



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
ARCHITETTURA, TERRITORIO, AMBIENTE
E DI MATEMATICA

Acque Bresciane
Servizio Idrico Integrato

**DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO
PRODOTTE NEI COMUNI DELLA SPONDA
BRESCIANA DEL LAGO DI GARDA
*CONFRONTO TRA SCENARIO A PROGETTO E
NUOVO SCENARIO ALTERNATIVO***

Brescia, Aprile 2021

Prof. Ing. Giorgio Bertanza, PhD

(Ordinario di Ingegneria Sanitaria-Ambientale)

INDICE

<i>Indice delle figure</i>	3
<i>Indice delle tabelle</i>	4
1. INTRODUZIONE.....	6
2. APPROCCIO METODOLOGICO: PRINCIPI GENERALI	8
2.1. DEFINIZIONE DELLE ALTERNATIVE DI UBICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE.....	8
2.2. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE	8
2.3. MODELLO DI VALUTAZIONE INTEGRATA.....	15
2.4. FONTI DEI DATI	17
3. DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE.....	18
3.1. SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon).....	24
3.2. SCENARIO 5 (Pes+Lon).....	27
4. QUANTIFICAZIONE DEI FATTORI DI VALUTAZIONE	30
5. ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI ALLE SINGOLE VOCI DI VALUTAZIONE.....	49
6. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEI SINGOLI FATTORI DI CONFRONTO	53
7. VALUTAZIONE INTEGRATA E CONCLUSIONI.....	78

ALLEGATO A: CARICHI EFFLUENTI RESIDUI DOPO DEPURAZIONE E EFFLUENT QUALITY INDEX

ALLEGATO B: VOLUME ANNUO DI REFLUO TRATTATO RECUPERABILE IN AGRICOLTURA

Indice delle figure

Figura 1: Stato di fatto: rappresentazione schematica dell'ubicazione dei depuratori elencati in Tabella 4 e del depuratore di Peschiera del Garda

Figura 2: Scenario 4 (Pes+Gav+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

Figura 3: Scenario 5 (Pes+Lon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

Figura 4: Volume annuo di acqua depurata "prodotto" dai depuratori ubicati nei diversi comuni

Figura 5: Valori del LIM_{eco} del fiume Chiese nel periodo 2014-2019 nelle stazioni di Gavardo, Villanuova sul Clisi e Montichiari (dati ARPA Lombardia)

Figura 6: Andamento temporale della portata del fiume Chiese nelle sezioni di Gavardo (a monte e a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano) e Cantrina negli anni 2014-2019 (fonte: Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado)

Figura 7: Area prevista per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione di Gavardo

Figura 8: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Figura 9: Area prevista per la realizzazione del nuovo depuratore di Lonato

Figura 10: Carico residuo giornaliero medio su base annua in uscita da tutti i depuratori del bacino

Figura 11: Contributo dei diversi depuratori al carico residuo complessivo nei due diversi scenari (dati raggruppati per Comune)

Figura 12: Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato: analisi comparativa dei due scenari

Figura 13: Percentuale del refluo depurato destinata a riuso agricolo

Figura 14: Costi di investimento relativi al "progetto Garda" e alle restanti aree del bacino (costi "ATO_Brescia")

Figura 15: Costi di investimento relativi al sistema di collettamento, agli impianti di depurazione, alle vasche di accumulo e al mantenimento in esercizio della condotta sublacuale

Figura 16: Costi di gestione relativi al "progetto Garda" e alle restanti aree del bacino (costi "ATO_Brescia")

Figura 17: Costi di gestione relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

Figura 18: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

Figura 19: Risultato della valutazione integrata: punteggi normalizzati attribuiti ai diversi ambiti tematici e punteggi finali normalizzati

Figura 20: Variazione del punteggio finale considerando solo i costi e gli aspetti ambientali

Figura 21: Variazione dello scarto del punteggio tra la soluzione che risulta preferibile (Scenario 4: Pes+Gav+Mon) e la seconda in graduatoria, al diminuire progressivo del peso attribuito agli aspetti ambientali (AMB) e agli aspetti impiantistici

Indice delle tabelle

Tabella 1: Criteri di valutazione definiti nel RR 06/2019 e loro declinazione di dettaglio nell'ambito del presente studio

Tabella 2: Fonti dei dati a base del presente studio

Tabella 3: Carico generato al 2030 (abitanti equivalenti, AE) dai comuni del bacino oggetto di studio

Tabella 4: Depuratori che non gravano economicamente sul "Progetto Garda": stato di fatto (fonti: Ufficio d'Ambito di Brescia, A2A Ciclo Idrico, Acque Bresciane srl, come specificato in Tabella 2), carico futuro da trattare e tipologia di intervento richiesto nei due diversi scenari

Tabella 5: Carichi (AE) e portate di tempo asciutto (Q_d) generate nei Comuni indicati

Tabella 6: Elementi caratteristici dello Scenario 4

Tabella 7: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 4

Tabella 8: Elementi caratteristici dello Scenario 5

Tabella 9: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 5

Tabella 10: Limiti allo scarico regione Veneto (Tabella 1, colonna D, Allegato A, Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque; per azoto e fosforo valgono i limiti per recapiti in area sensibile: articolo 25 delle NTC del PTA)

Tabella 11: Limiti allo scarico regione Lombardia (Allegato D, Regolamento Regionale n.6 del 29 Marzo 2019)

Tabella 12: Concentrazioni di BOD₅, COD, SST e P_{tot} attese nell'effluente dei depuratori (benchmark) in funzione della tipologia di trattamento

Tabella 13: Concentrazione delle diverse forme azotate attesa nell'effluente di un impianto a fanghi attivi, in funzione dei limiti allo scarico

Tabella 14: Peso attribuito ai diversi parametri (carichi inquinanti) per il calcolo dell'EQI

Tabella 15: Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori per ottenere il punteggio LIM_{eco} (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

Tabella 16: Classificazione di qualità secondo i valori di LIM_{eco} (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

Tabella 17: Stato ecologico e stato chimico del fiume Chiese: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)

Tabella 18: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese rilevate nella stazione di monitoraggio di Montichiari (2014-2019); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

Tabella 19: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese rilevati nelle stazioni di monitoraggio di Gavardo (2014-2016) e Villanuova sul Clisi (2017-2019); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

Tabella 20: Fonti dei principali costi di investimento e gestione

Tabella 21: Suddivisione dei criteri di confronto ai fini dell'assegnazione dei punteggi

Tabella 22: Analisi delle aree vincolate lungo il tracciato dei collettori da posare ex-novo o da ristrutturare in maniera significativa: prospetto riassuntivo dei vincoli specifici di ogni soluzione

Tabella 23: Aree vincolate: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 24: Analisi della compatibilità urbanistica dei siti di ubicazione dei depuratori: prospetto riassuntivo

Tabella 25: Compatibilità urbanistica: punteggio attribuito ai due scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 26: Analisi delle principali interferenze sul tracciato del collettore per i tratti che differenziano le due soluzioni: prospetto riassuntivo

Tabella 27: Interferenze sul tracciato del collettore: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 28: Carico effluente residuo dai depuratori: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 29: Refluo depurato destinato a riuso agricolo: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 30: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} nello Scenario 5 (Pes+Lon)

Tabella 31: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} nello scenario 4 (Pes+Gav+Mon), in estate e in inverno

Tabella 32: Valori di riferimento del rapporto fra la portata media effettiva del corpo idrico ricettore (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità nei due scenari

Tabella 33: Capacità di diluizione degli scarichi dei depuratori centralizzati da parte del fiume Chiese

Tabella 34: Effetti ambientali sul ricettore: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 35: Costi di investimento per i due scenari

Tabella 36: Costi di gestione per i due scenari

Tabella 37: Costi di investimento e gestionali per i due scenari

Tabella 38: Costi di investimento: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 39: Costi gestionali: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 40: Grado di centralizzazione della depurazione nei due diversi scenari

Tabella 41: Grado di centralizzazione: punteggio attribuito ai due scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 42: Numerosità degli impianti e taglia dell'impianto più piccolo nei due diversi scenari

Tabella 43: Numerosità impianti e taglia impianto più piccolo: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 44: Quadro riassuntivo dell'analisi dell'adeguatezza degli aspetti funzionali

Tabella 45: Adeguatezza degli aspetti funzionali: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 46: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

Tabella 47: Estensione della rete di collettamento: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 48: Tempi per dismissione del collettore sublacuale nei due diversi scenari

Tabella 49: Tempi per dismissione collettore sublacuale: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 50: Punteggi normalizzati per ogni voce di valutazione con codice cromatico (verde: soluzione preferibile; rosso: soluzione con punteggio più basso)

Tabella 51: Risultato della valutazione integrata: dati di riferimento (valori numerici o altre informazioni) per i singoli aspetti, punteggi normalizzati attribuiti alle singole voci di valutazione e media (per ambito tematico) dei punteggi assegnati alle singole voci

1. INTRODUZIONE

Acque Bresciane srl, concessionaria del Servizio Idrico Integrato della provincia di Brescia dal 2016, nel 2018 ha commissionato al Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM) dell'Università degli Studi di Brescia una "Analisi di siti alternativi per la ubicazione dell'impianto di depurazione a servizio della sponda bresciana del lago di Garda, ai fini della presentazione della VIA". L'obiettivo dello studio era il confronto di sei alternative progettuali, preliminarmente definite da Acque Bresciane srl, da effettuare sulla base di aspetti di tipo ambientale, economico, impiantistico e urbanistico, in linea con gli indirizzi del Regolamento di Regione Lombardia sulla disciplina degli scarichi, che, al momento della redazione dello studio, era in fase di emanazione, in sostituzione dell'allora vigente Regolamento Regionale n.3/2006¹. Nell'aprile del 2019, a seguito dell'approvazione definitiva del nuovo Regolamento Regionale sulla disciplina degli scarichi² e a seguito di approfondimenti sul piano tecnico svolti nel frattempo da Acque Bresciane srl (essenzialmente dovuti a un maggiore grado di dettaglio della progettazione), la medesima ha richiesto al DICATAM un aggiornamento/integrazione dello studio, che ha riguardato l'analisi di quattro scenari alternativi. Il lavoro si è concluso nel luglio 2019.

Nel mese di febbraio 2021, Acque Bresciane srl ha sottoscritto con il DICATAM un contratto per l'approfondimento di diverse tematiche, tra le quali la valutazione, sulla base dei più aggiornati dati tecnici a disposizione, di **una nuova soluzione, che la stessa Acque Bresciane ha individuato nella realizzazione di un impianto di depurazione a Lonato del Garda**, a servizio dei comuni della sponda bresciana del lago, ad eccezione di Sirmione e Desenzano.³

Nel presente rapporto il nuovo scenario alternativo viene dunque **confrontato con lo scenario a progetto, che prevede, per la depurazione dei liquami collettati in sponda Ovest del lago di Garda, la realizzazione di due depuratori, rispettivamente nei comuni di Gavardo e Montichiari.**

¹ Regolamento regionale 24 marzo 2006 – n. 3. Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n.26

² 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

³ Le motivazioni che hanno portato Acque Bresciane alla individuazione del Comune di Lonato come sede del nuovo impianto di depurazione sono riportate nella relazione "Sistema di collettamento e depurazione a servizio della sponda bresciana del lago di Garda - Valutazione nuovi scenari localizzativi".

In analogia con il lavoro svolto nel citato studio del 2019, il confronto è stato condotto **in conformità con i criteri definiti nel Regolamento Regionale 06/2019**, con l'obiettivo di **fornire, agli Enti competenti, riferimenti oggettivi** per la individuazione dello scenario di intervento, **con la possibilità, nelle successive fasi valutative e decisionali, di attribuire importanza diversa ai diversi aspetti qui presi in considerazione.**

L'impostazione metodologica ricalca quella del precedente studio del 2019. Ciò nonostante, si è ritenuto di riportare anche in questo lavoro il dettaglio dei criteri di valutazione e le ipotesi di calcolo, rendendo così il presente documento completo di tutte le informazioni necessarie. La relazione risulta strutturata nei seguenti capitoli:

- *approccio metodologico: principi generali.* Vengono definite le due alternative per l'ubicazione degli impianti di depurazione e vengono descritti, in linea generale, i criteri di confronto adottati per l'analisi comparativa degli scenari e il modello di valutazione integrata per l'assegnazione del punteggio finale alle due diverse alternative.
- *Descrizione delle alternative.* Vengono descritti in dettaglio i due scenari a confronto (ubicazione dei depuratori, tecnologie adottate, abitanti equivalenti serviti, portate trattate, estensione della rete di collettamento, ecc.).
- *Quantificazione dei fattori di valutazione.* Viene descritta la procedura adottata per la quantificazione di alcuni fattori di valutazione (carico inquinante residuo dopo depurazione, percentuale di refluo depurato destinato a riuso, effetti ambientali, costi), per i quali sono richieste specifiche assunzioni ed elaborazioni.
- *Attribuzione dei punteggi alle singole voci di valutazione.* Vengono descritte le modalità e i criteri di assegnazione dei punteggi per ogni aspetto oggetto di valutazione, per consentire l'attribuzione di un punteggio complessivo ad ogni scenario e quindi definire una graduatoria di preferenza.
- *Risultati della valutazione dei singoli fattori di confronto.* Vengono mostrati e commentati, aspetto per aspetto, i risultati dell'analisi comparativa.
- *Valutazione integrata e conclusioni.* Si riportano i risultati finali del confronto, con l'analisi integrata di tutti gli aspetti esaminati.

Per reperire o aggiornare i dati utili allo svolgimento del lavoro, per il tramite di Acque Bresciane srl, sono stati ricontattati gli Enti detentori delle informazioni (Ufficio d'Ambito di Brescia, ARPA Lombardia, ARPA Veneto, Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado, Consorzio di bonifica Territori del Mincio, Azienda Gardesana Servizi S.p.A., Depurazioni Benacensi S.c.r.l., A2A Ciclo Idrico, Regione Lombardia). Il dettaglio dei documenti consultati è riportato nel testo.

2. APPROCCIO METODOLOGICO: PRINCIPI GENERALI

2.1. DEFINIZIONE DELLE ALTERNATIVE DI UBICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE

Le due ipotesi alternative messe a confronto sono qui sinteticamente descritte, rimandando al capitolo 3 per tutti i dettagli. Per omogeneità con lo studio del 2019, si è ritenuto di mantenere la medesima numerazione precedentemente adottata, indicando quindi lo scenario a progetto come Scenario 4 e quello aggiuntivo come Scenario 5. Di seguito gli elementi salienti delle due alternative:

- *Scenario 4 (Pes+Gav+Mon)*. Il progetto prevede, oltre all'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, la costruzione di un nuovo impianto di depurazione nel comune di Gavardo, a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto lago, la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Montichiari e il potenziamento dell'attuale depuratore di Montichiari che risulterebbe a servizio dei comuni bresciani del medio e basso lago, a eccezione di Sirmione e Desenzano (collettati a Peschiera insieme ai comuni della sponda veronese).
- *Scenario 5 (Pes+Lon)*. Il progetto prevede, oltre all'adeguamento del collettore fognario esistente, la realizzazione di un nuovo depuratore a Lonato del Garda (a servizio dei comuni della sponda bresciana del lago, a eccezione di Sirmione e Desenzano, che rimarrebbero collettati al depuratore di Peschiera insieme ai comuni della sponda veronese); l'effluente depurato verrebbe convogliato, con idoneo sistema idraulico, nel fiume Chiese.

2.2. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE

L'analisi comparativa delle alternative di intervento è stata condotta in conformità con la procedura definita nell'allegato L "Criteri di valutazione per la scelta tra alternative progettuali comparabili per impianti di trattamento di acque reflue urbane" del Regolamento Regionale n. 6 del 29 marzo del 2019 (pubblicato nel Supplemento n. 14 del BURL del 2 aprile 2019). Viste le peculiarità del caso in esame, i parametri di valutazione proposti nell'Allegato L sono stati in taluni casi maggiormente dettagliati o integrati.⁴ In Tabella 1 sono specificati i criteri di confronto così come riportati nel RR

⁴ Si fa notare che la griglia di confronto riportata nell'allegato L del RR 06/19 è da considerarsi nel senso della "linea guida" e non prescrittivo e vincolante. Infatti, si legge, nel paragrafo 1. *Criteri generali*, "Oggetto della valutazione delle alternative sono aspetti quali..."; così come, nel paragrafo 2. *Elementi da considerare e possibili griglie di analisi*, si riporta "Nel presente paragrafo sono illustrati i criteri di valutazione proposti...". Inoltre, il Regolamento, all'art. 24, c. 3, precisa che "...nel documento di fattibilità delle alternative progettuali sono sviluppati almeno gli elementi riportati nell'allegato L", con ciò lasciando chiaramente aperta la possibilità di aggiungerne altri, qualora ritenuti importanti, dall'Ente Gestore, per la fattispecie.

06/2019 e come declinati nel presente studio. I diversi aspetti sono stati raggruppati in quattro ambiti tematici.

AMBITO TEMATICO	CRITERI DI CONFRONTO RR 06/2019	CRITERI DI CONFRONTO E DEFINIZIONI ADOTTATI NEL PRESENTE STUDIO
VINCOLI (V)	V1: vincoli di tutela a carico delle aree	V1: aree vincolate
	V2: compatibilità urbanistica	V2: compatibilità urbanistica
	V3: interferenze	V3: interferenze sul tracciato del collettore
ASPETTI AMBIENTALI (A)	A1: rese depurative	A1: carico effluente residuo dai depuratori
	A2: riuso del refluo depurato	A2: refluo depurato destinato a riuso irriguo
	A3: scelta del ricettore ed effetti ambientali	A3: effetti ambientali sul ricettore
COSTI (C)	C: costi di investimento e gestionali	C: costi di investimento e gestionali
ASPETTI IMPIANTISTICI (I)	I1: grado di centralizzazione	I1: grado di centralizzazione
	I2: flessibilità dell'impianto	I2: numerosità impianti e taglia impianto più piccolo
	I3: aspetti funzionali	I3: adeguatezza degli aspetti funzionali
	–	I4: estensione della rete di collettamento
	–	I5: tempi per dismissione collettore sublacuale

Tabella 1: Criteri di valutazione definiti nel RR 06/2019 e loro declinazione di dettaglio nell'ambito del presente studio

Come emerge dall'osservazione della tabella, la denominazione di alcune voci è stata leggermente modificata per renderla pienamente coerente con i singoli aspetti considerati.

Inoltre, rispetto ai criteri definiti da Regione Lombardia, ne sono stati aggiunti due, in coerenza con l'impostazione dello studio 2019, in quanto significativi, in relazione alla diversità dei tracciati dei collettori nei due diversi scenari (I4) e al tempo necessario per realizzare le opere che consentiranno di dismettere il collettore sublacuale Toscolano-Torri del Benaco (I5).

Un discorso particolare merita l'indice I2 (flessibilità dell'impianto), che è stato meglio specificato, per due ordini di motivi: gli aspetti relativi al singolo depuratore (presenza di più linee di trattamento e di by-pass ecc.) richiedono la conoscenza di dettagli che, a livello della progettazione preliminare, non sono stati definiti. In ogni caso, gli impianti di nuova realizzazione sono tutti di medio-grande dimensione, a servizio di un'area con grande fluttuazione del carico, per le presenze turistiche estive, per cui queste prerogative sono da ritenere indispensabili, e quindi non tali da determinare differenze tra i due diversi scenari. Viceversa, poiché la valutazione è stata estesa all'intero bacino

potenzialmente servito dal nuovo sistema, è stato necessario considerare la possibilità che alcuni piccoli depuratori già esistenti o di prevista realizzazione vengano dismessi grazie alla presenza dei nuovi impianti. In particolare, come precisato più avanti (capitolo 3), in una delle due soluzioni si è prevista una centralizzazione più spinta del servizio di depurazione, mentre nell'altro scenario si prevedono, accanto ai depuratori intercomunali a servizio dei comuni gardesani, sistemi depurativi a servizio di piccoli agglomerati.

Come conseguenza di quanto sopra, per assicurare la significatività del confronto, per le due soluzioni sono state considerate le infrastrutture necessarie per servire il medesimo bacino di utenza (623.941 AE nelle condizioni estive), che corrisponde alla somma dei carichi generati in tutti i comuni dell'area oggetto di studio (per coerenza, la medesima considerata nello studio del 2019, caratterizzata con le informazioni più aggiornate nel frattempo resi disponibili): si veda il capitolo 3 per la descrizione dettagliata del bacino considerato.

Alcuni degli elementi di confronto (effetti ambientali sul ricettore, refluo depurato destinato a riuso agricolo, carico effluente residuo dai depuratori, costi gestionali) sono stati analizzati prendendo come riferimento due periodi dell'anno, ovvero la stagione "estiva" e quella "invernale". Tale approccio si fonda ovviamente sulla peculiarità del territorio servito, che risulta caratterizzato da consistenti afflussi turistici nei mesi estivi, con un significativo incremento della popolazione equivalente da servire.

Si precisa infine che alcuni criteri interessano solo il collettore fognario (aree vincolate, interferenze sul tracciato del collettore, estensione della rete di collettamento) o solo il sistema di depurazione (compatibilità urbanistica, effetti ambientali sul ricettore, refluo depurato destinato a riuso agricolo, carico effluente residuo dai depuratori, grado di centralizzazione, numerosità impianti e taglia impianto più piccolo, adeguatezza degli aspetti funzionali); il calcolo dei costi di investimento e gestione, così come la stima dei tempi necessari per la realizzazione delle opere, sono stati invece effettuati considerando il sistema nel suo complesso (collettamento e depurazione).

Nel seguito vengono descritti, in linea generale, i vari aspetti e criteri di confronto, con riferimento alle indicazioni di cui al RR 06/2019. Per i dettagli metodologici relativi alla quantificazione di alcuni fattori di valutazione (per i quali si sono rese necessarie specifiche assunzioni ed elaborazioni) si rimanda al capitolo 4. I criteri di attribuzione dei punteggi alle singole voci sono invece descritti nel capitolo 5.

V1: AREE VINCOLATE

L'analisi dei vincoli parte dal presupposto che nessuna area oggetto di intervento sia interessata da vincoli "escludenti" (cioè che non consentono la realizzazione dei collettori fognari) ma al più "penalizzanti", ovvero risolvibili mediante l'adozione di specifiche misure. Esistono diversi vincoli che potrebbero essere a carico delle aree interessate dal nuovo sistema di collettamento, ad esempio di carattere archeologico, idrogeologico, di tutela dei beni paesaggistici o culturali e di tutela ambientale.

Nella fase di confronto tra le due alternative sono ovviamente preferibili le aree non soggette a vincoli o che ne minimizzino il numero.

L'analisi dei vincoli è stata condotta sulla base delle informazioni riportate nei Piani di Governo del Territorio (PGT) dei comuni interessati dal passaggio dei collettori fognari.

V2: COMPATIBILITÀ URBANISTICA

Questo criterio prende in considerazione la compatibilità dell'intervento (realizzazione del nuovo depuratore) con gli strumenti urbanistici vigenti. La compatibilità risulta piena qualora l'area interessata sia destinata ad impianti tecnologici o a servizi pubblici; sono meno preferibili le localizzazioni che interessano aree con destinazione agricola o altra destinazione (es. fascia di rispetto dei corsi d'acqua).

V3: INTERFERENZE SUL TRACCIATO DEL COLLETTORE

Le opere previste a progetto (collettori) potrebbero interferire con le infrastrutture presenti nelle aree oggetto di intervento: reti ferroviarie, strade, reti telefoniche ed elettriche, condotte fognarie ed acquedottistiche in pressione o a gravità, oleodotti, metanodotti e tubazioni del gas. Inoltre, potrebbero verificarsi interferenze con elementi naturali come i corsi d'acqua.

A1: CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI

Le due soluzioni progettuali devono essere valutate in riferimento al rendimento di abbattimento previsto almeno per i principali inquinanti (COD, BOD₅, N, P e SS). Questo criterio risulta di particolare interesse non solo nel caso di tecnologie differenti adottate nelle due diverse alternative (es. fanghi attivi o MBR), ma anche per il confronto tra soluzioni centralizzate e decentrate, qualora la centralizzazione determini una variazione (più restrittiva, vista la maggiore taglia degli impianti) dei limiti imposti allo scarico e quindi un incremento delle rese depurative richieste.

Nel presente studio è stata effettuata una valutazione sul carico effluente residuo. Come sopra evidenziato, i due diversi scenari progettuali sono caratterizzati dal medesimo carico influente (corrispondente, in estate, 623.941 AE), generato nell'intera area di studio che include alcuni comuni posti a Ovest e a Sud del Garda (come precisato nel capitolo 3), quindi la stima del carico residuo è stata effettuata non solo in riferimento al/i nuovo/i depuratore/i del Garda, ma considerando tutti i depuratori necessari per servire l'intero bacino.

A2: REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO IRRIGUO

Secondo i criteri regionali, l'eventuale riutilizzo del refluo depurato deve essere valutato in riferimento al tipo di impiego (irriguo, produttivo, usi civili non domestici ecc.) e al volume annuo interessato dal riuso rispetto a quello totale "prodotto" dal processo depurativo.⁵

Anche questo aspetto è stato valutato considerando l'intero bacino potenzialmente servito dal nuovo sistema di collettamento e depurazione e, vista la peculiarità del territorio, esclusivamente con riferimento al riutilizzo in agricoltura.

A3: EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE

L'analisi comparativa relativa alla scelta del ricettore delle acque reflue depurate deve tenere conto sia della tipologia del ricettore individuato (corso d'acqua, lago o suolo) sia delle sue caratteristiche quali-quantitative, al fine di minimizzare la variazione qualitativa negativa determinata dalla realizzazione delle opere.

Nel caso di restituzione dell'effluente depurato in corso d'acqua, l'impatto quali-quantitativo dello scarico sul corpo ricettore può essere valutato mediante i seguenti indicatori: variazione del livello qualitativo rispetto al livello qualitativo attuale e, soprattutto, in relazione all'obiettivo di qualità previsto a livello regionale, e capacità di diluizione valutata con riferimento alla portata media annua.

L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. I Piani di Tutela delle Acque, in ottemperanza al D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (che recepisce

⁵ Il riutilizzo delle acque di scarico depurate è riconosciuto, a livello europeo, come una priorità, nel contesto dell'economia circolare, come sancito dal recente regolamento UE n.741/2020.

la direttiva 2000/60/CE sul tema della tutela delle acque superficiali e sotterranee) prevedono che siano conseguiti i seguenti obiettivi entro il 22 dicembre 2015 (con proroghe al 2021 e al 2027):

- mantenimento o raggiungimento per i corpi idrici superficiali e sotterranei dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato "BUONO";
- mantenimento, ove già esistente, dello stato di qualità "ELEVATO".

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative del corpo idrico, la valutazione svolta in questo studio si basa, in accordo con le linee guida regionali, sulla variazione dell'indice LIM_{eco} (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato ecologico), introdotto dal D.M. 260/2010 e s.m.i. (che modifica le norme tecniche del D.Lgs. 152/06).

C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

Secondo i criteri regionali, ogni alternativa deve essere valutata in termini di costi di investimento per la realizzazione dell'opera (collettamento e depurazione) e di costi annui connessi alle principali voci gestionali (personale, consumo di energia e reagenti, smaltimento fanghi, manutenzione ordinaria e straordinaria).

La stima dei costi è stata effettuata considerando l'intero bacino potenzialmente servito dal nuovo sistema. Ciò implica che, a seconda dell'alternativa progettuale, siano stati considerati anche i costi relativi all'adeguamento di alcuni impianti di depurazione esistenti, per far fronte al futuro incremento demografico, qualora non ne sia prevista la dismissione per inglobamento in un sistema centralizzato. Si è deciso comunque, per maggiore chiarezza di esposizione dei risultati, di distinguere i costi strettamente legati al "progetto Garda" da quelli che invece riguarderebbero le restanti aree (indicati, nel seguito, per semplicità, come costi ATO_Brescia).

