente soprattutto al ciclo 45, quando il tenore in metallo per Cu, Pb e Zn aumenta, tra prima e dopo il trattamento, fino a due ordini di grandezza. La cessione sembra attenuarsi quando il pH si sposta da un campo debolmente acido (ciclo 45) ad un campo debolmente alcalino (ciclo 110 per contatto di 60 ore). Il fenomeno di cessione è evidente anche per Al, Fe e Mn e la differente intensità con cui si verifica, per i differenti metalli, ai cicli 1 e 45, suggerisce che il meccanismo sia influenzato dal pH.

Dal momento che l'attenuazione della concentrazione di metalli pesanti nella fase liquida può essere determinata esclusivamente dalla precipitazione (in campo di pH favorevole e in presenza di agenti responsabili della formazione di composti – sali/idrossidi – insolubili) o dalla progressiva diluizione dovuta al rabbocco dell'acqua persa per eliminazione del fango ed evaporazione, si suggerisce che l'acqua chiarificata, dopo il tempo strettamente necessario al trattamento, sia separata dal fango e conservata in un serbatoio dedicato in attesa del successivo ciclo di utilizzo.

A titolo di esempio, in Figure 5 e 6, si riporta l'andamento di Fe e Zn nella frazione disciolta ($< 0.45 \mu\text{m}$) dei campioni prima e dopo il trattamento di chiarificazione.

I successivi cicli di lavaggio e trattamento determinano un significativo incremento (+160% tra il ciclo 1 e il ciclo 110) delle sostanze responsabili di COD (Chemical Oxygen Demand). Tuttavia, essendo il COD un parametro onnicomprensivo, è probabile che tale incremento sia dovuto sia all'accumulo del tensioattivo residuo, sia ad un progressivo arricchimento del refluo in sostanze organiche dilavate nelle operazioni di pulizia delle superfici.

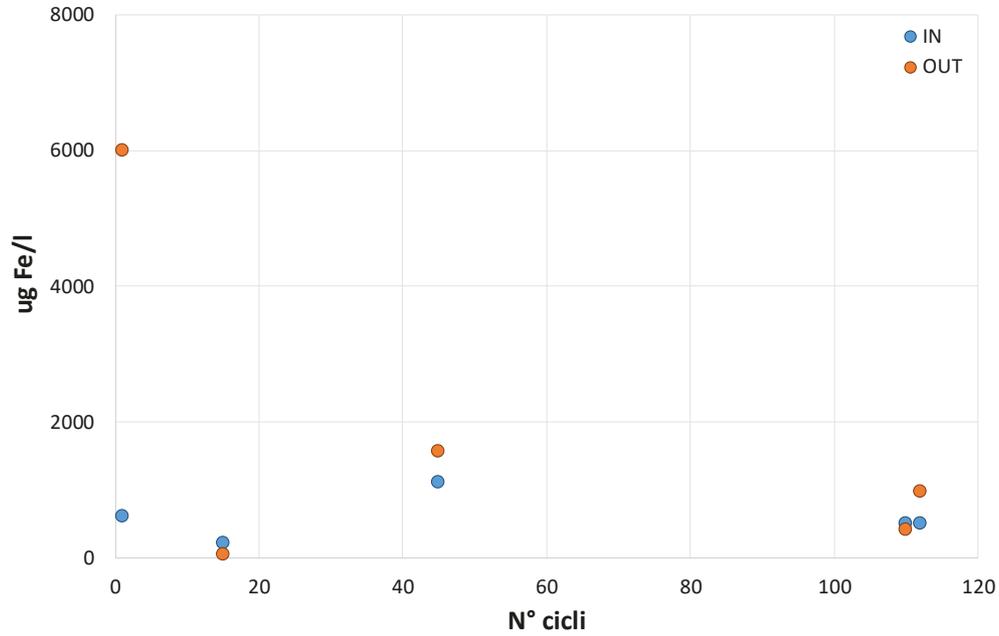


Figura 5. Andamento della concentrazione di Fe nei campioni di refluo prima e dopo il trattamento

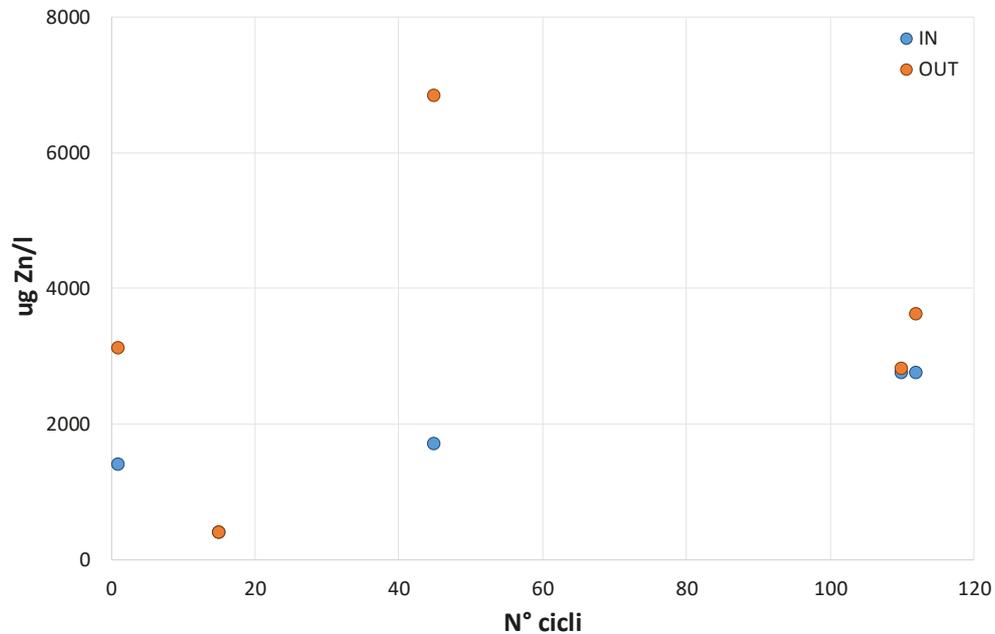


Figura 6. Andamento della concentrazione di Zn nei campioni di refluo prima e dopo il trattamento



2.4 Caratterizzazione del fango separato

Il contenuto di solidi totali (ST) dei campioni di fango separato dal processo di chiarificazione ha mostrato un andamento all'incirca crescente nel tempo. In particolare è evidente l'effetto della sedimentazione prolungata fatta avvenire al ciclo 110: il fango aveva un contenuto di ST del 7.8% al termine del processo di chiarificazione e del 9.1% (+17%) dopo 60 ore di contatto tra la fase chiarificata ed il fango sedimentato. Circa il 30% della frazione degli ST era costituita da sostanza volatile ovvero, verosimilmente, a matrice organica.

