



Consiglio Regionale
della Campania

GRUPPO CONSILIARE
Campania Libera - Noi Campani - P.S.I.
On. Dott.ssa Maria Luigia Iodice

Prot. N. 050 del 23/06/2021

Preg. mo

Assessore all'Ambiente

Dott. Fulvio Bonavitacola

SEDE

INTERROGAZIONE A RISPOSTA IMMEDIATA

Question Time

ai sensi e per gli effetti dell'art. 129 del vigente regolamento consiliare

Oggetto: Impianto depurazione di Marcianise - CE

In data 22 Aprile 2021 mi sono recata in visita presso l'impianto di Marcianise gestito dal Consorzio CODEMAR incontrando i rappresentanti della Capogruppo COGEI Srl, che sta anche eseguendo i lavori di ammodernamento e adeguamento alla normativa vigente, in qualità di aggiudicataria della relativa gara d'appalto bandita dalla Regione Campania.

Nel corso della visita sono emerse alcune problematiche dell'impianto che risultano di consistente impatto sul territorio di Marcianise sia dal punto di vista ambientale, che dal punto di vista economico.

In sostanza nel corso dei primi due anni di gestione dell'impianto mi è stato riferito che è stato rilevato un valore delle portate idrauliche medie in arrivo all'impianto di circa il 25% superiore, rispetto a quelle di progetto indicate nei dati posti a base di gara, pur senza incremento del carico inquinante. Lo squilibrio idraulico riscontrato si ripercuoterebbe negativamente sull'efficienza dell'impianto e conseguentemente sull'ambiente del territorio di Marcianise.

La Società CODEMAR ha fatto presente tali esigenze, presentando alla Committente Regione Campania una proposta di variante, volta alla risoluzione della suddetta problematica mediante un ampliamento dei comparti di sedimentazione, su cui principalmente impattano le maggiori portate in ingresso rilevate.

Tale proposta sarebbe in fase di valutazione da parte della Regione Campania.



Consiglio Regionale
della Campania

GRUPPO CONSILIARE
Campania Libera - Noi Campani - P.S.I.
On. Dott.ssa Maria Luigia Iodice

Si chiede quindi conferma della problematica esposta, lo stato di eventuale approvazione della suddetta variante e i tempi di realizzazione.

Un secondo ed altrettanto importante aspetto che impatta in modo considerevole sull'economia del territorio emerso nel corso della visita è costituito dall'impossibilità, per il Gestore dell'impianto, di poter fornire pareri favorevoli all'allaccio di ulteriori utenze industriali, nell'ambito dei processi di autorizzazione gestiti dall'Ente Idrico Campano.

Ho potuto comprendere che indipendentemente dalla realizzazione degli interventi di adeguamento alle maggiori portate e di cui alla interrogazione su esposta, l'impianto risulterebbe comunque non in grado di poter accettare ulteriori nuovi scarichi industriali.

L'impedimento al rilascio di pareri di accettabilità di ulteriori scarichi che il Gestore CODEMAR è di norma chiamato a fornire, con ogni intuibile evidenza e criticità, avrebbe pesanti ripercussioni sulle possibilità di sviluppo del territorio di Marcianise e aree limitrofe influenti, in quanto bloccano o comunque contrastano di fatto lo sviluppo delle aree industriali collegate all'impianto con ripercussioni sullo sviluppo economico già pesantemente posto in crisi dalla pandemia in atto e dalle sue gravi conseguenze.

Poiché i lavori di adeguamento oggetto di appalto sono ancora in corso, anche per evidenti economie di scala miste alla irrinunciabile necessità di potenziamento dell'impianto per accogliere anche un maggiore carico inquinante connesso allo sviluppo del territorio, sarebbe opportuno che tali ulteriori lavori di potenziamento venissero programmati ed eseguiti prima della chiusura del cantiere.

Solo temporaneamente per quanto mi è stato riferito nel corso della visita, per limitare l'impatto del totale blocco dell'incremento delle attività produttive nelle aree industriali collegate all'impianto, il Gestore, ha riferito e documentato che su forti sollecitazioni dell'EIC e dei Rappresentanti del tessuto industriale e produttivo del territorio interessato e connesso, ha concesso la possibilità di immettere ulteriori limitatissime portate in impianto. Tale opportunità, concessa a carattere provvisorio, è comunque condizionata ad un irrinunciabile intervento strutturale anche di potenziamento dell'impianto che possa tenere conto sia degli attuali emersi impedimenti allo sviluppo delle attività produttive, che di una adeguata valutazione delle ipotizzabili esigenze future.

Si chiede quindi come si prevede di ovviare alle necessità qui esposte connesse sostanzialmente all'impedimento presente allo sviluppo del tessuto industriale produttivo del territorio di Marcianise in termini di capacità di trattamento degli scarichi, e connessa tutela della salvaguardia dell'ambiente.

Napoli, 23/Aprile/2021

Il Consigliere

On. Maria Luigia Iodice



Napoli, 12/08/2020

Prot. n. **CDM20/0204/DDL**

Rif. Commessa **GES001**

SPETT.LE

ENTE IDRICO CAMPANO

VIA DE GASPERI 28

NAPOLI

protocollo@pec.enteidricocampano.it

c.a. prof. V. Belgiorno

Oggetto: Rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise

In riscontro a quanto richiesto con Vs. prot. 0012893 del 09/07/2020, ed a seguito delle riunioni intercorse presso i Vs. uffici, con la presente si trasmette la relazione tecnica di dettaglio con i dati rappresentativi della variabilità delle portate in ingresso al depuratore di Marcianise. In essa sono riportati anche i principali elementi dimensionali delle unità d'impianto e le criticità rilevate, unitamente alla stima della capacità residua al trattamento di ulteriori immissioni di portata in ingresso per le quali codesto spettabile Ente richiede parere di accettabilità.

Distinti saluti.


CODEMAR SCARL
L'Amministratore Unico
Gianni Francesco Casertano

Codemar S.c.a.r.l.

Uffici: Via Antiniana, 28 - 80078 Pozzuoli (NA) - Telefono 081 230 37 82 - Fax 081 230 34 88
email: info@codemar.it - P.Iva: 08782541216 - CCIAA: 984270 Napoli

PEC Uffici: codemarscarl@legalmail.it

PEC Impianto: impiantomarcianise@pec.codemar.it

Depuratore Marcianise: S.P. 335 (Ex S.S. 265 Km. 36+200) - 81025 Marcianise (CE) - Telefono 0823 83 22 60 - Fax 0823 83 19 66

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	00	Ago 2020
	<i>pag. 1 di 23 totali</i>	
	<i>Rev.</i>	<i>Data</i>

**IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI MARCIANISE
VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' RESIDUA**

DEPURATORE DI MARCIANISE



Documento di sintesi

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>	<i>Autore</i>	<i>Resp.</i>
	00	11/08/20	BB	LG
				

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE) Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	Rev.	Data
		00	Ago 2020
		pag. 2 di 23 totali	

1. Premessa

Il presente elaborato è stato redatto per consentire un'adeguata analisi della potenzialità residua dell'impianto di Marcianise, a seguito delle richieste dell'Ente Idrico Campano (EIC) in merito al rilascio dei pareri di accettabilità in impianto connessi alle nuove immissioni nei collettori fognari immissari.

Il monitoraggio delle portate influenti, eseguito direttamente dalla Scrivente Società per un periodo di circa un anno e mezzo ha evidenziato un incremento sensibilmente marcato del carico idraulico medio giornaliero rispetto ai dati di progetto di oltre il 20%. Inoltre, è frequente la circostanza per cui, specialmente in tempo piovoso, si riscontrano valori delle portate medie anche di gran lunga superiori al 20%, e con una persistenza prolungata nel tempo, anche superiore alle 24 ore.

Analizzando i dati a ritroso, rilevati dai precedenti gestori, è stato osservato che tali maggiori portate sono confermate e più o meno costanti già dall'anno 2012. Queste circostanze hanno determinato dubbi e perplessità sull'opportunità di accettare in impianto ulteriori portate, cosa che ha quindi reso necessario un'ulteriore e più approfondita analisi della capacità residua di impianto.