11: GRADO DI CENTRALIZZAZIONE

Per ogni alternativa progettuale deve essere definito il livello di centralizzazione del trattamento depurativo in relazione alla percentuale di abitanti equivalenti trattati da un impianto rispetto al totale del territorio servito.

Regione Lombardia definisce quattro livelli di centralizzazione del trattamento:

- spinta: presenza di un impianto a servizio di almeno il 90% della popolazione equivalente del territorio;

- elevata: presenza di un impianto a servizio di una frazione della popolazione equivalente del territorio compresa tra il 70 e il 90%;
- parziale: presenza di un impianto a servizio di una frazione della popolazione equivalente del territorio compresa tra il 50 e il 70%;
- minima: non è presente un impianto che serva almeno il 50% del territorio.

Data la specificità della situazione esaminata, che prevede, a seconda dell'alternativa progettuale, la presenza di uno o più impianti centralizzati nell'intero bacino, si è esteso il concetto di grado di centralizzazione, considerandolo come la percentuale di abitanti equivalenti complessivamente trattati in impianti centralizzati di potenzialità pari o superiore a 100.000 AE.

12: NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIÙ PICCOLO

Questo criterio, appositamente introdotto in questo studio, prevede il confronto tra le due diverse alternative progettuali in termini di:

- numerosità degli impianti di depurazione presenti sul territorio: a seconda dello scenario, infatti, alcuni piccoli depuratori oggi in esercizio verrebbero dismessi; dal punto di vista tecnico-operativo è preferibile uno scenario con un minor numero di impianti dislocati sul territorio;
- dimensione degli impianti: è stata evidenziata la taglia dell'impianto più piccolo tra quelli previsti in un determinato scenario; il mantenimento in esercizio di impianti di piccole dimensioni è stato considerato un fattore di penalizzazione.

13: ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI

L'analisi comparativa degli aspetti funzionali valuta quegli elementi che agevolano sia la fase realizzativa che quella gestionale dell'opera con riferimento alla presenza di allacciamenti alle principali opere di urbanizzazione primaria (reti elettriche, telefoniche, acqua potabile ecc.), alla viabilità (di accesso e collegamento alla viabilità principale) e alla disponibilità di aree destinate a una adeguata gestione dell'impianto (es. aree per stoccaggio reagenti, gestione fanghi, movimentazione mezzi, ecc.) o a futuri ampliamenti. Ognuno degli elementi sopra citati, secondo le indicazioni regionali, viene valutato mediante un giudizio qualitativo (adeguatezza buona, sufficiente o carente). Per quanto riguarda la voce "collegamento al ricettore", esplicitamente indicata nel Regolamento Regionale, nel presente studio la eventuale necessità di realizzare apposito collegamento viene considerata nella voce "estensione della rete di collettamento" (che

invece non è ricompresa tra quelle elencate nel RR 06/2019) che, appunto, oltre alle condotte di adduzione dei liquami ai depuratori, include gli eventuali canali o condotte di scarico.

14: ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO

Questo aspetto, non incluso nel regolamento di Regione Lombardia, è stato assunto come criterio di confronto, nel presente studio, data la diversità dei tracciati dei collettori nelle due diverse alternative. È considerato preferibile lo scenario in cui viene minimizzata l'estensione (e la complessità) della rete fognaria.

Si precisa che per "estensione della rete di collettamento" si intende la lunghezza complessiva del sistema, includendo nuovi collettori in progetto, collettori mantenuti come nello stato di fatto, eventuali canali o condotte di collegamento degli impianti di depurazione ai corpi ricettori.

15: TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE

Questo aspetto, non incluso nel regolamento di Regione Lombardia, è stato introdotto per tener conto del tempo richiesto per la realizzazione delle opere che porteranno alla dismissione del collettore sublacuale, che oggi veicola i reflui fognari di buona parte della sponda bresciana fino a Torri del Benaco, sulla sponda veronese. L'introduzione di questo criterio di confronto consente di valutare positivamente la soluzione progettuale che minimizza questi tempi. È riconosciuta infatti la necessità di dismettere quanto prima la condotta sublacuale (oggetto di costosi interventi di manutenzione straordinaria a cadenza biennale), che risulta manufatto critico dal punto di vista della salvaguardia ambientale e nello stesso tempo problematico per quanto riguarda la effettuazione di interventi di manutenzione straordinaria, vista l'elevata profondità del fondale su cui le tubazioni sono adagate.

2.3. MODELLO DI VALUTAZIONE INTEGRATA

Una volta definiti i criteri di confronto, si è elaborato un modello di valutazione integrata che consente di assegnare un punteggio alle due alternative, così da poter stilare una graduatoria finale dei due scenari messi a confronto. Il modello di valutazione integrata prevede i seguenti passaggi:

- assegnazione di un punteggio compreso tra 0 ed 1 ad ogni aspetto oggetto di valutazione; si rimanda al capitolo 5 per una descrizione dettagliata delle modalità di attribuzione dei punti;
- normalizzazione del punteggio, per ogni voce considerata, mediante la seguente formula:

$$(Punteggio\ voce\ normalizzato)_i = \frac{(Punteggio\ voce)_i}{(Punteggio\ voce)_{max}}$$

dove i pedici “i” e “max” indicano, rispettivamente, lo scenario i-esimo e lo scenario caratterizzato dal punteggio più elevato (relativamente alla voce considerata). Si precisa che la normalizzazione consente di attribuire un “peso” uguale a tutte le voci, assicurando, in particolare, che alla soluzione preferibile venga sempre attribuito punteggio pari ad 1;

- assegnazione di un punteggio compreso tra 0 ed 1 ad ogni ambito tematico (vincoli, ambiente, costi e aspetti impiantistici) mediante la media aritmetica dei punteggi normalizzati delle singole voci;
- normalizzazione del punteggio relativo ad ogni ambito tematico mediante la seguente formula:

$$(Punteggio\ ambito\ normalizzato)_i = \frac{(Punteggio\ ambito)_i}{(Punteggio\ ambito)_{max}}$$

dove i pedici “i” e “max” indicano, rispettivamente, lo scenario i-esimo e lo scenario caratterizzato dal punteggio più elevato (relativamente all’ambito considerato);

- assegnazione del punteggio finale (compreso tra 0 e 4) ad ognuno dei due scenari progettuali mediante la somma pesata dei punteggi normalizzati relativi ad ogni ambito. In prima battuta sono stati assegnati pesi uguali a tutti gli ambiti (ad ogni ambito viene attribuito un peso pari al 25%);
- normalizzazione del punteggio finale mediante la seguente formula:

$$(Punteggio\ finale\ normalizzato)_i = \frac{(Punteggio\ finale)_i}{(Punteggio\ finale)_{max}}$$

dove i pedici “i” e “max” indicano, rispettivamente, lo scenario i-esimo e lo scenario caratterizzato dal punteggio finale più elevato. Con quest’ultimo passaggio, alla soluzione preferibile viene assegnato punteggio pari a 1.

2.4. FONTI DEI DATI

In Tabella 2 sono indicate le fonti dei dati che sono stati acquisiti per le elaborazioni necessarie alla redazione del presente studio.

DATO ACQUISITO	FONTE
Abitanti equivalenti futuri dei diversi agglomerati, portate di progetto, informazioni generiche (es. tracciato dei collettori, ubicazione impianti, ecc.) e dati di vario tipo (es. interferenze, potenzialità impianti esistenti)	<p>Progetto preliminare (“Nuovo sistema di collettamento e depurazione della sponda bresciana del lago”) di Garda Uno Spa (2013): elaborazioni, relazioni e allegati</p> <p>Sistema di collettamento e depurazione a servizio della sponda bresciana del lago di Garda – Progetto di fattibilità tecnica ed economica (Acque Bresciane srl, Giugno 2019)</p> <p>Acque Bresciane srl (contatti diretti)</p> <p>“Studio di fattibilità di nuovi scenari per il collettamento e la depurazione delle acque di scarico dei comuni bresciani della sponda del lago di Garda al fine della massima attenuazione degli impatti sull’ambiente e del miglior riutilizzo delle risorse materiali ed energetiche - Nuovo canale di scarico dalla località Borghettino di Castiglione delle Stiviere al fiume Chiese in comune di Montichiari” (a cura di G. Negrinelli, Dicembre 2007)</p> <p>A2A Ciclo idrico. Impianto di depurazione acque civili con potenzialità 20.000 AE in comune di Visano (BS) al servizio dei comuni Visano-Acquafredda-Remedello-Isorella – Progetto di fattibilità tecnico-economica (2020)</p>
Dati relativi ad agglomerati (stato di fatto) e depuratori esistenti nel territorio servito dal nuovo sistema di collettamento e depurazione	Ufficio d’Ambito di Brescia (contatti diretti)
Vincoli di tutela a carico delle aree interessate dal passaggio del collettore fognario, compatibilità urbanistica dell’area destinata all’ubicazione nel nuovo depuratore	<p>Acque Bresciane srl (contatti diretti)</p> <p>Piani di Governo del Territorio (PGT) dei comuni interessati dal nuovo sistema di collettamento e depurazione</p>
Valori di portata fiume Chiese	Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado
Dati di qualità del fiume Chiese	ARPA Lombardia (contatti diretti con la sede provinciale e consultazione del sito: https://www.arpalombardia.it/Pages/Ricerca-Dati-ed-Indicatori.aspx)
Stato e obiettivi di qualità del fiume Chiese	PTUA Regione Lombardia (http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-energia-e-sviluppo-sostenibile/piano-acque)
Quadro normativo di riferimento	Normativa tecnica di settore (di volta in volta specificata nel testo)

Tabella 2: Fonti dei dati a base del presente studio

Le fonti da cui sono stati desunti i costi specifici per la stima dei costi di investimento e gestionali nei due diversi scenari sono riportati in Tabella 20 (capitolo 4), cui si rimanda per ogni approfondimento.

3. DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE

In questo capitolo vengono descritte le due alternative analizzate nel presente studio. Per ognuno dei due scenari progettuali vengono messi in evidenza i seguenti aspetti:

- ubicazione degli impianti di depurazione;
- numero di impianti di depurazione complessivi, abitanti equivalenti serviti e portate trattate dai diversi impianti: nel bacino studiato, oltre al/i nuovo/i depuratore/i del Garda, a seconda dell'alternativa progettuale, dovranno essere mantenuti/potenziati alcuni impianti esistenti e realizzati nuovi depuratori comunali (o intercomunali); per tutti gli impianti, gli sviluppi e le esigenze futuri sono stati definiti in base agli abitanti equivalenti previsti nel progetto preliminare di Garda Uno e/o in base alle indicazioni fornite da Acque Bresciane srl, in linea con le previsioni del Piano d'Ambito;
- tipologia di trattamento depurativo adottato nei diversi impianti: MBR, fanghi attivi (FA), fanghi attivi più filtrazione finale;
- lunghezza dei nuovi collettori e della rete di collettamento nel suo complesso;
- numero di stazioni di sollevamento (limitatamente al "progetto Garda");
- ricettore/i finale/i.

In Tabella 3 si riporta un riepilogo dei dati relativi al carico generato al 2030 (abitanti equivalenti) dai comuni del bacino oggetto di studio. A seconda dell'alternativa progettuale, non tutti gli agglomerati verranno effettivamente serviti dal nuovo sistema di collettamento e depurazione del Garda. Alcuni comuni manterranno infatti l'impianto (o gli impianti) di depurazione esistente, eventualmente potenziato per far fronte al carico futuro previsto, anche con possibilità di parziale centralizzazione del servizio di depurazione.

Come già evidenziato, al fine di rendere omogenea la comparazione tra le due diverse soluzioni, le valutazioni svolte si riferiscono all'intero bacino costituito da tutti i comuni elencati in Tabella 3, anche se il sistema di collettamento/depurazione centralizzato del Garda riguarda, a seconda dei due scenari, solo un sottoinsieme dei comuni elencati. Il bacino esaminato è, per coerenza, il medesimo considerato nello studio del 2019, che è stato, in questa sede, caratterizzato con le informazioni più aggiornate che nel frattempo si sono rese disponibili.

	CARICO GENERATO [AE]	
	ESTATE	INVERNO
SPONDA BRESCIANA DEL LAGO	172.821	74.382
<i>Tignale</i>	7.211	1.657
<i>Gargnano</i>	9.618	3.829
<i>Toscolano Maderno</i>	25.130	10.293
<i>Gardone Riviera</i>	8.329	3.435
<i>Salò</i>	18.076	13.561
<i>Roè Volciano</i>	6.275	5.607
<i>San Felice del Benaco</i>	16.727	4.792
<i>Puegnago sul Garda</i>	5.300	4.530
<i>Manerba del Garda</i>	25.293	7.363
<i>Polpenazze del Garda</i>	7.025	3.425
<i>Moniga del Garda</i>	17.093	3.857
<i>Soiano del Lago</i>	5.403	2.703
<i>Padenghe sul Garda</i>	17.718	5.877
<i>Lonato del Garda Lido</i>	3.623	3.453
DESENZANO+SIRMIONE	79.925	48.123
<i>Desenzano</i>	47.963	35.785
<i>Sirmione</i>	31.962	12.338
LONATO DEL GARDA	22.253	21.210
CARPENEDOLO	19.664	18.753
VISANO	19.106	19.106
<i>Visano</i>	3.590	3.590
<i>Isorella</i>	8.060	8.060
<i>Remedello</i>	5.179	5.179
<i>Acquafredda</i>	2.277	2.277
MONTICHIARI	30.000	30.000
VILLANUOVA SUL CLISI (Caneto, Ponte Pier)	600	600
GAVARDO	32.072	32.072
<i>Gavardo</i>	19.990	19.990
<i>Villanuova sul Clisi</i>	8.372	8.372
<i>Vallio Terme</i>	3.623	3.623
<i>Muscoline (San Quirico)</i>	87	87
MUSCOLINE	3.500	3.500
CALVAGESE DELLA RIVIERA	4.000	4.000
SPONDA VERONESE DEL LAGO	240.000	120.000
<i>Da Malcesine a Peschiera</i>	220.380	102.680
<i>Valeggio sul Mincio</i>	19.620	17.320
TOTALE	623.941	371.746

Tabella 3: Carico generato al 2030 (abitanti equivalenti, AE) dai comuni del bacino oggetto di studio

In Tabella 4, si riportano i dati essenziali dei depuratori oggi in esercizio che, a seconda dello scenario progettuale, richiederanno interventi di dismissione e collettamento al sistema centralizzato o interventi di adeguamento/incremento di potenzialità.

DEPURATORI ESISTENTI	POTENZIALITÀ ATTUALE [AE]	CARICO DA TRATTARE IN FUTURO [AE]	INTERVENTO RICHIESTO
<i>Lonato del Garda (Campagna)</i>	8.000	22.253	dismissione e collettamento nel sistema centralizzato in entrambi gli scenari
<i>Lonato del Garda (Rassica)</i>	4.000		
“TOTALE” LONATO[^]	12.000		
<i>Carpenedolo (Garibaldi)</i>	13.000	19.664	incremento di potenzialità in entrambi gli scenari
<i>Carpenedolo (Tezze)</i>	2.500		
“TOTALE” CARPENEDOLO	15.500		
VISANO-REMEDELLO-ACQUAFREDDA-ISORELLA	Infrastrutture non completate, impianto non in funzione	19.106	inclusione nel sistema centralizzato nello Scenario 4
MONTICHIARI	40.000	30.000	
GAVARDO*	36.000*	32.072	
VILLANUOVA SUL CLISI (Caneto, Ponte Pier)	600	600	dismissione e collettamento al sistema centralizzato nello Scenario 4
MUSCOLINE (Longavina)	3.000	3.500	
<i>Calvagese della Riviera (Mocasina)</i>	1.000	4.000	adeguamento/incremento di potenzialità nello Scenario 5
<i>Calvagese della Riviera (Carzago)</i>	1.000		
“TOTALE” CALVAGESE DELLA RIVIERA	2.000		
*Nuovo depuratore, in fase di costruzione al momento della scrittura del presente documento [^] Nel comune di Lonato è presente anche il depuratore di Centenaro, non interessato dagli interventi previsti nei due diversi scenari			

Tabella 4: Depuratori che non gravano economicamente sul “Progetto Garda”: stato di fatto (fonti: Ufficio d’Ambito di Brescia, A2A Ciclo Idrico, Acque Bresciane srl, come specificato in Tabella 2), carico futuro da trattare e tipologia di intervento richiesto nei due diversi scenari

Per quanto riguarda le portate da avviare a depurazione, si è fatto riferimento ai valori di apporto pro-capite estivo ed invernale adottati nel progetto preliminare di Acque Bresciane: in particolare, sono stati utilizzati i valori riportati nel progetto di adeguamento dell’impianto di Visano (fonte: Allegato 1 del progetto preliminare Garda Uno), dove gli apporti pro-capite (rispettivamente 263,4 e 217 L/AE/d, in estate e inverno, corrispondenti a dotazione idriche, rispettivamente, pari a circa 330 L/AE/d e 270 L/AE/d, assumendo un coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,8) risultano da una combinazione dei contributi derivanti da agglomerati a forte vocazione turistica (paesi rivieraschi), e per questo caratterizzati da consumi maggiori nella stagione estiva (attività alberghiere, campeggi ecc.), e da agglomerati (es. città di Lonato del Garda, Visano, Remedello, ecc.)

in cui gli apporti sono decisamente meno variabili durante l'anno. Nel presente studio, quindi, per il periodo di riferimento invernale, si è adottata la medesima dotazione idrica ($DI = 270 \text{ L/AE/d}$) per tutti i depuratori, ipotizzando che non vi siano differenze tra comuni a vocazione turistica (rivieraschi) e gli altri agglomerati. Per il periodo di riferimento estivo, viceversa, si è differenziata la dotazione idrica a seconda dei comuni collettati ad un certo depuratore. In particolare, per i comuni a vocazione turistica è stata assunta una dotazione idrica pari a 340 L/AE/d (DI_{TUR}), mentre per i restanti comuni la dotazione idrica ($DI_{NON TUR}$) è stata ricavata tramite la seguente relazione:

$$AE_{TUR} \cdot DI_{TUR} + AE_{NON TUR} \cdot DI_{NON TUR} = AE_{TOT} \cdot DI_{TOT}$$

dove AE_{TUR} , $AE_{NON TUR}$ e AE_{TOT} sono gli abitanti equivalenti, rispettivamente, della sponda bresciana del lago, dei comuni non turistici e complessivi⁶; la dotazione idrica complessiva, come detto in precedenza, è stata assunta pari a 330 L/AE/d nel progetto preliminare (adeguamento depuratore di Visano). La dotazione idrica nel periodo estivo, per i comuni non turistici, risulta quindi pari a $293,2 \text{ L/AE/d}$.

In Tabella 5, sono riassunti i dati (abitanti equivalenti e portate di tempo asciutto, estivi e invernali) relativi a insiemi di comuni, raggruppati in funzione delle caratteristiche dei sistemi di collettamento e depurazione previsti (e descritti in dettaglio nei paragrafi successivi).

Il tratto che comprende i comuni da Tignale a Lonato (Lido) è stato suddiviso in due parti (da Tignale a Roè Volciano e da Roè Volciano a Lonato Lido) poiché nello Scenario 4 il carico generato dai comuni rivieraschi verrebbe ripartito su due impianti: i comuni dell'alto lago (da Tignale a Roè Volciano) verrebbero collettati a Gavardo mentre quelli del basso lago (da Roè Volciano a Lonato - Lido) verrebbero collettati a Montichiari. Il carico generato nel comune di San Felice del Benaco verrebbe in parte collettato a Gavardo (per circa il 27 %, in estate: 4.484 AE) e in parte a Montichiari (12.243 AE).

⁶ Si fa presente che il calcolo è stato effettuato utilizzando gli abitanti equivalenti come stimati nel progetto preliminare Garda Uno, per mantenere la coerenza col dimensionamento dei collettori. In particolare i dati utilizzati sono i seguenti: $AE_{TOT}=224.288$, $AE_{TUR}=172.821$, $AE_{NON TUR}=51.467$.

COMUNI	ESTATE		INVERNO	
	AE	Q _d [m ³ /d]	AE	Q _d [m ³ /d]
Da Tignale a Lonato (Lido) ⁽¹⁾	172.821	47.007	74.382	16.141
<i>Da Tignale a Roè Volciano</i>	74.639	20.302	38.382	8.329
<i>Da Roè Volciano a Lonato (Lido)</i>	98.182	26.706	36.000	7.812
Lonato ⁽²⁾	22.253	5.219	21.210	4.603
Visano+Acquafredda+Remedello+Isorella ⁽²⁾	19.106	4.481	19.106	4.146
Da Malcesine a Peschiera+Desenzano+Sirmione ⁽¹⁾	300.305	81.683	150.803	32.724
Valeggio sul Mincio ⁽²⁾	19.620	4.601	17.320	3.758
Carpinedolo ⁽²⁾	19.664	4.612	18.753	4.069
Montichiari ⁽²⁾	30.000	7.036	30.000	6.510
Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier) ⁽²⁾	600	141	600	130
Gavardo ⁽²⁾	32.072	7.522	32.072	6.960
Muscoline ⁽²⁾	3.500	821	3.500	760
Calvagese della Riviera ⁽²⁾	4.000	938	4.000	868
TOTALE	623.941	164.060	371.746	80.669

⁽¹⁾ DI: 271,3 L/AE/d (inv.); 340 L/AE/d (est.)

⁽²⁾ DI: 271,3 L/AE/d (inv.); 293,2 L/AE/d (est.)

Tabella 5: Carichi (AE) e portate di tempo asciutto (Q_d) generate nei Comuni indicati

In Figura 1 è rappresentata schematicamente l'ubicazione dei depuratori ad oggi in esercizio nell'area in esame; sono inoltre indicati (in azzurro) i tracciati dei corpi ricettori (fiumi Chiese e Mincio) che, nelle due diverse alternative progettuali, riceverebbero gli scarichi (effluenti depurati) dei nuovi depuratori centralizzati a servizio del nuovo sistema di collettamento dei reflui dei comuni del Garda; si precisa che le infrastrutture del depuratore di Visano non sono ad oggi complete: l'impianto, infatti, non è in funzione (cfr. Tabella 4).

STATO DI FATTO

- Depuratori
- ◌ Impianto non in funzione
- FIUMI



Figura 1: Stato di fatto: rappresentazione schematica dell'ubicazione dei depuratori elencati in Tabella 4 e del depuratore di Peschiera del Garda

3.1. SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)

In Figura 2 è rappresentato schematicamente il sistema di collettamento e depurazione nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon).



Figura 2: Scenario 4 (Pes+Gav+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

La prima alternativa progettuale, in questo lavoro definita "Scenario a progetto", prevede, oltre all'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento:

- la costruzione di un nuovo impianto di depurazione nel comune di Gavardo a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto lago (da Tignale fino a San Felice del Benaco) e dei comuni di Villanuova sul Clisi, Gavardo, Muscoline e Calvagese, con relativi sistemi di pompaggio e collettori di adduzione dei liquami. L'impianto verrebbe realizzato in parte mediante tecnologia MBR (50.000 AE) e in parte mediante tecnologia a fanghi attivi più filtrazione finale (86.000 AE);
- la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Montichiari ed il potenziamento mediante tecnologia MBR del depuratore di Montichiari che risulterebbe a servizio dei comuni di Lonato e Montichiari e di quelli bresciani del medio e basso lago, a eccezione di

Sirmione e Desenzano (collettati a Peschiera insieme a tutta la sponda veronese del lago e Valeggio sul Mincio, come nello stato di fatto);

- l'ampliamento del depuratore di Carpenedolo-Garibaldi a servizio dell'intero agglomerato, con conseguente dismissione dell'impianto ubicato a Tezze;
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano, al quale collettare i comuni limitrofi di Isorella, Remedello e Acquafredda, i cui liquami non sono ad oggi depurati;
- l'adeguamento dei sedimentatori finali dell'impianto di Peschiera.

Si prevede che per il depuratore di Montichiari lo scarico sia recapitato nel fiume Chiese; per l'impianto di Gavardo, invece, è prevista la parzializzazione dello scarico in un doppio recapito: il fiume Chiese ed il Naviglio Grande Bresciano.

È opportuno precisare che il depuratore di Gavardo, in una prima fase, risulterebbe di fatto caratterizzato da un duplice impianto: quello a servizio di Gavardo, Villanuova sul Clisi (eccetto le frazioni Caneto e Ponte Pier), Vallio Terme e la frazione San Quirico di Muscoline (36.000 AE) e quello a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto Garda e dei comuni di Villanuova sul Clisi (frazioni Caneto e Ponte Pier), Muscoline (eccetto la frazione San Quirico) e Calvagese della Riviera per una potenzialità complessiva pari a 100.000 AE. Lo "sdoppiamento" deriva dal differente iter progettuale che sta caratterizzando il collettamento e la depurazione dei due agglomerati: al momento della redazione del presente documento, la realizzazione di entrambi gli impianti è già approvata nel programma degli interventi previsti nel Piano d'Ambito, ma il depuratore con potenzialità pari a 36.000 AE è già in fase di costruzione. Nell'ottica della centralizzazione del trattamento depurativo, con conseguente raggiungimento di sinergie gestionali ed ottimizzazione dei rendimenti depurativi, nell'ambito del presente studio il depuratore di Gavardo è stato considerato come "unitario" (potenzialità complessiva pari a 136.000 AE), in relazione anche al fatto che le aree di prevista realizzazione sono adiacenti.

In Tabella 6 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 4, mentre in Tabella 7 sono mostrati i carichi e le portate in tempo asciutto che dovrebbero essere trattati dai diversi depuratori nei periodi estivo ed invernale.

DEPURAZIONE	
Numero depuratori	5
Ubicazione e potenzialità nuovi depuratori	Gavardo (136.000 AE); Montichiari (150.000 AE)
Tecnologia adottata nei nuovi depuratori	<u>Gavardo</u> : MBR (50.000 AE); FA+FILTRAZIONE (86.000 AE) <u>Montichiari</u> : MBR
Ricettore finale nuovi depuratori	Chiese (Gavardo a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano e Montichiari), Naviglio Grande Bresciano (Gavardo)
Impianti esistenti mantenuti e adeguati	Peschiera, Carpenedolo, Visano
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	FA o FA+FILTRAZIONE
Ricettori finali impianti esistenti	Fontanile della Ravazzica (Visano), Fossa Magna (Carpenedolo-Garibaldi), Mincio (Peschiera)
COLLETTAMENTO	
Lunghezza nuovi collettori (progetto Garda)	76,7 km
Numero stazioni di sollevamento (progetto Garda)	40
Lunghezza nuovi collettori ("ATO_Brescia")	31,0 km
Lunghezza complessiva collettori (esistenti+nuovi)	147,3 km

Tabella 6: Elementi caratteristici dello Scenario 4

DEPURATORE	CARICO [AE]		PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m ³ /d]	
	ESTATE	INVERNO	ESTATE	INVERNO
Peschiera	319.925	168.123	86.284	36.483
Carpenedolo	19.664	18.753	4.612	4.069
Visano	19.106	19.106	4.481	4.146
Montichiari	145.951	85.926	37.740	18.646
Gavardo	119.295	79.838	30.943	17.325
TOTALE	623.941	371.746	164.060	80.669

Tabella 7: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 4

3.2. SCENARIO 5 (Pes+Lon)

In Figura 3 è rappresentato schematicamente il sistema di collettamento e depurazione nello Scenario 5 (Pes+Lon).



Figura 3: Scenario 5 (Pes+Lon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La seconda alternativa progettuale prevede, oltre all'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, la costruzione di un nuovo impianto di depurazione nel comune di Lonato a servizio di tutti i comuni rivieraschi (sponda bresciana), compreso il comune di Lonato (con dismissione dei depuratori Campagna e Rassica). L'impianto verrebbe realizzato mediante tecnologia a fanghi attivi e filtrazione finale, per una potenzialità di 200.000 AE. I comuni del basso lago (Desenzano e Sirmione) e tutta la sponda veronese del lago (più Valeggio sul Mincio) rimarrebbero serviti dal depuratore di Peschiera per il quale è previsto un adeguamento dei sedimentatori finali.

