



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA



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

Contratto di ricerca con Acque Bresciane srl

**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**

Brescia, Luglio 2018

A cura di:

Prof. Ing. Giorgio Bertanza (responsabile scientifico)

Ing. Andrea Ghidoni

Ing. Alessandro Abbà



# INDICE

<i>Indice delle figure</i> .....	1
<i>Indice delle tabelle</i> .....	3
1. INTRODUZIONE.....	6
2. APPROCCIO METODOLOGICO: PRINCIPI GENERALI .....	9
2.1. DEFINIZIONE DELLE ALTERNATIVE DI UBICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE.....	9
2.2. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE .....	11
2.3. MODELLO DI VALUTAZIONE INTEGRATA.....	18
2.4. FONTI DEI DATI .....	19
3. DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE .....	21
3.1. SCENARIO 1 (Pes).....	25
3.2. SCENARIO 2 (Pes+Lon).....	27
3.3. SCENARIO 3 (Pes+Mon) .....	29
3.4. SCENARIO 4 (Pes+Vis).....	31
3.5. SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon).....	33
3.6. SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon).....	35
4. QUANTIFICAZIONE DEI FATTORI DI VALUTAZIONE .....	37
5. ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI ALLE SINGOLE VOCI DI VALUTAZIONE.....	60
6. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEI SINGOLI FATTORI DI CONFRONTO .....	63
7. VALUTAZIONE INTEGRATA E CONCLUSIONI.....	91
ALLEGATO A: CARICHI EFFLUENTI RESIDUI DOPO DEPURAZIONE E EFFLUENT QUALITY INDEX (EQI).....	97
ALLEGATO B: VOLUME ANNUO DI REFLUO TRATTATO RECUPERABILE IN AGRICOLTURA.....	106

## ***Indice delle figure***

Figura 1: Scenario 1 (Pes): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

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

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

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

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

Figura 6: Scenario 5B (Pes+Mus+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

Figura 7: Volume annuo di acqua depurata "prodotto" dai diversi depuratori nei sei scenari (dati raggruppati per comune)

Figura 8: Valori del LIM<sub>eco</sub> del fiume Chiese nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Gavardo, Prevalle, Montichiari e Canneto sull'Oglio (dati ARPA Lombardia)

Figura 9: Valori del LIM<sub>eco</sub> del fiume Mincio nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Peschiera, Goito, Mantova e Roncoferraro (dati ARPA Lombardia)

Figura 10: Ubicazione delle sezioni di monitoraggio delle portate del fiume Mincio in prossimità della diga di Salionze

Figura 11: Portata mensile a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

Figura 12: Portata mensile a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

Figura 13: Portata mensile media, minima e massima a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo 2008-2017

Figura 14: Portata mensile media, minima e massima a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo 2008-2017 (Aprile-Settembre)

Figura 15: 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 2010-2015 (fonte: Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado)

Figura 16: Estratto PATI – Comune di Peschiera del Garda (carta dei vincoli)

Figura 17: Area prevista per la realizzazione dell'impianto di depurazione di Lonato (progetto studio associato Ecotecno, 2007)

Figura 18: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Figura 19: Estratto PGT– Comune di Visano

Figura 20: Estratto del PGT - comune di Gavardo

Figura 21: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Figura 22: Area prevista per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione di Muscoline

Figura 23: Carico residuo giornaliero medio su base annua in uscita da tutti i depuratori del bacino

Figura 24: Contributo dei diversi depuratori al carico residuo complessivo nei diversi scenari (dati raggruppati per comune)

Figura 25: Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato: analisi comparativa dei sei scenari

Figura 26: Percentuale del refluo depurato destinata a riuso agricolo

Figura 27: Costi di investimento relativi al “progetto Garda” e alle restanti aree del bacino (costi “ATO\_Brescia”)

Figura 28: Costi di investimento relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

Figura 29: Costi di gestione relativi al “progetto Garda” e alle restanti aree del bacino (costi “ATO\_Brescia”)

Figura 30: Costi di gestione relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

Figura 31: Risultato della valutazione integrata: punteggi normalizzati attribuiti ai diversi ambiti tematici e punteggi finali normalizzati

## ***Indice delle tabelle***

Tabella 1: Confronto tra i criteri di valutazione proposti da Regione Lombardia e quelli adottati nel 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 (fonti: progetto preliminare 2013, Garda Uno; Ufficio d'Ambito di Brescia)

Tabella 4: Stato di fatto: depuratori esistenti e relativa potenzialità autorizzata (fonte: Ufficio d'Ambito di Brescia). Incremento di potenzialità richiesto per i piccoli impianti esistenti, negli scenari che ne prevedono il mantenimento in esercizio

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

Tabella 6: Elementi caratteristici dello Scenario 1

Tabella 7: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 1

Tabella 8: Principali caratteristiche dello Scenario 2

Tabella 9: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 2

Tabella 10: Elementi caratteristici dello Scenario 3

Tabella 11: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 3

Tabella 12: Elementi caratteristici dello Scenario 4

Tabella 13: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 4

Tabella 14: Elementi caratteristici dello Scenario 5A

Tabella 15: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 5A

Tabella 16: Elementi caratteristici dello Scenario 5B

Tabella 17: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 5B

Tabella 18: 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 19: Limiti allo scarico regione Lombardia (Tabella 5, Allegato B, Regolamento Regionale n.3 del 24 Marzo 2006)

Tabella 20: Concentrazioni di BOD<sub>5</sub>, COD, SST e P<sub>tot</sub> attese nell'effluente dei depuratori (benchmark) in funzione della tipologia di trattamento

Tabella 21: Concentrazione delle diverse forme azotate attesa nell'effluente di un impianto a fanghi attivi, in funzione del limite allo scarico per l'azoto totale

Tabella 22: Peso attribuito ai diversi parametri (carichi inquinanti) per il calcolo dell'EQI

Tabella 23: Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori per ottenere il punteggio LIM<sub>eco</sub> (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

Tabella 24: Classificazione di qualità secondo i valori di LIM<sub>eco</sub> (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

Tabella 25: Stato ecologico e stato chimico del fiume Chiese: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)

Tabella 26: Stato ecologico e stato chimico del fiume Mincio: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)

Tabella 27: Caratteristiche qualitative del fiume Mincio alla stazione di monitoraggio di Peschiera del Garda (2010-2016); dati scaricati dal sito di ARPA Veneto (<http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera/corsi-dacqua>)

Tabella 28: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese alla stazione di monitoraggio di Montichiari (2011-2016); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

Tabella 29: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese alla stazione di monitoraggio di Gavardo (2011-2016); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

Tabella 30: Suddivisione dei criteri di confronto ai fini dell'assegnazione dei punteggi

Tabella 31: 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 32: Aree vincolate: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 33: Analisi della compatibilità urbanistica dei siti di ubicazione dei depuratori: prospetto riassuntivo

Tabella 34: Compatibilità urbanistica: punteggio attribuito ai sei scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 35: Analisi delle principali interferenze sul tracciato del collettore per i tratti che differenziano le varie soluzioni: prospetto riassuntivo

Tabella 36: Interferenze sul tracciato del collettore: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 37: Carico effluente residuo dai depuratori: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 38: Refluo depurato destinato a riuso agricolo: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 39: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Mincio ( $Q_{\text{FIUME}}$ ) e la portata minima ( $Q_{\text{MIN}}$ ) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato elevato del LIM<sub>eco</sub> nello Scenario 1 (Pes), in estate e in inverno

Tabella 40: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese ( $Q_{\text{FIUME}}$ ) e la portata minima ( $Q_{\text{MIN}}$ ) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM<sub>eco</sub> negli scenari 2 (Pes+Lon), 3 (Pes+Mon) e 4 (Pes+Vis)

Tabella 41: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese ( $Q_{\text{FIUME}}$ ) e la portata minima ( $Q_{\text{MIN}}$ ) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM<sub>eco</sub> negli scenari 5A (Pes+Gav+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon), in estate e in inverno

Tabella 42: Valori di riferimento del rapporto fra la portata media effettiva del corpo idrico ricettore ( $Q_{\text{FIUME}}$ ) e la portata minima ( $Q_{\text{MIN}}$ ) che il fiume dovrebbe avere per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità nei sei scenari

Tabella 43: Capacità di diluizione degli scarichi dei depuratori centralizzati da parte dei fiumi Mincio e Chiese

Tabella 44: Effetti ambientali sul ricettore: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 45: Costi di investimento per i sei scenari

Tabella 46: Costi di gestione per i sei scenari

Tabella 47: Costi di investimento e gestionali per i sei scenari

Tabella 48: Costi di investimento: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 49: Costi gestionali: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 50: Grado di centralizzazione della depurazione nei diversi scenari

Tabella 51: Grado di centralizzazione: punteggio attribuito ai sei scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 52: Numerosità degli impianti e taglia dell'impianto più piccolo nei diversi scenari

Tabella 53: Numerosità impianti e taglia impianto più piccolo: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 54: Quadro riassuntivo dell'analisi dell'adeguatezza degli spetti funzionali

Tabella 55: Adeguatezza degli aspetti funzionali: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 56: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

Tabella 57: Estensione della rete di collettamento: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 58: Punteggi normalizzati per ogni voce di valutazione con codice cromatico (verde: soluzione preferibile; rosso: soluzione con punteggio più basso)

Tabella 59: 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

La società Garda Uno SpA, oggi confluita in Acque Bresciane srl, concessionaria del Servizio Idrico Integrato della provincia di Brescia dal 2016, ha redatto, nel 2013, un progetto preliminare per l'adeguamento e il potenziamento dell'esistente sistema di collettamento e depurazione dei reflui fognari dei comuni della sponda bresciana del lago di Garda; esso è stato integrato da un progetto analogo, elaborato da Azienda Gardesana Servizi SpA, per la sponda veronese del lago, al fine di predisporre un progetto unico per l'intero bacino.

Nel progetto elaborato da Garda Uno SpA, sono state esaminate tre soluzioni alternative. La prima prevede il potenziamento del depuratore di Peschiera del Garda, che risulterebbe quindi a servizio di entrambe le sponde del lago (come nella situazione attuale); la seconda prevede l'adeguamento del depuratore di Visano (oggi in disuso), al quale verrebbero collettati tutti i comuni rivieraschi bresciani; la terza prevede sempre il collettamento della sponda bresciana al depuratore di Visano, ma con l'eccezione dei comuni di Desenzano e Sirmione che rimarrebbero collettati all'impianto di Peschiera del Garda. Quest'ultima è stata indicata, nel progetto preliminare, come l'opzione preferibile.

Acque Bresciane srl, ritenendo opportuno valutare ulteriori alternative, ha stipulato il Contratto di Ricerca "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" con il Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM) dell'Università degli Studi di Brescia.

L'obiettivo del Contratto di Ricerca, di cui il presente documento rappresenta il rapporto finale, è stato quindi quello di confrontare sei alternative progettuali, preliminarmente definite da Acque Bresciane srl. L'analisi comparativa fra i diversi scenari è stata effettuata considerando aspetti di tipo ambientale, economico, impiantistico e urbanistico, ispirandosi ai criteri di confronto definiti nel Regolamento di Regione Lombardia sulla disciplina degli scarichi in fase di emanazione, in sostituzione del vigente Regolamento Regionale n.3/2006<sup>1</sup>. Tale confronto ha fornito elementi oggettivi che si ritengono utili alla scelta dell'ubicazione dell'impianto di depurazione, scelta che sarà comunque effettuata dagli Enti competenti, anche a seguito di ulteriori approfondimenti

---

<sup>1</sup> 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

riguardanti aspetti che esulano dal contesto e dagli obiettivi della presente disamina. Si precisa che alcuni elementi di dettaglio (es. individuazione precisa del punto di scarico dei depuratori nei corpi ricettori, configurazioni impiantistiche ecc.) potranno essere definiti soltanto nelle fasi successive della progettazione.

Il presente rapporto si compone dei seguenti capitoli:

- *approccio metodologico: principi generali.* Vengono definite, di massima, le sei 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 diverse alternative.
- *Descrizione delle alternative.* Vengono descritti in dettaglio i sei scenari alternativi (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 di 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 i dati e le informazioni utili allo svolgimento del lavoro, sono state effettuate riunioni di coordinamento con diversi Enti e sopralluoghi:

- 11/04/2018: Ufficio d'Ambito di Brescia (richiesta dati su agglomerati e depuratori esistenti);
- 12/04/2018: Acque Bresciane srl (richiesta dati di tipo vario sul progetto preliminare di Garda Uno del 2013);
- 13/04/2018: ARPA Brescia (richiesta dati di qualità e portata dei fiumi Mincio e Chiese);

- 18/04/2018: Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado (richiesta dati di portata in diverse sezioni, dettagli su derivazioni lungo l'asta fluviale; effettuazione di sopralluoghi su diverse sezioni di interesse).

A valle delle summenzionate riunioni, in alcuni casi si sono avuti ulteriori scambi di informazioni.

In aggiunta, è stata acquisita e consultata una corposa mole di documenti tecnici, come precisato in Tabella 2 del capitolo 2.

## 2. APPROCCIO METODOLOGICO: PRINCIPI GENERALI

### 2.1. DEFINIZIONE DELLE ALTERNATIVE DI UBICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE

Regione Lombardia, come meglio precisato nel successivo paragrafo 2.2, suggerisce che, in fase di studio di fattibilità tecnico-economica dei sistemi di collettamento/depurazione, vengano considerate almeno tre alternative quando la popolazione equivalente servita sia superiore a 10.000 AE. Acque Bresciane srl ha individuato le sei alternative di seguito elencate (per i dettagli si rimanda al capitolo 3), due delle quali coincidono con le soluzioni già contemplate nel progetto preliminare redatto da Garda Uno SpA:

- *Scenario 1 (Pes)*. Il progetto prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento e il potenziamento del depuratore di Peschiera del Garda, che risulterebbe quindi a servizio di entrambe le sponde del lago; questa soluzione corrisponde con la numero 1 del progetto preliminare Garda Uno del 2013.
- *Scenario 2 (Pes+Lon)*. Il progetto prevede, oltre all'adeguamento del collettore fognario esistente, la realizzazione di un nuovo depuratore nel comune di Lonato del Garda (a servizio dei comuni della sponda bresciana del lago, a eccezione dei comuni di Sirmione e Desenzano, che rimarrebbero collettati al depuratore di Peschiera insieme ai comuni della sponda veronese) e la costruzione di un canale per lo scarico dell'effluente depurato nel fiume Chiese, in comune di Montichiari. Questa ipotesi discende da uno studio effettuato nel 2007<sup>2</sup>, e successivamente aggiornato<sup>3</sup> sulla base dei dati (abitanti serviti, portate e costi specifici) adottati nel progetto preliminare.
- *Scenario 3 (Pes+Mon)*. Il progetto prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, 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 lago, a eccezione di Sirmione e Desenzano (collettati a Peschiera insieme ai comuni della sponda veronese).
- *Scenario 4 (Pes+Vis)*. Il progetto prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Visano e il potenziamento

---

<sup>2</sup> "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". A cura di C. Ciaponi e C. Collivignarelli; con la collaborazione di G. Bertanza, P. Boriani e M. Rancati.

<sup>3</sup> Verifica e aggiornamento dello "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". A cura di C. Collivignarelli e A. Abbà, 2018.

del depuratore di Visano (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); questa soluzione corrisponde con la numero 3 del progetto preliminare.

- *Scenario 5:*

- *Scenario 5A (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 5B (Pes+Mus+Mon)*. Questo scenario è del tutto analogo a quello precedente, con la sola differenza che il depuratore a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto lago verrebbe ubicato nel comune di Muscoline, anziché Gavardo.

## 2.2. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE

L'analisi comparativa delle alternative di intervento è stata condotta ispirandosi (con qualche adattamento) ai criteri di confronto sviluppati da Regione Lombardia nell'ambito della revisione degli strumenti regolamentari relativi alla disciplina degli scarichi; tali criteri sono riportati nell'allegato L "Criteri di valutazione per la scelta tra alternative progettuali comparabili per impianti di trattamento di acque reflue urbane" del regolamento in fase di pubblicazione (e, al momento della stesura del presente documento, scaricabile dal sito web <http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-energia-e-sviluppo-sostenibile/piano-acque>).

In Tabella 1 sono riportati i criteri di confronto proposti da Regione Lombardia e quelli adottati nel presente studio. I diversi aspetti sono stati raggruppati in quattro ambiti tematici.

AMBITO TEMATICO	CRITERI DI CONFRONTO PROPOSTI DA REGIONE LOMBARDIA	CRITERI DI CONFRONTO E NOMENCLATURA ADOTTATI NEL PRESENTE STUDIO
<b>VINCOLI (V)</b>	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
<b>ASPETTI AMBIENTALI (A)</b>	A1: rese depurative	A1: carico effluente residuo dai depuratori
	A2: riuso del refluo depurato	A2: refluo depurato destinato a riuso agricolo
	A3: scelta del ricettore ed effetti ambientali	A3: effetti ambientali sul ricettore
<b>COSTI (C)</b>	C: costi di investimento e gestionali	C: costi di investimento e gestionali
<b>ASPETTI IMPIANTISTICI (I)</b>	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

Tabella 1: Confronto tra i criteri di valutazione proposti da Regione Lombardia e quelli adottati nel presente studio

Come emerge dall'osservazione della tabella, tra i criteri proposti da Regione Lombardia non è stato considerato quello relativo alla "flessibilità dell'impianto" (presenza di più linee di trattamento e di by-pass ecc.) poiché, a livello della progettazione preliminare, questi dettagli non sono stati definiti. Sono invece stati considerati due aspetti ("numerosità impianti e taglia impianto più piccolo" ed "estensione della rete di collettamento") non presenti nel regolamento regionale, in quanto ritenuti significativi, soprattutto in relazione ad una valutazione effettuata a livello di intero bacino

potenzialmente servito dal nuovo sistema e alla diversità dei tracciati dei collettori nei diversi scenari. Infine, la denominazione di alcune voci è stata leggermente modificata per renderla più coerente con i singoli aspetti effettivamente considerati.

L'analisi comparativa è stata effettuata a partire da una base comune di dati: tutte le alternative poste a confronto sono state innanzitutto valutate in riferimento alle portate, agli abitanti equivalenti trattati e ai costi specifici adottati nel progetto preliminare. Inoltre, per assicurare la significatività del confronto, per tutte le soluzioni sono state considerate le infrastrutture necessarie per servire il medesimo bacino di utenza (584.213 AE nelle condizioni estive), che corrisponde alla somma dei carichi generati in tutti i comuni dell'area oggetto di studio. Questo si è reso necessario perché, come precisato più avanti (capitolo 3), in alcune soluzioni si è prevista una centralizzazione più spinta del servizio di depurazione, mentre altri scenari prevedono, accanto ai depuratori intercomunali a servizio dei comuni gardesani, sistemi depurativi a servizio di piccoli agglomerati.