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 3 di 23 totali	

2. Descrizione e analisi della problematica

Si premette che gli interventi di adeguamento e potenziamento dell'impianto di Marcianise, in corso di esecuzione a partire da Gennaio 2019, sono stati concepiti sulla base dei seguenti principali dati di progetto in ingresso all'impianto:

Carichi idraulici	Simbolo	Valore	U.M.
Portata media nera	Q_{mn}	6.588	m ³ /h
Portata giornaliera, $Q_{mg} \times 24$	Q_g	158.112	m ³ /d
Portata massima al trattamento biologico	Q_{sb}	16.470	m ³ /h
Portata di punta ai trattamenti terziari, $1,5 \times Q_{mn}$	Q_{pr}	9.882	m ³ /h
Portata massima in tempo di pioggia	Q_{pp}	26.352	m ³ /h
Concentrazione degli inquinanti in ingresso			
Concentrazione di Solidi Sospesi Totali	SST	167,0	mg/l
Concentrazione di Solidi Sospesi Sedimentabili (60% del SST)	SS	111	mg/l
Concentrazione di BOD ₅	BOD ₅	209,0	mg/l
Concentrazione di Azoto totale TKN	TKN	41,0	mg/l
Concentrazione di Azoto ammoniacale	NH ₄	36,9	mg/l
Concentrazione di Azoto nitrico	NO ₃	4,1	mg/l
Concentrazione di Fosforo	P	3,0	mg/l
Carichi inquinanti			
Solidi Sospesi Totali	SST	26.404,7	kg/d
BOD ₅	BOD ₅	33.045,4	kg/d
Azoto totale TKN	TKN	6.482,6	kg/d
Azoto ammoniacale	NH ₄	5.834,3	kg/d
Azoto nitrico	NO ₃	648,3	kg/d
Fosforo	P	474,3	kg/d

Lo scarico del depuratore avviene in acque superficiali, in area dichiarata non sensibile, per cui è richiesto il rispetto dei valori limite di emissione del D.lgs. n° 152/06, - Parte III – All. 5 - Tab. 1 e 3.

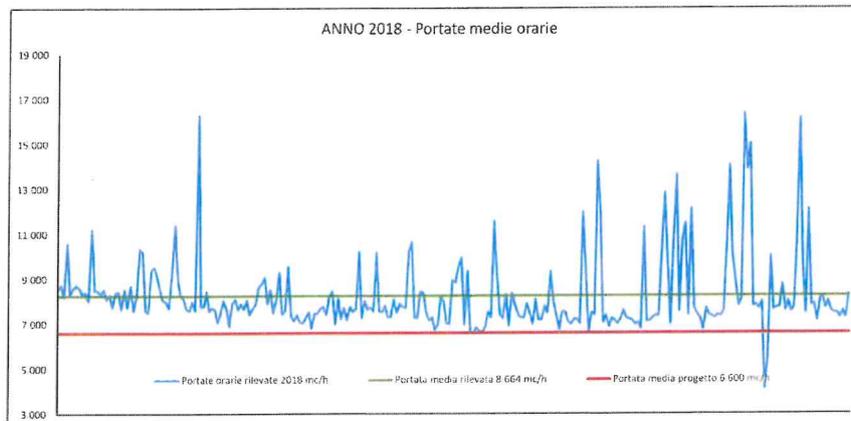
I dati di portata e concentrazione sopra riportati sono stati desunti dagli elaborati disponibili in fase di gara e di conseguenza riprodotti anche nelle successive fasi progettuali.

Sulla base dei dati rilevati nel trascorso periodo di gestione dell'impianto di depurazione di Marcianise, che lo Scrivente Consorzio ha in carico dall'Aprile 2018, è stato costantemente evidenziato alla Committente Regione Campania un serio problema riguardante le portate affluenti riscontrate, problema che ovviamente incide sulla efficienza dei processi depurativi.

In particolare, il monitoraggio specifico delle portate influenti effettuato sul campo direttamente dalla CODEMAR a partire da Aprile 2018, nonché l'analisi dei dati storici rilevati nel corso delle precedenti gestioni, evidenzia un incremento del carico idraulico medio giornaliero su base annua maggiore del 20% rispetto ai dati di progetto. Non solo, ma molto spesso i valori delle portate medie giornaliere risultano superiori al 100% e tali eccedenze persistono in maniera prolungata nel tempo

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE) Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	Rev.	Data
		00	Ago 2020
		pag. 4 di 23 totali	

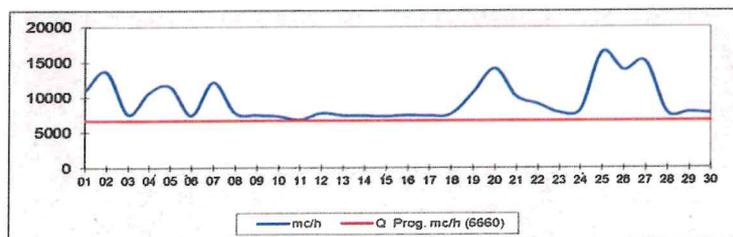
(oltre le 24 h), talvolta anche in assenza di eventi piovosi. A titolo d'esempio di quanto sopra affermato si considerino i dati di portata influente relativi all'anno 2018, riportati in sintesi nel seguente grafico:



Da cui si deduce che le portate media oraria e media giornaliera effettivamente riscontrate, sono rispettivamente pari a $Q_{mne} = 8.664 \text{ m}^3/\text{h}$ e $Q_{ge} = 207.936 \text{ m}^3/\text{d}$ (quelle di progetto sono rispettivamente $Q_{mnp} = 6.600 \text{ m}^3/\text{h}$ e $Q_{gp} = 158.400 \text{ m}^3/\text{d}$).

Se consideriamo dati più recenti, come quelli relativi ai mesi di Aprile 2019 e di Novembre 2019, si riscontrano consistenti fluttuazioni del carico idraulico i cui andamenti sono riportati graficamente come di seguito:

Portate idrauliche - Aprile 2019



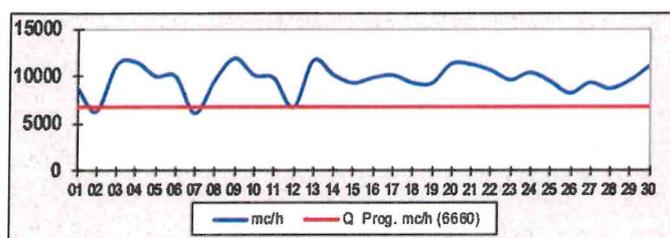
da cui si rilevano i seguenti valori delle portate influenti:

- Portata oraria minima: $Q_{\min} = 6.785 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Portata oraria media: $Q_{\text{media}} = 9.469 \text{ m}^3/\text{h}$;

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 5 di 23 totali	

- Portata oraria massima: $Q_{max} = 16.385 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Portata giornaliera minima: $Q_{gmin} = 162.835 \text{ m}^3/\text{d}$;
- Portata giornaliera media: $Q_{gmedia} = 227.264 \text{ m}^3/\text{d}$;
- Portata giornaliera massima: $Q_{gmax} = 393.236 \text{ m}^3/\text{d}$;

Portate idrauliche - Novembre 2019



da cui si rilevano i seguenti valori delle portate influenti:

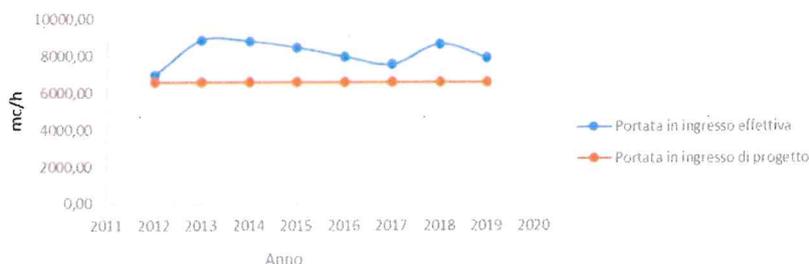
- Portata oraria minima: $Q_{min} = 6.132 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Portata oraria media: $Q_{media} = 9.761 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Portata oraria massima: $Q_{max} = 11.957 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Portata giornaliera minima: $Q_{gmin} = 147.174 \text{ m}^3/\text{d}$;
- Portata giornaliera media: $Q_{gmedia} = 234.269 \text{ m}^3/\text{d}$;
- Portata giornaliera massima: $Q_{gmax} = 286.964 \text{ m}^3/\text{d}$;

Analizzando anche i dati storici rilevati nel corso delle precedenti gestioni, si riscontra un incremento del carico idraulico medio giornaliero su base annua di circa il 23% rispetto ai dati di progetto. Questo si evince osservando la tabella e il grafico sottostante in cui sono riportati i dati relativi alle portate registrate a partire dall'anno 2012 in poi:

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)		Rev	Data
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua			
			00	Ago 2020
			pag. 6 di 23 totali	

ANNO	PORTATE EFFETTIVE MEDIE SU BASE ANNUA			PORTATA MEDIA DI PROGETTO	Incremento
	mc/anno	mc/g	mc/h	mc/h	%
2012	61111521,00	167792,85	6991,37	6600,00	5,93
2013	77637169,10	212736,46	8864,02	6600,00	34,30
2014	77090351,00	211459,59	8810,82	6600,00	33,50
2015	74058709,00	203367,85	8473,66	6600,00	28,39
2016	70064113,20	192084,58	8003,52	6600,00	21,27
2017	66400053,00	182084,51	7586,85	6600,00	14,95
2018	75794810,00	207947,11	8664,46	6600,00	31,28
2019	69375231,00	190150,28	7922,93	6600,00	20,04
Incremento medio su totale					23,71

Portata in ingresso

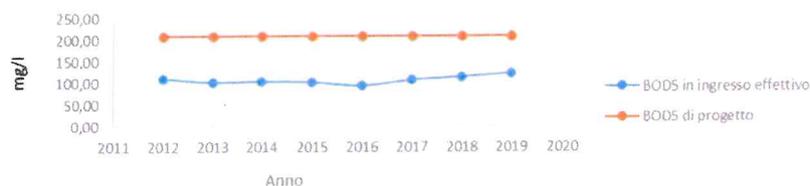


Questo per quanto attiene le portate.

