

CONSORZIO PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO DEL SAVONESE S.P.A.

AUMENTO DELLA CAPACITÀ DI TRATTAMENTO DELL'IMPIANTO ITR DI SAVONA

ELABORATO C
RELAZIONE SPECIALISTICA DI PROCESSO

MAGGIO 2014

a cura di:
dott.ing. Giuseppe Pastorelli
Studio di Ingegneria Ambientale
Via Cogne 35
40026 Imola BO



CONSORZIO PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO DEL SAVONESE S.P.A.

RELAZIONE DI PROCESSO

LUGLIO 2013

S O M M A R I O

1. INTRODUZIONE 3

2. BASI DI CALCOLO ADOTTATE 4

2.1 Caratteristiche quali-quantitative delle acque reflue urbane e dei rifiuti speciali pretrattati 4
2.2 Caratteristiche dell'effluente – Valori limite di emissione 9

3. VERIFICA MODELLISTICA DEL PROCESSO BIOLOGICO A FANGHI ATTIVI 11

3.1 Il modello di simulazione del processo biologico a fanghi attivi 11
3.1.1. Descrizione del modello biochimico 11
3.1.2. Modalità di simulazione del sistema di aerazione 14
3.2 Calcoli di verifica 19
3.3 Ipotesi di calcolo 19
3.3.1. Illustrazione dei calcoli 21
3.3.2. Commento dei risultati 25

4. CONCLUSIONI 29

ALLEGATO – ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DELL'INFLUENTE 31

1. INTRODUZIONE

La presente relazione concerne l'impianto di trattamento rifiuti liquidi industriali non pericolosi (ITR) operante quale impianto di smaltimento rifiuti nell'area dell'impianto di depurazione di Savona (SV) gestito dal Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A.
In particolare, la relazione concerne l'istanza per l'adeguamento dell'autorizzazione all'esercizio dell'impianto ai sensi dei D.Lgs. 152/2006, tenuto conto della capacità residua di trattamento garantita dell'impianto di depurazione.

Per favorire la lettura del documento e l'eventuale confronto dei contenuti, la relazione è stata redatta sulla falsariga della relazione di processo predisposta nel novembre 2009 e allegata all'istanza per il rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale vigente; come la precedente si compone quindi di 4 capitoli e si completa con un allegato:

- la presente introduzione (**§ 1**);
- descrizione delle basi di calcolo adottate (**§ 2**) e analisi dei dati di esercizio gennaio 2010-dicembre 2012 (**Allegato**);
- descrizione dei calcoli di verifica del processo a fanghi attivi ottenuti mediante una specifica applicazione modellistica (**§ 3**);
- conclusioni (**§ 4**).

2. BASI DI CALCOLO ADOTTATE

L'impianto di depurazione di Savona è un impianto destinato al trattamento delle acque reflue urbane dei Comuni di Varazze, Celle Ligure, Albissola Mare, Albisola Superiore, Savona, Quiliano, Vado Ligure, Bergeggi, Spotorno, Noli e del comprensorio finalese (Finale Ligure, Vezzi Portio, Orco Feglino, Calice Ligure e Rialto).
Nel 2003 è stato avviato il cosiddetto ITR (Impianto Trattamento Reflui), l'impianto di pretrattamento dei rifiuti speciali liquidi non pericolosi che vengono conferiti all'impianto per mezzo di autobotti (quelli che nella presente relazione vengono convenzionalmente definiti "rifiuti speciali pretrattati").
Nel periodo 2005-2009 l'impianto di depurazione di Savona è stato assoggettato a una serie di interventi di adeguamento e ammodernamento che ne hanno elevato la potenzialità di trattamento: tra i tanti si ritiene doveroso segnalare un nuovo sistema di aerazione a bolle fini che ha consentito di incrementare la quantità di ossigeno che può essere resa disponibile per soddisfare il fabbisogno batterico (per maggiori dettagli vedi **§ 3.1.2**).
Questi interventi si sono resi necessari anche per consentire il trattamento dei reflui provenienti dal comprensorio finalese progettualmente stimati pari a 40.000 AE invernali e 90.000 AE estivi: l'esperienza gestionale dei primi tre anni (2010-2012) ha potuto appurare come il contributo apportato in termini di portate e di carichi inquinanti sia di gran lunga inferiore a quanto stimato su base progettuale, rendendo disponibile una significativa capacità di trattamento.

Nel presente capitolo si riassumono tutti i principali dati ed elementi utilizzati nella modellizzazione del processo biologico a fanghi attivi dell'impianto di depurazione di Savona ai fini della verifica della potenzialità residua di trattamento:

- caratteristiche quali-quantitative delle acque reflue urbane e dei rifiuti speciali pretrattati;
- caratteristiche dell'effluente in relazione ai limiti allo scarico.

2.1 CARATTERISTICHE QUALI-QUANTITATIVE DELLE ACQUE REFLUE URBANE E DEI RIFIUTI SPECIALI PRETRATTATI

Nelle **Tabb. 2.1** e **2.2** si riportano le caratteristiche quali-quantitative dei reflui da trattare in condizioni rispettivamente invernali ed estive. Queste sono state suddivise nei due seguenti contributi:

Tab. 2.1 – *Caratteristiche quali-quantitative dei reflui da trattare (condizioni invernali).*

Parametro	U.M.	Acque reflue urbane		Rifiuti speciali pretrattati	TOTALE
		Attuale	+30%		
CARATTERISTICHE INFLUENTE ALL'IMPIANTO					
Potenzialità e Portate					
popolazione equivalente	[AE]	202.620	60.786		**263.406**
portata giornaliera	[m^3 d^{-1}]	42.741	12.822		**55.563**
Carichi Inquinanti Complessivi					
SST	[kg d^{-1}]	12.012	3.604		**15.616**
BOD_5	[kg d^{-1}]	12.157	3.647		**15.804**
COD	[kg d^{-1}]	24.560	7.368		**31.928**
N	[kg d^{-1}]	2.829	849		**3.677**
P	[kg d^{-1}]	184	55		**240**
Concentrazioni					
SST	[mg l^{-1}]	281	281		**281**
BOD_5	[mg l^{-1}]	284	284		**284**
COD	[mg l^{-1}]	575	575		**575**
N	[mg l^{-1}]	66,2	66,2		**66,2**
P	[mg l^{-1}]	4,31	4,31		**4,31**
CARATTERISTICHE INFLUENTE AL TRATTAMENTO BIOLOGICO					
Potenzialità e Portate					
popolazione equivalente	[AE]	151.965	45.590	157.073	**354.627**
portata giornaliera	[m^3 d^{-1}]	42.471	12.822	440	**56.003**
Carichi Inquinanti Complessivi					
SST	[kg d^{-1}]	4.805	1.441	3.594	**9.840**
BOD_5	[kg d^{-1}]	9.118	2.735	9.424	**21.278**
COD	[kg d^{-1}]	18.420	5.526	18.665	**42.610**
N	[kg d^{-1}]	2.546	764	2.200	**5.510**
P	[kg d^{-1}]	166	50	220	**436**
Concentrazioni					
SST	[mg l^{-1}]	112	112	8.168	**177**
BOD_5	[mg l^{-1}]	213	213	21.419	**383**
COD	[mg l^{-1}]	431	431	42.420	**767**
N	[mg l^{-1}]	59,6	59,6	5.000,0	**99,2**
P	[mg l^{-1}]	3,88	3,88	500,00	**7,84**

Nota: su sfondo grigio sono indicati i dati di progetto fondamentali sulla base dei quali sono stati ricavati gli altri, così come descritto nel **§ 2.1**.

Tab. 2.2 – *Caratteristiche quali-quantitative dei reflui da trattare (condizioni estive).*

Parametro	U.M.	Acque reflue urbane		Rifiuti speciali pretrattati	TOTALE
		Attuale	+30%		
CARATTERISTICHE INFLUENTE ALL'IMPIANTO					
Potenzialità e Portate					
popolazione equivalente	[AE]	242.560	72.768		**315.328**
portata giornaliera	[m^3 d^{-1}]	41.127	12.338		**53.465**
Carichi Inquinanti Complessivi					
SST	[kg d^{-1}]	14.648	4.394		**19.042**
BOD_5	[kg d^{-1}]	14.554	4.366		**18.820**
COD	[kg d^{-1}]	26.688	8.006		**34.694**
N	[kg d^{-1}]	2.517	755		**3.272**
P	[kg d^{-1}]	246	74		**320**
Concentrazioni					
SST	[mg l^{-1}]	356	356		**356**
BOD_5	[mg l^{-1}]	354	354		**354**
COD	[mg l^{-1}]	649	649		**649**
N	[mg l^{-1}]	61,2	61,2		**61,2**
P	[mg l^{-1}]	5,98	5,98		**5,98**
CARATTERISTICHE INFLUENTE AL TRATTAMENTO BIOLOGICO					
Potenzialità e Portate					
popolazione equivalente	[AE]	181.920	54.576	157.073	**393.569**
portata giornaliera	[m^3 d^{-1}]	41.127	12.338	440	**53.905**
Carichi Inquinanti Complessivi					
SST	[kg d^{-1}]	5.859	1.758	3.594	**11.211**
BOD_5	[kg d^{-1}]	10.915	3.275	9.424	**23.614**
COD	[kg d^{-1}]	20.016	6.005	18.665	**44.685**
N	[kg d^{-1}]	2.265	680	2.200	**5.145**
P	[kg d^{-1}]	221	66	220	**508**
Concentrazioni					
SST	[mg l^{-1}]	142	142	8.168	**210**
BOD_5	[mg l^{-1}]	265	265	21.419	**442**
COD	[mg l^{-1}]	487	487	42.420	**836**
N	[mg l^{-1}]	55,1	55,1	5.000,0	**96,2**
P	[mg l^{-1}]	5,38	5,38	500,00	**9,50**

Nota: su sfondo grigio sono indicati i dati di progetto fondamentali sulla base dei quali sono stati ricavati gli altri, così come descritto nel **§ 2.1**.

- acque reflue urbane;
- rifiuti speciali pretrattati.

Le caratteristiche quali-quantitative delle acque reflue urbane riportate nelle **Tabb. 2.1** e **2.2** (in particolare popolazione equivalente, portata giornaliera, concentrazioni e carichi inquinanti) sono quelle desunte a seguito di una sistematica analisi dei dati di esercizio raccolti dal gestore nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 la cui elaborazione di dettaglio è integralmente riportata in **Allegato**.
I dati effettivi di esercizio (riportati nella colonna "Attuale") sono stati opportunamente integrati con un contributo addizionale ("+30%") per tenere conto di ulteriori eventuali sviluppi urbanistici.
A tal proposito vale la pena evidenziare che i valori assunti nei calcoli (e cioè corrispondenti a un contributo addizionale massimo di 60.786 AE in inverno e di 72.768 AE in estate) appaiono del tutto cautelativi in ragione di una stima di sviluppo urbanistico di medio periodo, operata a seguito di indagini puntuali eseguite presso le Amministrazioni Comunali i cui reflui vengono collettati all'impianto di depurazione di Savona, di non più di 18.170 AE (vedi **Tab. 2.3**). Ciò introduce un indubbio, intrinseco fattore di sicurezza nei calcoli di verifica riportati nel **§ 3** che si basano appunto sui valori riportati nella colonna "TOTALE" delle **Tabb. 2.1** e **2.2**.
Con riferimento agli sviluppi urbanistici è importante chiarire inoltre che quelli indicati in **Tab. 2.3** sono le potenzialità massime dei vari insediamenti e che mai tali insediamenti sono interamente additivi come popolazione, ma anzi, in generale, lo sono per meno di metà, implicando spesso rilocazione di popolazione già esistente (soprattutto quella non turistica) tale quindi da determinare un ulteriore margine di sicurezza.

Il contributo costituito dai rifiuti speciali pretrattati costituisce invece il massimo valore ammissibile all'impianto (sempre in termini di carico) e compatibile con la sua capacità residua di trattamento. La sua determinazione si è basata in altri termini su concentrazioni (massime) di SST, BOD_5, COD, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico e fosforo totale rispettose dei valori limite tabellari della vigente autorizzazione allo smaltimento dei rifiuti speciali liquidi non pericolosi nell'impianto di trattamento delle acque reflue urbane. Queste sono state associate a una portata nominale giornaliera di rifiuti speciali pretrattati di 440 $m^3\ d^{-1}$ (carico organico massimo al biologico di 157.073 AE) per la quale è stata verificata la compatibilità con la capacità residua dell'impianto (per il dettaglio dei calcoli di verifica vedi **§ 3**).

Tab. 2.3 – *Stima di sviluppo urbanistico di medio periodo del bacino di utenza dell'impianto di depurazione di Savona.*

Comune	Localizzazione dell'intervento	Tipologia dell'intervento	Abitanti [AE]
Albisola Superiore	Area ex stabilimento Gavarry	Destinazione residenziale e commerciale	500
	D.T.1 - Aree industriale dismessa in sponda sinistra del fiume Sansobbia	Destinazione residenziale e commerciale	800
	D.T.2 - Area ex gasometro a monte dello stabilimento Gavarry	Destinazione residenziale	280
	Ellera	Futuro collegamento alla linea consortile	500
	Ellera: nuovo insediamento artigianale/commerciale fra le cave Olmo e Beata	Destinazione commerciale e produttivo	250
Albissola Marina	Distretto di trasformazione 1	Destinazione residenziale e turistico-ricettiva	240
	Distretto di trasformazione Albamare	Destinazione residenziale e turistico-ricettiva	50
Bergeggi	PUC 2011 approvato nel 2013	Destinazione residenziale e turistico-ricettiva	285
Celle Ligure	Intervento ex colonie	Destinazione alberghiera	400
	Microinterventi di edilizia diffusa	Destinazione residenziale	410
Calice Ligure	Incrementi insediativi su patrimonio edilizio esistente	Destinazione residenziale	100
Finale Ligure	Aree Ex stabilimento Piaggio	Destinazione residenziale, turistico alberghiera e commerciale	2.900
	Aree Ex Cava Ghigliazza	Destinazione residenziale, alberghiera e commerciale, attività ludico-ricreative	1.250
Noli	Trasformazione area DT/1 - TZR - distretto turistico	Destinazione residenziale e turistico-ricettiva	250
Orco Feglino	Località Condera, nuova area di espansione	Destinazione residenziale	100
Quiliano	Area RB41 (PUC)	RB41: residenziale	15
	Area RB45 (PUC)	RB45: Residenziale	370
	Area RB35 (PUC)	RB35: residenziale	55
	Distretto TD58 (PUC)	TD58: commerciale	95
Savona	Distretto di Trasf. Tr4: Via Nizza, ex Cantieri Solimano	Destinazione residenziale e commerciale	130
	Zona SAS 15.3	Destinazione residenziale (prevalentemente)	195
	Zona SAS 1.1 - Ambito R1: nell'area dei Bricchetti	Destinazione residenziale	145
	Distretto di trasformazione TR1/1 "Orti Folconi"	Destinazione residenziale, direzionale e commerciale	1360
	Distretto di trasformazione TR1/2 "Piazza del Popolo - Binario Blu"	Destinazione residenziale e commerciale	835
	Complesso del Crescent 2	Destinazione residenziale e direzionale	500
	Via Servettaz nell'area "Ex Mottura Fontana"	Destinazione residenziale (prevalentemente)	175
Spotorno	Zona C1 - Via Correallo	Destinazione residenziale	250
	Zona C2 - Via La Rocca	Destinazione residenziale	125
	Zona C4 - Via Laiolo	Destinazione residenziale	180
Stella	Gamerana, Località Rio Basso, Località Mezzano	Destinazione residenziale	400
	Stella	Futuro collegamento alla linea consortile	3.295
Vado Ligure	Distretto D.T.R.2 (PUC)	Destinazione residenziale, commerciale e produttivo	320
	Distretto 3 (Ex PRG): ex stabilimento Ferrero	Destinazione residenziale, commerciale e produttivo	850
Varazze	Area recupero urbano T1.C e T1.A, Area "Capannoni Ghigliotti" (PUC)	Destinazione residenziale, commerciali, attività ludico ricreative (campo sportivo)	510
Vezzi Portio	Borgata Portio, Località San Giorgio, Microinterventi di edilizia diffusa	Destinazione residenziale	50
		totale:	**18.170**

Per una più chiara comprensione delle **Tabb. 2.1** e **2.2**, si consideri che esse esprimono le caratteristiche quali-quantitative dell'influente:

- all'impianto;
- al trattamento biologico.

L'influente all'impianto corrisponde alle sole "acque reflue urbane" ottenute come somma dei contributi "Attuale" e "+30%".
L'influente al trattamento biologico corrisponde alla somma delle "acque reflue urbane" e dei "rifiuti speciali pretrattati", avendo considerato che le acque reflue urbane subiscono un trattamento di sedimentazione primaria per cui possono ipotizzarsi i seguenti rendimenti:

- 60% sui SST;
- 25% su BOD_5 e COD;
- 10% su azoto e fosforo.

In sostanza, sulla base dei dati riassunti nelle **Tabb. 2.1** e **2.2**, le caratteristiche fondamentali di carico sulla base delle quali è stato verificato il processo biologico dell'impianto di Savona (vedi **§ 3**) sono le seguenti:

- condizioni invernali: carico organico 354.627 AE, portata giornaliera 56.003 $m^3\ d^{-1}$;
- condizioni estive: carico organico 393.569 AE, portata giornaliera 53.905 $m^3\ d^{-1}$.

2.2 CARATTERISTICHE DELL'EFFLUENTE – VALORI LIMITE DI EMISSIONE

Le verifiche illustrate nel **§ 3** sono state condotte tenendo conto dei limiti riportati nella Tabella 1 e nella Tabella 3, colonna "scarico in acque superficiali", dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/2006. Il quadro integrale dei più significativi valori limite di emissione è riportato in **Tab. 2.4**.

Tab. 2.4 – *Più significativi valori limite di emissione richiesti per l'impianto.*

Parametro	**U.M.**	**Valore limite**
Tabella 1, Allegato 5, Parte Terza, D.Lgs. 152/2006 [concentrazione media giornaliera]		
solidi sospesi totali	[mgSST l^{-1}]	35
BOD_5	[mgO_2 l^{-1}]	25
COD	[mgO_2 l^{-1}]	125
Tabella 3 ("scarico in acque superficiali"), Allegato 5, Parte Terza, D.Lgs. 152/206 [concentrazione media su campionamento di durata 3 h]		
5. materiali grossolani	[-]	assenti
6. solidi sospesi totali	[mgSST l^{-1}]	80
7. BOD_5	[mgO_2 l^{-1}]	40
8. COD	[mgO_2 l^{-1}]	160
32. fosforo totale	[mgP l^{-1}]	10
33. azoto ammoniacale	[$mgNH_4$ l^{-1}]	15
34. azoto nitroso	[mgN l^{-1}]	0,6
35. azoto nitrico	[mgN l^{-1}]	20

3. VERIFICA MODELLISTICA DEL PROCESSO BIOLOGICO A FANGHI ATTIVI

Il presente capitolo concerne la descrizione di dettaglio dell'applicazione modellistica effettuata per simulare il comportamento del processo biologico a fanghi attivi dell'impianto di depurazione di Savona con riferimento alle basi di calcolo adottate nel **§ 2**.