Per quanto riguarda la parte restante del bacino considerato nel presente studio, sono previsti:

- il mantenimento, come nello stato di fatto, dell'impianto di Montichiari;
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Gavardo a servizio dei comuni di Gavardo, Villanuova sul Clisi, Vallio Terme e la frazione San Quirico di Muscoline;

- l'ampliamento del depuratore di Calvagese della Riviera – frazione Mocasina – a servizio dell'intero agglomerato, con conseguente dismissione dell'impianto ubicato a Carzago;
- l'ampliamento del depuratore di Carpenedolo-Garibaldi a servizio dell'intero agglomerato, con conseguente dismissione dell'impianto ubicato a Tezze;
- il potenziamento del depuratore di Muscoline;
- l'adeguamento (senza incremento di potenzialità) del depuratore di Villanuova sul Clisi (frazioni Caneto e Ponte Pier);
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano, al quale collettare i comuni limitrofi di Isorella, Remedello e Acquafredda, i cui liquami non sono ad oggi depurati.

In Tabella 8 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 5, mentre in Tabella 9 sono mostrati i carichi e le portate in tempo asciutto che dovrebbero essere trattati dai diversi depuratori nei periodi estivo ed invernale.

DEPURAZIONE	
Numero depuratori	9
Ubicazione e potenzialità nuovo depuratore	Lonato (200.000 AE)
Tecnologia adottata nel nuovo depuratore	FA+FILTRAZIONE
Ricettore finale nuovo depuratore	Chiese (Montichiari)
Impianti esistenti mantenuti e adeguati	Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Peschiera, Carpenedolo, Visano, Montichiari
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	MBR (Montichiari); FA o FA+FILTRAZIONE (altri)
Ricettori finali impianti esistenti	Chiese (Villanuova, sul Clisi, Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Montichiari), Fossa Magna (Carpenedolo-Garibaldi), Fontanile della Ravazzica (Visano), Mincio (Peschiera)
COLLETTAMENTO	
Lunghezza nuovi collettori (progetto Garda)	75,3 km
Numero stazioni di sollevamento (progetto Garda)	36
Lunghezza nuovi collettori ("ATO_Brescia")	23,0 km
Lunghezza complessiva collettori (esistenti+nuovi)	133,6 km

Tabella 8: Elementi caratteristici dello Scenario 5

DEPURATORE	CARICO [AE]		PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m ³ /d]	
	ESTATE	INVERNO	ESTATE	INVERNO
Peschiera	319.925	168.123	86.284	36.483
Lonato	195.074	95.592	52.226	20.743
Carpenedolo	19.664	18.753	4.612	4.069
Visano	19.106	19.106	4.481	4.146
Montichiari	30.000	30.000	7.036	6.510
Villanuova	600	600	141	130
Gavardo	32.072	32.072	7.522	6.960
Muscoline	3.500	3.500	821	760
Calvagese	4.000	4.000	938	868
TOTALE	623.941	371.746	164.060	80.669

Tabella 9: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 5

4. QUANTIFICAZIONE DEI FATTORI DI VALUTAZIONE

In questo capitolo viene descritto in dettaglio l'approccio metodologico adottato per la quantificazione dei seguenti aspetti: carico effluente residuo dai depuratori, refluo depurato destinato a riuso agricolo, effetti ambientali sul ricettore e costi di investimento e gestionali. La conversione di questi fattori in indici numerici ha infatti richiesto alcune specifiche assunzioni ed elaborazioni. Viceversa, per tutti gli altri aspetti, non è stata richiesta una ulteriore elaborazione, essendo la relativa valutazione più diretta e semplice.

A1: CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI

Le prestazioni del sistema depurativo complessivamente operante sull'intero bacino oggetto di studio sono state quantificate, piuttosto che in termini di rendimento di abbattimento dei diversi inquinanti (come indicato nella documentazione regionale di riferimento), stimando il carico effluente residuo a valle della depurazione, essendo i due diversi scenari progettuali caratterizzati dal medesimo carico generato dagli agglomerati (ovvero influente ai depuratori).

Il carico residuo in uscita dai diversi depuratori è stato calcolato partendo, ovviamente, dall'ipotesi che la gestione degli stessi sia tale da garantire il rispetto costante dei limiti normativi. In Tabella 10 e Tabella 11 sono riportati i limiti in vigore al momento della stesura del presente studio per lo scarico di impianti di differenti potenzialità, rispettivamente per il Veneto (depuratore di Peschiera) e la Lombardia (altri depuratori).

LIMITI ALLO SCARICO REGIONE VENETO [mg/L]		
PARAMETRO	POTENZIALITÀ IMPIANTO [AE]	
	≥10.000; <100.000	≥100.000
BOD₅	25	25
COD	125	125
Solidi sospesi	35	35
Fosforo totale	2	1
Azoto totale	15	10

Tabella 10: Limiti allo scarico regione Veneto (Tabella 1, colonna D, Allegato A, Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque; per azoto e fosforo valgono i limiti per recapiti in area sensibile: articolo 25 delle NTC del PTA)

LIMITI ALLO SCARICO REGIONE LOMBARDIA [mg/L]					
PARAMETRO	POTENZIALITÀ IMPIANTO [AE]				
	≥400; <2.000	≥2.000; <10.000	≥10.000; <50.000	≥50.000; <100.000	≥100.000
BOD ₅	40	25	25	10	10
COD	160	125	125	60	60
Solidi sospesi	60	35	35	15	15
Fosforo totale	\	\	2	1	1
Azoto totale	\	\	15	15	10
NH ₄	25	10	5	5	3

Tabella 11: Limiti allo scarico regione Lombardia (Allegato D, Regolamento Regionale n.6 del 29 Marzo 2019)

Le concentrazioni attese (benchmark) dei diversi inquinanti nell'effluente sono state desunte dalla letteratura tecnica⁷; esse variano in funzione della potenzialità dell'impianto (e quindi dei limiti imposti allo scarico) e della tecnologia depurativa adottata (fanghi attivi, fanghi attivi+filtrazione, MBR).

In Tabella 12 sono riportate le concentrazioni considerate per BOD₅, COD, SST e P_{tot} nell'effluente dei depuratori, in funzione della potenzialità dell'impianto e della tipologia di trattamento. Esse vanno intese come riferimento per la concentrazione media annua.

CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE ATTESE IN USCITA [mg/L]									
PARAMETRO	POTENZIALITÀ [AE]								
	≥400; <2.000		≥2.000; <10.000		≥10.000; <50.000			≥100.000	
	MBR	FA	MBR	FA	MBR	FA	FA+FILTR.	MBR	FA+FILTR.
BOD ₅	\	30	\	15	4	15	10	4	8
COD	\	125	\	60	30	60	50	30	40
SST	\	45	\	20	1	20	15	1	10
P _{tot}	\	4	\	3,5	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8

Tabella 12: Concentrazioni di BOD₅, COD, SST e P_{tot} attese nell'effluente dei depuratori (benchmark) in funzione della tipologia di trattamento

In Tabella 13 sono riportate le concentrazioni attese in uscita da un impianto con tecnologia a fanghi attivi, per le diverse forme azotate, in funzione dei limiti imposti allo scarico per l'azoto. Le medesime concentrazioni sono state ipotizzate anche per impianti dotati di tecnologia MBR con l'eccezione dell'azoto organico, per il quale si è assunta una concentrazione pari a 0,1 mg/L.

⁷ AA.VV. (2012) "Impianti di trattamento acque: verifiche di funzionalità e collaudo - Manuale operativo". A cura di G. Bertanza e C. Collivignarelli. Ed. Hoepli, Milano. ISBN 978-88-203-5200-4.

CONCENTRAZIONE IN USCITA FORME AZOTATE (fanghi attivi) [mg/L]				
PARAMETRO	Limite azoto totale			Limite su ammoniaca
	nessun limite	N _{tot} =15	N _{tot} =10	NH ₄ =25
N-NH ₄ ⁺	1 [^]	0,5	0,5	18
N _{organico}	1	1	0,5	1,5
N-NO ₃ ⁻	17	13	7	15
N-NO ₂ ⁻	0,3	0,3	0,3	0,3

[^]impianti ad aerazione estesa

Tabella 13: Concentrazione delle diverse forme azotate attesa nell'effluente di un impianto a fanghi attivi, in funzione dei limiti allo scarico

Si è ipotizzato che le concentrazioni nell'effluente si mantengano invariate durante l'anno. Ciò sulla base della considerazione che le concentrazioni nell'effluente sono state usate per calcolare il carico residuo dei depuratori; per gli impianti principali, che trattano la stragrande maggioranza del carico del bacino in esame, ovvero quello proveniente dai comuni gardesani, in corrispondenza del periodo di massimo carico influente (stagione turistica), si hanno anche le massime temperature del liquame, che favoriscono i processi biologici e di conseguenza l'abbattimento dei vari inquinanti. In altre parole, l'aumento estivo del carico (che potrebbe di per sé portare a una riduzione delle rese depurative) è controbilanciato dall'incremento di temperatura del liquame (che agisce nella direzione opposta).

Il carico residuo di un certo inquinante è stato calcolato con la seguente formula:

$$\text{Carico residuo} = \text{Concentrazione residua} \cdot \text{Portata trattata}$$

Le portate trattate in estate e in inverno dai diversi depuratori nei due diversi scenari sono già state definite nel capitolo 3. I carichi residui estivo ed invernale sono stati successivamente utilizzati per calcolare il carico giornaliero medio su base annua, considerando cinque mesi per la stagione estiva e sette mesi per la stagione invernale. Questa suddivisione dell'anno in due periodi rappresenta ovviamente una semplificazione di ciò che avviene nella realtà, dove le transizioni da periodo a basso carico a periodo ad alto carico e viceversa sono relativamente graduali. Per lo scopo del presente lavoro, però, che consiste in un confronto tra alternative di intervento, una valutazione più puntuale non avrebbe determinato alcun beneficio. Peraltro, la suddivisione dell'anno adottata (5 mesi ad alto carico e 7 mesi a basso carico), è derivata dall'analisi dell'andamento dei consumi energetici del depuratore di Peschiera del 2017.

Nel caso in cui l'impianto di depurazione sia di tipo "misto", da un punto di vista del trattamento depurativo (MBR e fanghi attivi: è ad esempio il caso del depuratore di Gavardo nello scenario 4), il

carico residuo è stato calcolato come media pesata dei carichi generati dalle diverse linee di trattamento.

Si precisa che nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), per l'impianto di Gavardo, dal momento che, almeno in una prima fase, il depuratore risulterà di fatto caratterizzato da due impianti "autonomi" (36.000 AE e 100.000 AE) che solo in futuro verranno unificati, si è scelto di differenziare i limiti allo scarico, nell'ottica di una stima conservativa del carico residuo. Infatti, l'impianto da 36.000 AE è soggetto a limiti meno restrittivi, rispetto a un impianto di potenzialità uguale o superiore a 100.000 AE (v. Tabella 10 e Tabella 11).

I carichi residui sono stati successivamente utilizzati per calcolare l'Effluent Quality Index (EQI), indice dato dalla somma pesata dei carichi di diversi inquinanti in uscita dall'impianto. La formula di calcolo è la seguente:

$$EQI = \sum p_i \cdot Carico_i$$

dove p_i è il peso che viene attribuito al carico dell' i -esimo inquinante, espresso in kg/d. Il risultato si esprime poi in kgPU/d, dove PU sta per "Pollution Units".

L'indice EQI è stato definito da un gruppo di lavoro, nell'ambito dell'International Water Association⁸, e tiene conto dei carichi di BOD₅, COD, SST, TKN, N-NO₃⁻ e N-NO₂⁻; nel presente studio si è deciso di considerare anche il carico di fosforo, attribuendo a questo parametro un peso uguale a quello assegnato al carico di azoto nitrico e nitroso, come mostrato in Tabella 14.

PARAMETRO	PESO
BOD ₅	2
COD	1
SST	2
TKN	30
N-NO ₃ ⁻ +N-NO ₂ ⁻	10
P	10

Tabella 14: Peso attribuito ai diversi parametri (carichi inquinanti) per il calcolo dell'EQI

Nel presente studio è stato calcolato l'EQI medio annuo considerando, analogamente al carico residuo, cinque mesi di condizioni di carico estivo e sette di carico invernale. Tutti i valori calcolati

⁸ IWA Publishing (2014) "Benchmarking of Control Strategies for Wastewater Treatment Plants - Scientific and Technical Report No.23". A cura di Krist V. Gernaey, Ulf Jeppsson, Peter A. Vanrolleghem e John B. Coop. Londra. ISBN 9781843391463.

sono stati poi normalizzati ed espressi in percentuale rispetto all'EQI più elevato tra quelli determinati per i due diversi scenari.

A2: REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO AGRICOLO

In entrambi gli scenari è previsto il riuso del refluo depurato durante la stagione irrigua (assunta di durata pari a 3 mesi, in base a quanto comunicato dal Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado); i nuovi impianti centralizzati sono in grado di garantire il rispetto dei requisiti di qualità chimico-fisici e microbiologici riportati nel D.M. 185/2003, considerando che, nei due scenari, si è fatto riferimento a tecnologia MBR o, nel caso di trattamento a fanghi attivi, all'integrazione con filtrazione e disinfezione finale.

Il riutilizzo del refluo depurato può avvenire tramite lo scarico diretto in canali irrigui oppure tramite lo scarico in un corso d'acqua naturale (es. fiume Mincio) da cui l'acqua viene captata per il riuso mediante apposite opere di presa.

Il riuso viene già oggi, nei fatti, praticato: ad esempio, i depuratori di Carpendolo e Lonato scaricano rispettivamente nella fossa Magna e nella seriola di Lonato che sono canali inseriti nella rete irrigua. Lo scarico del depuratore di Peschiera avviene nel fiume Mincio, immediatamente a valle dello sbarramento di Salionze: da questa sezione fluviale fino all'immissione nel fiume Po ci sono numerose derivazioni per diverse tipologie di "utenti" (consorzi irrigui e di bonifica ma anche centrali idroelettriche e attività industriali) e restituzioni (es. centrali idroelettriche); si stima che, durante la stagione estiva, circa il 62% della portata sia derivata e riutilizzata in agricoltura.

Per lo scenario 4, che prevede la possibilità di parzializzare lo scarico del depuratore di Gavardo nel fiume Chiese (a Gavardo, a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano) e nel Naviglio Grande Bresciano, il volume di acqua destinato a recupero, nella stagione irrigua, ipotizzando di ripartire lo scarico nei due recapiti proporzionalmente alla portata dei ricettori medesimi, corrisponde alla totalità delle portate derivate (Naviglio Grande Bresciano, Roggia Lonata Promiscua a Cantrina, Roggia Promiscua a Ponte San Marco), che è pari alla portata transitante a monte della prima derivazione (Naviglio Grande Bresciano) meno la portata residua a valle dell'ultima (pari al $DMV=3,6 \text{ m}^3/\text{s}$). Risulta una percentuale di circa il 90%.

Per stimare la percentuale di riutilizzo del refluo depurato nei due diversi scenari progettuali si è calcolato innanzitutto il volume "prodotto" V_{prodotto} su base annua [m^3/y], ipotizzando che per 5

mesi i depuratori debbano trattare la portata estiva e che, nei restanti 7 mesi, le portate convogliate agli impianti siano quelle “invernali” (per la definizione delle portate si rimanda al capitolo 3).

La formula di calcolo è la seguente:

$$V_{\text{prodotto}} = Q_{\text{estiva}} \cdot 152 \text{ d} + Q_{\text{invernale}} \cdot 213 \text{ d}$$

Il volume annuo “prodotto” dall’intero bacino risulta pari a 42.126.498 m³. In Figura 4 è rappresentato il volume “prodotto” dai diversi depuratori nei due scenari (per semplificare la rappresentazione grafica, per i piccoli depuratori di Lonato e Carpenedolo si è considerato il dato cumulativo per Comune).

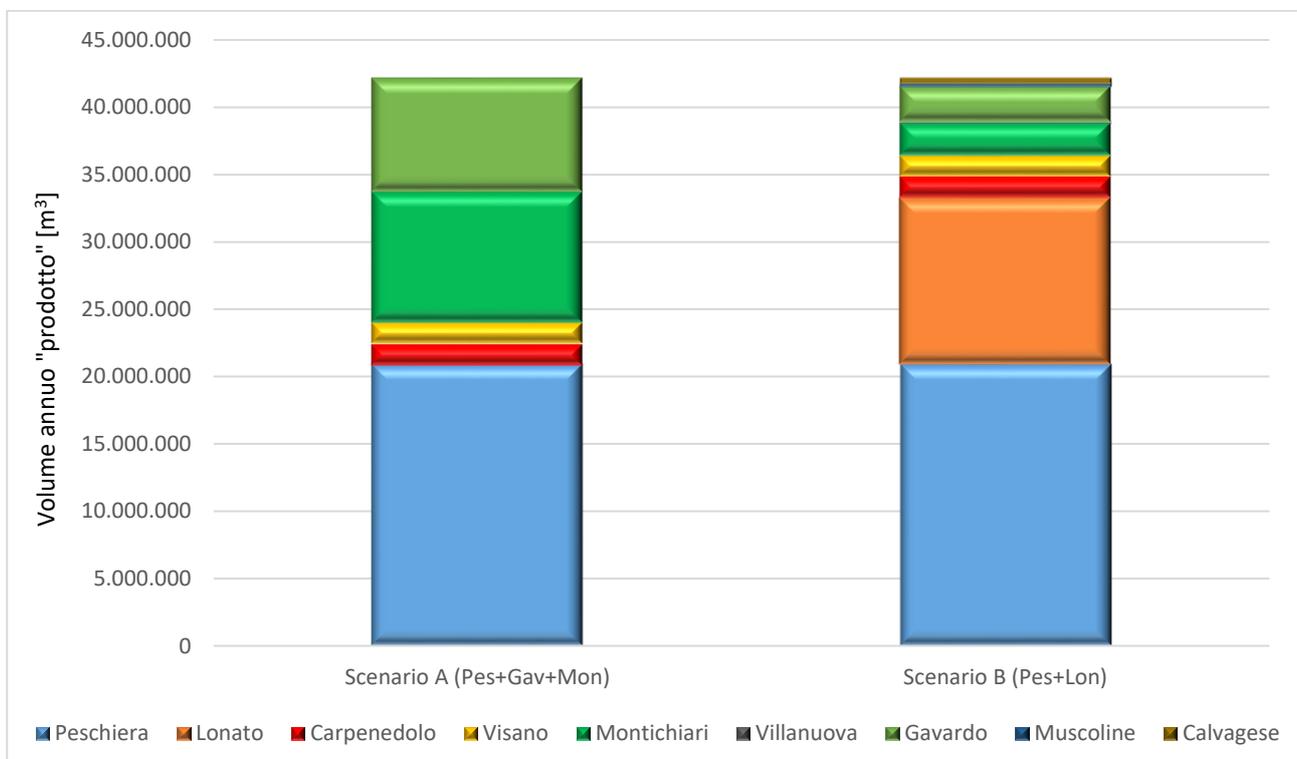


Figura 4: Volume annuo di acqua depurata “prodotto” dai depuratori ubicati nei diversi comuni

Per calcolare il volume medio annuo interessato dal riuso, rispetto a quello totale prodotto, si è ipotizzato che:

- il riuso venga praticato, in modo intensivo, per tre mesi (es. da Giugno ad Agosto), in corrispondenza della massima richiesta da parte dei consorzi irrigui e di bonifica; va precisato che tale periodo coincide con il periodo di massimo carico in ingresso ai depuratori e la diversione degli scarichi per destinarli al riuso sgrava i fiumi dal corrispondente contributo;

- il riuso sia solamente di tipo irriguo: in via conservativa, non si è preso in considerazione il riutilizzo di tipo industriale anche se, ad esempio, lungo le aste fluviali sono presenti numerose centrali idroelettriche;
- per il depuratore di Peschiera, in entrambi gli scenari, per quanto detto in precedenza, la percentuale di riutilizzo sia pari al 62%;
- per il nuovo depuratore di Montichiari (Scenario 4), Lonato (Scenario 5) e Visano (entrambi gli scenari), la percentuale di riuso (nei tre mesi) sia pari al 100% in quanto essi sono direttamente collegabili alla rete irrigua;
- per il nuovo depuratore di Gavardo (Scenario 4), ipotizzando una ripartizione dello scarico nel Chiese e nel Naviglio Grande Bresciano, proporzionalmente alle rispettive portate, la percentuale di riuso irriguo sia pari all'89,2%;
- per il depuratore di Montichiari, nelle ipotesi in cui non sia prevista una modifica dello stato di fatto, non si verifichi riuso del refluo depurato;
- per i depuratori di Carpenedolo il riuso sia pari al 100%, durante la stagione irrigua: oggi, infatti, lo scarico avviene in canali che fanno parte del reticolo irriguo;
- per il depuratore di Villanuova sul Clisi, il riuso sia pari all'89,2%, durante la stagione irrigua (scarico a monte della derivazione di Gavardo).
- per il depuratore di Gavardo (Scenario 5), Muscoline e Calvagese della Riviera, il riuso sia pari all'84,9%, durante la stagione irrigua (scarico a valle della derivazione di Gavardo e a monte delle derivazioni della Roggia Lonata Promiscua a Cantrina e della Roggia Promiscua a Ponte San Marco).

A3: EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE

Come già accennato nel capitolo 2, la variazione del livello qualitativo del corpo idrico ricettore in seguito alla realizzazione di un nuovo scarico è stata valutata in riferimento alla variazione dell'indicatore LIM_{eco} (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato ecologico), definito nel D.M. 260/2010 e s.m.i. (decreto attuativo del D.Lgs. 152/06). In accordo con la norma, tale indicatore si calcola sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame, dei macrodescrittori azoto nitrico, azoto ammoniacale, fosforo totale e ossigeno disciolto (percentuale di saturazione). La procedura di calcolo prevede l'assegnazione, per ogni macrodescrittore, di un punteggio, in funzione di valori soglia (riportati in Tabella 15); il valore LIM_{eco} di ogni campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri (macrodescrittori), mentre il

valore da assegnare al sito in esame è dato dalla media dei singoli valori relativi ai campionamenti effettuati in un certo arco temporale (es. un anno); il LIM_{eco} del sito viene infine confrontato con i valori soglia riportati in Tabella 16, per l'assegnazione dello stato di qualità di una certa stazione di monitoraggio di un corpo idrico fluviale. Qualora nel medesimo corpo idrico siano monitorati più siti, il valore di LIM_{eco} viene calcolato come media ponderata (in base alla lunghezza del tratto di corpo idrico rappresentato da ciascun sito) tra i valori ottenuti per i diversi siti.

		LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3	LIVELLO 4	LIVELLO 5
	Punteggio	1	0,5	0,25	0,125	0
PARAMETRO	Soglie					
100-%sat. O ₂		< 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ ⁺ [mg/L]		<0,03	≤0,06	≤0,12	≤0,24	>0,24
N-NO ₃ ⁻ [mg/L]		<0,6	≤1,2	≤2,4	≤4,8	>4,8
Fosforo totale [µg/L]		<50	≤100	≤200	≤400	>400

Tabella 15: Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori per ottenere il punteggio LIM_{eco} (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

STATO	LIM _{eco}
Elevato	≥0,66
Buono	≥0,50
Sufficiente	≥0,33
Scarso	≥0,17
Cattivo	<0,17

Tabella 16: Classificazione di qualità secondo i valori di LIM_{eco} (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

È importante precisare che lo stato ecologico di un corso d'acqua, in generale, non viene definito solamente in funzione del LIM_{eco} (indicatore dello stato trofico): infatti la normativa italiana vigente prevede anche la valutazione della composizione e dell'abbondanza degli elementi di qualità biologica (EQB), della presenza di specifici inquinanti non prioritari e delle condizioni idromorfologiche che caratterizzano l'ecosistema acquatico tramite l'IQM (Indice di Qualità Morfologica) e l'IARI (Indice di Alterazione del Regime Idrologico). Inoltre la classificazione dello stato di qualità delle acque superficiali prevede anche la valutazione dello stato chimico del corpo idrico (presenza degli inquinanti riportati nell'elenco di priorità di cui alla tabella 1/A del D.Lgs. 172/15).

Nel presente studio però, nell'ottica di una valutazione quantitativa della variazione dello stato di qualità del corpo idrico, si è fatto riferimento solamente al LIM_{eco}, in accordo con quanto riportato

nel nuovo Regolamento di Regione Lombardia, poiché è l'unico indicatore quantificabile in modo semplice ed affidabile con le misurazioni (effettuate sugli scarichi) generalmente disponibili.

Si precisa, inoltre, che, nel presente studio, la stima della variazione del LIM_{eco} del corpo idrico è stata effettuata, adottando un approccio conservativo, unicamente in riferimento alla sezione del fiume in cui è previsto il futuro scarico: in realtà, come precedentemente specificato, l'indicatore finale del corpo idrico è dato dalla media dei valori ottenuti in diverse stazioni. Non è possibile però seguire tale approccio, essendo difficile stimare la futura qualità del fiume a monte della nuova opera e gli effetti del nuovo scarico a valle, a causa per esempio dei fenomeni di autodepurazione, della presenza di nuovi scarichi (o l'eliminazione di alcuni di essi), della variazione delle concessioni irrigue, degli interventi di mitigazione atti al raggiungimento degli obiettivi di qualità o, infine, della variazione del regime idrologico dei fiumi in relazione per esempio ai cambiamenti climatici.

Il calcolo della variazione del LIM_{eco} di un corso d'acqua è stato in sintesi svolto attraverso i seguenti passaggi che, attraverso una procedura di tipo iterativo, hanno permesso di definire la portata minima Q_{MIN} del corso d'acqua necessaria per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità prefissato:

- 1) Assunzione di un valore Q*_{MIN} di primo tentativo.
- 2) Calcolo del carico inquinante convogliato dal corso d'acqua (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) in assenza dello scarico del nuovo depuratore (stato di fatto):

$$\text{Carico}_{\text{FIUME}}(Q_{\text{MIN}}^*) = \text{Concentrazione}_{\text{FIUME}}(\text{stato di fatto}) \cdot Q_{\text{MIN}}^*$$

Le caratteristiche qualitative (concentrazioni) sono state ricavate dai dati resi disponibili da ARPA.

- 3) Calcolo del carico effluente residuo (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) prodotto dallo scarico del nuovo depuratore:

$$\text{Carico residuo}_{\text{DEPURATORE}} = \text{Concentrazione residua}_{\text{DEPURATORE}} \cdot Q_{\text{DEPURATORE}}$$

Le concentrazioni residue che caratterizzano gli effluenti dei vari depuratori nei due diversi scenari sono già state definite in precedenza nel presente capitolo; per le portate trattate dai vari impianti si rimanda invece al capitolo 3.

- 4) Calcolo del carico inquinante (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) veicolato dal corso d'acqua (nelle condizioni di Q*_{MIN}) a valle dello scarico del depuratore:

$$Carico_{FIUME (valle)} = Carico_{FIUME (Q_{MIN}^*)} + Carico_{residuo_{DEPURATORE}}$$

5) *Calcolo della concentrazione degli inquinanti ($N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$, P_{tot}) nel corso d'acqua:*

$$Concentrazione_{FIUME (Q_{MIN}^*)} = \frac{Carico_{FIUME (valle)}}{Q_{MIN}^* + Q_{DEPURATORE}}$$

6) *Calcolo del LIM_{eco} nelle condizioni di portata Q_{MIN}^* .*

7) *Confronto del LIM_{eco} nelle condizioni di portata Q_{MIN}^* con il valore corrispondente agli obiettivi di qualità futuri del corpo idrico.*

I passi sopramenzionati sono stati ripetuti fino a quando si è determinato il valore minimo di Q_{MIN}^* ($=Q_{MIN}$) che non determina il passaggio alla classe di qualità inferiore rispetto all'obiettivo.

