



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



GRUPPO DI LAVORO
GESTIONE IMPIANTI DI DEPURAZIONE
Università di Brescia



58^a Giornata di studio di Ingegneria Sanitaria – Ambientale

Razionalizzazione del monitoraggio di impianti di depurazione

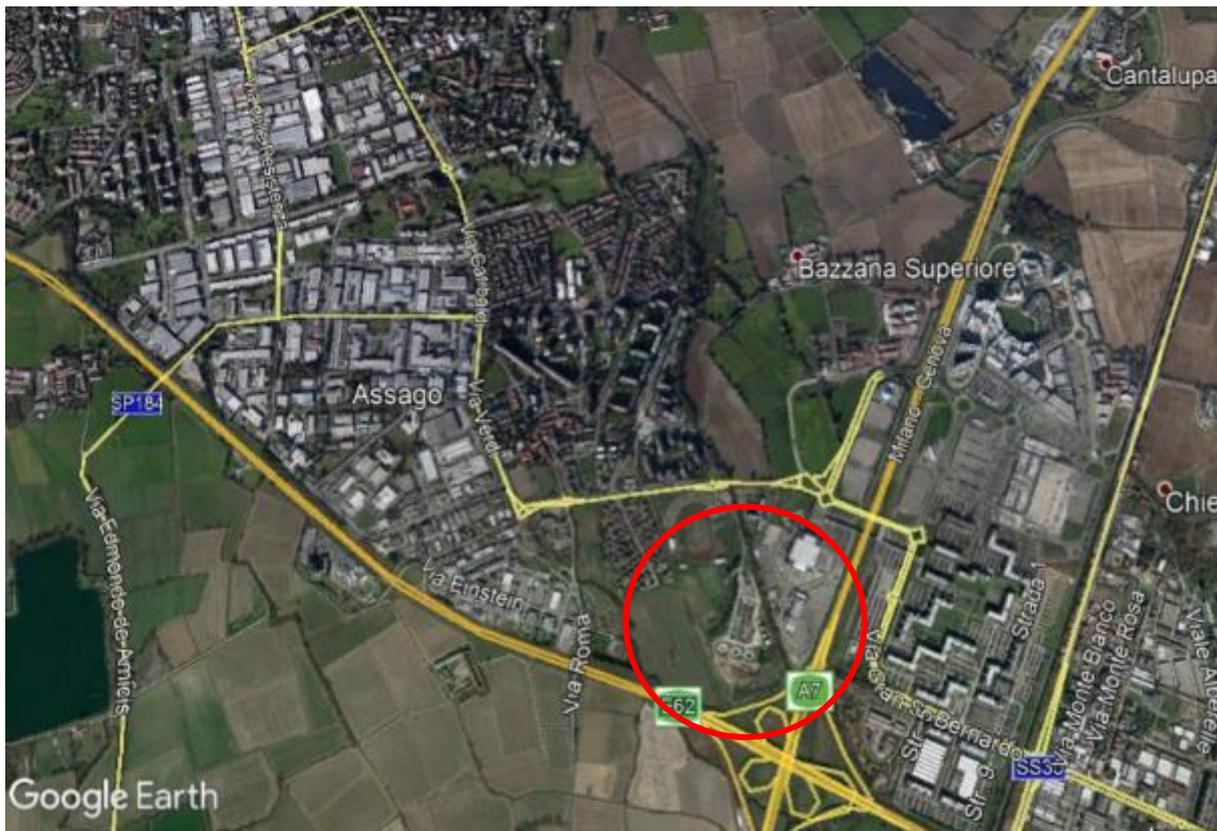
MONITORAGGIO E COLLAUDO FUNZIONALE: UN CASO DI STUDIO

Alessandro Abbà (Università di Brescia)

Diego Tagliani (CAP Holding SpA),

Verona, 23 ottobre 2019

L'impianto di depurazione di Assago: inquadramento



L'impianto, messo in esercizio nel 1985, è adibito al trattamento dei reflui provenienti dai comuni di **Assago**, **Buccinasco**, **Corsico** e **Cesano Boscone**

- Progettazione ed esecuzione dei lavori di **ampliamento** e **adeguamento** dell'impianto di depurazione (2014)
- Potenzialità: 105.000 AE → 160.000 AE
- Adeguamento limiti allo scarico R.R. n. 3/2006

Interventi effettuati

- Introduzione di un **trattamento biologico a membrane (MBR)**
- Inserimento di una sezione di **grigliatura finissima** (a valle della dissabbiatura-disoleatura) a protezione del comparto MBR
- **Ampliamento** della sezione di **ossidazione biologica** con la **costruzione di due nuove linee** e il **revamping delle tre linee esistenti**
- Introduzione della sezione di **pre-denitrificazione** sfruttando i volumi delle tre linee di sedimentazione primaria
- Introduzione di una sezione di **defosfatazione chimica** mediante cloruro ferrico
- Introduzione di una nuova sezione di **pre-ispessimento dinamico** dei fanghi
- Costruzione di una nuova sezione di **stabilizzazione aerobica** dei fanghi in sostituzione della digestione anaerobica
- Realizzazione di una linea di **trattamento dell'aria esausta** di processo estratta dai pre-trattamenti e dai trattamenti biologici