Si è ritenuto opportuno ricorrere a una specifica applicazione modellistica allo scopo di poter simulare nel modo più corretto il funzionamento del processo biologico a fanghi attivi dell'impianto di Savona al fine di determinarne la capacità residua di trattamento che può essere saturata con l'effluente pretrattato dell'impianto ITR.

Il presente capitolo si struttura nei due paragrafi di seguito descritti:

- una descrizione teorica del modello di simulazione del processo biologico a fanghi attivi che è stato adottato (**§ 3.1**);
- il dettaglio dei calcoli di verifica comprensivo dei commenti ai risultati (**§ 3.2**);

3.1 IL MODELLO DI SIMULAZIONE DEL PROCESSO BIOLOGICO A FANGHI ATTIVI

Il presente paragrafo concerne la descrizione teorica del modello di simulazione del processo biologico a fanghi attivi che è stato adottato.

Nel presente paragrafo si effettua:

- la descrizione generale del modello biochimico (componenti e processi modellizzati, dati di *input* e di *output*);
- le modalità di simulazione del sistema di aerazione nell'applicazione modellistica.

3.1.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO BIOCHIMICO

Il calcolo del processo biologico a fanghi attivi di rimozione della sostanza organica, nitrificazione e denitrificazione è avvenuto mediante l'applicazione delle equazioni differenziali sviluppate negli Activated Sludge Model Nr. 1 e 2 della IAWQ (International Association on Water Quality).

Il primo dei due modelli risale al 1987, allorché l'allora denominata IAWPRC (International Association on Water Pollution Research and Control) istituì un *Task Group* sulla Modellizzazione Matematica per la Progettazione e la Gestione dei Trattamenti Biologici delle Acque Reflue formato dai ricercatori Henze (Danimarca), Grady (USA), Gujer (Svizzera), Marais (Sud Africa) e Matsuo (Giappone). Il Task Group produsse un rinomato rapporto tecnico nel quale veniva presentato il primo modello, definito appunto *Activated Sludge Model No. 1* (ASM1), che permetteva la simulazione del comportamento dei sistemi di nitrificazione e denitrificazione a fanghi attivi e che presto divenne lo *standard* riconosciuto a livello internazionale sia per la conduzione della ricerca di processo e di base che come base per la realizzazione di pacchetti *software* per la progettazione e gestione di impianti a fanghi attivi.
Nel 1995, lo stesso *Task Group*, formato nell'occasione dagli originali ideatori del *Model No. 1* Henze (Danimarca), Gujer (Svizzera), Marais (Sud Africa) e Matsuo (Giappone) a cui si aggiunsero Mino (Giappone) e Wentzel (Sud Africa), ha prodotto un secondo rapporto tecnico nel quale veniva presentato il secondo modello, definito *Activated Sludge Model No. 2* (ASM2), che assieme alla simulazione del comportamento dei sistemi di nitrificazione e denitrificazione a fanghi attivi, prevede anche la simulazione dei processi di rimozione biologica del fosforo.

L'idea chiave dei due modelli è stata quella di introdurre una matrice per la presentazione delle relazioni stechiometriche e cinetiche descrittive dei processi biologici a fanghi attivi insieme all'applicazione delle equazioni di continuità adatte a minimizzare il numero di parametri richiesti dal modello. Tale caratteristica ha da una parte favorito la diffusione del modello in ambito scientifico e didattico e dall'altra l'implementazione dello stesso nell'ambito di pacchetti *software* per l'utilizzo scientifico, tecnico e gestionale.

Il modello ASM2 definisce 17 componenti (9 solubili e 8 particolate) e 17 processi (3 di idrolisi, 6 riguardanti la biomassa eterotrofa non fosforo-accumulante, 6 riguardanti la biomassa eterotrofa fosforo-accumulante e 2 riguardanti la biomassa autotrofa nitrificante).

Le 9 componenti solubili modellizzate sono:

- i prodotti di fermentazione (S_A);
- l'alcalinità (S_{ALK});
- la sostanza organica fermentescibile, rapidamente biodegradabile (S_F);
- la sostanza organica solubile inerte (S_I);
- l'azoto gassoso (S_{N2});

- l'azoto ammoniacale+l'ammoniaca (S_{NH4});
- l'azoto nitrico+nitroso (S_{NO3});
- l'ossigeno disciolto (S_{O2});
- il fosforo solubile inorganico (S_{PO4}).

Le 8 componenti particolate modellizzate sono:

- la biomassa autotrofa nitrificante (X_{AUT});
- la biomassa eterotrofa non fosforo-accumulante (X_H);
- la sostanza organica particolata inerte (X_I);
- la biomassa eterotrofa fosforo-accumulante (X_{PAO});
- le riserve cellulari interne di carbonio della biomassa eterotrofa fosforo-accumulante (X_{PHA});
- le riserve cellulari interne di polifosfati (X_{PP});
- la sostanza organica lentamente biodegradabile (X_S);
- i solidi sospesi totali (X_{TSS}).

I 3 processi di idrolisi sul substrato X_S riguardano:

- l'idrolisi aerobica;
- l'idrolisi anossica;
- l'idrolisi anaerobica.

I 6 processi riguardanti la biomassa eterotrofa non fosforo-accumulante X_H sono:

- la crescita aerobica sul substrato S_F;
- la crescita aerobica sul substrato S_A;
- la denitrificazione sul substrato S_F;
- la denitrificazione sul substrato S_A;
- la fermentazione del substrato S_F;
- la lisi cellulare (relativamente alla biomassa X_H).

I 6 processi riguardanti la biomassa eterotrofa fosforo accumulante X_{PAO} sono:

- l'accumulo di riserve X_{PHA} utilizzando il substrato S_A;
- l'accumulo di riserve X_{PP} (in condizioni aerobiche) utilizzando il substrato S_{PO4};

- la crescita aerobica sul substrato interno X_{PHA};
- la lisi cellulare (relativamente alla biomassa X_{PAO});
- la lisi cellulare (relativamente alle riserve interne di X_{PP});
- la lisi cellulare (relativamente alla riserve interne di X_{PHA}).

I 2 processi riguardanti la biomassa autotrofa nitrificante X_{AUT} sono:

- la crescita aerobica sul substrato S_{NH4};
- la lisi cellulare (relativamente alla biomassa X_{AUT}).

Il modello è un tipico modello di verifica per cui richiede che siano definite le volumetrie dei reattori e la loro successione prevista nello schema di flusso, le caratteristiche dell'influente (che vanno ripartite nelle 17 componenti in precedenza elencate sulla base di dati sperimentali o di dati parametrici basati sull'esperienza) e alcuni parametri operativi tra cui:

- portata da trattare, portata di ricircolo dei fanghi e portata di ricircolo del *mixed-liquor*;
- temperatura del refluo e concentrazione di ossigeno (o caratteristiche tecniche del sistema di aerazione) nei diversi reattori;
- età del fango.

Sulla base dei parametri così definiti, il modello fornisce le concentrazione delle 17 componenti in tutti i reattori e nell'effluente (ed in particolare la concentrazione di fango attivo necessaria per garantire la voluta età del fango), il consumo di ossigeno in ogni reattore e la produzione di fanghi di supero.
I problemi di verifica trovano pertanto immediata soluzione, mentre quelli di progetto possono richiedere una procedura tipicamente iterativa.
Nel caso in oggetto l'applicazione è una tipica applicazione di verifica poiché la volumetria dei reattori e la configurazione del sistema di aerazione è nota. Il parametro operativo fondamentale per pilotare le diverse simulazioni è stata l'età del fango come più in dettaglio esplicitato nel **§ 3.2.1**.

3.1.2. MODALITÀ DI SIMULAZIONE DEL SISTEMA DI AERAZIONE

Dal momento che l'applicazione modellistica in oggetto segue lo schema dei calcoli di verifica, si deve dare per scontata l'esistenza di un sistema di aerazione o la definizione della concentrazione di ossigeno nei diversi reattori biologici.

Il modello biochimico descritto nel **§ 3.1.1** può pertanto essere implementato tenendo conto di due possibili alternative:

- "a capacità di aerazione costante";
- "a concentrazione di ossigeno disciolto costante".

Nel primo caso si ipotizza che la capacità di aerazione sia vincolata e cioè dipenda dalle caratteristiche e dalle prestazioni del sistema di aerazione, mentre è libera di variare la concentrazione di ossigeno nei diversi reattori biologici in funzione delle condizioni di carico.
Nel secondo caso si ipotizza invece che la capacità di aerazione vari in funzione delle condizioni di carico al fine di mantenere costante la concentrazione di ossigeno disciolto.
Mentre nel secondo caso il modello prescinde dalla tipologia, dalle caratteristiche e dalle prestazioni del sistema di aerazione fornendo come *output* il fabbisogno biochimico di ossigeno, nel primo caso è necessario introdurre un parametro caratteristico delle prestazioni del sistema di aerazione che, nei sistemi ad aria insufflata, è funzione della portata d'aria alimentata.
Si è definito pertanto un algoritmo che permettesse di offrire in modo immediato un riscontro circa l'affidabilità del sistema di aerazione dell'impianto di depurazione di Savona con riferimento alle differenti condizioni operative previste nelle diverse simulazioni e variabili con la stagione, la tipologia di influente e l'età del fango.

Le formule utilizzate per il calcolo sono state le seguenti:

$$SOTR = \frac{f_{O2} \cdot SOTE \cdot n_{comp} \cdot q_a}{100} \quad \textbf{(3.1)}$$

$$\frac{OTR}{SOTR} = \frac{OTE}{SOTE} = \alpha \cdot \frac{\beta C_{sm,T} - C_{ox}}{C_{sm,st}} \cdot \theta^{(T-T_{st})} = \frac{k_L a_T}{k_L a_{st}} \cdot \frac{\beta C_{sm,T} - C_{ox}}{C_{sm,st}} \quad \textbf{(3.2)}$$

$$C_{sm,T} = \frac{p_a + \gamma \cdot h}{p_a} \cdot C_{s,T} = \frac{p_a + \gamma \cdot h}{p_a} \cdot \left[14{,}607 - 0{,}4038 \cdot T + 0{,}008 \cdot T^2 - 0{,}000\,08 \cdot T^3\right] \quad \textbf{(3.3)}$$

$$C_{sm.st} = \frac{p_a + \gamma \cdot h}{p_a} \cdot C_{s,T\,st} = \frac{p_a + \gamma \cdot h}{p_a} \cdot \left[14{,}607 - 0{,}4038 \cdot T_{st} + 0{,}008 \cdot T_{st}^2 - 0{,}000\,08 \cdot T_{st}^3\right] \quad \textbf{(3.4)}$$

$$k_L a_T = \alpha \cdot k_L a_{st} \cdot \theta^{(T-T_{st})} \quad \textbf{(3.5)}$$

$$k_L a_{st} = 24 \cdot 1000 \cdot \frac{SOTR}{C_{sm,st} \cdot V_{ox}} = 24 \cdot \frac{1000}{100} \cdot \frac{f_{O2} \cdot SOTE \cdot n_{comp} \cdot q_a}{C_{sm,st} \cdot V_{ox}} \quad \textbf{(3.6)}$$

dove:

$SOTR$ = capacità di ossigenazione oraria in condizioni standard [$kgO_2\ h^{-1}$]

f_{O2} = concentrazione dell'ossigeno in aria = 0,2994 $kgO_2\ Nm^{-3}$

$SOTE$ = rendimento di ossigenazione in condizioni standard = 40%

n_{comp} = numero di compressori in esercizio simultaneo = 2 compressori

q_a = portata d'aria unitaria (cioè per singolo compressore in esercizio) = 10.000 $Nm^3\ h^{-1}$

OTR = capacità di ossigenazione oraria in condizioni operative [$kgO_2\ h^{-1}$]

OTE = rendimento di ossigenazione in condizioni operative [%]

α = coefficiente correttivo di $k_L a_{st}$ relativo al tipo di aeratore e di *mixed liquor* = 0,65

β = coefficiente correttivo di $C_{sm,T}$ relativo alla salinità del refluo = 0,98

$C_{sm,T}$ = concentrazione di saturazione dell'ossigeno alla temperatura T mediata sulla profondità di insufflazione h [$mgO_2\ l^{-1}$]

C_{ox} = concentrazione di ossigeno disciolto in vasca di aerazione (variabile a seconda degli scenari) [$mgO_2\ l^{-1}$]

$C_{sm,st}$ = concentrazione di saturazione dell'ossigeno in condizioni standard (acqua di rete a 20°C) mediata sulla profondità di insufflazione h [$mgO_2\ l^{-1}$]

θ = coefficiente correttivo di $k_L a_{st}$ relativo alla temperatura del *mixed liquor* = 1,024

T = temperatura del *mixed liquor* [°C]

T_{st} = temperatura standard = 20°C

$k_L a_T$ = coefficiente globale di trasferimento dell'ossigeno in condizioni operative [d^{-1}]

$k_L a_{st}$ = coefficiente globale di trasferimento dell'ossigeno in condizioni standard (acqua di rete a 20°C e ossigeno disciolto 0 $mgO_2\ l^{-1}$) [d^{-1}]

p_a = pressione atmosferica assoluta = 10,33 mH_2O

γ = coefficiente correttivo di h relativo al tipo di aeratore e alla profondità di insufflazione h stessa = 0,36

h = profondità di insufflazione = 7,75 m

$C_{s,T}$ = concentrazione di saturazione dell'ossigeno alla temperatura T e alla pressione atmosferica assoluta di 10,33 mH_2O [$mgO_2\ l^{-1}$]

$C_{s,Ts}$ = concentrazione di saturazione dell'ossigeno alla temperatura T_s e alla pressione atmosferica assoluta di 10,33 mH_2O [$mgO_2\ l^{-1}$]

V_{ox} = volume complessivo della vasca di aerazione = 28.800 m^3

La **relazione (3.1)** esprime il valore della capacità di ossigenazione oraria in condizioni standard *SOTR*. Di norma il rendimento di ossigenazione in condizioni standard *SOTE* e la portata d'aria erogata dai compressori q_a non sono indipendenti: il *SOTE* è infatti funzione decrescente in modo meno che lineare della portata d'aria q_a (per cui in corrispondenza della max portata si ha il minimo rendimento). Ne consegue che la capacità di ossigenazione oraria *SOTR* è funzione crescente meno che linearmente della portata d'aria q_a.

Le **relazione (3.2)** esprime il rapporto esistente tra la capacità di ossigenazione oraria in condizioni operative *OTR* e standard *SOTR* (nonché tra il rendimento di ossigenazione in condizioni operative *OTE* e standard *SOTE*) a sua volta fortemente dipendente, a parità di sistema di aerazione, dalla concentrazione di ossigeno disciolto in vasca di aerazione C_{ox} (in primo luogo) e dalla temperatura del *mixed liquor T* (in seconda approssimazione).

Le **relazioni (3.3)** e **(3.4)** esprimono il valore della concentrazione di saturazione dell'ossigeno in condizioni operative $C_{sm,T}$ (*mixed liquor* alla temperatura *T*) e standard $C_{sm,st}$ (acqua di rete a 20°C) mediate sulla profondità di insufflazione *h* per tener conto del fatto che nel punto di insufflazione la pressione dell'aria è maggiore di quella atmosferica (che si ha in superficie) e che la pressione parziale dell'ossigeno (direttamente proporzionale alla concentrazione di saturazione attraverso la costante di Henry) diminuisce lungo il percorso di risalita delle bolle d'aria non solo per la diminuzione di pressione ma anche a causa del trasferimento di ossigeno nel *mixed liquor* ovvero acqua di rete.

Le **relazioni (3.5)** e **(3.6)** esprimono il valore del coefficiente globale di trasferimento dell'ossigeno in condizioni operative k_La_T (*mixed liquor* alla temperatura *T*) e standard k_La_{st} (acqua di rete a 20°C e ossigeno disciolto 0 $mgO_2\ l^{-1}$). In pratica k_La_T è un valore che può essere sensibilmente ridotto rispetto a k_La_{st} per la presenza di impurità nel refluo da trattare.

Tab. 3.1 – *Caratterizzazione del sistema di aerazione dell'impianto di depurazione di Savona.*

V_{ox}	28.800	m^3
h	7,75	m
T_{st}	20	°C
$C_{s,Ts}$	9,09	$mgO_2\ l^{-1}$
$C_{sm,st}$	11,55	$mgO_2\ l^{-1}$
α	0,65	
β	0,98	
γ	0,36	
θ	1,024	
p_a	10,33	mH_2O
f_{O2}	0,2994	$kgO_2\ Nm^{-3}$

	inverno				estate				
T	13	13	13	13	22	22	22	22	°C
$C_{s.T}$	10,53	10,53	10,53	10,53	8,74	8,74	8,74	8,74	$mgO_2\ l^{-1}$
$C_{sm,T}$	13,38	13,38	13,38	13,38	11,11	11,11	11,11	11,11	$mgO_2\ l^{-1}$
C_{ox}	0,50	1,00	1,50	2,00	0,50	1,00	1,50	2,00	$mgO_2\ l^{-1}$
OTR/SOTR	0,601	0,578	0,554	0,530	0,613	0,583	0,554	0,524	
$n_{comp}\ q_a$	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	$Nm^3\ h^{-1}$
SOTE	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	%
OTE	24,05	23,10	22,15	21,19	24,52	23,34	22,15	20,97	%
SOTR	2.395	2.395	2.395	2.395	2.395	2.395	2.395	2.395	$kgO_2\ h^{-1}$
OTR	1.440	1.383	1.326	1.269	1.468	1.397	1.327	1.256	$kgO_2\ h^{-1}$
$k_L a_{st}$	172,87	172,87	172,87	172,87	172,87	172,87	172,87	172,87	d^{-1}
$k_L a_T$	95,18	95,18	95,18	95,18	117,82	117,82	117,82	117,82	d^{-1}

In **Tab. 3.1** si riportano i risultati delle elaborazioni condotte mediante le **relazioni (3.1)-(3.6)** relativamente al sistema di aerazione dell'impianto di depurazione di Savona al variare della temperatura del *mixed liquor T* e della concentrazione di ossigeno disciolto in vasca di aerazione C_{ox} (i valori su sfondo grigio si riferiscono alle assunzioni di calcolo), avendo considerato la massima portata d'aria disponibile per ogni compressore in esercizio (10.000 $Nm^3\ h^{-1}$ e 2 compressori in esercizio, cioè 20.000 $Nm^3\ h^{-1}$ in totale).