Il tenore nei fanghi dei metalli alcalini (Na e K) e della maggior parte dei metalli pesanti, ad esclusione di ferro e rame, rimaneva pressoché costante all'aumentare dei cicli di lavoro. Merita un'osservazione particolare l'andamento del calcio, crescente nel tempo, e di alluminio, ferro e rame, decrescenti nel tempo.

Per quanto riguarda il calcio, l'accumulo del metallo nei fanghi è verosimilmente coerente con:

- la progressiva riduzione della concentrazione del medesimo nei reflui,
- l'incremento delle specie responsabili di alcalinità e, al contempo,
- la capacità del trattamento di rimuovere parte di queste ultime.

È possibile ipotizzare che il calcio sia trasferito dalle superfici all'acqua di lavaggio sotto forma di carbonati o bicarbonati, sostanze comunemente presenti negli ambienti urbani e industriali. Tale dilavamento determina l'incremento di alcalinità. Il calcio viene rimosso verosimilmente per precipitazione di sali a bassa solubilità (solfati, carbonati). La precipitazione è coadiuvata dal processo di chiarificazione che "cattura" le particelle più piccole e leggere e le trascina verso il basso.

Il contenuto di alluminio, ferro e rame decresce al crescere dei cicli di lavaggio e trattamento delle acque. In particolare il tenore di alluminio tende ad un valore prossimo a quello che sarebbe possibile stimare se la presenza dell'alluminio fosse dovuta al solo chiarificatore.

Infatti, la dose di chiarificatore aggiunta in ciascun ciclo di trattamento è dell'ordine di 100 mg/l (25 g in 300 litri) e il tenore di principio attivo a base di alluminio è circa il 10%. Questo risultato è stato ricavato eseguendo la determinazione dell'alluminio su un campione ottenuto miscelando 50 ul di soluzione di chiarificatore in 600 ml di acqua di rete (equivalente a 25 g o 25 ml in 300 litri). In tale soluzione è stata rinvenuta una concentrazione di alluminio dell'ordine di 10 mg/l.

Quindi, in un batch (300 litri) sono dosati 2,5 g di alluminio che vanno a costituire una frazione del fango che si separa per chiarificazione. Un refluo contenente 500 mg/l di solidi totali (ovvero il valore osservato in 3 campioni su 4) genererà circa 150 g di fango. L'alluminio del chiarificatore costituisce approssimativamente il 1.7% in peso del fango secco.

Probabilmente, ferro, alluminio e rame sono indicatori di contaminazione dovuti ad attività specifiche (metalmecchaniche), mentre gli altri metalli (ad es. Cr, Ni, Pb, Zn) sono prevalentemente ubiquitari.

Dall'osservazione delle caratteristiche del fango si può concludere che quest'ultimo, accumulatosi dopo successivi cicli di lavaggio e di rigenerazione dell'acqua reflua, non ha subito, nel tempo, un sostanziale peggioramento delle sue caratteristiche.

3. Quantificazione del risparmio idrico ottenuto con il processo "Natura System"

3.1 Bilancio di massa al serbatoio di chiarificazione

Al fine di quantificare il volume d'acqua che potrebbe essere risparmiato con l'utilizzo del processo "Natura System", si ipotizza di fare riferimento ad un sistema con le caratteristiche illustrate di seguito, all'incirca medie tra quelle riscontrate nel corso dell'attività di monitoraggio dell'efficienza del processo.

1. L'acqua reflua addotta al sistema di trattamento ha un contenuto di ST dell'ordine di 2000 mg/l (0.2%, valore medio osservato sui quattro campioni).
2. Il processo di chiarificazione ha un'efficienza di abbattimento dei ST dell'ordine del 98%.
3. Il fango separato a valle del processo di chiarificazione ha un contenuto di ST medio dell'ordine del 6%.

Il calcolo è eseguito con riferimento al volume del serbatoio in cui viene fatto avvenire il processo di chiarificazione.

Stante la concentrazione di ST dell'acqua reflua ipotizzata, un batch da 300 litri contiene 600 g di ST. Il processo di chiarificazione trasferisce nel fango 588 g di ST. I 588 g di particolato generano circa 10 litri di fango al 6% in ST. Quindi, al netto dell'estrazione del fango, da un batch potranno essere recuperati ed utilizzati per nuove operazioni di lavaggio 290 litri di acqua, ovvero il 96.7% del volume iniziale. Tale acqua avrà un contenuto in TS dell'ordine di 40 mg/l.