Configurazioni impiantistiche



Configurazione pre-interventi

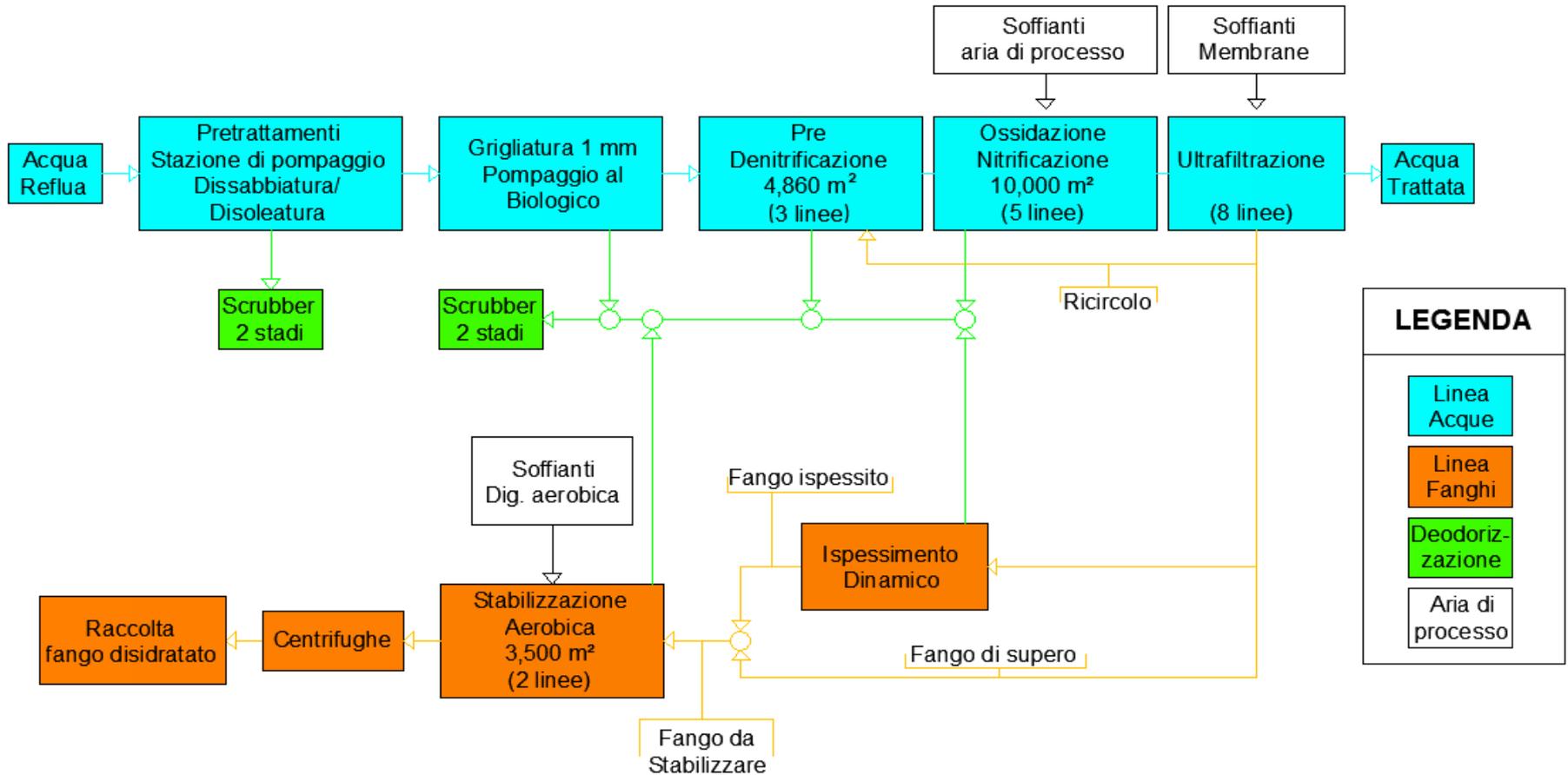
(processo a fanghi attivi
con sedimentazione primaria)



Configurazione post-interventi

(processo MBR
con pre-denitrificazione)

Schema di trattamento attuale



Dati di progetto e limiti allo scarico

Parametro	u.m.	Valore di progetto
POTENZIALITÀ		
Popolazione equivalente	AE	160.000
PORTATE		
Portata media nera calcolata (q24c)	m ³ /h	1.684
Coefficiente di punta oraria su q24c	-	1,5
Portata acque parassite (diluizione)	m ³ /h	417
Portata media nera totale (q24t)	m ³ /h	2.101
Portata max oraria nera influente	m ³ /h	2.943
Portata max pioggia influente	m ³ /h	5.000
CARICHI INQUINANTI		
SST	kg/d	9.600
BOD ₅	kg/d	9.600
COD	kg/d	19.200
Azoto totale	kg/d	1.920
Fosforo totale	kg/d	240

Obiettivi di progetto

Parametro	U.M.	Valore atteso
SST	mg/l	5 ⁽¹⁾
BOD ₅	mg/l	10 ⁽¹⁾
COD	mg/l	60 ⁽¹⁾
Fosforo Totale	mg/l	1 ⁽²⁾
Azoto Totale	mg/l	10 ⁽²⁾
Escherichia coli	UFC/100ml	500 ⁽³⁾

(1) Valore riferito alla media ponderata giornaliera

(2) Valore riferito alla media ponderata annuale

(3) Valore riferito al campione prelevato dopo disinfezione



Parametro	u.m.	S1.1		S1.3
		Cavo Borromeo e Roggia Bordona		Riuso diretto
		Periodo irriguo	Restante periodo	
SST	mg/L	10	15	10
COD	mg/L	100	60	100
BOD ₅	mg/L	20	10	20
Azoto totale	mg/L	15	10	15
Ammonio (NH ₄ ⁺)	mg/L	2	-	2
Fosforo totale	mg/L	2	1	2
<i>E.Coli</i>	UFC/100mL	100 [^]	5.000	100 [^]

[^] valore puntuale max; nell'80% dei casi deve essere inferiore a 10.