Dai dati riportati in **Tab. 3.1**, tenuto conto anche delle **relazioni (3.5)** e **(3.6)**, è possibile rilevare come il coefficiente globale di trasferimento dell'ossigeno in condizioni standard k_La_{st} sia proporzionale al rendimento di ossigenazione in condizioni standard *SOTE* e del tutto indipendente dalla concentrazione di ossigeno disciolto in vasca di aerazione C_{ox} e subisce una sostanziale riduzione in condizioni operative estive (rapporto k_La_T/k_La_{st} pari a 0,68) ma, soprattutto, invernali (rapporto k_La_T/k_La_{st} pari a 0,55).
Quanto osservato si riflette in una riduzione del rendimento di ossigenazione in condizioni operative *OTE* rispetto a quello in condizioni standard *SOTE*. A causa dell'effetto combinato della concentrazione di ossigeno disciolto in vasca di aerazione C_{ox} e della temperatura del *mixed liquor T* (che influisce sia sulla capacità di trasferimento che sulla concentrazione di saturazione dell'ossigeno con effetti di segno opposto), tale riduzione appare indipendente dalla temperatura per i bassi valori di C_{ox} e sensibilmente maggiore in condizioni estive per gli elevati valori di C_{ox}.
Si ritiene opportuno evidenziare che il rendimento di ossigenazione in condizioni standard *SOTE* assunto nei calcoli è pari a 40%: esso è di gran lunga inferiore a quello dei sistemi di aerazione in essere (48% garantito in vasca prove in acqua pulita) per tenere cautelativamente conto di un naturale effetto di "invecchiamento" della membrana elastomerica responsabile della diffusione delle bolle fini in acqua.

3.2 CALCOLI DI VERIFICA

Il presente capitolo concerne il dettaglio dei calcoli di verifica ed è comprensivo dei commenti ai risultati.

Esso si articola come di seguito specificato:

- ipotesi di calcolo;
- illustrazione dei calcoli;
- commento dei risultati.

3.3 IPOTESI DI CALCOLO

I calcoli di verifica hanno riguardato il seguente scenario limite:

- influente al processo biologico così come caratterizzato nel **§ 2.1**, avendo tenuto conto di una maggiorazione del 30% della portata e del carico associato alle acque reflue urbane.

Nell'effettuazione delle simulazioni sono state considerate le seguenti ipotesi di calcolo:

- due condizioni climatiche: inverno (13°C; portate influenti 56.003 $m^3\ d^{-1}$ al lordo dei rifiuti speciali pretrattati, 440 $m^3\ d^{-1}$) ed estate (22°C; portata influente 53.905 $m^3\ d^{-1}$ al lordo dei rifiuti speciali pretrattati, 440 $m^3\ d^{-1}$);
- tre reattori biologici in serie (indipendentemente dal numero di linee in parallelo): reattore R1 (volume 5.040 m^3; condizioni anossiche: nessuna aerazione), reattore R2 (volume 14.400 m^3; condizioni aerobiche con massima capacità di aerazione) e reattore R3 (volume 14.400 m^3; condizioni aerobiche con controllo della concentrazione a 1,5 $mgO_2\ l^{-1}$);
- rapporto di ricircolo dei fanghi: 100%;
- portata di ricircolo del *mixed-liquor*: 34.560 $m^3\ d^{-1}$ (che implica rapporti di ricircolo interno variabili in funzione dei casi dal 62 al 64%);
- età del fango: 9 d (indipendentemente dalle condizioni climatiche).

Per quanto riguarda le caratteristiche dell'influente al processo biologico (nelle due situazioni di carico, invernale ed estiva), queste sono riportate in dettaglio nelle **Tabb. 3.2-3.4**. Esse sono state dedotte direttamente a partire da quelle riportate nelle **Tabb. 2.1** e **2.2**.

I calcoli di verifica sono stati effettuati ricorrendo a simulazioni dinamiche, cioè condotte considerando variazioni del carico influente. Queste ultime sono state simulate sulla base delle sole fluttuazioni giornaliere di portata influente all'impianto (che inducono proporzionali variazioni del carico a parità di concentrazioni).

Per distribuire le fluttuazioni di portata su base giornaliera si è utilizzata una espressione sinusoidale arbitraria data dalla **relazione (3.7)** che presenta un solo massimo e un solo minimo, ha il pregio di essere caratterizzata dal fatto di avere un valor medio comunque unitario ed è definita mediante due parametri empirici (il terzo è determinabile mediante le **relazioni (3.8)**):

$$k(t) = \frac{K(t)}{K^*} = \begin{cases} 1-(1-k_{\min})\,\mathrm{sen}\,\dfrac{\pi t}{t^*} & \text{per } 0 \le t \le t^* \\ 1+(k_{\max}-1)\,\mathrm{sen}\,\dfrac{\pi(t-t^*)}{24-t^*} & \text{per } t^* \le t \le 24 \end{cases} \qquad \textbf{(3.7)}$$

con

$$\begin{cases} k_{\min} = \dfrac{24 - \left(24 - t^*\right) \cdot k_{\max}}{t^*} \\ k_{\max} = \dfrac{24 - t^* \cdot k_{\min}}{24 - t^*} \\ t^* = 24 \dfrac{k_{\max} - 1}{k_{\max} - k_{\min}} \end{cases} \quad \textbf{(3.8)}$$

dove:

k = coefficiente di fluttuazione del parametro K intorno al suo valore medio K^* [-]
k_{min} = coefficiente di minimo [-]
k_{max} = coefficiente di punta [-]
t^* = durata del periodo caratterizzato da $k(t)<1$ [h]

Nel caso specifico dell'influente dell'impianto di Savona si è stabilito un coefficiente di punta k_{max} pari a 1,50 e un coefficiente di minimo k_{min} pari a 0,50, ottenendo così un valore di t^* di 12 h.

I valori del coefficiente k che si ottengono, considerando *step* temporali di 2 h, sono riportati in **Tab. 3.5**.
Si ritiene opportuno evidenziare come l'ipotesi di applicare un coefficiente di fluttuazione unico per il refluo complessivo da trattare, introduca una intrinseca ipotesi cautelativa perché attribuisce anche ai rifiuti speciali pretrattati la stessa variabilità delle acque reflue urbane.

3.3.1. ILLUSTRAZIONE DEI CALCOLI

In **Tab. 3.6** si riporta una sintesi dei risultati delle 2 simulazioni condotte (in condizioni invernali ed estive) per i commenti sulle quali si rimanda al **§ 3.2.3**. Nelle **Tabb. 3.7** e **3.8** si riporta il dettaglio delle elaborazioni svolte.

Tab. 3.2 – *Caratteristiche dell'influente al processo biologico (componente A): acque reflue urbane ("Attuale" e "+30%").*

	inverno		estate	
portata giornaliera	55.563 $m^3 d^{-1}$		53.465 $m^3 d^{-1}$	
portata media oraria	2.315 $m^3 h^{-1}$		2.228 $m^3 h^{-1}$	
	[kg d^{-1}]	[mg l^{-1}]	[kg d^{-1}]	[mg l^{-1}]
COD	23.945,6	430,96	26.020,7	486,68
SST	6.246,3	112,42	7.616,7	142,46
N	3.309,6	59,57	2.945,1	55,08
P	215,7	3,88	287,7	5,38
Frazionamento COD				
	[-]	[mgCOD l^{-1}]	[-]	[mgCOD l^{-1}]
S_F	0,350	150,84	0,350	170,34
S_A	0,240	103,43	0,240	116,80
S_I	0,100	43,10	0,100	48,67
X_I	0,040	17,24	0,040	19,47
X_S	0,250	107,74	0,250	121,67
X_H	0,019	8,19	0,019	9,25
X_{AUT}	0,001	0,43	0,001	0,49
X_{PAO}	0,000	0,00	0,000	0,00
X_{PHA}	0,000	0,00	0,000	0,00
C_{TCOD}	1,000	430,96	1,000	486,68
Frazionamento SST				
	[-]	[mgSST l^{-1}]	[-]	[mgSST l^{-1}]
C_{SSV}	0,759	85,33	0,676	96,36
C_{SSNV}	0,241	27,09	0,324	46,10
$C_{SST(analisi)}$	1,000	112,42	1,000	142,46
$C_{SST(modello)}$		128,58		160,71
Frazionamento N				
	[-]	[mgN l^{-1}]	[-]	[mgN l^{-1}]
S_{NH4}		49,18		43,36
iNS_F	0,030	4,53	0,030	5,11
iNS_I	0,010	0,43	0,010	0,49
iNX_I	0,030	0,52	0,030	0,58
iNX_S	0,040	4,31	0,040	4,87
iNX_{BM}	0,070	0,60	0,070	0,68
S_{NO3}		0,00		0,00
C_{TN}		59,57		55,08
Frazionamento P				
	[-]	[mgP l^{-1}]	[-]	[mgP l^{-1}]
S_{PO4}		0,95		2,07
X_{PAO}		0,00		0,00
iPS_F	0,010	1,51	0,010	1,70
iPS_I	0,000	0,00	0,000	0,00
iPX_I	0,010	0,17	0,010	0,19
iPX_S	0,010	1,08	0,010	1,22
iPX_{BM}	0,020	0,17	0,020	0,19
C_{TP}		3,88		5,38

Tab. 3.3 – *Caratteristiche dell'influente al processo biologico (componente B): rifiuti speciali pretrattati.*

	inverno		estate	
portata giornaliera	440 $m^3 d^{-1}$		440 $m^3 d^{-1}$	
portata media oraria	18 $m^3 h^{-1}$		18 $m^3 h^{-1}$	
	[kg d^{-1}]	[mg l^{-1}]	[kg d^{-1}]	[mg l^{-1}]
COD	18.664,8	42.420,00	18.664,8	42.420,00
SST	3.593,9	8.168,00	3.593,9	8.168,00
N	2.200,0	5.000,00	2.200,0	5.000,00
P	220,0	500,00	220,0	500,00
Frazionamento COD				
	[-]	[mgCOD l^{-1}]	[-]	[mgCOD l^{-1}]
S_F	0,600	25.452,00	0,600	25.452,00
S_A	0,230	9.756,60	0,230	9.756,60
S_I	0,060	2.545,20	0,060	2.545,20
X_I	0,020	848,40	0,020	848,40
X_S	0,090	3.817,80	0,090	3.817,80
X_H	0,000	0,00	0,000	0,00
X_{AUT}	0,000	0,00	0,000	0,00
X_{PAO}	0,000	0,00	0,000	0,00
X_{PHA}	0,000	0,00	0,000	0,00
C_{TCOD}	1,000	42.420,00	1,000	42.420,00
Frazionamento SST				
	[-]	[mgSST l^{-1}]	[-]	[mgSST l^{-1}]
C_{SSV}	0,358	2.926,98	0,358	2.926,98
C_{SSNV}	0,642	5.241,02	0,642	5.241,02
$C_{SST(analisi)}$	1,000	8.168,00	1,000	8.168,00
$C_{SST(modello)}$		8.740,67		8.740,67
Frazionamento N				
	[-]	[mgN l^{-1}]	[-]	[mgN l^{-1}]
S_{NH4}		3500,00		3500,00
iNS_F	0,000	0,00	0,000	0,00
iNS_I	0,000	0,00	0,000	0,00
iNX_I	0,000	0,00	0,000	0,00
iNX_S	0,000	0,00	0,000	0,00
iNX_{BM}	0,000	0,00	0,000	0,00
S_{NO3}		1500,00		1500,00
C_{TN}		5000,00		5000,00
Frazionamento P				
	[-]	[mgP l^{-1}]	[-]	[mgP l^{-1}]
S_{PO4}		500,00		500,00
X_{PAO}		0,00		0,00
iPS_F	0,000	0,00	0,000	0,00
iPS_I	0,000	0,00	0,000	0,00
iPX_I	0,000	0,00	0,000	0,00
iPX_S	0,000	0,00	0,000	0,00
iPX_{BM}	0,000	0,00	0,000	0,00
C_{TP}		500,00		500,00

Tab. 3.4 – *Caratteristiche dell'influente al processo biologico (situazione limite): acque reflue urbane e rifiuti speciali pretrattati ("TOTALE").*

	inverno		**estate**	
portata giornaliera	56.003 $m^3 d^{-1}$		53.905 $m^3 d^{-1}$	
portata media oraria	2.333 $m^3 h^{-1}$		2.246 $m^3 h^{-1}$	
	[kg d^{-1}]	[mg l^{-1}]	[kg d^{-1}]	[mg l^{-1}]
COD	42.610,4	760,86	44.685,5	828,96
SST	9.840,2	175,71	11.210,6	207,97
N	5.509,6	98,38	5.145,1	95,45
P	435,7	7,78	507,7	9,42
Frazionamento COD				
	[-]	[mgCOD l^{-1}]	[-]	[mgCOD l^{-1}]
S_F	0,460	349,62	0,454	376,70
S_A	0,236	179,27	0,236	195,49
S_I	0,082	62,75	0,083	69,05
X_I	0,031	23,77	0,032	26,23
X_S	0,180	136,89	0,183	151,84
X_H	0,011	8,12	0,011	9,17
X_{AUT}	0,001	0,43	0,001	0,48
X_{PAO}	0,000	0,00	0,000	0,00
X_{PHA}	0,000	0,00	0,000	0,00
C_{TCOD}	1,000	760,86	1,000	828,96
Frazionamento SST				
	[-]	[mgSST l^{-1}]	[-]	[mgSST l^{-1}]
C_{SSV}	0,613	107,66	0,574	119,47
C_{SSNV}	0,387	68,05	0,426	88,50
$C_{SST(analisi)}$	1,000	175,71	1,000	207,97
$C_{SST(modello)}$		196,24		230,74
Frazionamento N				
		[mgN l^{-1}]		[mgN l^{-1}]
S_{NH4}		76,29		71,57
iNS_F	0,013	4,49	0,013	5,07
iNS_I	0,007	0,43	0,007	0,48
iNX_I	0,022	0,51	0,022	0,58
iNX_S	0,031	4,28	0,032	4,83
iNX_{BM}	0,070	0,60	0,070	0,68
S_{NO3}		11,79		12,24
C_{TN}		98,38		95,45
Frazionamento P				
		[mgP l^{-1}]		[mgP l^{-1}]
S_{PO4}		4,87		6,14
X_{PAO}		0,00		0,00
iPS_F	0,004	1,50	0,004	1,69
iPS_I	0,000	0,00	0,000	0,00
iPX_I	0,007	0,17	0,007	0,19
iPX_S	0,008	1,07	0,008	1,21
iPX_{BM}	0,020	0,17	0,020	0,19
C_{TP}		7,78		9,42

Tab. 3.5 – *Fluttuazioni di portata giornaliera.*

Intervallo orario di riferimento	$k(t)$
0.00-2.00	0,871
2.00-4.00	0,646
4.00-6.00	0,517
6.00-8.00	0,517
8.00-10.00	0,646
10.00-12.00	0,871
12.00-14.00	1,129
14.00-16.00	1,354
16.00-18.00	1,483
18.00-20.00	1,483
20.00-22.00	1,354
22.00-24.00	1,129
k_{min}	**0,50**
k_{max}	**1,50**
t^*	**12 h**

Tab. 3.6 – *Sintesi dei risultati ottenuti nelle 2 simulazioni dettagliate nelle* ***Tabb. 3.7*** *e* ***3.8****.*

Scenari	T [°C]	età fango [d]	O_2 [$mgO_2\ l^{-1}$]			NH_4-N [$mgN\ l^{-1}$]	NO_3-N [$mgN\ l^{-1}$]	PO_4-P [$mgP\ l^{-1}$]	AORmed,tot [$kgO_2\ h^{-1}$]	AORmax (R2) [$kgO_2\ h^{-1}$]	AORmax (R3) [$kgO_2\ h^{-1}$]	SST [$mgSST\ l^{-1}$]	SSV/SST [-]	Xs [$kgSST\ d^{-1}$]
			R1	R2	R3									
inverno	13	9,0	0,0	0,8	1,5	4,66	18,00	3,25	1.202	743	655	4.817	0,790	18.113
estate	22	9,0	0,0	0,3	1,0	3,68	13,66	5,20	1.346	780	748	4.477	0,738	16.835

3.3.2. COMMENTO DEI RISULTATI

I risultati delle 2 simulazioni effettuate tenendo conto di diverse condizioni operative (inverno ed estate), così come illustrato nei **§ 3.2.1** e **3.2.2**, mostrano che il sistema di reattori biologici dell'impianto di depurazione di Savona è in grado di trattare efficacemente tutte le combinazioni di flussi in ingresso ipotizzate con margine adeguato (almeno 30% del carico attribuibile alle acque reflue urbane, vedi **Tabb. 3.7** e **3.8**) con concentrazioni del fan-

go non superiori a 5,0 kgSST m^{-3} ed età del fango non inferiori a 9 d. Il sistema di aerazione è più che sufficiente in tutte le condizioni di esercizio ed è possibile modulare la fornitura d'aria (soprattutto nel reattore R3) per assecondare il fabbisogno batterico.

Attualmente, infatti, l'impianto opera come processo biologico a fanghi attivi ad aerazione prolungata con nitrificazione spinta e ottima denitrificazione dell'effluente e contestuale stabilizzazione del fango di supero sia in inverno che in estate.
Tale attuale condizione di esercizio determina il mantenimento di concentrazioni di biomassa (4,0-5,0 kgSST m^{-3}) simili a quelle simulate con consumi di ossigeno di gran lunga inferiori alla massima capacità di ossigenazione del sistema di aerazione anche nelle condizioni operative più severe.
Tale ampio margine operativo favorisce la possibilità di trattare i rifiuti speciali pretrattati nelle quantità e con le concentrazioni proposte nel **§ 2**, continuando a garantire la nitrificazione spinta e una adeguata denitrificazione.
Un ulteriore margine operativo è offerto dal fatto che la simulazione in condizioni invernali è stata condotta utilizzando una temperatura del *mixed-liquor* di 13°C, la stessa temperatura utilizzata nella relazione di processo del novembre 2009, mentre esistono ampie evidenze gestionali che mostrano che la temperatura minima invernale che si registra effettivamente è di 17°C in ragione dell'ampia volumetria delle vasche biologiche (elevato tempo di ritenzione idraulica), della copertura delle stesse e dell'insufflazione di aria e elevato tasso di compressione (il battente idrico sugli elementi diffusori è infatti di 7,75 m).

