

PROVINCIA DI BRESCIA
COMUNE DI BAGOLINO

NUOVO DEPURATORE A SERVIZIO
DEL COMUNE DI BAGOLINO

HEUREIN - Ingegneria e Territorio
Studio Professionisti Associati

40133 Bologna - Via Emilia ponente, 88
Tel. 051.388744 - Fax. 051.388772
Piva 03864810373
e-mail: heurein.segreteria@gmail.com

HEUREIN



Francesco Gradilone

5					
4					
3					
2					
1	12/2019	Seconda emissione	Ing. Francesco Gradilone	Ing. Francesco Gradilone	
0	02/2019	Prima emissione	Gradilone	Gradilone	-
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

DESCRIZIONE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CONTENUTO

Relazione Generale

NOME FILE R0009 Cronoprogramma.docx			DISEGNO NUM.			
SCALA	COMMESSA	NUM. PROGETTO	TIPO DOC.	NUMERO	PARTI	REVISIONE
	ACI-3321-018-IE-60AF27AA	P0181501	PRPR	R0002		00

Il presente documento non potrà essere copiato riprodotto o altrimenti duplicato in tutto o in parte senza autorizzazione scritta d A2A Ciclo Idrico S.p.A.

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
1.1	ASSETTO FOGNARIO E DEPURATIVO	3
1.2	IL DEPURATORE ESISTENTE	3
1.2.1	LE PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO	4
2	FUNZIONALITÀ DEL DEPURATORE ESISTENTE.....	7
2.1	PORTATE TRATTATE	7
2.1.1	LE MEDIE MENSILI	7
2.1.1.1	La correlazione con gli eventi di pioggia	8
2.1.2	LE VARIAZIONI ORARIE in tempo secco e di pioggia	9
2.2	PARAMETRI AGGREGATI DI INQUINAMENTO	10
2.2.1	PARAMETRI IN INGREGGO ALL'IMPIANTO	10
2.2.2	PARAMETRI IN USCITA DALL'IMPIANTO	12
2.2.3	RENDIMENTI DI DEPURAZIONE E BILANCI DI MASSA.....	14
2.2.3.1	Rendimenti di depurazione e rispetto dei limiti di emissione	14
2.2.3.2	Bilanci di massa.....	15
2.2.3.2.1	Precisazioni sulle portate esposte	16
3	STIMA DEI CARICHI INQUINANTI DI PROGETTO.....	18
3.1	CENNI DEMOGRAFICI.....	19
3.2	CARICHI INQUINANTI STIMATI E RILEVATI IN CAMPO	21
3.3	CARICHI INQUINANTI STIMATI NEL CASO DI DELOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	23
4	OBIETTIVI PROGETTUALI	25
5	IPOTESI PROGETTUALI.....	27
5.1	I DATI DI INPUT PROGETTUALE.....	27
5.2	IPOTESI I – RISTRUTTURAZIONE DEL DEPURATORE ESISTENTE	28
5.2.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	28
5.2.2	I REQUISITI ALLO SCARICO ATTESI	31
5.2.3	I BILANCI ENERGETICI E GESTIONALI ATTESI	32
5.3	IPOTESI II – DELOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.....	34
5.3.1	IL SITO INDICATO E LA SUA IDONEITÀ'	36
5.3.2	IPOTESI II-A – NUOVO IMPIANTO A FANGHI ATTIVI (CAS)	38
5.3.2.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	38
5.3.2.2	I REQUISITI ALLO SCARICO ATTESI	40
5.3.2.3	I BILANCI ENERGETICI E GESTIONALI ATTESI	41
5.3.3	IPOTESI II-B – NUOVO IMPIANTO A BIOMASSA ADESA IN LETTO MOBILE (MBBR).....	43
5.3.3.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	43
5.3.3.2	I REQUISITI ALLO SCARICO ATTESI	46
5.3.3.3	I BILANCI ENERGETICI E GESTIONALI ATTESI	47
6	DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO TESTA IMPIANTO.....	49
7	I COSTI DI INVESTIMENTO RICHIESTI.....	56
8	IL CONFRONTO ENERGETICO E GESTIONALE TRA LE SOLUZIONI.....	56

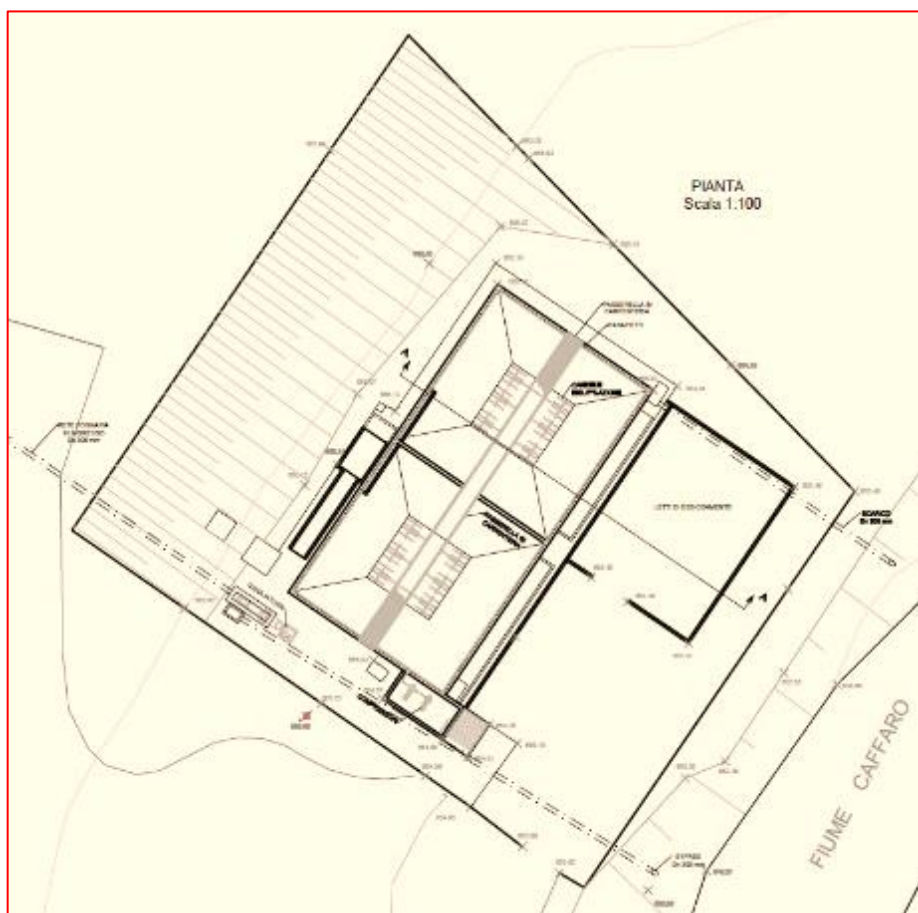
1 PREMESSA

1.1 ASSETTO FOGNARIO E DEPURATIVO

L'agglomerato di Bagolino, posto sulle prime appendici delle Alpi, conta circa 2.140 abitanti residenti, ed è interessato da una significativa presenza turistica; sia in strutture alberghiere che extra alberghiere, come anche in seconde case. Esso è dotato di rete fognaria mista che serve l'intero Centro abitato e recapita in un impianto di depurazione dotato di una potenzialità nominale di circa 3.000 A.E.

1.2 IL DEPURATORE ESISTENTE

Trattasi di un impianto a Fanghi Attivi costituito da due vasche in parallelo, con fondo tronco conico, in cui avvengono tutti i processi biologici e la stessa chiarificazione. Trattasi di una sorta di "Aerazione Intermittente (o Cicli Alternati)" singolare, in cui manca una vera e propria sezione di chiarificazione, che viene ottenuta alternativamente in una o l'altra vasca interrompendo l'erogazione dell'aria e facendo sedimentare i fanghi creando una lama chiarificata in superficie che stramazza nell'effluente. L'impianto dispone di grigliatura in testa. I volumi disponibili sono circa 800 m³. Per la linea fanghi si dispone di soli letti di essiccamento; ma in pratica il fango di supero viene estratto periodicamente ed allontanato con autobotte.



Depuratore Esistente

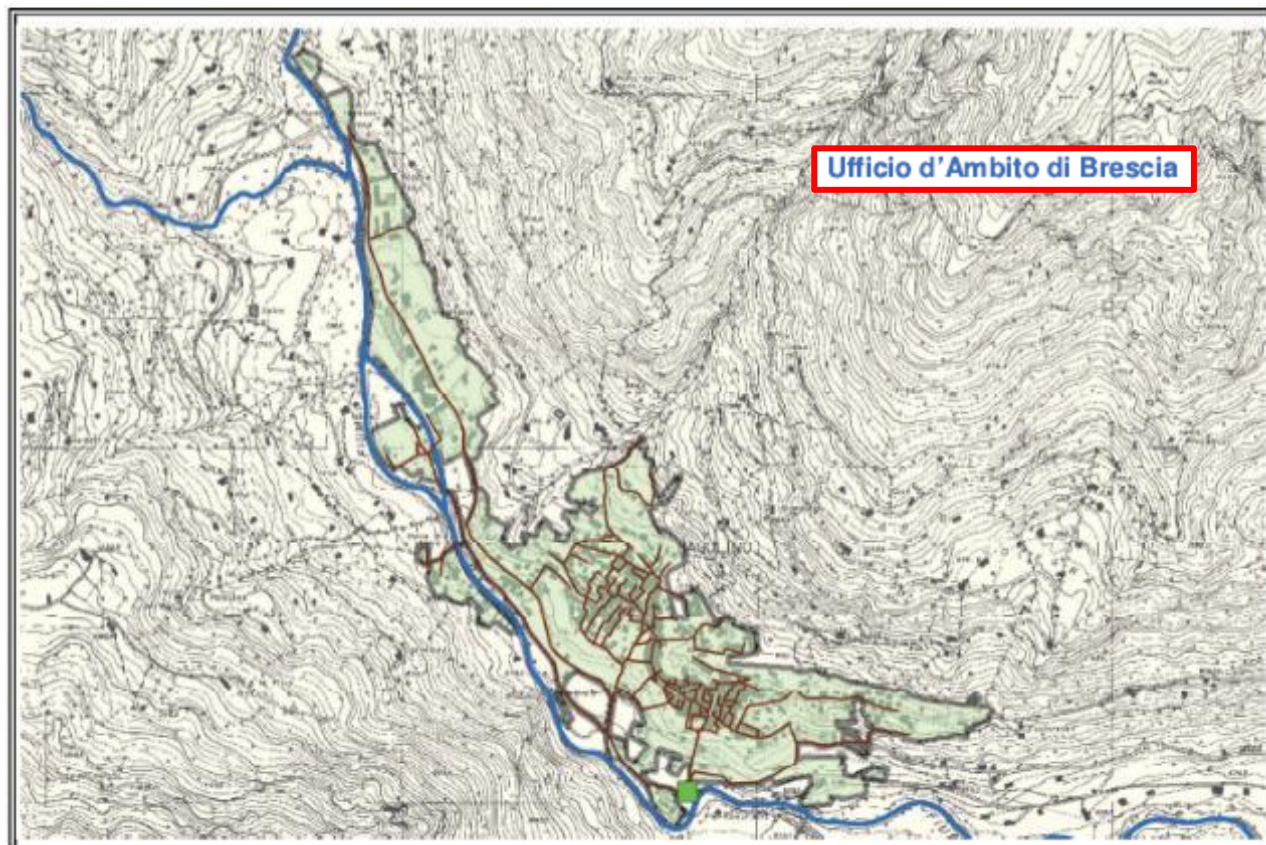
1.2.1 LE PREVISIONI DEL PIANO D'AMBITO

Il Piano d'Ambito stima un carico inquinante generato pari a circa **5.200** presenze, di cui il 50% riferibile a presenze fluttuanti. Il medesimo strumento

Si riporta di seguito un estratto del Piano d'Ambito.

AG01701001 - BAGOLINO

INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO
SCALA: 1:20.000



PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AGGLOMERATO

Carico generato dall'agglomerato:	5.184	AE		
di cui: domiciliati/residenti	2.331	AE	(fonte dati ARPA, Domiciliati 2013)
fluttuanti	2.586	AE	(fonte dati SECOVAL, dati catastali 2013, dati censimento dei posti letto delle strutture alberghiere e complementari 2013)
industriali	267	AE	(fonte dati Attività autorizzate dall'UATO Brescia risultanti attive alla data di novembre 2015)

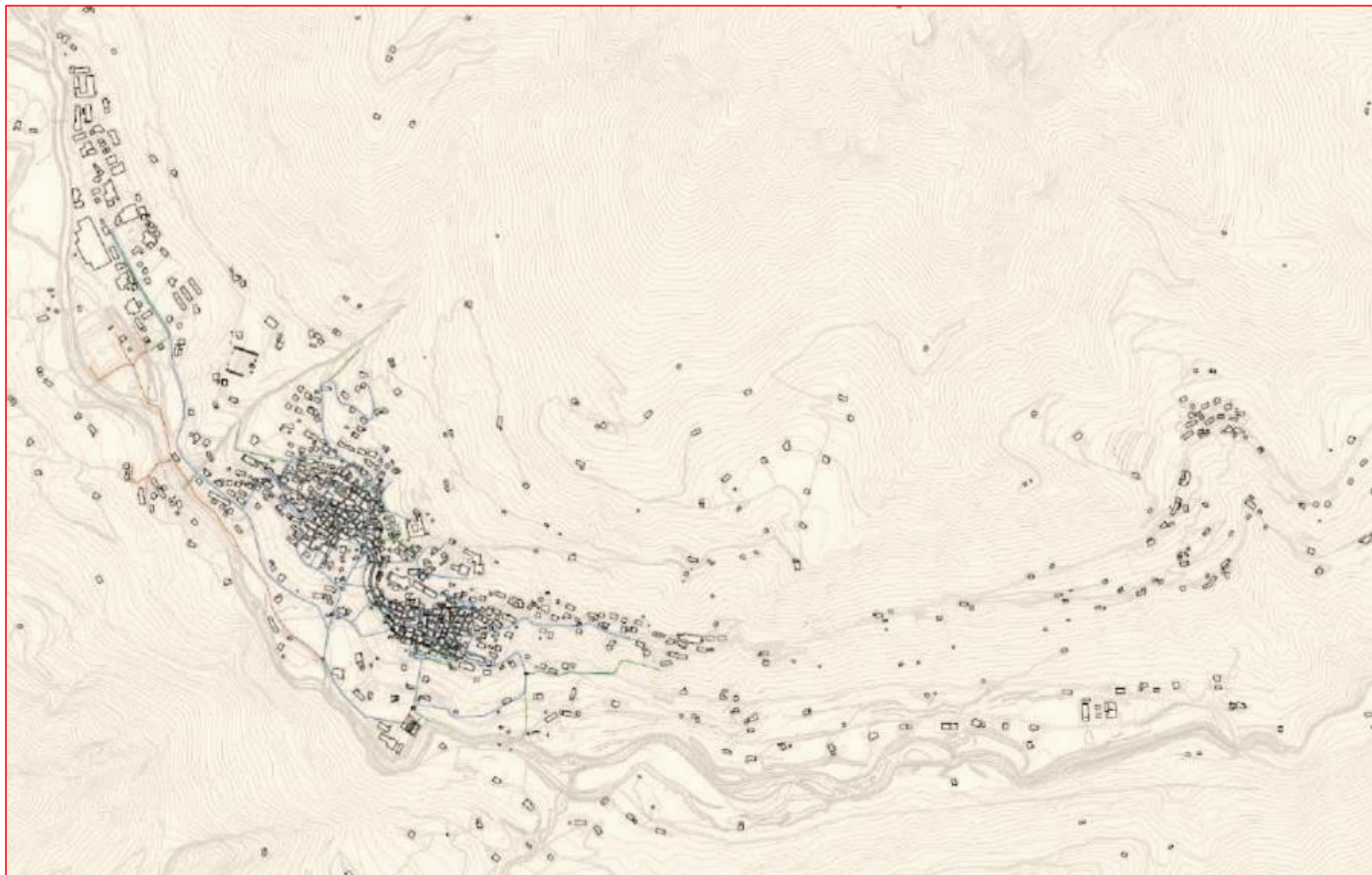
Percentuale del carico generato convogliato mediante rete fognaria convenzionale	99,34	%
di cui: - carico depurato con uno o più impianti di trattamento convenzionali	99,34	%
- carico non trattato e scaricato in ambiente	0,00	%
Percentuale del carico generato convogliato tramite sistemi individuali o altri sistemi adeguati	0,66	%

Il Piano evidenzia una esigenza di potenziare la struttura depurative, ritenuta inadeguata a trattare i carichi di punta, come riportato testualmente. Viene inoltre segnalata una forte diluizione dei liquami trattati.

FABBISOGNO INFRASTRUTTURALE INDIVIDUATO

L'impianto di depurazione, seppur conforme dal punto di vista del rispetto dei limiti allo scarico, è sufficiente a trattare il carico organico della popolazione residente (bassa stagione), mentre però nella settimana di punta con il carico fluttuante al 100% risulta essere sottodimensionato. Si potrebbe ipotizzare un adeguamento anche se due linee, tuttavia non sembra essere uno degli interventi più urgenti a livello d'ambito.

Vi è un'altra criticità rilevata presso l'impianto di depurazione ma legata al sistema fognario: si sospetta una situazione di commistione delle acque bianche (torrenti montani) con le fognature comunali in quanto è stato registrato, in passato, un BOD5 medio molto più basso di quello che sarebbe il carico civile non di punta.



Schema delle reti fognarie esistenti

2 FUNZIONALITÀ DEL DEPURATORE ESISTENTE

Sono stati analizzati i referti analitici disponibili dal marzo 2004 al giugno 2018 (circa 77 referti). Per le portate si aveva a disposizione le medie mensili comprese tra il gennaio 2004 ed il giugno 2018. Per l'esame delle variazioni orarie sono state analizzate le portate orarie registrate nei mesi di agosto e settembre del 2018, in cui ricadevano anche eventi in tempo di pioggia. L'esame dei dati disponibili ha restituito un quadro significativo dei dati progettuali da porre a base progettuale, per le elaborazioni che seguiranno.

2.1 PORTATE TRATTATE

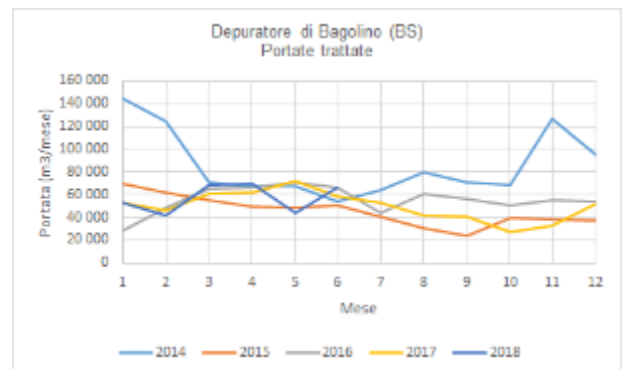
2.1.1 LE MEDIE MENSILI

La tabella allegata riepiloga le portate medie mensili registrate dal 2014 al 2018.

Dal loro esame si evidenzia innanzitutto una disomogeneità macroscopica con quanto registrato nel 2014 e gli anni successivi. È evidente che dopo quell'anno sono stati effettuati interventi nella rete fognaria che ne hanno modificato la funzionalità. Anche il grafico che si allega evidenzia la circostanza. Pertanto, nel prosieguo i dati del 2014 non verranno presi in considerazione.

Sistematizzando i dati compresi dal 2015 al 2018, si evidenzia che la portata media trattata nell'impianto è di circa 67,5 m³/h, con lievi variazioni tra estate ed inverno (con questi termini si intende: - **Estate** da giugno a settembre compresi; - **Inverno** il resto dei mesi), al che, se sono 5.184 le presenze medie annuali, si otterrebbe un afflusso specifico in fognatura di **312,5 litri pro capite**: valore eccessivamente elevato come media annuale anche considerando che i consumi turistici sono più elevati di quelli domestici. Anche considerando la natura mista delle fognature il valore appare eccessivamente alto (in genere, su base annua tale contributo è dell'ordine del 12 – 15%). Pertanto, si ricercano correlazioni con gli eventi di pioggia.

Mese	2014	2015	2016	2017	2018
gennaio	193,9	94,1	37,6	71,2	71,6
febbraio	167,5	83,3	65,4	61,9	55,4
marzo	94,6	73,8	87,0	81,9	91,9
aprile	90,8	66,7	88,9	82,5	93,0
maggio	90,2	64,6	94,7	96,5	58,6
giugno	72,7	67,7	88,5	78,7	88,6
luglio	86,1	54,1	59,2	71,2	
agosto	107,4	40,8	82,2	56,0	
settembre	94,5	32,6	75,7	53,9	
ottobre	91,8	53,4	68,1	36,5	
novembre	169,8	51,8	74,5	44,4	
dicembre	128,6	50,1	72,7	70,1	
Media	115,7	61,1	74,5	67,1	76,5
Meridiana	94,5	59,3	75,1	70,6	80,1
Minimo	72,7	32,6	37,6	36,5	55,4
Massimo	193,9	94,1	94,7	96,5	93,0
Media Invernale	128,4	67,2	73,6	68,1	74,1
Media Estiva	90,2	48,8	76,4	65,0	88,6



Mese	Portata Media	Portata Minima	Portata Massima	Precipitazioni Medie "Chiese"	Temperatura Media (°C)
gennaio	68,6	37,6	94,1	66	-0,8
febbraio	66,5	55,4	83,3	59	1,2
marzo	83,6	73,8	91,9	85	5,0
aprile	82,8	66,7	93,0	119	9,3
maggio	78,6	58,6	96,5	141	13,3
giugno	80,9	67,7	88,6	130	16,9
luglio	61,5	54,1	71,2	116	19,5
agosto	59,7	40,8	82,2	115	18,7
settembre	54,1	32,6	75,7	119	15,7
ottobre	52,7	36,5	68,1	143	10,5
novembre	56,9	44,4	74,5	133	4,6
dicembre	64,3	50,1	72,7	78	0,5
Medie annuali	67,5	51,5	82,7	109	9,5
Medie invernali	69,2	52,9	84,3	103	5,5
Medie estive	64,0	48,8	79,5	120	17,7

2.1.1.1 La correlazione con gli eventi di pioggia

Come in tutte le zone montuose, la piovosità è molto variabile da un luogo all'altro. Si ritiene di ritenere significativa la piovosità media mensile dell'intero bacino del F. Chiese, nel cui territorio si colloca il centro abitato di Bagolino. La tabella successiva riepiloga i dati delle varie stazioni meteorologiche di misura e le medie su tutto il bacino.

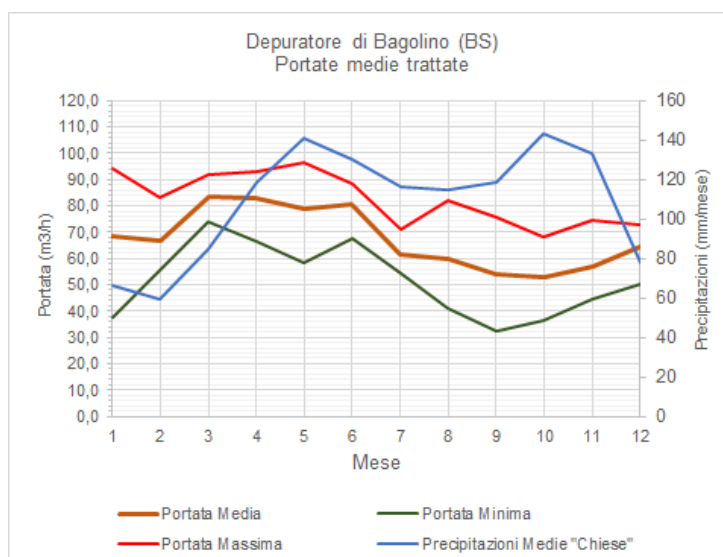
Tabella 45. Dati pluviometrici di sintesi e confronto con i valori indicati nel PGUAP.