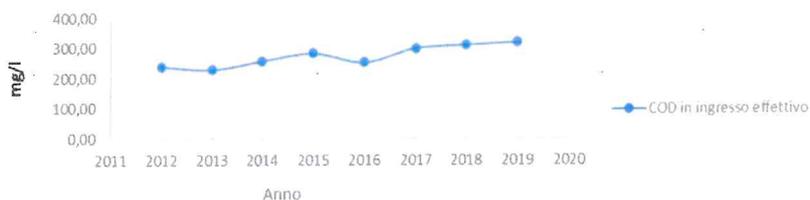
Per quanto riguarda i carichi inquinanti, la misura delle concentrazioni, nello stesso arco di tempo, sono risultate al di sotto dei valori standard di letteratura e dei dati posti a base del progetto di gara, fatta eccezione per i SST, come mostrato dai seguenti valori rilevati:

 Impianto di depurazione di Marcianise (CE) Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 7 di 23 totali	

BOD₅ IN INGRESSO mg/l



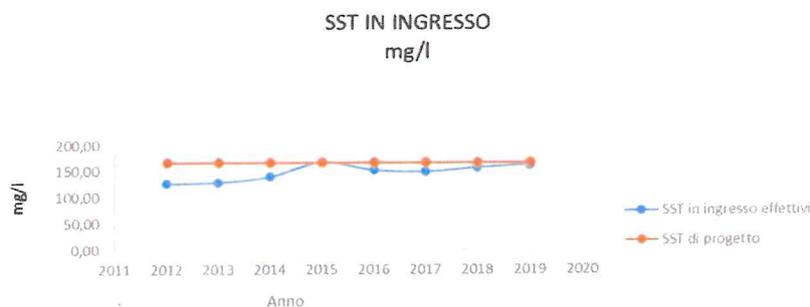
COD IN INGRESSO mg/l



NB: il valore di COD non è riportato nei dati del progetto a base di gara, ma è notoriamente da letteratura pari a circa il doppio del BOD₅, ovvero COD progetto = 416 mg/l

I dati storici sopra evidenziati di COD e BOD₅, in concentrazioni inferiori ai valori di riferimento progettuali, suggeriscono l'ipotesi di una diluizione, più o meno diffusa, che investe gran parte della rete fognaria afferente (la rete di collettori è lunga circa 90 km).

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 8 di 23 totali	



La concentrazione di SST risulta invece in linea con le previsioni progettuali, nonostante l'incremento della portata dovuto ad un probabile apporto di acque bianche. Questa circostanza potrebbe dipendere dal fatto che le piogge apportano un ingente carico di solidi inerti che incrementa il valore dei SST e non influisce significativamente sui valori di BOD e COD.

Ad ogni modo, sebbene le concentrazioni effettive di COD e BOD risultino inferiori a quelle di progetto, l'incremento della portata media giornaliera (come sopra illustrato) compensa parzialmente questa diminuzione, come mostrato di seguito:

- COD carico giornaliero di progetto: kg/d 66.090,00 (valore stimato pari al doppio del BOD₅)
- BOD carico giornaliero di progetto: kg/d 33.045,00
- COD carico giornaliero effettivo: kg/d 62.784,00
- BOD carico giornaliero effettivo: kg/d 31.392,00

I valori del carico giornaliero di COD e BOD₅ effettivi sopra riportati sono stati ottenuti, in ottica conservativa, considerando l'incremento della portata media giornaliera (pari al 25,66%) e la concentrazione media di COD (pari a 316 ppm) negli ultimi due anni di gestione (la concentrazione di BOD₅ è posta pari alla metà di quella del COD, ovvero 158 ppm).

Le portate sono state rilevate attraverso due misuratori di portata a canale attualmente funzionanti e posizionati a valle del sollevamento iniziale, precisamente nei due canali d'uscita della disoleatura areata. I misuratori in questione sono stati anche verificati di recente mediante l'uso di strumenti di misura della portata alternativi applicati sui collettori delle pompe del sollevamento iniziale.

Pertanto secondo un programma concertato con la Committenza, è stata effettuata una campagna di monitoraggio dei collettori afferenti all'impianto per ricercare le possibili cause dell'incremento di portata. Tali indagini, condotte sui due principali collettori afferenti all'impianto, non hanno prodotto risultati oggettivi che spieghino con esattezza il fenomeno. Esse, al momento, non forniscono informazioni sufficienti per un sostenibile intervento di sanabilità del fenomeno. Le misure di

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 9 di 23 totali	

concentrazione degli inquinanti, risultate al di sotto dei valori standard lasciano presupporre la presenza di una diffusa diluizione, al momento non imputabile ad una causa unica e ben precisa. E' possibile che le motivazioni siano molteplici e probabilmente riconducibili a *fenomeni meteorici* e ad *infiltrazioni d'acque bianche provenienti dalla presenza di falde in cui scorre la maggior parte della estesa rete fognaria affluente*.

Con l'aumento del carico idraulico nell'impianto sono state osservate condizioni di funzionamento che spesso raggiungono condizioni critiche, con il rischio di trascinamento di fango dai sedimentatori secondari.

Sulla base di tali osservazioni, considerando nelle varie condizioni di esercizio gli effetti di tale eccesso di portata, si è proceduto a una puntuale verifica idraulica e di processo dell'intero impianto, di cui si riporta una breve sintesi nei successivi paragrafi.

In particolar modo è stato posto sotto osservazione il comparto di sedimentazione secondaria, confrontando le condizioni di funzionamento riscontrate effettivamente in campo con quelle di progetto. Dai risultati finali della verifica si evince che i *bioreattori* possono non presentare particolari criticità anche se sottoposti a carichi idraulici superiori a quelli di progetto. Questi ultimi comportano, come noto, un minore tempo di permanenza in questi comparti. Un'implementazione del sistema di monitoraggio, controllo e automazione del comparto ossidativo, in parte già previsto con i lavori di adeguamento, potrà consentire un funzionamento efficace del comparto, risparmiando interventi di adeguamento strutturale. Al contrario, le condizioni di funzionamento della sedimentazione secondaria sono risultate instabili e al limite del corretto funzionamento. Ovvero esse risultano molto prossime a quelle critiche e suscettibili di possibili "fughe di fango" nell'effluente in occorrenza delle punte idrauliche persistenti, in particolare quando la concentrazione di solidi nella miscela areata e le portate di ricircolo non risultino opportunamente controllate. La superficie e le particolari caratteristiche costruttive dei sedimentatori, quali l'altezza utile e il sistema di estrazione fanghi a differenza di battente idraulico, consentono margini di manovra molto esigui per adeguare il comparto all'effettivo maggiore carico idraulico che si è instaurato.

Allo stato attuale, l'equilibrio della sedimentazione secondaria è reso ancora più critico dall'aumento repentino "a step" delle portate in ingresso in seguito all'entrata in funzione di più pompe di sollevamento in parallelo. Inoltre, qualunque disfunzione legata alla filiera di trattamento dei fanghi di supero si riflette immediatamente e in maniera ovviamente negativa sull'efficienza di separazione della biomassa, in quanto valori alti della concentrazione di fango nei bioreattori non sono compatibili con le condizioni permanenti di maggiore "stress" idraulico dei sedimentatori.

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 10 di 23 totali	

3 Verifica idraulica e di processo dell'impianto nelle condizioni effettive di funzionamento

Si premette che in nessun caso l'impianto potrà ricevere una portata superiore a quella max di progetto in tempo piovoso indicata nel precedente paragrafo e pari a $4xQ_{mn}$ (26.352 m³/h). È quindi lecito attendersi che i trattamenti preliminari, sostanzialmente dimensionati in origine con sufficienti margini di sicurezza per fronteggiare tali condizioni, non presentino criticità rilevanti sui carichi idraulici medi e di punta effettivi riscontrati.

Dai calcoli di verifica idraulica effettuati (non riportati per brevità in questa sede) applicando i carichi medi e di punta effettivi, risulta infatti che le caratteristiche dimensionali del sollevamento iniziale e dei comparti di dissabbiatura e disoleatura (soggetti soltanto a opere di manutenzione straordinaria nell'ambito dell'appalto) sono compatibili con quelle risultanti applicando i criteri della letteratura classica nei vari regimi di funzionamento. Tale circostanza è suffragata anche dalle osservazioni di campo effettuate durante l'esercizio.