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 (da aprile a settembre), 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); la stima dei costi di investimento e gestione è stata invece effettuata 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 fornite da Regione Lombardia. 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 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 DEPURTORI

Ogni soluzione progettuale deve essere valutata in riferimento al rendimento di abbattimento previsto almeno per i principali inquinanti (COD, BOD<sub>5</sub>, N, P e SS). Questo criterio risulta di particolare interesse non solo nel caso di tecnologie differenti adottate nelle varie 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 diversi scenari progettuali sono caratterizzati dal medesimo carico influente (corrispondente, in estate, a 584.213 AE), generato nell'intera area di studio che include alcuni comuni posti a Sud del Garda, 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 AGRICOLO

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 alla quantità di portata media annua interessata dal riuso rispetto a quella totale "prodotta" dal processo depurativo.

Anche questo aspetto è stato valutato considerando l'intero bacino potenzialmente servito dal nuovo sistema di collettamento e depurazione e con riferimento esclusivamente 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 corpo idrico superficiale (corso d'acqua o lago), 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 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 la variazione qualitativa del corpo idrico, la valutazione si basa, in accordo con le linee guida regionali, sulla variazione dell'indice LIM<sub>eco</sub> (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 le linee guida 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): ad esempio, nel caso di potenziamento del depuratore di Peschiera (Scenario 1), i comuni di Carpenedolo e Lonato non sarebbero collettati al nuovo sistema (si rimanda al capitolo 3 per la descrizione dettagliata delle alternative) e quindi l'adeguamento degli impianti a servizio di questi comuni dovrebbe essere finanziato nell'ambito degli interventi comunque pianificati nell'ATO; al contrario, se il depuratore del Garda fosse ubicato a Visano, gli stessi comuni verrebbero collettati al nuovo depuratore e quindi, in questa sede, i relativi costi sono stati inclusi nei costi complessivi del "progetto Garda".

### I1: 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.

### I2: NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIU' PICCOLO

Questo criterio, appositamente introdotto in questo studio, prevede il confronto tra le 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.

### I3: 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). Rispetto alle indicazioni regionali, nel presente studio non si è tenuto conto della voce “collegamento al ricettore” in quanto la sua realizzazione, se necessaria, e l’impegno gestionale vengono già considerati nella valutazione del sistema di collettamento che, appunto, oltre alle condotte di adduzione dei liquami ai depuratori, include gli eventuali canali 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 diverse alternative. Sono considerati preferibili gli scenari in cui viene minimizzata l’estensione (e la complessità) della rete fognaria.

Si precisa che con estensione della rete di collettamento si intende la lunghezza complessiva del sistema (nuovi collettori di progetto e collettori mantenuti come nello stato di fatto).

### 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 ad ogni alternativa, così da poter stilare una graduatoria finale degli 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 ogni scenario progettuale 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, costi specifici, informazioni generiche sugli scenari 1 e 4 (es. tracciato dei collettori, ubicazione impianti ecc.)	Progetto preliminare (“Nuovo sistema di collettamento e depurazione della sponda bresciana del lago”) di Garda Uno Spa (2013): elaborazioni, relazioni e allegati
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)
Dati relativi allo scenario progettuale 2 (portate, AE da trattare, costi, ecc.) e costi degli altri scenari proiettuali	<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” (a cura di C. Ciaponi e C. Collivignarelli; con la collaborazione di G. Bertanza, P. Boriani e M. Rancati. 2007)</p> <p>Verifica e aggiornamento dello “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” (a cura di C. Collivignarelli e A. Abbà. Luglio 2018)</p>
Caratteristiche del canale di scarico a Chiese del depuratore di Lonato (Scenario 2)	“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)
Costo del collettore nel tratto Lonato-Montichiari (Scenario 3); dati relativi agli scenari 5A e 5B (portate, AE da trattare, ecc.); dati di vario tipo (es. interferenze, potenzialità impianti esistenti ecc.)	Acque Bresciane srl (contatti diretti)
Caratteristiche richieste al manufatto di scarico del depuratore di Peschiera nel fiume Mincio a monte dello sbarramento di Salionze	“Studio teorico e sperimentale della diffusione nel fiume Mincio del getto uscente dal nuovo scarico del depuratore di Peschiera del Garda” (a cura di L. Natale, Università degli Studi di Pavia, Novembre 2013)
Vincoli di tutela a carico delle aree interessate dal passaggio del collettore fognario, compatibilità urbanistica dell’area destinata all’ubicazione nel nuovo depuratore	Piani di Governo del Territorio (PGT) dei comuni interessati dal nuovo sistema di collettamento e depurazione
Valori di portata fiume Mincio	Consorzio del Mincio: Ente di Bonifica di II° grado e di utilizzazione idrica (contatti diretti)
Valori di portata fiume Chiese	Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado

Schema delle derivazioni/restituzioni fiume Mincio	Studio "Valutazione dell'impatto ambientale delle alternative di recapito dello scarico del depuratore di Peschiera del Garda" (a cura di C. Collivignarelli, S. Papiri, G. Bertanza, P. Boriani, S. Zaniboni, G. Vercesi. Ottobre 2010)
Dati di qualità fiume Mincio e fiume Chiese	ARPA Lombardia (contatti diretti)
Dati di qualità fiume Mincio	ARPA Veneto ( <a href="http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera/corsi-dacqua">http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera/corsi-dacqua</a> )
Stato e obiettivi di qualità dei fiumi Chiese e Mincio	PTUA Regione Lombardia ( <a href="http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-energia-e-sviluppo-sostenibile/piano-acque">http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-energia-e-sviluppo-sostenibile/piano-acque</a> )
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*

### 3. DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE

In questo capitolo vengono descritte le sei alternative analizzate nel presente studio. Per ogni scenario progettuale, 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: oltre al/i nuovo/i depuratore/i del Garda, infatti, a seconda dell'alternativa progettuale, dovranno essere mantenuti/potenziati alcuni impianti esistenti nel bacino interessato dal nuovo sistema di collettamento e depurazione; per uniformità, anche per i piccoli impianti, gli sviluppi e le esigenze futuri sono valutati in base agli abitanti equivalenti previsti nel progetto preliminare di Garda Uno. Le previsioni di ampliamento degli impianti oggi in esercizio sono state fatte, cioè, in modo tale da assicurare congruenza, in termini di carico da trattare, con il progetto preliminare: non è stata quindi verificata la congruenza tra i dati utilizzati e le previsioni del Piano d'Ambito. Eventuali modeste discrepanze sono tuttavia assolutamente ininfluenti sui risultati finali di questo studio;
- 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;
- ricettore/i finale/i.

In Tabella 3 si riporta un riepilogo dei dati adottati nel progetto preliminare di Garda Uno SpA (2013) in relazione al carico generato al 2030 (abitanti equivalenti) dai comuni del bacino servito dal nuovo sistema di collettamento e depurazione. In realtà, 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. Ad esempio, nello Scenario 4, il comune di Carpenedolo (oggi servito da due depuratori) verrebbe collettato al nuovo depuratore di Visano (risultando quindi inglobato nel nuovo sistema di collettamento e depurazione centralizzato del Garda con dismissione dei due impianti esistenti); negli altri scenari progettuali, invece, gli attuali depuratori verrebbero mantenuti, adeguandone la potenzialità alle esigenze di carico future.

Come già evidenziato, al fine di rendere omogenea la comparazione tra le 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, in certi scenari, solo un sottoinsieme dei comuni elencati.

	<b>CARICO GENERATO [AE]</b>	
	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>
<b>SPONDA BRESCIANA DEL LAGO</b>	<b>172.821</b>	<b>71.412</b>
<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	483
<b>DESENZANO+SIRMIONE</b>	<b>79.925</b>	<b>48.123</b>
<i>Desenzano</i>	47.963	35.785
<i>Sirmione</i>	31.962	12.338
<b>LONATO DEL GARDA</b>	<b>22.253</b>	<b>21.210</b>
<b>CARPENEDOLO</b>	<b>19.664</b>	<b>18.753</b>
<b>VISANO</b>	<b>2.803</b>	<b>2.679</b>
<b>REMEDELLO</b>	<b>4.570</b>	<b>4.401</b>
<b>ACQUAFREDDA</b>	<b>2.177</b>	<b>2.159</b>
<b>MONTICHIARI</b>	<b>40.000</b>	<b>36.083</b>
<b>SPONDA VERONESE DEL LAGO</b>	<b>240.000</b>	<b>120.000</b>
<i>Da Malcesine a Peschiera</i>	220.380	102.680
<i>Valeggio sul Mincio</i>	19.620	17.320
<b>TOTALE</b>	<b>584.213</b>	<b>324.820</b>

Tabella 3: Carico generato al 2030 (abitanti equivalenti, AE) dai comuni del bacino oggetto di studio (fonti: progetto preliminare 2013, Garda Uno; Ufficio d'Ambito di Brescia)

In Tabella 4 sono indicati i depuratori oggi in esercizio (e la relativa potenzialità autorizzata) nell'area in esame. Sono anche riportati gli incrementi di potenzialità richiesti per i piccoli impianti (Lonato, Carpenedolo e Visano-Acquafredda-Remedello), negli scenari che ne prevedono il mantenimento in esercizio, come verrà descritto nei paragrafi successivi che riportano i dettagli dei diversi scenari.

DEPURATORI ESISTENTI	POTENZIALITA' ATTUALE [AE]	CARICO DA TRATTARE IN FUTURO [AE]	INCREMENTO DI POTENZIALITÀ RICHISTO [AE]
<b>PESCHIERA DEL GARDA</b>	<b>330.000</b>	\	\
<i>Lonato del Garda (Campagna)</i>	<i>8.000</i>	\	\
<i>Lonato del Garda (Rassica)</i>	<i>4.000</i>	\	\
<i>Lonato del Garda (Centenaro)</i>	<i>800</i>	\	\
<b>“TOTALE” LONATO</b>	<b>12.800</b>	<b>22.253</b>	<b>9.453<sup>1</sup></b>
<i>Carpenedolo (Garibaldi)</i>	<i>13.000</i>	\	\
<i>Carpenedolo 2 (Tezze)</i>	<i>2.500</i>	\	\
<b>“TOTALE” CARPENEDOLO</b>	<b>15.500</b>	<b>19.664</b>	<b>4.164<sup>2</sup></b>
<b>VISANO-REMEDELLO-ACQUAFREDDA</b>	Infrastrutture non completate, Impianto non in funzione	<b>9.550</b>	<b>9.550<sup>3</sup></b>
<b>MONTICHIARI</b>	<b>40.000</b>	<b>40.000</b>	\
<sup>1</sup> incremento richiesto nello scenario 1 <sup>2</sup> incremento richiesto negli scenari 1, 2, 3, 5A e 5B <sup>3</sup> incremento richiesto negli scenari 1, 2, 3, 5A e 5B			

*Tabella 4: Stato di fatto: depuratori esistenti e relativa potenzialità autorizzata (fonte: Ufficio d'Ambito di Brescia). Incremento di potenzialità richiesto per i piccoli impianti esistenti, negli scenari che ne prevedono il mantenimento in esercizio*

Per quanto riguarda le portate da avviare a depurazione, si è fatto riferimento ai valori di apporto pro-capite estivo ed invernale (rispettivamente 263,4 e 217 L/AE/d) adottati nel progetto preliminare: in particolare sono stati adottati i valori riportati nel progetto di adeguamento dell'impianto di Visano (fonte: Allegato 1 del progetto preliminare). Gli apporti pro-capite, divisi per il coefficiente di afflusso in fognatura (0,8), forniscono le dotazioni idriche utilizzate in fase di progetto: circa 330 L/AE/d in estate e circa 270 L/AE/d in inverno. Tali valori derivano da stime relative sia ad agglomerati a forte vocazione turistica (paesi rivieraschi), e per questo caratterizzati da consumi maggiori nella stagione estiva (attività alberghiere, campeggi ecc.), sia da agglomerati (es. città di Lonato del Garda, Visano, Remedello ecc.) in cui gli apporti sono decisamente meno variabili durante l'anno.

Per il periodo di riferimento invernale, si è adottata la medesima dotazione idrica (270 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 complessivi; 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 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 Cunettone e da Cunettone a Lonato Lido) poiché negli scenari 5A e 5B il carico generato dai comuni rivieraschi verrebbe ripartito su due impianti: i comuni dell'alto lago (da Tignale a Salò - Cunettone) verrebbero collettati a Gavardo (5A) o Muscoline (5B) mentre quelli del basso lago (da Salò - Cunettone a Lonato - Lido) verrebbero collettati a Montichiari. Il carico generato nel comune di Manerba verrebbe in parte collettato a Gavardo/Muscoline (per circa il 12,4%, in estate: 3.126 AE) e in parte a Montichiari (22.167 AE).

COMUNI	ESTATE		INVERNO	
	AE	Qd [m <sup>3</sup> /d]	AE	Qd [m <sup>3</sup> /d]
<b>Da Tignale a Lonato (Lido) <sup>(1)</sup></b>	172.821	47.007	71.412	15.496
<i>Da Tignale a Salò (Cunettone)</i>	99.792	27.143	48.614	10.565
<i>Da Salò (Cunettone) a Lonato (Lido)</i>	73.029	19.864	22.798	4.931
<b>Lonato <sup>(2)</sup></b>	22.253	5.219	21.210	4.603
<b>Visano+Acquafredda+Remedello <sup>(2)</sup></b>	9.550	2.240	9.239	2.005
<b>Da Malcesine a Peschiera+Desenzano+Sirmione <sup>(1)</sup></b>	300.305	81.683	150.803	32.724
<b>Valeggio sul Mincio <sup>(2)</sup></b>	19.620	4.601	17.320	3.758
<b>Carpinedolo <sup>(2)</sup></b>	19.664	4.612	18.753	4.069
<b>Montichiari <sup>(2)</sup></b>	40.000	9.381	36.083	7.830
<b>TOTALE</b>	584.213	154.743	324.820	70.486

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

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

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

### 3.1. SCENARIO 1 (Pes)

In Figura 1 è rappresentato schematicamente, in giallo, il nuovo sistema di collettamento e depurazione del Garda (Progetto Garda) nello Scenario 1 (Pes). In rosso sono indicate le opere comunque pianificate nell'ATO ed in bianco quelle che rimarranno invariate rispetto allo stato di fatto.

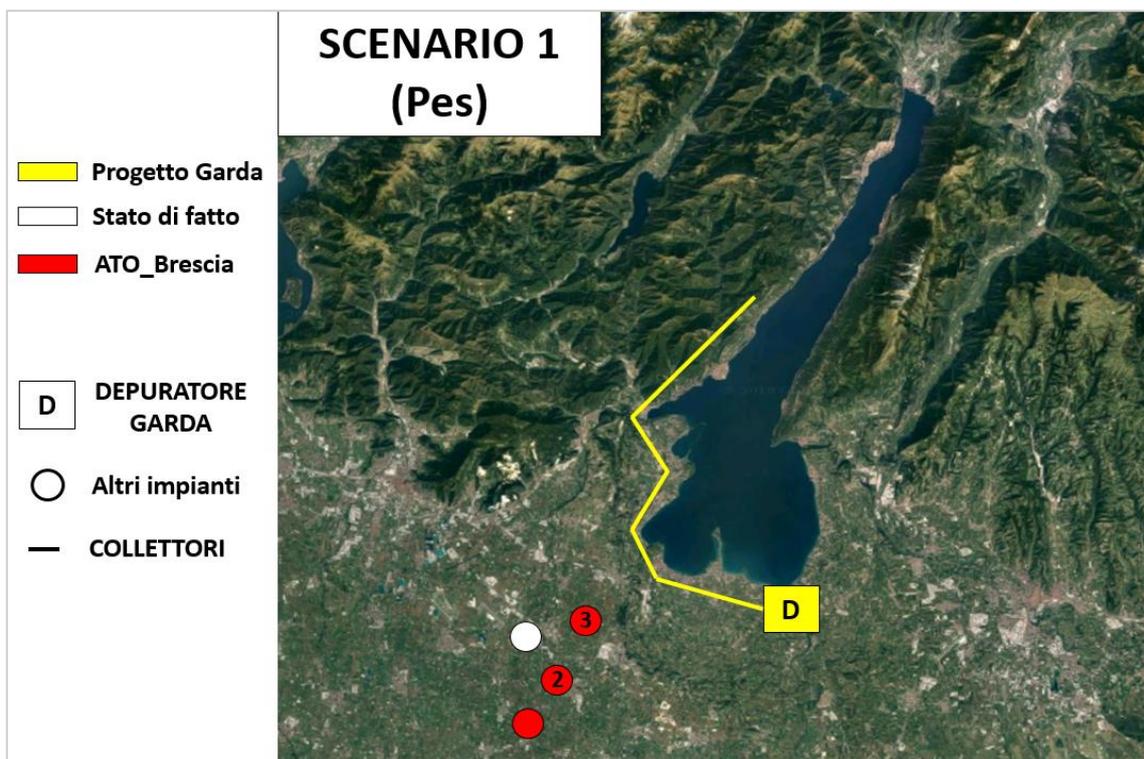


Figura 1: Scenario 1 (Pes): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La prima alternativa progettuale prevede l'adeguamento del sistema di collettamento ed il potenziamento del depuratore di Peschiera fino alla capacità depurativa complessiva di circa 495.000 AE (240.000 AE futuri per la sponda veronese e circa 255.000 AE futuri per la sponda bresciana, compresi Desenzano e Sirmione) adottando la tecnologia MBR esclusivamente per l'ampliamento; si prevede inoltre l'adeguamento dei sedimentatori finali esistenti dell'impianto di Peschiera, nonché lo spostamento del punto di scarico a monte dello sbarramento di Salionze (per le ragioni discusse più avanti).

Lo Scenario 1 è l'unico, fra quelli analizzati nel presente lavoro, in cui non è prevista la separazione del sistema di depurazione tra i comuni della sponda bresciana e quelli della sponda veronese del lago; viene quindi mantenuto, come recapito finale delle acque depurate, il fiume Mincio, come nella situazione attuale.

Per quanto riguarda la parte restante del bacino considerato nel presente studio, verrebbe mantenuto, come nello stato di fatto, l'impianto di Montichiari, mentre dovrebbero essere sottoposti ad interventi di potenziamento i depuratori di Lonato e Carpenedolo; è prevista infine la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano, al quale collettare i comuni limitrofi di Remedello e Acquafredda, i cui liquami non sono ad oggi depurati.

In Tabella 6 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 1, 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.