Comparto biologico

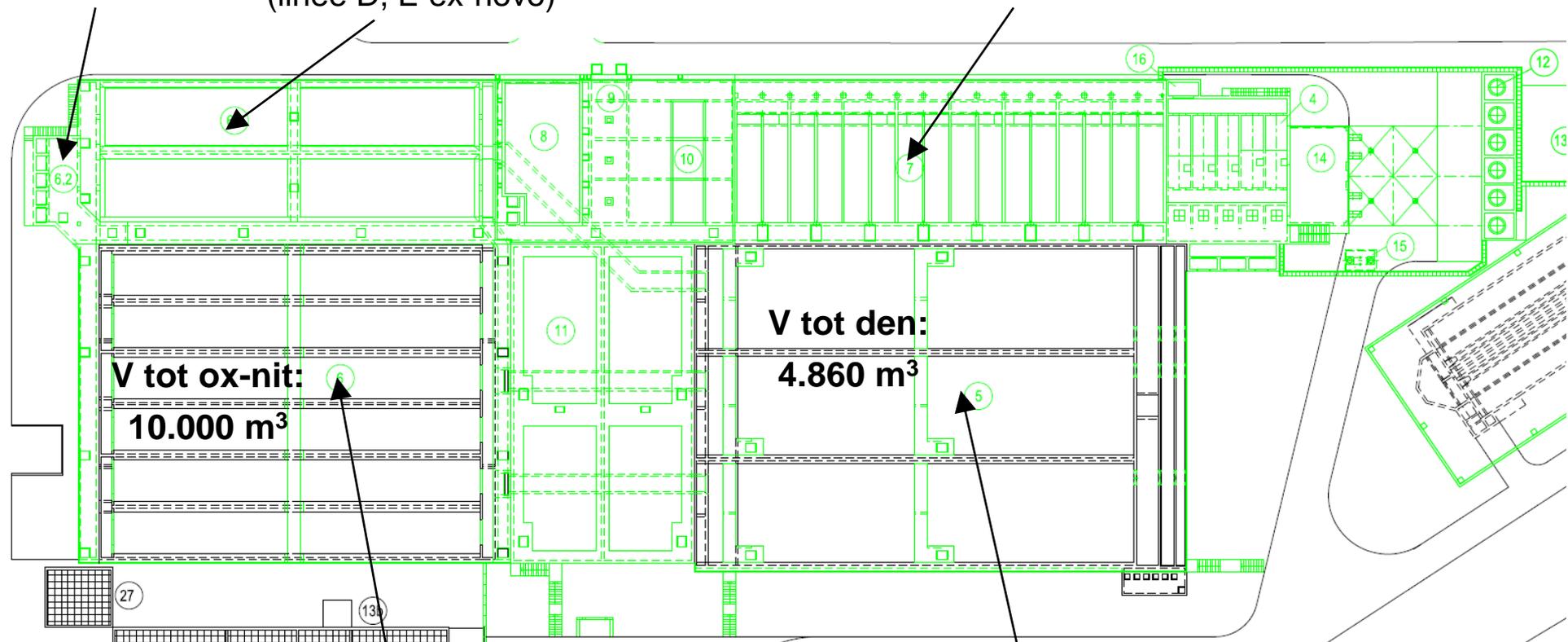
Pompe di
ricircolo ML

OX-NIT

(linee D, E ex-novo)

Membrane UF

(8 linee)



V tot ox-nit:
10.000 m³

V tot den:
4.860 m³

OX-NIT

(linee A, B, C esistenti
adeguate)

DEN

(linee A, B, C – ex
sedim. prim.)

Membrane di ultrafiltrazione



Membrane GE ZeeWeed® 500d

8 treni, 10 cassette per treno (ampliabile a 12)