Una volta determinata la portata Q_{MIN} , si è calcolato il rapporto fra la portata media del corso d'acqua Q_{FIUME} e la portata Q_{MIN} ; tale rapporto rappresenta il "margine di sicurezza" per quanto riguarda la garanzia di rispetto degli obiettivi di qualità futuri del corpo idrico.

Un' ipotesi che è stata assunta per il calcolo del LIM_{eco} riguarda l'influenza dello scarico sul livello di ossigenazione del corso d'acqua. Ipotizzando che lo scarico del depuratore sia sempre ben ossigenato e sapendo che la concentrazione residua di sostanza organica biodegradabile è sempre estremamente bassa, l'influenza dello scarico sul livello di ossigenazione del fiume è stata considerata trascurabile. Si è assegnato quindi il punteggio massimo (in termini di LIM_{eco}) al macrodescrittore "percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto", in accordo peraltro con i risultati dei monitoraggi svolti da ARPA: la percentuale di saturazione di ossigeno disciolto rilevata, negli anni, nelle stazioni di monitoraggio di Montichiari e Gavardo (Tabella 18 e Tabella 19 commentate più avanti) è infatti mediamente molto buona.

L'analisi dell'impatto prodotto dallo scarico di un nuovo depuratore è stata effettuata in diverse condizioni, a seconda del caso (estate, inverno, media annua), a partire dalle informazioni sullo stato di qualità attuale e sugli obiettivi di qualità dei corpi idrici ricettori. In Tabella 17 sono mostrati i livelli di qualità attuale (stato ecologico e chimico) e gli obiettivi di qualità del fiume Chiese in differenti sezioni di monitoraggio. Queste informazioni sono state ricavate dal nuovo PTUA (Programma di Tutela e Uso delle Acque, Allegato 2 alla Relazione Generale – "Classificazione e caratterizzazione dei corpi idrici") di Regione Lombardia; in particolare, gli obiettivi di qualità ambientale (derivanti dalla direttiva comunitaria 2000/60/CE), prevedono il mantenimento o il

raggiungimento dello stato “buono” ed il mantenimento, ove già esistente, dello stato di qualità “elevato”.

SEZIONE DI MONITORAGGIO	STATO DI FATTO		OBIETTIVO DI QUALITÀ	
	ECOLOGICO	CHIMICO	ECOLOGICO	CHIMICO
Barghe	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO (al 2021)	Mantenimento stato BUONO
Gavardo [^]	BUONO	BUONO	Mantenimento stato BUONO	Mantenimento stato BUONO
Prevalle	BUONO	BUONO	Mantenimento stato BUONO	Mantenimento stato BUONO
Montichiari	SCARSO	BUONO	BUONO (al 2021)	Mantenimento stato BUONO
Canneto sull'Oglio	SUFFICIENTE	NON BUONO	BUONO (al 2021)	BUONO (al 2021)

[^]La sezione di monitoraggio di Gavardo, dal 2017, è stata sostituita da una nuova sezione a Villanuova
Tabella 17: Stato ecologico e stato chimico del fiume Chiese: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)

Per quanto detto in precedenza riguardo a una valutazione quantitativa della variazione dello stato di qualità del corpo idrico, invece di considerare lo stato ecologico in generale, risulta più significativo osservare i valori assunti dal LIM_{eco} nelle sezioni di interesse del fiume Chiese (Figura 5) dell'ultimo sessennio (2014 - 2019, dati ARPA). Le sezioni da considerare sono quelle di Gavardo (sostituita da Villanuova a partire dal 2017) e Montichiari: a Gavardo/Villanuova il LIM_{eco} risulta sempre elevato, mentre a Montichiari risulta mediamente buono; l'obiettivo corrisponde dunque al mantenimento delle rispettive classi di qualità.

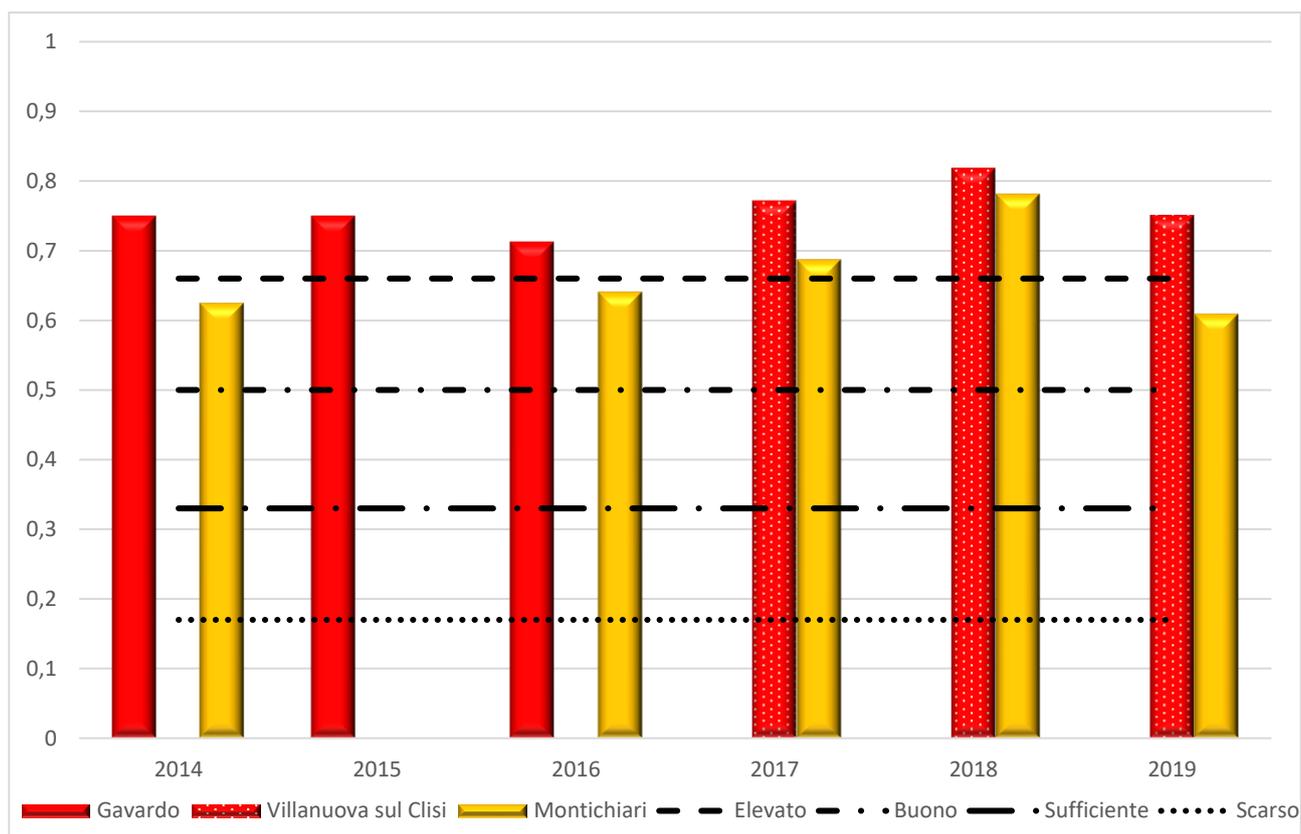


Figura 5: Valori del LIM_{eco} del fiume Chiese nel periodo 2014-2019 nelle stazioni di Gavardo, Villanuova sul Clisi e Montichiari (dati ARPA Lombardia)

Si precisa che nello Scenario 5 (Pes+Lon) il carico effluente residuo è stato assunto pari alla somma dei carichi del nuovo depuratore di Lonato e di quello esistente di Montichiari (la sezione di restituzione a Chiese dell'effluente del depuratore di Lonato è collocata solo 2 km circa a valle di quella del depuratore di Montichiari).

Nello Scenario 4, per il calcolo della variazione del LIM_{eco} del fiume Chiese a Gavardo, non è stato considerato il carico residuo derivante dal trattamento dei reflui di Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), pari a 600 AE, poiché le misurazioni effettuate da ARPA, allo stato di fatto, tengono già conto dello scarico di questo agglomerato. Per la sezione del Chiese a Montichiari, invece, è stato considerato l'incremento di concentrazione degli inquinanti (rispetto alle misurazioni effettuate da ARPA) dovuto al carico residuo, scaricato nel Chiese a Gavardo, corrispondente al trattamento dei reflui dei comuni gardesani (circa 80.000 AE).

Per quanto riguarda i valori di riferimento dei macrodescrittori dei corpi ricettori, in Tabella 18 e Tabella 19 sono riportati i dati di qualità per il fiume Chiese nel periodo 2014-2019 (misurazioni istantanee) relativi alle stazioni di monitoraggio di Gavardo/Villanuova e Montichiari (fonte: ARPA Lombardia, dipartimento di Brescia).

DATA	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P _{tot}	100-%sat. O ₂
	mg/L	mg/L	µg/l	\
12/06/2014	0,32	0,12	45	19
17/09/2014	0,57	<0,08	32	1,6
10/11/2014	0,68	<0,08	61	59,7
02/03/2015	0,86	<0,08	29	
02/11/2015	0,52	0,023	22	
09/03/2016	1,1	0,049	43	
29/06/2016	0,66	0,033	46	
07/09/2016	0,66	0,221	47	6,4
29/11/2016	0,66	0,037	50	0,7
07/03/2017	1	0,051	38	13,6
26/06/2017	0,61	0,021	67	16,3
05/09/2017	0,54	0,09	31	6,8
20/11/2017	0,86	0,062	25	9
15/03/2018	1,1	0,055	53	2,6
20/06/2018	0,7	<0,015	29	1
06/09/2018	0,63	0,016	45	15,9
12/11/2018	0,9	0,025	33	3,5
06/03/2019	1	0,119	108	8,4
25/06/2019	0,68	0,037	68	13,7
28/06/2019	<0,5			
03/09/2019	0,77	0,048	47	7,8
05/11/2019	0,97	0,073	34	3,3
Media estiva	0,58*	0,063*	39,6	9,8
Media invernale	0,88	0,052*	38,3	12,6**

*nel caso in cui le concentrazioni siano al di sotto del limite di rilevabilità, per convenzione, il calcolo è stato effettuato utilizzando un valore pari alla metà del limite stesso

**5,9 se si esclude il dato "anomalo" del 10/11/2014

Tabella 18: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese rilevate nella stazione di monitoraggio di Montichiari (2014-2019); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

DATA	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P _{tot}	100-%sat. O ₂
	mg/L	mg/L	µg/l	\
28/01/2014	0,84	<0,08	25	
25/02/2014	0,88	<0,08	42	1
11/03/2014	0,68	<0,08	13	32,9
14/04/2014	0,68	<0,08	9	11,8
12/05/2014	0,66	<0,08	23	1,6
11/06/2014	0,5	<0,08	21	6,4
02/07/2014	0,41	<0,08	19	3
19/08/2014	0,59	<0,08	83	34,4
15/09/2014	0,57	<0,08	22	7,8
20/10/2014	0,59	<0,08	19	5,7

24/11/2014	0,7	<0,08	25	1,9
03/12/2014	0,81	<0,08	23	4,6
13/01/2015	0,81	<0,08	23	7
11/02/2015	0,79	<0,08	20	7
10/03/2015	0,7	<0,08	26	32
01/04/2015	0,84	<0,08	39	8
11/05/2015	0,66	<0,08	29	2
10/06/2015	0,36	<0,08	36	7
02/07/2015	0,29	<0,08	21	
10/08/2015	<0,25	<0,08	17	1,2
23/09/2015	0,43	<0,08	20	4
08/10/2015	0,36	0,048	28	
12/11/2015	0,7	0,023	20	
10/12/2015	0,63	<0,016	23	
12/01/2016	1,2	0,034	53	
23/02/2016	1	0,026	48	
17/03/2016	0,77	0,026	25	
18/05/2016	0,7	0,016	30	
20/06/2016	0,7	0,074	24	
05/07/2016	0,75	0,052	18	
10/08/2016	1,4	0,04	86	5,5
22/09/2016	0,66	0,058	41	4,1
11/10/2016	0,93	0,043	30	1,6
28/11/2016	0,7	0,054	22	0,1
20/12/2016	0,84	0,034	19	0,6
02/02/2017	0,77	0,056	31	7,1
07/03/2017	0,99	0,029	31	12,3
18/04/2017	0,77	0,082	30	2,7
15/05/2017	0,81	0,027	15	3,2
21/06/2017	0,41	0,016	23	11,4
18/07/2017	0,59	0,074	25	6,5
23/08/2017	0,57	0,089	12	5,6
04/09/2017	0,38	<0,015	10	5,1
02/10/2017	0,66	0,066	32	1,3
06/11/2017	1,22	0,025	62	8
12/12/2017	1,7	0,018	133	2
15/01/2018	0,84	0,022	19	2
05/02/2018	0,81	0,079	40	6,5
12/03/2018	1,4	<0,015	54	0,9
03/04/2018	0,7	<0,015	20	13,8
02/05/2018	0,81	0,082	37	20,1
19/06/2018	0,63	<0,015	20	1
09/07/2018	0,54	<0,015	18	1,6
06/08/2018	0,52	0,027	21	2,4
03/09/2018	0,54	<0,015	29	9,8
01/10/2018	0,61	0,022	35	21,1
13/11/2018	0,77	<0,015	24	3,9

10/12/2018	0,75	<0,015	15	3
16/01/2019	0,86	0,023	26	6,7
25/02/2019	0,93	0,038	17	2,1
11/03/2019	0,75	0,018	18	16,3
08/04/2019	0,93	<0,015	37	6,0
07/05/2019	0,77	0,018	29	5,3
17/06/2019	0,77	0,051	14	10,8
22/07/2019	0,75	0,019	35	14
07/08/2019	0,81	0,100	118	0,1
10/09/2019	0,7	<0,08	16	2,9
07/10/2019	0,57	0,037	36	0,9
11/11/2019	0,81	0,031	17	3,5
02/12/2019	0,93	0,030	18	0,3
Media estiva	0,61*	0,042*	30,4	7,0
Media invernale	0,83	0,034*	30,7	7,1

*nel caso in cui le concentrazioni siano al di sotto del limite di rilevabilità, per convenzione, il calcolo è stato effettuato utilizzando un valore pari alla metà del limite stesso

Tabella 19: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese rilevati nelle stazioni di monitoraggio di Gavardo (2014-2016) e Villanuova sul Clisi (2017-2019); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

È importante sottolineare che, come riferito dai responsabili ARPA e del Consorzio del fiume Chiese, spesso, durante i mesi estivi, la portata del Chiese a Montichiari è trascurabile, anche se la portata media estiva può risultare significativa: infatti, nel tratto di alveo compreso tra Ponte San Marco (ultima derivazione prima di Montichiari dove viene rilasciata una portata almeno pari al DMV=3,6 m³/s) e Montichiari, la portata si riduce a causa dei moti di filtrazione attraverso il materiale costituente il fondo alveo, tanto che alla sezione di Montichiari può risultare di poche centinaia di litri al secondo. Poco più a valle (prima del confine comunale con Carpenedolo) iniziano le risalite d'acqua che consentono di alimentare le derivazioni esistenti tra Calvisano e Canneto sull'Oglio.

L'assenza di deflusso durante alcuni giorni estivi rappresenta una condizione vincolante per lo scarico nel fiume Chiese a Montichiari, da cui deriva il vincolo assoluto di convogliare lo scarico in altro ricettore (rete irrigua). Ciò si concretizza nel riutilizzo del refluo depurato a scopo irriguo durante l'estate. Per questo motivo, poiché entrambi gli scenari prevedono lo scarico di un nuovo depuratore a Montichiari (come spiegato nel capitolo 3), relativamente a questa sezione, non è stata calcolata la variazione del LIM_{eco} durante i mesi estivi, ma solamente per il periodo invernale.

In Figura 6 è mostrato l'andamento della portata del fiume Chiese nelle sezioni di Gavardo e Cantrina nel periodo che va dal 2014 al 2019. A monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano, le portate medie estiva ed invernale sono pari rispettivamente a 33,5 e 30,0 m³/s; a valle della stessa

derivazione, le portate si riducono a 23,9 (estate) e 24,5 m³/s (inverno). Alla sezione di Cantrina (a valle della derivazione della Roggia Lonata Promiscua) la portata media estiva è pari a 10,3 m³/s mentre quella invernale risulta mediamente pari a 15,1 m³/s.

La portata del fiume Chiese alla sezione di Montichiari è stata invece stimata pari all'80% della portata alla sezione di Cantrina sulla base delle indicazioni fornite dai responsabili del Consorzio del Chiese. Nel periodo invernale, la portata media del fiume Chiese a Montichiari risulta quindi pari a circa 12,0 m³/s.

Per il calcolo dell'effetto dello scarico dei depuratori sul LIM_{eco} si è sempre utilizzata la portata media del corso d'acqua nella sezione e nel periodo di riferimento. Si è preferito usare questi dati, anziché i valori istantanei registrati da ARPA durante le campagne di monitoraggio, per riferirsi a condizioni medie, requisito che sarebbe viceversa decaduto se si fossero usate le portate istantanee. Del resto, lo stato di qualità di un corpo idrico è da intendersi come una condizione protratta nel tempo e non puntuale.

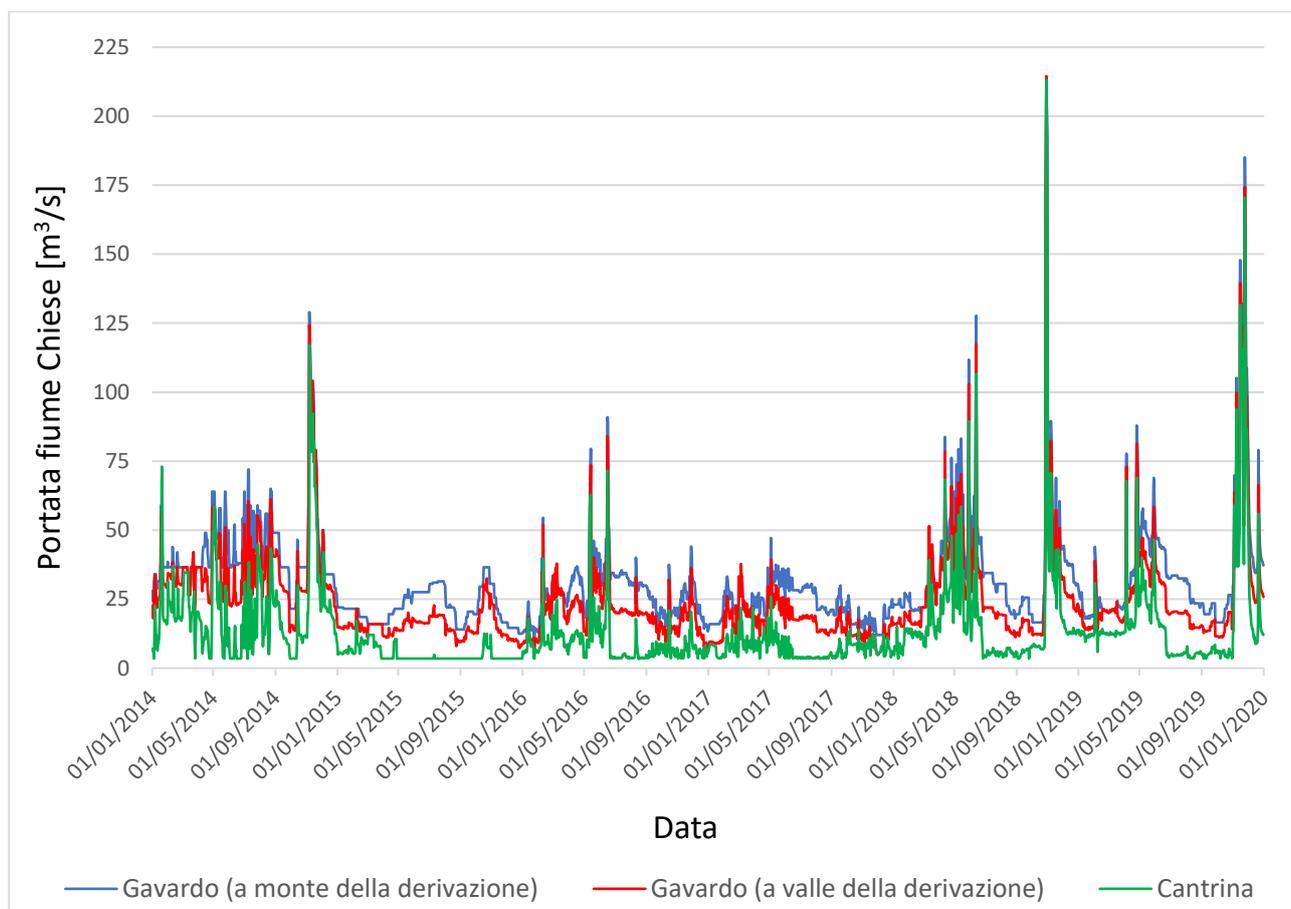


Figura 6: Andamento temporale della portata del fiume Chiese nelle sezioni di Gavardo (a monte e a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano) e Cantrina negli anni 2014-2019 (fonte: Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado)

C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

I principali costi di investimento e gestionali sono stati desunti dagli elaborati indicati in Tabella 20, cui si rimanda per ogni approfondimento.

FONTE	DATO
Acque Bresciane. Sistema di collettamento e depurazione a servizio della sponda bresciana del lago di Garda – Studio di fattibilità tecnica ed economica (2019)	Costi di investimento e gestione del nuovo sistema di collettamento dei reflui della sponda bresciana del lago di Garda (per tutti gli scenari oggetto di studio)
Acque Bresciane. Realizzazione dell'impianto di depurazione a servizio dei comuni dell'alto Garda – Relazione di calcolo di processo e dimensionamento (2019)	Costo di investimento per la realizzazione del depuratore di Gavardo e della relativa vasca di accumulo (secondo allegato E del R.R. 06/2019) nello Scenario 4
Acque Bresciane. Realizzazione nuovo impianto di depurazione presso Lonato del Garda – Stima economica preliminare (2021)	Costo di investimento per la realizzazione del depuratore di Lonato e della relativa vasca di accumulo (secondo allegato E del R.R. 06/2019) nello Scenario 5
Acque Bresciane. Analisi di prefattibilità per il raddoppio del collettore fognario Maraschina-Peschiera (2020)	Costo di investimento per la realizzazione del nuovo collettore fognario nel tratto Maraschina-Peschiera
A2A Ciclo idrico. Studio di fattibilità per l'ampliamento del depuratore di Montichiari – Relazione tecnico-illustrativa (2019)	Costo di investimento per la realizzazione del depuratore di Montichiari e della relativa vasca di accumulo (secondo allegato E del R.R. 06/2019) nello Scenario 4
A2A Ciclo idrico. Impianto di depurazione acque civili con potenzialità 20.000 AE in comune di Visano (BS) al servizio dei comuni Visano-Acquafredda-Remedello-Isorella – Progetto di fattibilità tecnico-economica – Calcolo sommario di spesa (2020)	Costo di investimento per il collettamento dei Comuni di Visano, Acquafredda, Isorella e Remedello e per la realizzazione del depuratore di Visano e della relativa vasca di accumulo (secondo allegato E del R.R. 06/2019)
Progetto preliminare di Garda Uno (2013): "Nuovo sistema di collettamento e depurazione della sponda bresciana del lago"	Costo di investimento per l'adeguamento dei sedimentatori del depuratore di Peschiera
Acque Bresciane (contatti diretti)	<ul style="list-style-type: none"> • Costo di investimento per la realizzazione e/o il potenziamento/adeguamento dei depuratori di Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Calvagese della Riviera e Muscoline nello Scenario 5 • Costo di investimento e gestione per il collettamento al depuratore di Gavardo (Scenario 4) dei reflui dei comuni di

	<p>Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Calvagese della Riviera e Muscoline</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo di gestione per il collettamento dei comuni di Visano, Acquafredda, Isorella e Remedello • Costo per gli interventi di manutenzione straordinaria della condotta sublacuale Toscolano-Torri del Benaco • Costi di investimento e gestione per la dismissione e collettamento del depuratore di Carpenedolo-Tezze al depuratore di Carpenedolo-Garibaldi, con ampliamento di quest'ultimo • Costi di investimento e gestione per la dismissione e collettamento del depuratore di Lonato-Campagna al depuratore di Lonato-Rassica, con ampliamento di quest'ultimo
--	--

Tabella 20: Fonti dei principali costi di investimento e gestione

Si riporta, nel seguito, una sintesi delle principali assunzioni adottate per la stima dei costi, ad integrazione dei dati riportati negli elaborati indicati in Tabella 20:

- il costo di investimento per l'adeguamento dei piccoli depuratori di Carpenedolo è stato calcolato sulla base di un costo specifico pari a 434,7 €/AE: questo valore è stato desunto dai costi di progetto/realizzazione di diversi piccoli impianti, recentemente sostenuti da Acque Bresciane srl;
- il costo di investimento per l'adeguamento del depuratore di Muscoline (Scenario 5) è stato calcolato sulla base di un costo specifico pari a 508,6 €/AE;
- il costo di investimento per la realizzazione delle vasche di accumulo (secondo l'allegato E al Regolamento Regionale 06/2019) presso tutti i depuratori in funzione, nei due scenari, nel bacino oggetto di studio, è stato calcolato utilizzando un costo specifico pari a 38,98 €/AE. Quest'ultimo è dato dal rapporto tra il costo di investimento per la vasca e la potenzialità del nuovo depuratore di Gavardo nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon);
- il costo di gestione degli impianti di depurazione (e delle annesse vasche di accumulo delle acque di prima pioggia) è stato stimato considerando le principali voci di esercizio ovvero: consumo di energia elettrica, smaltimento dei fanghi, personale e consumo di reagenti. In particolare:

- per il depuratore di Peschiera, in entrambi gli scenari, per via delle dimensioni dell'impianto (potenzialità superiore a 300.000 AE), è stato assunto un costo di gestione pari a $18 \text{ €/AE}_{\text{effettivi_serviti}}/\text{y}$; lo stesso valore è stato assunto, nello scenario 5, per l'impianto di Lonato, per cui si prevede una potenzialità pari a 200.000 AE con trattamento CAS e digestione anaerobica;
- nello scenario 4, per i depuratori di Gavardo e Montichiari, per cui si prevede una potenzialità superiore a 100.000 AE e inferiore a 200.000 AE, è stato assunto un costo pari a $20 \text{ €/AE}_{\text{effettivi_serviti}}/\text{y}$;
- per gli impianti di piccola taglia (potenzialità inferiore a 50.000 AE) si è considerato un costo gestionale pari a $30 \text{ €/AE}_{\text{effettivi_serviti}}/\text{y}$;
- il costo per gli interventi di manutenzione straordinaria del collettore fognario sublacuale Toscolano-Torri del Benaco è stato incluso tra i costi di investimento poiché, esaurendosi nel tempo (in corrispondenza della dismissione della condotta), non risulta quantificabile come costo di gestione a medio-lungo termine.

Nell'ambito del presente studio, come accennato nel capitolo 2, si è scelto di effettuare una valutazione dei costi relativamente all'intero bacino potenzialmente servito dal nuovo sistema di collettamento e depurazione: i costi sono quindi stati suddivisi in costi strettamente legati al "progetto Garda" e costi connessi all'adeguamento degli impianti esistenti a servizio delle restanti aree (indicati, per semplicità, come costi "ATO_Brescia"). Inoltre, i costi legati al progetto Garda sono stati ulteriormente suddivisi in costi "Garda_Brescia" e "Garda_Verona" (collettore fognario nel tratto Maraschina-Peschiera), a seconda dell'Ente gestore di competenza.

Si sottolinea che l'origine comune dei dati e i criteri che sono stati adottati per la stima dei costi assicurano la significatività e attendibilità del confronto effettuato tra le diverse soluzioni.

Si precisa, infine, che sono stati considerati solamente i costi relativi ai lavori per la realizzazione delle opere e gli oneri per la sicurezza. Sono state viceversa escluse le somme a disposizione dell'amministrazione (progettazione, spese tecniche, servitù/espropri, imprevisti, spese di gara, ecc.).

5. ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI ALLE SINGOLE VOCI DI VALUTAZIONE

In questo capitolo vengono descritte le modalità e i criteri adottati per l'assegnazione dei punteggi a ogni aspetto oggetto di valutazione, al fine di poter poi applicare il modello di valutazione integrata descritto nel paragrafo 2.3 e quindi definire una graduatoria dei due scenari analizzati.

I diversi fattori di confronto sono stati suddivisi in tre categorie come mostrato in Tabella 21.

TIPOLOGIA DI FATTORE	CRITERI DI CONFRONTO
Fattori quantitativi per cui è preferibile un valore alto	A2: refluo depurato destinato a riuso irriguo A3: effetti ambientali sul ricettore (*) I1: grado di centralizzazione
Fattori quantitativi per cui è preferibile un valore basso	V1: aree vincolate V3: interferenze sul tracciato del collettore A1: carico effluente residuo dai depuratori C: costi di investimento e gestione I4: estensione della rete di collettamento I5: tempi per dismissione collettore sublacuale
Fattori con valutazione discreta (a gradini)	V2: compatibilità urbanistica I2: numerosità impianti e taglia impianto più piccolo I3: adeguatezza degli aspetti funzionali

(*) Per una corretta interpretazione della collocazione di questo indicatore tra quelli per cui è preferibile un valore elevato, si deve sottolineare che esso quantifica il livello di protezione dei corpi ricettori raggiungibile grazie all'adozione dei presidi depurativi. Il valore numerico attribuito, quindi, cresce all'aumentare del livello di sicurezza garantito dai presidi depurativi nei confronti della salvaguardia ambientale dei corsi d'acqua. Per questo motivo è preferibile un valore alto dell'indicatore, anche se la terminologia adottata ("effetti ambientali sul ricettore"), che è stata desunta dal Regolamento Regionale, sembrerebbe indicare il contrario.

Tabella 21: Suddivisione dei criteri di confronto ai fini dell'assegnazione dei punteggi

Per i fattori quantitativi per cui è preferibile un valore alto il punteggio è stato assegnato mediante la seguente formula:

$$P_i = \frac{\text{valore}_i}{\text{valore}_{max}}$$

dove:

- P_i : punteggio della soluzione i-esima;
- valore_i : valore numerico del parametro per la soluzione i-esima;

- *valore_{max}*: valore numerico del parametro per la soluzione che presenta il valore più elevato.

Per il criterio di valutazione “effetti ambientali sul ricettore” (A3), il punteggio è dato dalla media aritmetica di due punteggi relativi rispettivamente alla variazione del LIM_{eco} e alla capacità di diluizione dello scarico da parte del corpo idrico ricettore.

Per quanto riguarda il LIM_{eco}, il principio di assegnazione del punteggio si basa sul rapporto fra la portata media del corpo idrico in un certo periodo temporale di riferimento (Q_{FIUME}) e la portata minima dello stesso (Q_{MIN}) che assicura il mantenimento di un certo stato di qualità del corso d’acqua. Tale rapporto fra le portate è stato calcolato per entrambi i periodi di riferimento (estate e inverno), qualora lo scarico sia attivo per tutto l’anno. Viceversa, si è considerato solo il valore invernale se in estate l’effluente viene scaricato nella rete irrigua e quindi non nel ricettore principale. Nei casi in cui si hanno due valori, ne è stata calcolata la media pesata in base al numero di mesi dell’anno corrispondenti al periodo cui si riferisce il singolo valore. Nello scenario 4, caratterizzato dalla presenza di due depuratori a breve distanza tra loro, si è determinata la media tra i rapporti calcolati per i singoli depuratori. Alla fine, si è ottenuto dunque un unico valore di riferimento del rapporto per ogni scenario.

Allo scenario che massimizza il rapporto Q_{FIUME}/Q_{MIN} è stato assegnato un punteggio pari ad 1 (valore massimo) mentre per l’altro scenario il punteggio è stato calcolato con criterio di proporzionalità, tenendo conto che il valore minimo del punteggio (0) debba corrispondere ad un valore del rapporto Q_{FIUME}/Q_{MIN} pari a 1: in questo caso, infatti, gli standard di qualità vengono rispettati, ma senza alcun margine di sicurezza e non possono essere accettate soluzioni in cui questo indice risulti inferiore a uno, ovvero situazioni in cui la portata del corpo ricettore, in rapporto a quella scaricata, sia insufficiente per garantire il rispetto dei requisiti di qualità stabiliti dalle norme; il vincolo è, in quest’ultimo caso, escludente.

Per quanto riguarda la capacità di diluizione, l’assegnazione del punteggio si basa sul rapporto fra la portata del fiume in un certo periodo (Q_{FIUME}) e la portata dello scarico del depuratore (Q_{DEPURATORE}) nello stesso periodo di riferimento. Allo scenario in cui la diluizione è massima è stato assegnato il punteggio più elevato (1), mentre per l’altro scenario il punteggio è stato assegnato con criterio di proporzionalità; nel caso in cui il rapporto Q_{FIUME}/Q_{DEPURATORE} fosse pari a 0, corrispondente cioè alla situazione di scarico del depuratore sul suolo (scenario ipotetico che, ovviamente, non si verifica in nessuna delle due soluzioni studiate), verrebbe assegnato un punteggio pari a 0. Anche il rapporto

$Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{DEPURATORE}}$ (analogamente alla modalità di calcolo adottata per quantificare la variazione del LIM_{eco} sulla base del rapporto $Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{MIN}}$) è stato calcolato per entrambi i periodi di riferimento (estate e inverno), qualora lo scarico del depuratore sia attivo per tutto l'anno, o per il solo periodo invernale, se in estate l'effluente viene scaricato nella rete irrigua. Nei casi in cui si hanno due valori, ne è stata calcolata la media pesata in base al numero di mesi dell'anno corrispondenti al periodo cui si riferisce il singolo valore. Nello scenario 4, caratterizzato dalla presenza di due depuratori a breve distanza tra loro, si è determinata la media tra i rapporti calcolati per i singoli depuratori. Alla fine si è ottenuto dunque un unico valore di riferimento del rapporto $Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{DEPURATORE}}$ per ognuno dei due scenari.

Per i fattori quantitativi per cui è preferibile un valore basso il punteggio è stato assegnato mediante la seguente formula:

$$P_i = 1 - \frac{\text{valore}_i - \text{valore}_{\text{min}}}{\text{valore}_{\text{min}}} = 2 - \frac{\text{valore}_i}{\text{valore}_{\text{min}}}$$

dove, oltre ai simboli già definiti, $\text{valore}_{\text{min}}$ rappresenta il valore numerico del parametro per la soluzione che presenta il valore più basso. Si è assunto, quindi, che per ogni valore superiore o uguale al doppio del valore minimo, il punteggio sia pari a zero.

Si precisa che per i criteri di valutazione "aree vincolate" (V1) e "interferenze sul tracciato del collettore" (V3), oltre ad assegnare il punteggio massimo (1) allo scenario che minimizza rispettivamente il numero di vincoli e il numero di interferenze lungo il tracciato del collettore, coerentemente con il criterio adottato per i fattori quantitativi per cui è preferibile un valore basso, è stato assunto un valore minimo del punteggio pari a 0,8; non si ritiene, in sostanza, che, in concreto, questo fattore rappresenti elemento di forte discriminazione tra i due scenari analizzati. Infatti, la risoluzione dei vincoli ha effetti poco rilevanti in relazione alla complessità del progetto mentre l'onere della risoluzione delle interferenze è già stata conteggiata nella stima dei costi.

I fattori per cui è stato adottato un criterio di assegnazione dei punteggi di tipo discreto sono esaminati di seguito.

V2: COMPATIBILITÀ URBANISTICA

Il punteggio massimo (1) è stato assegnato solo nel caso in cui l'intera area che ospiterebbe i nuovi depuratori sia destinata ad impianti tecnologici o a servizi pubblici; il punteggio è stato ridotto a 0,75 nel caso in cui l'area necessaria alla realizzazione degli impianti sia in parte destinata ad

impianti tecnologici ed in parte agricola (oppure classificata come “altra area”: ad esempio un’area all’interno di una fascia di rispetto dei corsi d’acqua); è stato infine assegnato un punteggio pari a 0,5 nel caso in cui l’area sia completamente agricola (non soggetta a vincoli di tutela). Nel caso l’area destinata per la realizzazione del depuratore sia interessata da procedure giuridico-amministrative tuttora pendenti, il punteggio è stato moltiplicato per un fattore riduttivo pari a 0,9.

I2: NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIÙ PICCOLO

Il punteggio massimo (1) è stato assegnato allo scenario in cui viene minimizzato il numero degli impianti e, contemporaneamente, è massima la potenzialità del depuratore più piccolo a servizio del bacino di riferimento. Allo scenario che massimizza il numero degli impianti (e che, contemporaneamente, prevede che l’impianto di minor potenzialità sia di piccola taglia) viene assegnato un punteggio pari a 0,5.

I3: ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI

La condizione ideale è quella in cui a tutti gli aspetti funzionali considerati viene assegnato il giudizio “buono”; il punteggio massimo è stato ridotto di 0,05 e di 0,1 per ogni aspetto giudicato rispettivamente “sufficiente” e “carente”.

6. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEI SINGOLI FATTORI DI CONFRONTO

In questo capitolo vengono mostrati e discussi i risultati relativi all'analisi comparativa considerando i singoli fattori di confronto; nel successivo capitolo 7 verrà invece illustrato il risultato della valutazione integrata fra i vari elementi di confronto in modo tale da poter definire una graduatoria finale dei due scenari analizzati.

V1: AREE VINCOLATE

In Tabella 22 sono mostrati i risultati dell'analisi comparativa relativa ai vincoli. Si ricorda che l'analisi è stata effettuata sulla base delle informazioni riportate all'interno degli strumenti urbanistici vigenti dei comuni interessati dal passaggio dei collettori fognari.

I vincoli di carattere generale che si incontrano lungo il tracciato delle opere sono i seguenti:

- vincoli idrogeologici (D.Lgs 42/2004, art.142.1.c);
- fasce di rispetto del Reticolo Idrico Principale (RIP);
- fasce di rispetto del Reticolo Idrico Minore (RIM);
- fasce di esondazione del Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Po (PAI);
- decreti ministeriali di classificazione di aree soggette a tutela paesaggistica ed ambientale, di cui ai D.M. 226-25.08.65 e D.M. 13-07.05.52;
- aree con gravi limitazioni di fattibilità geologica (classe 4);
- aree classificate come conoidi inattivi, ai sensi della delibera PAI 18/2001;
- aree di elevata naturalità ai sensi del PTPR, art.17;
- fasce di rispetto stradali, di cui al DPR 495/92, art. 26, 27, 28;
- fasce di rispetto ferroviarie;
- fasce di rispetto degli ossigenodotti, di cui al D.M. 17.04.2008;
- zone di tutela assoluta e fasce di rispetto pozzi (D.Lgs 152/2006, art.94);
- fasce di rispetto di elettrodotti, di cui al DPCM 08.07.2003;
- fasce di rispetto dei metanodotti;
- fasce di rispetto dei depuratori, di cui alla Delibera CITAI 04.02.77;
- fasce di rispetto degli allevamenti zootecnici, di cui ai regolamenti di igiene comunali;
- zone di interesse archeologico (D.Lgs 42/2004, art.142.1.m);
- centri edificati, di cui alla L.865/1971 e al D.Lgs 30.04.1992 n.285, art.4;
- edifici vincolati di cui al D.Lgs 42/2004 art.10,11,12,45.

Da un punto di vista semplicemente numerico, lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) è caratterizzato dal maggior numero di vincoli (68), mentre lo Scenario 5 (Pes+Lon) ne presenta 54.

COMUNE	VINCOLO	Scen. 4	Scen. 5
GARGNANO	Idrogeologici	X	X
	RIP	X	X
	RIM	X	X
TOSCOLANO MADERNO	Idrogeologici	X	X
	RIM	X	X
GARDONE RIVIERA	RIM	X	X
SALO'	Idrogeologici	X	X
	RIP	X	X
	RIM	X	X
	Conoidi inattivi	X	X
	Elevata naturalità	X	X
	Pozzi		X
	Zootecnici		X
	Archeologici	X ¹	X ¹
ROÈ VOLCIANO	RIM	X	
	Stradali	X	
	Elettrodotti	X	
	Centri edificati	X	
	Edifici vincolati	X ²	
VILLANUOVA SUL CLISI	Idrogeologici	X	
	RIM	X	
	Conoidi inattivi	X	
	Stradali	X	
	Elettrodotti	X	
	Zootecnici	X	
	Centri abitati	X	
GAVARDO	Idrogeologici	X	
	RIP	X	
	RIM	X	
	Esondazione PAI	X	
	Elevata naturalità	X	
	Stradali	X	
	Elettrodotti	X	
SAN FELICE DEL BENACO	Idrogeologici	X	X
	RIM	X	X
MANERBA DEL GARDA	Idrogeologici	X	X
	RIP	X	X
	RIM	X	X
MONIGA DEL GARDA	RIM	X	X
PUEGNAGO DEL GARDA	Idrogeologici		X
	RIP		X
	RIM		X
	Elettrodotti		X
	Metanodotto		X
	Centri edificati		X
PADENGHE SUL GARDA	Idrogeologici	X	X

	RIP	X	X
	RIM	X	X
DESENZANO DEL GARDA	Idrogeologici	X	X
PESCHIERA DEL GARDA	Idrogeologici	X	X
	RIP	X	X
	RIM	X	X
	Elevata naturalità	X	X
	Stradali	X	X
	Ferroviani	X	X
	Centri edificati	X	X
LONATO DEL GARDA	RIP	X	X
	RIM	X	X
	Idrogeologici	X	X
	Stradali	X	X
	Elettrodotti	X	X
	Ferroviani	X	X
	Ossigenodotti	X	X
	Depuratori	X	
	Zootecnici	X	X
	Centri edificati	X	X
	Edifici vincolati	X ³	X ³
MONTICHIARI	Idrogeologici	X	X
	RIP	X	X
	RIM	X	X
	Stradali	X	X
	Elettrodotti	X	X
	Metanodotto	X	X
	Depuratori	X	
	Zootecnici	X	X
	Centri edificati	X	
¹ S. Anna (Salò)			
² Ponte ferroviario Tormini (sottopasso)			
³ Ponte ferroviario Milano-Venezia (Lonato)			

Tabella 22: Analisi delle aree vincolate lungo il tracciato dei collettori da posare ex-novo o da ristrutturare in maniera significativa: prospetto riassuntivo dei vincoli specifici di ogni soluzione

In Tabella 23 sono riportati i punteggi, relativi ai vincoli di tutela a carico delle aree interessate dal passaggio dei nuovi collettori, attribuiti ai due scenari.

AREE VINCOLATE	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	0,800	1,000

Tabella 23: Aree vincolate: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

V2: COMPATIBILITÀ URBANISTICA

Si ricorda innanzitutto che le considerazioni in merito alla compatibilità urbanistica dell'intervento sono riferite esclusivamente all'area di localizzazione dell'impianto di depurazione.

Nello Scenario 4 si prevede la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione in un'area agricola nel comune di Gavardo (Figura 7) che rientra, in parte, nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua. Per quanto riguarda l'ampliamento del depuratore di Montichiari, questo non interesserà la zona agricola più a Sud: l'intervento risulterà confinato all'interno dell'area destinata a servizi tecnologici (Figura 8).

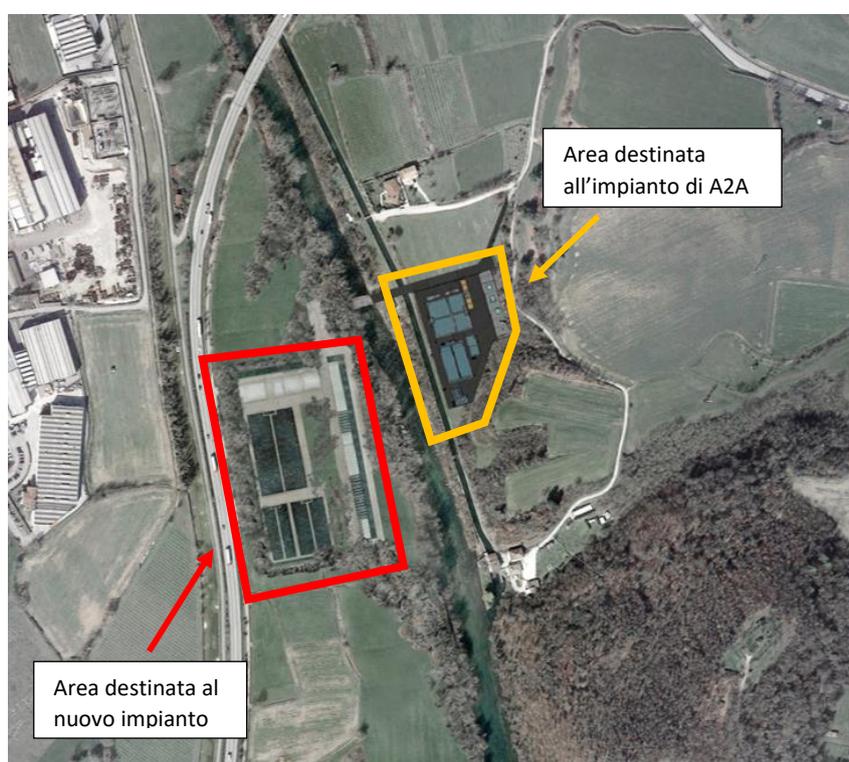


Figura 7: Area prevista per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione di Gavardo



Figura 8: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Nello Scenario 5 si prevede la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione nel Comune di Lonato (Figura 9), in un'area agricola al confine coi Comuni di Montichiari, Calcinato e Castiglione delle Stiviere. La zona individuata per l'intervento rientra, in parte, nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua e degli allevamenti zootecnici.



Figura 9: Area prevista per la realizzazione del nuovo depuratore di Lonato

In entrambe le soluzioni, per il depuratore di Peschiera si è considerato un fattore penalizzante connesso all'esistenza di un contenzioso col Demanio per l'acquisizione dell'area.

In Tabella 24 viene riassunto l'esito dell'analisi relativa alla compatibilità urbanistica dei siti prescelti per la localizzazione degli impianti di depurazione.

In Tabella 25 sono riportati i punteggi, relativi alla compatibilità urbanistica, attribuiti ai due scenari.

COMPATIBILITÀ URBANISTICA	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5 (Pes+Lon)
	Gavardo	Montichiari	
Aree destinate ad impianti tecnologici o per servizi pubblici		X	
Aree agricole generiche, non soggette a tutela	X		X
Altre aree	X*		
Procedure giuridico-amministrative pendenti	1		1

*Fascia di rispetto dei corsi d'acqua

Tabella 24: Analisi della compatibilità urbanistica dei siti di ubicazione dei depuratori: prospetto riassuntivo

COMPATIBILITÀ URBANISTICA	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	0,675	0,450

Tabella 25: Compatibilità urbanistica: punteggio attribuito ai due scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

V3: INTERFERENZE SUL TRACCIATO DEL COLLETTORE

L'analisi comparativa è stata effettuata considerando le interferenze di maggiore entità e che riguardano il sistema di collettamento del "progetto Garda".

I risultati dell'analisi sono riportati in Tabella 26. In entrambi gli scenari è previsto l'attraversamento della linea ferroviaria Milano-Venezia, della linea ferroviaria ad alta velocità, dell'autostrada A4, della strada provinciale 11 (in due diversi punti) e del fiume Mincio.

Inoltre, nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) è previsto l'attraversamento del fiume Chiese nel comune di Gavardo (nuovo ponte) e l'attraversamento della SS 45 bis per lo scarico dell'effluente nel Naviglio Grande Bresciano.

INTERFERENZA	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Linea ferroviaria Milano-Venezia (FFSS)	X	X
Linea ferroviaria Alta Velocità (TAV)	X	X
Autostrada A4	X	X
Strada Provinciale 11	XX	XX
Strada statale 45 bis	X	
Fiume Chiese	X	
Fiume Mincio	X	X

Tabella 26: Analisi delle principali interferenze sul tracciato del collettore per i tratti che differenziano le due soluzioni: prospetto riassuntivo

In Tabella 27 sono riportati i punteggi, relativi alle interferenze, attribuiti ai due scenari.

INTERFERENZA SUL TRACCIATO DEL COLLETTORE	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	0,800	1,000

Tabella 27: Interferenze sul tracciato del collettore: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

A1: CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI

In Figura 10 viene mostrato il carico residuo giornaliero medio su base annua nei due scenari progettuali. Si ricorda che esso è stato calcolato come media ponderata dei carichi residui nei due periodi presi come riferimento, ovvero la stagione estiva (indicativamente metà aprile-metà settembre) e quella invernale (parte restante dell'anno). I valori puntuali usati per il calcolo sono riportati in Allegato A.

Si osserva che lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) minimizza il carico effluente residuo. Ciò è dovuto al fatto che in questo scenario una elevata percentuale degli abitanti equivalenti collettati (quasi il 94%) è servita da impianti con potenzialità superiore o uguale a 100.000 AE, quindi con limiti più restrittivi rispetto ad impianti di taglia inferiore. Inoltre, risulta significativo il numero di abitanti equivalenti trattati mediante tecnologia MBR: lo Scenario 4 massimizza tale valore (189.810 AE in estate), contro i 30.000 AE dello Scenario 5.

Complessivamente, rispetto allo Scenario 4, il carico residuo aumenta di circa l'11,5% nello Scenario 5 (Pes+Lon).

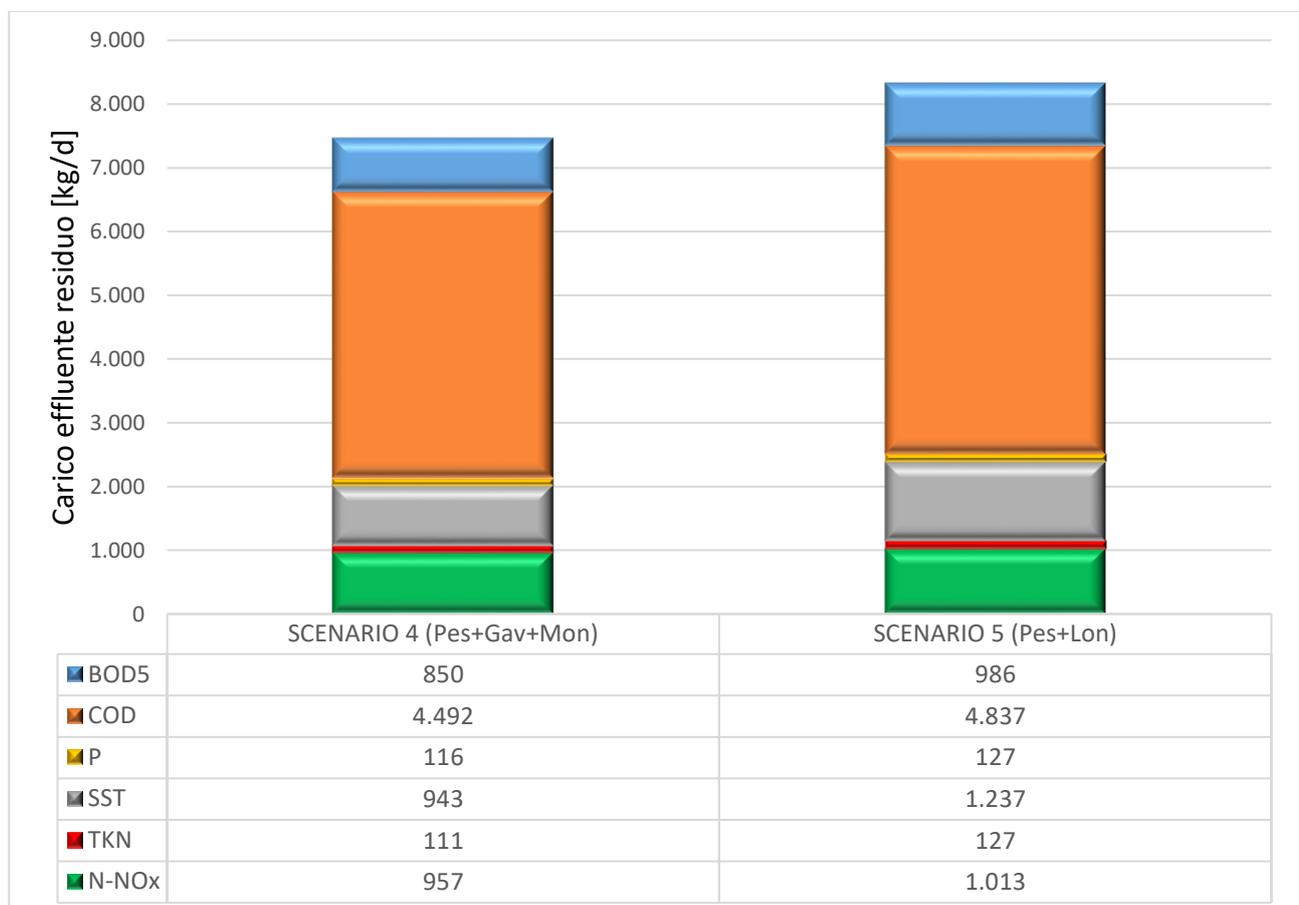


Figura 10: Carico residuo giornaliero medio su base annua in uscita da tutti i depuratori del bacino

In Figura 11 viene mostrato il contributo percentuale dei diversi depuratori al carico residuo totale generato nel bacino considerato nel presente studio. Si precisa che, per semplificare la rappresentazione grafica, per i piccoli depuratori di Carpenedolo si è considerato il dato cumulativo per comune.

In entrambe le alternative progettuali, il depuratore di Peschiera genera il carico effluente residuo più elevato: in particolare, nello Scenario 4, il 51% del carico residuo viene prodotto a Peschiera (e scaricato nel Mincio), mentre nello Scenario 5 il 46%. La ripartizione percentuale è comunque omogenea in termini di distribuzione del carico residuo sui due bacini idrografici (Chiese-Mincio).