<b>DEPURAZIONE</b>	
Numero depuratori	8
Ubicazione e potenzialità nuovo depuratore	Peschiera (495.000 AE)
Tecnologia adottata nel nuovo depuratore	FA+FILTRAZIONE (330.000 AE); MBR (165.000 AE)
Ricettore finale nuovo depuratore	Mincio a monte dello sbarramento di Salionze
Impianti esistenti mantenuti e adeguati	Lonato (3), Carpenedolo (2), Visano, Montichiari
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	MBR (Montichiari); FA (altri)
Ricettori finali impianti esistenti	Chiese (Montichiari, Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Seriola di Lonato (Lonato)
<b>COLLETTAMENTO</b>	
Lunghezza nuovi collettori	71,5 km
Lunghezza complessiva	103,4 km
Numero stazioni di sollevamento	38

*Tabella 6: Elementi caratteristici dello Scenario 1*

<b>DEPURATORE</b>	<b>CARICO [AE]</b>		<b>PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m<sup>3</sup>/d]</b>	
	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>
Peschiera	492.746	239.535	133.292	51.979
Lonato	22.253	21.210	5.219	4.603
Carpenedolo	19.664	18.753	4.612	4.069
Visano	9.550	9.239	2.240	2.005
Montichiari	40.000	36.083	9.381	7.830
<b>TOTALE</b>	<b>584.213</b>	<b>324.820</b>	<b>154.743</b>	<b>70.486</b>

*Tabella 7: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 1*

### 3.2. SCENARIO 2 (Pes+Lon)

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

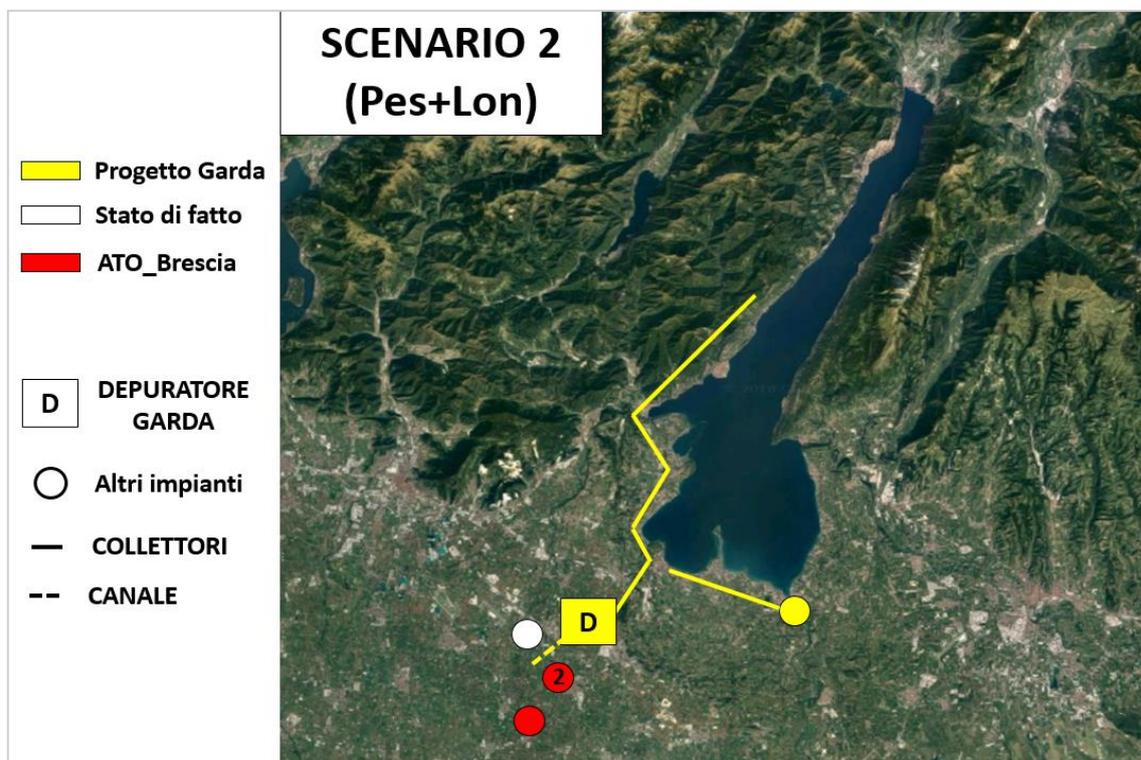


Figura 2: Scenario 2 (Pes+Lon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La seconda alternativa progettuale prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento e la realizzazione di un nuovo depuratore nel territorio comunale di Lonato del Garda, a servizio di tutti i comuni rivieraschi (sponda bresciana), oltre che del comune di Lonato. I comuni del basso lago (Desenzano e Sirmione) e tutta la sponda veronese del lago (più Valeggio sul Mincio) rimarrebbero invece serviti, come oggi, dal depuratore di Peschiera.

Per quanto riguarda la parte restante del bacino, sono previsti interventi di potenziamento per i depuratori di Carpenedolo, la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano e l'adeguamento dei sedimentatori finali dell'impianto di Peschiera; il depuratore di Montichiari verrebbe invece mantenuto come nello stato di fatto.

Lo scarico del nuovo depuratore di Lonato è previsto nel fiume Chiese, mediante la realizzazione di apposito collegamento. E' invero già presente una rete di canali irrigui che potrebbe veicolare il liquame effluente dall'impianto. Secondo quanto riferito dai responsabili del Consorzio del Chiese,

questi canali dovrebbero essere presumibilmente adeguati per ricevere le acque reflue anche in tempo di pioggia. Cautelativamente, tuttavia, nelle valutazioni che seguono, si è preferito considerare di realizzare un collegamento di scarico ex-novo.

In Tabella 8 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 2, 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.

<b>DEPURAZIONE</b>	
Numero depuratori	6
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	Peschiera, Carpenedolo (2), Visano, Montichiari
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	MBR (Montichiari); FA (altri)
Ricettori finali impianti esistenti	Chiese (Montichiari, Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Mincio (Peschiera)
<b>COLLETTAMENTO</b>	
Lunghezza nuovi collettori	70,1* km
Lunghezza complessiva	115,6* km
Numero stazioni di sollevamento	37

\*è stato incluso anche il canale di scarico nel Chiese (9,2 km)

*Tabella 8: Principali caratteristiche dello Scenario 2*

<b>DEPURATORE</b>	<b>CARICO [AE]</b>		<b>PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m<sup>3</sup>/d]</b>	
	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>
Peschiera	319.925	168.123	86.284	36.483
Lonato	195.074	92.622	52.226	20.099
Carpenedolo	19.664	18.753	4.612	4.069
Visano	9.550	9.239	2.240	2.005
Montichiari	40.000	36.083	9.381	7.830
<b>TOTALE</b>	<b>584.213</b>	<b>324.820</b>	<b>154.743</b>	<b>70.486</b>

*Tabella 9: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 2*

### 3.3. SCENARIO 3 (Pes+Mon)

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

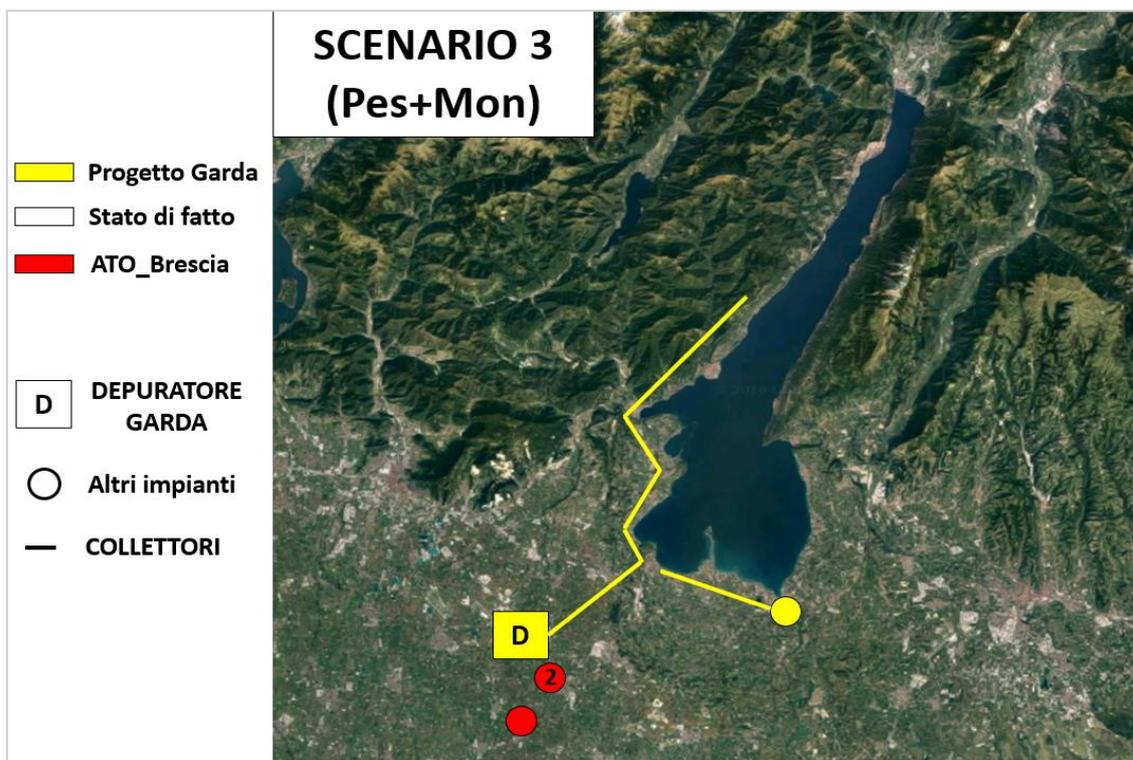


Figura 3: Scenario 3 (Pes+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La terza alternativa progettuale prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, compresa la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Montichiari. E' previsto il potenziamento dell'esistente impianto di depurazione di Montichiari fino alla potenzialità di 240.000 AE, da porre a servizio di tutti i comuni rivieraschi (sponda bresciana), più il comune di Lonato. 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, sono previsti interventi di potenziamento per i depuratori di Carpenedolo e la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano.

In Tabella 10 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 3, mentre in Tabella 11 sono mostrati i carichi e le portate in tempo asciutto che dovrebbero essere trattati dai diversi depuratori nei periodi estivo ed invernale.

<b>DEPURAZIONE</b>	
Numero depuratori	5
Ubicazione e potenzialità nuovo depuratore	Montichiari (240.000 AE)
Tecnologia adottata nel nuovo depuratore	MBR
Ricettore finale nuovo depuratore	Chiese (Montichiari)
Impianti esistenti mantenuti e adeguati	Peschiera, Carpenedolo (2), Visano
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	FA
Ricettori finali impianti esistenti	Chiese (Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Mincio (Peschiera)
<b>COLLETTAMENTO</b>	
Lunghezza nuovi collettori	68,1 km
Lunghezza complessiva	113,6 km
Numero stazioni di sollevamento	37

*Tabella 10: Elementi caratteristici dello Scenario 3*

<b>DEPURATORE</b>	<b>CARICO [AE]</b>		<b>PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m<sup>3</sup>/d]</b>	
	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>
Peschiera	319.925	168.123	86.284	36.483
Carpenedolo	19.664	18.753	4.612	4.069
Visano	9.550	9.239	2.240	2.005
Montichiari	235.074	128.705	61.607	27.929
<b>TOTALE</b>	<b>584.213</b>	<b>324.820</b>	<b>154.743</b>	<b>70.486</b>

*Tabella 11: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 3*

### 3.4. SCENARIO 4 (Pes+Vis)

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

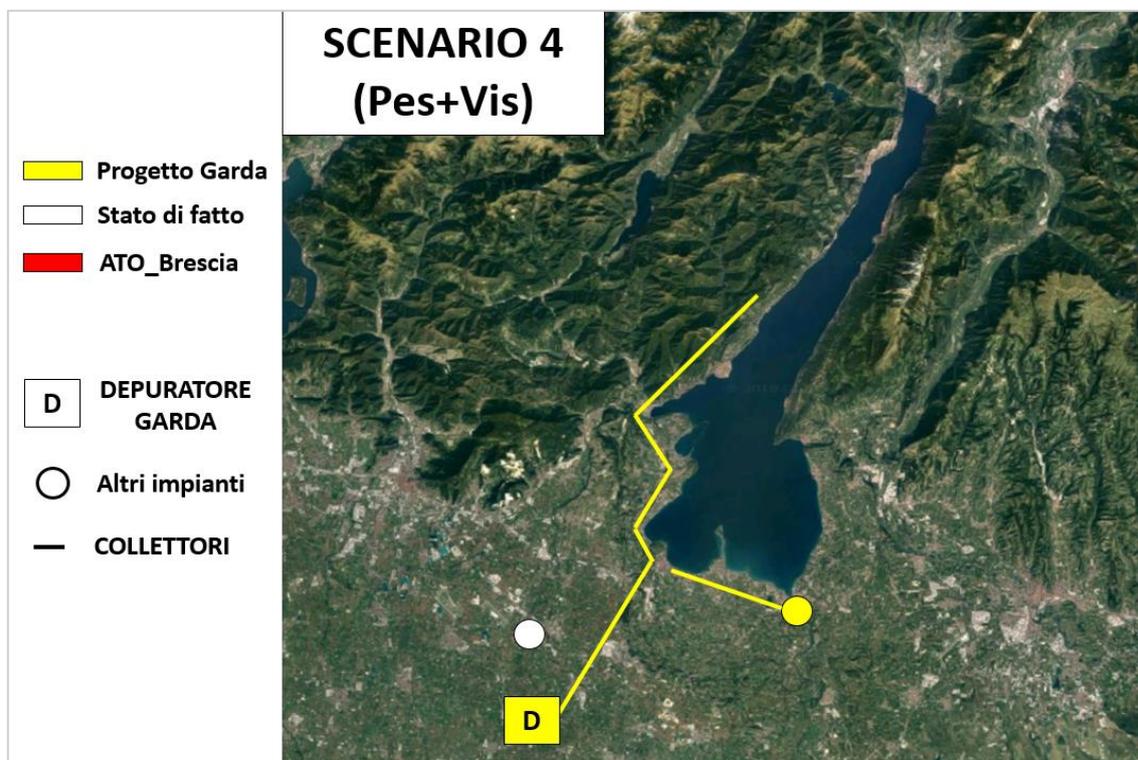


Figura 4: Scenario 4 (Pes+Vis): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La quarta alternativa progettuale prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento e la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Visano. E' previsto il potenziamento dell'esistente impianto di depurazione di Visano (oggi in disuso) fino alla potenzialità di 225.000 AE, da porre a servizio di tutti i comuni rivieraschi (sponda bresciana) e dei comuni di Lonato, Carpenedolo, Acquafredda, Visano e Remedello. I comuni del basso lago (Desenzano e Sirmione) e tutta la sponda veronese del lago (più Valeggio sul Mincio) sarebbero invece serviti dal depuratore di Peschiera per il quale è previsto, come negli altri scenari, un adeguamento dei sedimentatori finali. Il depuratore di Montichiari verrebbe mantenuto nelle condizioni attuali.

Lo scarico del nuovo depuratore di Visano è previsto nel fiume Chiese. L'impianto verrebbe realizzato, in parte, mediante sistema MBR (125.000 AE) e, in parte, tramite sistema a fanghi attivi più filtrazione finale (100.000 AE).

In Tabella 12 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 4, mentre in Tabella 13 sono mostrati i carichi e le portate in tempo asciutto che dovrebbero essere trattati dai diversi depuratori nei periodi estivo ed invernale.

<b>DEPURAZIONE</b>	
Numero depuratori	3
Ubicazione e potenzialità nuovo depuratore	Visano (225.000 AE)
Tecnologia adottata nel nuovo depuratore	FA+FILTRAZIONE (100.000 AE); MBR (125.000 AE)
Ricettore finale nuovo depuratore	Chiese (Visano)
Impianti esistenti mantenuti e adeguati	Peschiera, Montichiari
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	MBR (Montichiari); FA (Peschiera)
Ricettori finali impianti esistenti	Chiese (Montichiari); Mincio (Peschiera)
<b>COLLETTAMENTO</b>	
Lunghezza nuovi collettori	81,7 km
Lunghezza complessiva	127,6 km
Numero di stazioni di sollevamento	39

*Tabella 12: Elementi caratteristici dello Scenario 4*

<b>DEPURATORE</b>	<b>CARICO [AE]</b>		<b>PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m<sup>3</sup>/d]</b>	
	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>
Peschiera	319.925	168.123	86.284	36.483
Visano	224.288	120.614	59.077	26.173
Montichiari	40.000	36.083	9.381	7.830
<b>TOTALE</b>	<b>584.213</b>	<b>324.820</b>	<b>154.743</b>	<b>70.486</b>

*Tabella 13: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 4*

### 3.5. SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)

In Figura 5 è rappresentato schematicamente il sistema di collettamento e depurazione nello Scenario 5A (Pes+Gav+Mon).

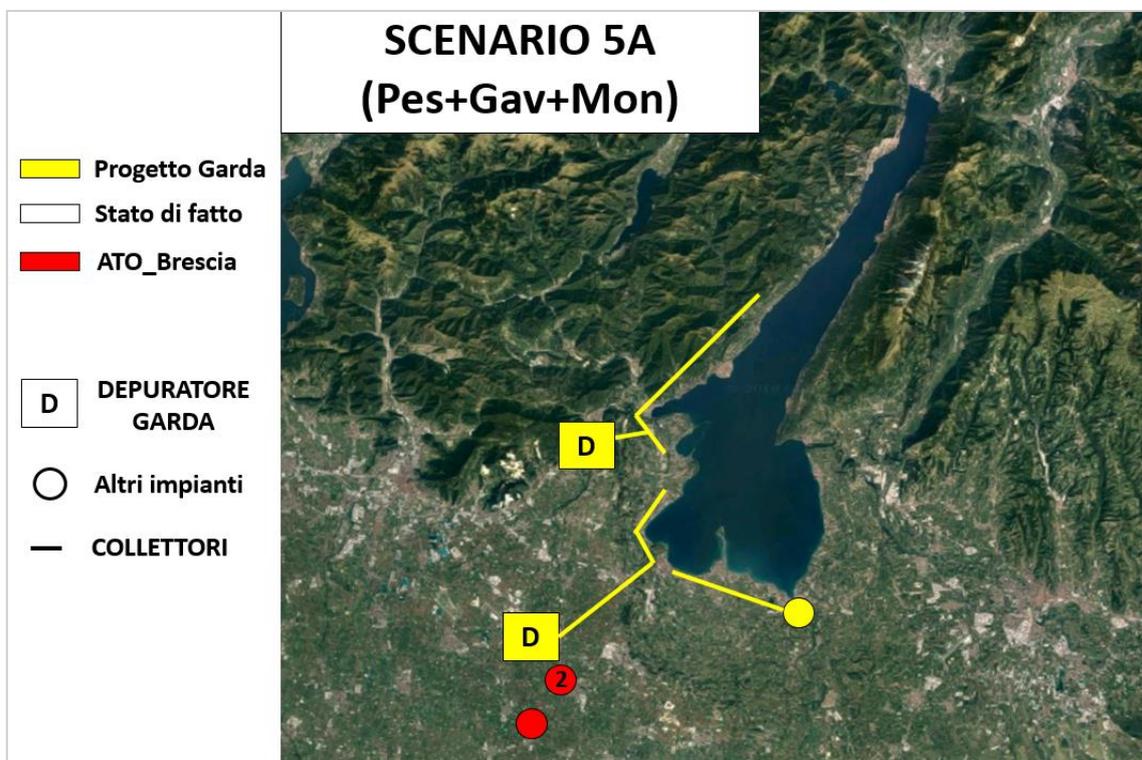


Figura 5: Scenario 5A (Pes+Gav+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La quinta alternativa progettuale prevede, oltre all'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, la costruzione di un nuovo impianto di depurazione nel comune di Gavardo (mediante tecnologia MBR) a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto lago (da Tignale fino a Manerba), con relativo sistema di pompaggio e collettore di adduzione dei liquami, la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Montichiari e 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).