Codice	Stazione	Gen [mm]	Feb [mm]	Mar [mm]	Apr [mm]	Mai [mm]	Giu [mm]	Lug [mm]	Ago [mm]	Set [mm]	Ott [mm]	Nov [mm]	Dic [mm]	Annuo [mm]
	Media PGUAP Chiese	66	59	85	119	141	130	116	115	119	143	133	78	1.303
156	Malga Bissina (1792 m slm)	68,2	40,4	125,6	115,3	196,4	139,0	179,0	170,5	108,8	189,3	326,2	80,7	1739,0
157	Malga Boazzo (1200 m slm)	78,7	48,8	99,2	76,2	172,2	143,3	98,2	152,2	98,6	190,9	407,3	71,4	1636,7
158	Ponte Murandin (720 m slm)	97,8	32,2	144,6	112,8	171,0	132,7	110,1	134,3	120,6	168,7	371,5	64,1	1660,4
203	Forte D'Ampola (735 m slm)	46,5	43,7	90,5	79,7	130,9	103,9	117,4	110,5	78,1	158,9	231,9	82,3	1274,2
204	Bezzecca (698 m slm)	39,5	43,2	92,7	78,8	134,6	131,6	107,9	131,2	78,3	179,7	247,0	73,3	1337,8
354	Tremalzo (1560 m slm)	58,2	37,8	112,0	111,7	152,7	134,1	136,3	115,9	76,1	189,1	263,6	70,7	1458,2
373	Malga Bissina (1750 m slm)	36,0	58,8	60,1	95,0	124,5	89,2	147,3	136,7	84,1	142,6	167,9	93,6	1235,6
82	Storo (384 m slm)	28,2	47,4	57,7	83,2	97,8	102,7	115,6	105,2	67,4	156,8	189,7	87,9	1139,3

Sono state quindi comparate le portate medie mensili con la relativa piovosità, come riportato nel grafico allegato.

Si può notare una analogia nell'andamento delle portate al Depuratore e della curva della piovosità; ma con alcune precisazioni:

- Un appiattimento della curva delle portate, rispetto all'andamento delle piogge;
- Un minimo nelle portate nei mesi di settembre – ottobre, anche se genericamente il mese di ottobre appare il più piovoso

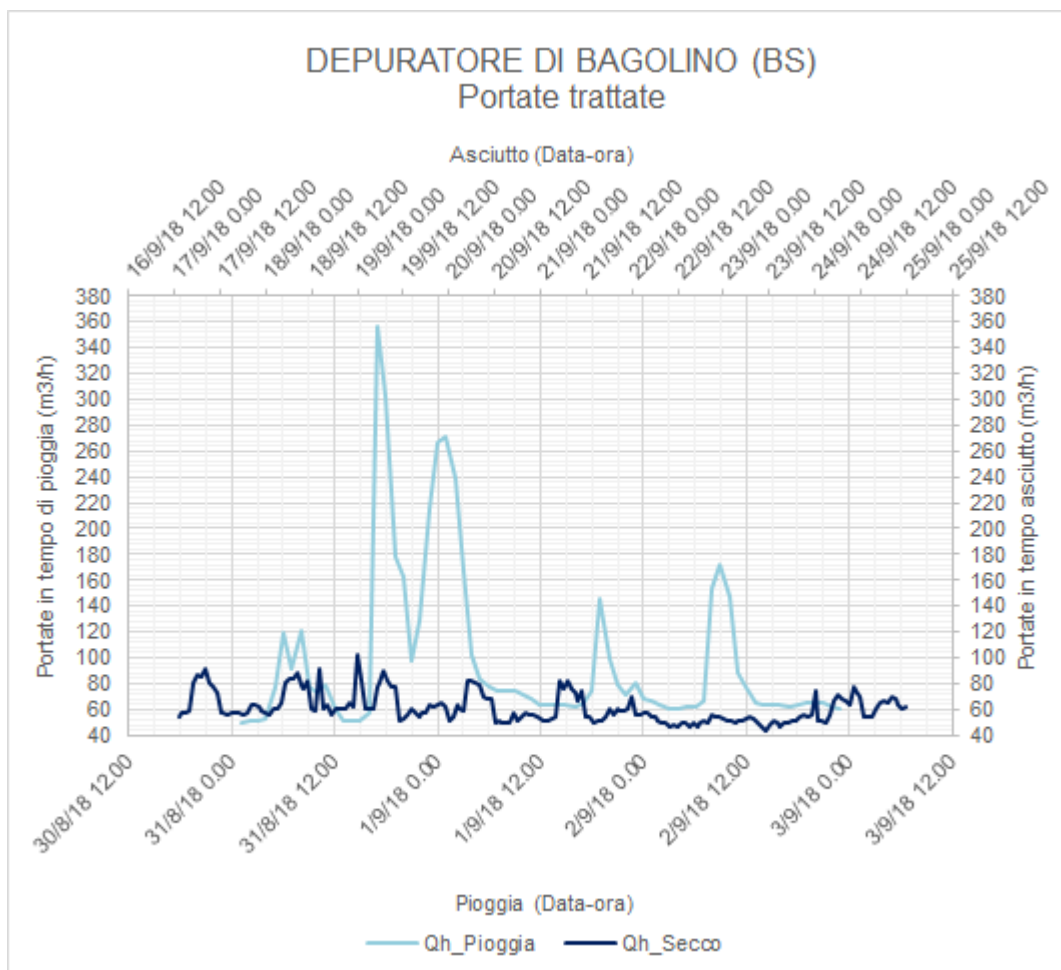


Queste rilevanze portano ad ipotizzare che le reti fognarie drenano non solo le acque di pioggia (la fognatura è mista), ma che vi possa essere la **presenza anche di acque parassite**.

2.1.2 LE VARIAZIONI ORARIE IN TEMPO SECCO E DI PIOGGIA

Sono state esaminate le portate trattate nel Depuratore in un arco temporale molto breve (quasi tutto il mese di settembre 2018. Ma i dati riscontrati appaiono molto significativi.

I dati che sono stati trasmessi dalla Gestione si riferiscono a misure medie ogni 15 minuti; essi sono stati sistematizzati ed espressi come medie orarie e sono riportati nel grafico seguente.



I valori di sintesi sono riepilogati nella tabella. Innanzi tutto, si nota che in tempo di pioggia i valori medi di periodo della portata trattata nell'impianto aumenta di quasi il 60%. **In tempo secco** la punta oraria assume un **coefficiente pari a 1,68**.

	Portate al Depuratore (m3/h) - TEMPO asciutto	Coeff. di punta	Portate al Depuratore (m3/h) - TEMPO di pioggia	Coeff. di punta rispetto al secco
Media	61,2	1,00	97,3	1,59
Minimo	44,0	0,72	50,0	0,82
Max	102,7	1,68	357,0	5,83

Questo valore, leggermente basso rispetto a quanto si riscontra in reti fognarie della stessa dimensione, sembra confermare la presenza di acque parassite che vengono drenate.

In **tempo di pioggia** nell'impianto vengono trattate portate pari a quasi **sei volte** la portata media in tempo secco. e questo è certamente un valore troppo elevato per qualsiasi tipologia depurativa, in

modo specifico per un processo a biomassa adesa, che può certamente condurre ad un dilavamento della biomassa presente con inevitabile trascinamento di solidi nell'effluente scaricato.

2.2 PARAMETRI AGGREGATI DI INQUINAMENTO

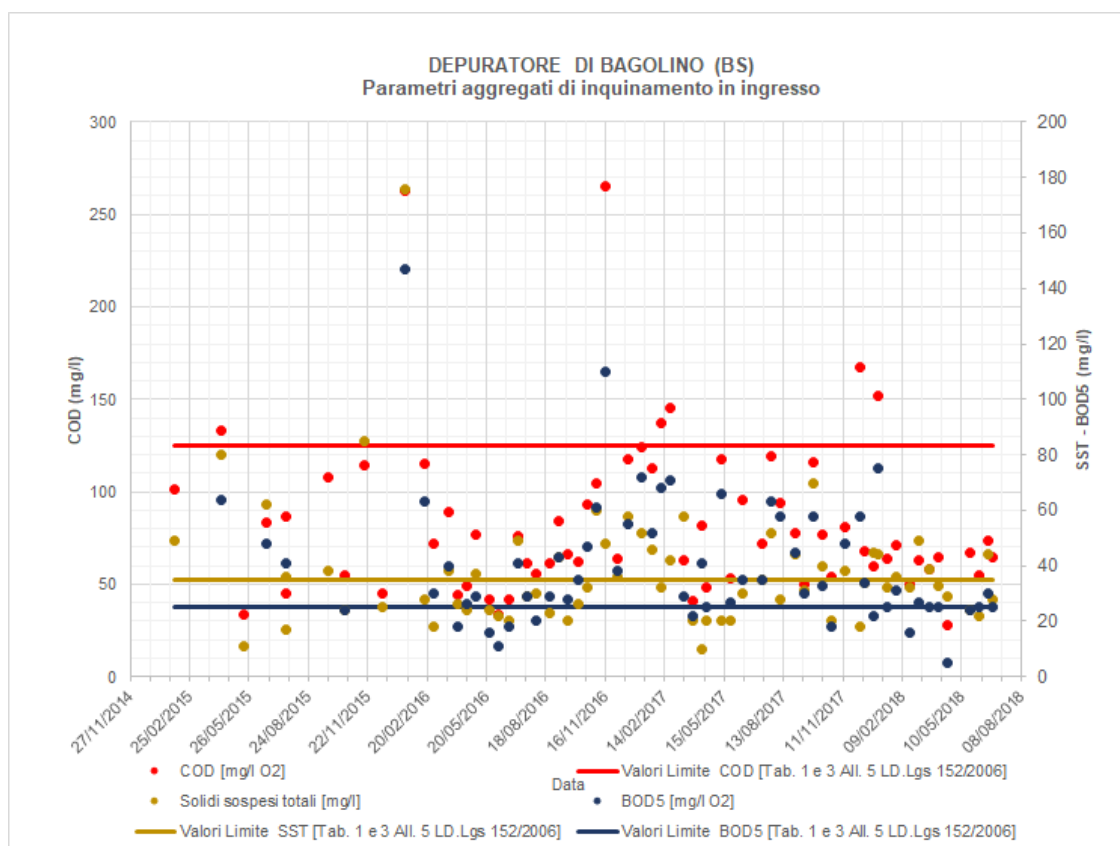
Il campione esaminato comprende il periodo 03/02/2015 – 27/06/2018 per i dati in ingresso; ed il periodo 27/01/2014 – 28/06/2018 per i dati in uscita dall'impianto. I dati relativi al 2014 sono stati scartati dall'analisi dei dati in ingresso per la maggiore diluizione rispetto agli anni seguenti, come già accennato nel precedente paragrafo.

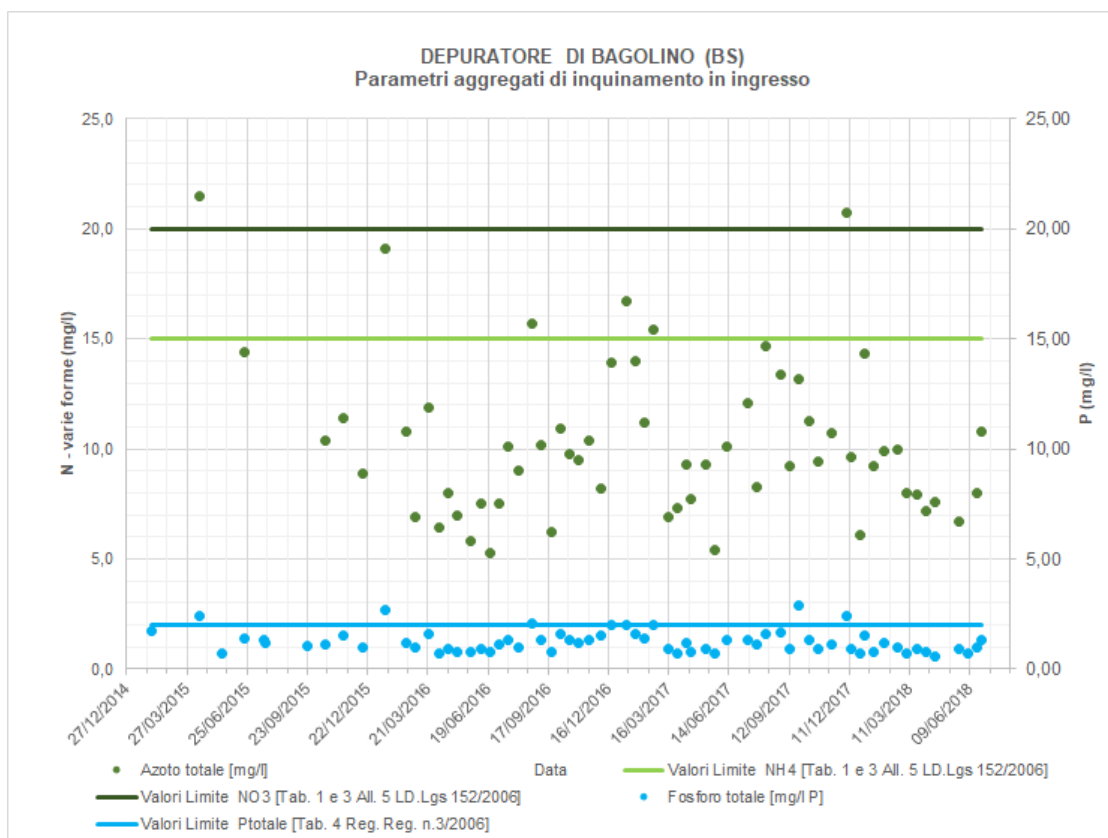
2.2.1 PARAMETRI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO

I valori dei parametri aggregati di inquinamento che si riscontrano nei liquami da sottoporre a depurazione presentano concentrazioni molto diluite, in sintonia con la natura delle reti fognarie e la paventata presenza di acque parassite. I valori di sintesi sono appresso riepilogati.

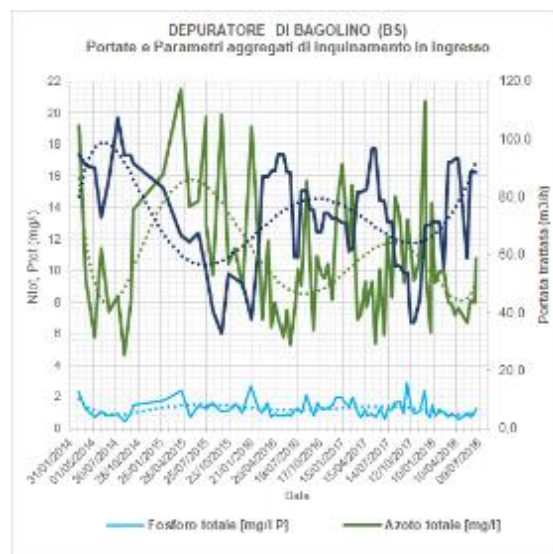
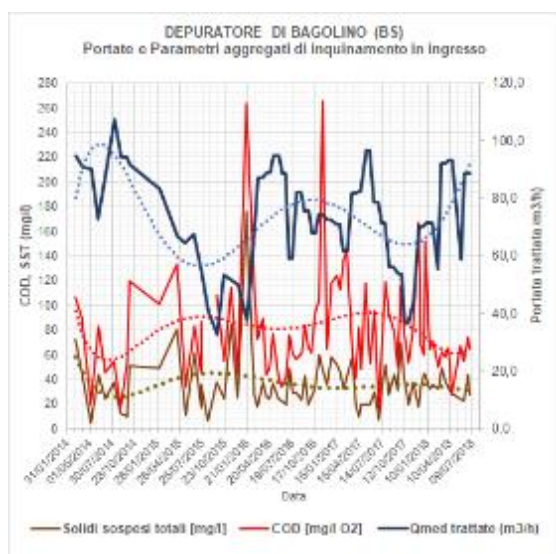
Trattasi in genere di liquami con una significativa presenza della componente azotata, con un rapporto Carbonio Azoto pari a 6,7 - 7,7 a fronte di valori di riferimento in letteratura di 10.

INGRESSI										
	Solidi sospesi totali [mg/l]	BOD ₅ [mg/l O ₂]	COD [mg/l O ₂]	COD / BOD ₅	COD / SST	Fosforo totale [mg/l P]	Azoto totale [mg/l]	Azoto ammoniacale [mgNH ₄ -l]	NH ₄ + Ntot	TKN / COD
Media annuale	37	40	84	2,25	2,52	1,2	10,3	6,779	0,486	0,135
Mediana	32	33	72	2,12	2,08	1,1	9,6	6,8		
Dev. Standard	23	24	44			0,5	3,6	2,8		
75° Percentile	44	54	105	1,96	2,39	1,5	11,7	8,2		
Media Invernale	39	42	89	2,29	2,66	1,2	10,3	6,4	0,476	0,130
75° Percentile	45	56	107			1,5	11,9	8,3		
Media Estiva	35	36	74	2,17	2,22	1,3	10,3	7,6	0,512	0,148
75° Percentile	44	51	103			1,4	11,4	8,3		

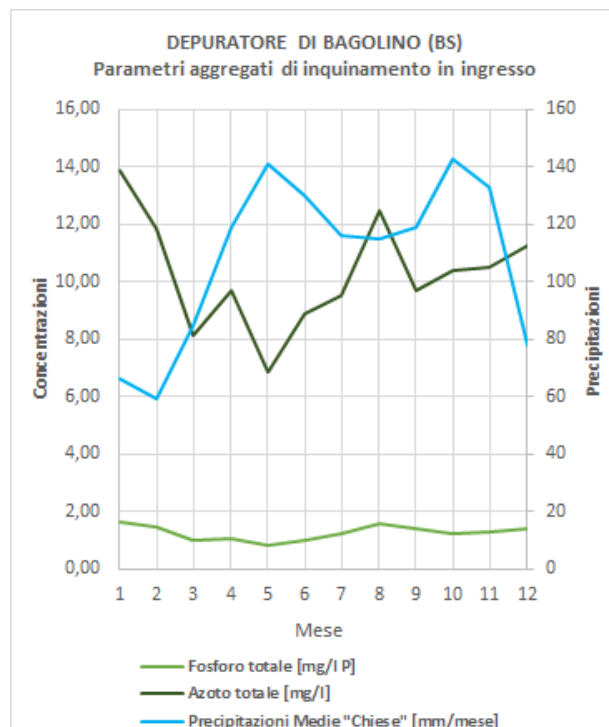
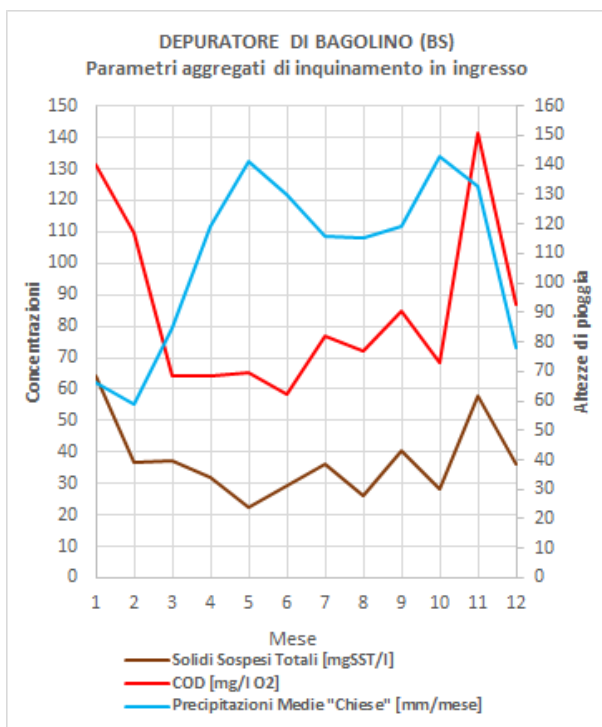




Trattasi quindi di liquami che generalmente non presentano una buona attitudine a sviluppare efficaci processi di denitrificazione biologica, anche per la forte diluizione presente. La forte diluizione è presumibile che rallenti tutti i processi di depurazione. Per il resto trattasi di liquami di natura assolutamente civile con ottimo livello di biodegradabilità. Tutti i rapporti evidenziati nella tabella precedente sono in linea con quanto si riscontra usualmente in Italia, ed in vero anche per la forte presenza di azoto. I diagrammi allegati riportano i valori puntuali riscontrati co i limiti di Legge in uscita dall'impianto. Si può osservare che per i limiti di COD, Azoto e Fosforo quanto registrato è per il più delle volte inferiore ai valori di riferimento richiesti in uscita.



La loro concentrazione è in correlazione con le portate in arrivo all'impianto, come ben evidenziato nei due grafici precedenti. Mentre nei due grafici che seguono sono state evidenziate le concentrazioni medie mensili e la piovosità media.