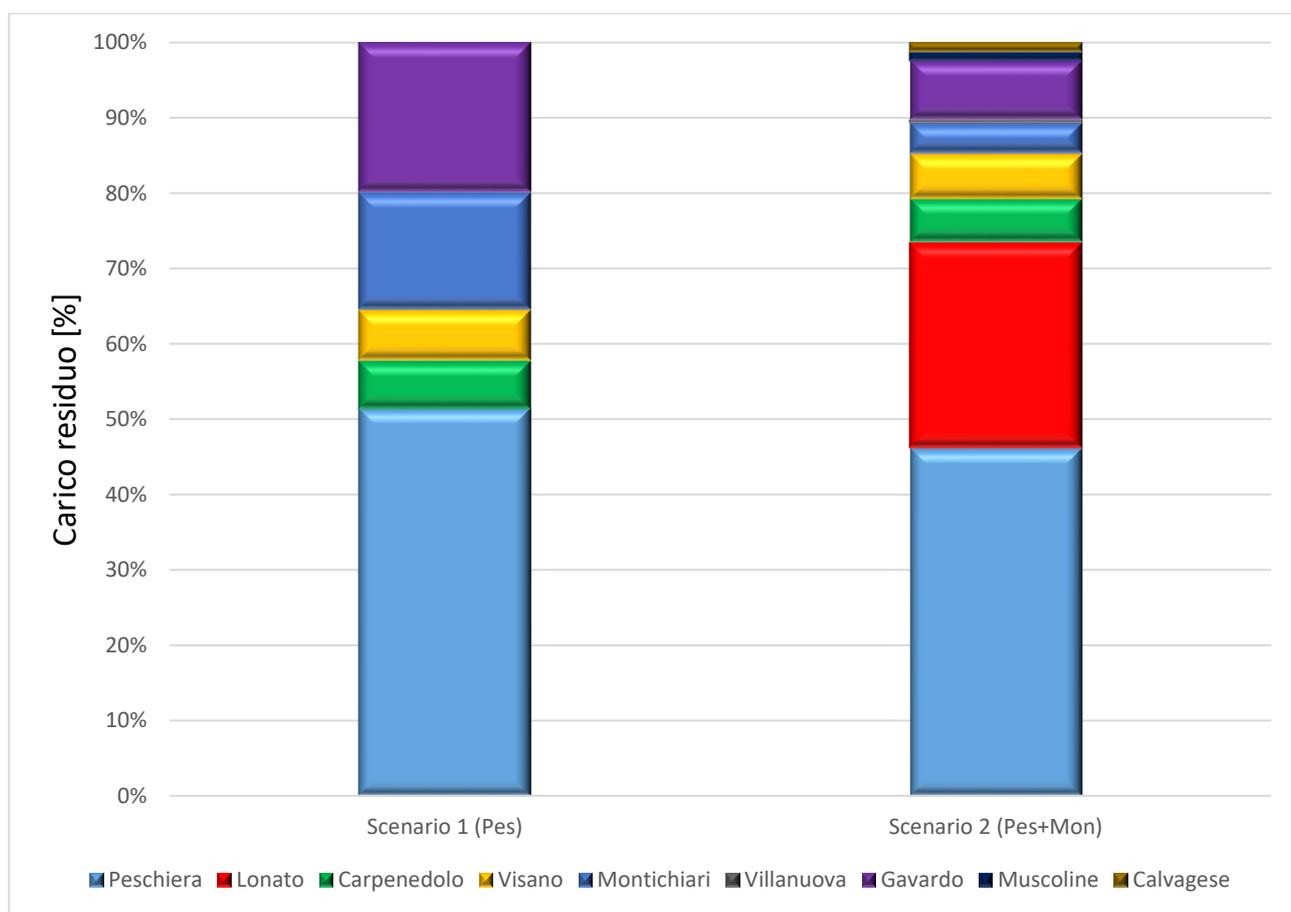


Figura 11: Contributo dei diversi depuratori al carico residuo complessivo nei due diversi scenari (dati raggruppati per Comune)

In Figura 12 viene mostrato l'Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato (ovvero espresso in termini percentuali rispetto al più elevato) delle due alternative. Analogamente al carico residuo, anche l'EQI medio annuo è stato calcolato come media ponderata degli EQI relativi ai periodi estivo ed invernale. I valori puntuali usati per il calcolo sono riportati in Allegato A.

I valori ottenuti sono ovviamente concordi con quelli del carico effluente residuo: lo scenario migliore, ovvero quello in cui l'EQI risulta minimo, è il numero 4 (Pes+Gav+Mon); rispetto a quest'ultimo, l'incremento dell'EQI normalizzato nello Scenario 5 (Pes+Lon) è pari al 10,6%.

Il contributo dei diversi inquinanti all'EQI è simile nei due diversi scenari; in particolare si osserva che l'azoto è il parametro che contribuisce maggiormente al valore complessivo dell'indice (circa 40% per l'azoto nitrico e nitroso e 15% per il TKN); il fosforo contribuisce a circa il 5% dell'EQI, mentre l'incidenza di BOD₅ e COD è rispettivamente pari a circa il 7% e al 19%; la percentuale relativa ai solidi sospesi totali, infine, è circa pari al 9%.

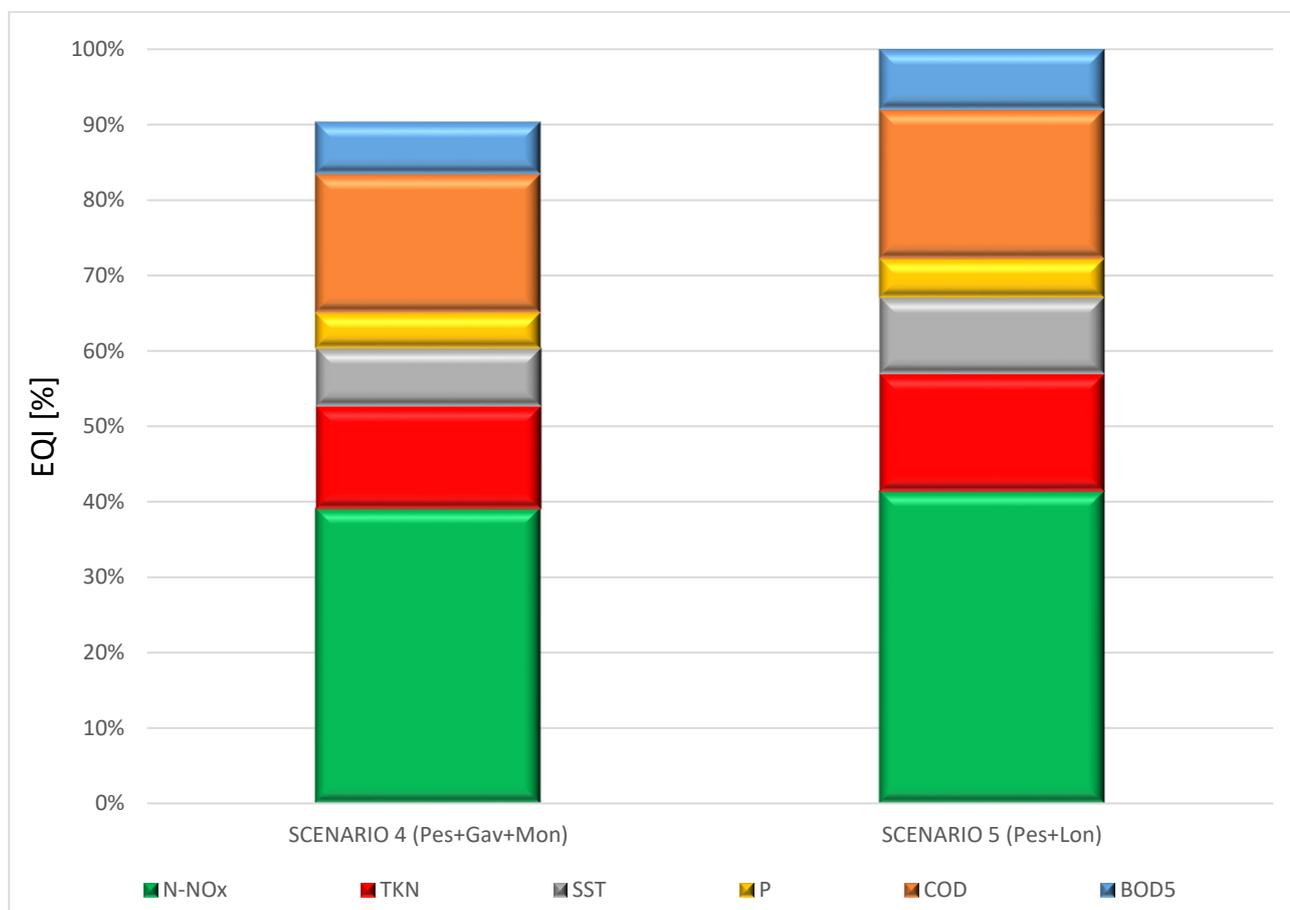


Figura 12: Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato: analisi comparativa dei due scenari

In Tabella 28 sono riportati i punteggi, relativi al carico effluente residuo, attribuiti ai due scenari in base ai valori calcolati dell'EQI.

CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	1,000	0,894

Tabella 28: Carico effluente residuo dai depuratori: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

A2: REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO IRRIGUO

La percentuale del volume di refluo depurato destinato a riuso irriguo rispetto al volume totale prodotto (Figura 13) è simile in entrambi gli scenari, essendo pari al 27,7% nello Scenario 4 e al 26,6% nello Scenario 5. I valori puntuali ricavati dai calcoli sono riportati nell'Allegato B.

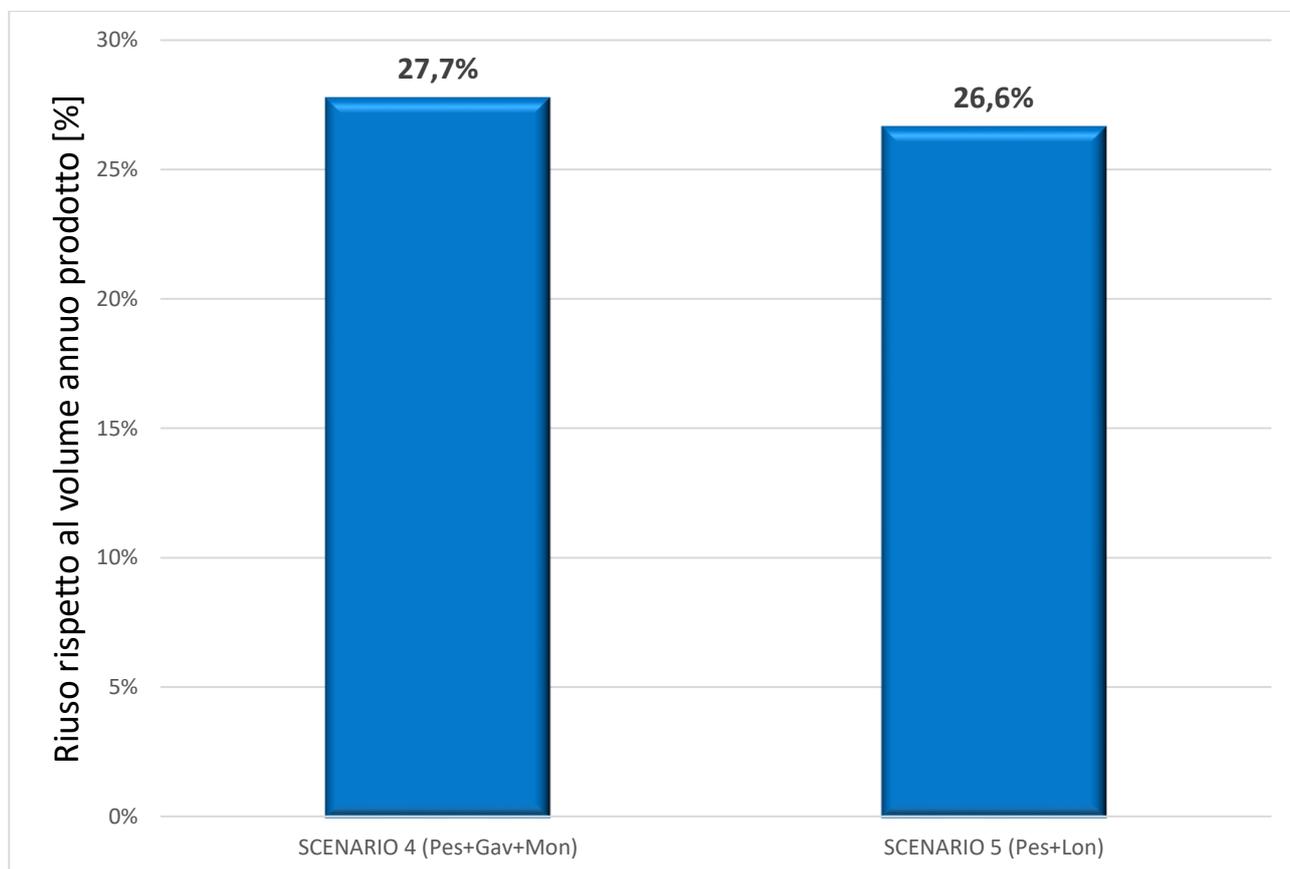


Figura 13: Percentuale del refluo depurato destinata a riuso agricolo

In Tabella 29 sono riportati i punteggi, calcolati per i due scenari, relativamente all'aspetto del riutilizzo dell'effluente depurato.

REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO AGRICOLO	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	1,000	0,960

Tabella 29: Refluo depurato destinato a riuso agricolo: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

A3: EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE

In entrambi gli scenari progettuali, l'effluente dei nuovi depuratori centralizzati verrebbe scaricato in un corso d'acqua. Il tipo di recapito non rappresenta, quindi, di per sé, elemento discriminante. In particolare:

- Nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), il depuratore di Peschiera scaricherebbe nel Mincio a valle della diga di Salionze; il fiume Chiese, invece, riceverebbe gli scarichi dei nuovi depuratori di Gavardo e Visano e del depuratore potenziato di Montichiari. Lo scarico dell'impianto di Carpenedolo (Garibaldi) verrebbe mantenuto nella fossa Magna.
- Nello Scenario 5 (Pes+Lon) il fiume Chiese riceverebbe lo scarico dei nuovi depuratori di Lonato e di Visano e, come nello stato di fatto, degli impianti ubicati nei comuni di Montichiari, Villanuova sul Clisi, Gavardo, Muscoline e Calvagese della Riviera; il depuratore di Peschiera scaricherebbe nel fiume Mincio, a valle dello sbarramento di Salionze, mentre lo scarico dell'impianto di Carpenedolo (Garibaldi) verrebbe mantenuto nella fossa Magna.

In Tabella 30 è mostrato il rapporto tra la portata media del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) necessaria per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} nello Scenario 5 (Pes+Lon). Si ricorda che tale rapporto è stato adottato, nel presente studio, come elemento rappresentativo del "margine di sicurezza" per quanto riguarda la garanzia di rispetto degli obiettivi di qualità futuri dei corpi idrici (cfr. capitolo 4). Durante l'inverno, il valore del rapporto è superiore ad 1; in estate, invece, non è stata calcolata la variazione del LIM_{eco} poiché, come già spiegato in dettaglio nel capitolo 4, la portata del Chiese a Montichiari (sezione di riferimento per i calcoli) è trascurabile. Ne deriva quindi il vincolo assoluto di convogliare lo scarico depurato in altro corpo ricettore (rete irrigua): ciò si concretizza nel riutilizzo del refluo depurato a scopo irriguo durante l'estate.

	$Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{MIN}}$ fiume Chiese
PERIODO	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Estate	*
Inverno	2,5

*non calcolato a causa dell'assenza di deflusso durante alcuni giorni estivi e conseguente diversione dello scarico nella rete irrigua

Tabella 30: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} nello Scenario 5 (Pes+Lon)

A titolo esemplificativo, si riporta di seguito il calcolo della variazione del LIM_{eco} nello Scenario 5 (Pes+Lon) durante il periodo invernale. Il calcolo è effettuato considerando una portata del fiume Chiese pari a quella minima per garantire il mantenimento dello stato buono ($Q_{\text{MIN}}=4,9 \text{ m}^3/\text{s}$). Il valore di portata minima Q_{MIN} utilizzato nell'esempio deriva dal calcolo iterativo condotto secondo la procedura illustrata nel capitolo 4. La portata in tempo asciutto scaricata nel fiume Chiese a

Montichiari dal depuratore di Montichiari esistente e dal nuovo depuratore di Lonato (cfr. capitolo 4) è invece pari, complessivamente, a 0,315 m³/s.

- 1) *Calcolo del carico inquinante convogliato dal corso d'acqua (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) a monte dello scarico del nuovo depuratore di Lonato e del depuratore di Montichiari esistente (stato di fatto):*

$$\text{Carico}_{\text{FIUME } (Q_{\text{MIN}})} = \text{Concentrazione}_{\text{FIUME } (\text{stato di fatto})} \cdot Q_{\text{MIN}}$$

	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P _{tot}
Concentrazione fiume Chiese a Montichiari (stato di fatto) [mg/L]	0,877	0,052	0,038
Carico fiume Chiese a Montichiari (Q=Q _{MIN}) [kg/d]	371	22,0	16,1

- 2) *Calcolo del carico effluente residuo (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) prodotto dagli scarichi del nuovo depuratore di Lonato e del depuratore di Montichiari esistente:*

$$\text{Carico residuo}_{\text{DEPURATORE}} = \text{Concentrazione residua}_{\text{DEPURATORE}} \cdot Q_{\text{DEPURATORE}}$$

	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P _{tot}
Concentrazione residua depuratori (Scenario 5) [mg/L]	8,4	0,5	1,0
Carico residuo depuratori (Scenario 5) [kg/d]	229	13,6	27,2

- 3) *Calcolo del carico inquinante (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) veicolato dal corso d'acqua (nelle condizioni di Q_{MIN}) a valle dello scarico dei depuratori di Montichiari e Lonato:*

$$\text{Carico}_{\text{FIUME } (\text{valle})} = \text{Carico}_{\text{FIUME } (Q_{\text{MIN}})} + \text{Carico residuo}_{\text{DEPURATORE}}$$

	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P _{tot}
Carico fiume Chiese (Scenario 5) [kg/d]	600	35,6	43,3

- 4) *Calcolo della concentrazione degli inquinanti (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) nel corso d'acqua:*

$$\text{Concentrazione}_{\text{FIUME } (Q_{\text{MIN}})} = \frac{\text{Carico}_{\text{FIUME } (\text{valle})}}{Q_{\text{MIN}} + Q_{\text{DEPURATORE}}}$$

	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P _{tot}
Concentrazione fiume Chiese (Scenario 5) [mg/L]	1,33	0,079	0,096

- 5) *Determinazione del valore del LIM_{eco} risultante per il corpo idrico in presenza dello scarico del depuratore.*

PARAMETRO	VALORE	PUNTEGGIO
100-%sat.O ₂	<10*	1
N-NH ₄ ⁺ [mg/L]	0,079	0,25
N-NO ₃ ⁻ [mg/L]	1,33	0,25
P _{tot} [µg/L]	96	0,5
MEDIA		0,5
corrispondente stato di qualità		BUONO

* si assume che lo scarico non influenzi il grado di ossigenazione del fiume, sempre corrispondente al livello massimo (v. cap.4)

In Tabella 31 è riportato il risultato del calcolo del rapporto $Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{MIN}}$ per lo scenario 4 (Pes+Gav+Mon) in cui sono previsti due nuovi depuratori centralizzati. Per quello di Montichiari, il calcolo è analogo a quello svolto per il nuovo depuratore di Lonato nello Scenario 5. In particolare, si impone il mantenimento della classe di qualità “buono” (che corrisponde allo stato attuale) e si prevede il riuso agricolo integrale in estate. Per il depuratore di Gavardo, invece, la classe di qualità di riferimento è “elevato” (così come è oggi, non potendosi indurre un peggioramento); inoltre lo scarico nel fiume Chiese viene mantenuto anche in estate.

I risultati mostrano che, nello Scenario 4, per il depuratore di Gavardo il rapporto delle portate varia tra 1,8 e 2,5, per la stagione irrigua e invernale rispettivamente; per il depuratore di Montichiari, invece, il rapporto è pari a 4,6 (in inverno).

PERIODO	$Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{MIN}}$ fiume Chiese	
	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	
	Gavardo	Montichiari
Estate	1,8	*
Inverno	2,5	4,6

*non calcolato a causa dell'assenza di deflusso durante alcuni giorni estivi e conseguente diversione dello scarico nella rete

Tabella 31: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} nello scenario 4 (Pes+Gav+Mon), in estate e in inverno

In caso di presenza di due depuratori sulla medesima asta fluviale (Scenario 4) e/o in caso di esistenza dello scarico per due diverse stagioni, si è reso necessario il calcolo di un valore unico di riferimento del rapporto $Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{MIN}}$ per ogni scenario (Tabella 32), utilizzando la procedura definita nel capitolo 5.

Q_{FIUME}/Q_{MIN}: valori di riferimento	
SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
3,4	2,5

Tabella 32: Valori di riferimento del rapporto fra la portata media effettiva del corpo idrico ricettore (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità nei due scenari

La valutazione dell'impatto degli scarichi sui corpi idrici ricettori, svolto con il calcolo dell'indice LIM_{eco}, è stata effettuata con l'obiettivo di verificare la compatibilità ambientale dei nuovi depuratori centralizzati, che verrebbero realizzati nei due diversi scenari di intervento.

Con lo stesso obiettivo è stata condotta l'analisi della capacità di diluizione dei corsi d'acqua. I valori calcolati, nei diversi scenari progettuali, in corrispondenza delle sezioni di immissione degli scarichi dei depuratori centralizzati, sono riportati in

PERIODO	CAPACITÀ DI DILUIZIONE (Q_{DEPURATORE}/Q_{FIUME})		
	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5 (Pes+Lon)
	Gav	Mon	
Estate	-	-	-
Inverno	-	1/56	1/38
Anno	1/118	-	-

Tabella 33. La capacità di diluizione è stata calcolata considerando come periodo di riferimento la sola stagione invernale per il fiume Chiese alla sezione di Montichiari, poiché, per quanto detto in precedenza in riferimento alla variazione del LIM_{eco}, durante l'estate è necessario scaricare il refluo depurato in un altro corpo ricettore (facente parte della rete irrigua); alla sezione di Gavardo, invece, il calcolo è stato effettuato considerando l'intero anno come periodo di riferimento.

Si osserva che in entrambi gli scenari la diluizione dello scarico risulta molto elevata (>40). Nello Scenario 4, in cui il carico è suddiviso su due depuratori, per l'attribuzione del punteggio si è considerato l'impianto il cui scarico risulta meno diluito.

PERIODO	CAPACITÀ DI DILUIZIONE (Q_{DEPURATORE}/Q_{FIUME})		
	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5 (Pes+Lon)
	Gav	Mon	
Estate	-	-	-
Inverno	-	1/56	1/38
Anno	1/118	-	-

Tabella 33: Capacità di diluizione degli scarichi dei depuratori centralizzati da parte del fiume Chiese

In Tabella 34 sono riportati i punteggi, relativi agli effetti ambientali, attribuiti ai due scenari. Si ricorda che il punteggio deriva dalla media delle valutazioni assegnate, rispettivamente, ai parametri LIM_{eco} e capacità di diluizione.

EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio: LIM _{eco}	1,000	0,599
Punteggio: Capacità di diluizione	1,000	0,679
Punteggio: Effetti ambientali	1,000	0,639

Tabella 34: Effetti ambientali sul ricettore: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

In Tabella 35 e Figura 14 si riporta il risultato del calcolo dei costi di investimento; essi, come già spiegato nel capitolo 4, sono stati distinti in costi strettamente legati al “progetto Garda” (ulteriormente suddivisi in costi “Garda_Brescia” e “Garda_Verona”, a seconda dell’Ente gestore di competenza) e costi che riguarderanno le restanti aree del bacino oggetto di studio (costi ATO_Brescia). Per i costi “Garda_Brescia” e “ATO_Brescia”, per ogni scenario è mostrato il dettaglio degli importi per la realizzazione dei collettori, dei depuratori, delle vasche di accumulo previste dall’allegato E del Regolamento Regionale 06/2019 e, limitatamente ai costi “Garda_Brescia”, per il mantenimento in esercizio della condotta sublacuale. Quest’ultima voce è un costo di esercizio ma è stata considerata come investimento, ai fini del calcolo, poiché cesserà contestualmente con la realizzazione delle opere, come spiegato nel capitolo 5.

In Figura 15 sono riportati i costi di investimento suddivisi in costi relativi al sistema di collettamento, agli impianti di depurazione, alle vasche di accumulo e al mantenimento in esercizio della condotta sublacuale.

Si osserva che lo Scenario 5 minimizza i costi di investimento che, nello Scenario 4, risultano incrementati del 3,7%.

COSTI DI INVESTIMENTO [€]		SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Garda_Brescia	<i>collettamento</i>	56.489.028	57.976.747
	<i>depurazione</i>	56.077.402	44.149.000
	<i>vasche accumulo</i>	13.977.889	14.969.090
	<i>sublacuale</i>	5.000.000	8.000.000
		131.544.319	125.094.838
Garda_Verona		10.500.000	10.500.000
TOTALE GARDA		142.044.319	135.594.838
ATO_Brescia	<i>collettamento</i>	15.670.000	11.670.000
	<i>depurazione</i>	10.976.627	12.054.114
	<i>vasche accumulo</i>	1.559.045	4.910.992
		28.205.673	28.635.106
TOTALE		170.249.992	164.229.944

Tabella 35: Costi di investimento per i due scenari

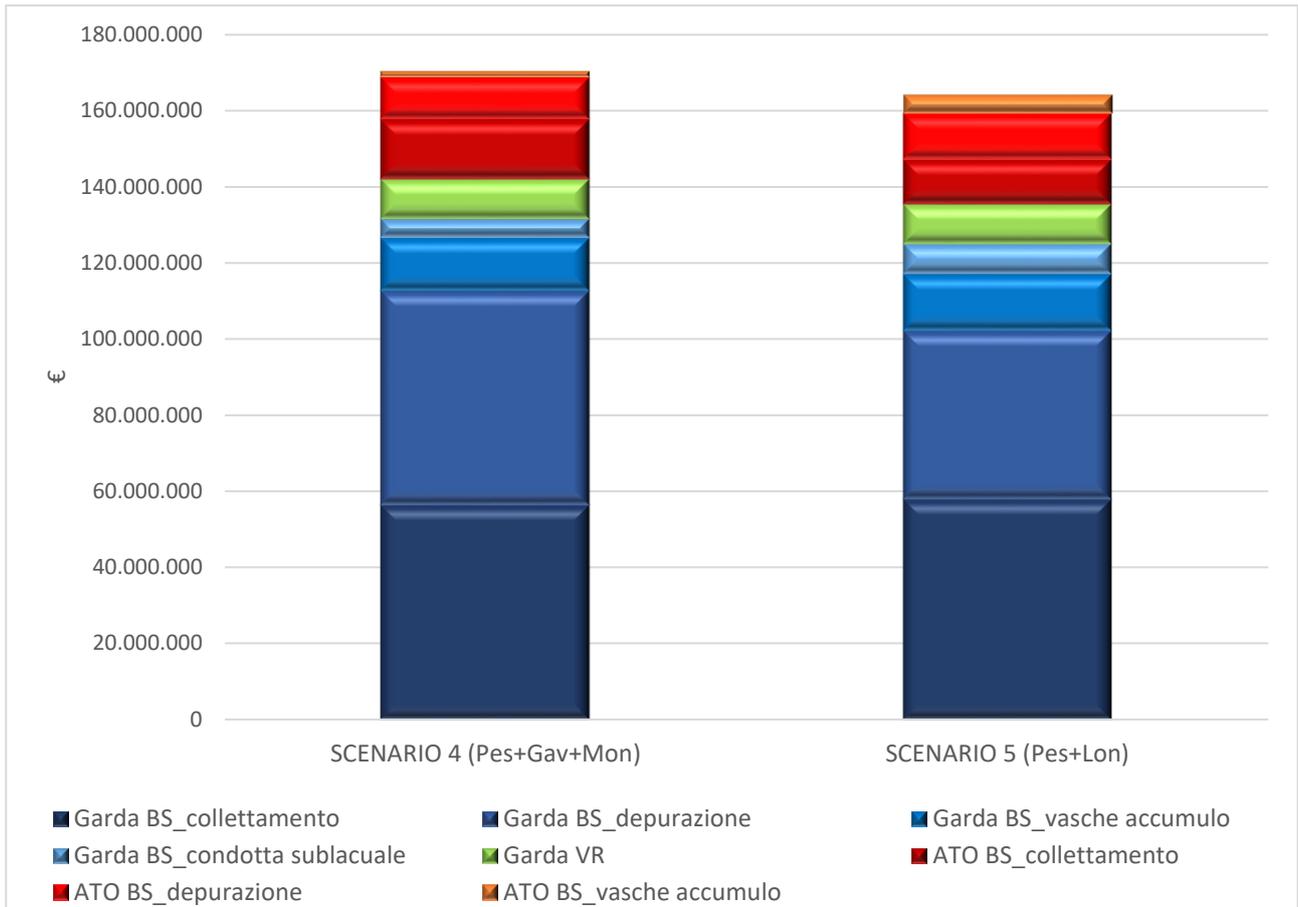


Figura 14: Costi di investimento relativi al "progetto Garda" e alle restanti aree del bacino (costi "ATO_Brescia")

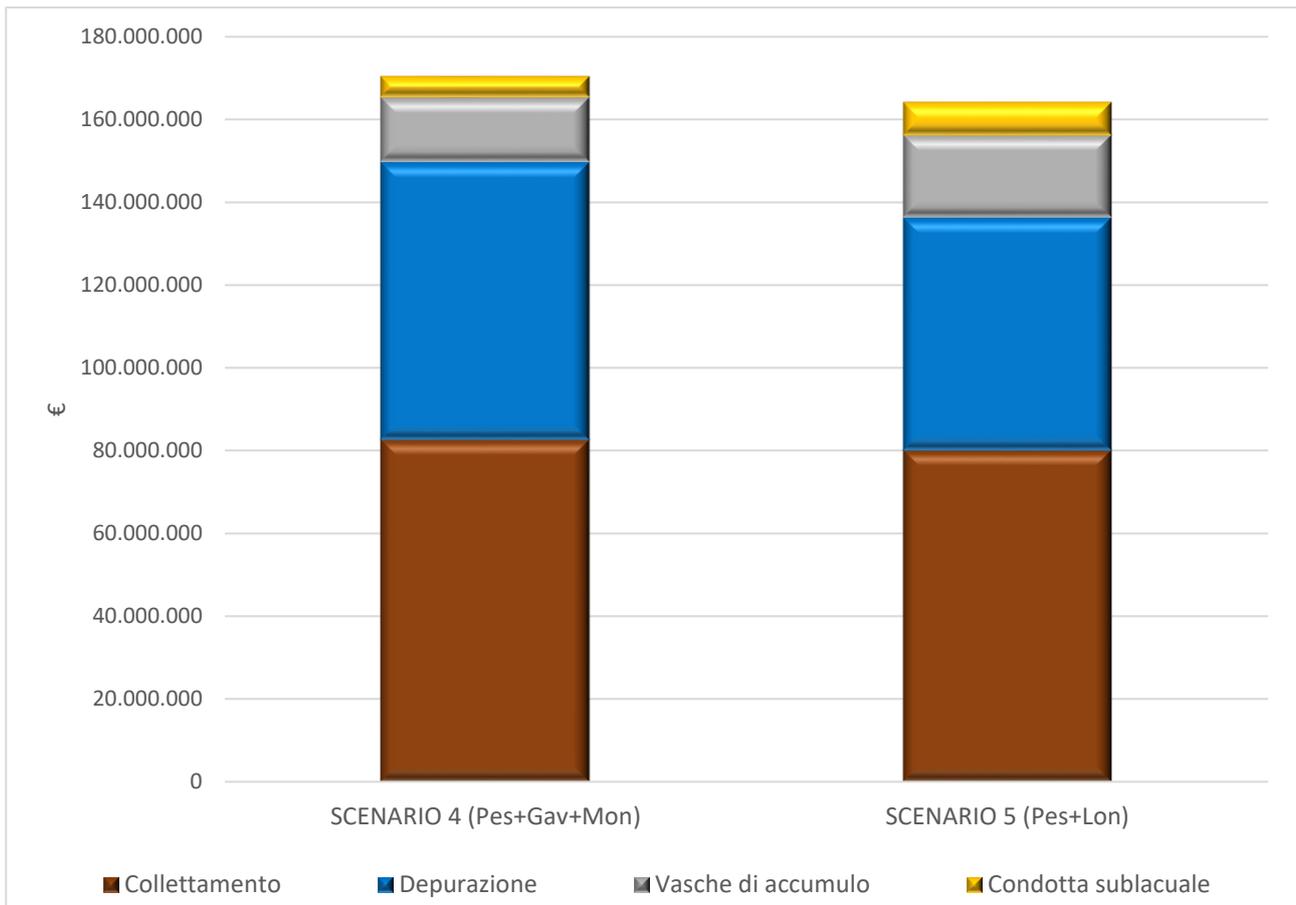


Figura 15: Costi di investimento relativi al sistema di collettamento, agli impianti di depurazione, alle vasche di accumulo e al mantenimento in esercizio della condotta sublacuale

In Tabella 36: Costi di gestione per i due scenari Tabella 36 e Figura 16 sono riportati i costi di gestione nei due diversi scenari, distinti in costi legati al “progetto Garda” e in costi “ATO_Brescia”. Per i costi “Garda_Brescia” e “ATO_Brescia”, per ogni scenario si mostrano nel dettaglio gli importi annui per la gestione dei collettori e dei depuratori. I costi gestionali risultano pressoché identici (differenza dello 0,8%).