Sono inoltre previsti interventi di potenziamento per i depuratori di Carpenedolo, la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano e l'adeguamento dei sedimentatori finali dell'impianto di Peschiera.

Si prevede che gli scarichi dei depuratori di Gavardo e Montichiari siano entrambi recapitati nel fiume Chiese, con quello del depuratore di Gavardo a monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano.

E' opportuno precisare che l'attuale impianto di depurazione di Gavardo non verrebbe interessato dagli interventi oggetto di questo studio, continuando viceversa a lavorare nelle condizioni previste dal Piano d'Ambito.

In Tabella 14 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 5A, mentre in Tabella 15 sono mostrati i carichi e le portate in tempo asciutto che dovrebbero essere trattati dai diversi depuratori nei periodi estivo ed invernale.

<b>DEPURAZIONE</b>	
Numero depuratori	6
Ubicazione e potenzialità nuovi depuratori	Gavardo (100.000 AE); Montichiari (140.000 AE)
Tecnologia adottata nei nuovi depuratori	MBR
Ricettore finale nuovi depuratori	Chiese (Gavardo a monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano e Montichiari)
Impianti esistenti mantenuti e adeguati	Peschiera, Carpenedolo (2), Visano
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	FA
Ricettori finali impianti esistenti	Chiese (Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Mincio (Peschiera)
<b>COLLETTAMENTO</b>	
Lunghezza nuovi collettori	68,8 km
Lunghezza complessiva	116,7 km
Numero di stazioni di sollevamento	41

Tabella 14: Elementi caratteristici dello Scenario 5A

DEPURATORE	CARICO [AE]		PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m <sup>3</sup> /d]	
	ESTATE	INVERNO	ESTATE	INVERNO
Peschiera	319.925	168.123	86.284	36.483
Carpenedolo	19.664	18.753	4.612	4.069
Visano	9.550	9.239	2.240	2.005
Montichiari	135.282	80.091	34.464	17.364
Gavardo	99.792	48.614	27.143	10.565
<b>TOTALE</b>	<b>584.213</b>	<b>324.820</b>	<b>154.743</b>	<b>70.486</b>

Tabella 15: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 5A

### 3.6. SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)

In Figura 6 è rappresentato schematicamente il sistema di collettamento e depurazione nello Scenario 5B (Pes+Mus+Mon).

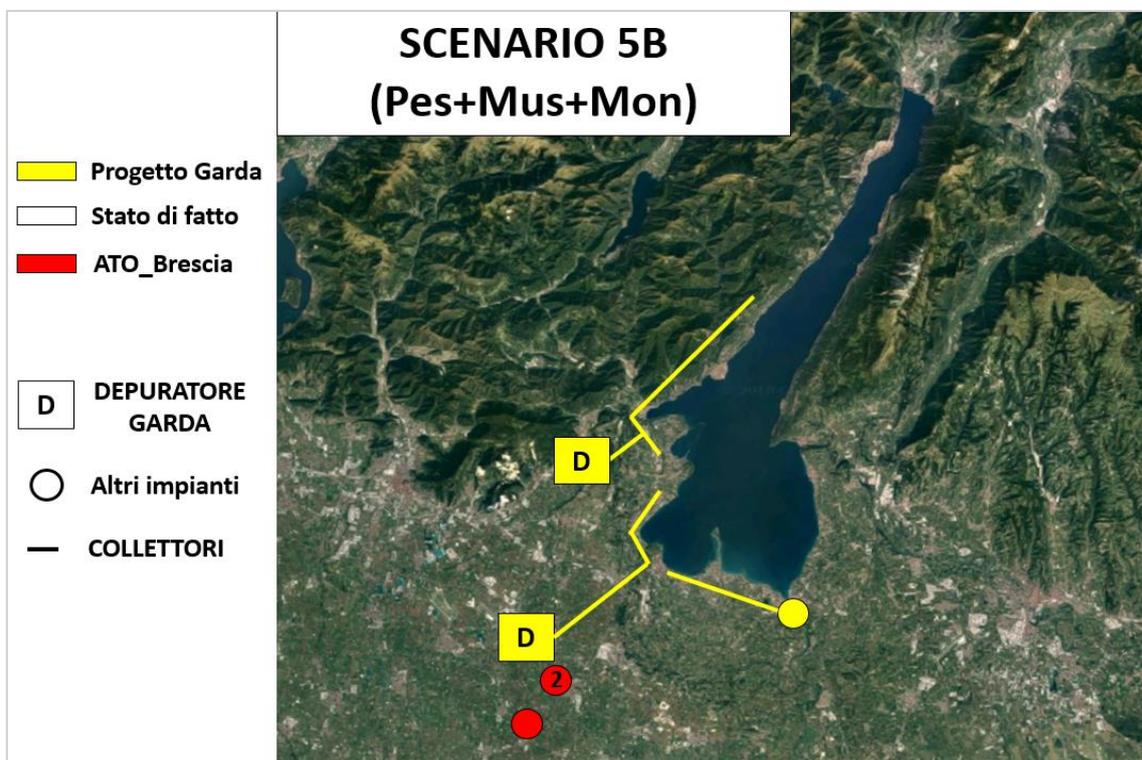


Figura 6: Scenario 5B (Pes+Mus+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La sesta alternativa progettuale prevede, oltre all'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, la costruzione di un nuovo impianto di depurazione nel comune di Muscoline (mediante tecnologia MBR) a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto lago (da Tignale fino a Manerba), con relativo sistema di pompaggio e collettore di adduzione dei liquami, la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Montichiari e 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).

Sono inoltre previsti interventi di potenziamento per i depuratori di Carpenedolo, la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano e l'adeguamento dei sedimentatori finali dell'impianto di Peschiera.

Si prevede che gli scarichi dei depuratori di Muscoline e Montichiari siano entrambi recapitati nel fiume Chiese. A differenza del depuratore di Gavardo nello Scenario 5A, il depuratore di Muscoline scaricherebbe a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano.

L'attuale piccolo depuratore di Muscoline potrebbe essere dismesso, con la realizzazione del depuratore centralizzato. Questo intervento non è però stato preso in considerazione in questo studio, essendo comunque ininfluente sulla valutazione finale.

In Tabella 16 sono riassunti gli elementi caratteristici dello Scenario 5B, mentre in Tabella 17 sono mostrati i carichi e le portate in tempo asciutto che dovrebbero essere trattati dai diversi depuratori nei periodi estivo ed invernale.

<b>DEPURAZIONE</b>	
Numero depuratori	6
Ubicazione e potenzialità nuovi depuratori	Muscoline (100.000 AE); Montichiari (140.000 AE)
Tecnologia adottata nei nuovi depuratori	MBR
Ricettore finale nuovi depuratori	Chiese (Muscoline e Montichiari)
Impianti esistenti mantenuti e adeguati	Peschiera, Carpenedolo (2), Visano
Tecnologia adottata negli impianti esistenti	FA
Ricettori finali impianti esistenti	Chiese (Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Mincio (Peschiera)
<b>COLLETTAMENTO</b>	
Lunghezza nuovi collettori	71,2 km
Lunghezza complessiva	119,1 km
Numero di stazioni di sollevamento	42

*Tabella 16: Elementi caratteristici dello Scenario 5B*

<b>DEPURATORE</b>	<b>CARICO [AE]</b>		<b>PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m<sup>3</sup>/d]</b>	
	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>	<b>ESTATE</b>	<b>INVERNO</b>
Peschiera	319.925	168.123	86.284	36.483
Carpenedolo	19.664	18.753	4.612	4.069
Visano	9.550	9.239	2.240	2.005
Montichiari	135.282	80.091	34.464	17.364
Muscoline	99.792	48.614	27.143	10.565
<b>TOTALE</b>	<b>584.213</b>	<b>324.820</b>	<b>154.743</b>	<b>70.486</b>

*Tabella 17: Carico e portata trattati in estate e inverno dai diversi depuratori previsti nello Scenario 5B*

#### 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 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 diversi scenari progettuali riferiti al medesimo bacino e quindi 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 18 e Tabella 19 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). In quest'ultimo caso, la versione attualmente in discussione del documento di revisione del R.R. 03/06 riporta i medesimi valori.

LIMITI ALLO SCARICO REGIONE VENETO [mg/L]		
PARAMETRO	POTENZIALITÀ IMPIANTO [AE]	
	≥10.000; <100.000	≥100.000
<b>BOD<sub>5</sub></b>	25	25
<b>COD</b>	125	125
<b>Solidi sospesi</b>	35	35
<b>Fosforo totale</b>	2	1
<b>Azoto totale</b>	15	10

*Tabella 18: 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]			
	≥2.000; <10.000	≥10.000; <50.000	≥50.000; <100.000	≥100.000
<b>BOD<sub>5</sub></b>	25	25	10	10
<b>COD</b>	125	125	60	60
<b>Solidi sospesi</b>	35	35	15	15
<b>Fosforo totale</b>	\	2	1	1
<b>Azoto totale</b>	\	15	15	10

Tabella 19: Limiti allo scarico regione Lombardia (Tabella 5, Allegato B, Regolamento Regionale n.3 del 24 Marzo 2006)

Le concentrazioni attese (benchmark) dei diversi inquinanti nell'effluente sono state desunte dalla letteratura tecnica<sup>4</sup>; esse variano in funzione della potenzialità dell'impianto (e quindi dei limiti imposti allo scarico) e delle tecnologia depurativa adottata (fanghi attivi, fanghi attivi+filtrazione, MBR).

In Tabella 20 sono riportate le concentrazioni considerate per BOD<sub>5</sub>, COD, SST e P<sub>tot</sub> nell'effluente dei depuratori, in funzione della potenzialità dell'impianto e della tipologia di trattamento.

CONCENTRAZIONI ATTESE IN USCITA [mg/L]						
PARAMETRO	POTENZIALITÀ [AE]					
	≥2.000; <10.000		≥10.000; <50.000		≥100.000	
	MBR	FA	MBR	FA	MBR	FA+FILTR.
<b>BOD<sub>5</sub></b>	\	15	4	15	4	8
<b>COD</b>	\	60	30	60	30	40
<b>SST</b>	\	20	1	20	1	10
<b>P<sub>tot</sub></b>	\	3,5	1,8	1,8	0,8	0,8

Tabella 20: Concentrazioni di BOD<sub>5</sub>, COD, SST e P<sub>tot</sub> attese nell'effluente dei depuratori (benchmark) in funzione della tipologia di trattamento

In Tabella 21 sono riportate le concentrazioni attese in uscita da un impianto con tecnologia a fanghi attivi, per le diverse forme azotate, in funzione del limite imposto allo scarico per l'azoto totale. 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.

<sup>4</sup> 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		
	nessun limite	N <sub>tot</sub> =15	N <sub>tot</sub> =10
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1 <sup>^</sup>	0,5	0,5
N <sub>organico</sub>	1	1	0,5
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	17	13	7
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,3	0,3	0,3

<sup>^</sup>impianti ad aerazione estesa

Tabella 21: Concentrazione delle diverse forme azotate attesa nell'effluente di un impianto a fanghi attivi, in funzione del limite allo scarico per l'azoto totale

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 vari 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 (indicativamente da metà aprile a metà settembre) e sette mesi per la stagione invernale (parte restante dell'anno). 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 nel 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 Visano nello scenario 4), il carico residuo è stato calcolato come media pesata dei carichi generati dalle diverse linee di trattamento.

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 Association<sup>5</sup>, e tiene conto dei carichi di BOD<sub>5</sub>, COD, SST, TKN, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>; 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 22.

PARAMETRO	PESO
BOD <sub>5</sub>	2
COD	1
SST	2
TKN	30
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	10
P	10

Tabella 22: 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 sono stati poi normalizzati ed espressi in percentuale rispetto all'EQI più elevato tra quelli determinati per i diversi scenari.

#### A2: REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO AGRICOLO

In tutti 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);

<sup>5</sup> 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.

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, in tutti gli 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. Se invece lo scarico del depuratore di Peschiera avvenisse a monte dello sbarramento di Salionze, circa il 95% della portata verrebbe riutilizzata a scopo irriguo (l'incremento rispetto allo scarico a valle è dovuto alle due grandi derivazioni in prossimità della diga, ovvero il canale Virgilio e la seriola Prevaldesca). Tali valori sono stati stimati mediante un bilancio di massa effettuato sul fiume Mincio dallo sbarramento di Salionze all'immissione nel fiume Po che tiene conto delle diverse derivazioni/restituzioni che caratterizzano l'asta fluviale: i dati di riferimento per effettuare il bilancio sono quelli riportati in "Valutazione dell'impatto ambientale delle alternative di recapito dello scarico del depuratore di Peschiera del Garda" (Collivignarelli et al., Ottobre 2010).

Per lo scenario 5A, che prevede lo scarico nel fiume Chiese a Gavardo (a monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano), il volume di acqua destinato a recupero, nella stagione irrigua, 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 meno la portata residua a valle dell'ultima (pari al DMV=3,6 m<sup>3</sup>/s). Risulta una percentuale di circa il 90%. Per il depuratore di Muscoline (Scenario 5B), che scarica a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano, la percentuale, calcolata in maniera analoga, si riduce all'85% circa.

Per stimare la percentuale di riutilizzo del refluo depurato nei diversi scenari progettuali si è calcolato innanzitutto il volume “prodotto”  $V_{prodotta}$  su base annua [m<sup>3</sup>/y], ipotizzando che per 5 mesi (indicativamente da metà aprile a metà settembre) 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:

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

Il volume annuo “prodotto” dall’intero bacino risulta pari a 38.541.416 m<sup>3</sup>. In Figura 7 è rappresentato il volume “prodotto” dai diversi depuratori nei quattro scenari (per semplificare la rappresentazione grafica, per i piccoli depuratori di Lonato e Carpenedolo si è considerato il dato cumulativo per comune).

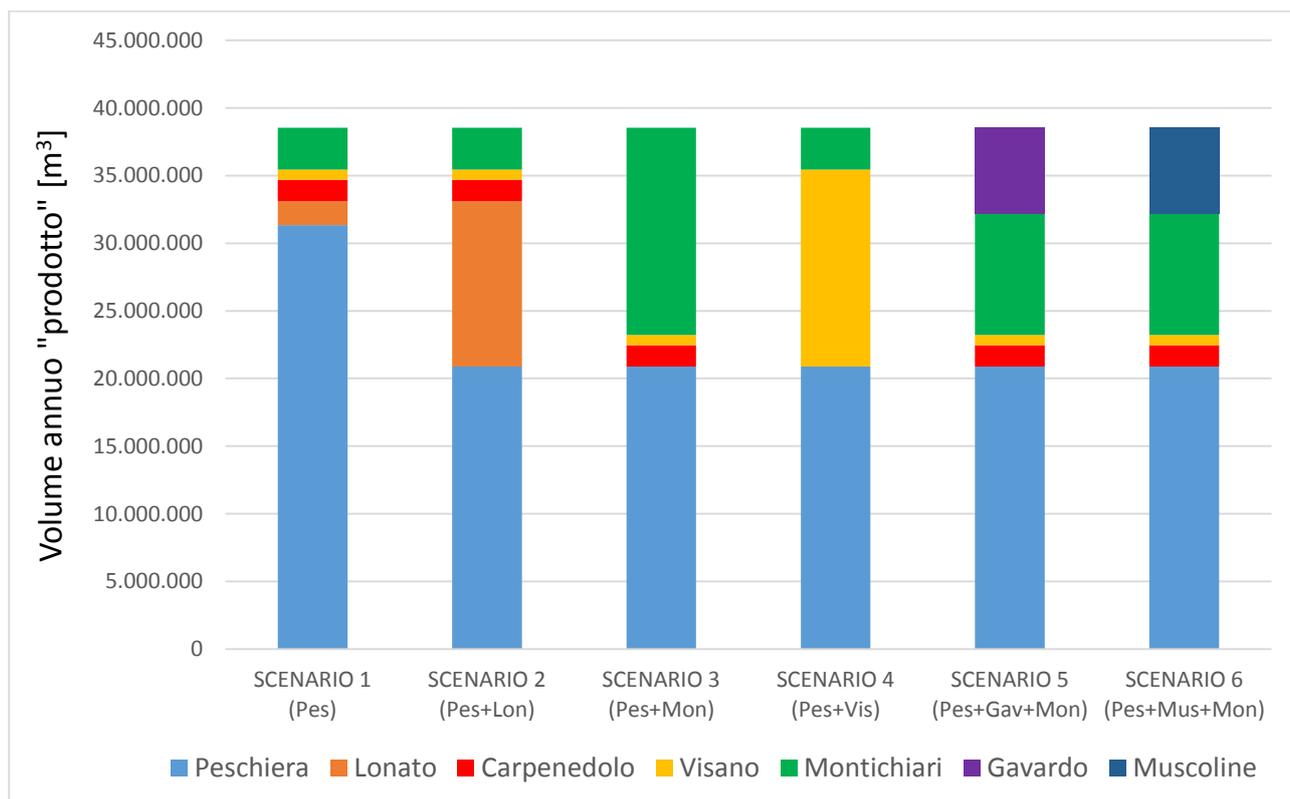


Figura 7: Volume annuo di acqua depurata “prodotto” dai diversi depuratori nei sei scenari (dati raggruppati per comune)

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 tutti gli scenari, per quanto detto in precedenza, la percentuale di riutilizzo sia pari al 62% nel caso lo scarico del depuratore avvenga a valle della diga di Salionze e pari al 95% nel caso lo scarico avvenga a monte;
- per i nuovi depuratori di Lonato (Scenario 2), Montichiari (Scenari 3, 5A e 5B) e Visano (Scenario 4), la percentuale di riuso (nei tre mesi) sia pari al 100%;
- per i nuovi depuratori di Gavardo (Scenario 5A) e Muscoline (Scenario 5B), la percentuale di riuso irriguo sia del 90% e dell'85%, rispettivamente;
- 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 e Lonato, il riuso sia pari al 100%, durante la stagione irrigua: oggi, infatti, lo scarico avviene in canali che fanno parte del reticolo irriguo.