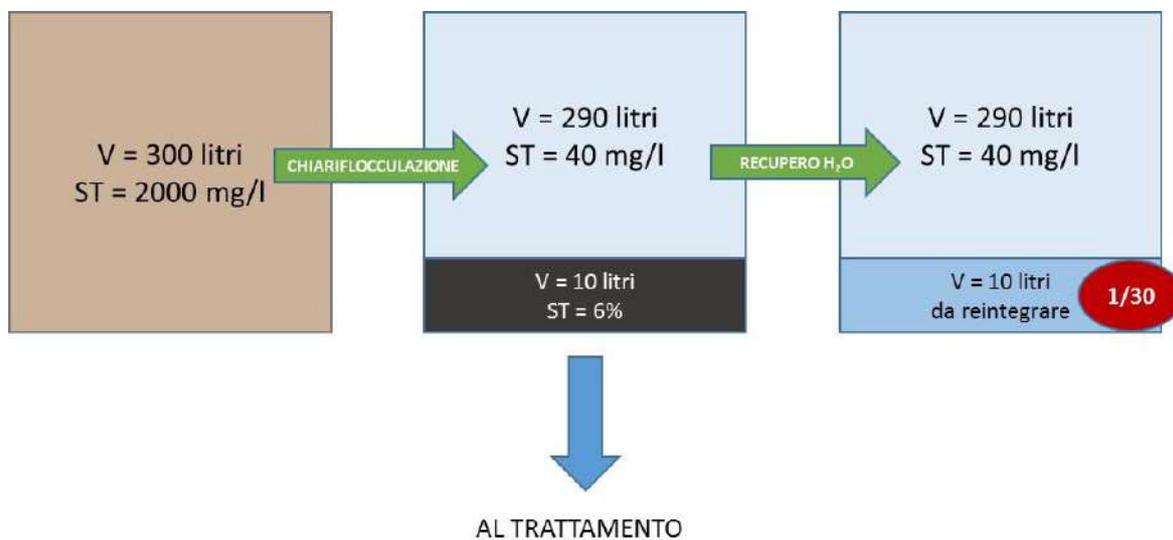


Figura 7. Schema di lavoro del processo "Natura System"

Secondo le ipotesi fatte, ad ogni ciclo dovranno essere reintegrati 10 litri di acqua, indicativamente il 3.33% del volume del serbatoio, e l'intero volume del batch sarà pertanto ricambiato dopo 30 cicli (v. Figura 7). Si può concludere che il trattamento delle acque di lavaggio mediante il processo "Natura System" consentirà di utilizzare per i primi 30 cicli di lavaggio (equivalenti a 9000 litri) lo stesso volume di acqua che sarebbe

necessario per due campagne di lavaggio (600 litri, 300 per l'avviamento e 300 per il rabbocco), nel caso in cui l'acqua fosse scaricata dopo l'utilizzo. A regime, il consumo sarà di 300 litri contro 9000 litri derivanti dallo scarico dopo ogni lavaggio.

Il risultato dipende, ovviamente, dal tenore in ST dell'acqua da trattare mediante chiarificazione e dal grado di addensamento del fango che si riesce ad ottenere. Una previsione del numero di cicli dopo il quale sarà completamente reintegrato il volume di acqua del serbatoio è mostrata nelle figure 8a e 8b.

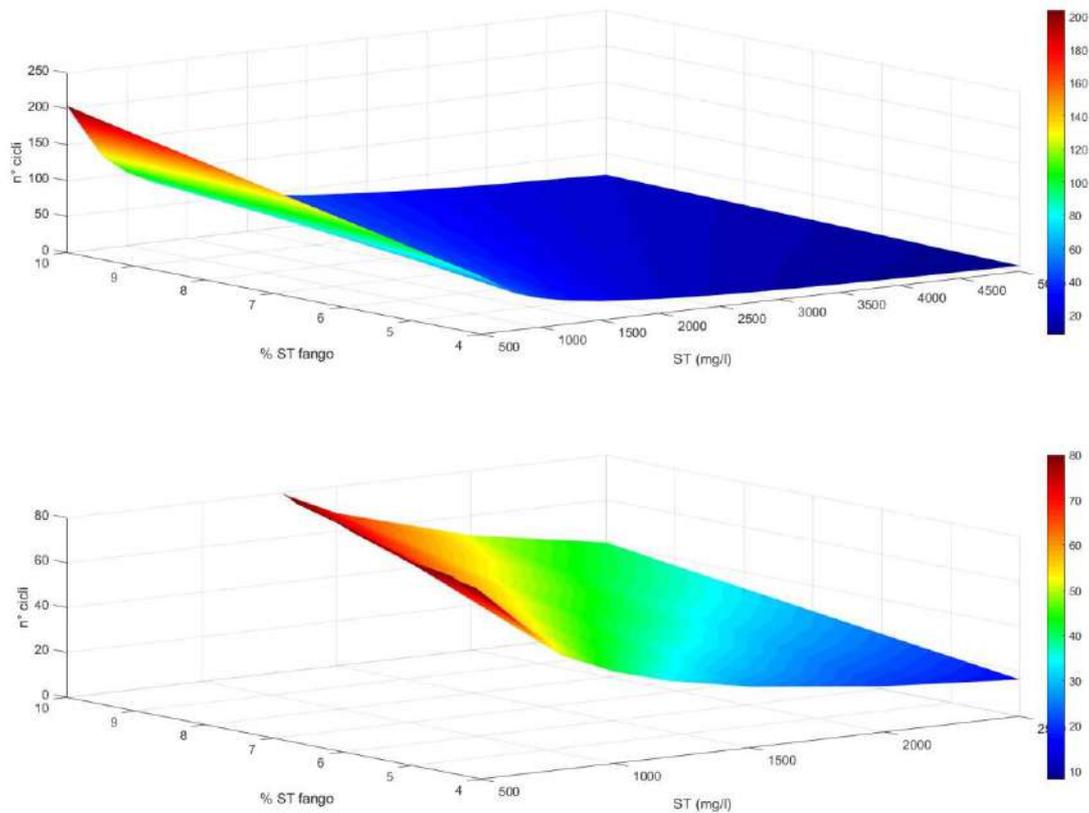


Figura 8a. Numero di cicli dopo il quale sarà completamente reintegrato il volume del serbatoio in funzione della concentrazione in ST (mg/l) dell'acqua reflua e del grado di addensamento del fango sedimentato (TS, %). La figura 8b rappresenta un restringimento delle condizioni di lavoro (carico massimo dell'acqua reflua, 2500 mg ST/l)

Come mostrato in Figura 8, un incremento del tenore in solido del fango dal 6 all'8% (a parità di contenuto di TS del refluo da trattare, 2000 mg/l e di efficienza di rimozione del processo) consentirebbe di ridurre il volume del fango da spillare da 10 a circa 7.5 litri, con la conseguenza che l'intero volume di acqua del batch sarebbe ricambiato dopo 40 cicli.