Assodato quindi che fino all'ingresso del liquame nel comparto di sedimentazione primaria non sussistono particolari problemi da un punto di vista idraulico e di processo, si procederà alla verifica dei comparti a seguire. La portata influente massima ammissibile ($4xQ_{mn}$), prima dell'ingresso nel comparto biologico, viene comunque limitata ad un valore massimo trattabile di $2,5xQ_{mn} = 16.470$ m³/h. L'aliquota residua ($1,5xQ_{mn}$) della portata ammessa in tempo di pioggia viene recapitata nell'apposito canale di by-pass mediante un sistema di sfioro della portata eccedente presente in ciascuna delle due linee dell'impianto. Con le modifiche progettuali in essere, la regolazione avverrà mediante paratoie modulanti e misuratori di portata opportunamente posizionati in ingresso e nel canale di by-pass.

Nei prossimi paragrafi si riportano le procedure e i risultati finali della verifica idraulica e di processo della sedimentazione primaria e del reparto biologico (bioreattori + sedimentatori secondari), eseguita in maniera più approfondita confrontando le condizioni di funzionamento riscontrate effettivamente in campo con quelle di progetto. A suffragio della verifica, si è fatto anche uso del software di simulazione dinamica dei processi di rimozione biologica *BioWin*TM della EnviroSim Associates Ltd (di cui, per brevità, non si riportano i report di simulazione).

3.1 Verifica idraulica e di processo della sedimentazione primaria

Il liquame influente, dopo i trattamenti preliminari, passa nel comparto di sedimentazione primaria esistente che è costituito da otto vasche in cemento armato a pianta circolare e fondo conico convergente al centro, equipaggiata con *carroponte a trazione periferica* dotato di due bracci con lama raschiafanghi e trappola per le schiume. Le vasche esistenti sono disposte a quadrifoglio ed hanno diametro di 40,80 m, superficie totale di 10.459 m², e volume utile di 22.371 m³. Il tirante idrico medio è pari a 2,10 m. Nella nuova configurazione di progetto, la sezione di sedimentazione

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)		Rev.	Data
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua			
			00	Ago 2020
			pag. 11 di 23 totali	

primaria non ha subito modifiche dimensionali. Essa è oggetto di interventi (tutt'ora in corso) di manutenzione straordinaria per il ripristino, la rifunionalizzazione e l'ottimizzazione del comparto. In particolare, il progetto prevede la rifunionalizzazione dei carroporti, il rifacimento delle piste perimetrali di scorrimento dei carrelli e la sostituzione degli stramazzi perimetrali a dente di sega.

Nel progetto esecutivo, la verifica idraulica e di processo delle dimensioni delle vasche è stata effettuata con le portate idrauliche e del carico di SST in ingresso indicati nel pg.fo 2, in modo tale da contenere i valori dei parametri funzionali in gioco entro i limiti indicati dalla letteratura e dalle linee guida del settore. In particolare, i parametri considerati per la verifica del corretto funzionamento sono il carico idraulico superficiale, il tempo di detenzione, la portata allo stramazzo e il carico superficiale dei solidi sospesi (SST). Come riferimento bibliografico sono stati scelti i valori indicati nel Metcalf & Eddy (principale riferimento su scala internazionale) nella Tab. 5-20 a pg. 378 dell'Ed. 2006 McGraw-Hill di seguito riportata:

378 | Capitolo 5 Operazioni unitarie di tipo fisico

Tabella 5-20
Valori dei parametri di progetto per vasche di sedimentazione primaria^a

Voce	Unità SI			Unità anglosassoni		
	Unità di misura	Intervallo	Valore tipico	Unità di misura	Intervallo	Valore tipico
Sedimentatori primari seguiti da trattamento secondario						
Tempo di residenza	h	1.5-2.5	2.0	h	1.5-2.5	2.0
Carico idraulico superficiale						
portata media	m ³ /m ² -d	30-50	40	gal/ft ² -d	800-1200	1000
portata di punta oraria	m ³ /m ² -d	80-120	100	gal/ft ² -d	2000-3000	2500
Carico allo stramazzo	m ³ /m-d	125-500	250	gal/h-d	10 000-40 000	20 000
Sedimentazione primaria con ricircolo di fanghi attivi						
Tempo di residenza	h	1.5-2.5	2.0	h	1.5-2.5	2.0
Carico idraulico superficiale						
portata media	m ³ /m ² -d	24-32	28	gal/ft ² -d	600-800	700
portata di punta oraria	m ³ /m ² -d	48-70	60	gal/ft ² -d	1200-1700	1500
Carico allo stramazzo	m ³ /m-d	125-500	250	gal/h-d	10 000-40 000	20 000

Detti Q_{pp} = Portata di punta in tempo di pioggia, Q_{pn} = Portata di punta nera e Q_{mn} = Portata media nera, i risultati dei calcoli di verifica, riferiti ai dati di progetto, indicano i seguenti valori dei parametri di funzionamento:

Carico superficiale su Q_{pp}	2,52 (m ³ /m ² -h) ⇔ 60,47 (m ³ /m ² -d)
Carico superficiale su Q_{pn}	0,94 (m ³ /m ² -h) ⇔ 22,67 (m ³ /m ² -d)
Carico superficiale su Q_{mn}	0,63 (m ³ /m ² -h) ⇔ 15,11 (m ³ /m ² -d)
Tempo di residenza su Q_{pp}	0,83 (h) ⇔ (50 min)
Tempo di residenza su Q_{pn}	2,22 (h)

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 12 di 23 totali	

Tempo di residenza su Q_{mn}	3,33 (h)
Carico superficiale SST Q_{pp}	0,42 (kgSST/m ² ·h)
Carico superficiale SST Q_{pn}	0,16 (kgSST/m ² ·h)
Carico superficiale SST Q_{mn}	0,11 (kgSST/m ² ·h)
Carico su stramazzo a Q_{pp}	8,78 (m ³ /m·h) 210,72 (m ³ /m·d)
Carico su stramazzo a Q_{pn}	3,29 (m ³ /m·h) 78,96 (m ³ /m·d)
Carico su stramazzo a Q_{mn}	2,19 (m ³ /m·h) 52,68 (m ³ /m·d)

Confrontando i risultati sopra ottenuti con i riferimenti della tabella 5.20 del Metcalf, si osserva che tutti i valori calcolati rientrano nei "range" di riferimento consigliati in letteratura, compreso quelli ottenuti nelle condizioni più critiche rappresentate dalla portata massima influente in tempo di pioggia Q_{pp} di 26.352 m³/h. Si precisa a riguardo che il "range" dei valori dei parametri di progetto indicati nella tabella del Metcalf sono riferiti alle condizioni di tempo asciutto. Sebbene, quindi, il valore consigliato del tempo di residenza idraulico (HRT) sia compreso nel range $1,5 \leq HRT \leq 2,5$ h, lo stesso tempo può essere ridotto a 40 – 50 min se valutato in condizioni di portata mista (tempo di pioggia), come riporta la bibliografia di settore (Masotti, "Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque reflue"; De Martino G.A. "Costruzione di impianti per il trattamento delle acque reflue", Parte I; Linee guida UIDA). Il valore riscontrato in tempo piovoso dell'HRT pari a 0,85 h (poco superiore a 50 min) sulla portata massima ammissibile è quindi da ritenere accettabile in riferimento agli standard di letteratura. È tuttavia doveroso sottolineare che i valori sopra riportati risultano accettabili a patto che la persistenza delle punte sia limitata nel tempo (qualche ora), circostanza che sovente non viene rispettata (gli episodi di punta si protraggono per giorni interi).

Per tenere conto delle condizioni effettive di portata influente, si è fatto riferimento all'incremento medio dei carichi idraulici riscontrati negli ultimi due anni di gestione e pari al 25,66% ($Q_{mn-eff} = 8.278,48$ m³/h, $Q_{g-eff} = 198.683,5$ m³/d). Poiché il carico idraulico massimo ammissibile $Q_{pp} = 4 \times Q_{mn}$ rimane invariato, si è verificato il comparto soltanto rispetto alla portata media, riscontrando i seguenti valori dei parametri funzionali:

Carico superficiale su Q_{mn-eff}	0,79 (m ³ /m ² ·h)	19,00 (m ³ /m ² ·d)
Tempo residenza su Q_{mn-eff}	2,65 (h)	
Carico superf. SST Q_{mn-eff}	0,79 (kg/m ² ·h)	
Carico stramazzo a Q_{mn-eff}	2,76 (m ³ /m·h)	66,20 (m ³ /m·d)

Come era lecito aspettarsi nelle condizioni effettive di portate influenti, i valori sopra calcolati rientrano nei "range" di riferimento consigliati in letteratura. Questo perché è stato già accertato che le dimensioni delle vasche esistenti sono compatibili con il carico idraulico massimo ammissibile. Inoltre, poiché generalmente la concentrazione di SST influente è molto più bassa rispetto ai sedimentatori secondari, la verifica del sul carico di SST superficiale medio e di punta assume minore importanza che in altri casi. Tuttavia, è bene evidenziare che l'analisi dei report di gestione mostrano

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE) Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	Rev.	Data
		00	Ago 2020
		pag. 13 di 23 totali	

frequenti condizioni piovose in cui la portata massima ammissibile persiste per lungo tempo ed è accompagnata anche da un elevato carico di SST (talvolta > 500 mg/l). Tali condizioni, come accade non di rado, possono comportare un trascinarsi di solidi sedimentabili per lo più inerti anche nelle fasi successive dando luogo a possibili intasamenti e riducendone l'efficacia. Queste criticità potranno a nostro avviso essere fronteggiate in futuro con interventi mirati che aumentino l'efficienza dei trattamenti preliminari ed eventualmente la potenzialità della sedimentazione primaria.