### 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<sub>eco</sub> (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 23); il valore LIM<sub>eco</sub> 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<sub>eco</sub> del sito viene infine confrontato con i valori soglia riportati in Tabella 24, 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<sub>eco</sub> 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
	<b>Punteggio</b>	1	0,5	0,25	0,125	0
<b>PARAMETRO</b>	Soglie					
100-%sat. O <sub>2</sub>		< 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/L]		<0,03	≤0,06	≤0,12	≤0,24	>0,24
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/L]		<0,6	≤1,2	≤2,4	≤4,8	>4,8
Fosforo totale [µg/L]		<50	≤100	≤200	≤400	>400

Tabella 23: Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori per ottenere il punteggio LIM<sub>eco</sub> (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

STATO	LIM <sub>eco</sub>
Elevato	≥0,66
Buono	≥0,50
Sufficiente	≥0,33
Scarso	≥0,17
Cattivo	<0,17

Tabella 24: Classificazione di qualità secondo i valori di LIM<sub>eco</sub> (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

E' importante precisare che lo stato ecologico di un corso d'acqua, in generale, non viene definito solamente in funzione del LIM<sub>eco</sub> (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<sub>eco</sub>, in accordo con quanto riportato nel Regolamento di Regione Lombardia di prossima emanazione, 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<sub>eco</sub> del corpo idrico è stata effettuata 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<sub>eco</sub> 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<sub>MIN</sub> del corso d'acqua necessaria per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità prefissato:

- 1) Assunzione di un valore Q\*<sub>MIN</sub> di primo tentativo.
- 2) Calcolo del carico inquinante convogliato dal corso d'acqua (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>tot</sub>) 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-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>tot</sub>) 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 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-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>tot</sub>) veicolato dal corso d'acqua (nelle condizioni di Q\*<sub>MIN</sub>) a valle dello scarico del depuratore:*

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

5) *Calcolo della concentrazione degli inquinanti (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>tot</sub>) nel corso d'acqua:*

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

6) *Calcolo del LIM<sub>eco</sub> nelle condizioni di portata Q\*<sub>MIN</sub>.*

7) *Confronto del LIM<sub>eco</sub> nelle condizioni di portata Q\*<sub>MIN</sub> 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\*<sub>MIN</sub> (=Q<sub>MIN</sub>) che non determina il passaggio alla classe di qualità inferiore rispetto all'obiettivo.

Una volta determinata la portata Q<sub>MIN</sub>, si è calcolato il rapporto fra la portata media del corso d'acqua Q<sub>FIUME</sub> e la portata Q<sub>MIN</sub>; 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<sub>eco</sub> 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<sub>eco</sub>) 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, sia nelle stazioni di monitoraggio di Peschiera, Montichiari e Gavardo (Tabella 27, Tabella 28 e Tabella 29 commentate più avanti) sia nelle sezioni più a valle lungo le aste fluviali è mediamente molto buona. Ad esempio, a Valeggio sul Mincio, pochi chilometri a valle dell'attuale scarico del depuratore di Peschiera, il livello di ossigenazione del fiume è ottimo (|100-% sat. O<sub>2</sub>| mediamente pari a 6,8 sui campionamenti effettuati tra il 2010 ed il 2014<sup>6</sup>); a Canneto sull'Oglio (stazione di monitoraggio sul Chiese successiva a quella di Montichiari) mediamente, tra il 2011 ed

---

<sup>6</sup> Fonte: ARPA Veneto (<http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera/corsi-dacqua>)

il 2017 (41 misurazioni), il valore assoluto della percentuale di saturazione dell'ossigeno è risultato pari a 9,1<sup>7</sup> (valore ottimale in termini di LIM<sub>eco</sub>).

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 25 e Tabella 26 sono mostrati i livelli di qualità attuale (stato ecologico e chimico) e gli obiettivi di qualità, rispettivamente, del fiume Chiese e Mincio 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)

*Tabella 25: Stato ecologico e stato chimico del fiume Chiese: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)*

SEZIONE DI MONITORAGGIO	STATO DI FATTO		OBIETTIVO DI QUALITÀ	
	ECOLOGICO	CHIMICO	ECOLOGICO	CHIMICO
Peschiera del Garda	SCARSO	BUONO	BUONO (al 2027)	Mantenimento stato BUONO
Marmirolo	SCARSO	BUONO	BUONO (al 2027)	Mantenimento stato BUONO
Goito	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO (al 2021)	Mantenimento stato BUONO
Mantova	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO (al 2021)	Mantenimento stato BUONO
Roncoferraro	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO (al 2021)	Mantenimento stato BUONO

*Tabella 26: Stato ecologico e stato chimico del fiume Mincio: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)*

<sup>7</sup> Fonte: ARPA Lombardia

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<sub>eco</sub> in diverse sezioni dei fiumi Chiese (Figura 8) e Mincio (Figura 9) tra il 2012 ed il 2016 (dati ARPA). Si osserva, in generale, una diminuzione dei valori assunti dall'indicatore andando dalle sezioni di monte verso quelle di valle: ciò è probabilmente dovuto ad immissioni puntuali o diffuse, lungo l'asta fluviale, che tendono a peggiorare gradualmente le caratteristiche qualitative dei corsi d'acqua.

Le sezioni di interesse per la stima degli effetti ambientali dei nuovi scarichi sono quelle di Gavardo e Montichiari, per il fiume Chiese (scenari 2, 3, 5A e 5B), e di Peschiera, per il fiume Mincio (scenario 1). A Gavardo il LIM<sub>eco</sub> risulta sempre elevato, mentre a Montichiari risulta mediamente buono; l'obiettivo corrisponde al mantenimento delle rispettive classi di qualità. A Peschiera (sezione rappresentativa della qualità delle acque in uscita dal lago di Garda) il LIM<sub>eco</sub> è sempre elevato, e l'obiettivo consiste nel mantenimento di questo stato. A Visano (ubicazione dello scarico nello scenario 4) non è presente una stazione di monitoraggio ARPA: si è ipotizzato che lo stato di qualità in questa sezione sia buono; ciò è giustificabile ad esempio osservando i valori del LIM<sub>eco</sub> a monte (Montichiari) e a valle (Canneto sull'Oglio) di Visano; di conseguenza, anche per Visano, si è assunto come obiettivo il mantenimento dello stato buono (che, peraltro, è il livello minimo da garantire, in prospettiva).

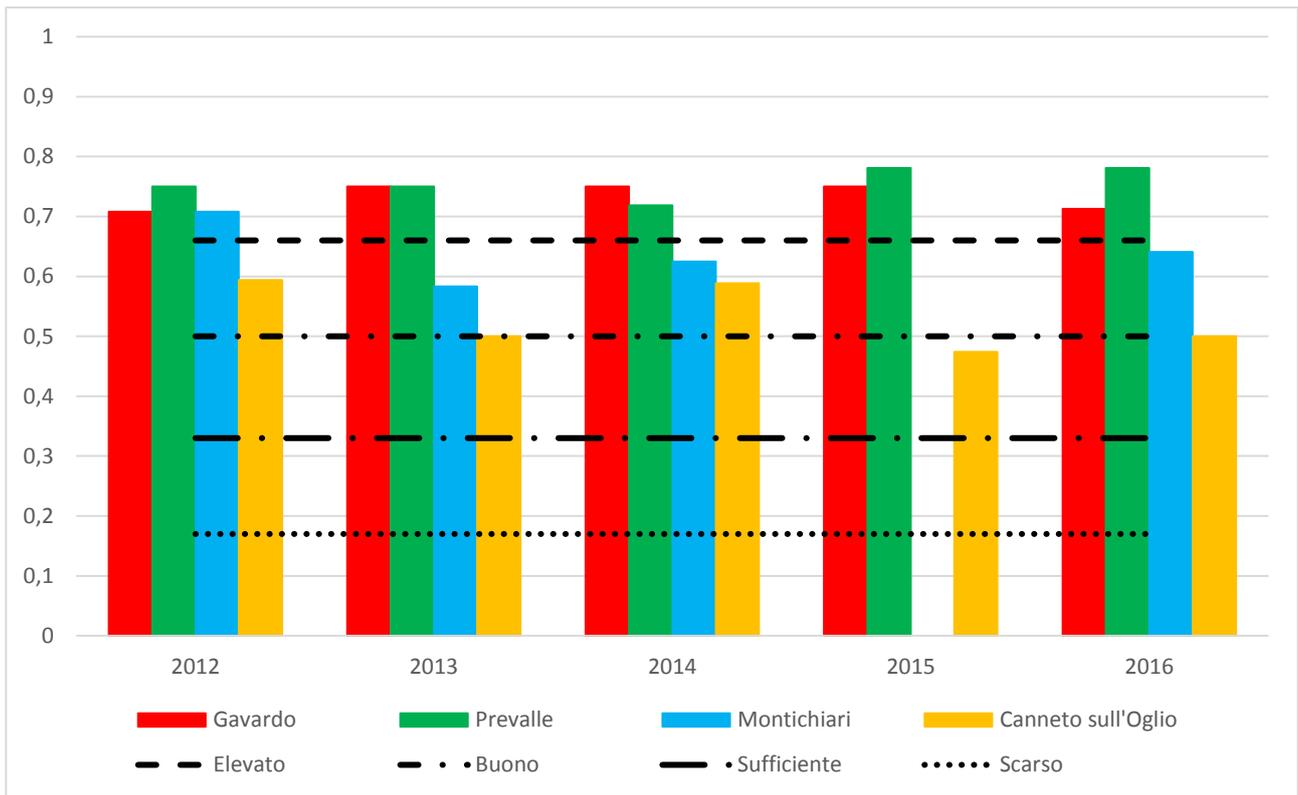


Figura 8: Valori del LIM<sub>eco</sub> del fiume Chiese nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Gavardo, Prevalle, Montichiari e Canneto sull'Oglio (dati ARPA Lombardia)

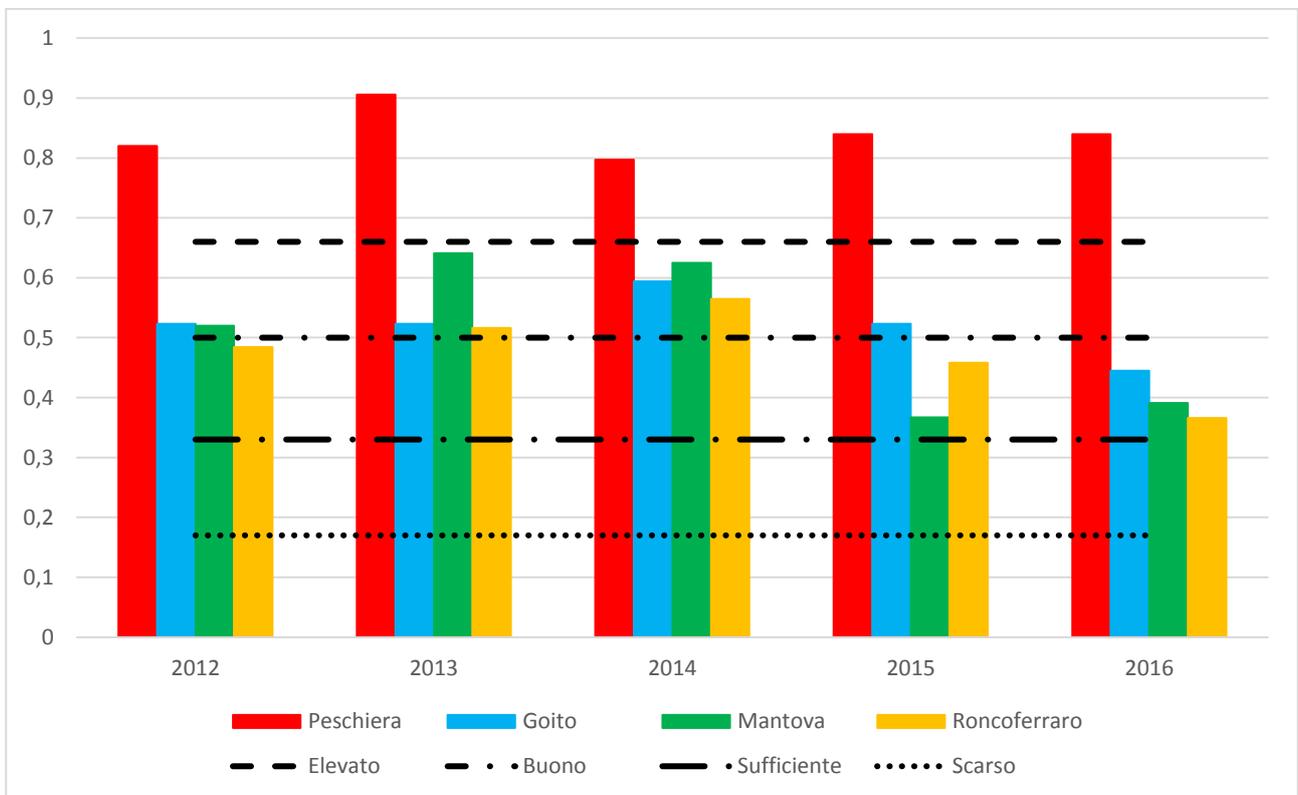


Figura 9: Valori del LIM<sub>eco</sub> del fiume Mincio nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Peschiera, Goito, Mantova e Roncoferraro (dati ARPA Lombardia)

Si precisa che nello Scenario 2 (Pes+Lon), il carico effluente residuo è stato calcolato come somma dei carichi del nuovo depuratore di Lonato e di quello esistente di Montichiari; nello Scenario 4 (Pes+Vis), analogamente, il carico effluente residuo è stato ottenuto dalla somma dei carichi del nuovo depuratore di Visano e di quello esistente di Montichiari (assunzione conservativa, perché equivale ad ipotizzare che il carico residuo complessivo sia localizzato in un solo punto ovvero che il carico inquinante scaricato a Montichiari sia convogliato fino a Visano senza essere soggetto a fenomeni di autodepurazione). Analogamente, negli scenari 5A e 5B, è stato considerato anche il carico dell'esistente depuratore di Gavardo, nella sua configurazione futura (che prevede una capacità di 36.000 AE) e la verifica della qualità del corso d'acqua è stata effettuata a valle della immissione di quest'ultimo. Si precisa che il nuovo depuratore nello Scenario 5A recapiterebbe l'effluente a monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano, dove la portata del fiume è maggiore, mentre, nello Scenario 5B, il depuratore di Muscoline scaricherebbe a valle della medesima derivazione.

Per quanto riguarda i valori di riferimento dei macrodescrittori dei corpi ricettori, in Tabella 27, Tabella 28 e Tabella 29 sono riportati i dati di qualità rilevati da ARPA, negli ultimi anni, rispettivamente sul fiume Mincio (fonte: APRA Veneto) e sul Chiese a Montichiari e Gavardo (fonte: ARPA Lombardia, dipartimento di Brescia): per il Mincio sono stati utilizzati i dati di qualità relativi al periodo 2010-2016 (valori medi annui) misurati nella stazione di monitoraggio di Peschiera del Garda (codice sito: 83), ubicata in prossimità del ponte dell'autostrada A4, a monte dell'attuale scarico del depuratore di Peschiera; per il fiume Chiese, invece, sono stati utilizzati i dati di qualità del periodo 2011-2016 (misurazioni istantanee) relativi alle stazioni di monitoraggio di Gavardo e Montichiari.

Va sottolineato che, per il fiume Mincio, sono stati utilizzati i dati medi annui, e non le misurazioni istantanee, poiché i valori dei macrodescrittori a Peschiera sono molto stabili durante l'anno, in quanto le acque fluenti nella sezioni di monitoraggio sono quelle in uscita dal lago di Garda.

Si precisa infine che, anche per lo Scenario 4, non essendo effettuate misurazioni da parte di ARPA presso la sezione di Visano, sono stati adottati come valori di riferimento dei macrodescrittori quelli relativi alla stazione di monitoraggio di Montichiari. Si è ipotizzato inoltre che la portata del Chiese a Visano sia pari a quella misurata a Montichiari. Si tratta di ipotesi conservativa, in quanto, grazie ai fenomeni di interscambio tra la falda e l'alveo, la portata alla sezione di Visano può risultare più elevata, come riferito dai responsabili del Consorzio del fiume Chiese.

Anno	Numero campioni	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/L]	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/L]	P <sub>tot</sub> [ug/L]	100-% sat. O <sub>2</sub>
2010	5	0,05	0,2	15	8
2011	4	0,04	0,2	15	6
2012	4	0,05	0,1	15	12
2013	4	0,06	0,3	15	9
2014	4	0,04	0,3	15	11
2015	4	0,04	0,2	15	6
2016	4	0,04	0,2	15	9
2010-2016	29	0,05	0,2	15	8,7

Tabella 27: Caratteristiche qualitative del fiume Mincio alla stazione di monitoraggio di Peschiera del Garda (2010-2016); dati scaricati dal sito di ARPA Veneto (<http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera/corsi-dacqua>)

DATA	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>tot</sub>	100-%sat. O <sub>2</sub>
	mg/L	mg/L	µg/l	\
02/03/2011	1,04	0,36	33	5,5
07/06/2011	0,88	<0,07	91	18,7
06/09/2011	1,13	0,24	118	4,8
16/11/2011	0,77	<0,07	29	0,7
06/06/2012	0,77	<0,08	43	7,8
10/09/2012	0,52	<0,08	29	3,7
21/03/2013	1,65	<0,08	61	0,8
07/05/2013	1,27	<0,08	35	13,8
18/11/2013	0,75	<0,08	22	14,5
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
<b>Media estiva</b>	0,75	0,090*	54,0	9,48
<b>Media invernale</b>	0,89	0,074*	38,9	13,65**

\*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

\*\*4,44 se si esclude il dato "anomalo" del 10/11/2014

Tabella 28: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese alla stazione di monitoraggio di Montichiari (2011-2016); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

DATA	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>tot</sub>	100-%sat. O <sub>2</sub>
	mg/L	mg/L	µg/l	\
10/01/2011		0,078		
02/02/2011		0,039		
02/03/2011	0,99	0,3198	29	3
05/04/2011		0,0156		
02/05/2011		0,0975		
13/06/2011	0,77	0,039	24	
07/07/2011		0,039		
01/08/2011		0,0156		
06/09/2011	1,06	0,039	93	0,7
03/10/2011		0,0702		
16/11/2011	0,72		33	
14/12/2011		0,546		
13/03/2012	0,81		35	9,4
06/06/2012	0,79		21	2,6
10/09/2012	0,63		28	2,9
29/11/2012	1,2		50	5,7
20/03/2013	0,72		30	3,7
05/06/2013	0,81		32	
11/09/2013	0,81		38	
19/11/2013	0,61		22	6,6
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
<b>Media estiva</b>	0,646*	0,046*	34,6	5,9
<b>Media invernale</b>	0,788	0,072*	28,1	7,9

\*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 29: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese alla stazione di monitoraggio di Gavardo (2011-2016); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)*

E' 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 m<sup>3</sup>/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 iniziano le risalite d'acqua che consentono di alimentare le derivazioni esistenti tra Calvisano e Canneto sull'Oglio.