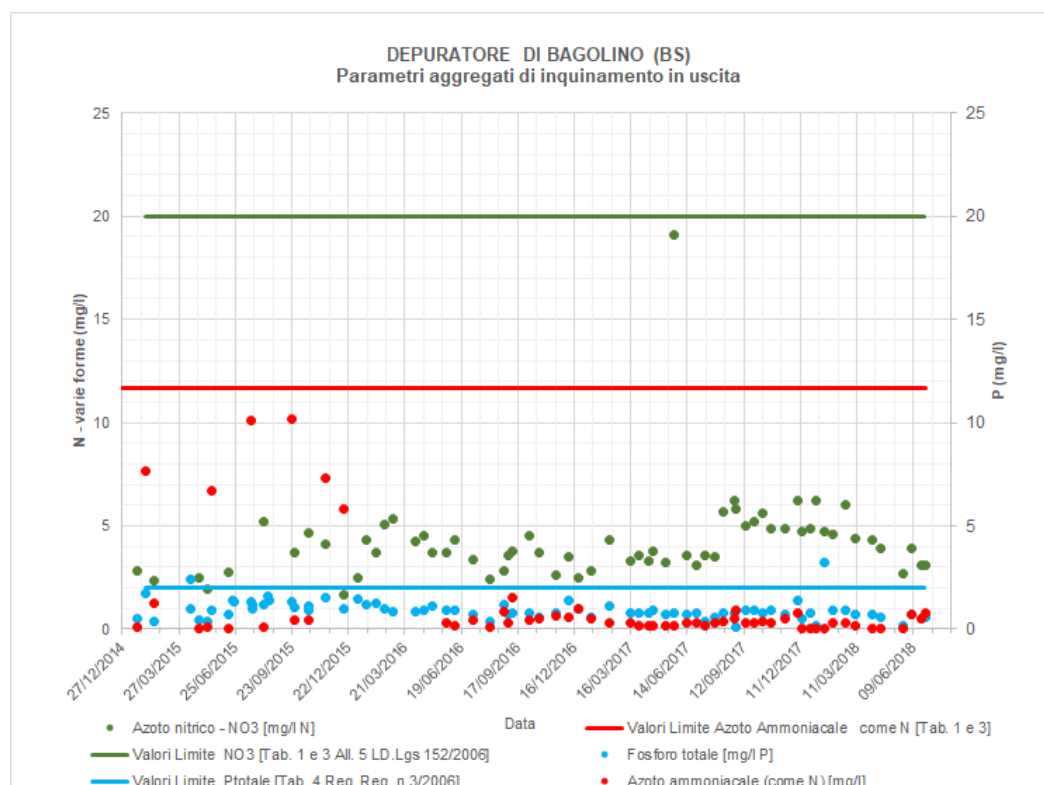
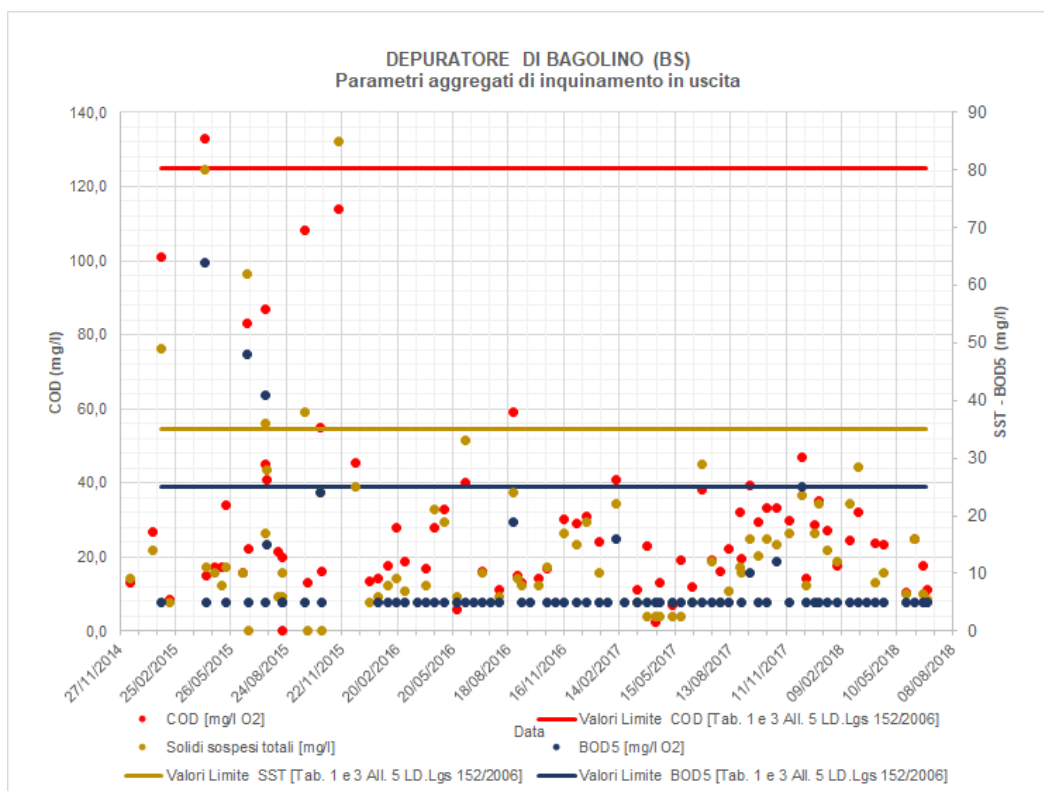
Anche al solo esami visivo si evidenzia subito la forte correlazione che esiste tra la piovosità e le modeste concentrazioni riscontrate nei parametri aggregati di inquinamento veicolate dalle **reti fognarie che evidentemente non dispongono di un adeguato sistema di regimentazione e deviazione delle acque di pioggia verso un più opportuno recettore superficiale.**

2.2.2 PARAMETRI IN USCITA DALL'IMPIANTO

La tabella successiva sintetizza i parametri statici del campione esaminato. Si possono evidenziare solo sporadici superamenti dei valori da rispettare per i Solidi Sospesi Totali (SST); per questo parametro in almeno il 10% dei casi è possibile rilevare superamenti dei valori prescritti.

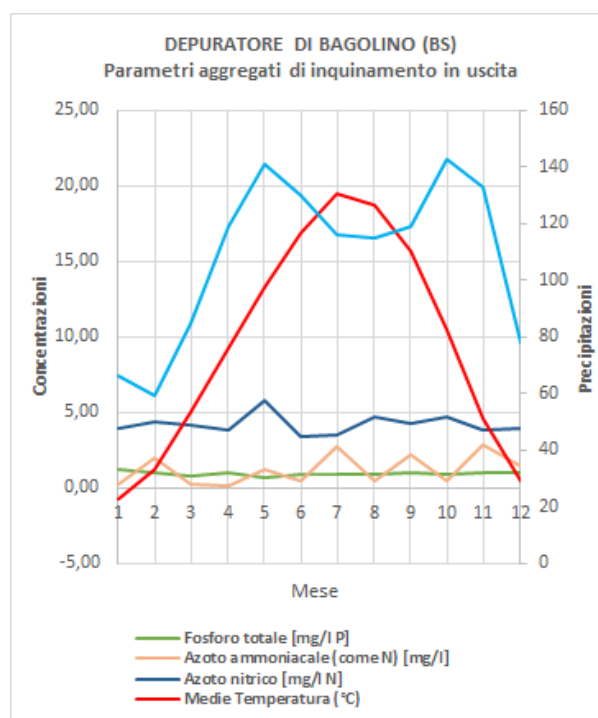
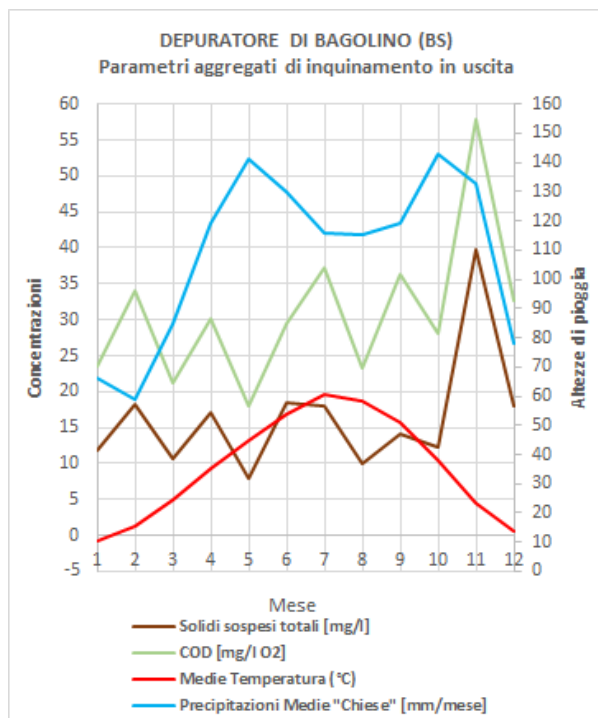
USCITA								
	Solidi sospesi totali [mg/l]	BOD5 [mg/l O2]	COD [mg/l O2]	COD / BOD ₅	Azoto ammoniacale (come N) [mg/l]	Azoto nitrico [mg/l N]	Azoto totale [mg/l]	Fosforo totale [mg/l P]
Media annuale	16	9	31	3,65	1,2	4,0	7,1	0,9
Media Invernale	17	8	31	3,76	1,2	4,1	7,5	0,9
Massimo Invernale	85	64	133		7,7	19,1	22,4	3,2
90° Percentile	37	18	83		5,8	5,7	10,6	1,4
Media Estiva	15	9	32	3,50	1,4	3,9	6,4	0,9
Massimo Estivo	62	48	108		10,2	6,2	14,4	1,6
90° Percentile	33	16	61		5,9	5,7	10,3	1,4

Gli altri superamenti sono solo occasionali, come evidenziato nei due grafici che seguono.



L'esame dei grafici conferma che dopo il 2014 non si sono riscontrati più superamenti nei parametri BOD₅, COD e Solidi Sospesi Totali, le cui problematicità impiantistiche erano riferibili esclusivamente alle eccessive portate in arrivo al depuratore.

I grafici che seguono, in cui sono riportate le medie mensili dei parametri aggregati di inquinamento unitamente alla piovosità ed alle temperature mensili (riferiti agli anni 2015 -2018) non evidenziano alcuna relazione tra eventi meteorici e clima e parametri in ingresso.



2.2.3 RENDIMENTI DI DEPURAZIONE E BILANCI DI MASSA

2.2.3.1 Rendimenti di depurazione e rispetto dei limiti di emissione

Il depuratore di Bagolino ha una potenzialità maggiore di 2.000 ed inferiore a 10.000 A.E. pertanto deve rispettare i limiti di Tab. 4 dell'Allegato B di cui al Regolamento Regionale n. 3, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dicembre 2008 n. 26 che si allega in calce.

Tabella 4 – Valori limite di emissione per gli scarichi di acque reflue urbane provenienti da agglomerati con popolazione equivalente pari o superiore a 2000 abitanti equivalenti recapitati nei laghi e nei relativi bacini drenanti

PARAMETRI [mg/l]	POTENZIALITÀ IMPIANTO [abitanti equivalenti]			
	≥ 2.000 < 10.000	≥ 10.000 < 50.000	≥ 50.000 < 100.000	≥ 100.000
BOD5	25	25	10	10
COD	125	125	60	60
Solidi sospesi	35	35	15	15
Fosforo totale	2	1 [*]	0,5	0,5
Azoto totale	–	15	15	10

[*] Per gli scarichi recapitati nell'area sensibile Lago di Lugano, il limite è ridotto a 0,5 mg/l.

USCITA (anni 2015 - 2018)							
	Solidi sospesi totali [mg/l]	BOD5 [mg/l O2]	COD [mg/l O2]	Azoto ammoniacale (come N) [mg/l]	Azoto nitrico [mg/l N]	Azoto totale [mg/l]	Fosforo totale [mg/l P]
Media annuale	15	8	30	1,1	4,2	7,0	0,9
Media Invernale	16	8	29	1,0	4,3	7,3	0,9
Massimo Invernale	85	64	133	7,7	19,1	22,4	3,2
95° Percentile	52	34	103	7,9	6,2	16,3	1,6
Media Estiva	15	9	31	1,3	4,0	6,4	0,9
Massimo Estivo	62	48	108	10,2	6,2	14,4	1,6
95° Percentile	37	25	85	8,0	6,2	14,1	1,5

Da un confronto tra i parametri misurati in uscita ed i limiti massimi allo scarico riportati nella citata tabella si deduce che i pochissimi superamenti registratesi dei limiti di Norma attengono essenzialmente alla **fuga di fanghi**, e con una frequenza di circa il 5% (**poco meno di 2 volte all'anno**). Per la precisione i parametri coinvolti nella mancata regolarità sono i Solidi e conseguentemente BOD₅ e COD, insieme a Fosforo ed Azoto, per la parte contenuta nei fanghi stessi (circa il 12% in peso di azoto per mg di SSV, e circa 3 – 5% per il fosforo).

Ma ai sensi del D. Lgs 152/2006 l'impianto almeno per **SST, BOD₅ e COD**, deve rispettare le percentuali di riduzione di cui alla Tab.1 dell'All.5 alla parte III del Decreto, che si riporta in calce, unitamente ai rendimenti che mediamente si registrano nell'impianto.

Tabella 1. Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane.

Potenzialità impianto in A.E. (abitanti equivalenti)	2.000 - 10.000		>10.000	
Parametri (media giornaliera) (1)	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
BOD5 (senza nitrificazione) mg/L (2)	≤ 25	70-90 (5)	≤ 25	80
COD mg/L (3)	≤ 125	75	≤ 125	75
Solidi Sospesi mg/L (4)	≤ 35 (5)	90 (5)	≤ 35	90

(5) la percentuale di riduzione del BOD5 non deve essere inferiore a 40. Per i solidi sospesi la concentrazione non deve superare i 70 mg/L e la percentuale di abbattimento non deve essere inferiore al 70%.

Rendimenti di depurazione						
	Solidi sospesi totali [mg/l]	BOD ₅ [mg/l O ₂]	COD [mg/l O ₂]	Fosforo totale [mg/l P]	Azoto totale [mg/l]	Azoto ammoniacale [mgNH ₄ /l]
Media annuale	57%	74%	56%	28%	31%	89%
Media Invernale	57%	81%	65%	25%	27%	89%
Media Estiva	57%	74%	57%	33%	38%	88%

Dal confronto tra la tabella dei rendimenti medi registratisi nell'impianto con i limiti di emissione previsti dalla Norma si deduce che restano **non soddisfatti i requisiti** prescritti per **Solidi Sospesi totali e COD**. In vero, trattasi di un caso particolare in cui è dubbia l'applicazione di tali limiti per la natura eccessivamente diluita del refluo trattato.

2.2.3.2 Bilanci di massa

Data la singolarità del refluo trattato è d'uopo effettuare dei bilanci di massa sui principali parametri aggregati di inquinamento veicolati e quindi intercettati dalle reti fognarie afferenti al Depuratore.

Essendo lo scopo precipuo di tale bilancio la determinazione delle presenze servite dalla rete fognaria, quali carichi unitari saranno presi a riferimento i seguenti valori, in alternativa a quelli riportati nella letteratura tecnica di settore, non adeguatamente aggiornata. È sufficiente evidenziare

che in molti Stati USA, tali valori appaiono differenti da quanto correntemente è in circolazione in Italia.

Carichi unitari (g/Ab/d)					
	SST	BOD5	COD	N_tot	P_tot
Addetti/Residenti < 0,36	50	50	100	12,10	1,30

Infatti, studi sistematici, effettuati per HERA SpA – Divisione Ricerca e Sviluppo su 35 impianti, hanno individuato una **correlazione tra struttura urbanistica-produttiva e carichi inquinanti specifici**, evidenziando: *“Il fatto rilevante che emerge ... è rappresentato dagli elevati apporti dell’Azoto che si ritrovano generalmente in tutte le acque in ingresso agli impianti”*. Si riporta la sintesi della ricerca condotta. Si notano **apporti di Azoto e di Carbonio rispettivamente maggiori e minori di quanto usualmente riportato nella ormai obsoleta letteratura tecnica**.

Fattori di carico unitario per “Indice di Dotazione Produttiva”

PARAMETRO	(Indice di dotazione produttiva < 0,36)	(Indice di dotazione produttiva > 0,36)
SST [g/Ab_servito]	50	70
BOD5 [g/Ab_servito]	50	70
COD [g/Ab_servito]	100	160
TKN [g/Ab_servito]	12,1	22
P tot [g/Ab_servito]	1,3	1,7

Sulla base di tali carichi unitari, note le portate trattate e le concentrazioni in ingresso, sono state calcolate le utenze servite dall'impianto di depurazione, i cui valori sono stati determinati anche per i mesi di minime (dicembre, gennaio e febbraio) e massime presenze turistiche (luglio ed agosto).

Concentrazioni (mg/l) e Portate (m³/h)										
		Presenze	SST	BOD5	COD	N_tot	P_tot	Q ₂₄	Q _p	Q _{pp}
Concentrazioni e Portata media annuale	Riscontrate	1 348	37	40	84	10,3	1,2	69,8	117,3	357,0
Concentrazioni e Portata medie invernali (medie gennaio+febbraio+dicembre)	Riscontrate	1 764	46	55	109	12,4	1,5	66,7	112,0	357,0
Concentrazioni e Portata medie estive (medie luglio + agosto)	Riscontrate	1 167	34	40	75	11,4	1,4	60,6	101,8	357,0

Dai valori calcolati, si potrebbe dedurre che **non tutto quanto generato nell’agglomerato viene intercettato**, essendo il numero di serviti addirittura inferiore ai residenti nel centro abitato.

Si pone quindi il problema di stimare i carichi inquinanti da porre a base del dimensionamento del depuratore, che deve essere capace in futuro, ad auspicati interventi sulle reti fognarie effettuati, di soddisfare la relativa domanda di depurazione.

2.2.3.2.1 Precisazioni sulle portate esposte

Nella tabella precedente sono state esposte, oltre alle portate medie giornaliere (**Q₂₄**), anche quelle massime in tempo secco (**Q_p**) e massime in tempo di pioggia trattate nell'impianto (**Q_{pp}**).

Mentre le medie di periodo sono state stimate sulla base delle medie mensili di più anni, per le massime in tempo secco e di pioggia si aveva a disposizione un campione molto limitato su una finestra temporale di circa un mese. Pertanto, avendo riscontrato che il coefficiente di punta oraria in tempo secco il valore di 1,68, si è ritenuto di estenderlo anche agli altri orizzonti temporali; mentre il valore della portata trattata in tempo di pioggia ($357 \text{ m}^3/\text{h}$) è stato desunto dal campione disponibile. È opportuno evidenziare che **in tempo di pioggia vengono trattate portate pari ad oltre 5 volte la portata media annuale**, e circa sei volte quella in tempo asciutto (vedasi par. 3.1.2), malgrado si sia in presenza di liquami già di per sé molto diluiti.

3 STIMA DEI CARICHI INQUINANTI DI PROGETTO

Fissati i carichi specifici di progetto, come da tabella riportata al precedente paragrafo 3.2, occorrerà stimare la domanda di depurazione sulla base delle presenze da servire nei vari orizzonti temporali di riferimento, che sono:

- La media dei mesi invernali centrali (dicembre, gennaio e febbraio), sia per le temperature minime che si registrano che per la minore affluenza turistica;
- La media dei mesi di mesi centrali estivi (luglio ed agosto) per le massime presenze turistiche e per le elevate temperature che si registrano;
- La media della settimana di massime presenze turistiche (intorno a ferragosto) per verificare la funzionalità dell'impianto da realizzare in corrispondenza dei carichi massimi (si ritiene non sensato progettare un impianto, con tutti i coefficienti di sicurezza e le cautele che si adottano in corrispondenza di carichi che si verificano solo 7 giorni all'anno; solo per fare un esempio tutta la linea fanghi può essere dimensionata in corrispondenza dei carichi medi stagionali, mentre tutta l'idraulica e la fornitura di ossigeno devono essere adeguate a garantire il regolare funzionamento del resto dell'impianto).

Per stimare le presenze da servire, e quindi le portate reflue si utilizzerà, un modello matematico tarato sui consumi acquedottistici di 25 comuni della provincia di La Spezia. Gli input del modello sono di tipo urbanistico e produttivo, come evidenziato nella tabella seguente.

COMUNI SERVITI (25 comuni)	ACQUA EROGATA (mc/y) (1)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMER C/SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	POSTI LETTO IN STRUTTURE RICETTIVE (n.)	D.I. CIVILE I/Ab-g	D.I. IND/ART. I/Add-g	D.I. COMM / SERV. I/Add-g	D.I. TURIST. I/Letto-g	OCCUPANTI PER CASA (n.)	GIORNI DI PERMAN. STRUTTURE (n.)	GIORNI DI PERMAN. SECONDE CASE (n.)	CONSUMI (MODELLO) (mc/y) (2)
TOTALI	15 824 360	207 543	15 494		32 900	20 665								15 826 422
MEDIA														
DEV. ST.														
ERRORE ST.														64 886
coeff. correlazione														0,99897

Tali dati sono desunti dai censimenti ISTAT (residenti ed abitazioni), dalle Camera di Commercio (addetti, posti letto) o da studi condotti dalla Regione sui flussi turistici (giorni di permanenza nelle seconde case, variazione mensile dei flussi turistici). Il modello, quindi, si basa sulla conoscenza della struttura demografica e produttiva dei singoli comuni. Le variabili del sistema sono rispettivamente:

- La dotazione idrica domestica 149 (l/Residente/giorno)
- La dotazione idrica industriale 185 (l/Addetto/giorno)
- La dotazione idrica commercio e servizi 195 (l/Addetto/giorno)
- La dotazione idrica turistica 570 (l/presenza/giorno)
- Numero di occupanti nelle seconde case 2,33 (n.)

I consumi turistici sono riferiti alle presenze in strutture alberghiere e complementari (campeggi, Agriturismi, Bed & breakfast, ...) e, per la metodologia impostata, comprendono anche i consumi del settore ristorazione ed alloggi. I valori delle variabili sono stati dedotti con il metodo dei minimi quadrati, in una applicazione nel territorio Spezzino, minimizzando l'errore standard sull'acqua erogata, massimizzando il coefficiente di correlazione tra valori riscontrati e ricostruiti dei volumi annui di acqua e minimizzando la media degli errori assoluti risultanti. Dalla tabella allegata si può evidenziare che il coefficiente di correlazione di tra le due serie di valori riscontrati e ricostruiti, è pari a 0,999. Mentre l'errore standard è di poco meno di 65.000 m³/anno.

Ricostruita la struttura dei consumi annuali, la metodologia permette di stimare le portate medie e minime annuali e le massime stagionali, e le presenze medie nel mese. La stessa metodologia permette di stimare le portate nei giorni festivi e lavorativi.

IPOTESI AL 2035						
COMUNI SERVITI	ABITANTI RESIDENTI (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	CASE PER VACANZE (n.)	LETTI IN ALBERGHI E CAMPEGGI (n.)	CONSUMI (MODELLO) (mc/mese) (2)	PRESENZE MEDIE (n.)
BONASSOLA + LEVANTO + MONTEROSSO + VERNAZZA (AGOSTO)	9 062	944	4 606	6 915	158 430	24 089
Portata media agosto (mc/h)					266,30	
Portata max. all'impianto (mc/h)					476,86	
COMUNI SERVITI	ABITANTI RESIDENTI (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	CASE PER VACANZE (n.)	LETTI IN ALBERGHI E CAMPEGGI (n.)	CONSUMI (MODELLO) (mc/mese) (2)	PRESENZE MEDIE (n.)
BONASSOLA + LEVANTO + MONTEROSSO + VERNAZZA (DICEMBRE + GENNAIO)	9 062	944	4 606	6 915	146 617	10 951
Portata media dicembre-gennaio (mc/h)					93,61	
Portata max. all'impianto (mc/h)					186,30	

Parimenti è possibile effettuare accurate proiezioni sul futuro, agendo sui parametri urbanistici e produttivi. Determinate le portate medie dei consumi acquedottistici si deduce quanto sversato in fognatura applicando un **coefficiente di afflusso** (normalmente pari a **0,95**).

3.1 CENNI DEMOGRAFICI

Per l'applicazione del modello previsionale appena descritto è necessario ricostruire la struttura demografica, produttiva e turistica dell'intero comune e degli agglomerati serviti.

Le elaborazioni sono riportate nelle tabelle successive, che per sintesi espositiva non verranno commentate, in quanto intuitive.

Frazioni del Comune	Residenti	Famiglie	Componenti per famiglia	Edifici	Interni / edificio	Interni	seconde case
Bagolino	2 138	894	2,39	796	3,689	2937	2043
Case sparse	224	111	2,02	195	3,25	634	523
Cereto	26	25	1,04	18	3,67	66	41
Ponte Caffaro	1 478	671	2,20	549	3,18	1748	1077
Valle Dorizzo	31	14	2,21	33	6,53	216	202
Totali	3 897	1 715		1 591		5 600	3 885

Dati Bagolino Centro						
Residenti	2104					
Stranieri	34					
Numero di interni	1	2	3,5	6,5	12	16
Edifici	138	196	266	163	28	5
Interni/Edificio	3,689					

Case Sparse	Numero di interni	1	2	3,5	6,5	12	16
	Edifici	49	53	56	30	6	1
Cerreto	Numero di interni	1	2	3,5	6,5	12	16
	Edifici	0	6	8	4	0	0
Ponte caffaro	Numero di interni	1	2	3,5	6,5	12	16
	Edifici	119	156	185	74	13	2
Valle Dorizzo	Numero di interni	1	2	3,5	6,5	12	16
	Edifici	3	3	8	9	10	0

Addetti alle Attività lavorative		
Industrie:	Addetti:	581
Servizi:	Addetti:	179
Amministrazione:	Addetti:	101
Altro:	Addetti:	311
Totale		1 172

Documento di Piano - Analisi Statistica 2012	
Posti letto	
183	Alberghieri
1 063	Extra alberghieri

Per la distribuzione mensile delle presenze turistiche si è fatto riferimento ai dati provinciali del 2015, da cui la distribuzione mensile degli afflussi presunti.