COSTI DI GESTIONE [€/y]		SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Garda_Brescia	collettamento	4.471.500	4.352.300
	depurazione	8.308.268	6.600.309
		12.779.768	10.952.609
Garda_Verona		245.200	245.200
TOTALE GARDA		13.024.968	11.197.809
ATO_Brescia	collettamento	1.055.000	650.000
	depurazione	1.147.158	3.252.318
		2.202.158	3.902.318
TOTALE		15.227.126	15.100.127

Tabella 36: Costi di gestione per i due scenari

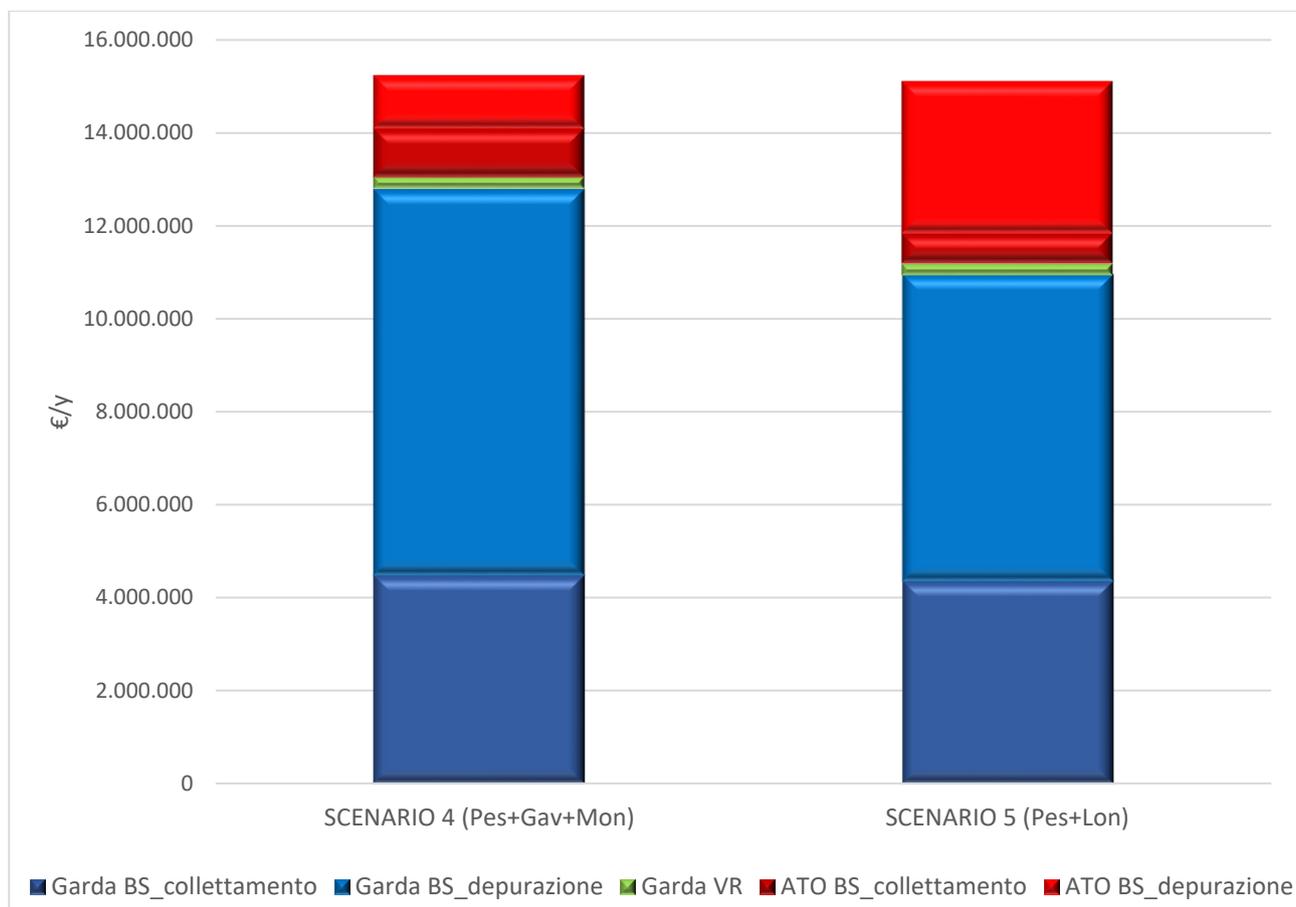


Figura 16: Costi di gestione relativi al "progetto Garda" e alle restanti aree del bacino (costi "ATO_Brescia")

In Figura 17 sono riportati i costi di gestione suddivisi in costi relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione, che risultano prevalenti.

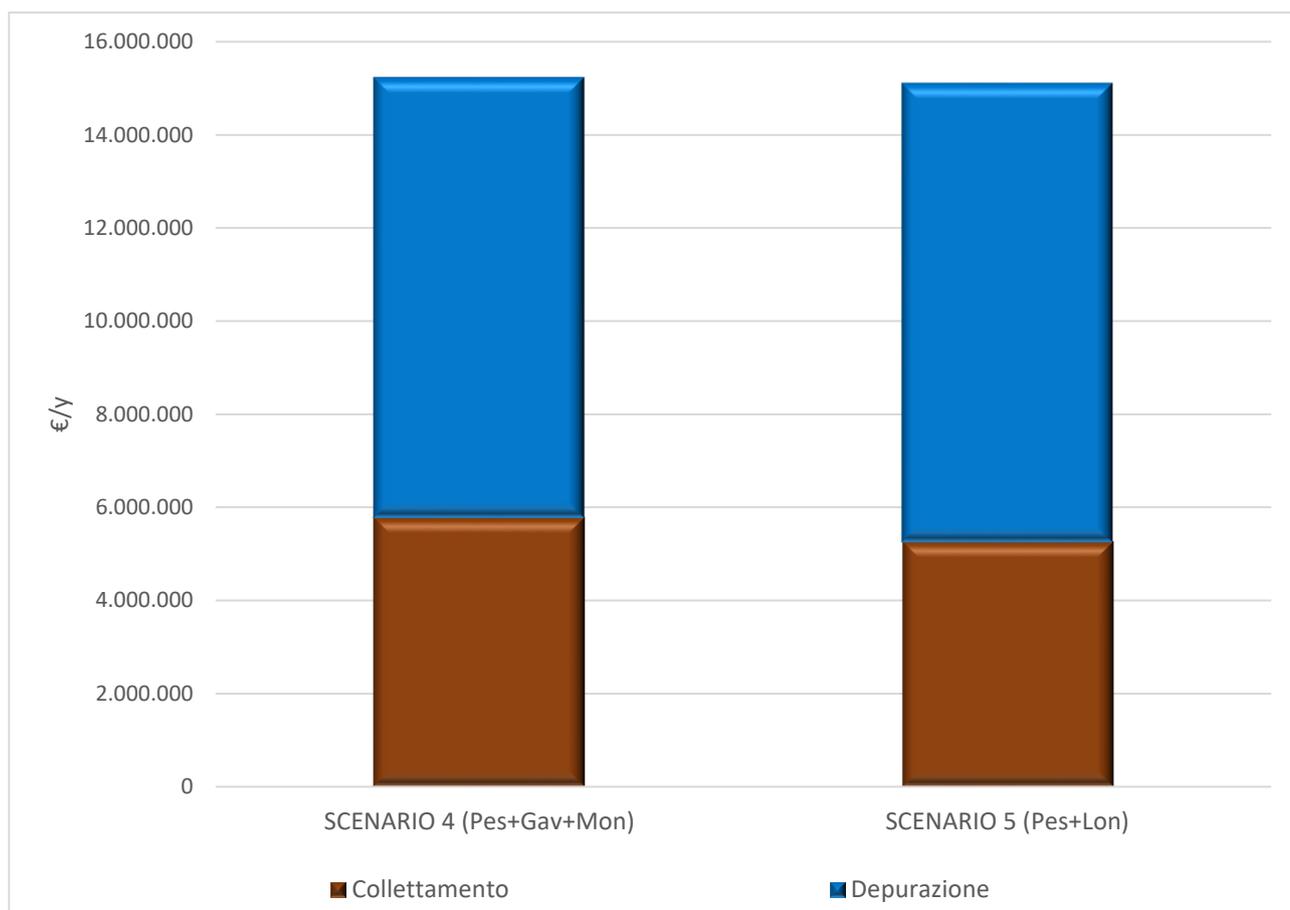


Figura 17: Costi di gestione relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

In Tabella 37 sono riassunti i costi di investimento e di gestione (anche specifici, ovvero rapportati agli abitanti equivalenti medi annui serviti) nei due differenti scenari.

	COSTI			
	INVESTIMENTO [€]	GESTIONE [€/y]	INVESTIMENTO [€/AE]	GESTIONE [€/AE/y]
SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	170.249.992	15.227.126	357,0	31,9
SCENARIO 5 (Pes+Lon)	164.229.944	15.100.127	344,4	31,7

Nota: i costi specifici sono riferiti agli abitanti medi annui serviti nell'intero bacino (476.827 AE)

Tabella 37: Costi di investimento e gestionali per i due scenari

In Tabella 38 e Tabella 39 sono riportati i punteggi, relativi ai costi rispettivamente di investimento e gestionali, attribuiti ai due scenari.

COSTI DI INVESTIMENTO	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	0,963	1,000

Tabella 38: Costi di investimento: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

COSTI GESTIONALI	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	0,992	1,000

Tabella 39: Costi gestionali: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

11: GRADO DI CENTRALIZZAZIONE

Il grado di centralizzazione del trattamento rispetto al territorio da servire è stato definito come il rapporto tra il carico trattato da impianti con potenzialità pari o superiore a 100.000 AE ed il carico complessivo da trattare nel periodo estivo (623.941 AE).

Come si osserva in Tabella 40, Il grado di centralizzazione risulta massimo (93,8 %) nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), in cui sono previsti tre depuratori di grossa taglia e solo due impianti di piccole dimensioni (che, complessivamente, tratterebbero solo il 6,2 % del carico generato nel bacino), mentre lo Scenario 5 (Pes+Lon) è caratterizzato da una percentuale di carico trattato in impianti di grossa taglia pari all'82,5%.

	GRADO DI CENTRALIZZAZIONE [%]
SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	93,8
SCENARIO 5 (Pes+Lon)	82,5

Tabella 40: Grado di centralizzazione della depurazione nei due diversi scenari

In Tabella 41 sono riportati i punteggi attribuiti ai due scenari relativamente all'aspetto "grado di centralizzazione", adottando il criterio illustrato nel capitolo 5. In particolare, si è ritenuto più corretto calcolare il punteggio con la formula utilizzata per i fattori quantitativi per cui è preferibile un valore alto, piuttosto che operare in maniera discretizzata utilizzando le definizioni riportate nei criteri regionali.

GRADO DI CENTRALIZZAZIONE	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	1,000	0,880

Tabella 41: Grado di centralizzazione: punteggio attribuito ai due scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

12: NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIÙ PICCOLO

In Tabella 42 si riporta il numero di impianti previsti per l'intero bacino servito e la potenzialità del depuratore più piccolo nei diversi scenari. Lo Scenario 5 (Pes+Lon) è caratterizzato dal numero maggiore di impianti (9), tra i quali il più piccolo (Villanuova Sul Clisi - Caneto, Ponte Pier) ha una potenzialità pari a 600 AE. L'alternativa progettuale 4 (Pes+Gav+Mon) consente la dismissione dei

piccoli depuratori di Villanuova sul Clisi, Muscoline e Calvagese della Riviera ed è quindi caratterizzata dalla presenza di soli 5 impianti, tre grandi (Peschiera: 330.000 AE; Gavardo: 136.000 AE; Montichiari: 150.000 AE) e due di dimensioni medio-piccole (Visano e Carpenedolo-Garibaldi, entrambi da 20.000 AE).

	Numero impianti	Potenzialità dell'impianto più piccolo [AE]
SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	5	20.000 ⁽²⁾
SCENARIO 5 (Pes+Lon)	9	600 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Impianto di Villanuova sul Clisi - Caneto, Ponte Pier

⁽²⁾ Impianti di Carpenedolo-Garibaldi e di Visano

Tabella 42: Numerosità degli impianti e taglia dell'impianto più piccolo nei due diversi scenari

In Tabella 43 sono riportati i punteggi attribuiti ai due scenari relativamente all'aspetto "numerosità impianti e taglia impianto più piccolo".

NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIÙ PICCOLO	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	1,000	0,500

Tabella 43: Numerosità impianti e taglia impianto più piccolo: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

13: ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI

In Tabella 44 è riportato il risultato dell'analisi degli aspetti funzionali relativi all'area prevista per la costruzione degli impianti di depurazione.

Nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), risulta necessario collegare il nuovo impianto di Gavardo con la viabilità ordinaria, tenendo anche conto di una certa criticità della collocazione, e realizzare i collegamenti alla rete elettrica ed idrica; a Montichiari, invece, i collegamenti alle diverse infrastrutture sono già presenti, ma occorre ricollocare l'isola ecologica. Complessivamente, per lo Scenario 4, è quindi stato assegnato un giudizio intermedio ("sufficiente") a tutti gli aspetti, eccetto la "disponibilità di aree" a cui è stato assegnato il giudizio "carente". Non si rilevano osservazioni per il depuratore di Peschiera.

Nello Scenario 5 (Pes+Lon), per il nuovo impianto di Lonato risulta necessario realizzare i collegamenti alla rete elettrica ed idrica, mentre è già presente il collegamento alla viabilità principale; inoltre, l'area non presenta criticità dal punto di vista funzionale. Non si rilevano osservazioni per il depuratore di Peschiera.

ASPETTI FUNZIONALI	VIABILITÀ di accesso e collegamenti	COLLEGAMENTO alla RETE ELETTRICA	COLLEGAMENTO alla RETE IDRICA	DISPONIBILITÀ di AREE
SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Carente
SCENARIO 5 (Pes+Lon)	Buona	Carente	Carente	Buona

Tabella 44: Quadro riassuntivo dell'analisi dell'adeguatezza degli aspetti funzionali

In Tabella 45 sono riportati i punteggi, relativi ai agli aspetti funzionali, attribuiti ai due scenari.

ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	0,938	1,000

Tabella 45: Adeguatezza degli aspetti funzionali: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

14: ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO

In Tabella 46 e Figura 18 sono riportati i dati relativi all'estensione della rete di collettamento nei due scenari (suddivisi, analogamente ai costi, in "Garda_Brescia", "Garda_Verona" e "ATO_Brescia").

Oltre ai collettori relativi al progetto Garda, sono stati considerati anche i seguenti nuovi collettori di competenza "ATO_Brescia":

- In entrambi gli scenari, il collettamento al depuratore intercomunale di Visano dei comuni di Isorella, Acquafredda, Remedello e Visano (18,5 km);
- Nello scenario 4, il convogliamento al depuratore di Gavardo dei reflui dei comuni di Villanuova sul Clisi - frazione Caneto Ponte Pier - (0,3 km), Calvagese della Riviera (4,5 km) e Muscoline (2,2 km);
- Nello scenario 4 la tubazione (1,0 km) che dovrà essere realizzata per consentire, durante l'estate, lo scarico dell'effluente depurato del depuratore di Montichiari nella rete di canali irrigui esistenti;
- In entrambi gli scenari, il collettamento del depuratore di Carpenedolo-Tezze (da dismettere) a quello di Carpenedolo-Garibaldi (3,0 km);
- In entrambi gli scenari, il collettamento del depuratore di Lonato-Campagna (da dismettere) a quello di Lonato-Rassica (1,5 km).

Il dato relativo all'estensione della rete di collettamento di competenza dell'Ente gestore della sponda veronese del lago di Garda si riferisce al tratto di collettore (5,93 km) tra la stazione di sollevamento di Maraschina ed il depuratore di Peschiera.

Si osserva che la lunghezza complessiva dei collettori è minima (133,62 km) nello Scenario 5 (Pes+Lon) e massima (147,27 km) nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon). In termini percentuali, lo Scenario 5 presenta una differenza in diminuzione pari a circa il 9% rispetto allo Scenario 4.

	ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO [km]			
	Garda_Brescia	Garda_Verona	ATO_Brescia	TOTALE
SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	110,33	5,93	31,02	147,27
SCENARIO 5 (Pes+Lon)	104,67	5,93	23,02	133,62

Tabella 46: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

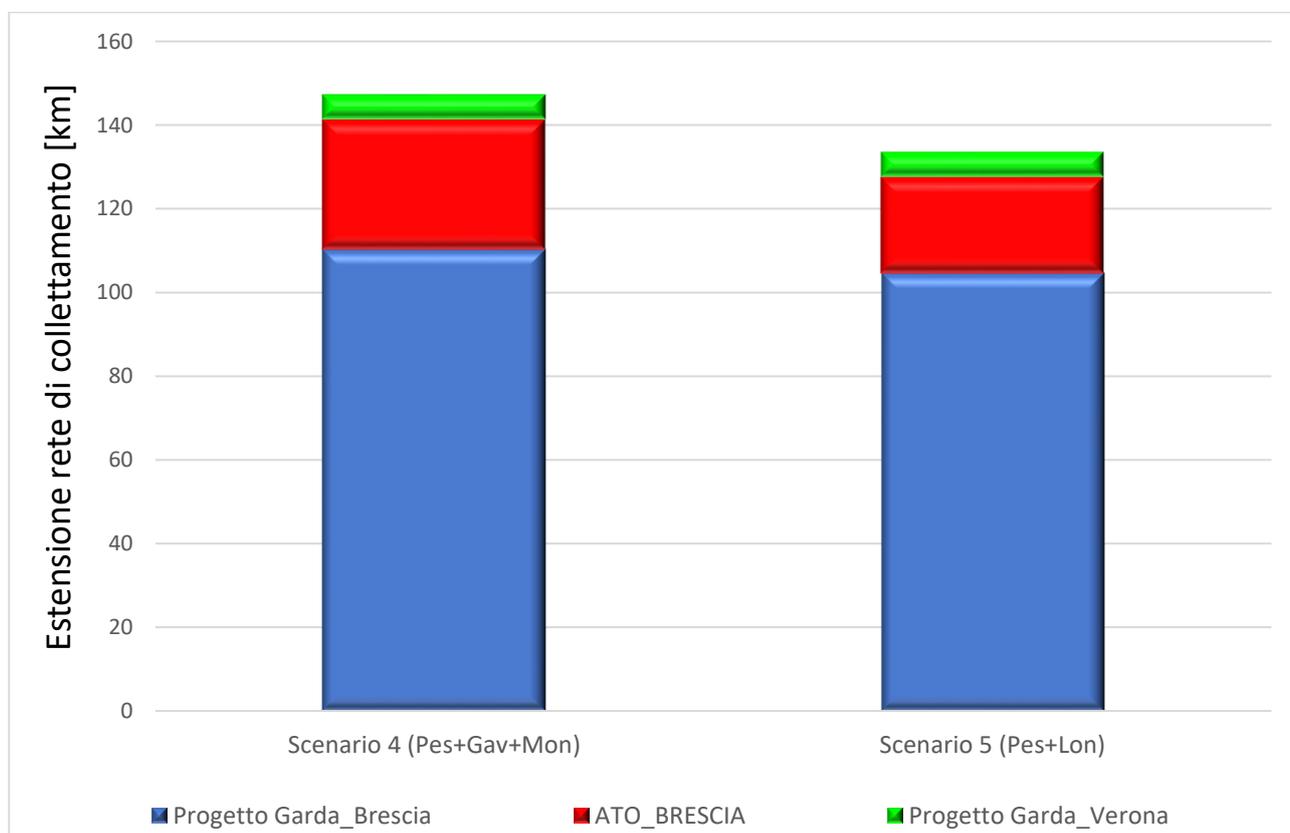


Figura 18: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

In Tabella 47 sono riportati i punteggi, relativi all'estensione della rete di collettamento, attribuiti ai due scenari.

ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	0,898	1,000

Tabella 47: Estensione della rete di collettamento: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

15: TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE

In Tabella 48 sono riportati i punteggi, attribuiti ai due scenari, relativi ai tempi necessari per la dismissione del collettore sublacuale che oggi veicola i reflui fognari di buona parte della sponda bresciana fino a Torri del Benaco, sulla sponda veronese. Lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), che prevede lo sdoppiamento del sistema di collettamento dei reflui dei comuni gardesani in due differenti “schemi depurativi” (schemi “nord” e “sud”, con i nuovi depuratori ubicati rispettivamente a Gavardo e Montichiari), consentirebbe, secondo valutazioni di Acque Bresciane srl, la dismissione del collettore sublacuale in 5 anni, tempo stimato per la realizzazione del nuovo depuratore di Gavardo e del relativo tratto di collettore. Nello Scenario 5 (Pes+Lon), che invece prevede la centralizzazione della depurazione in un unico impianto, i tempi risulterebbero nettamente superiori (8 anni): la dismissione della condotta sublacuale, infatti, avverrebbe sostanzialmente solo ad avvenuta realizzazione del complesso di tutti gli interventi progettuali previsti in questo scenario.

	TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE
SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	5
SCENARIO 5 (Pes+Lon)	8

Tabella 48: Tempi per dismissione del collettore sublacuale nei due diversi scenari

In Tabella 49 sono riportati i punteggi, relativi ai tempi necessari per la dismissione del collettore sublacuale, attribuiti ai due scenari.

TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
Punteggio	1,000	0,400

Tabella 49: Tempi per dismissione collettore sublacuale: punteggio attribuito ai due scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

7. VALUTAZIONE INTEGRATA E CONCLUSIONI

In Tabella 50 e Tabella 51 sono riassunti i dati di riferimento (valori numerici o altre informazioni) per le singole voci oggetto di valutazione, e i relativi punteggi normalizzati, vale a dire riproporzionati (attribuendo il valore unitario al punteggio più elevato) a partire dai punteggi riportati nelle Tabelle 23, 25, 27, 28, 29, 34, 38, 39, 41, 43, 45, 47 e 49. In particolare, in Tabella 50, per avere un'indicazione più chiara, si è associato un codice cromatico ai punteggi, assegnando, voce per voce, colore verde per il punteggio massimo (uguale a 1) e colore rosso al punteggio minimo ottenuto. In questo modo si mettono in luce, da un lato, le criticità, e dall'altro, i punti a favore delle due diverse soluzioni, per ognuna delle voci considerate per il confronto. In Tabella 51, è indicata anche la media dei punteggi dei singoli aspetti, a livello di ambito tematico. In Figura 19 sono rappresentati i risultati finali della valutazione integrata: i punteggi attribuiti ad ogni ambito (così come riportati in Tabella 51), dopo normalizzazione, sono stati tra loro sommati. Ai fini di una più rapida lettura, in Figura 19, i punteggi finali sono stati espressi anche in forma normalizzata (punteggio massimo pari ad 1).

I punteggi complessivi sono stati ottenuti attribuendo la medesima importanza ai diversi ambiti considerati. Non rientra infatti nelle finalità del presente lavoro la definizione del peso da attribuire ai diversi fattori di valutazione. **Lo studio, svolto in conformità con i criteri definiti nel Regolamento Regionale 06/2019, fornisce i riferimenti oggettivi che consentiranno agli Enti competenti di operare la scelta opportuna, potendo attribuire importanza diversa ai diversi aspetti presi in considerazione.**

I risultati dello studio evidenziano, innanzitutto, che **entrambe le soluzioni esaminate**, pur con le differenze che di seguito vengono riassunte, **sono praticabili**. È opportuno *in primis* evidenziare che la sostenibilità ambientale (cioè la irrilevanza degli effetti dello scarico dei depuratori centralizzati sul corpo ricettore) viene conseguita adottando idonei provvedimenti, appositamente studiati. In particolare, **per entrambi gli scenari, durante il periodo estivo, l'effluente depurato non verrebbe scaricato nel fiume Chiese ma verrebbe convogliato nella rete esistente di canali irrigui**, per essere valorizzato attraverso il recupero in agricoltura, peraltro in linea con i più recenti indirizzi a livello nazionale ed europeo.