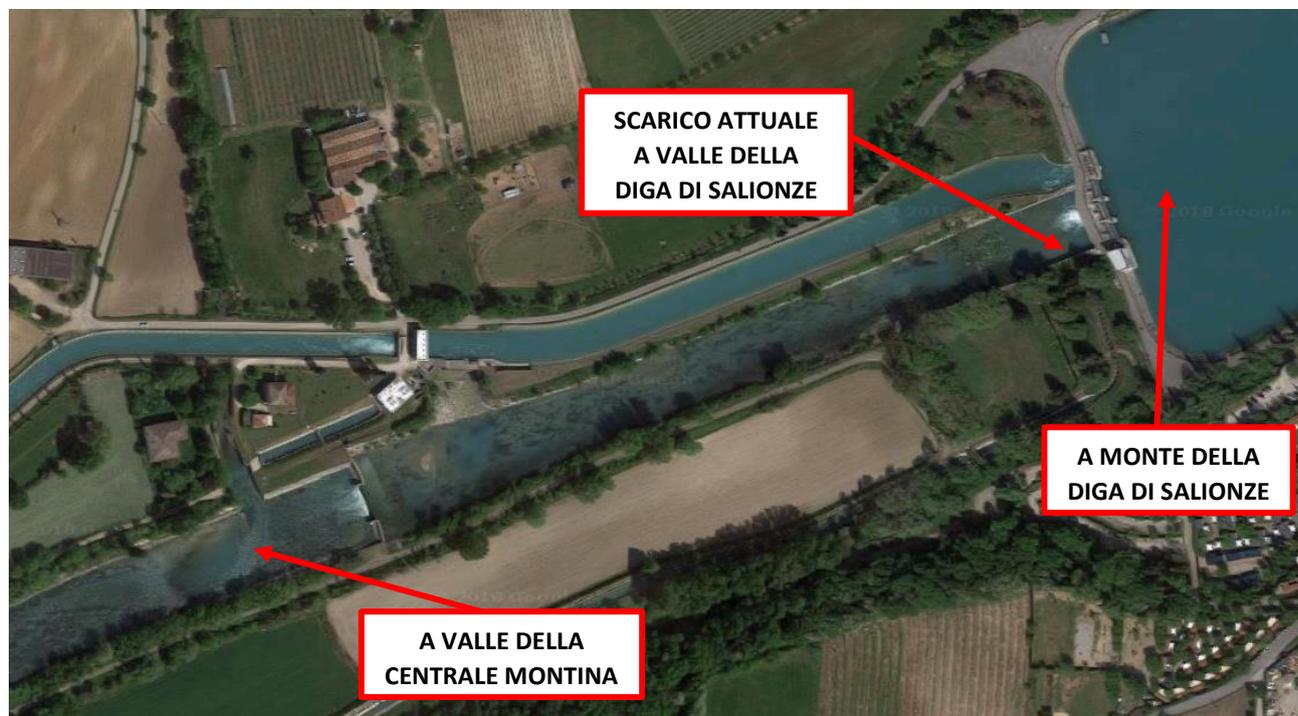
L'assenza di deflusso durante alcuni giorni estivi rappresenta una condizione vincolante per lo scarico nel fiume Chiese a Montichiari, da cui deriva il vincolo assoluto di convogliare lo scarico in altro ricettore (rete irrigua). Ciò si concretizza nel riutilizzo del refluo depurato a scopo irriguo durante l'estate. Per questo motivo, la variazione del LIM<sub>eco</sub> durante i mesi estivi, per il fiume Chiese, negli scenari che prevedono lo scarico del nuovo depuratore a Montichiari, non è stata calcolata: in questi casi, la variazione dello stato di qualità del corpo idrico è stata determinata solamente per il periodo invernale.

Per quanto riguarda la sezione di Gavardo, il problema di carenza di portata non sussiste. Tuttavia il punto di scarico del depuratore di Gavardo, nello Scenario 5A, è stato collocato a monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano. Lo scarico a valle consentirebbe infatti un minor margine

di sicurezza relativamente al raggiungimento dell'obiettivo di qualità, così come in effetti si verifica per lo Scenario 5B.

Per quanto riguarda invece i dati di portata del fiume Mincio (forniti dal Consorzio del Mincio: Ente di Bonifica di Secondo Grado e di utilizzazione idrica) sono state considerate due differenti sezioni del corso d'acqua: la prima a monte dello sbarramento di Salionze e la seconda a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina (circa 500 metri a valle della diga di Salionze); l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio delle portate è mostrata in Figura 10. Si precisa che l'attuale scarico del depuratore di Peschiera si trova immediatamente a valle della diga di Salionze (quindi prima della restituzione della centrale Montina) ma si è ritenuto opportuno non considerare questa sezione per il calcolo del LIM<sub>eco</sub> in quanto non rappresentativa della effettiva miscelazione dello scarico che, sostanzialmente, avviene qualche centinaio di metri più a valle.

Si è scelto di effettuare le verifiche di qualità del corpo idrico in due diverse sezioni poiché si ipotizza che lo scarico possa essere mantenuto come nello stato di fatto (a valle della diga di Salionze) oppure che possa essere realizzato un nuovo scarico a monte dello sbarramento al fine di garantire una più efficace miscelazione tra il refluo depurato e l'acqua del fiume.



*Figura 10: Ubicazione delle sezioni di monitoraggio delle portate del fiume Mincio in prossimità della diga di Salionze*

In Figura 11 e Figura 12 sono mostrati i valori di portata mensili registrati negli anni dal 2008 al 2017 (Aprile-Settembre) nelle due sezioni di monitoraggio; in Figura 13 e Figura 14 sono mostrate le portate mensili medie, minime e massime relative al periodo 2008-2017.

Tra la sezione di monte e quella di valle si verifica una notevole riduzione delle portate (mediamente intorno al 40% durante il periodo estivo) a causa della presenza di due grandi derivazioni fluviali (canale Virgilio e Seriola Prevaldesca) che vengono “alimentate” (in prossimità della diga) per far fronte alle richieste delle numerose utenze presenti sul territorio. A valle della centrale Montina, il deflusso minimo vitale (DMV) garantito è pari a  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Per il calcolo del  $\text{LIM}_{\text{eco}}$  a monte dello sbarramento di Salionze è stata assunta una portata pari a 69,5 e  $42,4 \text{ m}^3/\text{s}$  rispettivamente per il periodo estivo ed invernale; a valle della diga di Salionze è stata assunta una portata pari a  $40,6 \text{ m}^3/\text{s}$  in estate e pari al DMV in inverno.

In Figura 15 è mostrato l'andamento della portata del fiume Chiese nelle sezioni di Gavardo e Cantrina nel periodo che va dal 2010 al 2015. A monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano, le portate medie estiva ed invernale sono pari rispettivamente a 35,0 e  $29,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; a valle della stessa derivazione, le portate si riducono a 24,7 (estate) e  $23,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (inverno). Alla sezione di Cantrina (a valle della derivazione della Roggia Lonata Promiscua) la portata media estiva è pari a  $9,5 \text{ m}^3/\text{s}$  mentre quella invernale risulta mediamente pari a  $12,7 \text{ m}^3/\text{s}$ .

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  $10,1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Per il calcolo dell'effetto dello scarico dei depuratori sul  $\text{LIM}_{\text{eco}}$  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.

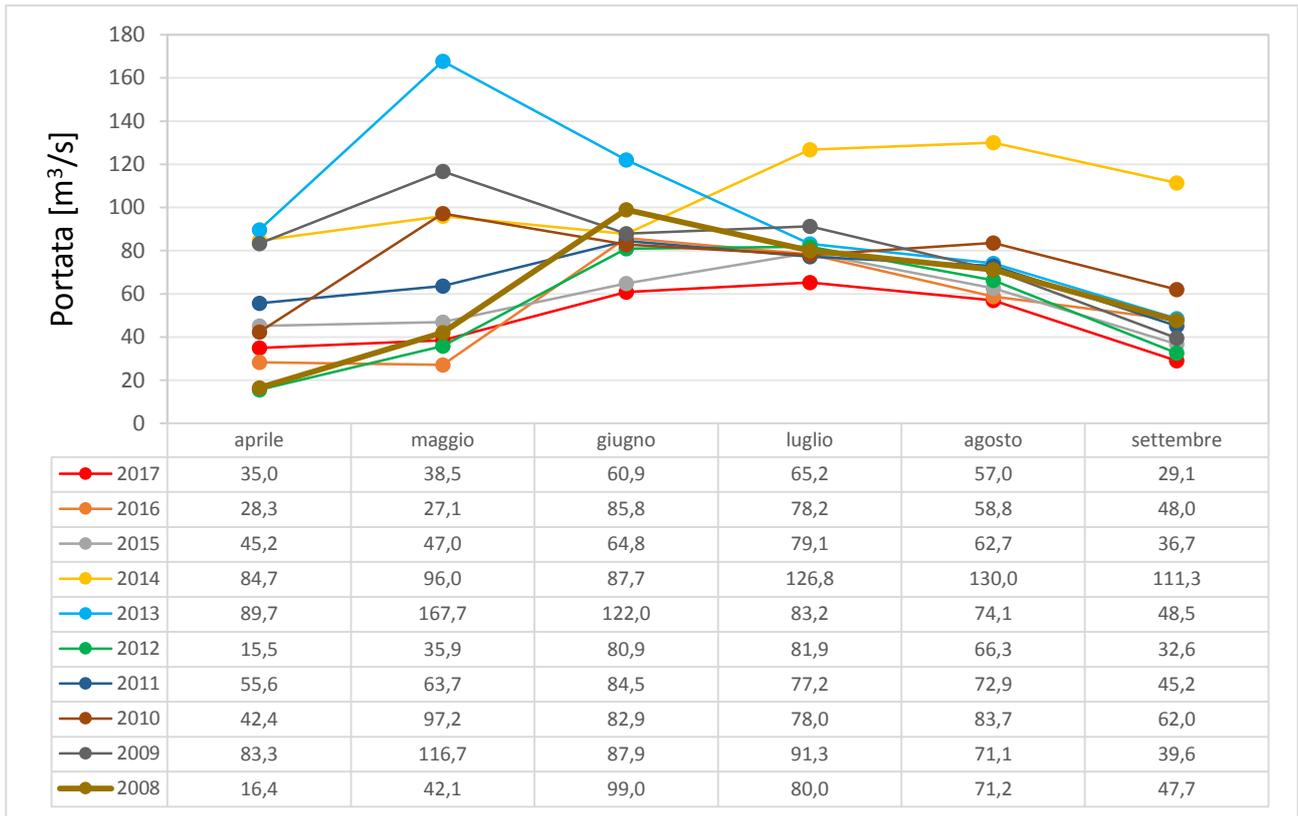


Figura 11: Portata mensile a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

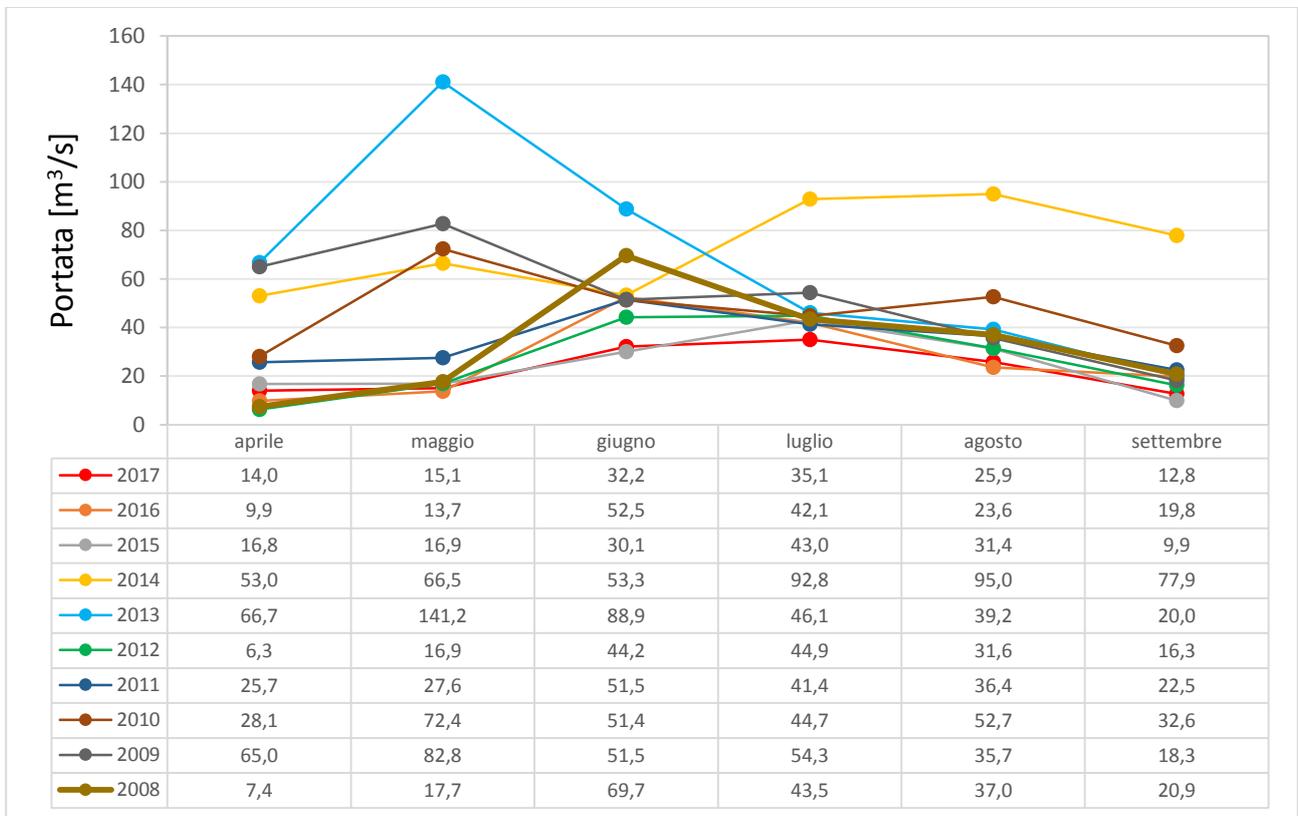


Figura 12: Portata mensile a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

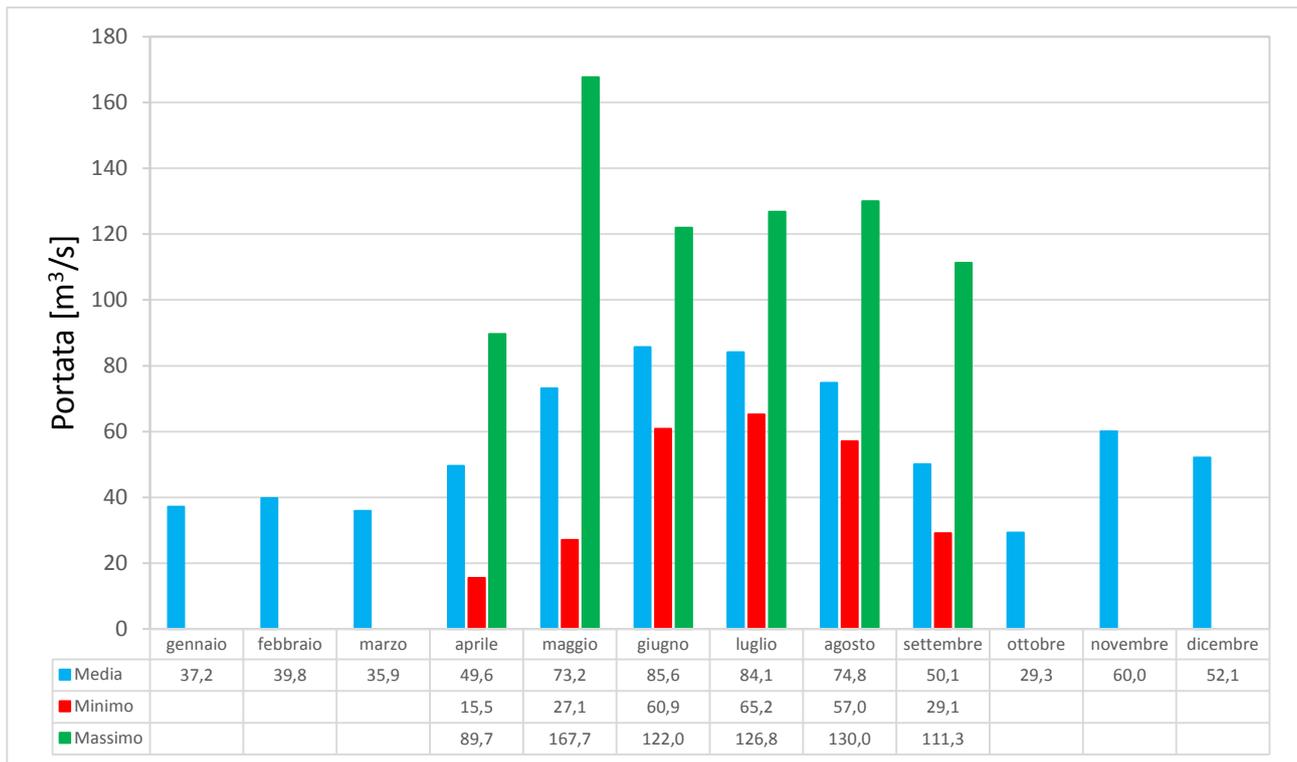


Figura 13: Portata mensile media, minima e massima a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo 2008-2017