3.2 Ipotesi di risparmio idrico nelle reali condizioni di lavoro delle macchine lavasciuga

Il committente dispone di macchine lavasciuga di taglia variabile tra 23 e 250 litri, può pertanto attrezzare cantieri di dimensioni da medio-piccole a grandi.

Per il calcolo del risparmio idrico in condizioni di lavoro reali si ipotizza che la perdita media di acqua in un ciclo di lavoro, dovuta alla sedimentazione dei fanghi e stimata al punto precedente (3.1) nel valore medio del 3.33%, debba essere integrata dalle perdite dovute ad evaporazione. Tale contributo porta il valore delle perdite al 5%.

In un cantiere di lavoro di dimensioni piccole si prevede che lavorino macchine caratterizzate da un consumo giornaliero dell'ordine di 23 – 40 litri. La normale operatività di un anno (22 giorni di lavoro mensili per 12 mesi) genererebbe pertanto circa 16600 litri di acqua reflua da smaltire e richiederebbe l'approvvigionamento un pari volume di acqua pulita. L'utilizzo del processo "Natura System" consente di approvvigionare un volume che è il 5% del volume su menzionato e, di conseguenza, di evitare lo smaltimento di circa 16000 litri di refluo, equivalenti a 16 "big" da 1000 litri.

Q.ta'	Macchina	Consumo medio giornaliero (litri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	N. BIG da 1000 Litri da smaltire
1	Onyx	23	x 22	x 12	6072	303	5769	16632	831	15801	16
1	RUBY 55	40			10560	528	10032				

Tabella 2. Calcolo del risparmio idrico per un cantiere di lavoro di piccole dimensioni

In un cantiere di dimensioni medie, dove le macchine lavasciuga necessarie presentano consumi giornalieri dell'ordine di 40 – 100 litri, il risparmio in termini di volumi di acqua pulita da approvvigionare e di acqua reflua da smaltire sarà dell'ordine dei 35000 litri/anno.

Q.ta'	Macchina	Consumo medio giornaliero (litri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	N. BIG da 1000 Litri da smaltire
1	Coral 65	100	x 22	x 12	26400	1320	25080	36.960	1.848	35.112	35
1	RUBY 55	40			10560	528	10032				

Tabella 3. Calcolo del risparmio idrico per un cantiere di lavoro di medie dimensioni

Infine, in un cantiere di grandi dimensioni, dove le macchine lavasciuga necessarie presentano consumi giornalieri dell'ordine di 100 - 250 litri, il risparmio in termini di volumi di acqua pulita da approvvigionare e di acqua reflua da smaltire sarà superiore a 100 m³/anno.



Q.ta	Macchina	Consumo medio giornaliero (litri)	Giorni medi di lavoro	Ciclo annuo di commessa in mesi	Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	% acqua reflua dissipate nel ciclo di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	TOTALE Acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	TOTALE % acqua reflua dissipate nel totale dei cicli di lavorazione (5%)	TOTALE acqua reflua da smaltire con ciclo tradizionale (Litri)	N. BIG da 1000 Litri da smaltire
1	FLOORPUL 100	250	22	12	66000	3300	62700	109.560	5.412	104.082	104
1	SAPPHIRE 85	120			31680	1584	30096				
1	RUBY 55	40			10560	528	10032				

Tabella 4. Calcolo del risparmio idrico per un cantiere di lavoro di grandi dimensioni

Conclusioni

I risultati delle attività prolungate di trattamento, riutilizzo e monitoraggio delle acque utilizzate nei cicli di pulizia hanno dimostrato che:

1. il trattamento di chiarificazione denominato "Natura System", anche dopo un elevato numero di cicli di lavoro, mantiene la sua efficacia nella rimozione dei solidi totali (ST) dall'acqua utilizzata per la pulizia di superfici industriali. Infatti, la rimozione degli ST, in tutti i casi esaminati, raggiunge efficienze almeno dell'ordine del 90%;
2. l'efficienza del processo dipende fortemente dal carico di solidi in ingresso. Il processo "Natura System" ha mostrato un abbattimento superiore al 99% in presenza del carico di solidi più elevato, dell'ordine dello 0.5% in ST;
3. cicli successivi di trattamento e riutilizzo dell'acqua per la pulizia di superfici industriali non determinano un sostanziale peggioramento delle caratteristiche della medesima, come mostrato dall'andamento del parametro conducibilità elettrica @ 25°C e della concentrazione di metalli;
4. inoltre, il fango, accumulatosi dopo successivi cicli di lavaggio e di rigenerazione dell'acqua reflua, non ha subito, nel tempo, un sostanziale peggioramento delle sue caratteristiche;
5. dato l'incremento di cloruri e metalli nell'acqua trattata, dovuto al contatto prolungato con il fango sedimentato, è auspicabile che l'acqua chiarificata, dopo il tempo strettamente necessario al trattamento, sia separata dal fango e conservata in un serbatoio dedicato in attesa del successivo utilizzo;
6. in presenza delle condizioni di lavoro e di efficienza medie del processo di chiarificazione riscontrate nel corso del monitoraggio, ovvero di un tenore di solidi (ST) dell'acqua reflua dello 0.2%, di un'efficienza di rimozione del 98% e di un contenuto in solidi del fango separato del 6%, il trattamento delle acque di lavaggio mediante il processo "Natura System", a regime, consentirà di utilizzare per 30 cicli di lavaggio (9000 litri) lo stesso volume di acqua che sarebbe utilizzato per una campagna di lavaggio (300 litri), nel caso in cui il refluo fosse scaricato immediatamente dopo l'utilizzo;
7. in cantieri di lavoro reali, l'utilizzo del processo consentirebbe un risparmio di acqua pulita da approvvigionare, ed il risparmio di un pari volume di acqua reflua da smaltire, dell'ordine di 16, 35 e 100 m³/anno, rispettivamente per cantieri di taglia piccola, media e grande. Il refluo da smaltire si ridurrebbe a volumi, rispettivamente, dell'ordine di 1, 2 e 5 m³/anno.