$$S = 1.650 \text{ m}^2/\text{cassetta} \rightarrow$$

$$S_{\text{tot}} = 132.000 \text{ m}^2$$

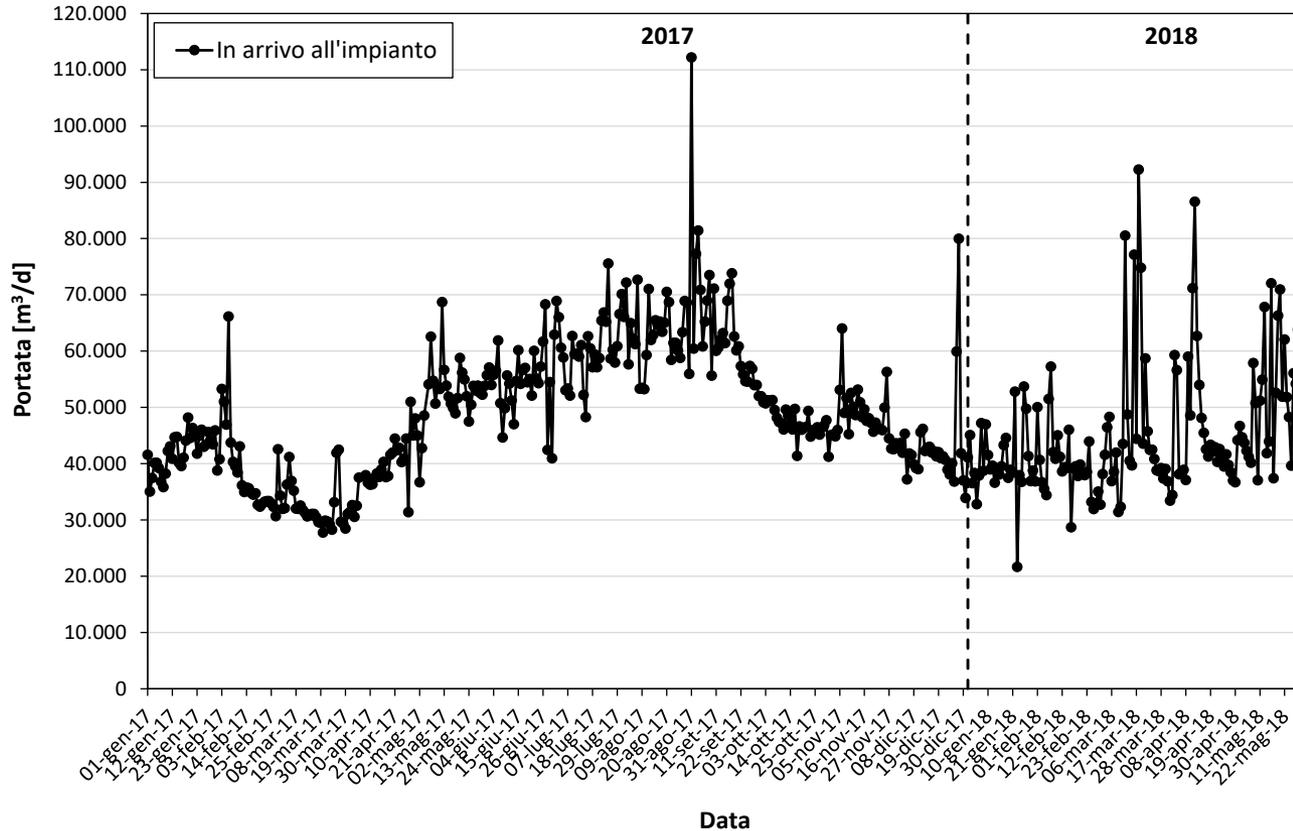
$$Q_{\text{med}} = 2.300 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (flusso netto } 17,4 \text{ L/m}^2\text{h)}$$

$$Q_{\text{max}} = 5.200 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (flusso netto } 39,4 \text{ L/m}^2\text{h)}$$