3.2 Verifica idraulica e di processo dei bioreattori

Il comparto biologico è oggetto di interventi di adeguamento e potenziamento definiti nel progetto esecutivo approvato e che riguardano essenzialmente la tecnologia applicata (*cicli alternati nitro - denitro*) e l'attrezzatura dei comparti. È infatti previsto la realizzazione di una nuova centrale di produzione aria, la sostituzione delle reti di distribuzione esistenti e l'aggiunta di mixer sommergibili per la miscelazione dei reattori in condizioni anossiche. Le modifiche previste (ad oggi in corso di esecuzione) non alterano in alcun modo le volumetrie esistenti di seguito riportate:

N. comparti	n.	4
Lunghezza	m	85,9
Larghezza	m	25,2
Altezza utile	m	4,05
Volume utile	m ³ /comparto	8.766,95
Volume totale	m ³	35.067,8

Come dettagliatamente mostrato negli elaborati del progetto esecutivo, la verifica delle caratteristiche costruttive e dimensionali del comparto, *funzionante ad aerazione intermittente*, è stata effettuata mediante simulazioni dinamiche eseguite con modelli matematici rigorosi e affidabili. In particolare, si è utilizzato il software di simulazione dinamica dei processi di rimozione biologica *BioWin*TM della EnviroSim Associates Ltd. Tale piattaforma, che include anche i prestigiosi modelli ASM1, 2 e 3 della IWA, costituisce un riferimento internazionale quale supporto di simulazione per la modellazione processistica – progettuale di carattere multi funzionale e modulare.

I parametri caratteristici per il trattamento biologico, assunti per la verifica funzionale, sono gli stessi considerati nel progetto esecutivo e che si avvicinano alle reali condizioni di campo:

Parametri Ambientali		max	media	min
Temperatura di processo	°C	20,5	17,25	14
pH	-	7,4	7,2	6,9
Pressione	Bar	1,05	1	0,95

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)		Rev.	Data
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua			
			00	Ago 2020
			pag. 14 di 23 totali	

Concentrazione SST nel biologico C_{SST}	kg/m ³	4,20
Tenore SSV nel fango (MLSSV)	%	75,00
Concentrazione di SSV nel biologico	kg/m ³	3,15

Concentrazione SST ricircolo assunta	kg/m ³	10,00
--------------------------------------	-------------------	-------

Simulazione Dinamica del Trattamento Biologico Integrato (Proiezioni alle varie T)				
Parametri critici		T_{min}	T_{max}	T_{media}
θ_{hminT}	d	0,28	0,19	0,23
θ_{nminT}	d	6,97	3,02	4,55

Parametri assunti		alla T_{min}	alla T_{max}	alla T_{media}
$\theta_{T totale}$	d	10,07	10,07	10,07
S_T	-	1,250	1,25	1,25

N.B. l'età critica per la biomassa eterotrofa (indice h) e autotrofa (indice n) si riferisce alle condizioni di "wash out" dei bioreattori.

Per tenere conto degli effettivi regimi idraulici che si manifestano sull'impianto, si è provveduto ad eseguire nuovamente i bilanci di materia sui principali nutrienti influenti (C, N e P), secondo le modalità adottate nel progetto.

Come puntualizzato anche nel precedente paragrafo, i carichi medi giornalieri dei principali inquinanti non subiscono sensibili variazioni in quanto l'aumento del carico idraulico è compensato dai valori più diluiti delle corrispondenti concentrazioni (si veda pg.fo 2).

Di conseguenza i calcoli di verifica dei bioreattori riportati nel progetto esecutivo risultano validi e cautelativi anche in occorrenza di portate idrauliche superiori a quelle di progetto. Le cinetiche di biodegradazione risultano, infatti, compatibili con i tempi di ritenzione idraulica e con l'età del fango che si realizzano nei vari regimi di funzionamento.

Quanto evidenziato per gli inquinanti organici C, N e P non è vero per quanto concerne il carico di giornaliero solidi sospesi influente che, specie in tempo di pioggia, subisce un considerevole incremento dovuto principalmente a solidi inerti e può persistere per un tempo anche prolungato. Il carico di SST, in tempo piovoso, può quindi superare il valore di progetto di 26.404 Kg/d (talora anche in maniera considerevole e per tempi prolungati, come testimoniano i report gestionali). Se non efficacemente rimossi, i solidi inerti tendono ad accumularsi nei bioreattori, riducendone la capacità utile, e ad ostruire le reti di distribuzione dell'aria.

I volumi di reazione destinati al trattamento biologico sono quindi sufficienti a rimuovere i carichi inquinanti inferenti nei vari regimi idraulici effettivi, sempre che le concentrazioni di inquinanti in ingresso restino confinate nei "range" di valori fino ad ora monitorati.

	Impianto di depurazione di Marcyanise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 15 di 23 totali	

Le disfunzioni e scadimenti dell'efficienza depurativa riscontrati in occorrenza delle punte idrauliche persistenti sono invece da attribuire ad altre cause che riguardano essenzialmente la sedimentazione secondaria.

3.3 Verifica idraulica e di processo della sedimentazione secondaria

Il comparto di sedimentazione secondaria, costituito da otto vasche (quattro per ciascuna linea) a pianta circolare e basso battente idraulico, aventi diametro utile di 40,8 m ed equipaggiate con carroponate a trazione periferica. L'estrazione del fango di supero è affidata ad un sistema di tubazioni che utilizza una differenza di battente idraulico per la movimentazione del fango. Le vasche sono state oggetto essenzialmente di interventi di adeguamento sismico, ripristino della carpenteria metallica e rifacimento di stramazzi e piste di scorrimento dei carro ponti, più altre piccole manutenzioni straordinarie. Le caratteristiche dimensionali sono quindi rimaste le stesse anche nella nuova configurazione di progetto dell'impianto e risultano le seguenti:

SEDIMENTATORI ESISTENTI

N° di linee		8	8	
Diametro	D	40,8	40,8	m
Altezza utile periferica	H _m	3,1	3,1	m
Superficie utile unitaria	S _u	1.307	1.307	m
Volume utile unitaria	V _u	4.053	4.053	m
Caratteristiche complessive				
Superficie utile totale	S _{tot}	10.459	10.459	m ²
Volume utile totale	V _{tot}	32.424	32.424	m ³

Nel progetto esecutivo la verifica idraulica e di processo delle dimensioni delle vasche è stata effettuata con le portate idrauliche e del carico di SST di progetto in ingresso al biologico indicate nel pg.fo 2 (portata max in tempo di pioggia $2,5 \times Q_{mn} = 16.470,5 \text{ m}^3/\text{h}$; portata di punta in tempo asciutto $1,5 \times Q_{mn} = 9.882 \text{ m}^3/\text{h}$; portata media nelle 24h è pari a $Q_{mn} = 6.588 \text{ m}^3/\text{h}$), in modo tale da contenere i valori dei parametri funzionali in gioco entro i limiti indicati dalla letteratura e dalle linee guida del settore. In particolare, come per la sedimentazione primaria, i parametri considerati per la verifica del corretto funzionamento sono il carico idraulico superficiale, il tempo di detenzione, la portata allo stramazzo e il carico superficiale dei solidi sospesi (SST). Come riferimento bibliografico sono stati scelti ancora una volta i valori indicati nella Tab. 8-7 del Metcalf & Eddy a pg. 839 dell'Ed. 2006 McGraw-Hill, come di seguito riportata:

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 16 di 23 totali	

Tabella B-7
Informazioni progettuali tipiche di un sedimentatore secondario di un processo a fanghi attivi*

Tipo di trattamento	Carico idraulico superficiale				Carico dei solidi				Profondità m ²
	m ³ /m ² ·d		gal/ft ² ·d		kg/m ² ·h		lb/ft ² ·h		
	Medio	Punta	Medio	Punta	Medio	Punta	Medio	Punta	
Sedimentazione dopo fanghi attivi con aria (esclusa l'aerazione prolungata)	16-28	40-64	400-700	1000-1600	4-6	8	0,8-1,2	1,6	3,5-6
Selettivi, rimozione biologica dei nutrienti	16-28	40-64	400-700	1000-1600	5-8	9	1,0-1,5	1,8	3,5-6
Sedimentazione dopo fanghi attivi con ossigeno puro	16-28	40-64	400-700	1000-1600	5-7	9	1,0-1,4	1,6	3,5-6
Sedimentazione dopo aerazione prolungata	8-16	24-32	200-400	600-800	1,0-5	7	0,2-1,0	1,4	3,5-6
Sedimentazione per la rimozione del fosforo, concentrazione effluente, mg/l									
P totale = 2	24-32		600-800						
P totale = 1 ¹	16-24		400-600						
P totale = 0,2-0,5 ¹	12-20		300-500						