	Rete	CICLO 1		CICLO 15		CICLO 45		CICLO 110		CICLO 110 b	
		IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
pH	8,16	7,04	5,77	9,40	6,88	8,51	6,50	9,00	8,86	9,00	8,87
EC 25°C (mS/cm)	0,217	3,754	5,770	3,214	3,500	1,113	3,003	2,473	2,637	2,473	3,329
TS (mg/l)	ND	369	8,20	589	35,9	4716	38,6	526	75,2	526	78,0
Cl- (mg/l)	2,73	840	1510	600	745	145	485	360	495	360	655
ALK (mg CaCO ₃ eq/l)	53,6	141	123	335	149	662	397	619	520	619	594
sCOD (mg/l)	ND	ND	590	ND	460	ND	1390	ND	1560	ND	ND
Na (mg/l)	3,26	436	698	298	341	163	484	373	420	373	577
K (mg/l)	0,899	41,3	67,7	66,7	72,4	23,2	72,7	108	120	108	122
Ca (mg/l)	25,5	198	253	206	272	82,5	199	89,0	105	89,0	72,8
Mg (mg/l)	8,29	20,3	25,1	12,6	13,2	11,0	18,3	10,1	10,3	10,1	8,63
Ba (ug/l)	4,74	78,7	81,6	67,5	80,8	18,0	61,6	20,6	18,3	20,6	27,3
Al (ug/l)	< 2,8	30,4	84,0	103	178	364	1705	169	127	169	2645
Fe (ug/l)	< 0,46	607	6000	202	48,6	1100	1565	496	400	496	974
Mn (ug/l)	< 0,14	1140	1830	66,6	84,6	306	812	386	348	386	523
Cd (ug/l)	< 0,25	2,40	3,95	1,79	1,34	2,25	5,85	3,09	3,79	3,09	3,74
Co (ug/l)	< 0,7	10,7	17,9	11,2	9,78	8,45	25,2	16,7	17,5	16,7	22,3
Cr (ug/l)	< 0,71	1,03	0,808	13,0	24,1	2,05	15,6	5,08	7,29	5,08	5,81
Cu (ug/l)	< 0,54	93,4	225	317	219	86,8	1250	239	495	239	365
Ni (ug/l)	< 1,5	78,3	128	78,1	80,4	60,7	171	101	112	101	133
Pb (ug/l)	< 4,2	5,38	< 4,2	34,9	24,1	248	1090	569	535	569	703
Zn (ug/l)	< 1,8	1400	3105	392	385	1700	6830	2750	2810	2750	3610

Tabella 5. Caratterizzazione dei campioni di refluo in ingresso (IN) ed in uscita (OUT) dal trattamento di chiarificazione



	ST	SV	Na	K	Ca	Mg	Ba	Fe	Al	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	%						
13-feb	6,44	36,8	0,549	0,325	4,31	1,72	0,801	5,38	3,64	3,13	323	7,30	843	475	122	732	0,166
17-feb	4,74	33,6	0,337	0,327	6,14	2,21	0,873	4,96	2,97	3,19	364	9,99	616	581	154	586	0,172
06-mar	7,32	30,4	0,447	0,400	6,73	3,01	0,765	3,71	2,20	2,22	399	12,5	390	616	192	772	0,187
17-mar	7,77	31,4	0,419	0,457	7,96	2,34	0,872	3,17	2,43	1,92	299	8,22	358	520	148	659	0,162
20-mar	9,11	32,5	0,417	0,420	7,82	2,27	0,698	2,77	2,52	2,05	334	9,47	342	516	155	715	0,167

Tabella 6. Caratterizzazione dei campioni di fango. Il contenuto in SV e metalli è riferito al campione essiccato



Appendice – Metodi analitici

Analisi delle acque

I parametri analitici sono stati determinati conformemente ai metodi APAT – IRSA CNR per l'analisi delle acque.

pH

Per la misura del pH è stato utilizzato un pH metro equipaggiato con un elettrodo Hamilton Polilyte Lab. La taratura del misuratore di pH è stata controllata prima di ogni serie di misure ed eseguita quando lo scostamento tra il valore dello standard e la lettura dello strumento era superiore alle 0,02 unità di pH.

Conducibilità elettrica (CE)

Per la misura della CE è stato utilizzato un conduttimetro LF 538 opportunamente tarato. Il valore di CE restituita dallo strumento è stata corretta per riportarla al valore di riferimento di 25°C.

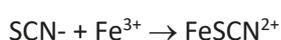
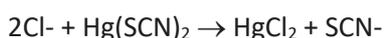
Solidi Totali (ST)

I solidi totali sono stati ottenuti filtrando un volume noto di campione su una membrana in acetato di cellulosa con grado di ritenzione pari a 0.45 µm. La massa dei solidi dopo essiccamento in stufa a 105°C, fino a raggiungimento della costanza di peso, è stata riferita al volume del campione. Il risultato finale è espresso in mg/l. Indicativamente, per il refluo prima della chiarificazione è stato utilizzato un volume di 50 ml, per il refluo dopo la chiarificazione volumi dell'ordine di 100 – 400 ml. La determinazione è stata eseguita in triplo, l'errore era inferiore al 2%.

Solo in un caso (campione di refluo prima del trattamento, al ciclo di lavoro 45), dato l'elevato carico del campione, il contenuto di solidi è stato ottenuto pesando il residuo di un volume di campione noto sottoposto ad evaporazione. Anche in questo caso la determinazione è stata eseguita in triplo e l'errore era inferiore al 2%.

Cloruri

I cloruri sono stati determinati sulla frazione disciolta (< 0.45 µm) attraverso la misura spettrofotometrica ($\lambda = 463$ nm) della concentrazione del complesso di tiocianato ferrico che si forma, per reazione con il ferro (III), dopo la liberazione dello ione tiocianato (SCN⁻) per effetto della reazione del mercurio con i cloruri presenti in soluzione.