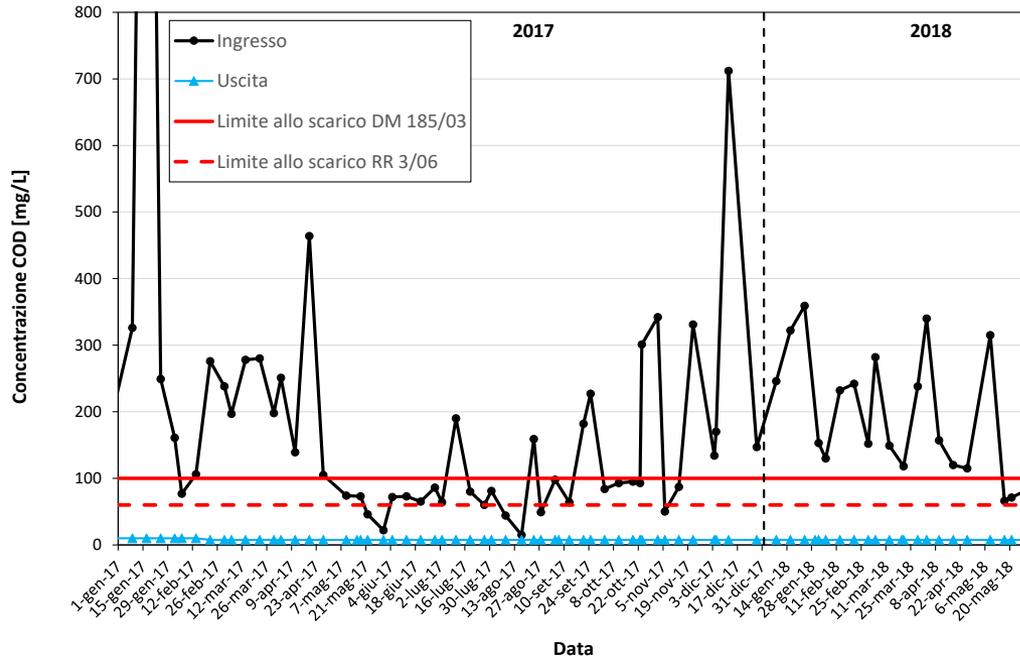
MONITORAGGIO

Analisi dei dati gestionali – Portata in ingresso

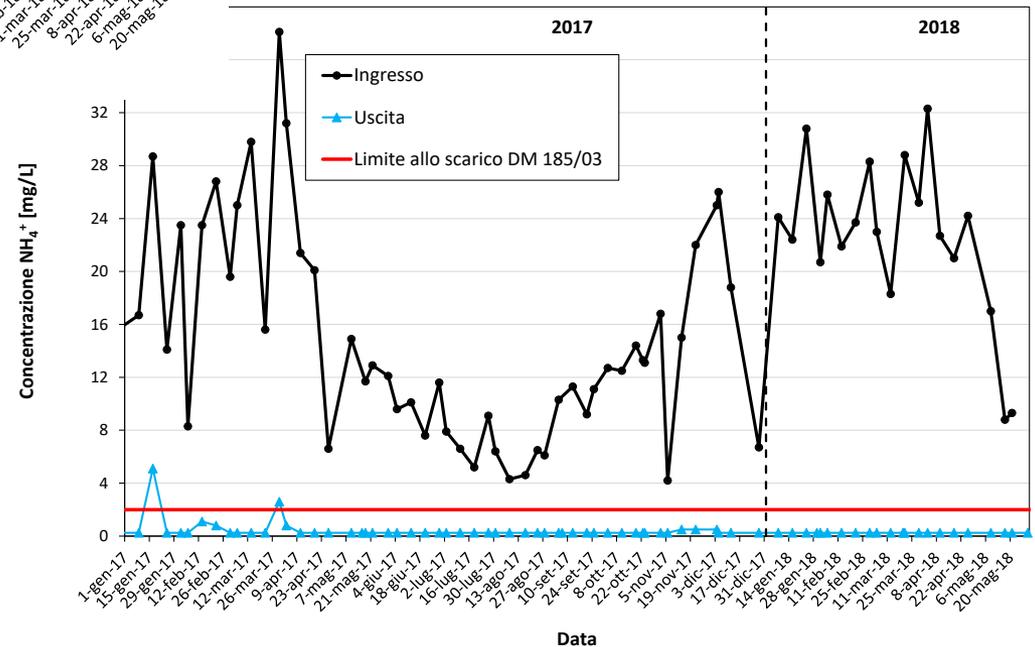


- Luglio - Settembre: media **64.000 m³/d** (punte > **100.000 m³/d**)
- Nel restante periodo dell'anno: **35.000 - 50.000 m³/d**
- Presenza (nel periodo irriguo) di **acque parassite** che vengono convogliate all'impianto di depurazione

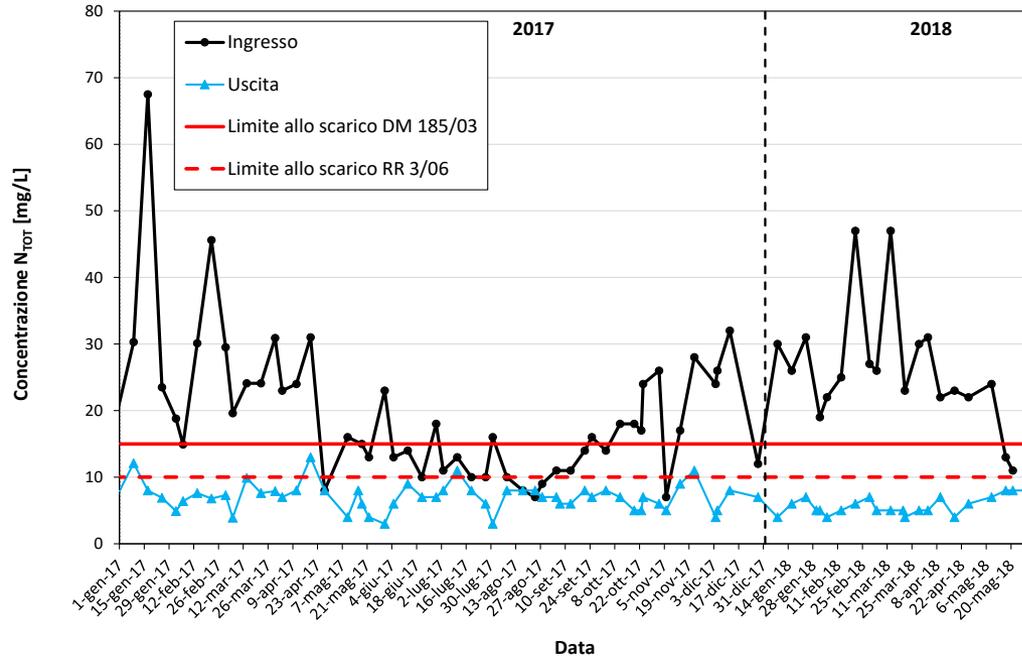
Analisi dei dati gestionali - Concentrazioni