PROVINCIA NEL COMPLESSO
PERCENTUALE DI OCCUPAZIONE MEDIA MENSILE
SUL TOTALE DEGLI ESERCIZI ALBERGHIERI ED EXTRA
ANNO 2015

Provincia di Brescia 2015		
MESE	Giorni/mese di occupazione	% occupazione
Gennaio	6,7	21,8%
Febbraio	7,0	25,2%
Marzo	7,2	23,2%
Aprile	6,2	20,7%
Maggio	9,5	30,5%
Giugno	10,8	35,9%
Luglio	16,4	53,0%
Agosto	19,2	61,8%
Settembre	11,5	38,4%
Ottobre	9,0	28,9%
Novembre	4,9	16,4%
Dicembre	6,0	19,5%
Totali annui	114,5	

Mese	Totale giornate letto disponibili	Presenze Totali Annuali	Percentuale occupazione
01 GENNAIO	1.004.979	218.782	21,77
02 FEBBRAIO	922.656	232.022	25,15
03 MARZO	1.367.871	317.529	23,21
04 APRILE	2.763.176	572.624	20,72
05 MAGGIO	3.131.754	956.161	30,53
06 GIUGNO	3.115.823	1.118.855	35,91
07 LUGLIO	3.266.619	1.729.674	52,95
08 AGOSTO	3.265.525	2.019.423	61,84
09 SETTEMBRE	3.055.937	1.174.172	38,42
10 OTTOBRE	1.845.789	533.275	28,89
11 NOVEMBRE	1.047.483	172.121	16,43
12 DICEMBRE	1.094.279	213.168	19,48
TOTALI	25.881.891	9.257.806	35,77

OCCUPAZIONE MEDIA CALCOLATA SULLE MEDIE MENSILI

31,28

3.2 CARICHI INQUINANTI STIMATI E RILEVATI IN CAMPO

La tabella successiva riporta i consumi e le presenze medie annuali per l'intero comune.

COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc/y)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	POSTI LETTO IN STRUTTURE RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)	DI (l/Ab/d)
Bagolino - intero Comune	415 971	3 897	892	280	3 885	1 246	114,5	44,84	47,49	5 400	1 503	292,44
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95			
Portata media									45,11			
Coefficiente di punta oraria									1,90			
Portata massima tempo secco									85,71			
Consumi contabilizzati (mc/y)	299 347											

Il dato sui giorni medi di occupazione delle seconde case è stato tratto da studi e rilevazioni effettuati dalla Regione Liguria, in assenza di dati alternativi. Le portate così stimate sono assimilabili a quelle in tempo asciutto. Le tabelle successive espongono gli stessi dati, ma riferiti al solo agglomerato di Bagolino, e per gli orizzonti temporali di riferimento progettuale.

COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc/y)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	(*) POSTI LETTO IN STRUTTURE RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro (media annua)	219 897	2 138	446	140	2 043	623	114,5	44,84	25,10	2 918	780
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									23,85		
Coefficiente di punta oraria									1,90		
Portata massima tempo secco									45,31		
COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	(*) POSTI LETTO IN STRUTTURE RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro (media mesi 1-2-12)	48 905	2 138	446	140	2 043	623	19,83	7,77	22,64	2 686	548
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									21,51		
Coefficiente di punta oraria									1,90		
Portata massima tempo secco									40,87		
COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	(*) POSTI LETTO IN STRUTTURE RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro (media mesi 7-8)	50 563	2 138	446	140	2 043	623	35,58	18,16	33,98	3 890	1 752
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									32,28		
Coefficiente di punta oraria									1,90		
Portata massima tempo secco									61,33		
COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc/w)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	(*) POSTI LETTO IN STRUTTURE RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro (Settimana Max agosto)	7 935	2 138	446	140	2 043	623	5,00	5,00	47,23	5 983	3 845
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									44,87		
Coefficiente di punta oraria									1,80		
Portata massima tempo secco									80,76		

Sulla base dei carichi inquinanti specifici vengono calcolate le concentrazioni attese e quelle effettivamente riscontrate in campo. La tabella successiva ne riporta i valori ed i relativi indici di diluizione per la presenza delle acque parassite.

Concentrazioni (mg/l) e Portate (m ³ /h)										
		Presenze	SST	BOD5	COD	N_tot	P_tot	Q ₂₄	Q _p	Q _{pp}
Concentrazioni e Portata media annuale	Da Modello	2 918	255	255	510	61,7	6,6	23,8	45,3	134,6
	Riscontrate	1 348	37	40	84	10,3	1,2	69,8	117,3	357,0
	Diluizione		6,8	6,3	6,1	6,0	5,3	2,9	2,6	2,7
Concentrazioni e Portata medie invernali (medie gennaio+febbraio+dicembre)	Da Modello	2 686	260	260	520	63,0	6,8	21,5	40,9	134,6
	Riscontrate	1 764	46	55	109	12,4	1,5	66,7	112,0	357,0
	Diluizione		5,6	4,7	4,8	5,1	4,5	3,1	2,7	2,7
Concentrazioni e Portata medie estive (medie luglio + agosto)	Da Modello	3 890	251	251	502	60,7	6,5	32,3	61,3	134,6
	Riscontrate	1 167	34	40	75	11,4	1,4	60,6	101,8	357,0
	Diluizione		7,3	6,3	6,7	5,4	4,7	1,9	1,7	2,7
Concentrazioni e Portata massime estive (settimana di massimo afflusso)	Da Modello	5 983	278	278	556	67,2	7,2	44,9	80,76	134,6
	Riscontrate	2815	52	71	137	15,7	2,0	82,2	138,2	357,0
	Diluizione		5,3	3,9	4,1	4,3	3,6	1,8	1,7	2,7

Nella tabella, la portata massima in tempo di pioggia da sottoporre all'intero ciclo di depurazione (da Modello) è stata posta al massimo valore risultante dal confronto tra i seguenti criteri:

- a) 3 volte la portata media in tempo asciutto;
- b) 1,3 volte la portata massima in tempo asciutto;

applicato su tutte le portate riscontrabili nell'arco dell'anno. Per cui la portata di 134,6 m³/h è riferita alla media nella settimana di massimo afflusso, e viene ritenuta valida anche negli altri periodi (per un impianto così piccolo è inopportuno prevedere un sistema di variazione delle portate da trattate in tempo di pioggia, in funzione della stagionalità).

3.3 CARICHI INQUINANTI STIMATI NEL CASO DI DELOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

La medesima procedura viene applicata per determinare i carichi inquinanti nell'ipotesi di delocalizzare l'impianto di depurazione più a valle, sì da servire anche la frazione di Cerreto.

COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc/y)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	POSTI LETTO IN STRUTTURA E RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro+Cerreto	223 573	2 164	456	143	2 084	637	114,5	44,84	25,52	2 960	796
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									24,25		
Coefficiente di punta oraria									1,90		
Portata massima tempo secco									46,07		
COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	POSTI LETTO IN STRUTTURA E RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro+Cerreto (media mesi 1-2-12)	49 697	2 164	456	143	2 084	637	19,83	7,77	23,01	2 723	559
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									21,86		
Coefficiente di punta oraria									1,90		
Portata massima tempo secco									41,53		
COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	POSTI LETTO IN STRUTTURA E RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro+Cerreto (media mesi 7-8)	51 467	2 164	456	143	2 084	637	35,58	18,16	34,59	3 952	1 788
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									32,86		
Coefficiente di punta oraria									1,90		
Portata massima tempo secco									62,43		
COMUNI SERVITI	ACQUA EROGATA (mc/w)	ABITANTI RESIDENTI 2016 (n.)	ADDETTI IND/ART. (n.)	ADDETTI COMMERC. / SERVIZI (n.)	SECONDE CASE PER VACANZE (n.)	POSTI LETTO IN STRUTTURA E RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. IN STRUTT. RICETTIVE (n.)	GIORNI DI OCCUPAZ. SECONDE CASE (n.)	PORTATA MEDIA ORARIA (mc/h)	Presenze totali (n.)	Presenze fluttuanti (n.)
Bagolino - Centro+Cerreto (Settimana Max agosto)	8 082	2 164	456	143	2 084	637	5,00	5,00	48,11	6 087	3 923
Coeff. Afflusso in Fogna									0,95		
Portata media									45,70		
Coefficiente di punta oraria									1,80		
Portata massima tempo secco									82,26		

La tabella successiva espone le caratteristiche dei reflui così come stimate da modello, sulla base delle presenze da servire, delle portate generate e sversate e dei carichi unitati specifici per persona servita. Per la portata di punta in tempo asciutto è stato applicato un coefficiente moltiplicativo pari a 1,9; per la portata da avviare al biologico in tempo di pioggia il coefficiente adottato è pari a 3,0; mentre la portata massima da addurre all'impianto è stata posta pari a 5 volte quella media in tempo secco, naturalmente riferita alla massima riscontrabile in rete.

Nella stessa tabella sono riportate anche le portate realmente riscontrate allo stato attuale, che sono pari a circa 2 – 3 volte quelle stimate. I valori riportati sono quelli rilevate nell'attuale impianto, incrementati del contributo delle nuove utenze. La portata massima da addurre all'impianto è stata

stimata con il medesimo metodo, ovvero l'attuale incrementata del contributo nelle utenze aggiuntive.

Concentrazioni (mg/l) e Portate (m³/h)												Temperatura (°C)	
Orizzonti temporali di riferimento	Riferimenti	Presenze	SST	BOD ₅	COD	N _{tot}	P _{tot}	Q ₂₄	Q ₅	Q ₉₉	Q ₉₉₉	Linea Acque	Linea Fanghi
Concentrazioni e Portata medie invernali (medie gennaio+febbraio+dicembre)	Da Modello	2 723	260	260	519	62,8	6,7	21,9	41,5	137,1	228,5	10,0	14,0
	Stimate	2723	84	84	168	20,3	2,2	67,7	113,8	182,9	363,6		
	Diluizione		3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	2,7	1,3	1,6		
Concentrazioni e Portata medie estive (medie luglio + agosto)	Da Modello	3 952	251	251	501	60,6	6,5	32,9	62,4	137,1	228,5	20,0	22,0
	Stimate	3952	133	133	267	32,3	3,5	61,7	103,6	182,9	363,6		
	Diluizione		1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,3	1,6		
Concentrazioni e Portata massime estive (settimana di massimo afflusso)	Da Modello	6 087	277	277	555	67,2	7,2	45,7	82,26	137,1	228,5	22,0	24,0
	Stimate	6087	151	151	303	36,6	3,9	83,8	140,7	182,9	363,6		
	Diluizione		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,3	1,6		

Ritenendosi impossibile trattare tutte le portate veicolate dalle fognature in tempo di pioggia, il valore della portata massima da avviare ad un trattamento completo, essendo in presenza di liquami già molto diluiti, è stata posta pari al massimo valore risultante dal confronto tra i seguenti criteri:

- 2 volte la portata media in tempo asciutto;
- 1,3 volte la portata massima in tempo asciutto;

applicato su tutte le portate riscontrabili nell'arco dell'anno. Per cui la portata di **182,9 m³/h** è riferita ad 1,3 volte la massima in tempo secco nella settimana di massimo.

La tabella espone (**righe in grassetto**) anche le concentrazioni che dovrebbero essere presenti nei reflui se le portate fossero le attuali e tutto il territorio fosse servito, se tutte le utenze fossero allacciate o se le reti fognarie non disperdessero parte del carico intercettato. **Questi valori rappresentano la base dell'input progettuale.**

4 OBIETTIVI PROGETTUALI

Il depuratore di Bagolino sversa nel Fiume Caffaro che trova recapito finale nel Lago Idro. Ed anche nell'ipotesi di una delocalizzazione dell'impianto il recapito resta sempre il medesimo.

Pertanto, oltre a rispetto dei limiti di emissione allo scarico fissati dalle Norme nazionali e regionali, le stesse **Norme Tecniche di Attuazione** della L.R. 26/2003 prescrivono per il lago Idro l'obiettivo di una drastica diminuzione delle concentrazioni di Fosforo ed il mantenimento o raggiungimento di uno stato di qualità delle sue acque molto elevato ed idoneo alla vita dei salmonidi, come riportato nelle tabelle successive estratte dalle citate N.T.A.

NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

OBIETTIVI DI QUALITÀ PER I LAGHI LOMBARDI

Si riportano gli obiettivi in termini di concentrazioni di fosforo per i laghi lombardi.

Sono riportati anche i tempi stimati per il raggiungimento degli obbiettivi stabiliti, presupponendo che le misure prescelte siano applicate a partire dall'anno 2008.

Laghi	[P] naturale (µg/l)	[P] attuale (µg/l)	Regione Lombardia (PTUA)	
			[P] obiettivo di PTUA (µg/l)	Orizzonte temporale
Alserio	26	54	32,5	2016
Annone Est	20	59	25	2016
Annone Ovest	26	53	32,5	2016
Comabbio	22	35	27,5	2016
Como	7,2	35	14	2023-2028
Endine	27	38	34	2016
Garda	7,9	20	11	2013-2018
Garlate	13	27	19	2023-2028
Idro	11,5	95	50*	n. d.

ACQUE DOLCI IDONEE ALLA VITA DEI PESCI

Si riporta l'elenco delle acque dolci idonee alla vita dei pesci, ai sensi dell'art. 10 del d.lgs. 11 maggio 1999, n. 152 distinte in acque salmonicole e ciprinicole.

Area Idrografica	Corpo idrico	Rilevanza del corpo idrico	Tipo	Località	Vocazione
LAGO D'IDRO	Lago d'Idro	Significativo	Naturale regolato	Tutto il corpo	salmonidi

Il depuratore di Bagolino ha, inoltre, una potenzialità maggiore di 2.000 ed inferiore a 10.000 A.E. pertanto deve rispettare i limiti di Tab. 3 dell'Allegato D di cui al Regolamento Regionale 29 marzo 2019, n.6: *“Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane, disciplina dei controlli degli scarichi e delle modalità di approvazione dei progetti degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, in attuazione dell'articolo 52, commi 1, lettere a) e f bis), e 3, nonché dell'articolo 55, comma 20, della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche)”*.

Tabella 3 - Valori limite di emissione per scarichi di impianti di trattamento delle acque reflue urbane aventi potenzialità pari o superiore a 2.000 AE

Parametri [mg/l] ⁽¹⁾	Potenzialità impianto [abitanti equivalenti]			
	≥ 2.000 < 10.000	≥ 10.000 < 50.000	≥ 50.000 < 100.000	≥ 100.000
BOD ₅	25	25	10	10
COD	125	125	60	60
Solidi sospesi	35	35	15	15
Fosforo totale ⁽²⁾	2			
Azoto ammoniacale (come NH ₄) ⁽³⁾	10	5	5	3

⁽¹⁾ Per i parametri BOD₅, COD, solidi sospesi totali, si considera la media giornaliera; per i parametri fosforo totale e azoto ammoniacale si considera la media annua.

⁽²⁾ Valore limite da applicarsi agli scarichi recapitati nei laghi e nei relativi bacini drenanti.

⁽³⁾ I valori limite relativi a questo parametro potranno essere rivisti sulla base dei riscontri acquisiti durante il primo anno di applicazione.

Ed ai sensi del D. Lgs 152/2006 l'impianto almeno per **SST, BOD₅ e COD**, deve rispettare le percentuali di riduzione di cui alla Tab.1 dell'All.5 alla parte III del Decreto, che si riporta in calce, unitamente ai rendimenti che mediamente si registrano nell'impianto.

Tabella 1. Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane.

Potenzialità impianto in A.E. (abitanti equivalenti)	2.000 - 10.000		>10.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
Parametri (media giornaliera) (1)				
BOD ₅ (senza nitrificazione) mg/L (2)	≤ 25	70-90 (5)	≤ 25	80
COD mg/L (3)	≤ 125	75	≤ 125	75
Solidi Sospesi mg/L (4)	≤ 35 (5)	90 (5)	≤ 35	90

(5) la percentuale di riduzione del BOD₅ non deve essere inferiore a 40. Per i solidi sospesi la concentrazione non deve superare i 70 mg/L e la percentuale di abbattimento non deve essere inferiore al 70%.

Pertanto, l'obiettivo progettuale sarà la realizzazione di una filiera impiantistica che produca un effluente di elevata qualità, e con valori allo scarico anche inferiori a quanto strettamente prescritto.

5 IPOTESI PROGETTUALI

Dalle preliminari verifiche effettuate sono state individuate due alternative di ipotesi progettuale:

- Ristrutturare ed ampliare il depuratore esistente;
- Delocalizzare il depuratore, abbandonando la vecchia struttura e ricostruirne uno nuovo più a valle in prossimità della piccola frazione di Cerreto.

Quest'ultima soluzione ha il pregio di estendere il servizio di fognatura e depurazione alla piccola frazione menzionata e di permettere l'allacciamento al collettore che occorrerà costruire delle numerose abitazioni che sorgono lungo la Statale n. 669.

5.1 I DATI DI INPUT PROGETTUALE.

Per chiarezza espositiva vengono riepilogati i dati che saranno posti a base delle elaborazioni successive.

L'impianto in progetto potrà trattare i reflui prodotti da 2.723 a **6.087** Presenze, alle condizioni di portata, temperature e carichi inquinanti su riportati.

Le portate indicate sono corrispondenti alle attuali, mentre le concentrazioni sono da 1,5 a 3,6 volte quelle attualmente riscontrate.

L'impianto progettuale ipotizzato sottintende i seguenti aspetti:

- Si ha la ragionevole convinzione che non tutti i carichi inquinanti generati trovano allo stato attuale recapito in fognatura;
- Si ha la ragionevole certezza che il risanamento della rete fognaria, che comporterà maggiori carichi e minori portate, non può che essere realizzato in tempi non immediati;
- Occorre che il nuovo depuratore sia in grado di trattare le portate idrauliche oggi riscontrate;
- Occorre che il nuovo depuratore sia in grado di trattare i carichi futuri.

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI BAGOLINO (BS) Dati di input progettuali				
Parametro	Unità di misura	Condizioni operative		
		Medie invernali	Medie estive	Settimana di massimo afflusso
Presenze servite	n.	2 723	3 952	6 087
Temperatura di progetto della Linea Acque	°C	10	20	22
Temperatura di progetto della Linea Fanghi	°C	14	22	24
Portata media in tempo secco - Q_{24}	m ³ /h	67,7	61,7	83,8
Portata massima in tempo secco - Q_p	m ³ /h	113,8	103,6	140,7
Portata massima in tempi di pioggia al biologico - Q_{pp}	m ³ /h	182,9		
Portata massima in tempi di pioggia ai trattamenti primari - Q_{ppp}	m ³ /h	363,6		
SST	mg/l	84	133	151
BOD ₅	mg/l	84	133	151
COD	mg/l	168	267	303
N _{tot}	mg/l	20,3	32,3	36,6
P _{tot}	mg/l	2,2	3,5	3,9

È ancora da evidenziare che il PGT del Comune prevede nell'agglomerato di Bagolino incrementi demografici molto limitati (161 abitanti) che lascerebbero sostanzialmente inalterati i carichi inquinanti stimati con la metodologia illustrata.

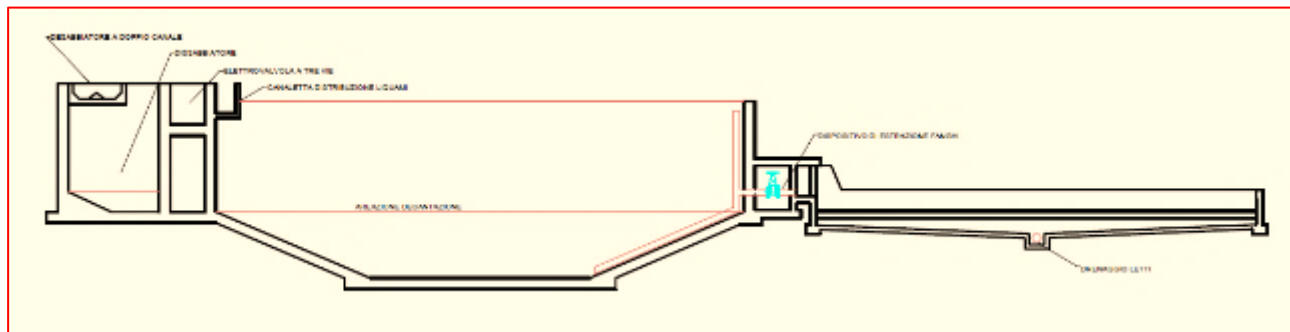
5.2 IPOTESI I – RISTRUTTURAZIONE DEL DEPURATORE ESISTENTE

5.2.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'impianto attuale dispone di volumi per circa 805 m³, pari a circa 132 litri per presenza servita (6087 presenze), che alla temperatura di 22 gradi (settimana di massime presenze) appare esuberante rispetto a quanto strettamente necessario. Rispetto ai carichi medi invernali i volumi disponibili ammontano a circa 296 litri per presenza servita, che anche a temperature molto basse costituisce un valore molto elevato rispetto al necessario.

Comparto	ESISTENTE								
	Linee parallele	Larghezza / Diametro (m)	Lunghezza (m)	Altezza totale (m)	Franco Idrraulico (m)	Superficie unitaria (m ²)	Volume unitario (m ³)	Volume totale (m ³)	Volume totale di processo (m ³)
Vasca Esistente (piante superiore)	2	12,00	12,00	2,60	0,60	144	374	749	576
Vasca Esistente (base tronco piramide)	2	5,00	5,00	1,50	0,00	25	115	229	229
TOTALE VOLUMI									805

Tuttavia, la forma tronco conica delle due vasche parallele ne sconsiglia la suddivisione in più comparti, sì da poter articolare adeguatamente i volumi disponibili in più sezioni impiantistiche.



Infatti, l'impianto necessita di:

- 1) Una nuova sezione di pretrattamenti, con grigliatura, dissabbiatura, sfioratore delle acque di pioggia;
- 2) Sezioni biologiche di Denitrificazione e Nitrificazione;
- 3) Sedimentazione secondaria e disinfezione finale;
- 4) Stabilizzazione aerobica del fango;
- 5) Locale tecnologico, con sala quadri, sala soffiatori, sala disidratazione del fango, servizi igienici.

Per poter utilizzare al meglio le volumetrie disponibili, si propone un processo biologico con aerazione alternata o **"Intermittent Aeration"**.

Il processo di depurazione biologica con rimozione dell'azoto (Nitrificazione-Denitrificazione) può essere realizzato in bacino unico, attraverso l'alternanza delle fasi di aerobiosi (ossidazione-

nitrificazione) e anossia (denitrificazione). In altri termini, si realizza una trasformazione "spazio/tempo", mediante temporizzazione ciclica delle fasi depurative in volume unico, equivalenti ai volumi di reazione prefissati, come nel caso dei sistemi tradizionali. La fornitura ciclica (on/off) di aria consente l'instaurarsi di condizioni aerobiche ed anossiche adeguate allo sviluppo di processi sequenziali di nitrificazione e denitrificazione.

Dal punto di vista del controllo, il processo di aerazione intermittente può essere implementato attraverso:

- il controllo temporizzato (prefissato dei cicli): più economico, ma in genere meno efficiente (applicabile a situazioni di carico in ingresso con caratteristiche pressoché costanti nel tempo);
- il controllo real-time (cicli definiti di volta in volta in base alle condizioni di processo) utilizzando strumentazione analitica per la misura on-line dei parametri di processo (es.: OD, ORP, pH, NH_4 , NO_3): controllo più accurato e che fornisce maggiori garanzie rispetto alla qualità dell'effluente depurato.