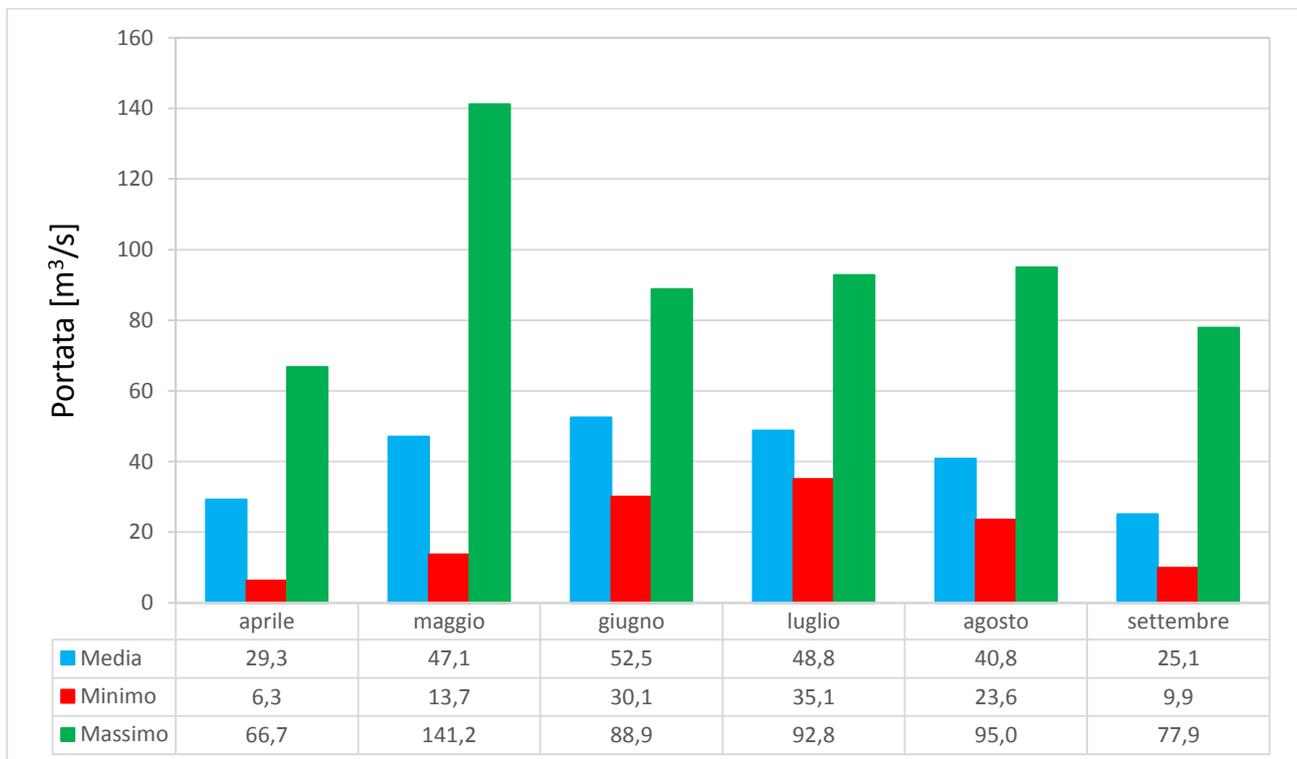


Figura 14: Portata mensile media, minima e massima a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo 2008-2017 (Aprile-Settembre)

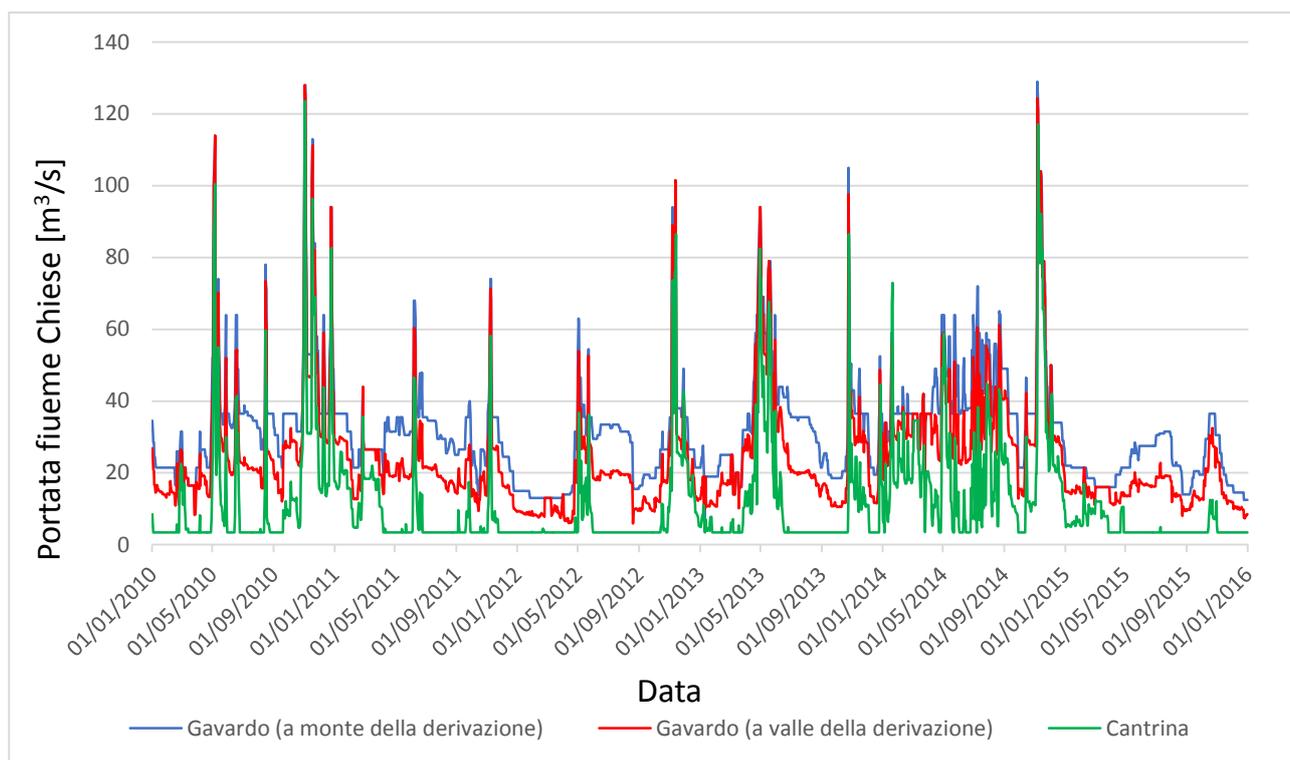


Figura 15: Andamento temporale della portata del fiume Chiese nelle sezioni di Gavardo (a monte e a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano) e Cantrina negli anni 2010-2015 (fonte: Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado)

### C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

I costi di investimento e gestionali sono stati desunti dai seguenti elaborati, cui si rimanda per ogni approfondimento.

- Progetto preliminare di Garda Uno (2013): “Nuovo sistema di collettamento e depurazione della sponda bresciana del lago”.
- “Verifica e aggiornamento dello 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” (C. Collivignarelli e A. Abbà, Giugno 2018).

L’origine comune dei dati e i criteri che sono stati adottati per la stima dei costi rendono le soluzioni tra loro confrontabili.

Si riporta, nel seguito, una sintesi delle principali assunzioni adottate.

- Il costo specifico per l’adeguamento di impianti esistenti mediante tecnologia MBR (Scenari 1 e 3) o per la realizzazione ex-novo di impianti MBR (Scenari 5A e 5B) è stato assunto pari a

254 €/AE, mentre per le realizzazioni ex-novo di impianti a fanghi attivi (Scenario 2) o gli adeguamenti con tecnologia MBR ma che sfruttano manufatti esistenti e aree già disponibili (Scenario 4) si è considerato un valore pari a 197 €/AE; questi costi specifici sono quelli riportati e utilizzati nel progetto preliminare;

- il costo specifico di gestione degli impianti di depurazione centralizzati è stato stimato pari a 14,35 €/AE<sub>effettivi\_serviti</sub>/y; anche in questo caso il valore è derivato dalle assunzioni del progetto preliminare;
- i costi specifici di investimento e gestione relativi agli impianti di piccola taglia (<40.000 AE) sono stati incrementati del 50% per tenere conto dell'effetto delle economie di scala;
- per gli Scenari 1 (Pes) e 4 (Pes+Vis), i costi del sistema di collettamento corrispondono con quelli riportati nel progetto preliminare di Garda Uno; per gli Scenari 2 (Pes+Lon) e 3 (Pes+Mon) sono stati invece ricavati a partire dal costo complessivo dello Scenario 4 (come da progetto preliminare) sottraendo i costi connessi ai tratti fino a Esenta di Lonato e, successivamente, aggiungendo il costo del collettore Lonato-Montichiari (per lo Scenario 3) o del canale di scarico nel Chiese (per lo Scenario 2). Questi ultimi sono stati determinati utilizzando i medesimi costi specifici adottati nel progetto preliminare. Gli stessi criteri sono stati adottati per calcolare i costi del sistema di collettamento per gli scenari 5A e 5B.

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).

Si precisa che tra i costi "ATO\_Brescia" sono stati anche inclusi i costi relativi al collettamento dei comuni di Visano, Acquafredda e Remedello (investimento: 675.000 €; gestione: 38.125 €/y).

Viceversa, tra i costi "Progetto Garda" è incluso sempre l'onere per l'adeguamento dei sedimentatori del depuratore di Peschiera; inoltre, lo Scenario 1 comprende i costi per lo spostamento dello scarico a monte dello sbarramento di Salionze.

## 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 degli scenari analizzati.

I diversi fattori di confronto sono stati suddivisi in tre categorie come mostrato in Tabella 30.

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

Tabella 30: 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;
- $\text{valore}_i$ : valore numerico del parametro per la soluzione i-esima;
- $\text{valore}_{max}$ : valore numerico del parametro per la soluzione che presenta il valore più elevato.

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

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

dove, oltre ai simboli già definiti,  $valore_{min}$  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.

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

### V2: COMPATIBILITA' 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).

### V3: INTERFERENZE SUL TRACCIATO DEL COLLETTORE

Il punteggio massimo pari a 1 (condizione ideale: non sono presenti interferenze) è stato ridotto di 0,1 per ogni interferenza rilevata.

### A3: EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE

Il punteggio assegnato a questo criterio 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. Negli scenari 5A e 5B, caratterizzati 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.

Se il rapporto  $Q_{\text{FIUME}}/Q_{\text{MIN}}$  di riferimento per un determinato scenario risulta superiore ad un coefficiente di sicurezza (assunto pari a 2), è stato assegnato il punteggio massimo (1); se il rapporto è pari ad 1, è stato assegnato un punteggio pari a 0,5: in quest'ultimo caso gli standard di qualità vengono rispettati ma senza alcun margine di sicurezza. Per le situazioni intermedie, il punteggio è stato assegnato proporzionalmente ai punteggi dei "casi limite" (punteggio massimo e minimo) seguendo il criterio adottato per i parametri quantitativi dove è preferibile un valore elevato.

Non viene ovviamente contemplato il caso in cui il rapporto sia inferiore ad 1: in questo caso, infatti, non è possibile effettuare lo scarico nel corpo idrico perché si comprometterebbe il raggiungimento degli obiettivi di qualità; il vincolo quindi è, in questo caso, escludente.

Per quanto riguarda la capacità di diluizione, l'assegnazione del punteggio si basa sul rapporto fra la portata dello scarico del depuratore in un certo periodo ( $Q_{\text{DEPURATORE}}$ ) e la portata del fiume ( $Q_{\text{FIUME}}$ ) nello stesso periodo di riferimento. Nel presente studio, in tutti gli scenari messi a confronto (come verrà riportato in dettaglio nel successivo capitolo 6) si ha una diluizione molto elevata dello scarico (sempre superiore a 25); per non penalizzare eccessivamente lo scenario in cui la diluizione risulta minima (ma comunque molto spinta) è stato fissato un punteggio minimo pari a 0,8; allo scenario in cui la diluizione è massima è stato assegnato il punteggio più elevato (1), mentre per le situazioni intermedie il punteggio è stato assegnato con criterio di proporzionalità.

### I2: NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIU' 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 0,6 mentre alle situazioni intermedie punteggi pari a 0,8 e 0,85 a seconda dei casi (come illustrato nel capitolo 6).

### 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 degli scenari analizzati.

### *V1: AREE VINCOLATE*

In Tabella 31 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.

Da un punto di vista semplicemente numerico, lo Scenario 1 (Pes) è caratterizzato dal maggior numero di vincoli (18) insieme allo Scenario 5B (Pes+Mus+Mon); seguono lo Scenario 5A (Pes+Gav+Mon) con 16, lo Scenario 4 (Pes+Vis) con 15, lo Scenario 3 (Pes+Mon) con 12 e lo Scenario 2 (Pes+Mon) con 11 vincoli.

A questi vincoli, specifici per ogni soluzione, vanno sommati quelli relativi ai comuni (indicativamente quelli a nord di Manerba del Garda) dove tutti gli scenari sono caratterizzati dal medesimo tracciato del collettore e, di conseguenza, dallo stesso numero di vincoli (stimabili in circa 20).

COMUNE	VINCOLO	SCEN. 1	SCEN. 2	SCEN. 3	SCEN. 4	SCEN. 5A	SCEN. 5B
<b>GAVARDO</b>	Vincolo ex art. 142,1 lettera c) D. Lgs 42/04 – Territori contermini ai corsi d’acqua					X	
	Fascia di rispetto reticolo idrico minore					X	
	Fascia di rispetto reticolo idrico principale					X	
	Fascia di rispetto dei pozzi					X	
<b>MUSCOLINE</b>	Fascia di rispetto delle sorgenti e dei pozzi						X
	Fascia di rispetto degli allevamenti						X
	Fascia di rispetto delle infrastrutture stradali						X
	Fascia di rispetto dei fiumi e torrenti						X
	Vincolo ex art. 142,1 lettera c) D.Lgs. 42/04 – Bosco						X
	Nuclei di antica formazione						X
<b>PUEGNAGO DEL GARDA</b>	Classificazione fattibilità geologica: - classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni	X	X	X	X		
	Classificazione fattibilità geologica: - classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni					X	X
	Aree allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali	X	X	X	X		
	Sensibilità idrogeologiche e geomorfologiche: aree a pericolosità potenziale					X	X
	Corsi d’acqua principali fasce contermini ai laghi (D.Lgs. 42/04, art. 142)					X	X
	Area di rispetto captazione					X	X
<b>MANERBA DEL GARDA</b>	Linee di arretramento reticolo idrico minore (RIM) (art. 55 NTA PdR)	X	X	X	X		
	Limite di rispetto allevamenti zootecnici	X	X	X	X		
<b>PADENGHE SUL GARDA</b>	Vincolo paesaggistico - D.M. 23/2/1967 (art. 136, c. 1, lett. c, d, D.Lgs. 42/04)	X	X	X	X	X	X
	Vincolo ambientale (art. 142, c. 1, lett. c, d, D.Lgs. 42/04)	X	X	X	X	X	X
	Zona di rispetto dei pozzi comunali (Componente geologica, idrologica e sismica del PGT)		X	X	X	X	X
	PLIS (Parco Locale di Interesse Sovracomunale) della Valtenesi	X					
	Fasce di rispetto degli allevamenti zootecnici		X	X	X	X	X
<b>DESENZANO DEL GARDA</b>	Vincolo monumentale in elenco Soprintendenza (D.Lgs. 42/2004, ex L. 1089/39): Villa e parco Arrighi – “La Tassinara”	X					
	Fascia di rispetto a lago (300 m) – D.Lgs. 42/2004, ex L. 431/85	X					
	Aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti di tipo superficiale: frana attiva (ai sensi della L. 183/85)	X					
	Area a pericolosità media o moderata (ai sensi della L. 183/85)	X					
<b>SIRMIONE</b>	PLIS (Parco Locale di Interesse Sovracomunale)	X					
	Vigneti	X					
	Aree di rilevanza (secondo PGT)	X					
<b>PESCHIERA DEL GARDA</b>	Fasce costiere e lacuali (300 m) (D.Lgs. 42/2004, art. 142, c. 1, lett. a, b)	X					
	Fasce di rispetto (idrografia)	X					
	Aree a pericolosità idraulica e Idrogeologica PAI	X					

	Ambiti naturalistici liv.reg. (PTRC, art. 19)	X					
<b>LONATO DEL GARDA</b>	Fascio di rispetto fiumi, laghi, lagune (art. 41 NTA, PTCP: fasce di rispetto definite dallo studio del reticolo idrografico minore)		X	X	X	X	X
	Aree boscate definite dal Piano di Indirizzo Forestale di Brescia: bosco trasformabile per pubblica utilità		X	X	X	X	X
<b>MONTICHIARI</b>	Vincolo paesaggistico-ambientale (150 m Fiume Chiese-Torrente Garza) (D.Lgs. 42/2004, art. 142, c. 1, lett. c)		X	X		X	X
	Fascia di rispetto dei pozzi (art. 94 D.Lgs. 152/06)			X		X	X
<b>CARPENEDOLO</b>	Zone di interesse archeologico				X		
<b>ACQUAFREDDA</b>	Area di inondazione per piena catastrofica (PAI - fascia C)				X		
	Reticolo idrico di competenza consortile (All. D, D.G.R. 9/4287, 25/10/2012) - a cielo aperto con fascia di competenza 10 m				X		
<b>VISANO</b>	Fascia di rispetto fluviale (150 m) (D.Lgs 490/99 art.146, c)				X		
	Fascia di rispetto A e B (PAI)				X		

Tabella 31: 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 32 sono riportati i punteggi, relativi ai vincoli di tutela a carico delle aree interessate dal passaggio dei nuovi collettori, attribuiti ai sei scenari.

<b>AREE VINCOLATE</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	0,774	1,000	0,968	0,871	0,839	0,774

Tabella 32: Aree vincolate: punteggio attribuito ai sei 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 1 (potenziamento del depuratore di Peschiera) è previsto un ampliamento della superficie dell'impianto verso sud in un'area che, in accordo con quanto indicato nel Piano di Assetto del Territorio Intercomunale (PATI) di Castelnuovo e Peschiera del Garda (estratto in Figura 16), rientra nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua.