Tab. 3.7 – *Simulazione del processo biologico (situazione limite invernale).*

Parametro	UM	Influente	R1	R2	R3	R1 min	R2 min	R3 min	R1 max	R2 max	R3 max
S_O	O2	0,00	0,00	0,82	1,50	0,00	0,34	1,50	0,00	2,57	1,50
S_F	COD	349,62	22,53	0,65	0,27						
S_A	COD	179,27	84,63	0,55	0,02						
S_{NH4}	N	76,29	30,68	15,14	4,66	15,66	2,62	0,31	38,44	23,77	9,52
S_{NO3}	N	11,79	0,23	7,35	18,00	0,14	1,27	14,67	1,04	16,45	22,70
S_{PO4}	P	4,87	2,94	2,13	3,25						
S_{ALK}	Mol	5,00	4,20	3,86	2,32						
S_I	COD	62,75	62,75	62,75	62,75						
S_{N2}	N	0,00	50,04	55,96	57,54						
S_{Me}	Fe	0,00	0,00	0,00	0,00						
X_I	COD	23,77	1060,35	1068,67	1076,88						
X_S	COD	136,89	175,26	140,21	115,43						
X_H	COD	8,12	3203,57	3247,59	3232,72						
X_{PAO}	COD	0,00	0,00	0,00	0,00						
X_{PP}	P	0,00	0,00	0,00	0,00						
X_{PHA}	COD	0,00	0,00	0,00	0,00						
X_{AUT}	COD	0,43	140,89	143,10	144,86						
X_{MeOH}	SST	0,00	0,00	0,00	0,00						
X_{MeP}	SST	0,00	0,00	0,00	0,00						
X_{TSS}	SST	196,24	4946,07	4968,24	4944,46						
AOR	g/m3/d		-	1166,72	836,84	-	1004,73	469,17	-	1237,91	1092,44
	kg/h		-	700,03	502,10	-	602,84	281,50	-	742,75	655,46
Cox	mg/l									0,34	
kLa operativa max	1/d			95,18	95,18		95,18	95,18		95,18	95,18
tasso di utilizzo aria				1,00	0,76		1,00	0,42		1,00	0,99
kLa operativa reale	1/d			95,18	72,08		95,18	40,41		95,18	94,10
Concentrazione fanghi											
SSV		107,66			3803,68		pXs				
SSNV		68,05			1013,56		0,80				
SST (SSV+SSNV)		175,71			4817,25						
SSV/SST		0,6127			0,7896						
COD/SSV e COD/SST					1,1634	0,9186					
N/SSV e N/SST					0,0664	0,0524					
P/SSV e P/SST					0,0192	0,0152					
							f_{ANOX}	f_{OX}			
Volume	m3		5.040	14.400	14.400	**33.840**	0,149	0,851			
HRT	h		2,16	6,17	6,17	**14,50**					
Stato redox			ANOX	OX	OX						
Portata influente	m3/d				56.003						
Portata ricircolo fanghi	m3/d				56.003	100					
Portata ricircolo mixed-liquor	m3/d				34.560	62					
Temperatura refluo	°C				13						
Conc. saturazione ossigeno	mg/l				13,38						
Età del fango	d				9,0						
Produzione fanghi	kg/d				**18.113**						

Tab. 3.8 – *Simulazione del processo biologico (situazione limite estiva).*

Parametro	UM	Influente	R1	R2	R3		R1 min	R2 min	R3 min		R1 max	R2 max	R3 max
S_O	O2	0,00	0,00	0,26	0,99		0,00	0,08	0,51		0,00	0,85	1,92
S_F	COD	376,70	11,52	0,71	0,28								
S_A	COD	195,49	130,41	1,38	0,03								
S_{NH4}	N	71,57	29,80	14,98	3,68		15,84	1,52	0,17		36,81	25,02	9,22
S_{NO3}	N	12,24	0,09	3,21	13,66		0,07	0,03	11,50		0,10	12,06	17,34
S_{PO4}	P	6,14	5,51	4,52	5,20								
S_{ALK}	Mol	5,00	3,90	4,67	3,10								
S_I	COD	69,05	69,05	69,05	69,05								
S_{N2}	N	0,00	51,35	59,74	63,19								
S_{Me}	Fe	0,00	0,00	0,00	0,00								
X_I	COD	26,23	1353,54	1365,39	1377,03								
X_S	COD	151,84	116,73	76,14	44,49								
X_H	COD	9,17	2369,11	2426,30	2402,06								
X_{PAO}	COD	0,00	0,00	0,00	0,00								
X_{PP}	P	0,00	0,00	0,00	0,00								
X_{PHA}	COD	0,00	0,00	0,00	0,00								
X_{AUT}	COD	0,48	83,33	84,57	86,03								
X_{MeOH}	SST	0,00	0,00	0,00	0,00								
X_{MeP}	SST	0,00	0,00	0,00	0,00								
X_{TSS}	SST	230,74	4567,84	4599,60	4564,61								
AOR		g/m3/d	-	1266,87	975,96		-	1199,09	553,09		-	1300,38	1246,84
		kg/h	-	760,12	585,58		-	719,45	331,85		-	780,23	748,10
Cox		mg/l						0,82	1,59			0,09	0,53
kLa operativa max		1/d		117,82	117,82			117,82	117,82			117,82	117,82
tasso di utilizzo aria				1,00	n.d.			1,00	0,50			1,00	1,00
kLa operativa reale		1/d		117,82				117,82	58,91			117,82	117,82
Concentrazione fanghi													
SSV		119,46			3305,42			pXs					
SSNV		88,50			1171,99			0,80					
SST (SSV+SSNV)		207,96			4477,41								
SSV/SST		0,5744			0,7382								
COD/SSV e COD/SST					1,1828	0,8732							
N/SSV e N/SST					0,0623	0,0460							
P/SSV e P/SST					0,0176	0,0130							
								f_{ANOX}	f_{OX}				
Volume		m3	5.040	14.400	14.400	**33.840**		0,149	0,851				
HRT		h	2,43	6,94	6,94	**16,31**							
Stato redox			ANOX	OX	OX								
Portata influente		m3/d			49.793								
Portata ricircolo fanghi		m3/d			49.793		100						
Portata ricircolo mixed-liquor		m3/d			34.560		69						
Temperatura refluo		°C			22								
Conc. saturazione ossigeno		mg/l			11,11								
Età del fango		d			9,0								
Produzione fanghi		kg/d			**16.835**								

4. CONCLUSIONI

La presente relazione concerne l'impianto di trattamento rifiuti liquidi industriali non pericolosi (ITR) operante quale impianto di smaltimento rifiuti nell'area dell'impianto di depurazione di Savona (SV) gestito dal Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A..
In particolare, la relazione concerne l'istanza per l'adeguamento dell'autorizzazione all'esercizio dell'impianto ai sensi dei D.Lgs. 152/2006, tenuto conto della capacità residua di trattamento garantita dell'impianto di depurazione.

In relazione agli importanti adeguamenti tecnologici subiti dall'impianto negli ultimi anni e alla significativa capacità residua di trattamento dell'impianto tuttora disponibile, confermata anche da una accurata analisi dei dati di esercizio (vedi **Allegato**), il gestore, sulla base delle considerazioni e risultanze di cui ai **§ 2** e **3**, propone di adeguare la vigente autorizzazione allo smaltimento dei rifiuti liquidi non pericolosi nell'impianto di trattamento delle acque reflue urbane mantenendo le stesse concentrazioni massime di SST, BOD_5, COD, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico e fosforo totale della vigente autorizzazione ed incrementando i quantitativi da smaltire a 110.000 t $anno^{-1}$.

In particolare, i risultati delle 2 simulazioni effettuate nel **§ 3** tenendo conto di uno scenario di carico limite e di 2 condizioni operative (invernale ed estiva) hanno mostrato che il sistema di reattori biologici dell'impianto di depurazione di Savona è in grado di trattare efficacemente tutte le combinazioni di flussi in ingresso ipotizzate con margine adeguato (almeno 30% del carico attribuibile alle acque reflue urbane), mantenendo concentrazioni di fango attivo in linea con quelle in essere (non superiori a 5,0 kgSST m^{-3}).
Tale ampio margine operativo, favorisce la possibilità di trattare i rifiuti pretrattati nelle quantità e con le concentrazioni proposte, continuando a garantire la nitrificazione spinta e una adeguata denitrificazione.

Entrando nel dettaglio, l'analisi dei dati di esercizio (dati reali 2010-2012) ha mostrato che l'impianto di depurazione di Savona riceve contributi fognari per un massimo di 202.620 AE in inverno e 242.560 AE in estate.
Ora, considerando che l'impianto di depurazione di Savona è dotato di sedimentazione primaria e che questa consente l'abbattimento del 25% del carico organico, il contributo fognario massimo alla sezione biologica dell'impianto è pari a 151.965 AE in inverno e 181.920 AE in estate.
Si può stimare che i nuovi quantitativi di rifiuti di cui si chiede l'autorizzazione allo smaltimento assommino cautelativamente a 157.073 AE: sotto queste ipotesi la sezione biologi-

ca dell'impianto di depurazione di Savona dovrà trattare un carico organico massimo pari a 309.038 AE in inverno e 338.993 AE in estate.
A tal riguardo, le verifiche di processo condotte hanno dimostrato la concreta disponibilità residua di trattamento per 60.786 AE in inverno e 72.768 AE in estate che potranno coprire le esigenze depurative di nuove urbanizzazioni e/o nuovi allacciamenti.
Resta inteso che tale adeguato margine operativo rappresenta una importante risorsa sull'affidabilità complessiva dell'impianto (e quindi un ulteriore fattore di sicurezza) in ragione del fatto che nel medio periodo sono ipotizzabili nuovi contributi fognari conseguenti al prevedibile sviluppo urbanistico del bacino di utenza dell'impianto di depurazione di Savona per non più di 18.170 AE (vedi **Tab. 2.3**).

ALLEGATO – ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DELL'INFLUENTE

L'analisi delle caratteristiche dell'influente dell'impianto di depurazione di Savona registrate nel periodo gennaio 2010 - dicembre 2012, una volta avvenuta la "bonifica" del campione (eliminazione dei dati dubbi o non sufficientemente rappresentativi) e la suddivisione nei periodi invernale (ottobre-maggio) ed estivo (giugno-settembre), ha permesso l'effettuazione di valutazioni di tipo statistico (curve di frequenza cumulata) e quindi la determinazione delle caratteristiche quali-quantitative riportate nelle **Tabb. 2.1** e **2.2** (colonne "Attuale") come stima cautelativa delle portate e dei carichi inquinanti da ritenersi quali condizioni di punta giornaliera di tempo secco per i rispettivi periodi di riferimento (invernale/estivo).

Nello specifico la bonifica del campione ha riguardato l'eliminazione dei dati di portata influente che fanno riferimento a periodi in cui il misuratore di portata non dava misure affidabili ovvero i collettori fognari erano in manutenzione.

Tale essenziale fase di bonifica del campione ha consentito comunque di disporre di un campione più che adeguato per le valutazioni di carattere statistico costituito in assoluto da 595 misure di portata giornaliera (241 nel periodo invernale, 354 nel periodo estivo) di cui 244 misure associate a campioni medi giornalieri (91 nel periodo invernale, 153 nel periodo estivo).
I dati di portata giornaliera utilizzati nelle valutazioni sono riportati in **Tab. A.1**, mentre le concentrazioni medie giornaliere (a cui sono stati associati i relativi carichi inquinanti) sono riportate in **Tab. A.2**.

Nelle **Figg. A.1-A.7** sono invece rappresentate le curve di frequenza cumulata della portata e dei carichi inquinanti di SST, BOD_5, COD, azoto ammoniacale, azoto totale e fosforo totale suddivise per periodo invernale e periodo estivo.

L'esame delle curve di frequenza cumulata della portata giornaliera suggerisce le seguenti considerazioni:

- le portate sono generalmente superiori nel periodo invernale rispetto a quello estivo (anche se con differenze modeste);
- le portate sono molto più variabili nel periodo invernale rispetto a quello estivo (effetto delle precipitazioni meteoriche).

Tab. A.1 – *Portate giornaliere registrate nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012.*

data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]
01.01.2010	45.009	01.03.2010		01.05.2010	35.175	01.07.2010	44.272	01.09.2010	34.832	01.11.2010	72.919
02.01.2010	43.647	02.03.2010		02.05.2010	35.083	02.07.2010	47.216	02.09.2010	34.971	02.11.2010	61.932
03.01.2010		03.03.2010		03.05.2010	34.906	03.07.2010	48.859	03.09.2010	35.525	03.11.2010	52.339
04.01.2010		04.03.2010		04.05.2010	58.753	04.07.2010	48.059	04.09.2010	37.241	04.11.2010	43.800
05.01.2010		05.03.2010		05.05.2010	51.041	05.07.2010	46.182	05.09.2010	35.862	05.11.2010	40.669
06.01.2010		06.03.2010		06.05.2010	44.780	06.07.2010	45.904	06.09.2010	33.509	06.11.2010	39.330
07.01.2010		07.03.2010		07.05.2010	46.988	07.07.2010	45.257	07.09.2010	34.286	07.11.2010	
08.01.2010		08.03.2010		08.05.2010	41.708	08.07.2010	45.499	08.09.2010	39.128	08.11.2010	
09.01.2010		09.03.2010		09.05.2010	39.191	09.07.2010	46.045	09.09.2010	34.172	09.11.2010	
10.01.2010		10.03.2010		10.05.2010	40.684	10.07.2010	47.627	10.09.2010	33.664	10.11.2010	43.188
11.01.2010		11.03.2010		11.05.2010	39.106	11.07.2010	45.965	11.09.2010	35.476	11.11.2010	41.815
12.01.2010		12.03.2010		12.05.2010	38.603	12.07.2010	34.437	12.09.2010	33.597	12.11.2010	
13.01.2010		13.03.2010		13.05.2010	42.013	13.07.2010	40.755	13.09.2010	31.832	13.11.2010	
14.01.2010		14.03.2010		14.05.2010	42.148	14.07.2010	37.649	14.09.2010	31.984	14.11.2010	42.230
15.01.2010		15.03.2010		15.05.2010	39.760	15.07.2010	38.130	15.09.2010	31.912	15.11.2010	49.339
16.01.2010		16.03.2010		16.05.2010	32.501	16.07.2010	38.224	16.09.2010	31.684	16.11.2010	51.684
17.01.2010		17.03.2010		17.05.2010	33.667	17.07.2010	38.543	17.09.2010	32.747	17.11.2010	
18.01.2010		18.03.2010		18.05.2010	38.382	18.07.2010	37.288	18.09.2010	33.397	18.11.2010	
19.01.2010		19.03.2010		19.05.2010	39.533	19.07.2010		19.09.2010	36.201	19.11.2010	
20.01.2010		20.03.2010		20.05.2010	39.548	20.07.2010	36.997	20.09.2010	32.053	20.11.2010	
21.01.2010		21.03.2010		21.05.2010	40.747	21.07.2010	41.265	21.09.2010	31.816	21.11.2010	
22.01.2010		22.03.2010		22.05.2010	40.544	22.07.2010	41.869	22.09.2010	32.410	22.11.2010	
23.01.2010		23.03.2010		23.05.2010	40.287	23.07.2010	38.202	23.09.2010	31.777	23.11.2010	
24.01.2010		24.03.2010		24.05.2010	39.567	24.07.2010	39.196	24.09.2010	32.482	24.11.2010	
25.01.2010		25.03.2010		25.05.2010	37.648	25.07.2010	40.976	25.09.2010	33.939	25.11.2010	
26.01.2010		26.03.2010		26.05.2010	39.168	26.07.2010	39.920	26.09.2010	33.159	26.11.2010	
27.01.2010		27.03.2010		27.05.2010	40.524	27.07.2010	37.750	27.09.2010	32.967	27.11.2010	
28.01.2010		28.03.2010		28.05.2010	40.268	28.07.2010	39.350	28.09.2010	29.546	28.11.2010	
29.01.2010		29.03.2010		29.05.2010	41.601	29.07.2010	42.026	29.09.2010	30.833	29.11.2010	
30.01.2010		30.03.2010	41.492	30.05.2010	39.740	30.07.2010	40.110	30.09.2010	30.471	30.11.2010	
31.01.2010		31.03.2010	46.166	31.05.2010	41.541	31.07.2010	41.053				
01.02.2010		01.04.2010	41.408	01.06.2010	40.888	01.08.2010	34.954	01.10.2010	32.636	01.12.2010	
02.02.2010		02.04.2010	41.730	02.06.2010	40.867	02.08.2010	35.864	02.10.2010	31.785	02.12.2010	
03.02.2010		03.04.2010	44.327	03.06.2010	39.632	03.08.2010	39.468	03.10.2010	33.268	03.12.2010	
04.02.2010		04.04.2010	47.568	04.06.2010	37.129	04.08.2010	40.271	04.10.2010	58.094	04.12.2010	
05.02.2010		05.04.2010	46.175	05.06.2010	40.800	05.08.2010	39.304	05.10.2010	47.020	05.12.2010	
06.02.2010		06.04.2010	43.235	06.06.2010	39.612	06.08.2010	40.105	06.10.2010	38.437	06.12.2010	
07.02.2010		07.04.2010	35.847	07.06.2010	36.706	07.08.2010	40.890	07.10.2010	35.748	07.12.2010	
08.02.2010		08.04.2010	38.584	08.06.2010	37.245	08.08.2010	40.375	08.10.2010	34.224	08.12.2010	
09.02.2010		09.04.2010	39.860	09.06.2010	37.995	09.08.2010	40.574	09.10.2010	33.812	09.12.2010	
10.02.2010		10.04.2010	38.071	10.06.2010	38.976	10.08.2010	40.609	10.10.2010	32.288	10.12.2010	
11.02.2010		11.04.2010	39.992	11.06.2010		11.08.2010	41.848	11.10.2010	31.705	11.12.2010	
12.02.2010		12.04.2010	38.641	12.06.2010		12.08.2010	40.961	12.10.2010	31.787	12.12.2010	
13.02.2010		13.04.2010	37.512	13.06.2010	39.532	13.08.2010	38.677	13.10.2010	30.858	13.12.2010	
14.02.2010		14.04.2010	37.135	14.06.2010	38.756	14.08.2010	54.501	14.10.2010	32.538	14.12.2010	
15.02.2010		15.04.2010	36.089	15.06.2010	45.472	15.08.2010	45.740	15.10.2010	32.280	15.12.2010	
16.02.2010		16.04.2010	36.873	16.06.2010	59.485	16.08.2010	45.834	16.10.2010	38.145	16.12.2010	
17.02.2010		17.04.2010	37.788	17.06.2010	43.951	17.08.2010	44.273	17.10.2010	34.126	17.12.2010	
18.02.2010		18.04.2010	32.630	18.06.2010	41.580	18.08.2010	44.647	18.10.2010	31.522	18.12.2010	
19.02.2010		19.04.2010	29.981	19.06.2010	49.931	19.08.2010	44.258	19.10.2010	31.649	19.12.2010	
20.02.2010		20.04.2010		20.06.2010	47.012	20.08.2010	46.247	20.10.2010	31.157	20.12.2010	
21.02.2010		21.04.2010		21.06.2010	44.952	21.08.2010	45.063	21.10.2010	30.609	21.12.2010	
22.02.2010		22.04.2010		22.06.2010	44.081	22.08.2010	41.718	22.10.2010	30.632	22.12.2010	
23.02.2010		23.04.2010		23.06.2010	42.077	23.08.2010	40.889	23.10.2010	30.279	23.12.2010	
24.02.2010		24.04.2010	37.775	24.06.2010	42.971	24.08.2010	41.669	24.10.2010	31.449	24.12.2010	
25.02.2010		25.04.2010	35.981	25.06.2010	43.178	25.08.2010	43.240	25.10.2010	53.287	25.12.2010	
26.02.2010		26.04.2010		26.06.2010	45.035	26.08.2010	42.329	26.10.2010	37.706	26.12.2010	
27.02.2010		27.04.2010		27.06.2010	43.893	27.08.2010	38.798	27.10.2010		27.12.2010	
28.02.2010		28.04.2010		28.06.2010	42.031	28.08.2010	42.594	28.10.2010	32.223	28.12.2010	
		29.04.2010	34.819	29.06.2010	41.517	29.08.2010	38.331	29.10.2010	32.557	29.12.2010	
		30.04.2010	34.725	30.06.2010	41.416	30.08.2010	37.801	30.10.2010	35.349	30.12.2010	
						31.08.2010	34.868	31.10.2010	72.211	31.12.2010	