Una strategia di controllo ottimale per i processi a cicli alternati, prevede un controllo dell' N_{tot} nell'effluente attraverso una corretta gestione delle fasi di aerazione e anossia, non soltanto in termini di durata, ma anche sulla base del trend di concentrazioni di N_{tot} esistenti. Tali logiche vengono affidate real-time a un controllo automatizzato del sistema di aerazione.

con questa ipotesi, una delle due vasche può essere utilizzata come reattore biologico per la Nitrificazione e Denitrificazione; mentre nell'altra si realizzerebbe la stabilizzazione aerobica.

Non è la migliore scelta per la riconversione dei volumi disponibili, ma è l'unica compatibile con la forma tronco-conica della soletta di fondo.

La filiera impiantistica sarà costituita dalle sezioni elencate nella tabella allegata a lato testo. Mentre un'ipotetica planimetria con lay-out dell'impianto è riportata nella pagina che segue.

L'impianto disporrà di una sola Linea Acque ed una sola Linea Fanghi, con inevitabili difficoltà nel caso si debba effettuare la manutenzione straordinaria.

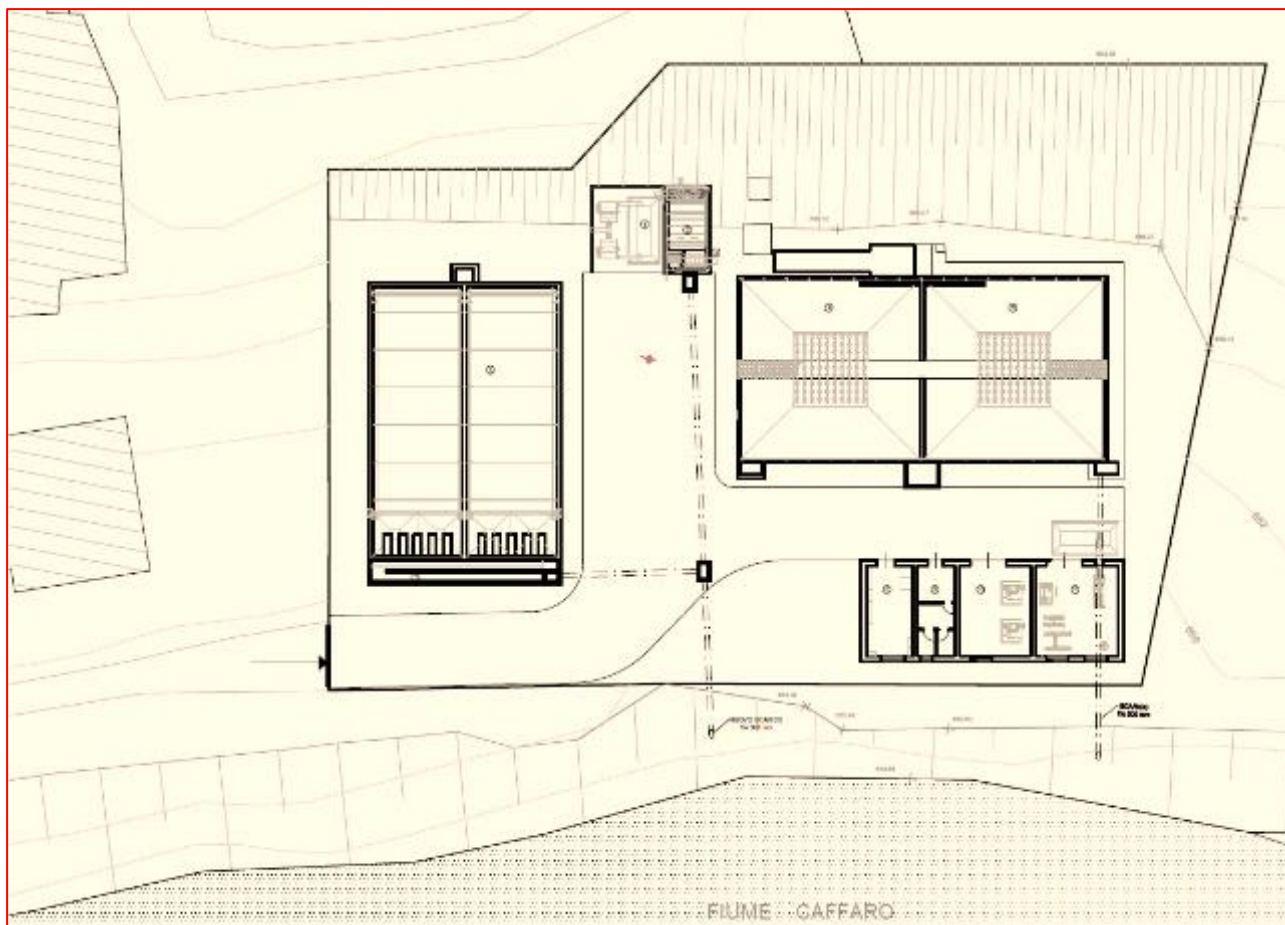
Le sezioni da costruire a nuovo sono:

- grigliatura con dissabbiatura;
- sedimentazione secondaria;
- disinfezione
- disidratazione
- locale tecnologico.

LEGENDA	
①	GRIGLIATURA
②	DISSABBIATURA
③	BYPASS IMPIANTO
④	STABILIZZAZIONE
⑤	CICLI ALTERNATI
⑥	SEDIMENTAZIONE
⑦	DISINFEZIONE
⑧	SALA CONTROLLO E QUADRI
⑨	SPOGLIATOI/BAGNI
⑩	LOCALE SOFFIATORI
⑪	LOCALE DISIDRATAZIONE
	PALO ENEL DA SPOSTARE

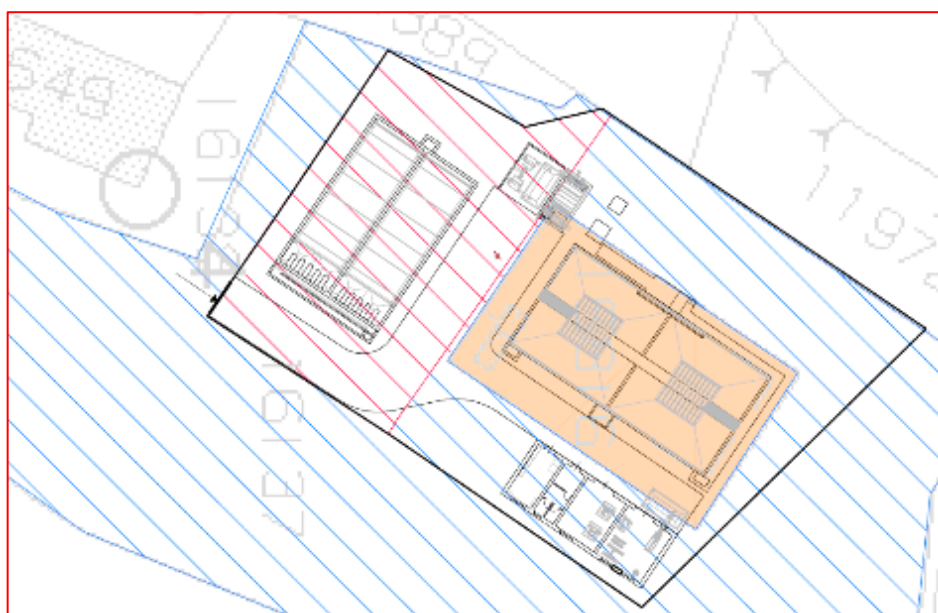
		IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione Intermittente)		
Volumi di processo (m ³)	Grigliatura	8,7		
	Desoleatura	18,4		
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	0,0	14,0	12,0
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	24,0	10,0	12,0
	TOTALE PROCESSI BIOLOGICI	403		
	Sedimentazione Secondaria	754,9		
	Disinfezione	43,2		
	TOTALE LINEA ACQUE	1 228		
	Stabilizzazione	403		
	TOTALE LINEA FANGHI	403		
TOTALE VOLUMI SULL'IMPIANTO		1 631		

I volumi di processo sono riepilogati nella riportata (al netto dei franchi idraulici ed altri accessori, come pozzetti, partitori, canaline, ...).



Ipotesi I - Depuratore Esistente Ristrutturato - Schema di processo "IA"

L'area disponibile non è sufficiente, per cui occorrerà ampliarla acquisendo altri 810 m², come illustrato nell'immagine estratta dagli elaborati progettuali (con linee rosse le aree da acquisire).



5.2.2 I REQUISITI ALLO SCARICO ATTESI

La soluzione progettuale, come già accennato prevede di trattare le portate oggi registrate in tempo secco (opportunamente maggiorate per le utenze aggiuntive). In tempo di pioggia, tutta la portata oggi registrata sarà sottoposta a trattamenti primari di grigliatura e dissabbiatura e circa il 50% viene scolmata direttamente allo scarico. La scelta appare ragionevole trattandosi di liquami molto diluiti ed in presenza di forti presenze di acque parassite (**in inverno esse ammontano a circa i due terzi ed in estate sono pari a quelle nere**): nella settimana di massime presenze, in caso di piogge, sarebbero avviate al trattamento biologico volumi pari a 4 volte quelli stimati in tempo secco, ed in assenza di acque parassite.

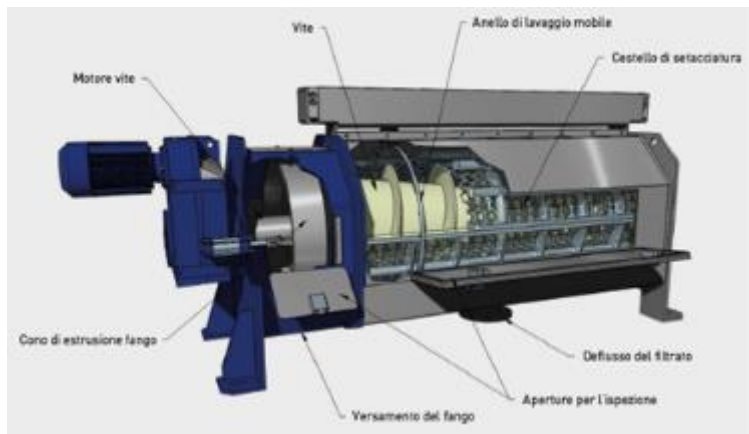
L'efficienza della soluzione è stata verificata in **3 condizioni di carico**, come riportato in tabella.

In ogni caso l'effluente rispetterebbe i requisiti allo scarico richiesti.

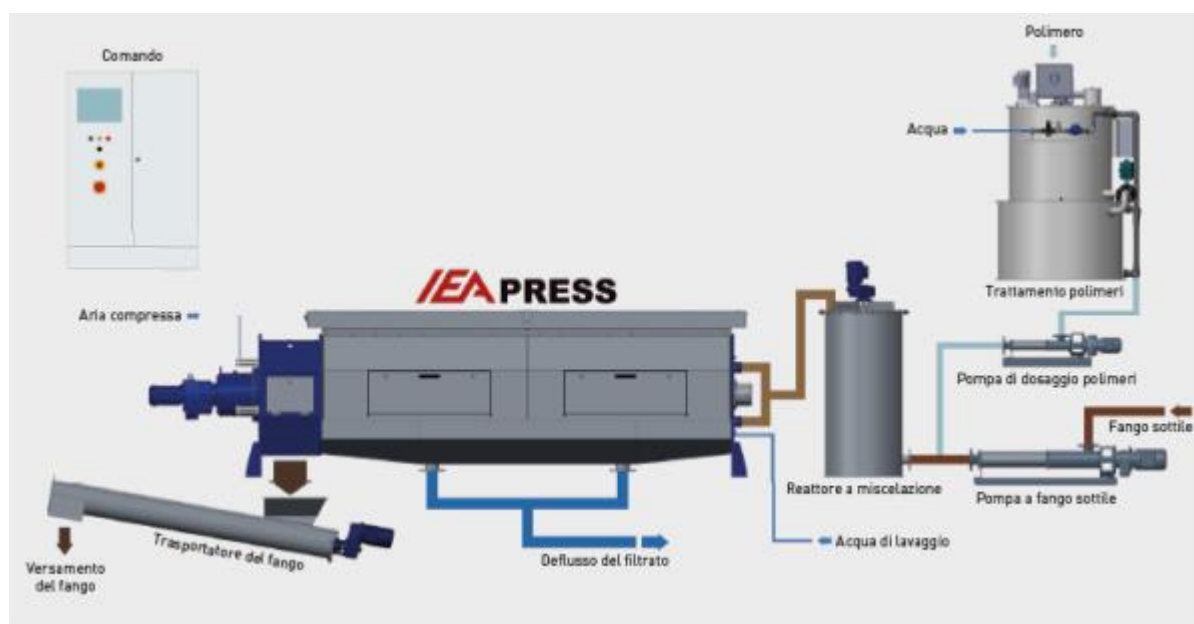
		IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione intermittente)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
Linee in Funzione	Linee Acqua in Funzione (n)	1	1	1
	Linee Fango in Funzione (n)	1	1	1
Parametri Aggregati di inquinamento in ingresso	Presenze Servite (n)	2 723	3 952	6 087
	Temperatura di riferimento nelle Linee Acqua (°C)	8,0	20,0	22,0
	Temperatura di riferimento nelle Linee Fango (°C)	12,0	22,0	24,0
	SST (mg/l)	84	133	151
	BOD ₅ (mg/l)	84	133	151
	COD (mg/l)	168	267	303
	TKN (mg/l)	20,3	32,3	36,6
	P _t	2,2	3,5	3,9
Portate (m ³ /h)	Portata media giornaliera - Q ₂₄ (m ³ /h)	67,7	61,7	83,8
	Portata massima in tempo secco - Q _p (m ³ /h)	113,8	103,6	140,7
	Portata massima in tempo di pioggia al Biologico - Q _{pp} (m ³ /h)	182,9	182,9	182,9
	Portata massima in tempo di pioggia alla Desol. - Q _{ppp} (m ³ /h)	363,6	363,6	363,6
Sed. II°	Indice del Volume del Fango - SVI (ml/g)	150	100	100
	Solidi in Uscita con Q ₂₄	4	3	5
	Solidi in Uscita con Q _p	9	6	11
	Solidi in Uscita con Q _{pp}	25,4	15,5	19,2
	Carica batterica MEDIA in uscita - E.C. (UFC/100 ml)	5,E+04	4,E+04	5,E+04
	Carico Superficiale dei solidi con Q _p (kg/m ² /h)	6,9	4,6	7,49
	Carico Superficiale dei solidi con Q _{pp} (kg/m ² /h)	11,0	8,1	9,73
Parametri in uscita dai processi biologici - prima della Filtrazione (mg/l)	COD	13,6	17,7	22,0
	BOD ₅	7,7	8,8	11,1
	NH ₄ -N	4,0	0,7	0,9
	NO ₃ -N	14,3	2,0	4,9
	TKN-N	5,1	2,3	2,8
	N _{tot} -N	19,4	4,3	7,7
	P _{tot}	0,7	0,7	0,5

Si vuole ancora evidenziare che l'impianto è stato verificato sia in corrispondenza della **temperatura minima presumibile per i liquami (8 °C)** che in condizioni di massimo carico estivo – **6087 presenze** (al più le due settimane a cavallo di Ferragosto).

Per la gestione del fango di supero si propone di abbandonare lo smaltimento allo stato liquido, per poi portarlo in altro impianto, e di prevedere una piccola stazione di **disidratazione** equipaggiata con una **pressa a vite**. Trattasi di una macchina che richiede poco impegno di potenza ed è adatta ad un piccolo impianto come questo.



Si riporta uno schema sinottico della filiera della sezione proposta.



5.2.3 I BILANCI ENERGETICI E GESTIONALI ATTESI

Al solo fine di poter valutare le implicazioni delle tre ipotesi progettuali, sono stati effettuati dei bilanci energetici e di massa per ogni soluzione.

Nella tabella successiva si riportano le masse di fango da avviare alla disidratazione finale ed i probabili consumi elettrici, stimati per le maggiori utenze (ossidazione, miscelazione, ricircoli interni) che da soli rappresentano il 75 – 80% dei consumi totali di un impianto di depurazione.

Le richieste di ossigeno non variano da una soluzione all'altra, come anche la produzione di fango da smaltire e la sua attitudine ad essere disidratato (si può prendere a riferimento il contenuto di volatili). Anche i consumi elettrici sono in linea con gli standard medi italiani.

Ma nello schema "IA" la pressoché stessa quantità di aria deve essere erogata in un tempo molto minore che dipende dalla specificità dell'impianto e dei reflui da trattare.

Per esempio, nella sottostante tabella si può evidenziare che alla temperatura dei liquami pari ad 8 °C gli aeratori devono stare sempre in funzione, altrimenti il processo non è in grado di nitrificare; mentre nella settimana di massimo afflusso gli aeratori devono funzionare per metà delle ore giornaliere. Da ciò ne consegue le maggiori potenze elettriche richieste, ovvero la maggiore taglia delle macchine.

		IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione intermittente)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	0,0	14,0	12,0
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	24,0	10,0	12,0
	Fanghi Stabilizzati alla Disidratazione (kgSST/d)	48,9	74,86	117,04
	Volatili nei fanghi alla Disidratazione (%)	54,2%	56,0%	55,5%
Nitrificazione	SOR (kgO₂/d)	525	596	947
Stabilizzazione	SOR (kgO₂/d)	122	244	409
Produzione Aria	Portata di Aria Media necessaria per i processi biologici (m³/h)	497	1 351	1 789
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	385	385	385
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	6,6	17,8	23,6
	Portata di Aria Media necessaria per la Stabilizzazione (m³/h)	153	307	515
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	385	385	385
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	2,0	4,4	7,3
Ricircoli Interni	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (0,025 kW/m ³) kW	10,1	10,1	10,1
	Portata dalla Sedimentazione II alla Denitrificazione con Q24	51,8	37,0	54,4
	Prevalenza richiesta	3,0	3,0	3,0
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	0,9	0,7	1,0
	Portata dalla Nitrificazione alla Denitrificazione con Q24	0	0	0
	Prevalenza richiesta	0,0	0,0	0,0
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	0,0	0,0	0,0
Bilanci Elettrici medi	Potenze Elettriche Impegnate - Totale (kW)	19,6	33,0	42,0
	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (kWh/d)	0	141	121
	Sistema di Aerazione Linea Acque (kWh/d)	157	178	284
	Sistema di Aerazione Linea Fanghi (kWh/d)	36	79	132
	Ricircolo Fanghi (kWh/d)	23	16	24
	Ricircolo Nitrati (kWh/d)	0	0	0
	Consumo Totale Giornaliero (kWh/d)	216	415	560
	Consumo Totale Annuale (kWh/y)	105 360		

5.3 IPOTESI II – DELOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

In questa sezione viene sviluppata l'ipotesi di delocalizzare l'impianto più a valle costruendo un collettore fognario che si svilupperebbe quasi interamente lungo l'asse stradale della statale n. 669, correndo per lo più in banchina. La soluzione permetterebbe di intercettare quasi tutte le reti fognarie del capoluogo senza alcun sollevamento, e presso l'impianto sarebbe necessario realizzare un piccolo sollevamento che servirebbe solo un 10% dell'abitato. Per altro, si prevede che le maggiori portate di acque parassite possano sorgere proprio nel Centro Storico e non nelle nuove aree di monte che sono servite dall'unico collettore che sverserebbe nel nuovo sollevamento.

Il collettore in progetto permetterebbe a tutte le abitazioni che sono localizzate lungo l'asse stradale, sia a valle che a monte, di allacciarsi alla nuova rete fognaria. Si può stimare un carico aggiuntivo pari a circa 30 abitazioni per un totale di 200 – 220 persone. Anche la frazione di Cerreto è priva di fognatura. La nuova localizzazione dell'impianto, indicata negli elaborati progettuali e nell'immagine sottostante, previa costruzione di una rete fognaria adeguata che comporterebbe un piccolo investimento, permetterebbe l'estensione del servizio di fognatura anche a questa piccola frazione. Trattasi di circa 50 edifici per un totale di 380 – 400 persone (mediamente sono presenti 3,3 – 3,7 interni ad edificio e 2,27 persone per interno).

Quindi, complessivamente si riuscirebbe ad intercettare gli scarichi di 580 – 620 persone ed adeguatamente servirli con servizi di fognatura e depurazione.

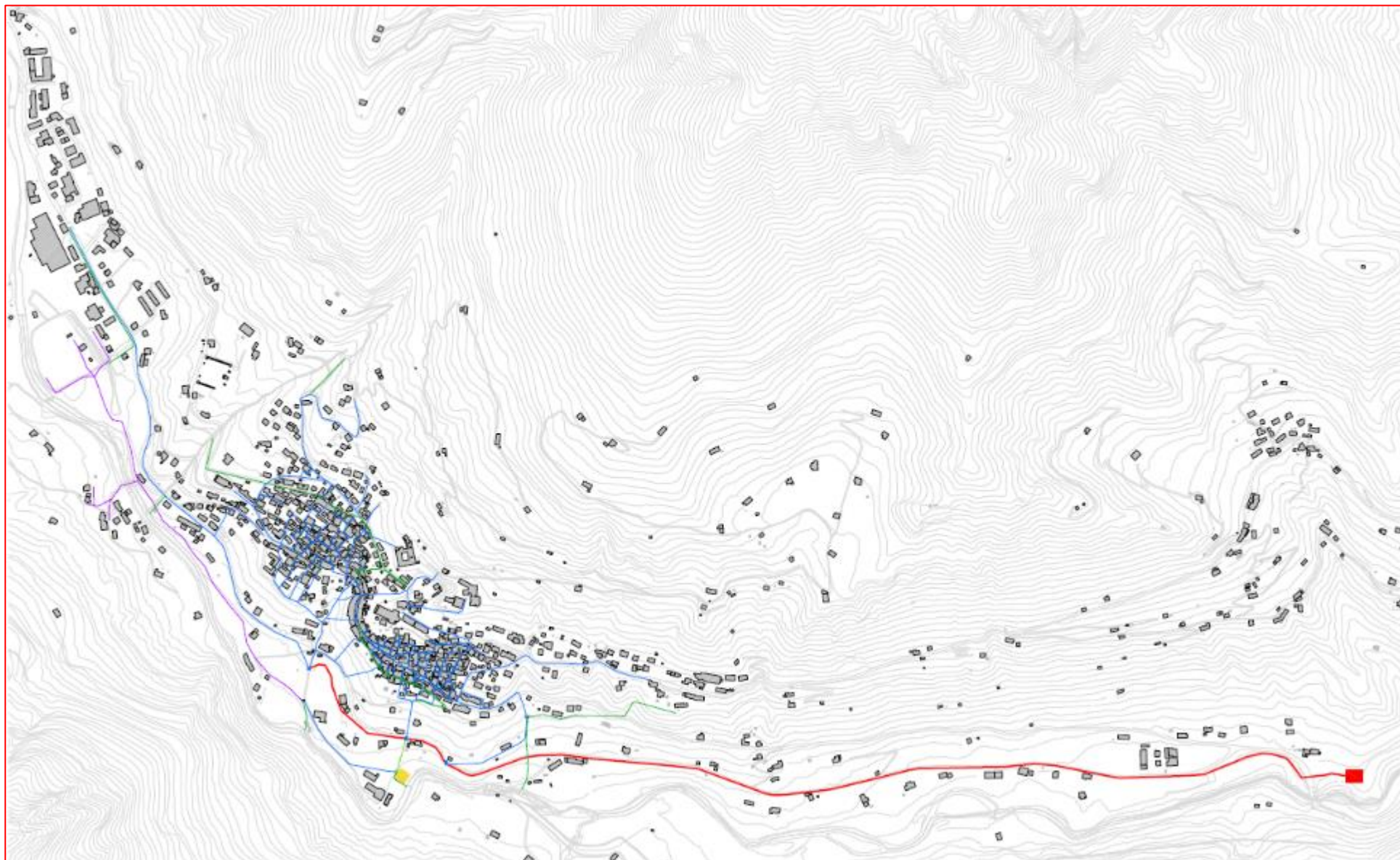
Lo sviluppo del collettore fognario necessiterebbe di circa 2.680 metri a gravità ed un condotto premente di appena 80 – 85 metri, che coprirebbe un salto di 17 – 18 metri.