Dato il ristretto intervallo di linearità tra la concentrazione di cloruri e l'assorbanza (5 mg/l, estremo superiore) i campioni sono stati diluiti di un fattore 1:200. Fanno eccezione il campione di acqua di rete

(determinazione diretta) ed il campione OUT al ciclo 1 (diluizione 1:500). La determinazione è stata eseguita in triplo, l'errore era inferiore al 5%.



Figura 9. Spettrofotometro UV-Vis

Alcalinità

L'alcalinità è stata determinata sui campioni tal quali (50 ml) per titolazione delle specie alcaline con una soluzione di H_2SO_4 0.1N fino al raggiungimento del punto equivalente (pH 4.5). La titolazione è stata eseguita con l'ausilio di un titolatore automatico (SI Analytics WA 50 ml).



Figura 10. Titolatore automatico

COD

Il COD è stato determinato sulla frazione disciolta (< 0.45 µm) attraverso titolazione dell'ossidante ($K_2Cr_2O_7$, 0.24 N) non reagito mediante una soluzione 0.12 N di $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$. Prima della determinazione i campioni sono stati diluiti di un fattore 1:10 per ridurre la possibile interferenza dei cloruri. Come previsto dal metodo, il sale $HgSO_4$ è stato aggiunto per annullare l'interferenza dei cloruri previamente diluiti.



Figura 11. Analisi del COD

Metalli

I metalli sono stati determinati sulla frazione disciolta utilizzando un ICP-OES (Perkin Elmer Optima 2000 DV) tarato negli intervalli più opportuni e riportati in Tabella 7 insieme alle modalità di analisi.



Figura 12. ICP-OES



Metallo	Standard (ug/l)	R ²	Modalità	DL (radiale, mg/l)	λ (nm)
Al	50 – 100 - 500 - 1000	0.999902	Assiale	0,0280	396,153
Ba	10 – 20 – 50 - 100	0.999526	Assiale	0,0013	455,403
Ca	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999976	Radiale attenuato	0,0002	393,366
Cd	5 – 10 - 20	0.999999	Assiale	0,0025	214,400
Co	5 – 10 - 20	0.998476	Assiale	0,0070	228,616
Cr	5 – 10 - 20	0.999895	Assiale	0,0071	267,716
Cu	50 – 100 - 500 - 1000	0.999576	Assiale	0,0054	324,752
Fe L	50 – 100 - 500 - 1000	0.999975	Assiale	0,0046	238,204
Fe H	100 – 500 -1000 - 5000	0.999983	Assiale	0,0046	238,204
K	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999982	Radiale	-	766,490
Mg	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999811	Radiale	0,0016	285,213
Mn	50 – 100 - 500 - 1000	0.999323	Assiale	0,0014	257,610
Na	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999987	Radiale	0,0690	589,592
Ni	10 – 20 – 50 - 100	0.999787	Assiale	0,0150	231,604
Pb L	5 – 20 - 50	0.999993	Assiale	0,0420	220,353
Pb H	50 – 100 - 500 - 1000	0.999962	Assiale	0,0420	220,353
Zn	100 – 500 -1000 - 5000	0.999962	Assiale	0,0018	213,857

Tabella 7. Parametri utilizzati per l'analisi dei metalli sui campioni di refluo, L (low) basse concentrazioni, H (high) alte concentrazioni



Analisi dei fanghi

Solidi totali (ST), solidi volatili (SV)

I solidi totali sono stati determinati per essiccamento a 105°C (fino a costanza di peso) di un campione di fanghi di volume noto e pesata del residuo. La determinazione è stata eseguita in triplo con un errore inferiore all'1%.

I solidi volatili sono stati determinati per combustione a 600°C del residuo di cui sopra. Gli SV rappresentano il complemento rispetto alle ceneri (residuo della combustione a 600°C) del residuo dell'essiccamento a 105°C. Anche in questo caso la determinazione è stata eseguita in triplo con un errore inferiore all'1%.

Metalli

I metalli sono stati determinati mediante analisi all'ICP-OES del digerito del processo di mineralizzazione condotto sul campione di fango essiccato a 105°C. Il campione è stato comminuito manualmente in un mortaio di ceramica. Una massa pari a 250 mg è stata sottoposta a digestione in forno a microonde (Milestone mls 1200 mega) con 4 ml di HNO₃ al 65% e 1 ml di H₂O₂ al 30%, secondo il programma di cui in Tabella 8 (dedicato a rifiuti/fanghi con un contenuto in sostanza organica dell'ordine del 25%).

I digeriti, prima dell'analisi all'ICP-OES, sono stati portati ad un volume di 100 ml. Le digestioni sono state eseguite in triplo e l'errore sulla determinazione del metallo nel fango (mg/kg o %) era inferiore al 5%.

Stadio	Potenza	Durata
1	250 W	6'
2	400 W	6'
3	600 W	6'
4	250 W	6'
5	ventilazione (0 W)	6'

Tabella 8. Stadi di emissione delle microonde per la mineralizzazione dei fanghi



Le modalità impiegate per l'analisi dei metalli nei digeriti dopo attacco acido sono dettagliate in Tabella 9.