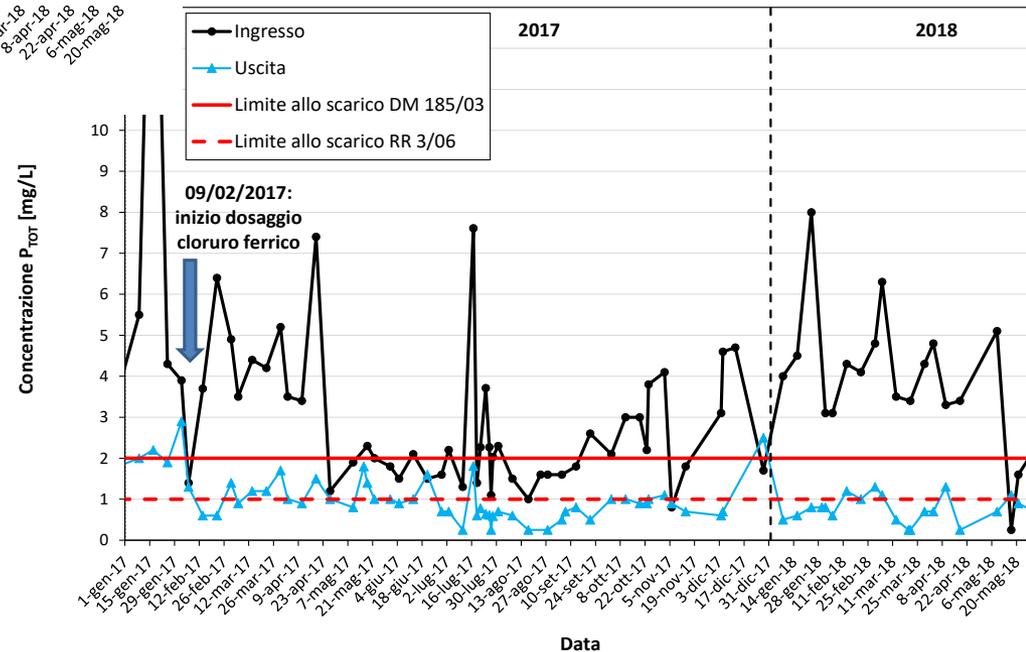
- **COD** praticamente sempre inferiore a 15 mg/L
- **Nitrificazione** molto buona



Analisi dei dati gestionali - Concentrazioni



- N_{TOT} : valore medio al di sotto di 10 mg/L
- P_{TOT} : dopo un periodo iniziale di messa a punto del dosaggio ottimale, valore medio al di sotto di 1 mg/L



Prestazioni depurative

Parametro		Periodo di riferimento			
		Gen 2017- ½ Apr 2017	½ Apr 2017- ½ Sett 2017	½ Sett 2017- Mag 2018	Apr 2017- Mag 2018
COD	Carico IN [kg/d]	8.369	4.239	9.510	7.960
	Carico OUT [kg/d]	390	570	376	458
	Rendimento [%]	95	87	96	94
BOD ₅	Carico IN [kg/d]	5.336	2.552	5.472	4.530
	Carico OUT [kg/d]	229	234	199	219
	Rendimento [%]	96	91	96	95
SST	Carico IN [kg/d]	5.929	2.965	5.739	4.757
	Carico OUT [kg/d]	148	237	187	200
	Rendimento [%]	98	92	97	96
N _{TOT}	Carico IN [kg/d]	955	689	1.073	929
	Carico OUT [kg/d]	304	447	320	367
	Rendimento [%]	68	35	70	61
Nitrif.	Rendimento [%]	83	92	97	96
Denitrif.	Rendimento [%]	68	24	62	50
P _{TOT}	Carico IN [kg/d]	159	119	164	145
	Carico OUT [kg/d]	52	54	42	47
	Rendimento [%]	67	55	74	68

PRESTAZIONI DEPURATIVE 2015 [%]

	COD	BOD ₅	Nitrificaz	Denitrificaz	N _{TOT}	P _{TOT}
feb-giu 2015	73	89	35	-	20	30
lug-sett 2015	63	89	64	-	11	5
ott-dic 2015	68	88	58	-	8	11