Ambito tematico	Criterio di confronto	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
VINCOLI	Aree vincolate	0,800	1,000
	Compatibilità urbanistica	1,000	0,667
	Interferenze sul tracciato del collettore	0,800	1,000
ASPETTI AMBIENTALI	Carico effluente residuo dai depuratori	1,000	0,894
	Refluo depurato destinato a riuso irriguo	1,000	0,960
	Effetti ambientali sul ricettore	1,000	0,639
COSTI	Costi di investimento	0,963	1,000
	Costi di gestione	0,992	1,000
ASPETTI IMPIANTISTICI	Grado di centralizzazione	1,000	0,880
	Num. impianti e taglia impianto più piccolo	1,000	0,500
	Adeguatezza degli aspetti funzionali	0,938	1,000
	Estensione della rete di collettamento	0,898	1,000
	Tempi per dismissione collettore sublacuale	1,000	0,400

Tabella 50: Punteggi normalizzati per ogni voce di valutazione con codice cromatico (verde: soluzione preferibile; rosso: soluzione con punteggio più basso)

Pur essendo emersa la fattibilità di ognuna delle due soluzioni studiate, la valutazione dettagliata dei molteplici fattori di raffronto presi in considerazione ha permesso di **evidenziare come preferibile lo scenario 4 (Pes+Gav+Mon)**. Si ribadisce che questo risultato deriva dall'insieme di tutti i fattori esaminati, che sono stati considerati con il medesimo peso.

Analizzando i punteggi dei diversi ambiti tematici, **lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) è preferibile per gli aspetti ambientali e impiantistici**, mentre **lo Scenario 5 (Pes+Lon) è quello che comporta i costi più bassi e i minori vincoli**.

Più in dettaglio, lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) presenta le migliori prestazioni ambientali per tutti i fattori considerati ed è preferibile sotto il profilo degli aspetti impiantistici (in particolare per l'elevato grado di centralizzazione del servizio di depurazione, e grazie al fatto che si riduce il numero complessivo di impianti, dismettendo quelli di minore dimensione). Questa soluzione consentirebbe la dismissione del collettore sublacuale nei tempi più brevi (circa 5 anni, necessari a realizzare la parte di collettamento e depurazione a servizio dei soli comuni dell'alto lago, con ciò potendosi anche frazionare gli investimenti iniziali). Per contro, il sistema di collettamento e depurazione presenta maggiori vincoli e interferenze (la lunghezza totale della rete di collettamento è maggiore)

per i quali dovranno essere adottate opportune misure progettuali/costruttive, che peraltro sono già state contemplate nei costi di realizzazione. Lo Scenario 4 comporta anche costi di realizzazione leggermente più elevati, a fronte di una sostanziale equivalenza dei costi gestionali.

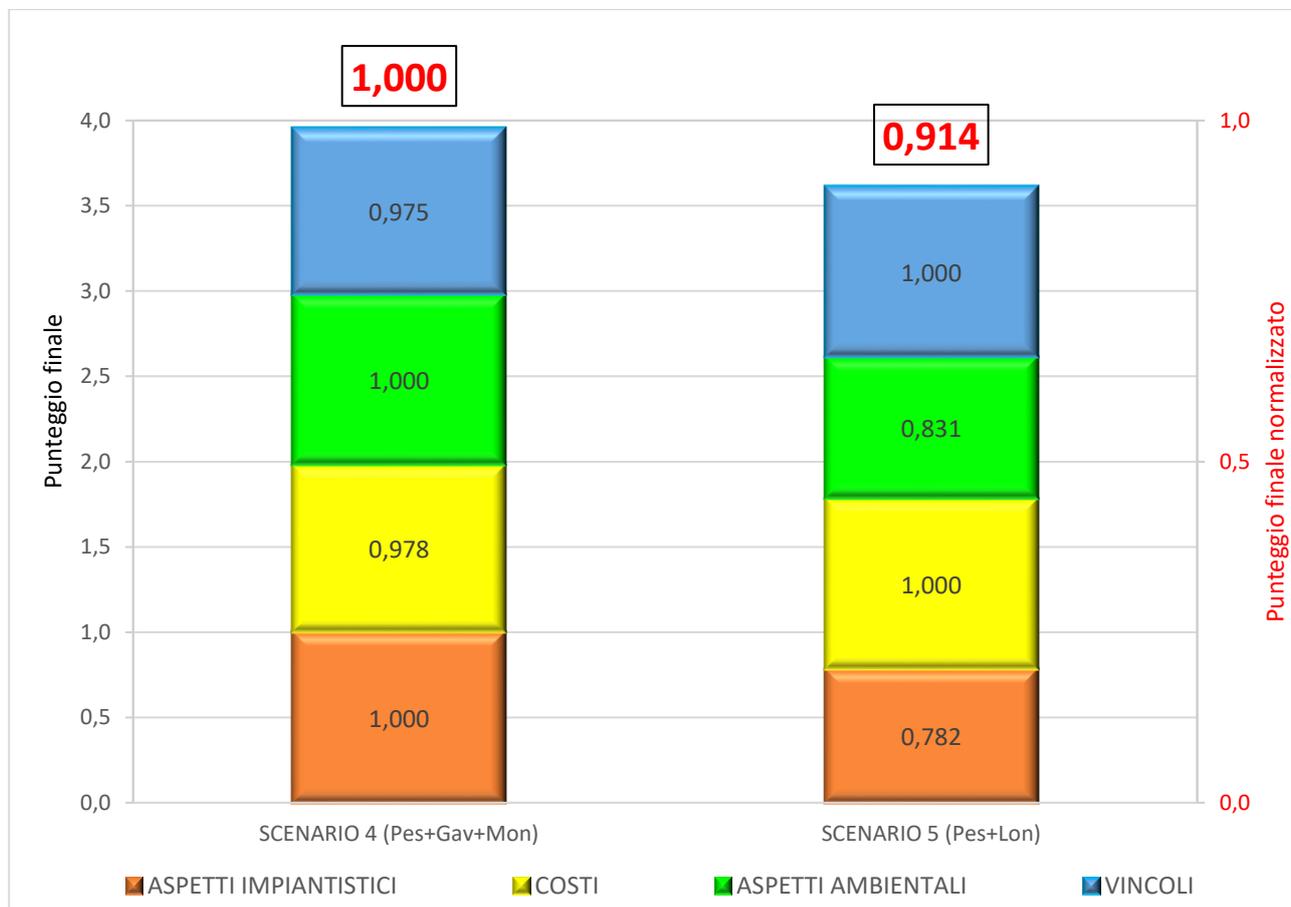


Figura 19: Risultato della valutazione integrata: punteggi normalizzati attribuiti ai diversi ambiti tematici e punteggi finali normalizzati

Nel ribadire che la scelta della soluzione da realizzare è demandata agli Enti preposti, proprio per facilitare il processo decisionale, da un lato, e per valutare la “robustezza” dei risultati ottenuti, sono state svolte alcune simulazioni aggiuntive, come di seguito descritto.

Innanzitutto si è ricalcolato il punteggio complessivo sulla base, soltanto, dei costi e degli aspetti ambientali, ai quali, a loro volta, è stato attribuito lo stesso peso. Come si vede dal grafico di Figura 20, lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) rimane quello preferibile, anche se la differenza tra i punteggi attribuiti alle due soluzioni si riduce lievemente.

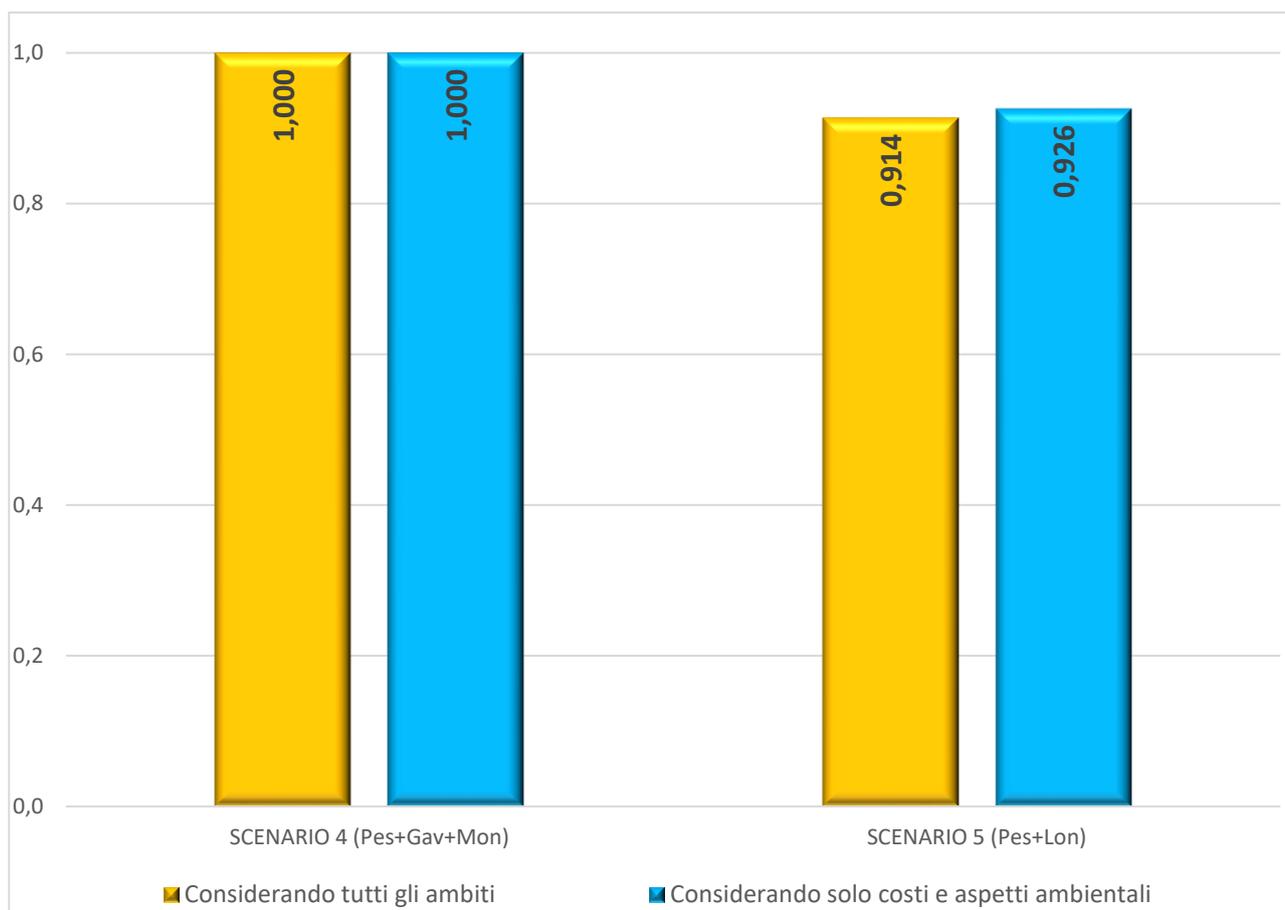


Figura 20: Variazione del punteggio finale considerando solo i costi e gli aspetti ambientali

La Figura 21, riporta invece lo scarto del punteggio tra la soluzione preferibile (Scenario 4: Pes+Gav+Mon) e l'altra, al diminuire progressivo del peso attribuito ai due fattori per cui lo Scenario 4 ha il punteggio massimo (aspetti ambientali e aspetti impiantistici). Si osserva che, per variare l'ordine di preferenza tra i due scenari, occorrerebbe diminuire sensibilmente l'importanza data a questi due aspetti.

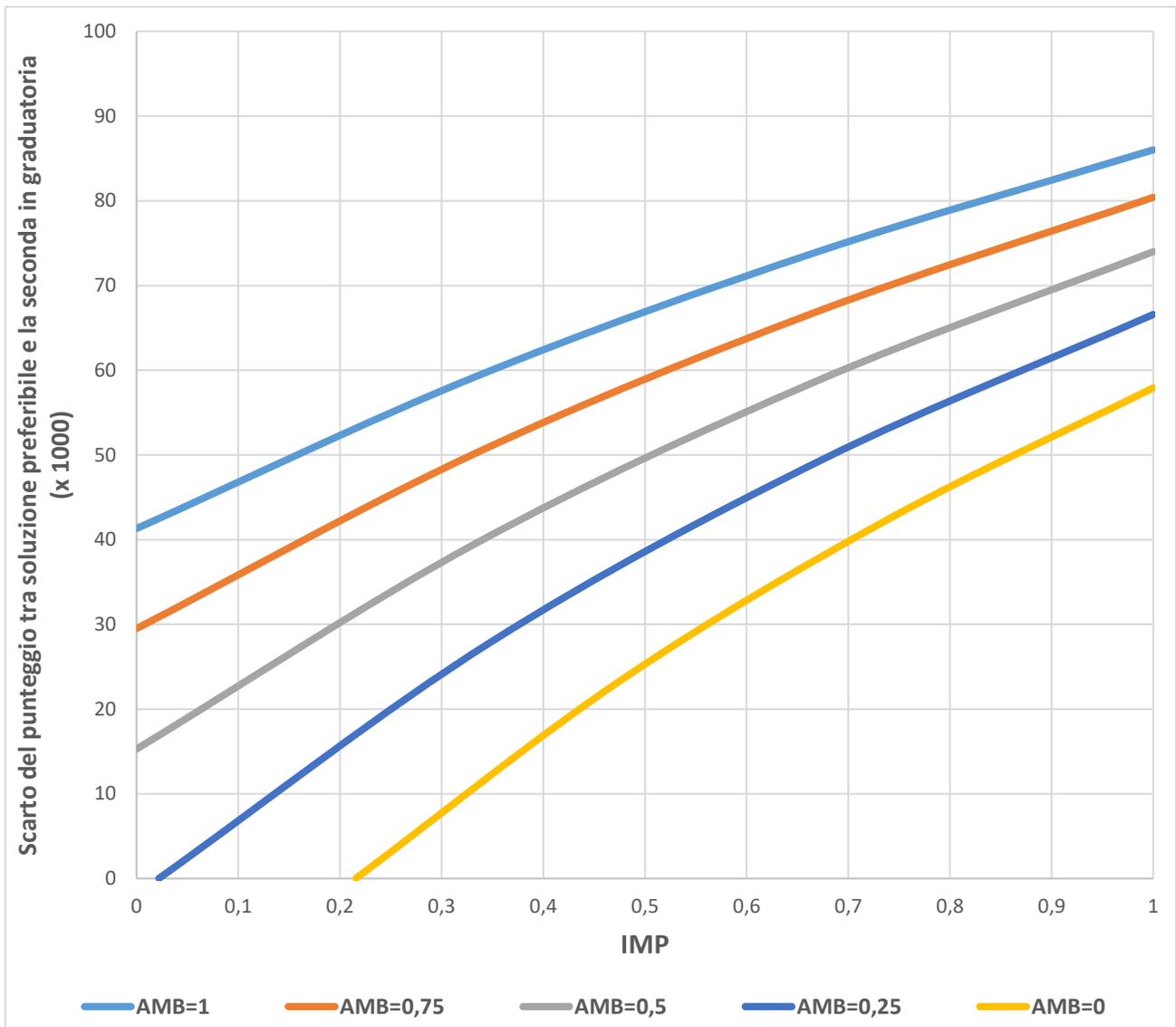


Figura 21: Variazione dello scarto del punteggio tra la soluzione che risulta preferibile (Scenario 4: Pes+Gav+Mon) e la seconda in graduatoria, al diminuire progressivo del peso attribuito agli aspetti ambientali (AMB) e agli aspetti impiantistici

CRITERIO DI CONFRONTO	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5 (Pes+Lon)	
	Dato	Punti	Dato	Punti
Aree vincolate [numero di vincoli lungo il percorso del collettore]	68	0,800	54	1,000
Compatibilità urbanistica [destinazione d'uso dell'area sede dei depuratori] ¹ ; [numero procedure giuridico/amministrative]	A+AA (Gav) ST (Mon); 1	1,000	A; 1	0,667
Interferenze sul tracciato del collettore [numero interferenze principali]	8	0,800	6	1,000
PUNTEGGIO MEDIO "VINCOLI"	0,867		0,889	
Carico effluente residuo dai depuratori (EQI) [kgPU/d]	22.131	1,000	24.487	0,894
Refluo depurato destinato a riuso irriguo [% sul volume scaricato]	27,7	1,000	26,6	0,960
Effetti ambientali sul ricettore (media LIM _{eco} e capacità di diluizione) [margine di sicurezza per rispetto obiettivi qualità]; [$Q_{DEPURATORE}/Q_{FIUME}$]	3,4; 1/56 ²	1,000	2,5; 1/38	0,639
PUNTEGGIO MEDIO "ASPETTI AMBIENTALI"	1,000		0,831	
Costi di investimento [M€]	170,2	0,963	164,2	1,000
Costi di gestione [M€/y]	15,2	0,992	15,1	1,000
PUNTEGGIO MEDIO "COSTI"	0,978		1,000	
Grado di centralizzazione [% carico trattato da impianti con potenzialità superiore a 100.000 AE]	93,8	1,000	82,5	0,880
Numerosità impianti [numero] e taglia impianto più piccolo [AE]	5 20.000	1,000	9 600	0,500
Adeguatezza degli aspetti funzionali [numero di aspetti valutati positivamente]	0	0,938	2	1,000
Estensione della rete di collettamento [km]	147,3	0,898	133,6	1,000
Tempi per dismissione collettore sublacuale [anni]	5	1,000	8	0,400
PUNTEGGIO MEDIO "ASPETTI IMPIANTISTICI"	0,967		0,756	
NOTE				
1) ST: area per servizi tecnologici; A: area agricola; AA: altra area				
2) Condizione per il depuratore di Montichiari				

Tabella 51: Risultato della valutazione integrata: dati di riferimento (valori numerici o altre informazioni) per i singoli aspetti, punteggi normalizzati attribuiti alle singole voci di valutazione e media (per ambito tematico) dei punteggi assegnati alle singole voci

ALLEGATO A

**CARICHI EFFLUENTI RESIDUI DOPO
DEPURAZIONE E EFFLUENT QUALITY
INDEX (EQI)**

SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO ESTIVO (kg/d)									
	PESCHIERA	LONATO	CARPENEDOLO	VISANO	MONTICHIARI	VILLANUOVA	GAVARDO	MUSCOLINE	CALVAGESE	TOTALE
BOD5	690,3	0,0	69,2	67,2	151,0	0,0	218,4	0,0	0,0	1.196
COD	3.451,4	0,0	276,7	268,8	1.132,2	0,0	1.205,8	0,0	0,0	6.335
SST	862,8	0,0	92,2	89,6	37,7	0,0	248,0	0,0	0,0	1.330
Ptot	69,0	0,0	8,3	15,7	30,2	0,0	32,9	0,0	0,0	156
Ntot	716,2	0,0	68,3	86,5	298,1	0,0	305,5	0,0	0,0	1.475
N-NH4	43,1	0,0	2,3	4,5	18,9	0,0	15,5	0,0	0,0	84
Norganico	43,1	0,0	4,6	4,5	3,8	0,0	15,0	0,0	0,0	71
TKN	86,3	0,0	6,9	9,0	22,6	0,0	30,5	0,0	0,0	155
N-NO3	604,0	0,0	60,0	76,2	264,2	0,0	265,7	0,0	0,0	1.270
N-NO2	25,9	0,0	1,4	1,3	11,3	0,0	9,3	0,0	0,0	49
N-NOx	629,9	0,0	61,3	77,5	275,5	0,0	275,0	0,0	0,0	1.319

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO INVERNALE (kg/d)									
	PESCHIERA	LONATO	CARPENEDOLO	VISANO	MONTICHIARI	VILLANUOVA	GAVARDO	MUSCOLINE	CALVAGESE	TOTALE
BOD5	291,9	0,0	61,0	62,2	74,6	0,0	112,8	0,0	0,0	602
COD	1.459,3	0,0	244,2	248,8	559,4	0,0	664,8	0,0	0,0	3.176
SST	364,8	0,0	81,4	82,9	18,6	0,0	118,9	0,0	0,0	667
Ptot	29,2	0,0	7,3	14,5	14,9	0,0	21,1	0,0	0,0	87
Ntot	302,8	0,0	60,2	80,0	147,3	0,0	186,9	0,0	0,0	777
N-NH4	18,2	0,0	2,0	4,1	9,3	0,0	8,7	0,0	0,0	42
Norganico	18,2	0,0	4,1	4,1	1,9	0,0	8,3	0,0	0,0	37
TKN	36,5	0,0	6,1	8,3	11,2	0,0	16,9	0,0	0,0	79
N-NO3	255,4	0,0	52,9	70,5	130,5	0,0	164,8	0,0	0,0	674
N-NO2	10,9	0,0	1,2	1,2	5,6	0,0	5,2	0,0	0,0	24
N-NOx	266,3	0,0	54,1	71,7	136,1	0,0	170,0	0,0	0,0	698

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO (kg/d)									
	PESCHIERA	LONATO	CARPENEDOLO	VISANO	MONTICHIARI	VILLANUOVA	GAVARDO	MUSCOLINE	CALVAGESE	TOTALE
BOD5	457,9	0,0	64,4	64,3	106,4	0,0	156,8	0,0	0,0	850
COD	2.289,3	0,0	257,7	257,1	798,1	0,0	890,2	0,0	0,0	4.492
SST	572,3	0,0	85,9	85,7	26,6	0,0	172,7	0,0	0,0	943
Ptot	45,8	0,0	7,7	15,0	21,3	0,0	26,0	0,0	0,0	116
Ntot	475,0	0,0	63,6	82,7	210,2	0,0	236,3	0,0	0,0	1.068
N-NH4	28,6	0,0	2,1	4,3	13,3	0,0	11,5	0,0	0,0	60
Norganico	28,6	0,0	4,3	4,3	2,7	0,0	11,1	0,0	0,0	51
TKN	57,2	0,0	6,4	8,6	16,0	0,0	22,6	0,0	0,0	111
N-NO3	400,6	0,0	55,8	72,9	186,2	0,0	206,9	0,0	0,0	922
N-NO2	17,2	0,0	1,3	1,3	8,0	0,0	6,9	0,0	0,0	35
N-NOx	417,8	0,0	57,1	74,1	194,2	0,0	213,8	0,0	0,0	957

SCENARIO 5 (Pes+Lon): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO ESTIVO (kg/d)									
	PESCHIERA	LONATO	CARPENEDOLO	VISANO	MONTICHIARI	VILLANUOVA	GAVARDO	MUSCOLINE	CALVAGESE	TOTALE
BOD5	690,3	417,8	69,2	67,2	28,1	4,2	75,2	12,3	14,1	1.378
COD	3.451,4	2.089,0	276,7	268,8	211,1	16,9	376,1	49,2	56,3	6.796
SST	862,8	522,3	92,2	89,6	7,0	6,3	112,8	16,4	18,8	1.728
Ptot	69,0	41,8	8,3	15,7	12,7	0,6	13,5	2,9	3,3	168
Ntot	716,2	433,5	68,3	86,5	97,8	4,9	111,3	15,8	18,1	1.552
N-NH4	43,1	26,1	2,3	4,5	3,5	2,5	3,8	0,8	0,9	88
Norganico	43,1	26,1	4,6	4,5	0,7	0,2	7,5	0,8	0,9	89
TKN	86,3	52,2	6,9	9,0	4,2	2,7	11,3	1,6	1,9	176
N-NO3	604,0	365,6	60,0	76,2	91,5	2,1	97,8	14,0	15,9	1.327
N-NO2	25,9	15,7	1,4	1,3	2,1	0,0	2,3	0,2	0,3	49
N-NOx	629,9	381,3	61,3	77,5	93,6	2,2	100,0	14,2	16,2	1.376

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO INVERNALE (kg/d)									
	PESCHIERA	LONATO	CARPENEDOLO	VISANO	MONTICHIARI	VILLANUOVA	GAVARDO	MUSCOLINE	CALVAGESE	TOTALE
BOD5	291,9	165,9	61,0	62,2	26,0	3,9	69,6	11,4	13,0	705
COD	1.459,3	829,7	244,2	248,8	195,3	15,6	348,0	45,6	52,1	3.439
SST	364,8	207,4	81,4	82,9	6,5	5,9	104,4	15,2	17,4	886
Ptot	29,2	16,6	7,3	14,5	11,7	0,5	12,5	2,7	3,0	98
Ntot	302,8	172,2	60,2	80,0	90,5	4,5	103,0	14,7	16,8	845
N-NH4	18,2	10,4	2,0	4,1	3,3	2,3	3,5	0,8	0,9	45
Norganico	18,2	10,4	4,1	4,1	0,7	0,2	7,0	0,8	0,9	46
TKN	36,5	20,7	6,1	8,3	3,9	2,5	10,4	1,5	1,7	92
N-NO3	255,4	145,2	52,9	70,5	84,6	2,0	90,5	12,9	14,8	729
N-NO2	10,9	6,2	1,2	1,2	2,0	0,0	2,1	0,2	0,3	24
N-NOx	266,3	151,4	54,1	71,7	86,6	2,0	92,6	13,1	15,0	753

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO (kg/d)									
	PESCHIERA	LONATO	CARPENEDOLO	VISANO	MONTICHIARI	VILLANUOVA	GAVARDO	MUSCOLINE	CALVAGESE	TOTALE
BOD5	457,9	270,9	64,4	64,3	26,9	4,0	71,9	11,8	13,5	986
COD	2.289,3	1.354,4	257,7	257,1	201,9	16,1	359,7	47,1	53,8	4.837
SST	572,3	338,6	85,9	85,7	6,7	6,1	107,9	15,7	17,9	1.237
Ptot	45,8	27,1	7,7	15,0	12,1	0,5	12,9	2,7	3,1	127
Ntot	475,0	281,0	63,6	82,7	93,5	4,7	106,5	15,2	17,3	1.140
N-NH4	28,6	16,9	2,1	4,3	3,4	2,4	3,6	0,8	0,9	63
Norganico	28,6	16,9	4,3	4,3	0,7	0,2	7,2	0,8	0,9	64
TKN	57,2	33,9	6,4	8,6	4,0	2,6	10,8	1,6	1,8	127
N-NO3	400,6	237,0	55,8	72,9	87,5	2,0	93,5	13,3	15,3	978
N-NO2	17,2	10,2	1,3	1,3	2,0	0,0	2,2	0,2	0,3	35
N-NOx	417,8	247,2	57,1	74,1	89,5	2,1	95,7	13,6	15,5	1.013

EFFLUENT QUALITY INDEX

PERIODO DI RIFERIMENTO	EFFLUENT QUALITY INDEX (EQI) [kdPU/d]	
	SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5 (Pes+Lon)
ESTATE	30.801	33.733
INVERNO	15.938	17.883
MEDIA ANNUA	22.131	24.487

ALLEGATO B

**VOLUME ANNUO DI REFLUO TRATTATO
RECUPERABILE IN AGRICOLTURA**

		VOLUME ANNUO PRODOTTO [m³/y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m³/y]
SCENARIO 4	Peschiera	20.890.174	62,0	4.881.765
	Carpenedolo	1.567.797	100,0	420.812
	Visano	1.564.205	100,0	408.871
	Montichiari	9.709.707	100,0	3.443.818
	Gavardo	8.394.615	89,2	2.519.909
	TOTALE	42.126.498	\	11.675.175

		VOLUME ANNUO PRODOTTO [m³/y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m³/y]
SCENARIO 5	Peschiera	20.890.174	62,0	4.881.765
	Lonato	12.359.353	100,0	4.765.635
	Carpenedolo	1.567.797	100,0	420.812
	Visano	1.564.205	100,0	408.871
	Montichiari	2.456.094	0,0	0
	Villanuova	49.122	89,2	11.459
	Gavardo	2.625.729	84,9	582.799
	Muscoline	286.544	84,9	63.601
	Calvagese	327.479	84,9	72.686
	TOTALE	42.126.498	\	11.207.628