Metallo	Standard (ug/l)	R ²	Modalità	DL (radiale, mg/l)	λ (nm)
Al	10 – 50 – 100 (mg/l)	0.999998	Radiale	0,0280	396,153
Ba	0.5 – 1 – 5 – 10 (mg/l)	0.999556	Assiale	0,0013	455,403
Ca	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999976	Radiale attenuato	0,0002	393,366
Cd	10 – 20 - 50	0.999993	Assiale	0,0025	214,400
Co	10 – 20 - 50	0.998992	Assiale	0,0070	228,616
Cr	100 – 500 -1000 - 5000	0.999993	Assiale	0,0071	267,716
Cu	100 – 500 -1000 - 5000	0.999886	Assiale	0,0054	324,752
Fe	5 – 10 – 50 – 100 (mg/l)	0.999691	Radiale	0,0046	238,204
K	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999982	Radiale	-	766,490
Mg	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999811	Radiale	0,0016	285,213
Mn	100 – 500 -1000 - 5000	0.999999	Assiale	0,0014	257,610
Na	1 – 5 – 10 – 50 (mg/l)	0.999987	Radiale	0,0690	589,592
Ni	100 – 500 - 1000	0.999787	Assiale	0,0150	231,604
Pb	100 – 500 -1000 - 5000	0.999985	Assiale	0,0420	220,353
Zn	100 – 500 -1000 - 5000	0.999988	Assiale	0,0018	213,857

Tabella 9. Parametri utilizzati per l'analisi dei metalli sui campioni di fanghi

Capitolo 3

Allegati



1 COMPONENTI PRINCIPALI DEL SISTEMA

TELAIO	Dotato di due vani di sicurezza (protetti da serratura) contenenti il gruppo pompe dosatrici ed il quadro elettrico
VASCA di scarico acque sporche	Vasca in cui scaricare le acque di scarto del lavaggio manuale o delle lavasciuga
RETE FILTRANTE	Rete che, montata sulla vasca di scarico acque sporche, permette di filtrare le impurità solide e grossolane presenti nelle acque di scarico
POMPA DI TRAVASO acque sporche AD IMMERSIONE	Pompa che trasporta le acque di scarico dalla vasca al silos di separazione
SILOS DI SEPARAZIONE	Silos dove avviene la separazione delle acque di scarico in acque chiarificate e fanghi di scarto
POMPA DI TRAVASO ACQUE CHIARIFICATE	Pompa che trasferisce le acque chiarificate dal silos di separazione al serbatoio acque chiare
SERBATOIO acque chiare	Serbatoio di stoccaggio acque chiare da riutilizzare per il lavaggio manuale o per il carico delle macchine lavasciuga
SERBATOIO FANGHI DI SCARTO	Serbatoio di stoccaggio dei fanghi di scarto scaricati dal silos di separazione
POMPA DOSATRICE (Tot 3 pompe)	Pompa dosatrice per il dosaggio di ognuno dei tre prodotti chimici facenti parte del sistema. Ad ogni prodotto è associata una pompa dosatrice
QUADRO ELETTRICO	Quadro elettrico completo per il comando di tutto l'impianto
LAMPADA LED	Lampada per il controllo visuale del livello acque chiarificate/fanghi di scarto nel silos di separazione
PRODOTTO CHIMICO SEPARANTE	ADDITIVO per CHIARIFICAZIONE ACQUE con NATURA SYSTEM
PRODOTTO CHIMICO SANIFICANTE	ADDITIVO SANIFICATORE PER ACQUE CHIARIFICATE CON NATURA SYSTEM

PERPULIRE s.r.l.

TORINO

Sede legale: via Goretta, 96/A
10072 Mappano di Caselle (TO)
tel. +39 011 2207783

MILANO

via Lazio, 15
20090 Buccinasco (MI)
tel. +39 02 48843881

ROMA

via Casilina, 1116
10169 Roma
tel. +39 06 83777308

Natura System

Istruzioni sequenza CICLO MANUALE

Punti 0 | 1 | 2 | 3



0 | CONNETTERE ELETTRICAMENTE L'IMPIANTO AD UNA SORGENTE 220V

1 | SCARICO ACQUE SPORCHE

1a. Scaricare nella vasca le acque sporche delle macchine lavasciuga tramite apposito tubo di scarico. ATTENZIONE! Rivolgere la bocca del tubo di scarico SEMPRE dentro il cestello filtrante, in modo che le macro impurità solide rimangano intrappolate dentro il cesto.

1b. A scarico terminato riporre il tubo nell'apposito vano della macchina.

2 | CARICO ACQUE SPORCHE NEL SILOS DI SEPARAZIONE

2a. Azionare pompa di carico acque sporche tenendo premuto pulsante **A** per il tempo necessario. La pompa trasferirà le acque sporche dalla vasca al silos di separazione. ATTENZIONE! NON SUPERARE MAI il livello MAX di carico del silos.

3 | SEPARAZIONE

3a. A silos carico, premere una volta il tasto **B** per effettuare dosaggio del prodotto separante

3b. A questo punto, azionare l'agitatore tenendo premuto il tasto **C** per circa 20 secondi

3c. Da questo momento ha inizio la fase di separazione. Lasciare riposare le acque per MINIMO 30 MINUTI. Con il passare del tempo (e dei vari cicli) si depositeranno nella parte conica bassa del silos i fanghi da scartare. ATTENZIONE! NON SUPERARE MAI IL LIVELLO MAX DI ACCUMULO FANGHI. Effettuare se necessario lo scarico manuale come descritto al punto **6a.**

Punti 4 | 5 | 6



4 | SCARICO ACQUE CHIARE

4a. Passato il tempo descritto nel punto **3c**, azionare la pompa di scarico acque chiare premendo e tenendo premuto per il tempo necessario il tasto **D**

ATTENZIONE! Durante la fase di scarico, NON OLTREPASSARE MAI IL LIMITE MINIMO DI PESCAGGIO.

4b. Ad ogni utilizzo della pompa di scarico acque chiare (breve o lunga che sia), effettuare sempre il dosaggio di sanificante, premendo l'apposito pulsante **E**.

5 | CARICO ACQUE CHIARE NELLE MACCHINE LAVASCIUGA

5a. Posizionare la macchina lavasciuga ed azionare la pompa di carico acque chiare tenendo premuto pulsante **F** per il tempo necessario.

NB: Il dosaggio di detergente in combinazione con le acque chiare caricate dentro le macchine lavasciuga avviene in modo automatico e proporzionale.

6 | SCARICO FANGHI MANUALE

6a. Scaricare i fanghi aprendo e chiudendo in breve tempo (MAX 5 SECONDI) la leva manuale. Ripetere questa operazione ogni volta che sia necessaria (Vedi ad esempio punto **3c**)

PERPULIRE s.r.l.