Per il condotto a gravità si è ipotizzato preliminarmente un diametro di 400 mm, che date le pendenze disponibili garantirebbe un coefficiente di riempimento non superiore al 70%. Occorre evidenziare che le portate note sono quelle trattate nel depuratore e nulla è conosciuto su eventuali scolmi presso l'impianto attuale, ove effettivamente una tubazione di troppo pieno è presente presso la grigliatura iniziale. Intercettando a monte le reti fognarie del Centro Storico, sarebbe opportuno veicolarle interamente presso il nuovo depuratore per scolmarle solo a valle dei trattamenti primari di grigliatura e dissabbiatura.

Nella pagina che segue è riportato un estratto planimetrico dello sviluppo del collettore in oggetto.

A lato si riporta una pianta dell'ipotetico sollevamento da realizzare presso il depuratore attuale, onde servire il ramo fognario più in basso (in colore magenta nell'immagine) in cui sono allacciate non più di 200 – 250 persone.





Questa ipotesi progettuale può essere sviluppata secondo due indirizzi:

- a) Realizzando un impianto convenzionale a Fanghi Attivi (CAS) con Pre-Denitrificazione e successiva Nitrificazione;
- b) Realizzando un impianto a Massa Adesa in Letto Mobile (MBBR), particolarmente indicato per climi molto freddi e che si presta ad essere racchiuso in un edificio per i contenuti volumi di processo che richiede.

Viceversa, nel caso in specie non è proponibile racchiudere l'impianto convenzionale in un edificio, per i maggiori volumi che richiede (e quindi maggiori costi) e per **l'orografia del sito** che indicativamente dovrà ospitare il nuovo impianto; infatti è situato a mezza costa e **può sfruttare una limitata superficie poco acclive**.

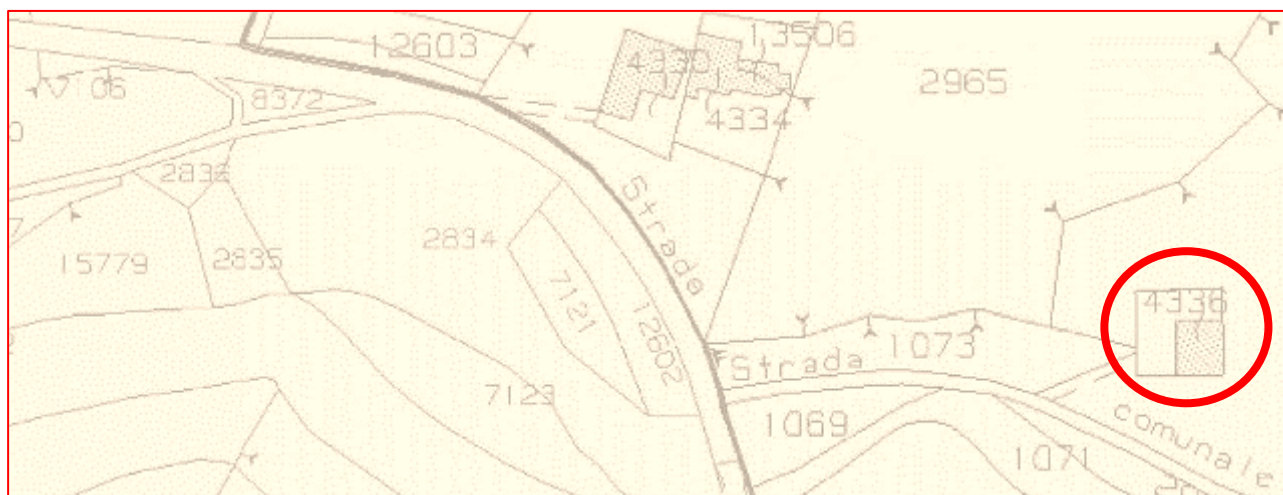
5.3.1 IL SITO INDICATO E LA SUA IDONEITA'

L'area indicata per costruire in nuovo impianto sorge a mezza costa in prossimità dell'incrocio tra SS. 669 e la sovrastante via S. Giorgio che raggiunge il Centro Storico di Bagolino.

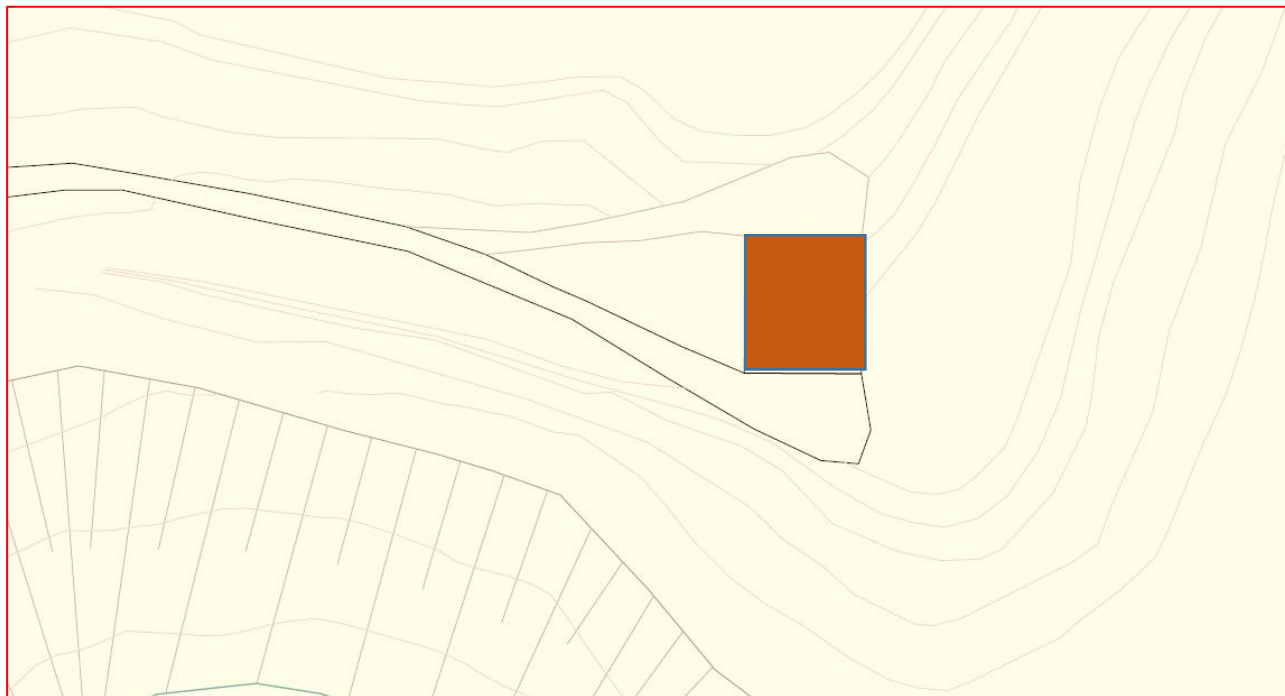


È su terreno di proprietà pubblica dove attualmente sorge un caseggiato diroccato.

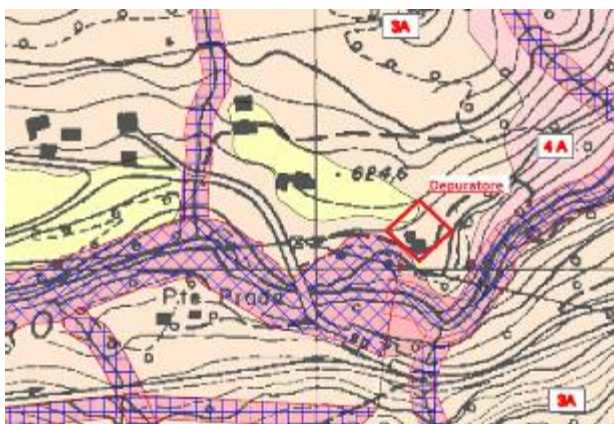
Catastralmente è individuato dalla **particella n. 4336**; ha **un'estensione di 368,39 m²** ed è collegato alla Statale mediante una strada sterrata, anche essa di proprietà comunale.



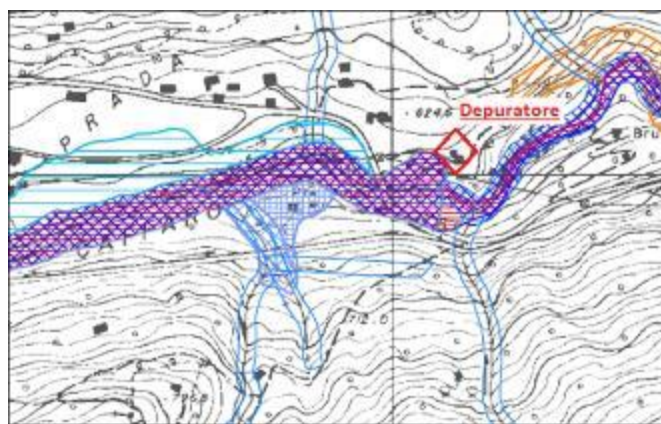
Planimetricamente l'area si sviluppa su un piccolo terrazzamento ottenuto ampliando un modesto pianoro poco acclive, come evidenziato nell'estratto topografico dove le linee di livello sono di due metri in due metri.



Per aspetti geologici e geotecnici occorre segnalare che lo strumento comunale (PGT) attribuisce all'area la classificazione **3A**, non segnalando frane attive o quiescenti, prescrivendo particolare attenzione e necessità di specifici approfondimenti, come riportato testualmente: “ *l'elevata acclività, la presenza di coperture moreniche o colluviali o del detrito di versante anche in parte cementato, l'affioramento del substrato roccioso fratturato anche su pareti verticali o subverticali, la vicinanza di terrazzamenti di origine fluviale o glaciale anche di notevole altezza, o la concomitante presenza dei fattori sopra indicati, rendono **necessaria l'esecuzione di prove geotecniche e/o di analisi strutturali** sull'ammasso roccioso ... al fine di valutare i parametri **geotecnici e/o geomeccanici.**”*
L'area è esterna alla Fascia di Rispetto fluviale.



(Tav.7.1 Carta della fattibilità geologica per le azioni di Piano)



(Tav.5.1 Carta dei vincoli esistenti) - **Estratti**

5.3.2 IPOTESI II-A – NUOVO IMPIANTO A FANGHI ATTIVI (CAS)

5.3.2.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La filiera impiantistica sarà costituita dalle sezioni elencate nella tabella allegata a lato testo. Mentre un'ipotetica planimetria con lay-out dell'impianto è riportata nella pagina che segue.

L'impianto disporrà di n.2 Linee Acque in parallelo ed una sola Linea Fanghi, con evidenti vantaggi nel caso si debba effettuare la manutenzione straordinaria.

Rispetto alla soluzione precedente è presente anche una sezione di post-ispessimento dei fanghi, introdotta per agevolare il funzionamento in automatico della sezione di disidratazione del fango. Sono inoltre presenti n. 2 sollevamenti; il primo presso l'impianto dismesso, come già illustrato al paragrafo precedente ed il secondo presso l'impianto.

LEGENDA	
①	SOLLEVAMENTO IN RETE
②	SOLLEVAMENTO INIZIALE
③	GRIGLIATURA
④	DESOLEATURA
⑤	DENITRIFICAZIONE
⑥	NITRIFICAZIONE
⑦	STABILIZZAZIONE
⑧	POST ISPESSIMENTO
⑨	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA
⑩	DISINFEZIONE
⑪	SALA CONTROLLO E QUADRI
⑫	SPOGLIATOI/BAGNI
⑬	LOCALE SOFFIATORI
⑭	LOCALE DISIDRATAZIONE
×-×-×	RECINZIONE

I volumi di processo sono riepilogati nella riportata (al netto dei franchi idraulici ed altri accessori, come pozzetti, partitori, canaline, ...).

Come può rilevarsi, i volumi di processo della Linea Acque sono dello stesso ordine di grandezza di quelli della precedente soluzione, mentre vengono ridimensionati i volumi della stabilizzazione aerobica, in quanto rigorosamente ristretti al necessario.

		IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)
Volumi di processo (m³)	Sollevamento in Rete	4,2
	Sollevamento Iniziale	8,8
	Grigliatura	8,7
	Desoleatura	18,4
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	157
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	291,8
	TOTALE PROCESSI BIOLOGICI	449
	Sedimentazione Secondaria	756,2
	Disinfezione	43,2
	TOTALE LINEA ACQUE	1 288
	Stabilizzazione	150,4
	Post Ispessimento	33,8
	TOTALE LINEA FANGHI	184
TOTALE VOLUMI SULL'IMPIANTO		1 473

I sedimentatori secondari hanno le stesse dimensioni di quanto precedentemente previsto, non essendosi tenuto conto della probabile minore qualità dei fanghi nel processo "IA", anche se in Italia questo fenomeno sembra che non venga condiviso dalle imprese commerciali che forniscono i sistemi di gestione di questo processo. Lo scrivente è di parere contrario.

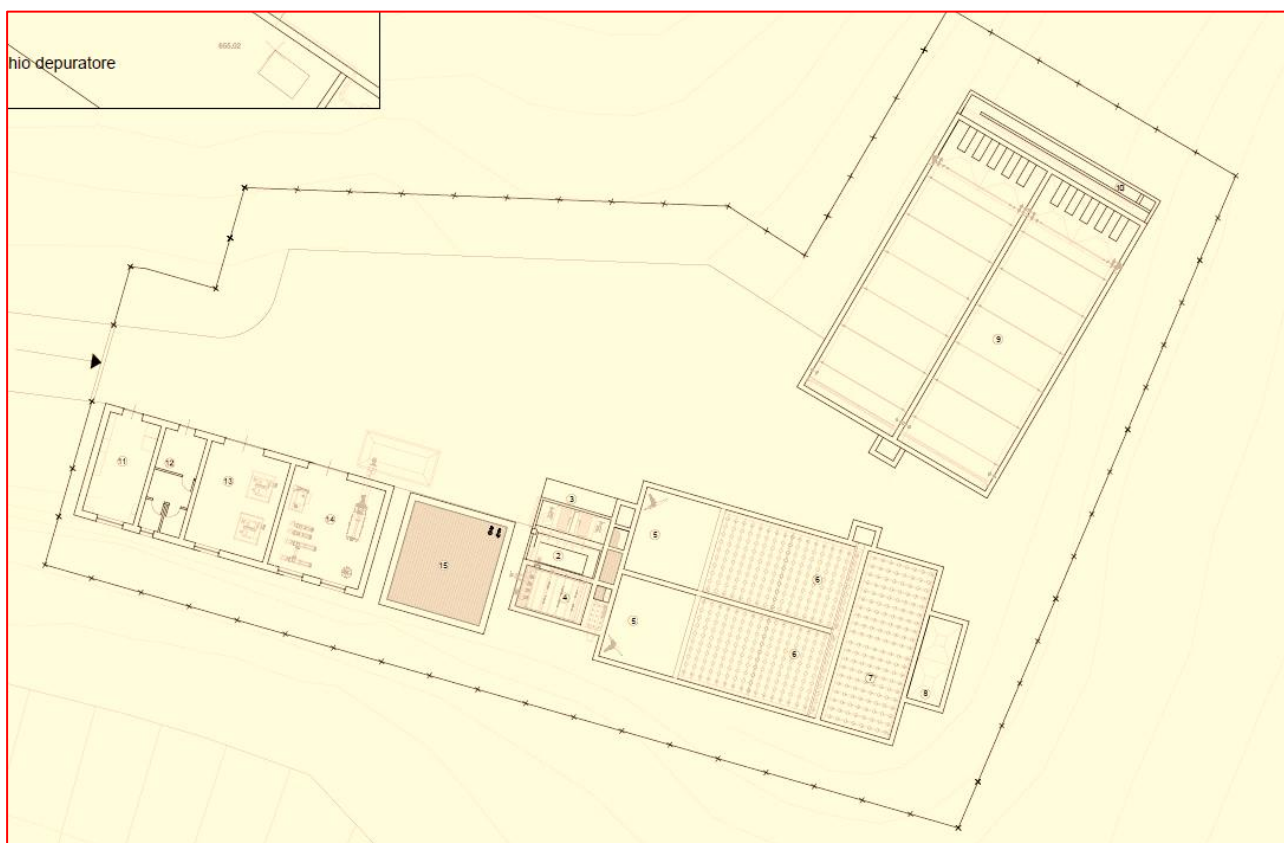
Per gli aspetti planimetrici, il lay-out dell'impianto dovrà svilupparsi utilizzando al massimo la parte pianeggiante del terrazzamento naturale, come evidenziato nelle immagini successive.

Come nel caso precedente i sedimentatori devono essere di forma rettangolare, anche se a parità di superficie, meno efficienti di quelli circolari.

Ma è inevitabile tale scelta, nel primo caso per minimizzare l'area di esproprio; ed in questo caso per evitare un'eccessiva dimensione dell'impronta planimetrica, che non sarebbe compatibile con l'orografia del sito.

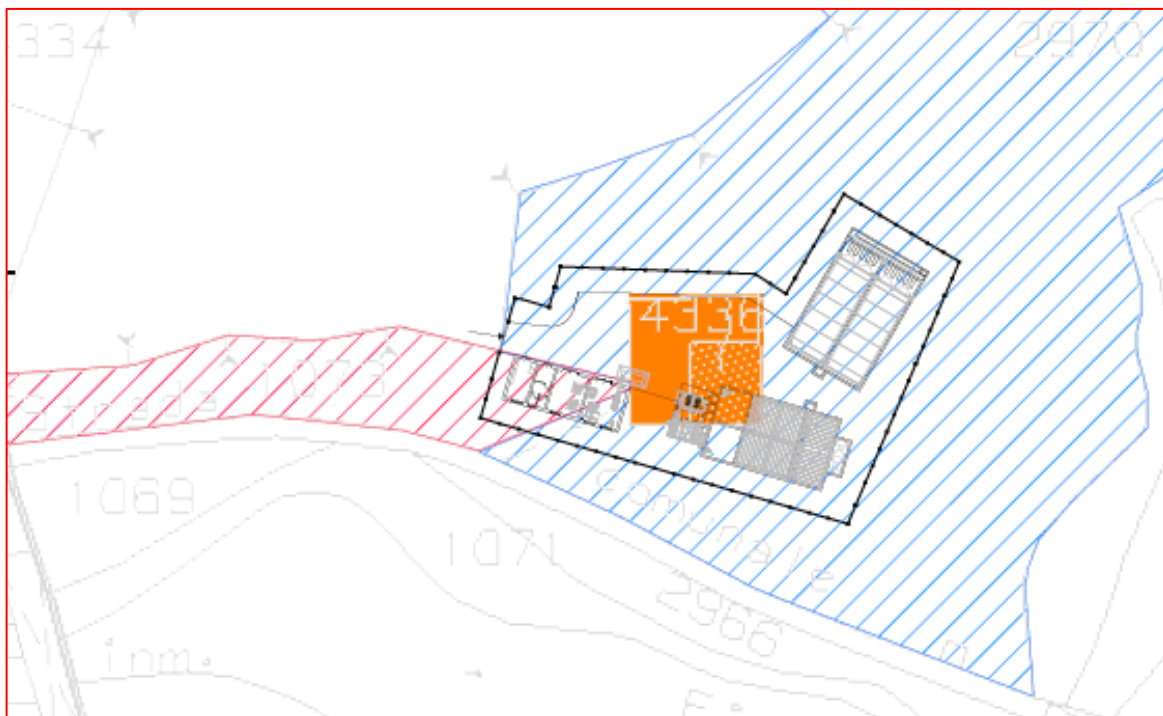


Ipotesi II-A – Nuovo Depuratore delocalizzato - Schema di processo convenzionale “CAS”



Ipotesi II-A – Nuovo Depuratore delocalizzato - Schema di processo convenzionale “CAS”

L'impianto così come preliminarmente previsto, occuperebbe una superficie di circa 1.900 m², mentre l'area di proprietà comunale è di solo 368 m²; quindi occorrerebbe acquisire l'ulteriore superficie che insiste sulle particelle 2970 e 1073 (solo limitatamente); quest'ultima risulta di proprietà comunale. Si riporta stralcio cartografico inerente.



5.3.2.2 I REQUISITI ALLO SCARICO ATTESI

Rispetto alla soluzione precedente, questa ipotesi progettuale garantisce una migliore qualità del refluo depurato, almeno per i mesi più freddi.

Con questo schema, anche alla temperatura di 8,0 °C si garantisce una nitrificazione completa ed una completa denitrificazione biologica.

La circostanza è da riferirsi solo alla prudenza di non prevedere una eccessiva concentrazione di solidi nello schema "IA", ritenendo di non superare i 3,5 – 3,7 kgSST/m³ in vasca, data la minore qualità di sedimentabilità dei solidi che vi vengono prodotti. Nello schema convenzionale (SAC) si è ritenuto di ipotizzare una concentrazione di fanghi pari a 4,0 kgSST/m³.

In effetti, si tratta di questioni quasi impalpabili, che in sede di gestione dei processi in campo possono essere gestiti. Nel contesto, a parere dello scrivente, si vuole solo segnalare i riflessi gestionali delle due ipotesi progettuali.

È d'uopo segnalare, che in Italia, in quasi tutte le applicazioni del processo "IA" viene praticata la precipitazione simultanea del fosforo, con conseguente correzione della minore sedimentabilità dei fanghi e quindi maggiore efficienza della sedimentazione. Da cui la decantata "eccellente" qualità del fango prodotto dal processo "IA".

È ancora da segnalare che in ambedue le soluzioni, senza alcun specifico trattamento, viene garantito un contenuto in fosforo inferiore ad 1,0 mgP/l; come per altro avviene mediamente già allo stato attuale. Si riporta una tabella con i dati descritti.

		IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
Linee in Funzione	Linee Acqua in Funzione (n)	2	2	2
	Linee Fango in Funzione (n)	1	1	1
Parametri Aggregati di inquinamento in ingresso	Presenze Servite (n)	2 723	3 952	6 087
	Temperatura di riferimento nelle Linee Acqua (°C)	8,0	20,0	22,0
	Temperatura di riferimento nelle Linee Fango (°C)	12,0	22,0	24,0
	SST (mg/l)	84	133	151
	BOD ₅ (mg/l)	84	133	151
	COD (mg/l)	168	267	303
	TKN (mg/l)	20,3	32,3	36,6
	P _t	2,2	3,5	3,9
Portate (m ³ /h)	Portata media giornaliera - Q ₂₄ (m ³ /h)	67,7	61,7	83,8
	Portata massima in tempo secco - Q _p (m ³ /h)	113,8	103,6	140,7
	Portata massima in tempo di pioggia al Biologico - Q _{pp} (m ³ /h)	182,9	182,9	182,9
	Portata massima in tempo di pioggia alla Desol. - Q _{ppp} (m ³ /h)	363,6	363,6	363,6
Sed. II°	Indice del Volume del Fango - SVI (ml/g)	150	100	100
	Solidi in Uscita con Q ₂₄	5	3	5
	Solidi in Uscita con Q _p	12	10	10
	Solidi in Uscita con Q _{pp}	38,8	16,6	16,6
	Carica batterica MEDIA in uscita - E.C. (UFC/100 ml)	5,E+04	4,E+04	5,E+04
	Carico Superficiale dei solidi con Q _p (kg/m ² /h)	4,89	8,91	8,94
	Carico Superficiale dei solidi con Q _{pp} (kg/m ² /h)	13,17	11,57	11,58
Parametri in uscita dai processi biologici - prima della Filtrazione (mg/l)	COD	14,4	17,7	21,6
	BOD ₅	7,0	6,5	9,2
	NH ₄ -N	1,0	0,4	0,6
	NO ₃ -N	2,0	5,9	7,8
	TKN-N	2,0	1,8	2,3
	N _{tot} -N	4,0	7,7	10,1
	P _{tot}	0,9	1,2	0,9

5.3.2.3 I BILANCI ENERGETICI E GESTIONALI ATTESI

In questo caso le potenze impegnate sono circa la metà (ovvero macchine di taglia minore) ma i consumi energetici sono dello stesso ordine di grandezza; ed in vero leggermente inferiori, ma di una misura che sta nell'alea del metodo utilizzato.