* Modificato in base a Kang (1987) e WF (1998)

¹ m × 3 2808 = ft

¹ Dosaggio occasionale di reagenti chimici

¹ Dosaggio continuo di reagenti chimici necessari per raffinare la qualità dell'effluente

Nota: la punta si riferisce a condizioni di punta della durata di 2 ore

Per la valutazione del carico superficiale di solidi sospesi, occorre inoltre tener conto della portata di ricircolo, assunta pari a $Q_r = 8.368 \text{ m}^3/\text{h}$ e della concentrazione nel reattore di SST pari a $C_a = 4,2 \text{ gSST/l}$. Con gli interventi previsti nel progetto esecutivo, la capacità del ricircolo è stata aumentata fino a $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

I risultati dei calcoli di verifica, riferiti ai dati di progetto e alle caratteristiche dimensionali delle vasche esistenti, indicano i seguenti valori dei parametri:

Carico superficiale su Q_{pb} $1,57 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h) } 37,79 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d)}$

Carico superficiale su Q_{pm} $0,94 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h) } 22,67 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d)}$

Carico superficiale su Q_{mn} $0,63 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h) } 15,11 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d)}$

Tempo di residenza su Q_{pb} $2,16 \text{ (h)}$

Tempo di residenza su Q_{pm} $3,60 \text{ (h)}$

Tempo di residenza su Q_{mn} $5,40 \text{ (h)}$

Carico superficiale SST Q_{pb} $9,99 \text{ (kgSST/m}^2 \cdot \text{h)}$

Carico superficiale SST Q_{pm} $7,34 \text{ (kgSST/m}^2 \cdot \text{h)}$

Carico superficiale SST Q_{mn} $5,98 \text{ (kgSST/m}^2 \cdot \text{h)}$

Lunghezza totale stramazzo: $1025,4 \text{ m}$

Carico su stramazzo a Q_{pb} $5,48 \text{ (m}^3/\text{m} \cdot \text{h) } 131,70 \text{ (m}^3/\text{m} \cdot \text{d)}$

Carico su stramazzo a Q_{pm} $3,29 \text{ (m}^3/\text{m} \cdot \text{h) } 78,96 \text{ (m}^3/\text{m} \cdot \text{d)}$

Carico su stramazzo a Q_{mn} $2,19 \text{ (m}^3/\text{m} \cdot \text{h) } 52,68 \text{ (m}^3/\text{m} \cdot \text{d)}$

Confrontando i risultati dei calcoli con i valori di riferimento della tabella 8.7 del Metcalf, si osserva che i parametri significativi rientrano nei "range" consigliati. Solo il valore limite del carico di SST (max $8 - 9 \text{ kgSST/m}^2 \cdot \text{h}$) è superato di poco in corrispondenza della portata influente max in tempo di pioggia $Q_{pb} = 16.470 \text{ m}^3/\text{h}$. È tuttavia opportuno osservare che, come già evidenziato nel paragrafo 3.1, i valori di punta del carico di SST indicati nella tabella del Metcalf sono di norma riferiti alle

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 17 di 23 totali	

condizioni di tempo asciutto. Durante i periodi di pioggia, secondo le linee guida dalla letteratura internazionale (Masotti, "Tecniche e impianti per il trattamento delle acque reflue", e altri) è accettabile che si superino i limiti raccomandati, purché lo scostamento e la durata dello stesso risultino non eccessivamente ampi. Infatti, la ragione di limitare il carico di SST nei sedimentatori deriva dal fatto che ogni strato di fango che si forma nella vasca ha una definita "capacità di trasporto" dei solidi verso il fondo, funzione dello SVI e del ricircolo di fango. È fondamentale che la capacità di trasporto di ciascuno strato verso il fondo non venga superata, in quanto si verrebbe a determinare uno *strato limitante* che interferisce con gli strati superiori e induce alla formazione di un *letto di fango*. Quest'ultimo, espandendosi verso l'alto, può provocare un traboccamento e quindi una fuga di fango nel chiarificato.

In tempo di pioggia si può tollerare che venga superata la "capacità limitante" di trasporto di qualche strato intermedio del letto di fango. In tal caso, se la portata massima non insiste per un tempo eccessivamente lungo, l'aumento del letto di fango nei sedimentatori viene contenuto nell'altezza liquida delle vasche. Nelle condizioni di progetto, sia l'entità dello scostamento (10%) che l'altezza delle vasche forniscono sufficienti garanzie a riguardo.

Per questo motivo, nella stessa fase progettuale non è stato previsto un aumento del numero di sedimentatori esistenti. Tale scelta è stata effettuata, tra l'altro, in linea con le indicazioni del progetto preliminare della Stazione Appaltante ed è suffragata dalle seguenti ulteriori considerazioni:

- a valle della sedimentazione finale è prevista la filtrazione finale su tela, dimensionata per l'intera portata max pari a $2,5 \times Q_{mn}$ inferente nel biologico, che aumenta significativamente il rendimento complessivo dell'impianto di depurazione nell'abbattimento dei solidi sospesi;
- a monte della filtrazione, è prevista una sezione di dosaggio di un reattivo coagulante con agitazione veloce e flocculazione, tale da incrementare ulteriormente l'efficienza della filtrazione.

Analizziamo adesso le condizioni che si determinano quando si considerano i dati effettivi di portata influente, come più volte sottolineato superiori di almeno il 23% rispetto a quelli di progetto. Se ci riferiamo, come fatto nel precedente paragrafo, ai valori medi riscontrati negli ultimi due anni di gestione, la portata media oraria e giornaliera effettivamente riscontrate risultano superiori del 25,66% rispetto a quelle di progetto e sono pari a:

$$Q_{mn-eff} = 8.278,48 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{g-eff} = 198.683,5 \text{ m}^3/\text{d}$$

Poiché la portata massima ammissibile $Q_{pb} = 2,5 \times Q_{mn}$ in tempo di pioggia rimane invariata rispetto alle impostazioni progettuali, si è verificato il comparto soltanto rispetto alla portata media, riscontrando i seguenti valori dei parametri funzionali:

Carico superficiale su Q_{mn}	0,79 ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	19,00 ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)
Tempo di residenza su Q_{mn}	4,30 (h)	
Carico superficiale SST Q_{mn}	6,71 ($\text{kgSST}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 18 di 23 totali	

Carico su stramazzo a Q_{mn} 2,76 (m³/m·h) 66,20 (m³/m·d)

L'analisi dei risultati sopra evidenziati mostra che, a causa del regime idraulico effettivo riscontrato in campo, il carico superficiale di SST riferito alla portata media si scosta di oltre il 10% rispetto alla soglia massima consigliata dal Metcalf per la sedimentazione dopo fanghi attivi. Considerazioni analoghe si riscontrano anche se confrontiamo i valori ottenuti del carico superficiale idraulico e dei solidi sospesi con quelli consigliati in altri testi di riferimento della bibliografia internazionale. Questo comporta che le condizioni di funzionamento della sedimentazione secondaria sono sempre molto "tirate" e costantemente al limite del trascinarsi di solidi nell'effluente, con possibile tracimazione se la concentrazione di solidi nei bioreattori e le portate di ricircolo non risultano appropriate e correttamente regolate. Le considerazioni fatte in precedenza sulla tolleranza dei carichi di punta dei SST in tempo di pioggia sono giustificabili solo quando le condizioni di regime idraulico di punta sono di **breve durata** (come nelle ipotesi progettuali) e le caratteristiche dimensionali delle vasche sono tali da garantire una sufficiente capacità polmone del letto di fango, capace cioè di assorbire le punte. Nelle fasi di progettazione non era ipotizzabile una persistenza così ampia delle punte, tale addirittura da trasformare queste ultime in portate medie. Ricordiamo ancora una volta che i valori delle portate medie oraria e giornaliera di progetto sono inferiori di almeno il 20% rispetto ai valori effettivi riscontrati in campo.

Ad aggravare la situazione sopra illustrata vi è il riscontro frequente di valori di portata media (pg.fo 2) anche sensibilmente superiori a quello relativo alla portata media calcolata negli ultimi due anni (scelto come riferimento per le verifiche) ed a quello calcolato su base decennale. Giusto per fare un esempio, nei mesi di Aprile e Novembre 2019 sono stati registrati valori di portata media giornaliera superiori addirittura di oltre il 100%. Gli incrementi, persistendo in maniera continua per tempi prolungati, producono evidenti criticità di funzionamento e un'inefficiente separazione dei solidi nei sedimentatori. In tali situazioni, infatti, il carico di SST diviene oggettivamente proibitivo e responsabile di tracimazione del fango nell'effluente secondario.