TORINO
Sede legale: via Goretta, 96/A
10072 Mappano di Caselle (TO)
tel. +39 011 2207783

MILANO
via Lazio, 15
20090 Buccinasco (MI)
tel. +39 02 48843881

ROMA
via Casilina, 1116
10169 Roma
tel. +39 06 83777308

P.IVA 09317740018 • CAP. SOCIALE € 120.000,00 i.v. • info@perpulire.it • www.perpulire.it



Natura System

Componenti principali

	VASCA DI SCARICO ACQUE SPORCHE DOTATA DI CESTELLO FILTRANTE
	POMPA AD IMMERSIONE PER TRAVASO DA VASCA ACQUE SPORCHE A SILOS DI SEPARAZIONE
	SILOS DI SEPARAZIONE, SERBATOIO DI DECANTAZIONE DOVE AVVIENE LA SEPARAZIONE DELLE ACQUE SPORCHE IN ACQUE CHIARE E FANGHI DI SCARTO
	AGITATORE INSERITO NEL SILOS DI SEPARAZIONE PER LA MISCELAZIONE DEL PRODOTTO SEPARANTE
	POMPA DOSATRICE PER IL DOSAGGIO DEL PRODOTTO SEPARANTE ALL'INTERNO DEL SILOS DI SEPARAZIONE SEPARANTE
	POMPA DI TRAVASO PER IL TRASFERIMENTO DELLE ACQUE CHIARE DAL SILOS AL SERBATOIO ACQUE CHIARE SILOS DI SEPARAZIONE SEPARANTE
	POMPA DOSATRICE PER IL DOSAGGIO DEL PRODOTTO SANIFICANTE ALL'INTERNO DEL SERBATOIO ACQUE CHIARE
	SERBATOIO DI ACCUMULO ACQUE CHIARE
	POMPA AD IMMERSIONE PER TRAVASO DELLE ACQUE CHIARE DAL SERBATOIO DI ACCUMULO ACQUE CHIARE ALLA MACCHINA LAVASCIUGA
	DOSATORE PROPORZIONALE DOTATO DI PISTOLA DI CARICO PER IL DOSAGGIO DI DETERGENTE NELLE ACQUE CHIARE AL MOMENTO DEL CARICO NELLA MACCHINA LAVASCIUGA
	QUADRO ELETTRICO DI COMANDO DELL'IMPIANTO
	CISTERNA DI RACCOLTA DEI FANGHI DI SCARTO

PERPULIRE s.r.l.

TORINO
Sede legale: via Goretta, 96/A
10072 Mappano di Caselle (TO)
tel. +39 011 2207783

MILANO
via Lazio, 15
20090 Buccinasco (MI)
tel. +39 02 48843881

ROMA
via Casilina, 1116
10169 Roma
tel. +39 06 83777308

P.IVA 09317740018 • CAP. SOCIALE € 120.000,00 i.v. • info@perpulire.it • www.perpulire.it



Pubblicazione su GSA

Rivista di settore

vol. Luglio 2017



ORIZZONTI

PerPulire: pulito infinito secondo Natura



PerPulire l'acqua all'infinito



Sostenibile, economico, innovativo: tutto questo, e molto altro ancora, è il procedimento "Natura System", studiato dal Gruppo PerPulire e sottoposto a validazione da parte del Dipartimento di ingegneria ambientale del territorio e delle infrastrutture del Politecnico di Torino. Si tratta di un sistema in grado di chiarificare l'acqua reflua derivante da cicli di pulizia, così da renderla nuovamente utilizzabile per infiniti cicli. Lo illustra be-

ne il logo, che riprende appunto il simbolo matematico dell'infinito in cui si iscrive il nome del sistema. Una soluzione apprezzatissima dalle imprese, perché si tratta di un procedimento innovativo che può far ottenere punteggi significativi nelle gare d'appalto. Molteplici, infatti, sono gli obiettivi che il sistema permette di centrare: innanzitutto la riduzione dei viaggi andata/ritorno dei mezzi dai cantieri verso gli impianti di trattamento delle acque reflue; poi un significativo risparmio in euro, legato appunto al trattamento dei reflui; inoltre la riduzione dell'inquinamento delle acque pubbliche che si verifica nel caso di conferimenti incongrui del refluo. Infine, ultima ma non meno importante, la riduzione delle emissioni di Co2 gra-

Ciclo infinito di chiarificazione dell'acqua



zie al minor numero dei viaggi verso gli impianti di depurazione e al conseguente minore utilizzo dei mezzi. Il sistema si integra in un processo che comprende l'impiego di prodotti detergenti naturali ed ecologici, l'uso di macchine lavasciuga a ridotto impatto e di buona qualità e il ciclo combinato di smaltimento e chiarificazione.

[\[www.perpulire.it\]](http://www.perpulire.it)

PERPULIRE s.r.l.

TORINO

Sede legale: via Goretta, 96/A
10072 Mappano di Caselle (TO)
tel. +39 011 2207783

MILANO

via Lazio, 15
20090 Buccinasco (MI)
tel. +39 02 48843881

ROMA

via Casilina, 1116
10169 Roma
tel. +39 06 83777308

P.IVA 09317740018 • CAP. SOCIALE € 120.000,00 I.V. • info@perpulire.it • www.perpulire.it



PerPulire l'acqua all'infinito
Infinite water purification

PERPULIRE s.r.l.

TORINO

Sede legale: via Goretti, 98/A
10072 Mappano di Caselle (TO)
tel. +39 011 2207783

MILANO

via Lazio, 15
20090 Buccinasco (MI)
tel. +39 02 48843881

ROMA

via Casilina, 1116
10169 Roma
tel. +39 06 83777308

P.IVA 09317740018 • CAP. SOCIALE € 120.000,00 i.v. • info@perpulire.it • www.perpulire.it



PERPULIRE
CLEAN LOVERS