Si allega analoga tabella con i consumi stimati per le principali sezioni.

		IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
	Fanghi Stabilizzati alla Disidratazione (kgSST/d)	48,8	70,55	114,64
	Volatili nei fanghi alla Disidratazione (%)	55,2%	53,6%	54,5%
Nitrificazione	SOR (kgO₂/d)	447	715	1 063
Stabilizzazione	SOR (kgO₂/d)	117	205	521
Produzione Aria	Portata di Aria Media necessaria per i processi biologici (m³/h)	246	394	586
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	485	485	485
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	4,0	6,4	9,5
	Portata di Aria Media necessaria per la Stabilizzazione (m³/h)	86	151	383
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	485	485	485
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	1,4	2,6	6,7
Ricircoli Interni	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (0,025 kW/m ³) kW	3,9	3,9	3,9
	Portata dalla Sedimentazione II alla Denitrificazione con Q24	64,4	43,2	62,8
	Prevalenza richiesta	3,0	3,0	3,0
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	1,2	0,8	1,1
	Portata dalla Nitrificazione alla Denitrificazione con Q24	0	0	0
	Prevalenza richiesta	0,0	0,0	0,0
Bilanci Elettrici medi	Potenze Elettriche Impegnate - Totale (kW)	10,5	13,7	21,3
	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (kWh/d)	94	94	94
	Sistema di Aerazione Linea Acque (kWh/d)	96	153	228
	Sistema di Aerazione Linea Fanghi (kWh/d)	25	48	121
	Ricircolo Fanghi (kWh/d)	28	19	27
	Ricircolo Nitrati (kWh/d)	0	0	0
	Consumo Totale Giornaliero (kWh/d)	243	314	470
	Consumo Totale Annuale (kWh/y)	99 726		

5.3.3 IPOTESI II-B – NUOVO IMPIANTO A BIOMASSA ADESA IN LETTO MOBILE (MBBR)

5.3.3.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La filiera impiantistica sarà costituita dalle sezioni elencate nella tabella allegata a lato testo. Mentre un'ipotetica planimetria con lay-out dell'impianto è riportata nella pagina che segue.

L'impianto disporrà di n. 1 Linea Acque ed una sola Linea Fanghi. Per dare maggiore flessibilità all'impianto si può equipaggiare la Denitrificazione con gli aeratori di fondo, che nel caso specifico, sono costituiti da semplici tubi forati. Sono evidenti vantaggi nel caso si debba effettuare la manutenzione straordinaria: infatti una sola vasca può far fronte, in emergenza alla domanda di depurazione, almeno per la componente carbonio (BOD₅, COD ed SST), si veda al proposito l'Allegato 1 alla Relazione Tecnica.

LEGENDA	
①	SOLLEVAMENTO IN RETE
②	SOLLEVAMENTO INIZIALE
③	GRIGLIATURA
④	DESOLEATURA
⑤	DENITRIFICAZIONE
⑥	NITRIFICAZIONE
⑦	STABILIZZAZIONE
⑧	POST ISPESSIMENTO
⑨	SEDIMENTAZIONE
⑩	FILTRAZIONE
⑪	DISINFEZIONE
⑫	BIOFILTRO
⑬	SALA CONTROLLO E QUADRI
⑭	SPOGLIATOI/BAGNI
⑮	LOCALE SOFFIATORI
⑯	LOCALE DISIDRATAZIONE

Per la chiarificazione ci si affida a n. 2 sedimentatori lamellari, la cui efficienza è assicurata dal basso contenuto di solidi nell'effluente da chiarificare (in genere dell'ordine di qualche centinaio di milligrammi al litro). Alla chiarificazione seguirà una sezione di filtrazione. Essa è consigliabile perché una frazione del fango prodotto è molto fine (filler) e di difficile sedimentabilità a meno che non si ricorra a flocculanti o ad altre tecniche di chiarificazione (p.e. la flottazione ad aria disciolta – DAF). Come nella soluzione precedente, è presente anche una sezione di post-ispessimento dei fanghi, introdotta per agevolare il funzionamento in automatico della sezione di disidratazione del fango. Sono inoltre presenti n. 2 sollevamenti; il primo presso l'impianto dismesso, come già illustrato al paragrafo precedente ed il secondo presso l'impianto.

La stabilizzazione avrà lo stesso volume previsto per la soluzione precedente.

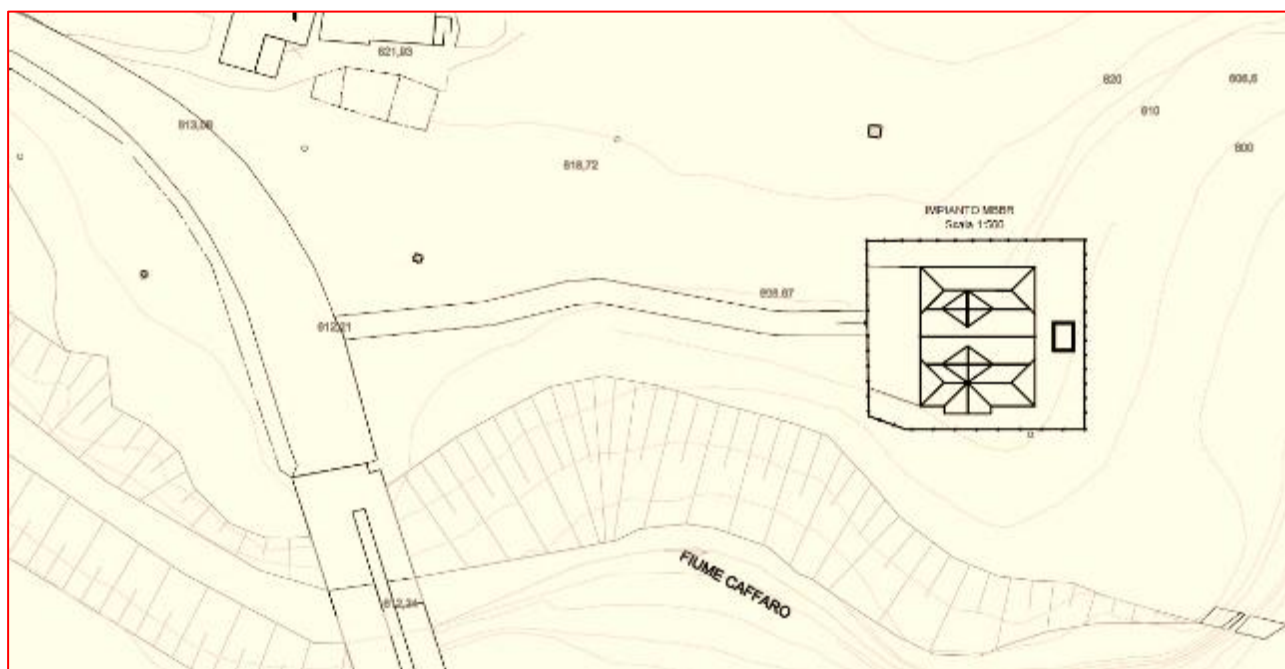
I volumi di processo sono riepilogati nella riportata (al netto dei franchi idraulici ed altri accessori, come pozzetti, partitori, canaline, ...). Come può rilevarsi, i volumi di processo della Linea Acque sono circa la metà di quanto necessario per un processo a biomassa sospesa (F.A.).

		IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)
Volumi di processo (m ³)	Sollevamento in Rete	4,2
	Sollevamento Iniziale	8,8
	Grigliatura	8,7
	Desoleatura	18,4
	Denitrificazione - [Tempo di Anossia]	100
	Nitrificazione - [Tempo di Aerobiosi]	120,0
	TOTALE PROCESSI BIOLOGICI	220
	Sedimentazione Secondaria	252,5
	Filtrazione	15,9
	Disinfezione	43,2
	TOTALE LINEA ACQUE	572
	Stabilizzazione	150,0
	Post Ispessimento	33,8
	TOTALE LINEA FANGHI	184
	TOTALE VOLUMI SULL'IMPIANTO	755

Ma la maggiore economia in termini di volumi si ottiene dalla possibilità di fare conveniente utilizzo della tecnologia di chiarificazione mediante pacchi lamellari.

Mentre le profondità delle vasche possono essere mantenute identiche a quelle previste per il processo a fanghi attivi, ma con un franco maggiore (generalmente è di 80 cm), necessario per le fasi di avvio del processo, che in questo caso non può essere innescato con inoculi, ma bisogna attendere che la biomassa adesa si formi da sola.

Per gli aspetti planimetrici, date le minori superfici necessarie, l'impianto può essere contenuto in un unico edificio coperto, di cui si riporta una planimetria ipotetica di prima approssimazione.



Complessivamente, l'impianto occuperebbe una superficie di appena 468 m², che è pressappoco l'impronta di una unità abitativa tipica di una villetta quadrifamiliare.

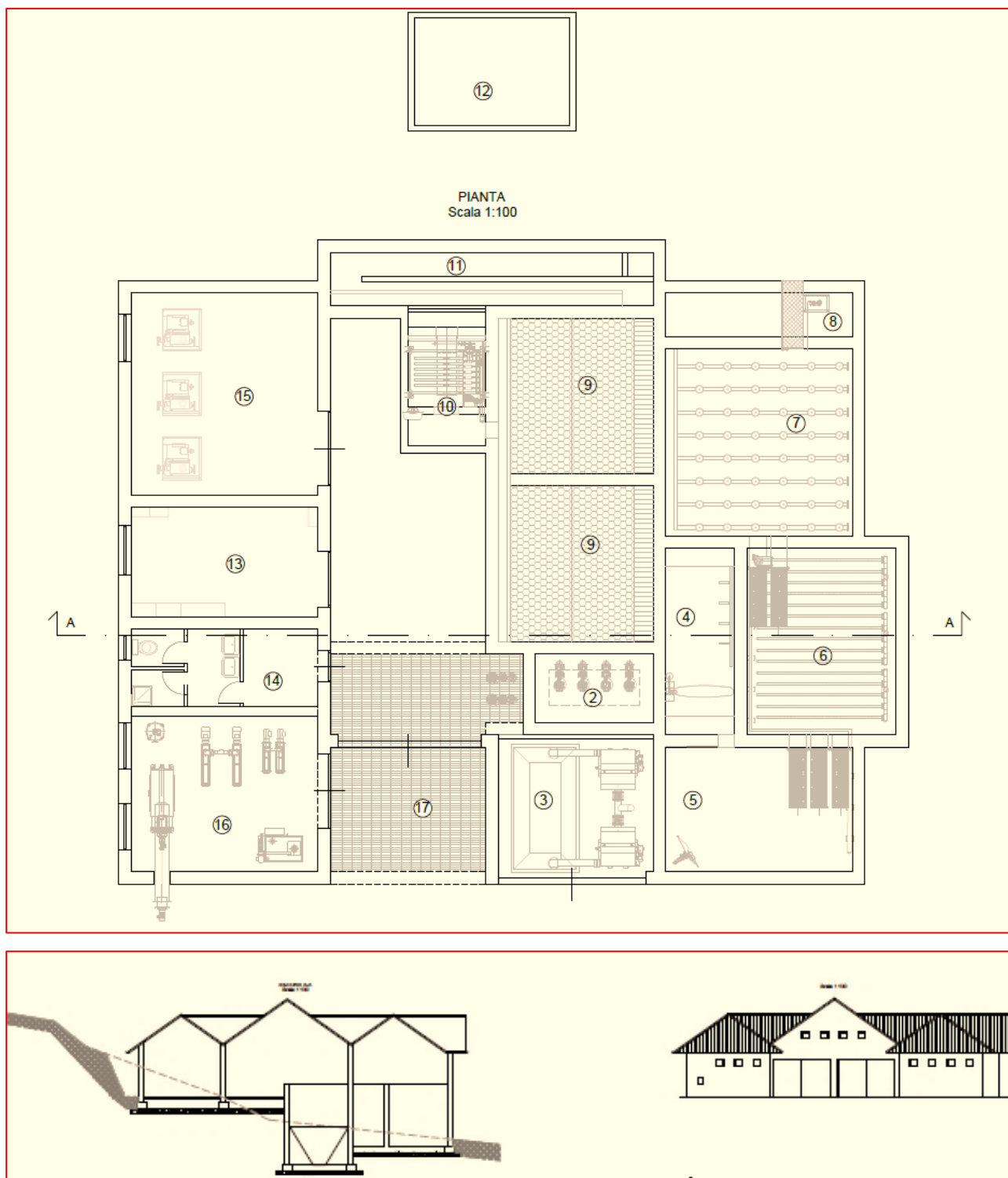
Nella pagina che segue si allega una planimetria preliminare estratta dagli elaborati progettuali, che indica una possibile soluzione architettonica. Si riporta anche una sezione indicativa con evidenziata la linea del terreno ante operam e la sistemazione definitiva. Si può approssimare che la soluzione vede l'adagiarsi del corpo di fabbrica alla pendenza naturale del terreno, così limitando i lavori di scavo e le problematiche ad essi connessi.

Si riporta anche un elementare studio di prospetto. In effetti tutto l'impianto, per l'aspetto architettonico può essere assimilato ad un medio caseggiato.

Essendo tutto chiuso, l'impianto necessiterà di un sistema di ricambi d'aria, per eliminare eventuali odori molesti e per assicurare il giusto grado di umidità.

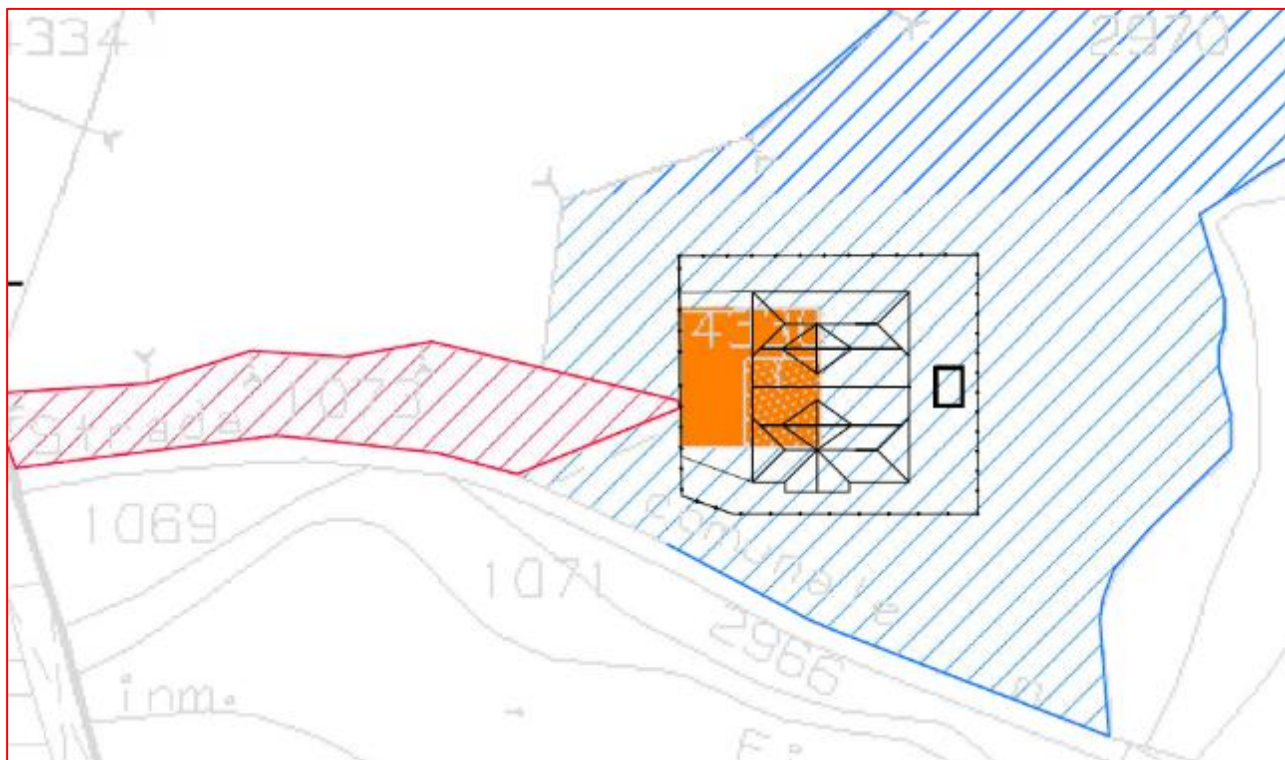
Il vantaggio di un impianto chiuso in montagna è che tutta la conduzione può essere effettuata in qualsiasi condizione climatica.

Inoltre, ciò riduce notevolmente l'impatto paesaggistico, potendosi assimilare la costruzione ad un edificio plurifamiliare tipico dei luoghi.



Rispetto alla soluzione precedente l'esigenza di suolo si riduce a circa 1.430 m², a fronte dei 1.900 richiesti dall'impianto a Fanghi Attivi Convenzionale.

Come nel caso precedente, anche se in minore misura, occorrerà acquisire terreno che insite sulla particella 2970.



5.3.3.2 I REQUISITI ALLO SCARICO ATTESI

Per la presenza della filtrazione finale e per le caratteristiche del processo, particolarmente indicato nel caso di liquami molto diluiti, si prevede di ottenere un effluente con caratteristiche qualitative migliori delle altre ipotesi progettuali analizzate.

È da evidenziare che, a differenza dei altri due casi prima illustrati, per i solidi in uscita dal processo di chiarificazione e filtrazione finale si fa riferimento solo alla media giornaliera: infatti questo processo è alquanto insensibile agli shock idraulici, perché il fango è costituito dallo spoglio delle pellicole biologiche, che avviene indipendentemente dal flusso idraulico che le investe: quindi la concentrazione di solidi da avviare alla chiarificazione finale è pressoché costante se non minore in presenza di detti picchi idraulici. In altri termini non c'è nessun trascinamento di biomassa come invece può verificarsi nei processi a biomassa sospesa.

La tabella successiva riepiloga quanto illustrato.

	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
Linee in Funzione	Linee Acqua in Funzione (n)	1	1	1
	Linee Fango in Funzione (n)	1	1	1
Parametri Aggregati di inquinamento in ingresso	Presenze Servite (n)	2 723	3 952	6 087
	Temperatura di riferimento nelle Linee Acqua (°C)	8,0	20,0	22,0
	Temperatura di riferimento nelle Linee Fango (°C)	12,0	22,0	24,0
	SST (mg/l)	84	133	151
	BOD ₅ (mg/l)	84	133	151
	COD (mg/l)	168	267	303
	TKN (mg/l)	20,3	32,3	36,6
	P _t	2,2	3,5	3,9
Portate (m ³ /h)	Portata media giornaliera - Q ₂₄ (m ³ /h)	67,7	61,7	83,8
	Portata massima in tempo secco - Q _p (m ³ /h)	113,8	103,6	140,7
	Portata massima in tempo di pioggia al Biologico - Q _{pp} (m ³ /h)	182,9	182,9	182,9
	Portata massima in tempo di pioggia alla Desol. - Q _{ppp} (m ³ /h)	363,6	363,6	363,6
Filtrazione finale e Parametri in uscita dopo la Filtrazione (mg/l)	COD allo scarico (mg/l)	8,4	14,2	15,8
	BOD₅ allo scarico (mg/l)	2,4	4,1	4,5
	NH ₄ -N allo scarico (mg/l)	0,0	0,0	0,0
	NO₃-N allo scarico (mg/l)	3,8	4,9	6,3
	TKN-N allo scarico (mg/l)	1,2	1,8	2,2
	N_{tot}-N allo scarico (mg/l)	5,0	6,7	8,5
	P _{tot} allo scarico (mg/l)	0,2	0,2	0,3
	SST allo scarico con Q₂₄ (mg/l)	6	8	11
	Carica batterica MEDIA in uscita dalla Filtrazione - E.C. (UFC/100 ml)	5,E+04	6,E+04	6,E+04

5.3.3.3 I BILANCI ENERGETICI E GESTIONALI ATTESI

Come evidenziato nella tabella sotto allegata, le potenze elettriche impegnate sono molto minori di quanto necessario per lo schema "IA", ma leggermente superiori di quanto richiesto dal processo a Fanghi Attivi (+22%) e conseguentemente i consumi totali superano di circa il 20% quelli dell'analogo processo a biomassa sospesa.

Trattasi in effetti di un processo che richiede maggiore energia perché è necessario mantenere in vasca una concentrazione di ossigeno più elevata. È Consigliato un valore di DO di circa 3,0 mg/l, qualsiasi siano i risultati delle modellizzazioni effettuate. Ed in questo studio ci si è attenuti a questo criterio anche se le modellizzazioni sembravano rendere compatibile una concentrazione di ossigeno di soli 2,0 mg/.

Preme infine sottolineare che la richiesta operativa di ossigeno (AOR) rimane pressoché invariata per tutte le ipotesi progettuali analizzate; e trascurabili differenze, puntualmente riportate nella Relazione Tecnica, a parere dello scrivente sono da attribuire per lo più ai differenti modelli di simulazione dei processi. E comunque rientrano nell'alea del metodo.

		IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
	Fanghi Stabilizzati alla Disidratazione (kgSST/d)	50,6	71,06	115,60
	Volatili nei fanghi alla Disidratazione (%)	51,5%	49,9%	52,6%
Nitrificazione	SOR (kgO₂/d)	442	772	1 083
Stabilizzazione	SOR (kgO₂/d)	118	146	415
Produzione Aria	Portata di Aria Media necessaria per i processi biologici (m³/h)	509	888	1 246
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	435	435	435
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	7,5	13,1	18,3
	Portata di Aria Media necessaria per la Stabilizzazione (m³/h)	93	115	305
	Contropressione richiesta ai Soffiatori (mbar)	455	455	455
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	1,4	1,9	5,0
Ricircoli Interni	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (0,025 kW/m ³) kW	2,5	2,5	2,5
	Portata dalla Sedimentazione II alla Denitrificazione con Q24	0,0	0,0	0,0
	Prevalenza richiesta	0,0	0,0	0,0
	Potenze Elettriche Impegnate (kW)	0,0	0,0	0,0
	Portata dalla Nitrificazione alla Denitrificazione con Q24	61,0	61,7	58,6
	Prevalenza richiesta	1,0	1,0	1,0
Bilanci Elettrici medi	Potenze Elettriche Impegnate - Totale (kW)	11,4	17,5	25,9
	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (kWh/d)	60	60	60
	Sistema di Aerazione Linea Acque (kWh/d)	180	314	440
	Sistema di Aerazione Linea Fanghi (kWh/d)	26	34	91
	Ricircolo Fanghi (kWh/d)	0	0	0
	Ricircolo Nitrati (kWh/d)	9	9	9
	Consumo Totale Giornaliero (kWh/d)	274	417	600
	Consumo Totale Annuale (kWh/y)	120 193		

6 DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO TESTA IMPIANTO

Di seguito si analizza il *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6: “Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane, disciplina dei controlli degli scarichi e delle modalità di approvazione dei progetti degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, in attuazione dell'articolo 52, commi 1, lettere a) e f bis), e 3, nonché dell'articolo 55, comma 20, della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale.*

Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche)” al fine di valutare la necessità e le dimensioni della vasca di accumulo da realizzare in testa all'impianto.