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 19 di 23 totali	

4 Necessità di interventi urgenti di adeguamento dell'impianto

Quanto riportato nel precedente paragrafo spinge verso le seguenti considerazioni:

- *Il dato sull'aumento delle portate idrauliche influenti è continuo nel tempo e per quanto precedentemente riportato, è da ritenere incontrovertibile. Eventuali proposte tecniche formulate per risolvere le problematiche dovranno essere verificate da un punto di vista idraulico e di processo su carichi idraulici medi persistenti e aumentati almeno del 25% rispetto ai valori di progetto;*
- *I carichi massimi ammissibili risulteranno gli stessi di quelli previsti nel progetto ma dovranno essere "ben tollerati" dall'impianto in seguito alle soluzioni proposte, in quanto è certo che essi non risultano di breve durata. Le verifiche idrauliche e di processo, dovranno includere simulazioni dinamiche in cui figurino la persistenza per più di 24 h dei valori di punta e in cui sia contemplata anche l'indisponibilità di una o più vasche per emergenza.*
- *Le soluzioni proposte non potranno a ns. avviso prescindere da un cospicuo aumento della superficie disponibile dei sedimentatori secondari per la separazione della biomassa. Potrebbe non essere invece necessario aumentare il volume degli attuali reattori biologici in quanto l'effetto delle maggiori portate sul carico di inquinanti è contrastato dai valori più diluiti riscontrati delle corrispondenti concentrazioni e dalle strategie d'automazione e controllo che verranno messe in atto;*

In conclusione, per quanto rilevato riteniamo che il problema dell'incremento del carico idraulico, divenuto sistematico e persistente nel tempo, debba essere affrontato con urgenza e in maniera strutturale. È evidente che esso si riflette negativamente e in maniera inequivocabile in modo particolare sul comparto di **sedimentazione secondaria**. I malfunzionamenti e lo scadimento dell'efficienza osservati durante l'esercizio dell'impianto ne sono prova evidente.

Il parere sull'accettabilità di nuovi scarichi richiesto dell'Ente Idrico Campano (EIC), qualora risultasse anche favorevole, dovrà comunque tenere conto dell'importante problematica evidenziata e non potrà prescindere del tutto dalla necessità di effettuare, in futuro, urgenti interventi di adeguamento dell'impianto per fronteggiare il maggiore e persistente carico idraulico inferente.

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 20 di 23 totali	

5 Accettabilità di ulteriori nuove immissioni nei collettori fognari

È evidente che, per quanto dimostrato nei precedenti paragrafi, senza la realizzazione di urgenti interventi che aumentino la capacità tampone dell'impianto di Marcianise nei confronti delle punte idrauliche elevate e persistenti in arrivo al depuratore, il trattamento secondario sarà di continuo soggetto al rischio di tracimazione dei fanghi dai sedimentatori secondari. Naturalmente il rischio aumenta esponenzialmente qualora le punte si verificano in periodi in cui sono in corso operazioni di manutenzione sulle linee di trattamento.

Dal punto di vista squisitamente tecnico, un ulteriore aumento della portata media ascrivibile all'apporto di nuove immissioni di attività produttive nei collettori immissari, specie se di lieve entità, singolarmente non rappresenterebbe un evento tale da determinare esso stesso uno specifico sovraccarico per l'impianto, con conseguente scadimento dell'efficienza. Ovviamente sarebbe necessario definirne un limite. Il rischio specifico di tracimazione, infatti, non è propriamente insito nell'attuale valore della portata media inferente (ricordiamo superiore del 25% rispetto alle previsioni progettuali), bensì è strettamente correlato all'entità delle punte e, soprattutto, legato alla loro frequenza e durata.

In ogni caso, rispetto all'incremento sopra considerato, l'apporto giornaliero di nuove immissioni non potrà considerarsi illimitato, stante anche le attuali condizioni di funzionamento "tirate" della sedimentazione secondaria, con valori dei parametri al confine dei limiti consigliati dalla letteratura.

Volendo stabilire un criterio per quantificare la capacità di accoglienza residua dell'impianto, nelle more della realizzazione degli indispensabili interventi di potenziamento della capacità tampone, possiamo concentrare l'attenzione sulle manovre operative che è possibile effettuare in occorrenza degli eventi di punta e che l'esperienza di campo ha dimostrato rivelarsi efficaci per prevenire eventuali malfunzionamenti.

Per arginare il rischio di tracimazione del fango dalla sedimentazione secondario è necessario che sia la concentrazione di solidi nei bioreattori sia la portata di ricircolo risultino appropriate e correttamente regolate. Operativamente, stante l'attuale potenzialità e le caratteristiche geometriche e funzionali del comparto di sedimentazione secondaria, durante le punte aumenta il rischio di trascinamento di fango quando la concentrazione di SST nei bioreattori è superiore a 3 g/l.

Volendo mantenere costante e non superiore a 3 kg/m³ il valore della concentrazione dei solidi (o almeno imponendo tale valore nei periodi piovosi in cui aumenta la frequenza e durata delle punte), verifichiamo la capacità depurativa della biomassa presente nei reattori in confronto ai carichi medi giornalieri degli inquinanti nelle attuali condizioni di regime idraulico scelte per la verifica di processo. In sostanza, possiamo verificare se l'età del fango risultante è compatibile con un'efficiente resa depurativa e sufficientemente distante dalle condizioni critiche di "wash out".

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	00	Ago 2020
	<i>pag. 21 di 23 totali</i>	

Sulla base di tale criterio e dei risultati ottenuti dalla verifica, è possibile stabilire quale potrebbe essere la capacità residua di accoglienza di ulteriori apporti di nutrienti, superata la quale il valore dell'età del fango si approssima a quello critico e non sarà possibile tollerare ulteriori incrementi di portata. Per assicurare un sufficiente margine di sicurezza, si è considerato un valore dell'età del fango limite potenzialmente da raggiungere superiore del 10% (circa 7,5 giorni) rispetto al valore critico (6,7 giorni per la biomassa autotrofa).

Come nutriente limitante è stato ovviamente considerato l'azoto, in quanto la biomassa nitrificante ha notoriamente una cinetica di crescita decisamente più bassa di quella autotrofa.

Inoltre, si è considerato che le caratteristiche qualitative dei nuovi allacci debbano risultare conformi alla Tab. 3 dell'All.5 del D. Lgs 152/06 per scarichi in pubblica fognatura, ovvero:

COD = 500 mg/l

BOD₅ = 250 mg/l

NH₄⁺ = 30 mg/l

I risultati del calcolo e delle simulazioni effettuate con il software BioWin, impostato con il modello ASM (che qui non si riportano per brevità), indicano un margine piuttosto esiguo per l'apporto di nuovi scarichi idrici, come era lecito aspettarci, pari ad un incremento di circa 2.928 m³/g della portata media giornaliera. In sostanza, con una portata media di circa 8.400 m³/h e una concentrazione di fango nei bioreattori di 3 g/l, il comparto biologico presenta un'età del fango non molto distante da quella critica. L'incremento accettabile di portata giornaliera, sopra evidenziato, è ottenuto sottraendo al valore limite di 8.400 m³/h quello attuale di 8.278 m³/h, calcolato come media degli ultimi due anni di gestione (superiore del 25,66% a quello iniziale di progetto), e moltiplicando il risultato per 24 h/d.

Ovviamente, in tale materia, nessun numero determinabile ha caratteristiche di scientificità, ma ciascuno è frutto di modelli più o meno approssimati, affetti da più o meno marcati errori di calcolo insiti del modello stesso e delle relative ipotesi di partenza, e dovuti anche (e talvolta soprattutto, come in questo caso) ad incertezze legate ai dati di input. Non sono infatti precisamente determinate, né controllabili, le modalità e le concentrazioni puntuali con cui le maggiori portate rilevate confluiscano in impianto, e ciò costituisce ovviamente un notevole motivo di incertezza circa la validità dei valori calcolati.

Da un punto di vista squisitamente tecnico e progettuale, con le ipotesi fatte e con i dati disponibili, attraverso i modelli matematici applicati, è stato determinato un possibile valore di portata aggiuntiva, teoricamente ancora accettabile in impianto, quantificabile in circa **1.068.720 m³/anno**.

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev	Data
	00	Ago 2020
	pag. 22 di 23 totali	

D'altro canto, per esperienza diretta nel corso della gestione da noi eseguita (2018 e 2019), è stato osservato che nell'anno 2018 l'impianto è stato esercito con una portata in ingresso del 31,28% superiore a quella di progetto, mentre nel 2019 l'incremento rispetto al dato di progetto è stato "solo" del 20,04%, con una media sui due anni del 25,66%.