segue nella pagina successiva

Tab. A.1 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]
01.01.2011		01.03.2011		01.05.2011	38.123	01.07.2011	38.851	01.09.2011	33.597	01.11.2011	
02.01.2011		02.03.2011		02.05.2011	37.215	02.07.2011	39.647	02.09.2011	35.101	02.11.2011	
03.01.2011		03.03.2011		03.05.2011	37.694	03.07.2011	40.140	03.09.2011	36.209	03.11.2011	
04.01.2011		04.03.2011		04.05.2011	37.770	04.07.2011	37.309	04.09.2011		04.11.2011	
05.01.2011		05.03.2011		05.05.2011	37.017	05.07.2011	40.777	05.09.2011		05.11.2011	
06.01.2011		06.03.2011		06.05.2011	36.806	06.07.2011	38.840	06.09.2011		06.11.2011	
07.01.2011		07.03.2011		07.05.2011	37.514	07.07.2011	38.788	07.09.2011		07.11.2011	
08.01.2011		08.03.2011		08.05.2011	36.561	08.07.2011	39.645	08.09.2011		08.11.2011	
09.01.2011		09.03.2011		09.05.2011	33.123	09.07.2011	42.803	09.09.2011		09.11.2011	
10.01.2011		10.03.2011		10.05.2011	33.232	10.07.2011	42.443	10.09.2011		10.11.2011	
11.01.2011		11.03.2011		11.05.2011	34.455	11.07.2011	40.314	11.09.2011		11.11.2011	
12.01.2011		12.03.2011		12.05.2011	34.363	12.07.2011	39.281	12.09.2011		12.11.2011	
13.01.2011		13.03.2011		13.05.2011	34.605	13.07.2011	40.356	13.09.2011	42.236	13.11.2011	
14.01.2011		14.03.2011		14.05.2011	37.268	14.07.2011	40.454	14.09.2011	32.528	14.11.2011	
15.01.2011		15.03.2011		15.05.2011	36.540	15.07.2011	41.725	15.09.2011	32.263	15.11.2011	
16.01.2011		16.03.2011		16.05.2011	35.539	16.07.2011	41.624	16.09.2011	33.341	16.11.2011	
17.01.2011		17.03.2011		17.05.2011	34.561	17.07.2011	40.528	17.09.2011	33.917	17.11.2011	
18.01.2011		18.03.2011		18.05.2011	34.066	18.07.2011	37.604	18.09.2011	31.997	18.11.2011	
19.01.2011		19.03.2011		19.05.2011	34.801	19.07.2011	42.717	19.09.2011	32.085	19.11.2011	
20.01.2011		20.03.2011		20.05.2011	35.528	20.07.2011	43.831	20.09.2011	31.092	20.11.2011	
21.01.2011		21.03.2011		21.05.2011	37.154	21.07.2011	40.570	21.09.2011	30.378	21.11.2011	
22.01.2011		22.03.2011		22.05.2011		22.07.2011	40.856	22.09.2011	30.428	22.11.2011	
23.01.2011		23.03.2011		23.05.2011		23.07.2011	44.722	23.09.2011	30.905	23.11.2011	
24.01.2011		24.03.2011		24.05.2011		24.07.2011	47.378	24.09.2011	32.173	24.11.2011	
25.01.2011		25.03.2011		25.05.2011		25.07.2011	40.192	25.09.2011	30.842	25.11.2011	
26.01.2011		26.03.2011		26.05.2011		26.07.2011	39.620	26.09.2011	29.720	26.11.2011	
27.01.2011		27.03.2011		27.05.2011	35.992	27.07.2011	44.160	27.09.2011	29.472	27.11.2011	
28.01.2011		28.03.2011		28.05.2011	37.060	28.07.2011	41.658	28.09.2011	29.675	28.11.2011	
29.01.2011		29.03.2011		29.05.2011	36.676	29.07.2011	41.864	29.09.2011	28.979	29.11.2011	
30.01.2011		30.03.2011		30.05.2011	33.602	30.07.2011	40.689	30.09.2011	29.487	30.11.2011	
31.01.2011		31.03.2011		31.05.2011	33.192	31.07.2011	39.270				
01.02.2011		01.04.2011		01.06.2011	46.362	01.08.2011	40.266	01.10.2011	30.535	01.12.2011	
02.02.2011		02.04.2011		02.06.2011	36.123	02.08.2011	40.359	02.10.2011	29.980	02.12.2011	
03.02.2011		03.04.2011		03.06.2011	41.065	03.08.2011	39.476	03.10.2011	28.721	03.12.2011	
04.02.2011		04.04.2011		04.06.2011	41.916	04.08.2011	40.378	04.10.2011	28.427	04.12.2011	
05.02.2011		05.04.2011		05.06.2011	48.654	05.08.2011	41.005	05.10.2011	27.446	05.12.2011	
06.02.2011		06.04.2011		06.06.2011	37.205	06.08.2011	40.998	06.10.2011	25.079	06.12.2011	
07.02.2011		07.04.2011		07.06.2011	42.053	07.08.2011	39.796	07.10.2011	26.767	07.12.2011	
08.02.2011		08.04.2011	40.201	08.06.2011	36.739	08.08.2011	43.276	08.10.2011	27.113	08.12.2011	
09.02.2011		09.04.2011	40.653	09.06.2011	39.616	09.08.2011	41.633	09.10.2011		09.12.2011	
10.02.2011		10.04.2011	41.461	10.06.2011	37.779	10.08.2011	40.985	10.10.2011		10.12.2011	
11.02.2011		11.04.2011	39.462	11.06.2011	38.625	11.08.2011	41.366	11.10.2011		11.12.2011	
12.02.2011		12.04.2011	37.346	12.06.2011	38.040	12.08.2011	40.610	12.10.2011		12.12.2011	
13.02.2011		13.04.2011	37.215	13.06.2011	35.554	13.08.2011	41.560	13.10.2011		13.12.2011	
14.02.2011		14.04.2011	39.596	14.06.2011	32.979	14.08.2011	40.822	14.10.2011		14.12.2011	
15.02.2011		15.04.2011	40.028	15.06.2011	36.060	15.08.2011	39.770	15.10.2011		15.12.2011	
16.02.2011		16.04.2011	41.000	16.06.2011	35.679	16.08.2011	41.608	16.10.2011		16.12.2011	
17.02.2011		17.04.2011	39.218	17.06.2011	35.124	17.08.2011	41.052	17.10.2011		17.12.2011	
18.02.2011		18.04.2011	38.253	18.06.2011	39.875	18.08.2011	40.680	18.10.2011		18.12.2011	
19.02.2011		19.04.2011	38.206	19.06.2011	39.788	19.08.2011	41.607	19.10.2011		19.12.2011	
20.02.2011		20.04.2011	38.710	20.06.2011	37.709	20.08.2011	41.419	20.10.2011		20.12.2011	
21.02.2011		21.04.2011	39.191	21.06.2011	36.654	21.08.2011	39.715	21.10.2011		21.12.2011	
22.02.2011		22.04.2011	40.800	22.06.2011	36.395	22.08.2011	39.427	22.10.2011		22.12.2011	
23.02.2011		23.04.2011	48.160	23.06.2011	35.743	23.08.2011	39.437	23.10.2011		23.12.2011	
24.02.2011		24.04.2011	41.894	24.06.2011	35.966	24.08.2011	39.473	24.10.2011		24.12.2011	
25.02.2011		25.04.2011	41.502	25.06.2011	39.816	25.08.2011	39.506	25.10.2011		25.12.2011	
26.02.2011		26.04.2011	41.328	26.06.2011	39.420	26.08.2011	40.126	26.10.2011		26.12.2011	
27.02.2011		27.04.2011		27.06.2011	37.032	27.08.2011	40.352	27.10.2011		27.12.2011	
28.02.2011		28.04.2011		28.06.2011	36.496	28.08.2011	37.544	28.10.2011		28.12.2011	
		29.04.2011		29.06.2011	35.554	29.08.2011	35.041	29.10.2011		29.12.2011	
		30.04.2011	38.967	30.06.2011	37.001	30.08.2011	34.547	30.10.2011		30.12.2011	
						31.08.2011	33.562	31.10.2011		31.12.2011	

segue nella pagina successiva

Tab. A.1 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]	data	portata [m3/d]
01.01.2012		01.03.2012		01.05.2012	71.064	01.07.2012	42.473	01.09.2012	33.406	01.11.2012	
02.01.2012		02.03.2012		02.05.2012	59.741	02.07.2012	39.458	02.09.2012	36.197	02.11.2012	
03.01.2012		03.03.2012		03.05.2012	49.722	03.07.2012	38.475	03.09.2012	39.885	03.11.2012	
04.01.2012		04.03.2012		04.05.2012	47.900	04.07.2012	37.207	04.09.2012	35.265	04.11.2012	
05.01.2012		05.03.2012		05.05.2012	47.661	05.07.2012	37.591	05.09.2012	31.766	05.11.2012	
06.01.2012		06.03.2012		06.05.2012	46.425	06.07.2012	38.183	06.09.2012	32.439	06.11.2012	
07.01.2012		07.03.2012		07.05.2012	44.163	07.07.2012	40.677	07.09.2012	32.665	07.11.2012	
08.01.2012		08.03.2012		08.05.2012	43.478	08.07.2012	40.905	08.09.2012	34.515	08.11.2012	
09.01.2012		09.03.2012		09.05.2012	42.472	09.07.2012	38.571	09.09.2012	33.713	09.11.2012	
10.01.2012		10.03.2012		10.05.2012	42.447	10.07.2012	37.405	10.09.2012	31.041	10.11.2012	
11.01.2012		11.03.2012		11.05.2012	41.729	11.07.2012	38.620	11.09.2012	30.014	11.11.2012	
12.01.2012		12.03.2012		12.05.2012	43.012	12.07.2012	37.886	12.09.2012	29.976	12.11.2012	
13.01.2012		13.03.2012		13.05.2012	40.121	13.07.2012	39.349	13.09.2012	29.750	13.11.2012	
14.01.2012		14.03.2012		14.05.2012	39.028	14.07.2012	41.521	14.09.2012	29.990	14.11.2012	
15.01.2012		15.03.2012		15.05.2012	38.345	15.07.2012	41.291	15.09.2012	31.540	15.11.2012	
16.01.2012		16.03.2012		16.05.2012	39.399	16.07.2012	37.477	16.09.2012	31.105	16.11.2012	
17.01.2012		17.03.2012		17.05.2012	38.693	17.07.2012	36.813	17.09.2012	29.016	17.11.2012	
18.01.2012		18.03.2012		18.05.2012	38.055	18.07.2012	36.950	18.09.2012	28.732	18.11.2012	
19.01.2012		19.03.2012		19.05.2012	39.253	19.07.2012	36.423	19.09.2012	28.445	19.11.2012	
20.01.2012		20.03.2012		20.05.2012	47.536	20.07.2012	36.655	20.09.2012	27.997	20.11.2012	
21.01.2012		21.03.2012		21.05.2012	68.224	21.07.2012	40.573	21.09.2012	28.419	21.11.2012	
22.01.2012		22.03.2012		22.05.2012	47.912	22.07.2012	38.893	22.09.2012	29.110	22.11.2012	
23.01.2012		23.03.2012		23.05.2012	44.820	23.07.2012	35.562	23.09.2012	31.549	23.11.2012	
24.01.2012		24.03.2012		24.05.2012	44.033	24.07.2012	35.751	24.09.2012	32.938	24.11.2012	
25.01.2012		25.03.2012		25.05.2012	43.278	25.07.2012	36.871	25.09.2012	37.174	25.11.2012	
26.01.2012		26.03.2012		26.05.2012	43.771	26.07.2012	35.187	26.09.2012	38.725	26.11.2012	
27.01.2012		27.03.2012	26.864	27.05.2012	42.772	27.07.2012	38.140	27.09.2012	33.159	27.11.2012	
28.01.2012		28.03.2012	27.096	28.05.2012	42.317	28.07.2012	39.980	28.09.2012	30.508	28.11.2012	
29.01.2012		29.03.2012	28.481	29.05.2012	39.167	29.07.2012	38.875	29.09.2012	30.572	29.11.2012	
30.01.2012		30.03.2012	31.950	30.05.2012	37.295	30.07.2012	37.257	30.09.2012	28.878	30.11.2012	
31.01.2012		31.03.2012	33.422	31.05.2012	35.658	31.07.2012	37.023				
01.02.2012		01.04.2012	33.508	01.06.2012	37.016	01.08.2012	36.867	01.10.2012	33.577	01.12.2012	
02.02.2012		02.04.2012	32.141	02.06.2012	38.886	02.08.2012	37.020	02.10.2012	29.447	02.12.2012	
03.02.2012		03.04.2012	32.177	03.06.2012	40.557	03.08.2012	37.964	03.10.2012	28.821	03.12.2012	
04.02.2012		04.04.2012	38.599	04.06.2012	40.738	04.08.2012	39.857	04.10.2012	28.343	04.12.2012	
05.02.2012		05.04.2012	45.759	05.06.2012	40.877	05.08.2012	39.708	05.10.2012	28.962	05.12.2012	
06.02.2012		06.04.2012	38.474	06.06.2012	39.430	06.08.2012	38.791	06.10.2012	29.362	06.12.2012	
07.02.2012		07.04.2012	42.958	07.06.2012	41.069	07.08.2012	39.120	07.10.2012	29.260	07.12.2012	
08.02.2012		08.04.2012	42.909	08.06.2012	41.364	08.08.2012	38.337	08.10.2012	28.802	08.12.2012	
09.02.2012		09.04.2012	39.358	09.06.2012	43.466	09.08.2012	39.504	09.10.2012	28.606	09.12.2012	
10.02.2012		10.04.2012	42.741	10.06.2012	45.735	10.08.2012	39.215	10.10.2012	27.552	10.12.2012	
11.02.2012		11.04.2012	64.677	11.06.2012	45.185	11.08.2012	39.909	11.10.2012	27.479	11.12.2012	
12.02.2012		12.04.2012	45.514	12.06.2012	45.695	12.08.2012	39.040	12.10.2012	25.480	12.12.2012	
13.02.2012		13.04.2012	50.083	13.06.2012	45.465	13.08.2012	39.213	13.10.2012	29.690	13.12.2012	
14.02.2012		14.04.2012	44.154	14.06.2012	43.938	14.08.2012	40.159	14.10.2012	37.067	14.12.2012	
15.02.2012		15.04.2012	45.228	15.06.2012	45.003	15.08.2012	39.551	15.10.2012	41.707	15.12.2012	
16.02.2012		16.04.2012	43.167	16.06.2012	47.614	16.08.2012	41.058	16.10.2012	30.820	16.12.2012	
17.02.2012		17.04.2012	41.346	17.06.2012	48.151	17.08.2012	40.311	17.10.2012	29.579	17.12.2012	
18.02.2012		18.04.2012	40.963	18.06.2012	41.130	18.08.2012	41.260	18.10.2012	29.345	18.12.2012	
19.02.2012		19.04.2012	48.257	19.06.2012	42.088	19.08.2012	40.619	19.10.2012	28.977	19.12.2012	
20.02.2012		20.04.2012	50.172	20.06.2012	42.475	20.08.2012	40.160	20.10.2012	29.417	20.12.2012	
21.02.2012		21.04.2012	47.032	21.06.2012	42.536	21.08.2012	40.693	21.10.2012	29.082	21.12.2012	
22.02.2012		22.04.2012	44.790	22.06.2012	43.668	22.08.2012	40.345	22.10.2012	28.003	22.12.2012	
23.02.2012		23.04.2012	43.544	23.06.2012	46.347	23.08.2012	40.283	23.10.2012		23.12.2012	
24.02.2012		24.04.2012	48.028	24.06.2012	43.834	24.08.2012	40.911	24.10.2012		24.12.2012	
25.02.2012		25.04.2012	43.798	25.06.2012	41.040	25.08.2012	41.119	25.10.2012		25.12.2012	
26.02.2012		26.04.2012	41.769	26.06.2012	40.862	26.08.2012	39.031	26.10.2012		26.12.2012	
27.02.2012		27.04.2012	42.811	27.06.2012	40.507	27.08.2012	36.716	27.10.2012		27.12.2012	
28.02.2012		28.04.2012	44.577	28.06.2012	40.038	28.08.2012	36.710	28.10.2012		28.12.2012	
29.02.2012		29.04.2012	46.136	29.06.2012	40.749	29.08.2012	35.757	29.10.2012		29.12.2012	
		30.04.2012	44.871	30.06.2012	43.280	30.08.2012	33.910	30.10.2012		30.12.2012	
						31.08.2012	34.534	31.10.2012		31.12.2012	

Sulla base di queste premesse si è ritenuto opportuno considerare sufficientemente affidabile per la determinazione della portata giornaliera di punta in condizioni di tempo secco, quella associabile al 75%-ile, cioè prima che si manifesti l'effetto delle precipitazioni meteoriche.