- All'articolo 10 del Titolo III (Reti e Sforatori) si stabilisce che al fine di migliorare l'efficienza complessiva dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione e per garantire un funzionamento adeguato della rete, l'aliquota delle acque parassite defluenti in fognatura deve essere contenuta nella maggiore misura possibile. L'obiettivo che il gestore si prefigge è quello di contenerle entro un valore di portata pari al 30% della portata nera media annua.

Di seguito si riportano i valori delle portate bianche rispetto a quelle nere determinate dall'analisi delle portate in ingresso al depuratore, si nota che il valore riportato nell'articolo 10 non viene rispettato.

	Portata nera (m3/h)	Portata bianca (m3/h)	% bianca sulla nera
Portata medie invernali (medie gennaio+ febbraio+ dicembre)	21,86	45,9	2,10
Portata medie estive (medie luglio + agosto)	32,86	28,8	0,88
Portata massime estive (settimana di massimo afflusso)	45,70	38,1	0,83

- L'articolo 11 al comma 8 sancisce che nel caso di reti di tipo unitario, la portata da sottoporre a trattamento in tempo di pioggia deve essere conforme a quanto previsto alla sezione 2 dell'allegato E.

Al comma 9 dello stesso articolo si stabilisce che qualora la capacità idraulica dell'impianto di trattamento al quale sono convogliati i reflui non consenta di trattare l'intera portata calcolata come previsto alla sezione 1.1 dell'allegato E, deve essere

previsto un volume di accumulo temporaneo in testa all'impianto, dimensionato in conformità a quanto previsto nella sezione 2 del medesimo allegato.

- All'articolo 13 al comma 5 si determina che in testa agli impianti di depurazione deve essere sempre presente una vasca di accumulo finalizzata, oltre all'accumulo delle acque provenienti dallo sfioratore di testa impianto e all'accumulo necessario a soddisfare i requisiti previsti dal comma 9 dell'articolo 11 (sopra riportato), al miglioramento dell'elasticità gestionale dell'impianto e all'accumulo temporaneo per emergenza o per manutenzione, ad eccezione del caso di sistemi di trattamento costituiti da vasche Imhoff.

Di seguito si applicano i criteri presenti nell'**allegato E** al *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6* al fine di determinare la portata da avviare al depuratore, la portata minima che la sezione biologica deve trattare in tempo di pioggia ed infine il volume della Vasca di accumulo.

- Nella **SEZIONE 1.1** si descrivono i criteri realizzativi per sfioratori e reti fognarie unitarie.

In tale sezione si determina la **portata da avviare al depuratore**, quale il massimo tra:

- a) *il valore corrispondente a un apporto di 750 L/AE giorno, considerati uniformemente distribuiti nelle 24 ore, determinando in termini idraulici, ossia in base al rapporto tra il consumo giornaliero medio industriale accertato e la dotazione idrica giornaliera della popolazione residente, assunta pari a 200 L/abitante al giorno, gli AE degli scarichi di acque reflue industriali non caratterizzabili in base all'apporto di sostanze biodegradabili. Il valore di 750 è elevato a 1000 L/AE giorno per gli sfioratori, le cui acque eccedenti siano recapitate in laghi ovvero su suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;*
- b) *il valore ottenuto assumendo un rapporto di diluizione pari a 2 rispetto alla portata nera, calcolata come media giornaliera del giorno di massimo consumo per gli apporti civili e come media su 12 ore per quelli industriali, salvo presenza di significativi complessi che lavorino su più turni giornalieri; il rapporto di diluizione è incrementato a 2,5 nel caso gli apporti industriali in termini di abitanti equivalenti, calcolati con il criterio di cui alla lettera a), superino il 50% del totale.*

Si ottiene:

$$a) Q = \frac{(1000 \cdot AE)}{86400} = \frac{(1000 \cdot 5184)}{86400} = 60 \text{ l/s}$$

$$b) Q = 2 \cdot Q_{\text{med}_{\text{nera}}} = 25.39 \text{ l/s.}$$

Risulta che la portata da avviare al depuratore, secondo l'**allegato E** è di **60 l/s**.

Le alternative progettuali, presentate in questo progetto di fattibilità tecnica ed economica sono state calcolate e dimensionate sull'ipotesi di convogliare al depuratore, in particolare ai pretrattamenti una portata massima pari a **101.01 l/s**, quindi di circa il **68%** maggiore rispetto a quello previsto dalla legge regionale.

- Nella **SEZIONE 2** si sancisce che dovrà essere assicurato che la sezione biologica sia in grado di trattare una portata almeno pari al più grande dei valori calcolabili applicando i seguenti criteri:

a) *portata corrispondente ad un apporto di 500 L/AE giorno, considerato uniformemente distribuito nelle 24 ore;*

b) *portata pari a 1,1 volte la portata massima di tempo secco.*

$$a) \quad Q = \frac{(500 \cdot AE)}{86400} = \frac{(500 \cdot 5184)}{86400} = 30 \text{ l/s}$$

$$b) \quad Q = 1.1 \cdot Q_p = 1.1 \cdot 39.09 = 43 \text{ l/s.}$$

Risulta che la portata che la sezione biologica deve trattare è di **43.6 l/s**.

Le alternative progettuali, presentate in questo progetto di fattibilità tecnica ed economica sono state calcolate e dimensionate convogliando ai trattamenti biologici una portata pari a **50.82 l/s**, quindi circa il 18% maggiore di quella prevista nell'allegato E.

- Nella stessa **SEZIONE 2** si stabilisce che qualora il depuratore non sia in grado di trattare la portata determinata applicando i criteri indicati nella SEZIONE 1.1, in testa all'impianto dovrà essere prevista una vasca di accumulo temporaneo.

Le alternative progettuali presentate, come esposto sopra, sono state dimensionate in modo che in tempo di pioggia i pretrattamenti siano in grado di trattare una portata di **101.01 l/s** mentre la sezione biologica **50.82 l/s**, che pur essendo superiore a quella prevista nella sezione 2 dell'allegato E è inferiore al valore di **60 l/s** calcolato secondo la SEZIONE 1.1.

Quindi, sarà necessario prevedere una vasca di accumulo temporaneo da posizionare in testa al depuratore.

Il volume della vasca (V_{acc}), viene determinato come previsto nell'allegato E, dimensionato in modo da essere almeno pari al prodotto tra la portata (P) risultante dalla differenza tra portata avviate a depurazione (P_{avv}), calcolata come descritto nella Sezione 1.1, e la portata massima trattata in tempo di pioggia (P_{tratt}) e il tempo maggiore (T) tra due ore e il tempo di corrivazione del bacino dell'intero agglomerato servito (t_{corr}), calcolato come rapporto tra la lunghezza totale dell'asta principale della rete fognaria e una velocità di riferimento da assumere pari a 1 m/s maggiorata di mezz'ora.

$$V_{acc} = P \cdot T$$

Dove

$$P = P_{avv} - P_{tratt} = 60 - 50.82 = 9.18 \text{ l/s}$$

Nel progetto di fattibilità tecnica ed economica sono previste 3 ipotesi progettuali. La prima consiste nella ristrutturazione del depuratore esistente, la seconda e la terza si basano sulla

delocalizzazione dell'impianto a valle rispetto alla posizione attuale costruendo un collettore fognario che si sviluppa quasi interamente lungo l'asse stradale della statale n. 669, correndo per lo più in banchina. Quindi risulta che la prima alternativa ha un tempo di corrivazione differente rispetto alla seconda e la terza ipotesi.

I tempi di corrivazione sono:

IPOTESI I

$$T_{corr} + 0.5 \text{ ore} = 1.24 \text{ ore}$$

IPOTESI II A e IPOTESI II B

$$T_{corr} + 0.5 \text{ ore} = 1.60 \text{ ore}$$

Quindi tutte le ipotesi hanno un tempo di corrivazione inferiore alle 2 ore, e come previsto nell'allegato E si prenderà **$T=2 \text{ ore}$**

$$T = \max \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ ore} \\ t_{corr} + 0,5 \text{ ore} \end{array} \right.$$

Considerato quanto sopra riportato il volume della vasca risulta:

$$V_{acc} = P * T = 9.18 * \frac{7200}{1000} = 66.10 m^3$$

Come sopra accennato, nelle 3 ipotesi progettuali sarà convogliato ai pretrattamenti una portata pari a **101.01 l/s** , maggiore dei **60 l/s** previsti dalla normativa (Allegato E Sezione 1.1), quindi il volume di accumulo calcolato di 66.10 mc sarà sufficiente per circa 22 minuti.

- Il comma 5 dell'art 13, stabilisce che deve essere sempre presente una vasca di accumulo di testa impianto finalizzata, oltre all'accumulo al miglioramento dell'elasticità gestionale dell'impianto. Nell'allegato E alla Sezione 4.1 viene riportato: *"il volume di tale vasca dovrà consentire la gestione del refluo in ingresso per un arco di tempo sufficiente a sopperire ad esigenze di accumulo temporaneo per emergenza o manutenzione."*

Di seguito si calcola il Volume di emergenza che deve avere la vasca di testa impianto, al fine di rispettare la **SEZIONE 4.1 dell'Allegato E**.

Per emergenza si considera il caso di interruzione della fornitura elettrica con durata massima 2 ore.

$$V_{emergenza(2h)} = Q_{med} * \frac{7200}{1000} = 23.27 \text{ l/s} * \frac{7200}{1000} = 167.6 m^3 \sim 168 m^3$$

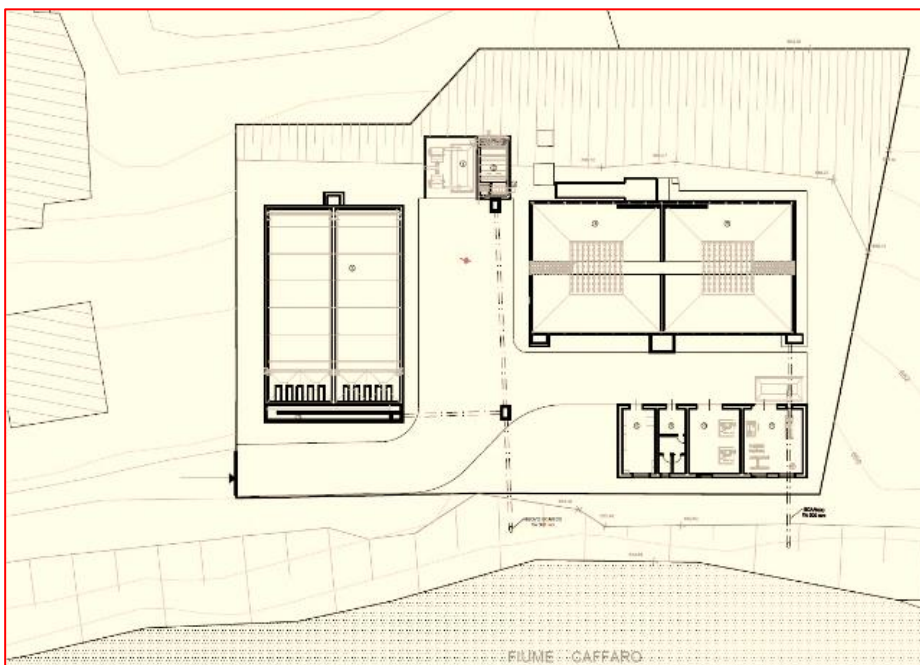
La vasca di testa impianto verrà realizzata tenendo conto del volume maggiore ottenuto tra il Volume di accumulo calcolato secondo l'allegato E ed il volume di emergenza, visto che risulta molto improbabile il verificarsi delle condizioni contemporaneamente.

$$V_{Vasca} = 168m^3$$

Ora analizziamo singolarmente le tre alternative progettuali presentate:

• ALTERNATIVA I

Tale alternativa prevede la ristrutturazione del depuratore esistente, utilizzando un processo biologico con aerazione alternata o "Intermittent Aeration". L'impianto, come si può vedere nella planimetria di lay-out, disporrà di una sola Linea Acque ed una sola Linea Fanghi. Le sezioni da costruire a nuovo sono:



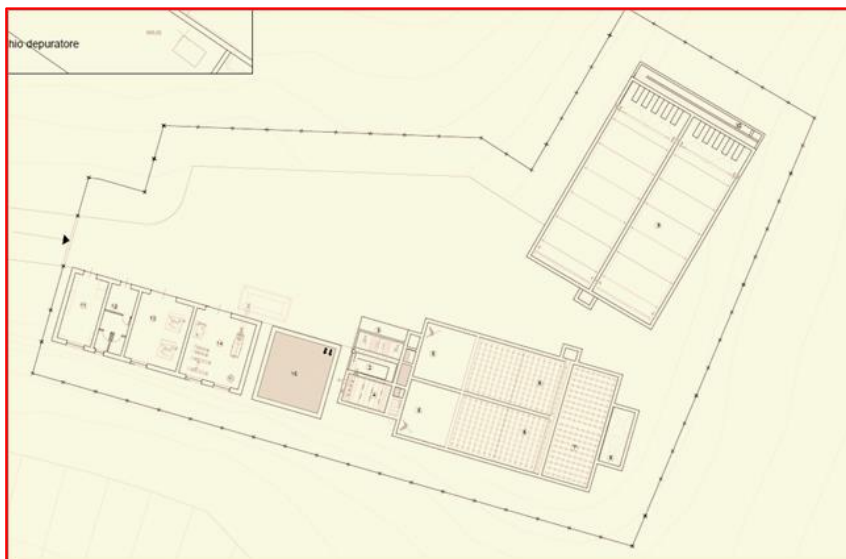
- grigliatura con dissabbiatura;
- sedimentazione secondaria;
- disinfezione
- disidratazione
- locale tecnologico.

L'area disponibile non è sufficiente per la realizzazione di una vasca di 168 mc. In caso di manutenzione la digestione potrà essere utilizzata come vasca di ossidazione.

L'impossibilità della realizzazione della vasca di testa impianto verrà considerata nella valutazione della scelta delle alternative progettuali.

• ALTERNATIVA II A

La seconda alternativa proposta è quella basata sull'ipotesi di delocalizzare l'impianto più a valle costruendo un collettore fognario che si sviluppa quasi interamente lungo l'asse stradale della statale n. 669 correndo per lo più in banchina. Presso il depuratore attuale si dovrà realizzare un



sollevamento in grado di convogliare nel nuovo collettore fognario il ramo fognario più basso. Come accennato precedentemente le alternative sono state dimensionate in modo che in tempo di pioggia i pretrattamenti siano in grado di trattare una portata di **101.01 l/s** mentre la sezione biologica **50.82 l/s**.

L'alternativa progettuale II A prevede la realizzazione di un nuovo impianto a fanghi attivi (CAS). L'impianto disporrà di 2 linee Acque in parallelo ed una sola Linea Fanghi, con evidenti vantaggi nel caso si debba fare manutenzione straordinaria.

A differenza dell'alternativa I, l'area disponibile permette la realizzazione della vasca di testa impianto prevista dal *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6*.

La natura impiantistica di tale alternativa, basata sul funzionamento di 2 linea in parallelo, permette in caso di emergenza e di manutenzione di avere una gestione più flessibile delle portate entranti e quindi la Vasca di testa impianto può essere ridotta a 100 mc.

E' da tenere in considerazione che tale volume ($V=100\text{mc}$) risulta superiore a quello previsto dalla Sezione 2 dell'allegato E che è di $V_{acc} = P * T = 9.18 * \frac{7200}{1000} = 66.10\text{m}^3$.

• ALTERNATIVA II B

Come l'alternativa precedente, si basa sull'ipotesi di delocalizzare l'impianto più a valle e anch'essa prevede la realizzazione di un condotto a gravità e di un sollevamento presso il depuratore attuale. Il nuovo impianto sarà a biomassa adesa in letto mobile (MBBR). L'impianto verrà contenuto all'interno di un edificio coperto e disporrà di 1 Linea Acque e una sola linea fanghi.

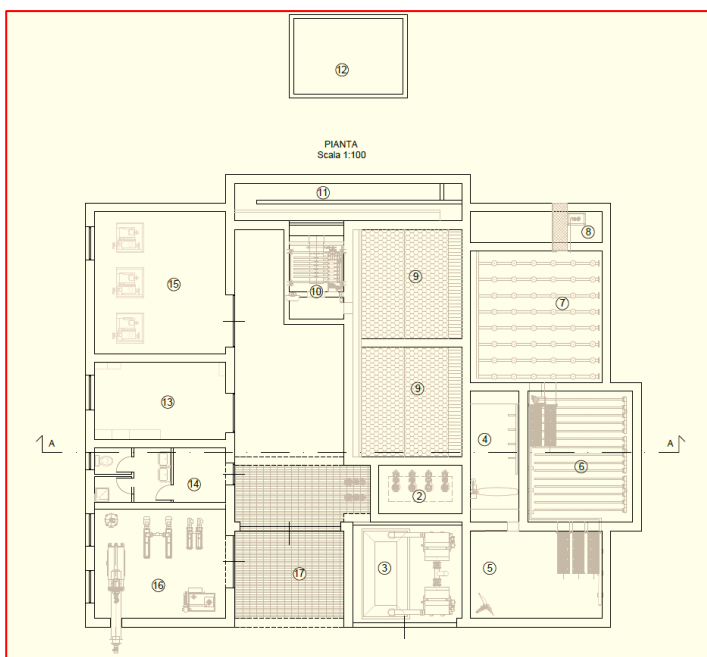
Per dare maggiore elasticità all'impianto si prevederà la possibilità che la vasca di denitrificazione possa funzionare anche da nitrificazione.

L'area disponibile permette la realizzazione della vasca di testa impianto prevista dal *Regolamento Regionale 29 marzo 2019 n° 6*.

A differenza dell'alternativa precedente la presenza di 1 sola linea impiantistica non permette di avere una gestione flessibile in caso di emergenza o manutenzione e quindi si dovrà realizzare un volume di testa impianto pari a:

$$V_{emergenza(2h)} = Q_{med} * \frac{7200}{1000} = 23.27 \text{ l/s} * \frac{7200}{1000} = 167.6 \text{ m}^3 \sim 168 \text{ m}^3$$

E' da tenere in considerazione che tale volume risulta superiore a quello previsto dalla Sezione 2 dell'allegato E che è di $V_{acc} = P * T = 9.18 * \frac{7200}{1000} = 66.10 \text{ m}^3$.



7 I COSTI DI INVESTIMENTO RICHIESTI

Le tre ipotesi progettuali presentano costi di costruzione nettamente differenti, come ben evidenziato nella tabella sottostante.

Mentre nelle due ultime ipotesi esaminate la variazione è molto contenuta (circa il 10%), l'ipotesi di delocalizzazione richiede investimenti maggiori dell'ordine di 2,4 – 2,6 volte, a seconda della soluzione scelta.

Ma questi maggiori costi sono riferibili soprattutto ai costi di costruzione del nuovo collettore fognario, che da solo contribuisce per poco meno di un milione di Euro.

Costo delle opere previste in Euro/2019			
Ipotesi Progettuale	Opere civili	Opere elettomecc.	Totale Lavori
IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione intermittente)	331,312.31	637,889.18	969,201.49
IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)	1,653,053.19	724,449.48	2,377,502.68
IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)	1,897,107.34	724,553.64	2,621,660.98

Per contro, occorre tenere in conto che queste due ultime ipotesi progettuali permettono una estensione del servizio di fognatura e depurazione a circa 600 abitanti residenti, che attualmente non dispongono di un sistema dinamico di fognature.

8 IL CONFRONTO ENERGETICO E GESTIONALE TRA LE SOLUZIONI

La sottostante tabella riepiloga l'ipotetico bilancio elettrico esteso alle principali utenze, i cui termini sono già stati illustrati.

		IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione intermittente)			IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)			IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
Bilanci Elettrici medi	Potenze Elettriche Impegnate - Totale (kW)	19,6	33,0	42,0	10,5	13,7	21,3	11,4	17,5	25,9
	Miscelazione dei Liquami in Denitrificazione (kWh/d)	0	141	121	94	94	94	60	60	60
	Sistema di Aerazione Linea Acque (kWh/d)	157	178	284	96	153	228	180	314	440
	Sistema di Aerazione Linea Fanghi (kWh/d)	36	79	132	25	48	121	26	34	91
	Ricircolo Fanghi (kWh/d)	23	16	24	28	19	27	0	0	0
	Ricircolo Nitrati (kWh/d)	0	0	0	0	0	0	9	9	9
	Consumo Totale Giornaliero (kWh/d)	216	415	560	243	314	470	274	417	600
Consumo Totale Annuale (kWh/y)		105 360			99 726			120 193		

Per la quantità dei fanghi di supero da avviare allo smaltimento non esiste nessuna significativa differenza tra una soluzione e l'altra, come ben evidenziato in tabella.

		IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione intermittente)			IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)			IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)		
	PARAMETRI	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
	Fanghi Stabilizzati alla Disidratazione (kgSST/d)	48,9	74,86	117,04	48,8	70,55	114,64	50,6	71,06	115,60
	Volatili nei fanghi alla Disidratazione (%)	54,2%	56,0%	55,5%	55,2%	53,6%	54,5%	51,5%	49,9%	52,6%

La tabella seguente tabella riepiloga alcuni valori indice per valutare l'efficienza delle tre ipotesi progettuali-

	IPOTESI I Ristrutturazione e Potenziamento del Depuratore Esistente (Aerazione intermittente)			IPOTESI II-A Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Fanghi Attivi Convenzionale - CAS)			IPOTESI II-B Delocalizzazione del Depuratore (Processo a Biomassa Adesa in Letto Mobile - MBBR)		
	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive	Condizioni Invernali	Condizioni medie Estive	Condizioni massime Estive
Abitanti Equivalenti - 60 gBOD ₅ /d (n/giorno)	2 270	3 293	5 072	2 270	3 293	5 072	2 270	3 293	5 072
Portata trattata (m ³ /giorno)	1626	1480	2010	1626	1480	2010	1626	1480	2010
COD rimosso (kg/g)	250,2	368,9	564,4	248,9	369,0	565,3	258,6	374,2	576,8
Consumi specifici per Presenza servita (kWh/ab/y)	39,24			37,15			44,77		
Consumi specifici per metro cubo trattato (kWh/m ³)	0,56			0,53			0,63		
Consumi specifici per COD rimosso (kWh/kg _{COD})	2,19			2,07			2,46		

Essi indici possono essere confrontati con quanto mediamente si riscontra in Italia nel Servizio Idrico Integrato. Da tale confronto si può ritenere che le soluzioni prospettate sono tutte mediamente efficienti, se paragonati ai valori della loro fascia di potenzialità.

Potenzialità	Consumo specifico di energia elettrica		
	per abitante equivalente servito	per metro cubo trattato	per kg di COD abbattuto
AE	kWh/AE*a	kWh/m ³	kWh/kg _{COD}
<2.000	74,66	0,41	2,28
2.000-9.999	60,68	0,46	1,70
10.000-99.999	44,07	0,58	1,19
≥100.000	44,17	0,34	1,13

Tab. 5 – Prospetto riassuntivo dei consumi medi per classe di potenzialità.