In entrambi gli anni l'impianto ha mediamente risposto secondo le proprie caratteristiche progettuali (a meno di quelle circostanze in precedenza più volte richiamate e determinate da valori di punta idraulica esagerati e duraturi), ovviamente attraverso una gestione particolarmente attenta, e seppure complicata dalle ben note difficoltà connesse con le limitazioni imposte dalle discariche allo smaltimento dei fanghi di supero. Si può pertanto affermare che anche con un tale livello di portata (media di 8.664 mc/h anziché i 6.600 mc/h di progetto) l'impianto è stato sostanzialmente in grado di fornire una prestazione in linea con le proprie caratteristiche progettuali.

Se allora si ipotizza che il valore di portata medio futuro sia dello stesso ordine di grandezza del valore medio da noi direttamente riscontrato negli ultimi due anni di gestione (caratterizzato da un incremento medio rispetto ai dati di progetto pari al 25,66%, e corrispondente a una portata media di 8.278 mc/h), potrebbe essere lecito ammettere che un incremento di portata da 8.278 mc/h (valore medio ipotizzato) fino a circa 8.664 mc/h possa essere tollerato dall'impianto.

Ciò significa che in con le ipotesi fatte, si potrebbe ammettere un ulteriore incremento di portata di circa 370 mc/h. È opportuno, tuttavia, porsi in una posizione più prudentiale, per intenderci, più vicina ai precedenti valori risultanti dalle simulazioni dinamiche effettuate adottando il criterio di non avvicinarsi troppo all'età critica.

Volendo tenere in considerazione i risultati della gestione dell'anno 2018 e impiegando ancora un coefficiente correttivo di sicurezza pari a 0,5, per tenere conto di eventuali ulteriori e non previste portate parassite, si ricava un incremento di portata ammissibile in impianto definito in circa 4.400 mc/giorno.

I calcoli teorici hanno espresso la possibilità di accettazione in impianto di ulteriori portate per circa **1.068.000 m³/anno**, mentre la pratica gestionale unitamente ai pregressi dati di esercizio ci ha portati a concludere, con le ipotesi ed i criteri qui adottati, che si possono ammettere in impianto, e quindi rilasciare pareri favorevoli allo scarico, portate aggiuntive fino alla concorrenza di **1.600.000 m³/anno** (4.400 mc/giorno), sebbene l'impianto lavori già costantemente al di sopra della sua portata di progetto.

Il parere favorevole qui espresso sulla marginalità residua di accoglienza di nuovi scarichi nell'impianto di Marcianise, in un "range" compreso tra **1.100.000 m³/anno** e **1.600.000 mc/anno**, non può tuttavia sollevare la Regione Campania dalla necessità urgente di programmare un piano d'interventi di adeguamento e potenziamento per aumentare la capacità tampone dell'impianto nei

	Impianto di depurazione di Marcianise (CE)	
	Verifica dei carichi - Valutazione della capacità residua	
	Rev.	Data
	00	Ago 2020
	pag. 23 di 23 totali	

confronti delle punte idrauliche, elevate, sistematiche e persistenti, nonché per tenere debito conto dei futuri allacci.

6 Conclusioni

L'impianto di depurazione di Marcianise lavora da anni con valori di portata che superano di gran lunga i valori medi di progetto. Non è infrequente individuare intere giornate in cui la portata media in ingresso risulta addirittura anche doppia rispetto a quella media di progetto. Seppure l'impianto sia dimensionato per tollerare le cosiddette "punte" di portata, ovvero picchi di durata comunque limitata al più a qualche ora, le prolungate condizioni di funzionamento sopra descritte costringono l'impianto a lavorare in una condizione di "stress" costante per periodi prolungati, rendendone instabile il funzionamento specialmente dal punto di vista idraulico, con il rischio di fuoriuscita di solidi con l'effluente in occasione di brusche variazioni di carico idraulico.

In queste condizioni, da un punto di vista puramente formale, sarebbe lecito considerare inammissibile qualsiasi ulteriore richiesta di scarico che preveda l'impianto in oggetto quale recapito finale. L'impianto lavora formalmente già al di sopra delle sue caratteristiche progettuali.

D'altro canto, non può essere ignorata l'esigenza manifestata dall'EIC di dare risposte alle richieste che provengono dal territorio, e le esigenze di sviluppo del territorio stesso.

In quest'ottica si inquadrano i risultati sopra discussi.

Tutti gli impianti presentano un più o meno marcato grado di flessibilità funzionale, la cui entità è spesso direttamente correlata alle caratteristiche intrinseche dell'impianto stesso. Ed è proprio su questa flessibilità che è stato basato il ragionamento.

A seguito di una dettagliata analisi basata sia su dati tecnici che di esperienza, è stato individuato un limitato margine di accettabilità di nuovi scarichi in impianto, che consente di dare un certo, seppur temporaneo, respiro al territorio. D'altra parte è evidente che tale flessibilità comporta comunque dei rischi, legati all'instabilità dell'impianto e al fatto di basarsi su ipotesi che potrebbero risultare eccessive, non conoscendo né gli effettivi incrementi di portate "parassite" che si instaureranno, né le loro effettive cause.

È quindi più che evidente che consentire ulteriori scarichi di nuove portate in impianto fino alla concorrenza di circa 1.600.000 m³/anno, è stato possibile, solo ed unicamente in un'ottica di particolare cura ed attenzione agli aspetti gestionali, con l'obiettivo a brevissimo termine di mettere in atto misure destinate ad ampliamenti che tengano in conto gli incrementi di portata già riscontrati, e le proiezioni future.

Data: 12 agosto 2020, 18:24:45
Da: codemarscarl@legalmail.it <codemarscarl@legalmail.it>
A: protocollo <protocollo@pec.enteidricocampano.it>
Oggetto: rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise
Allegato: 20200812182111.pdf (2.4 MB)
Alla c.a. prof. V. Belgiorno

--

Serial ID: ago-12-2020 18:24:56 874505889 240923.1597349465415.JavaMail:boss@ip1p7hastrow002

Data: 12 agosto 2020, 18:24:47
Da: Posta Certificata Legalmail <posta-certificata@legalmail.it>
A: codemarscarl@legalmail.it
Tipo: Ricevuta di accettazione
Oggetto: ACCETTAZIONE: rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise
Allegati: daticert.xml (928 B)
smime.p7s (9.1 KB)

Ricevuta di accettazione

Il giorno 12/08/2020 alle ore 18:24:47 (+0200) il messaggio "rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise" proveniente da "codemarscarl@legalmail.it" ed indirizzato a:

protocollo@pec.enteidricocampano.it ("posta certificata")
è stato accettato dal sistema ed inoltrato.

Identificativo messaggio: B41EC98C.002A0DC2.E37D0143.98882AAC.posta-certificata@legalmail.it

Questa ricevuta, per Sua garanzia, è firmata digitalmente.
La preghiamo di conservarla come attestato dell'invio del messaggio

Acceptance receipt

On 12/08/2020 at 18:24:47 (+0200) the message, "rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise", sent by "codemarscarl@legalmail.it" and addressed to:

protocollo@pec.enteidricocampano.it ("posta certificata")
was accepted by the certified email system.

Message ID: B41EC98C.002A0DC2.E37D0143.98882AAC.posta-certificata@legalmail.it

As a guarantee to you, this receipt is digitally signed.
Please keep it as a certificate of delivery of the message.

Serial ID: ago-12-2020 18 24 05 B41EC98C 002A0DC2 E37D0143 98882AAC posta-certificata@legalmail.it

Data: 12 agosto 2020, 18:24:53
Da: posta-certificata@pec.aruba.it
A: codemarscarl@legalmail.it
Tipo: Ricevuta di avvenuta consegna
Oggetto: CONSEGNA: rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise
Allegati: daticert.xml (1.4 KB)
postacert.eml (2.4 MB) **Messaggio di posta elettronica**
smime.p7s (9.1 KB)

Ricevuta di avvenuta consegna

Il giorno 12/08/2020 alle ore 18:24:53 (+0200) il messaggio "rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise" proveniente da "codemarscarl@legalmail.it" ed indirizzato a "protocollo@pec.enteidricocampano.it" è stato consegnato nella casella di destinazione.
Identificativo messaggio: B41EC98C.002A0DC2.E37D0143.98882AAC.posta-certificata@legalmail.it

Messaggio di posta elettronica allegato : postacert.eml

Data: 12 agosto 2020, 18:24:45
Da: codemarscarl@legalmail.it <codemarscarl@legalmail.it>
A: protocollo <protocollo@pec.enteidricocampano.it>
Tipo: Messaggio originale
Oggetto: rilascio pareri nell'ambito delle attività di gestione del sistema depurativo del comprensorio di Marcianise
Allegato: 20200812182111.pdf (2.4 MB)
Alla c.a. prof. V. Belgiorno

--

Serial ID: ago-12-2020 18:25:12.op:pec:292.20200812182453.08410.782.1.532.74@pec.aruba.it

Sono visualizzati **27** Documenti