L'esame delle curve di frequenza cumulata dei carichi inquinanti su base giornaliera suggerisce le seguenti considerazioni:

- i carichi sono generalmente superiori nel periodo estivo rispetto a quello invernale (anche in questo caso in taluni casi con differenze modeste);
- i carichi sono molto più variabili nel periodo invernale rispetto a quello estivo (anche in questo caso probabile effetto delle precipitazioni meteoriche).

Sulla base di queste premesse, tenuto conto della bassa frequenza delle punte di carico giornaliero si è ritenuto sufficientemente cautelativo per la determinazione del carico giornaliero di punta in condizioni di tempo secco, quello associabile al 90%-ile.

Nelle **Tabb. A.3** e **A.4** si riporta l'esito delle valutazioni statistiche condotte. I dati che trovano applicazione nelle **Tabb. 2.1** e **2.2** (valori su sfondo grigio della colonna "Attuale") sono evidenziati in grassetto.

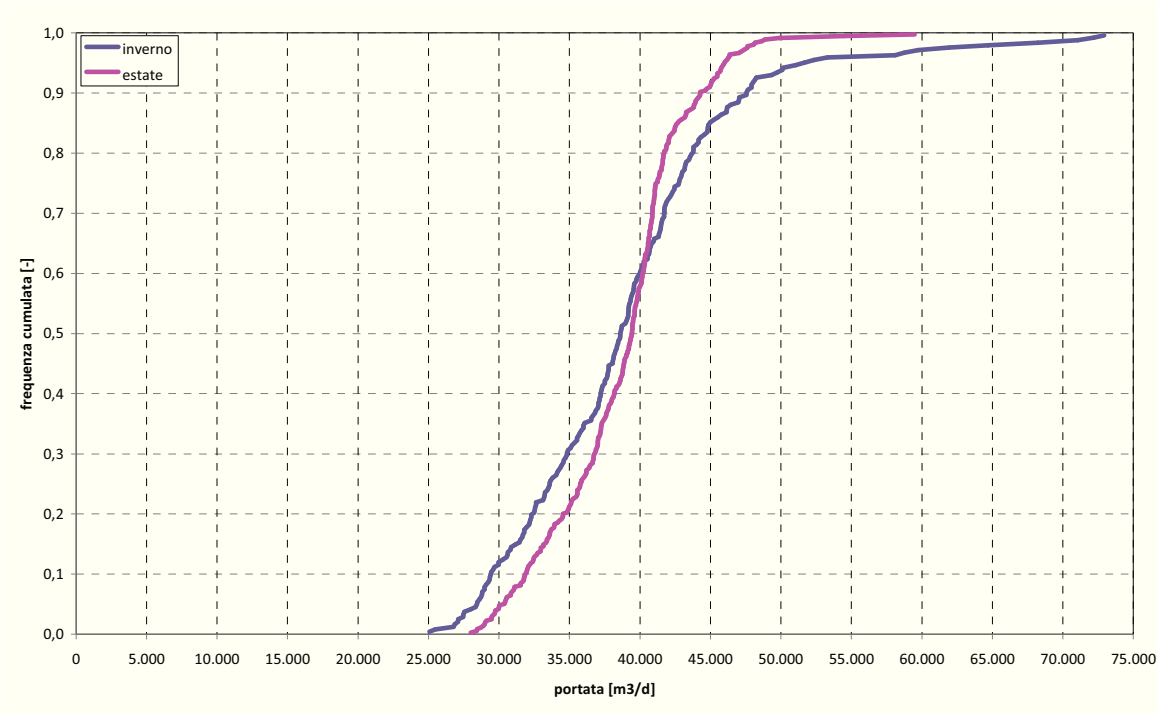


Fig. A.1 – *Curve di frequenza cumulata delle portate giornaliere registrate nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 e suddivise in periodo invernale ed estivo.*

Tab. A.2 – *Concentrazioni e carichi inquinanti registrati nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012.*

data	portata [m3/d]	SST [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	NH4 [mg/l]	NH4-N [mg/l]	Ntot [mg/l]	Ptot [mg/l]	BOD/ SST	COD/ SST	COD/ BOD	COD/ Ntot	COD/ Ptot	NH4-N/ Ntot	Ntot/ Ptot	SST [kg/d]	BOD [kg/d]	COD [kg/d]	NH4-N [kg/d]	Ntot [kg/d]	Ptot [kg/d]
30.03.2010	41.492	312	180	747	48,0	37,3			0,58	2,39	4,15					12.946	7.469	30.995	1.549		
31.03.2010	46.166	240		370	52,0	40,4				1,54						11.080		17.081	1.867		
01.04.2010	41.408	196		255	25,0	19,4	31,0	2,4		1,30		8,23	106,25	0,63	12,92	8.116		10.559	805	1.284	99
02.04.2010	41.730	177		461	32,0	24,9				2,60						7.386		19.238	1.039		
06.04.2010	43.235	68		293	42,0	32,7				4,31						2.940		12.668	1.412		
07.04.2010	35.847	197	280	505	33,0	25,7	41,0	3,6	1,42	2,56	1,80	12,32	140,28	0,63	11,39	7.062	10.037	18.103	920	1.470	129
08.04.2010	38.584	157		478	36,0	28,0				3,04						6.058		18.443	1.080		
09.04.2010	39.860	160		439	40,0	31,1				2,74						6.378		17.499	1.240		
12.04.2010	38.641			285	32,0	24,9	35,0	2,1				8,14	135,71	0,71	16,67			11.013	962	1.352	81
13.04.2010	37.512	384	290	480	39,0	30,3			0,76	1,25	1,66					14.405	10.878	18.006	1.138		
14.04.2010	37.135	220	300	471	37,0	28,8			1,36	2,14	1,57					8.170	11.141	17.491	1.069		
15.04.2010	36.089	172		471	33,0	25,7				2,74						6.207		16.998	926		
16.04.2010	36.873			379	32,0	24,9												13.975	918		
19.04.2010	29.981	108		327	50,0	38,9		3,6		3,03			90,83			3.238		9.804	1.166		108
29.04.2010	34.819	96	110	574					1,15	5,98	5,22					3.343	3.830	19.986			
03.05.2010	34.906	140		345	63,0	49,0				2,46						4.887		12.043	1.710		
04.05.2010	58.753	252	310	902	44,0	34,2	51,0		1,23	3,58	2,91	17,69		0,67		14.806	18.213	52.995	2.011	2.996	
05.05.2010	51.041			200	30,0	23,3												10.208	1.191		
06.05.2010	44.780	55	90	201	32,0	24,9			1,64	3,65	2,23					2.463	4.030	9.001	1.115		
07.05.2010	46.988	155		470	30,0	23,3				3,03						7.283		22.084	1.096		
10.05.2010	40.684	140		528	53,0	41,2	58,0	2,3		3,77		9,10	229,57	0,71	25,22	5.696		21.481	1.677	2.360	94
11.05.2010	39.106	200	210	430	33,0	25,7			1,05	2,15	2,05					7.821	8.212	16.816	1.004		
12.05.2010	38.603	172		452	30,0	23,3				2,63						6.640		17.449	901		
13.05.2010	42.013			563	34,0	26,4												23.653	1.111		
17.05.2010	33.667	80		377	57,0	44,3				4,71						2.693		12.692	1.493		
18.05.2010	38.382	200	180	360	42,0	32,7			0,90	1,80	2,00					7.676	6.909	13.818	1.254		
19.05.2010	39.533	124		322	28,0	21,8		1,1		2,60			292,73			4.902		12.730	861		43
20.05.2010	39.548	288		475	33,0	25,7				1,65						11.390		18.785	1.015		
24.05.2010	39.567	175		428	29,0	22,6		3,1		2,45			138,06			6.924		16.935	892		123
25.05.2010	37.648	106	200	423	32,0	24,9			1,89	3,99	2,12					3.991	7.530	15.925	937		
26.05.2010	39.168	203		324	33,0	25,7				1,60						7.951		12.690	1.005		
27.05.2010	40.524	257	300	480	28,0	21,8			1,17	1,87	1,60					10.415	12.157	19.452	883		
31.05.2010	41.541	124		285	24,0	18,7	47,0	2,5		2,30		6,06	114,00	0,40	18,80	5.151		11.839	775	1.952	104

segue nella pagina successiva

Tab. A.2 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	SST [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	NH4 [mg/l]	NH4-N [mg/l]	Ntot [mg/l]	Ptot [mg/l]	BOD/ SST	COD/ SST	COD/ BOD	COD/ Ntot	COD/ Ptot	NH4-N/ Ntot	Ntot/ Ptot	SST [kg/d]	BOD [kg/d]	COD [kg/d]	NH4-N [kg/d]	Ntot [kg/d]	Ptot [kg/d]
01.06.2010	40.888	180		679	31,0	24,1				3,77						7.360		27.763	986		
03.06.2010	39.632	112		497				3,1		4,44			160,32			4.439		19.697			123
04.06.2010	37.129	128		398						3,11						4.753		14.777			
07.06.2010	36.706	80		312	32,0	24,9				3,90						2.936		11.452	914		
08.06.2010	37.245	65	360	793			90,0		5,54	12,20	2,20	8,81				2.421	13.408	29.535		3.352	
09.06.2010	37.995	172		454	36,0	28,0				2,64						6.535		17.250	1.064		
10.06.2010	38.976	200	280	509	33,0	25,7			1,40	2,55	1,82					7.795	10.913	19.839	1.000		
14.06.2010	38.756			249	20,0	15,6												9.650	603		
15.06.2010	45.472	110	90	261	18,0	14,0			0,82	2,37	2,90					5.002	4.092	11.868	637		
16.06.2010	59.485	270		641	29,0	22,6		1,9		2,37			337,37			16.061		38.130	1.342		113
17.06.2010	43.951	60	100	144	47,0	36,6			1,67	2,40	1,44					2.637	4.395	6.329	1.607		
18.06.2010	41.580	90		355	38,0	29,6		4,2		3,94			84,52			3.742		14.761	1.229		175
21.06.2010	44.952	85		380	33,0	25,7	37,0			4,47		10,27		0,69		3.821		17.082	1.154	1.663	
22.06.2010	44.081			282	23,0	17,9		2,2					128,18					12.431	789		97
23.06.2010	42.077	40		250	30,0	23,3				6,25						1.683		10.519	982		
24.06.2010	42.971	105	120	333	31,0	24,1	35,0		1,14	3,17	2,78	9,51		0,69		4.512	5.157	14.309	1.036	1.504	
25.06.2010	43.178	60		234	43,0	33,4		2,3		3,90			101,74			2.591		10.104	1.444		99
28.06.2010	42.031			200	35,0	27,2												8.406	1.144		
29.06.2010	41.517	45	20	314	37,0	28,8			0,44	6,98	15,70					1.868	830	13.036	1.195		
05.07.2010	46.182			310	49,0	38,1		3,4					91,18					14.316	1.760		157
06.07.2010	45.904	160	210	438	29,0	22,6			1,31	2,74	2,09					7.345	9.640	20.106	1.035		
07.07.2010	45.257	188		495	16,0	12,4				2,63						8.508		22.402	563		
08.07.2010	45.499			367	35,0	27,2		4,2					87,38					16.698	1.239		191
09.07.2010	46.045	84		358	35,7	27,8	45,0			4,26		7,96		0,62		3.868		16.484	1.279	2.072	
13.07.2010	40.755	245	300	372	53,0	41,2		3,0	1,22	1,52	1,24		124,00			9.985	12.227	15.161	1.680		122
14.07.2010	37.649	225		370	27,4	21,3	40,0			1,64		9,25		0,53		8.471		13.930	802	1.506	
15.07.2010	38.130	200		314	21,0	16,3				1,57						7.626		11.973	623		
16.07.2010	38.224	225		289	34,6	26,9		2,4		1,28			120,42			8.600		11.047	1.029		92
20.07.2010	36.997	260		329	38,0	29,6				1,27						9.619		12.172	1.093		
21.07.2010	41.265	265	280	530	38,0	29,6	41,0		1,06	2,00	1,89	12,93		0,72		10.935	11.554	21.870	1.220	1.692	
22.07.2010	41.869	275		367	39,5	30,7		6,4		1,33			57,34			11.514		15.366	1.286		268
23.07.2010	38.202	520		295	45,0	35,0	48,0			0,57		6,15		0,73		19.865		11.270	1.337	1.834	
26.07.2010	39.920	168		370	40,2	31,3				2,20						6.707		14.770	1.248		
27.07.2010	37.750	355		559	47,1	36,6				1,57						13.401		21.102	1.383		
28.07.2010	39.350	132		520	53,0	41,2	60,0	3,8		3,94		8,67	136,84	0,69	15,79	5.194		20.462	1.622	2.361	150
29.07.2010	42.026	110		518	44,3	34,5				4,71						4.623		21.769	1.448		
30.07.2010	40.110			290	43,4	33,8		4,4					65,91					11.632	1.354		176

segue nella pagina successiva

Tab. A.2 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	SST [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	NH4 [mg/l]	NH4-N [mg/l]	Ntot [mg/l]	Ptot [mg/l]	BOD/ SST	COD/ SST	COD/ BOD	COD/ Ntot	COD/ Ptot	NH4-N/ Ntot	Ntot/ Ptot	SST [kg/d]	BOD [kg/d]	COD [kg/d]	NH4-N [kg/d]	Ntot [kg/d]	Ptot [kg/d]
02.08.2010	35.864	187		310	40,2	31,3		6,1		1,66			50,82			6.707		11.118	1.121		219
03.08.2010	39.468	120	40	475	40,3	31,3			0,33	3,96	11,88					4.736	1.579	18.747	1.237		
04.08.2010	40.271	150	280	418	39,6	30,8			1,87	2,79	1,49					6.041	11.276	16.833	1.240		
05.08.2010	39.304	130		380	38,7	30,1				2,92						5.110		14.936	1.183		
06.08.2010	40.105			431	52,3	40,7												17.285	1.631		
09.08.2010	40.574	395		470	53,4	41,5				1,19						16.027		19.070	1.685		
10.08.2010	40.609	460		1.053	50,6	39,4				2,29						18.680		42.761	1.598		
11.08.2010	41.848	380		357	49,3	38,3				0,94						15.902		14.940	1.605		
12.08.2010	40.961	230	220	479	44,6	34,7			0,96	2,08	2,18					9.421	9.011	19.620	1.421		
13.08.2010	38.677	160		467	43,7	34,0				2,92						6.188		18.062	1.315		
16.08.2010	45.834	112		325	45,8	35,6				2,90						5.133		14.896	1.633		
17.08.2010	44.273	236		812	45,6	35,5				3,44						10.448		35.950	1.570		
18.08.2010	44.647	236	350	785	47,3	36,8		1,6	1,48	3,33	2,24		490,63			10.537	15.626	35.048	1.643		71
19.08.2010	44.258	236		582	45,5	35,4	53,0			2,47		10,98		0,67		10.445		25.758	1.566	2.346	
20.08.2010	46.247	208		554	41,0	31,9				2,66						9.619		25.621	1.475		
23.08.2010	40.889	156		486	45,6	35,5	54,0	4,9		3,12		9,00	99,18	0,66	11,02	6.379		19.872	1.450	2.208	200
24.08.2010	41.669	260	340	588	45,4	35,3			1,31	2,26	1,73					10.834	14.167	24.501	1.471		
25.08.2010	43.240	161		388	41,6	32,4				2,41						6.962		16.777	1.399		
27.08.2010	38.798			981	45,7	35,5		6,1					160,82					38.061	1.379		237
31.08.2010	34.868	117		470	41,5	32,3				4,02						4.080		16.388	1.125		
01.09.2010	34.832	197		547	44,2	34,4	61,0	5,5		2,78		8,97	99,45	0,56	11,09	6.862		19.053	1.197	2.125	192
02.09.2010	34.971	272	280	567	43,5	33,8			1,03	2,08	2,03					9.512	9.792	19.829	1.183		
10.09.2010	33.664			676	35,0	27,2												22.757	916		
13.09.2010	31.832	130		338	51,0	39,7				2,60						4.138		10.759	1.263		
14.09.2010	31.984	176	280	519	42,0	32,7			1,59	2,95	1,85					5.629	8.956	16.600	1.045		
15.09.2010	31.912			988	38,5	29,9	45,0	2,1				21,96	470,48	0,67	21,43			31.529	956	1.436	67
16.09.2010	31.684	172		500	40,3	31,3		5,3		2,91			94,34			5.450		15.842	993		168
17.09.2010	32.747	115		663	46,0	35,8				5,77						3.766		21.711	1.172		
20.09.2010	32.053	195	400	714	72,0	56,0	78,0	5,0	2,05	3,66	1,79	9,15	142,80	0,72	15,60	6.250	12.821	22.886	1.795	2.500	160
21.09.2010	31.816	285		688	49,0	38,1	55,0	4,8		2,41		12,51	143,33	0,69	11,46	9.068		21.889	1.213	1.750	153
22.09.2010	32.410	68		422	31,0	24,1				6,21						2.204		13.677	781		
23.09.2010	31.777	204	290	500	42,0	32,7			1,42	2,45	1,72					6.483	9.215	15.889	1.038		
28.09.2010	29.546	296		652	39,0	30,3				2,20						8.746		19.264	896		
29.09.2010	30.833			627	43,0	33,4	53,0	3,6				11,83	174,17	0,63	14,72			19.332	1.031	1.634	111
30.09.2010	30.471	124		458	76,0	59,1		8,2		3,69			55,85			3.778		13.956	1.801		250