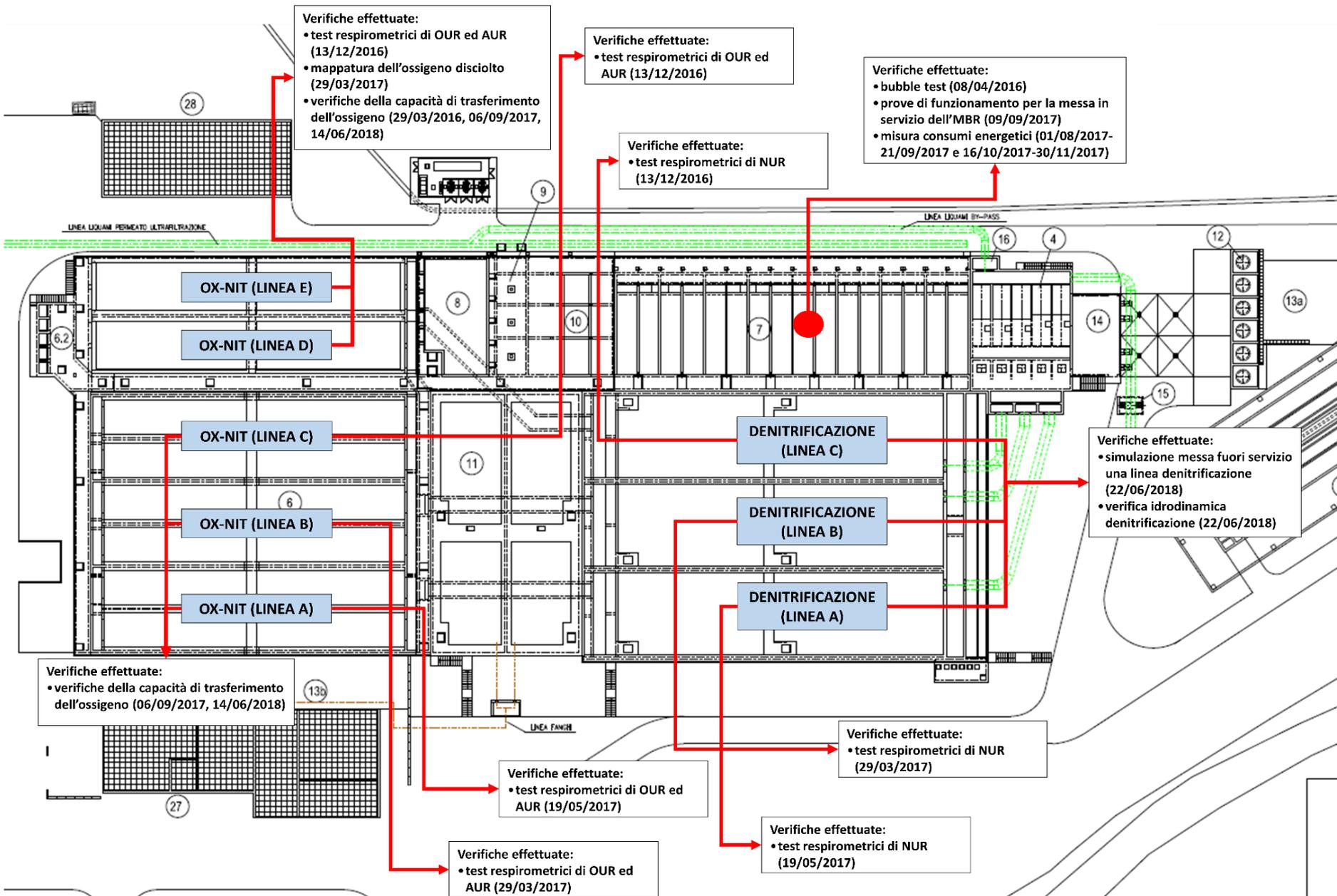
Pre-interventi

PROVE DI COLLAUDO

Prove di collaudo funzionale in corso d'opera

- Sopralluogo operativo dell'Organo di Collaudo presso il magazzino di stoccaggio delle membrane di ultrafiltrazione
- Prove di commissioning turbosoffianti aria scuotimento membrane (Piller)
- Prove di commissioning grigliatura finissima
- Prove di commissioning membrane UF
- Prove di commissioning sulla sezione dell'addensamento dinamico
- Rilevazione dei consumi energetici delle turbosoffianti aria di scuotimento membrane – periodo «estivo» e periodo «invernale»
- Prove di disidratabilità del fango e prove sul circuito di aspirazione dell'aria per l'invio a trattamento tramite **scrubber**
- Verifica idrodinamica sul comparto di denitrificazione e simulazione della messa fuori servizio di una linea di denitrificazione
- Prove di verifica dell'illuminazione e della corretta pendenza della pavimentazione nel comparto dissabbiatura
- Prove sul comparto biologico

Prove di collaudo sul comparto biologico



Prove respirometriche

- Effettuazione di prove respirometriche (OUR, AUR, NUR):

CONFIGURAZIONE FANGHI ATTIVI	Liquame in ingresso	Endogeno
OUR [mgO ₂ /(g _{SSV} h)]	13,3	9,5
AUR [mgN/(g _{SSV} h)]*	0,6	-

CONFIGURAZIONE MBR	Liquame in ingresso			Endogeno	
	DEN (linea C)	OX-NIT (linea C)	OX-NIT (linee D+E)	OX-NIT (linea C)	OX-NIT (linee D+E)
OUR [mgO ₂ /(g _{SSV} h)]	-	11,2	12,3	2	2,4
AUR [mgN/(g _{SSV} h)]*	-	1,9	1,8	-	-
NUR [mgN/(g _{SSV} h)]**	1,4	-	-	-	-

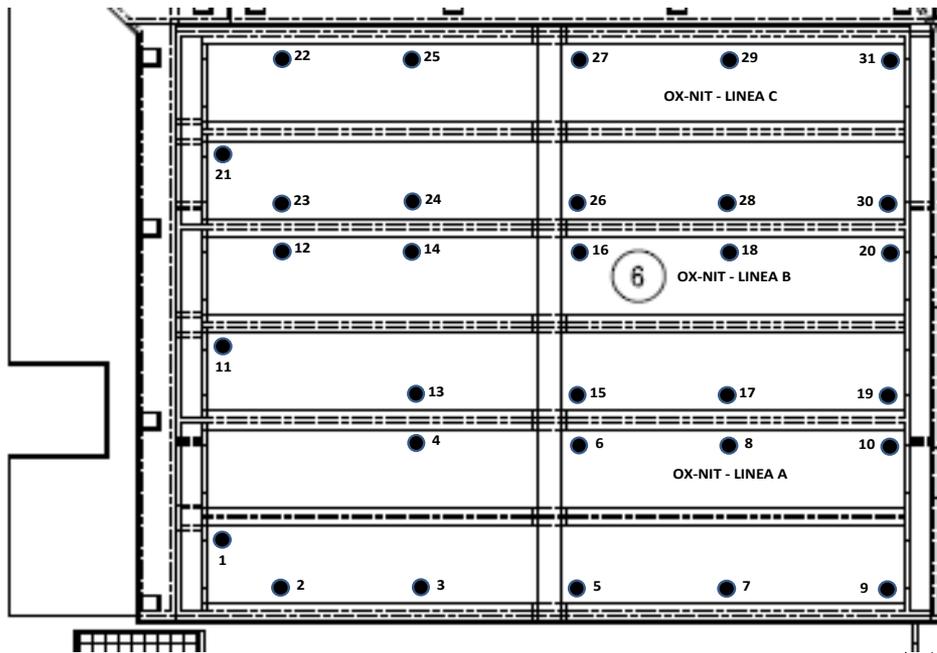
* Aggiunta di azoto ammoniacale; ** Aggiunta di azoto nitrico e saccarosio