segue nella pagina successiva

Tab. A.2 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	SST [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	NH4 [mg/l]	NH4-N [mg/l]	Ntot [mg/l]	Ptot [mg/l]	BOD/ SST	COD/ SST	COD/ BOD	COD/ Ntot	COD/ Ptot	NH4-N/ Ntot	Ntot/ Ptot	SST [kg/d]	BOD [kg/d]	COD [kg/d]	NH4-N [kg/d]	Ntot [kg/d]	Ptot [kg/d]
01.10.2010	32.636	176		891	44,0	34,2				5,06						5.744		29.079	1.117		
04.10.2010	58.094	272	180	276	23,0	17,9		1,3	0,66	1,01	1,53		212,31			15.802	10.457	16.034	1.039		76
06.10.2010	38.437			207	29,5	22,9												7.956	882		
07.10.2010	35.748			663	43,0	33,4												23.701	1.196		
11.10.2010	31.705	164	200	488	55,0	42,8			1,22	2,98	2,44					5.200	6.341	15.472	1.356		
12.10.2010	31.787	144	210	402	51,2	39,8			1,46	2,79	1,91					4.577	6.675	12.778	1.266		
13.10.2010	30.858	120		418	50,2	39,0	60,7	1,5		3,48		6,89	278,67	0,64	40,47	3.703		12.899	1.205	1.873	46
14.10.2010	32.538	88		321	61,5	47,8				3,65						2.863		10.445	1.556		
15.10.2010	32.280	108		326	39,7	30,9		1,1		3,02			296,36			3.486		10.523	997		36
18.10.2010	31.522	192		333	41,0	31,9				1,73						6.052		10.497	1.005		
19.10.2010	31.649	256	390	776	46,0	35,8	55,0		1,52	3,03	1,99	14,11		0,65		8.102	12.343	24.560	1.132	1.741	
20.10.2010	31.157			371	46,0	35,8												11.559	1.115		
21.10.2010	30.609	265		829	44,6	34,7				3,13						8.111		25.375	1.062		
22.10.2010	30.632	164		479	40,5	31,5				2,92						5.024		14.673	965		
23.10.2010	30.279	237	330	628					1,39	2,65	1,90					7.176	9.992	19.015			
25.10.2010	53.287	104		291	18,5	14,4	25,0	1,6		2,80		11,64	181,88	0,58	15,63	5.542		15.507	767	1.332	85
26.10.2010	37.706	68		561	41,8	32,5				8,25						2.564		21.153	1.226		
28.10.2010	32.223	140		320	52,0	40,4		3,8		2,29			84,21			4.511		10.311	1.303		122
29.10.2010	32.557	96		388	45,0	35,0				4,04						3.125		12.632	1.139		
03.11.2010	52.339	108	100	232	24,0	18,7			0,93	2,15	2,32					5.653	5.234	12.143	977		
04.11.2010	43.800	128		376	29,0	22,6				2,94						5.606		16.469	988		
10.11.2010	43.188	160		471	31,0	24,1				2,94						6.910		20.342	1.041		
15.11.2010	49.339	192		328	48,0	37,3				1,71						9.473		16.183	1.842		
11.04.2011	39.462	70		468	59,0	45,9				6,69						2.762		18.468	1.811		
14.04.2011	39.596	164	230	459	61,0	47,4			1,40	2,80	2,00					6.494	9.107	18.175	1.879		
19.04.2011	38.206		250	295	54,0	42,0		7,7			1,18		38,31				9.552	11.271	1.605		294
21.04.2011	39.191	102		372	38,5	29,9				3,65						3.997		14.579	1.174		
22.04.2011	40.800	105		410	39,0	30,3				3,90						4.284		16.728	1.238		
26.04.2011	41.328	76		562	64,0	49,8				7,39						3.141		23.226	2.057		
02.05.2011	37.215	415		900	52,0	40,4		4,8		2,17			187,50			15.444		33.494	1.505		179
04.05.2011	37.770			397	54,0	42,0												14.995	1.586		
12.05.2011	34.363			400	76,0	59,1												13.745	2.031		
13.05.2011	34.605			283	66,0	51,3		4,5					62,89					9.793	1.776		156
17.05.2011	34.561	240		405	77,0	59,9				1,69						8.295		13.997	2.070		
18.05.2011	34.066	270	400	754	54,0	42,0		2,5	1,48	2,79	1,89		301,60			9.198	13.626	25.686	1.431		85
19.05.2011	34.801	327		692	24,0	18,7	59,0			2,12		11,73		0,32		11.380		24.082	650	2.053	
30.05.2011	33.602	175	290	427	58,0	45,1			1,66	2,44	1,47					5.880	9.745	14.348	1.516		

segue nella pagina successiva

Tab. A.2 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	SST [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	NH4 [mg/l]	NH4-N [mg/l]	Ntot [mg/l]	Ptot [mg/l]	BOD/ SST	COD/ SST	COD/ BOD	COD/ Ntot	COD/ Ptot	NH4-N/ Ntot	Ntot/ Ptot	SST [kg/d]	BOD [kg/d]	COD [kg/d]	NH4-N [kg/d]	Ntot [kg/d]	Ptot [kg/d]
01.06.2011	46.362	280		460	27,4	21,3				1,64						12.981		21.327	988		
03.06.2011	41.065	164	260	303	49,0	38,1			1,59	1,85	1,17					6.735	10.677	12.443	1.565		
08.06.2011	36.739	180		410	38,0	29,6	45,0	3,3		2,28		9,11	124,24	0,66	13,64	6.613		15.063	1.086	1.653	121
09.06.2011	39.616	187	270	420	44,0	34,2			1,44	2,25	1,56					7.408	10.696	16.639	1.356		
14.06.2011	32.979			581	58,7	45,7												19.161	1.506		
15.06.2011	36.060	96	460	372	40,5	31,5	43,8	1,0	4,79	3,88	0,81	8,49	372,00	0,72	43,80	3.462	16.588	13.414	1.136	1.579	36
17.06.2011	35.124	264	380	661	45,7	35,5			1,44	2,50	1,74					9.273	13.347	23.217	1.248		
20.06.2011	37.709	208	120	348	56,0	43,6			0,58	1,67	2,90					7.843	4.525	13.123	1.642		
22.06.2011	36.395	140	180	474	55,0	42,8		3,3	1,29	3,39	2,63		143,64			5.095	6.551	17.251	1.557		120
24.06.2011	35.966	220		601	56,0	43,6		4,1		2,73			146,59			7.913		21.616	1.567		147
28.06.2011	36.496	95	160	321	39,0	30,3	41,0	2,2	1,68	3,38	2,01	7,83	145,91	0,74	18,64	3.467	5.839	11.715	1.107	1.496	80
01.07.2011	38.851	175		363	42,0	32,7	45,0	6,5		2,07		8,07	55,85	0,73	6,92	6.799		14.103	1.269	1.748	253
04.07.2011	37.309	140		559	63,0	49,0				3,99						5.223		20.856	1.828		
05.07.2011	40.777	200	290	480	50,0	38,9		3,8	1,45	2,40	1,66		126,32			8.155	11.825	19.573	1.586		155
07.07.2011	38.788	95		146	43,0	33,4				1,54						3.685		5.663	1.297		
11.07.2011	40.314			662	81,0	63,0		4,8					137,92					26.688	2.540		194
12.07.2011	39.281	196	370	631	73,0	56,8			1,89	3,22	1,71					7.699	14.534	24.786	2.230		
18.07.2011	37.604	104		488	63,3	49,2	68,0	4,7		4,69		7,18	103,83	0,72	14,47	3.911		18.351	1.851	2.557	177
19.07.2011	42.717	490	400	1.263	38,0	29,6		2,2	0,82	2,58	3,16		574,09			20.931	17.087	53.952	1.263		94
25.07.2011	40.192	136	280	453	48,0	37,3			2,06	3,33	1,62					5.466	11.254	18.207	1.501		
26.07.2011	39.620	376	310	609	51,5	40,1	56,0		0,82	1,62	1,96	10,88		0,72		14.897	12.282	24.129	1.587	2.219	
01.08.2011	40.266	184	120	525	83,0	64,6			0,65	2,85	4,38					7.409	4.832	21.140	2.599		
04.08.2011	40.378	184	330	536	46,0	35,8			1,79	2,91	1,62					7.430	13.325	21.643	1.445		
08.08.2011	43.276	120		480	50,0	38,9				4,00						5.193		20.772	1.683		
09.08.2011	41.633			432	44,0	34,2												17.985	1.425		
16.08.2011	41.608			587	58,0	45,1		1,8					326,11					24.424	1.877		75
17.08.2011	41.052	150	330	507	55,0	42,8			2,20	3,38	1,54					6.158	13.547	20.813	1.756		
22.08.2011	39.427	152		506	54,0	42,0		4,1		3,33			123,41			5.993		19.950	1.656		162
25.08.2011	39.506	160		564	53,0	41,2		4,2		3,53			134,29			6.321		22.281	1.629		166
29.08.2011	35.041	276	340	757	57,0	44,3	61,0		1,23	2,74	2,23	12,41		0,73		9.671	11.914	26.526	1.553	2.138	
01.09.2011	33.597	224	370	688	48,0	37,3	52,0	5,8	1,65	3,07	1,86	13,23	118,62	0,72	8,97	7.526	12.431	23.115	1.254	1.747	195
13.09.2011	42.236	208	220	341	49,0	38,1			1,06	1,64	1,55					8.785	9.292	14.402	1.610		
15.09.2011	32.263	184		570	41,0	31,9	48,0			3,10		11,88		0,66		5.936		18.390	1.029	1.549	
19.09.2011	32.085	200		458	48,0	37,3		6,1		2,29			75,08			6.417		14.695	1.198		196
20.09.2011	31.092	144	280	430	59,0	45,9	65,0		1,94	2,99	1,54	6,62		0,71		4.477	8.706	13.370	1.427	2.021	
22.09.2011	30.428	252		516	60,0	46,7				2,05						7.668		15.701	1.420		
26.09.2011	29.720	532		1.230	53,0	41,2	57,0	5,1		2,31		21,58	241,18	0,72	11,18	15.811		36.556	1.225	1.694	152

segue nella pagina successiva

Tab. A.2 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	SST [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	NH4 [mg/l]	NH4-N [mg/l]	Ntot [mg/l]	Ptot [mg/l]	BOD/ SST	COD/ SST	COD/ BOD	COD/ Ntot	COD/ Ptot	NH4-N/ Ntot	Ntot/ Ptot	SST [kg/d]	BOD [kg/d]	COD [kg/d]	NH4-N [kg/d]	Ntot [kg/d]	Ptot [kg/d]
03.10.2011	28.721	152	220	409	52,0	40,4	58,0		1,45	2,69	1,86	7,05		0,70		4.366	6.319	11.747	1.162	1.666	
05.10.2011	27.446	128	210	606	33,0	25,7		5,8	1,64	4,73	2,89		104,48			3.513	5.764	16.632	704		159
27.03.2012	26.864	132	320	520	50,0	38,9			2,42	3,94	1,63					3.546	8.596	13.969	1.045		
02.04.2012	32.141	252		415	67,0	52,1				1,65						8.100		13.339	1.675		
04.04.2012	38.599	204		500	57,0	44,3	70,0			2,45		7,14		0,63		7.874		19.300	1.711	2.702	
10.04.2012	42.741	588		154	56,0	43,6	59,0	3,5		0,26		2,61	44,00	0,74	16,86	25.132		6.582	1.862	2.522	150
19.04.2012	48.257	158		57	57,0	44,3		3,9		0,36			14,62			7.625		2.751	2.139		188
23.04.2012	43.544	157		315	37,0	28,8		2,4		2,01			131,25			6.836		13.716	1.253		105
24.04.2012	48.028	386		410	35,0	27,2				1,06						18.539		19.691	1.307		
08.05.2012	43.478	375	270	585	45,0	35,0			0,72	1,56	2,17					16.304	11.739	25.435	1.522		
11.05.2012	41.729	155		575	57,0	44,3		4,2		3,71			136,90			6.468		23.994	1.850		175
17.05.2012	38.693	148	240	425					1,62	2,87	1,77					5.727	9.286	16.445			
23.05.2012	44.820	100	230	630	59,0	45,9	65,0		2,30	6,30	2,74	9,69		0,71		4.482	10.309	28.237	2.057	2.913	
28.05.2012	42.317	130		392	44,0	34,2		7,3		3,02			53,70			5.501		16.588	1.448		309
29.05.2012	39.167	225	300	507	56,0	43,6			1,33	2,25	1,69					8.813	11.750	19.858	1.706		
04.06.2012	40.738	260		688	58,0	45,1		4,8		2,65			143,33			10.592		28.028	1.838		196
05.06.2012	40.877	260	310	653	68,0	52,9	71,0	4,7	1,19	2,51	2,11	9,20	138,94	0,74	15,11	10.628	12.672	26.693	2.162	2.902	192
11.06.2012	45.185	435	240	622	56,0	43,6			0,55	1,43	2,59					19.655	10.844	28.105	1.968		
17.06.2012	48.151	270	290	450					1,07	1,67	1,55					13.001	13.964	21.668			
18.06.2012	41.130	267	300	460	57,0	44,3			1,12	1,72	1,53					10.982	12.339	18.920	1.823		
20.06.2012	42.475	124		425	59,0	45,9		6,5		3,43			65,38			5.267		18.052	1.949		276
25.06.2012	41.040	244		563	50,0	38,9				2,31						10.014		23.106	1.596		
26.06.2012	40.862	96	190	412	65,0	50,6		6,4	1,98	4,29	2,17		64,38			3.923	7.764	16.835	2.066		262
28.06.2012	40.038	492		371	56,0	43,6				0,75						19.699		14.854	1.744		
29.06.2012	40.749	80		367	67,0	52,1		6,4		4,59			57,34			3.260		14.955	2.123		261
02.07.2012	39.458	160	370	558	72,0	56,0			2,31	3,49	1,51					6.313	14.599	22.018	2.210		
04.07.2012	37.207	288	240	464	57,0	44,3			0,83	1,61	1,93					10.716	8.930	17.264	1.650		
05.07.2012	37.591	95	280	519	45,0	35,0			2,95	5,46	1,85					3.571	10.525	19.510	1.316		
09.07.2012	38.571			641	56,0	43,6	59,0	4,7				10,86	136,38	0,74	12,55			24.724	1.680	2.276	181
10.07.2012	37.405	168	330	656	61,0	47,4			1,96	3,90	1,99					6.284	12.344	24.538	1.775		
13.07.2012	39.349	152	300	528	58,0	45,1			1,97	3,47	1,76					5.981	11.805	20.776	1.775		
18.07.2012	36.950	189	160	530	57,0	44,3		5,1	0,85	2,80	3,31		103,92			6.984	5.912	19.584	1.638		188
19.07.2012	36.423	255	290	677	56,0	43,6			1,14	2,65	2,33					9.288	10.563	24.658	1.586		
20.07.2012	36.655	175		588	51,0	39,7		3,6		3,36			163,33			6.415		21.553	1.454		132
23.07.2012	35.562	120		496	61,0	47,4				4,13						4.267		17.639	1.687		
24.07.2012	35.751	160		304	61,0	47,4				1,90						5.720		10.868	1.696		
25.07.2012	36.871	255	370	603	52,0	40,4			1,45	2,36	1,63					9.402	13.642	22.233	1.491		
26.07.2012	35.187	245		745	35,0	27,2				3,04						8.621		26.214	958		
27.07.2012	38.140	598		499	52,0	40,4				0,83						22.808		19.032	1.543		
30.07.2012	37.257	230		559	40,0	31,1		3,8		2,43			147,11			8.569		20.827	1.159		142
31.07.2012	37.023	215		641	44,0	34,2				2,98						7.960		23.732	1.267		

segue nella pagina successiva

Tab. A.2 – *continua dalla pagina precedente.*

data	portata [m3/d]	SST [mg/l]	BOD [mg/l]	COD [mg/l]	NH4 [mg/l]	NH4-N [mg/l]	Ntot [mg/l]	Ptot [mg/l]	BOD/ SST	COD/ SST	COD/ BOD	COD/ Ntot	COD/ Ptot	NH4-N/ Ntot	Ntot/ Ptot	SST [kg/d]	BOD [kg/d]	COD [kg/d]	NH4-N [kg/d]	Ntot [kg/d]	Ptot [kg/d]
02.08.2012	37.020	275	460	718	46,0	35,8			1,67	2,61	1,56					10.181	17.029	26.580	1.324		
06.08.2012	38.791	90		199	37,5	29,2		3,6		2,21			55,28			3.491		7.719	1.131		140
07.08.2012	39.120	60	410	659	60,0	46,7			6,83	10,98	1,61					2.347	16.039	25.780	1.826		
09.08.2012	39.504	170		163	39,0	30,3		3,0		0,96			54,33			6.716		6.439	1.198		119
13.08.2012	39.213	125	260	403	64,0	49,8			2,08	3,22	1,55					4.902	10.195	15.803	1.952		
21.08.2012	40.693	310	220	392	46,0	35,8			0,71	1,26	1,78					12.615	8.952	15.952	1.456		
23.08.2012	40.283	320		406	42,0	32,7				1,27						12.891		16.355	1.316		
27.08.2012	36.716	390		661	46,0	35,8		3,9		1,69			169,49			14.319		24.269	1.314		143
28.08.2012	36.710	400	390	629	36,0	28,0			0,98	1,57	1,61					14.684	14.317	23.091	1.028		
29.08.2012	35.757				46,0	35,8													1.279		
03.09.2012	39.885			743	54,0	42,0												29.635	1.675		
04.09.2012	35.265	320	300	610					0,94	1,91	2,03					11.285	10.580	21.512			
10.09.2012	31.041	285		438	55,0	42,8		4,4		1,54			99,55			8.847		13.596	1.328		137
17.09.2012	29.016		232	690	67,0	52,1		5,1			2,97		135,29				6.732	20.021	1.512		148
19.09.2012	28.445	565	280	851	61,0	47,4			0,50	1,51	3,04					16.071	7.965	24.207	1.350		
24.09.2012	32.938			625	45,0	35,0												20.586	1.153		
26.09.2012	38.725							3,8													147
27.09.2012	33.159	484		877						1,81						16.049		29.080			
01.10.2012	33.577		350	772	67,0	52,1					2,21						11.752	25.921	1.750		
03.10.2012	28.821	168	280	508	51,0	39,7			1,67	3,02	1,81					4.842	8.070	14.641	1.143		
08.10.2012	28.802	208	290	563	77,0	59,9		3,3	1,39	2,71	1,94		170,61			5.991	8.353	16.216	1.725		95
15.10.2012	41.707	198		405	22,0	17,1				2,05						8.258		16.891	714		
18.10.2012	29.345			717	46,0	35,8	51,0	6,0				14,06	119,50	0,70	8,50			21.040	1.050	1.497	176
22.10.2012	28.003			527	48,0	37,3												14.758	1.045		