CONFIGURAZIONE MBR	Liquame in ingresso			CONFIGURAZIONE MBR	Liquame in ingresso		
	DEN (linea B)	OX-NIT (linea B)	OX-NIT (linea B)		DEN (linea A)	OX-NIT (linea A)	OX-NIT (linea A)
OUR [mgO ₂ /(g _{SSV} h)]	-	29,8	2,7	OUR [mgO ₂ /(g _{SSV} h)]	-	13,5	2,2
AUR [mgN/(g _{SSV} h)]*	-	1,64	-	AUR [mgN/(g _{SSV} h)]*	-	1,6	-
NUR [mgN/(g _{SSV} h)]**	1,1	-	-	NUR [mgN/(g _{SSV} h)]**	1,6	-	-

- Effettuazione di prove respirometriche (OUR) su acqua di ammollo membrane:

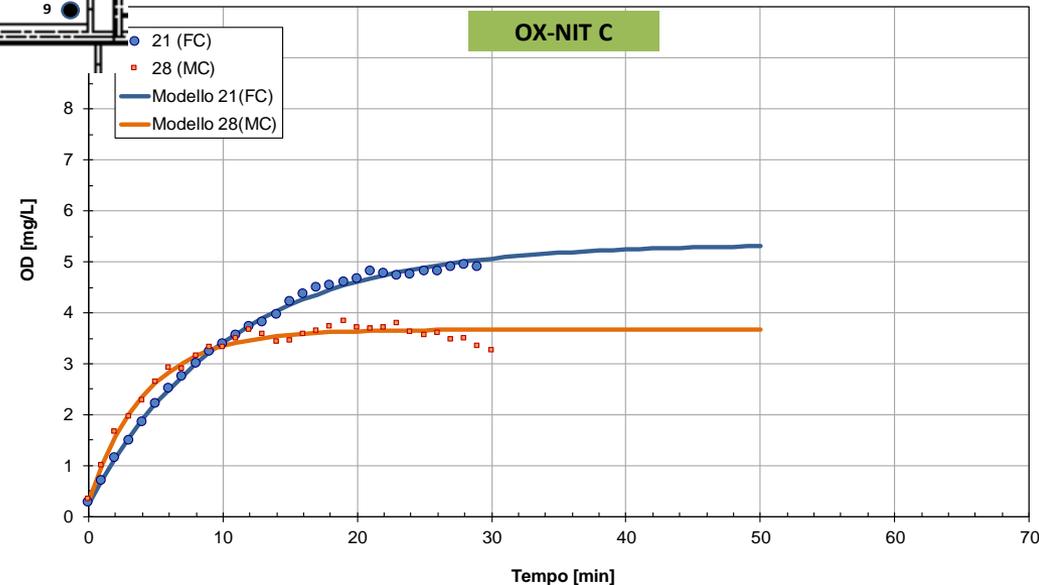
- COD = 4.920 mg/L
- OUR_{TQ} = 17,6 mgO₂/(g_{SSV} h); OUR_{1:2} = 16,1 mgO₂/(g_{SSV} h)

Capacità di trasferimento dell'ossigeno 1/2



- **Mappatura OD** (scelta dei punti di prova)
- **Prova in condizioni dinamiche:**
 - spegnimento sistema fornitura ossigeno
 - attesa di raggiungere OD ~ 0
 - riaccensione sistemi di aerazione e registrazione OD nel tempo

- **Calcolo K_{La}** (coefficiente globale di trasferimento dell'ossigeno)
- **Calcolo K_{La} in condizioni standard**



Capacità di trasferimento dell'ossigeno 2/2

	Volume [m ³]	O.C. _{ST} [kgO ₂ h ⁻¹]
Linea A	2.074	79,63
Linea B	516	67,70
	1.558	349,99
Linea C	1.224	126,06
	850	211,97
Linea D	1.260	143,95
	630	64,30
Linea E	945	105,57
	945	161,35
TOTALE	10.002	1.311

- Calcolo quantitativo di ossigeno fornito in condizioni standard (OC_{ST})
- Confronto con il fabbisogno di ossigeno da parte della biomassa (**1.267 kgO₂/h**)

Calcolo **rendimento di trasferimento dell'ossigeno in condizioni standard (SOTE)**. I valori si attestano a:

- **21%** per quanto riguarda le linee A, B e C
 - **21,2%** per le linee D ed E
- In linea con i valori di progetto

Più basso del valore di progetto →
concentrazioni di biomassa piuttosto elevate nei comparti (12,8 e 12,2 gSST/L)

Grazie per l'attenzione!

Alessandro Abbà
alessandro.abba@unibs.it

Diego Tagliani
Diego.Tagliani@gruppcap.it