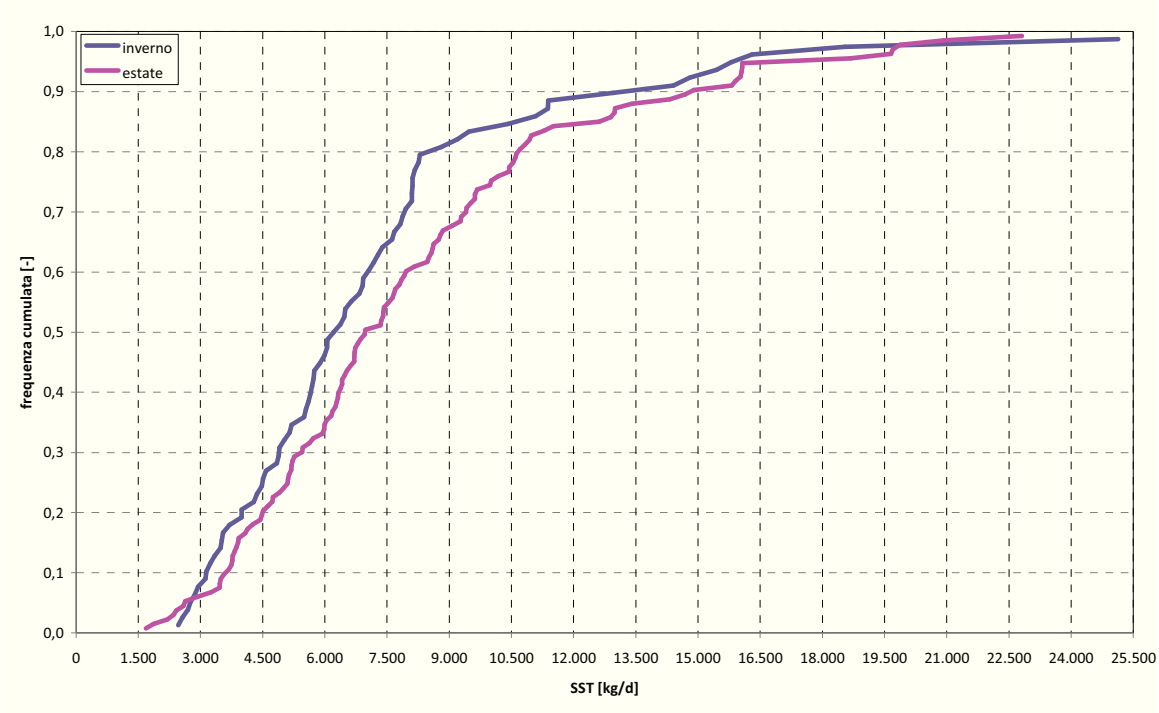


Fig. A.2 – *Curve di frequenza cumulata dei carichi di SST registrati nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 e suddivisi in periodo invernale ed estivo.*

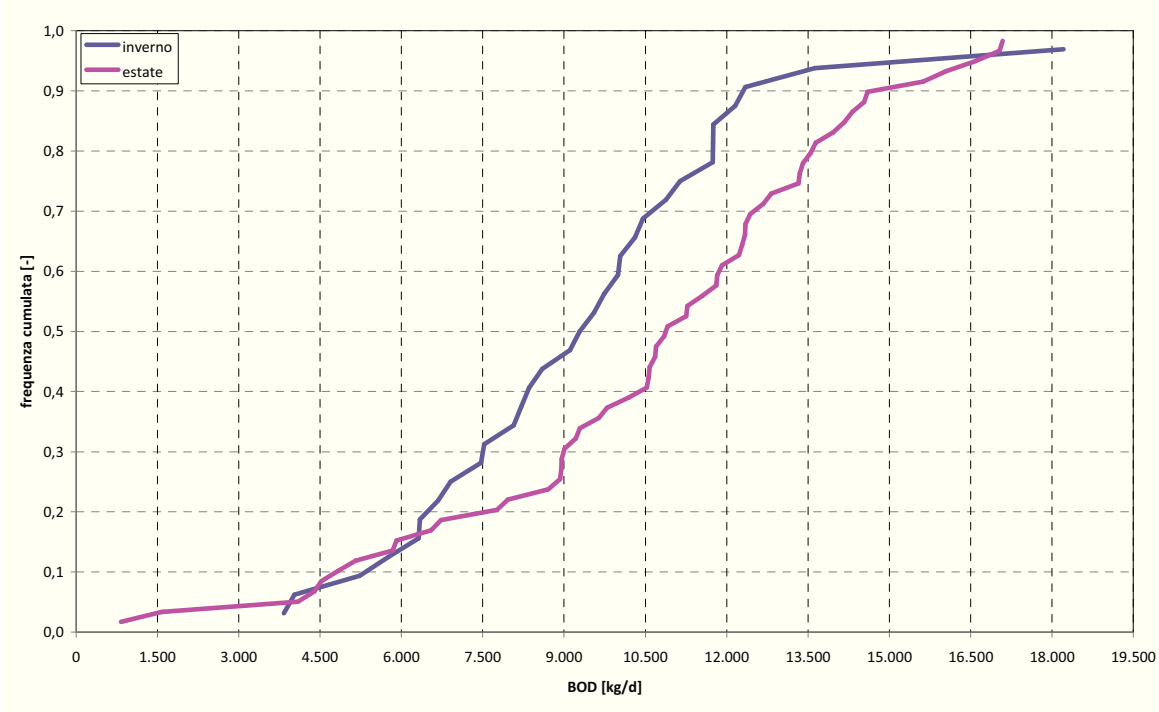


Fig. A.3 – *Curve di frequenza cumulata dei carichi di BOD_5 registrati nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 e suddivisi in periodo invernale ed estivo.*

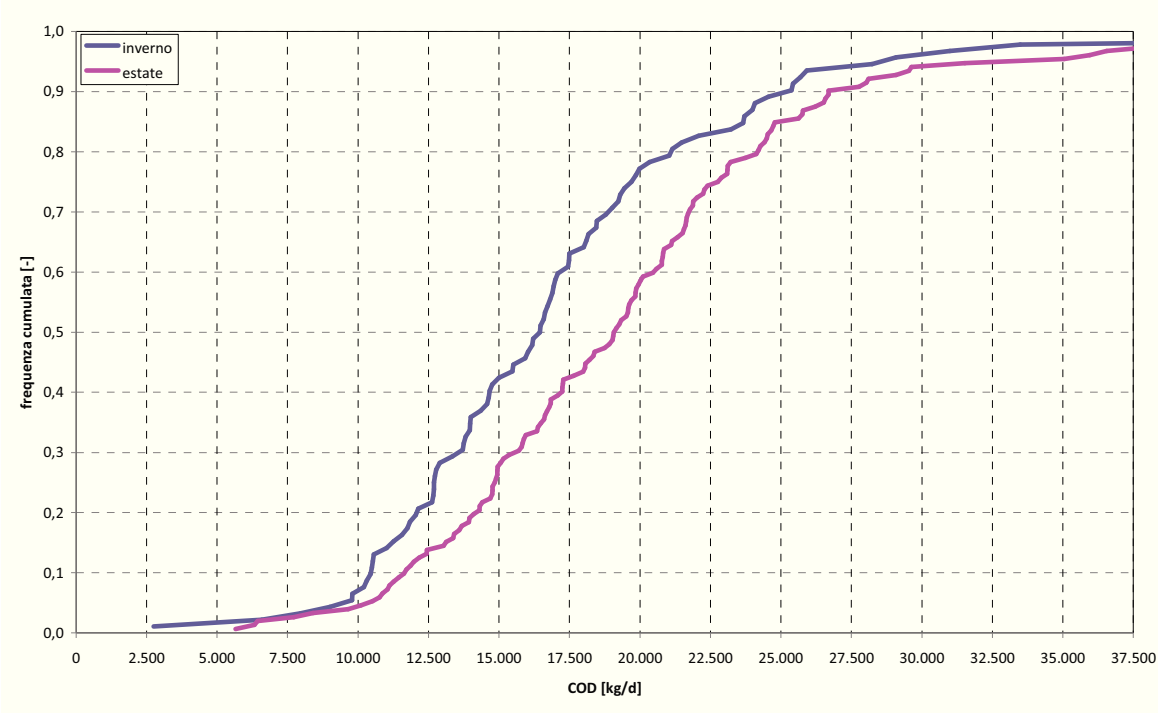


Fig. A.4 – *Curve di frequenza cumulata dei carichi di COD registrati nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 e suddivisi in periodo invernale ed estivo.*

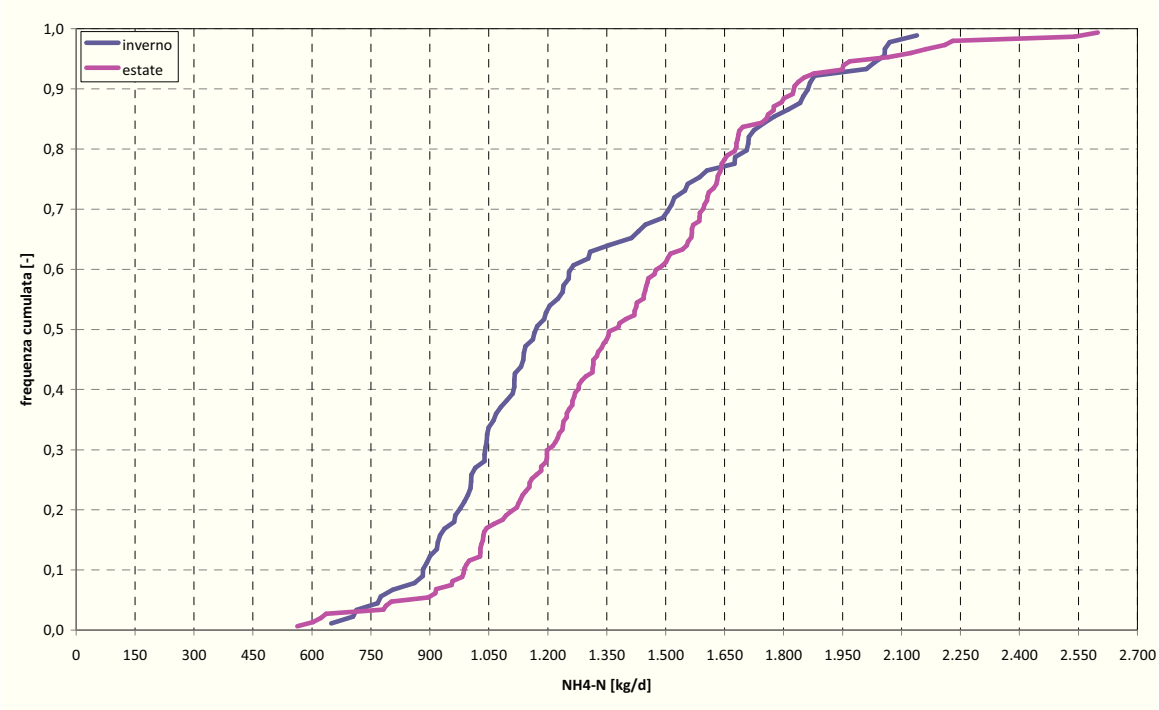


Fig. A.5 – *Curve di frequenza cumulata dei carichi di azoto ammoniacale registrati nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 e suddivisi in periodo invernale ed estivo.*

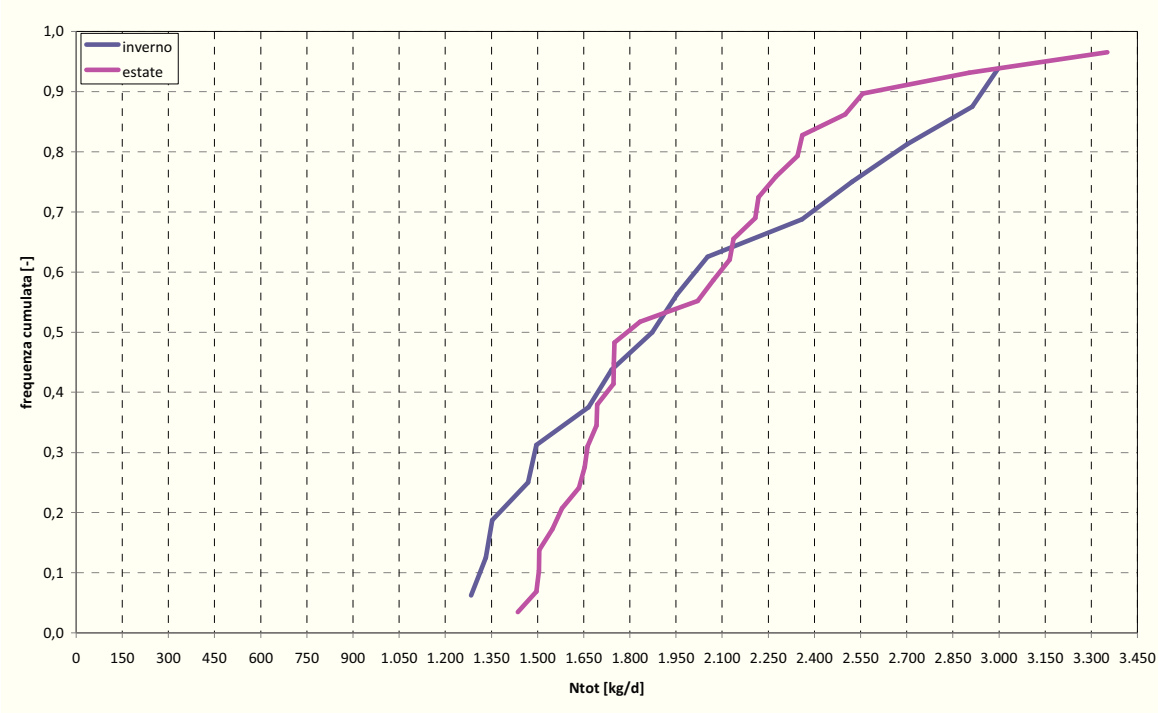


Fig. A.6 – *Curve di frequenza cumulata dei carichi di azoto totale registrati nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 e suddivisi in periodo invernale ed estivo.*

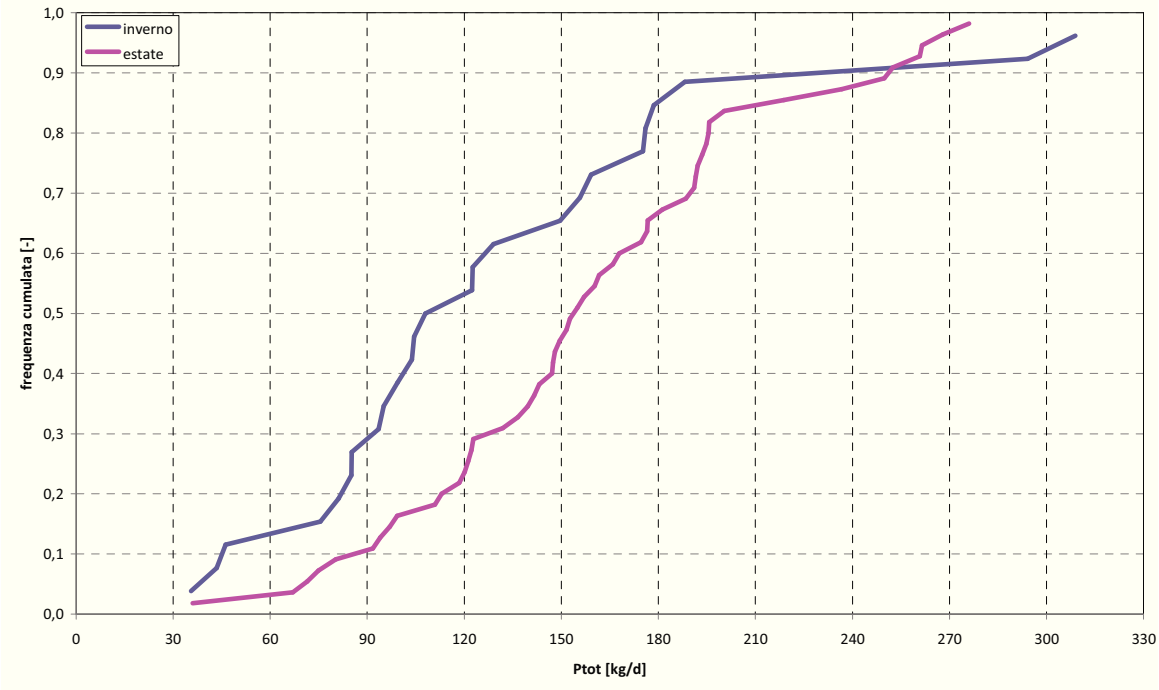


Fig. A.7 – *Curve di frequenza cumulata dei carichi di fosforo totale registrati nel periodo gennaio 2010-dicembre 2012 e suddivisi in periodo invernale ed estivo.*

Tab. A.3 – *Definizione delle portate e dei carichi inquinanti di punta per il periodo invernale (ottobre-maggio).*

f.c.	portata [$m^3\ d^{-1}$]	SST [$kg\ d^{-1}$]	BOD_5 [$kg\ d^{-1}$]	BOD_5 [AE]	COD [$kg\ d^{-1}$]	NH_4-N [$kg\ d^{-1}$]	N_{tot} [$kg\ d^{-1}$]	P_{tot} [$kg\ d^{-1}$]
25%	33.602	4.511	7.189	119.811	12.711	1.005	1.483	85
50%	38.603	6.207	9.286	154.772	16.445	1.170	1.873	108
75%	**42.741**	8.111	11.009	183.492	19.572	1.564	2.441	159
90%	47.536	**12.012**	**12.157**	**202.620**	**24.560**	**1.853**	**2.829**	**184**
95%	51.041	15.516	12.985	216.413	27.079	2.024	2.938	273

Tab. A.4 – *Definizione delle portate e dei carichi inquinanti di punta per il periodo estivo (giugno-settembre).*

f.c.	portata [$m^3\ d^{-1}$]	SST [$kg\ d^{-1}$]	BOD_5 [$kg\ d^{-1}$]	BOD_5 [AE]	COD [$kg\ d^{-1}$]	NH_4-N [$kg\ d^{-1}$]	N_{tot} [$kg\ d^{-1}$]	P_{tot} [$kg\ d^{-1}$]
25%	35.783	5.106	8.935	148.923	14.875	1.162	1.648	121
50%	39.429	6.973	10.879	181.314	19.070	1.367	1.792	154
75%	**41.127**	9.992	13.199	219.981	22.580	1.631	2.233	192
90%	44.268	**14.648**	**14.554**	**242.560**	**26.688**	**1.825**	**2.517**	**246**
95%	45.925	16.066	16.121	268.691	30.582	1.964	2.781	261