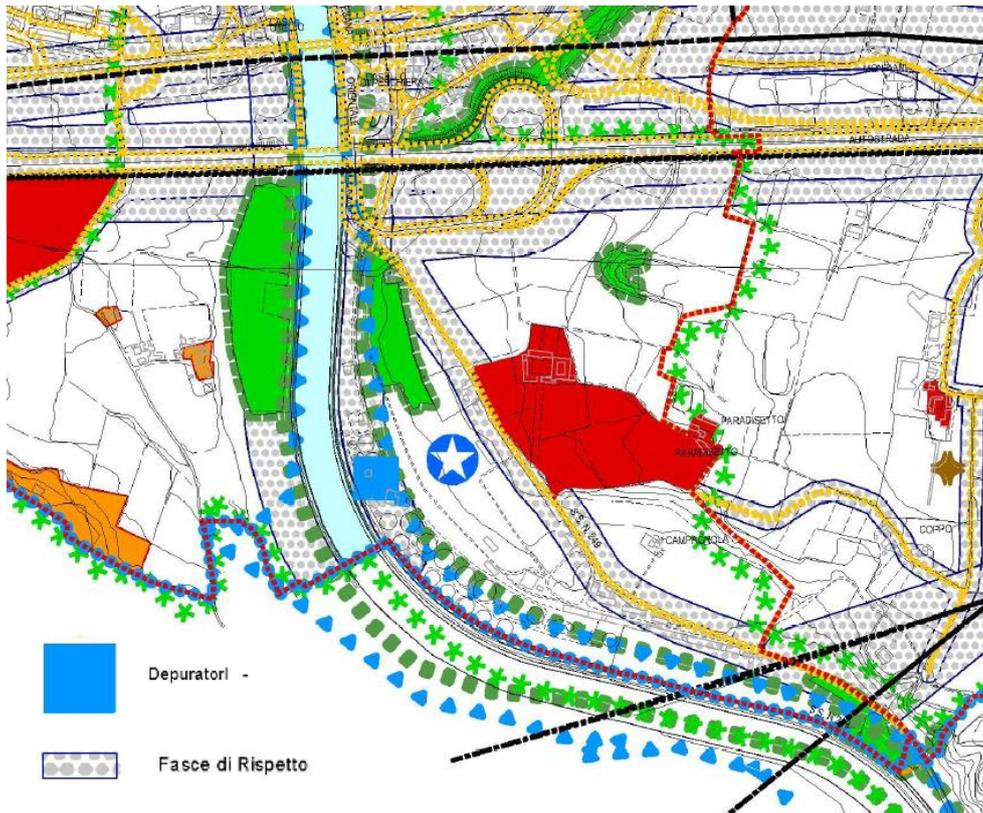


Figura 16: Estratto PATI – Comune di Peschiera del Garda (carta dei vincoli)

Lo Scenario 2 prevede la realizzazione ex-novo dell’impianto di depurazione a sud di Lonato (ad ovest della frazione di Esenta) in un’area agricola (Figura 17).

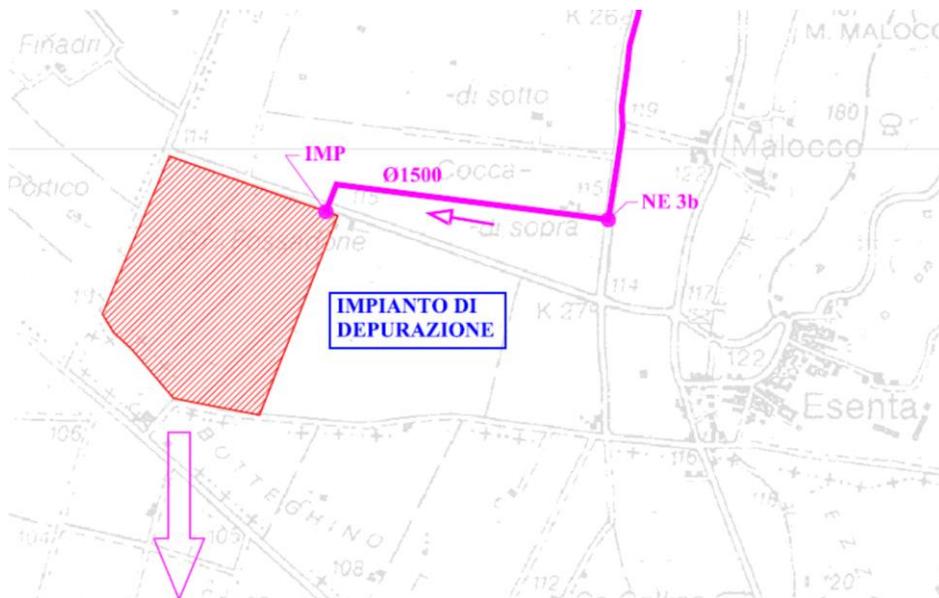


Figura 17: Area prevista per la realizzazione dell’impianto di depurazione di Lonato (progetto studio associato Ecotecnò, 2007)

Per quanto riguarda lo Scenario 3, l’area limitrofa all’impianto di depurazione di Montichiari (verso sud), secondo le indicazioni PGT, rientra nella zona ST (aree per servizi tecnologici dove è

attualmente ubicata l'isola ecologica comunale). Più a sud di tale area è presente una zona agricola che è ubicata all'interno del Parco del Chiese est. E' previsto lo spostamento (e ricollocazione in altra area) dell'attuale isola ecologica al fine di consentire l'ampliamento dell'impianto, in parte, nell'area classificata per servizi tecnologici e, in parte, nell'area del Parco del Chiese Est. In Figura 18 è mostrato un estratto del PGT di Montichiari nel quale sono state indicate (rettangoli rossi) le aree in cui è previsto l'ampliamento del depuratore.

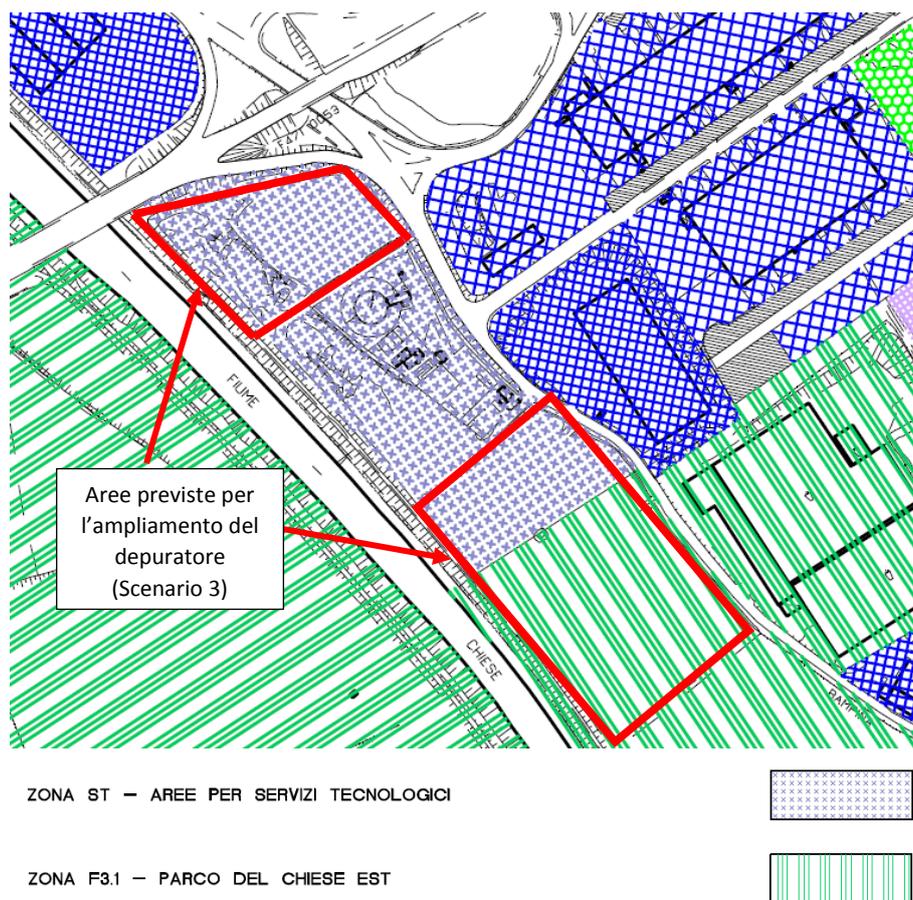


Figura 18: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Nello scenario 4, l'ampliamento del depuratore di Visano è previsto in un'area in parte destinata ad impianti tecnologici ed in parte classificata come zona agricola ad elevata produttività. In Figura 19 è riportato un estratto del PGT comunale in cui, oltre ad essere evidenziata l'area destinata a servizi tecnologici (trama verde), è stata indicata (in rosso) la porzione di area agricola in cui è previsto l'ampliamento dell'impianto.

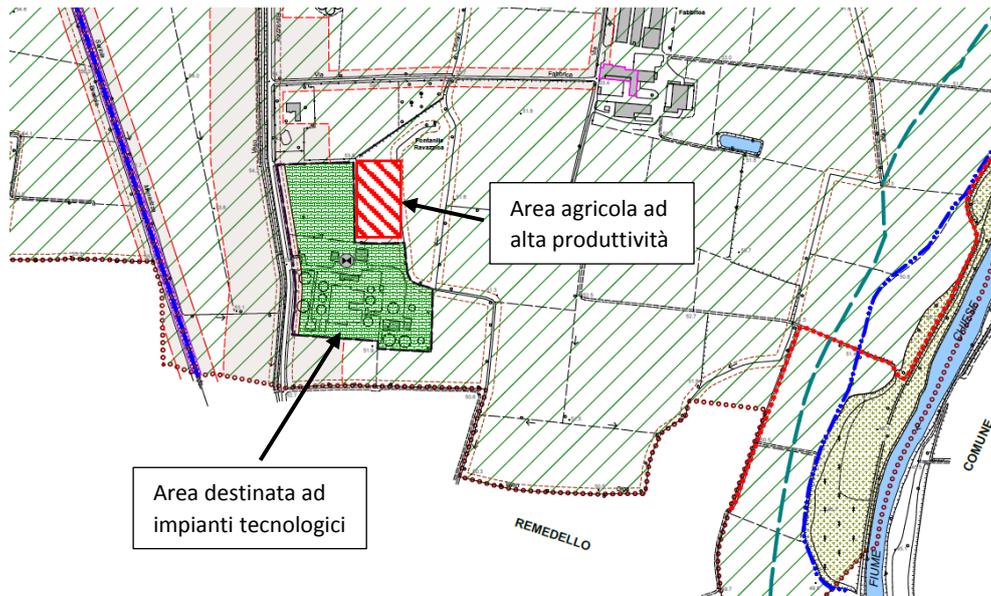


Figura 19: Estratto PGT– Comune di Visano

Nello Scenario 5A, si prevede la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione in un'area adibita a impianti tecnologici nel comune di Gavardo (Figura 20). Per quanto riguarda l'ampliamento del depuratore di Montichiari, questo non interesserà (a differenza dello Scenario 3) la zona agricola più a Sud; l'intervento risulterà confinato all'interno dell'area destinata a servizi tecnologici (Figura 21).

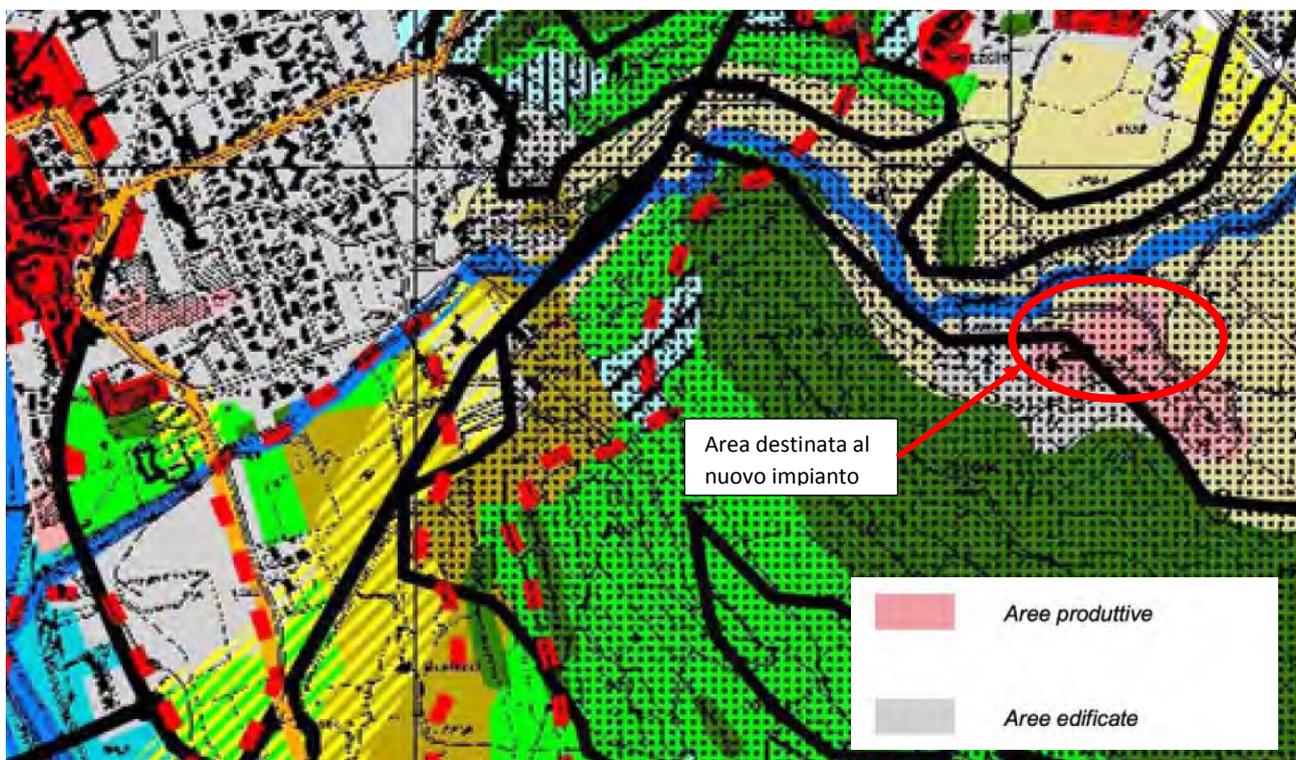


Figura 20: Estratto del PGT - comune di Gavardo



Figura 21: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Infine, nello Scenario 5B, l'area nel comune di Muscoline identificata per la realizzazione del depuratore è in zona agricola (Figura 22). Per l'ampliamento del depuratore di Montichiari, vale quanto riportato per lo Scenario 5A.



Figura 22: Area prevista per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione di Muscoline

In tutte le soluzioni (a parte lo Scenario 1), per il depuratore di Peschiera non è richiesto un ampliamento, per cui non vi è nulla da rilevare sull'aspetto della compatibilità urbanistica del sito.

In Tabella 33 viene riassunto l'esito dell'analisi relativa alla compatibilità urbanistica dei siti prescelti per la localizzazione degli impianti di depurazione.

COMPATIBILITÀ URBANISTICA	SCENARIO 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	
					Gavardo	Montichiari	Muscoline	Montichiari
Aree destinate ad impianti tecnologici o per servizi pubblici	X		X	X	X	X		X
Aree agricole generiche, non soggette a tutela		X	X**	X			X	
Altre aree	X*							

\* Fascia di rispetto dei corsi d'acqua \*\* Parco del Chiese est

Tabella 33: Analisi della compatibilità urbanistica dei siti di ubicazione dei depuratori: prospetto riassuntivo

In Tabella 34 sono riportati i punteggi, relativi alla compatibilità urbanistica, attribuiti ai sei scenari.

COMPATIBILITÀ URBANISTICA	SCENARIO 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)
Punteggio	0,750	0,500	0,750	0,750	1,000	0,750

Tabella 34: Compatibilità urbanistica: punteggio attribuito ai sei scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

### V3: INTERFERENZE SUL TRACCIATO DEL COLLETTORE

L'analisi comparativa è stata effettuata considerando i tratti che differenziano le varie soluzioni, trascurando, viceversa, l'area a Nord in cui, per le diverse alternative, i collettori seguono lo stesso tracciato e di conseguenza sono caratterizzati dalle medesime interferenze. Si precisa, inoltre, che sono state considerate solamente le interferenze di maggiore entità.

I risultati dell'analisi sono riportati in Tabella 35. In tutti gli scenari è previsto l'attraversamento della linea ferroviaria Milano-Venezia (FFSS), della linea ferroviaria ad alta velocità (TAV) e dell'autostrada A4; nello Scenario 1 (Pes) il collettore interferisce anche con la strada provinciale 11.

Inoltre, negli Scenari 1 (Pes) e 4 (Pes+Vis) è previsto l'attraversamento, rispettivamente, del Mincio e del Chiese.

<b>INTERFERENZA</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Linea ferroviaria Milano-Venezia (FFSS)	X	X	X	X	X	X
Linea ferroviaria Alta Velocità (TAV)	X	X	X	X	X	X
Autostrada A4	X*	X*	X*	X*	X*	X*
Strada Provinciale 11	X					
Fiume Chiese				X		
Fiume Mincio	X					

\*Come indicato nel progetto preliminare Garda Uno (2013), il collettore sottopassa l'autostrada A4 nell'esistente manufatto stradale per gli scenari 2, 3, 4, 5A e 5B. Per lo scenario 1 il passaggio avviene sotto il viadotto.

*Tabella 35: Analisi delle principali interferenze sul tracciato del collettore per i tratti che differenziano le varie soluzioni: prospetto riassuntivo*

In Tabella 36 sono riportati i punteggi, relativi alle interferenze, attribuiti ai sei scenari.

<b>INTERFERENZA SUL TRACCIATO DEL COLLETORE</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	0,500	0,700	0,700	0,600	0,700	0,700

*Tabella 36: Interferenze sul tracciato del collettore: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5*

### A1: CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI

In Figura 23 viene mostrato il carico residuo giornaliero medio su base annua nei sei 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 gli scenari 3 (Pes+Mon), 5A (Pes+Gav+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon) minimizzano il carico effluente residuo. Ciò è dovuto sostanzialmente a due motivi: il primo è che in questi scenari sono previsti due o tre impianti con potenzialità superiore o uguale a 100.000 AE, quindi con limiti più restrittivi rispetto ad impianti di taglia inferiore (aspetto comune agli scenari 2 e 4 ma non al primo in cui c'è solo un impianto, quello di Peschiera, di "grandi" dimensioni); il secondo motivo è che negli scenari 3, 5A e 5B viene massimizzato il numero di abitanti equivalenti trattati mediante tecnologia MBR: 235.000 AE, durante il periodo estivo, contro i 205.000 AE dello Scenario 1, i 40.000 AE dello Scenario 2 e i 165.000 AE dello Scenario 4. Rispetto agli scenari 3, 5A e 5B, nelle altre ipotesi

progettuali, il carico residuo aumenta di circa il 6% nello Scenario 1 (Pes), 13% nello Scenario 2 (Pes+Lon) e 0,5% nello Scenario 4 (Pes+Vis).

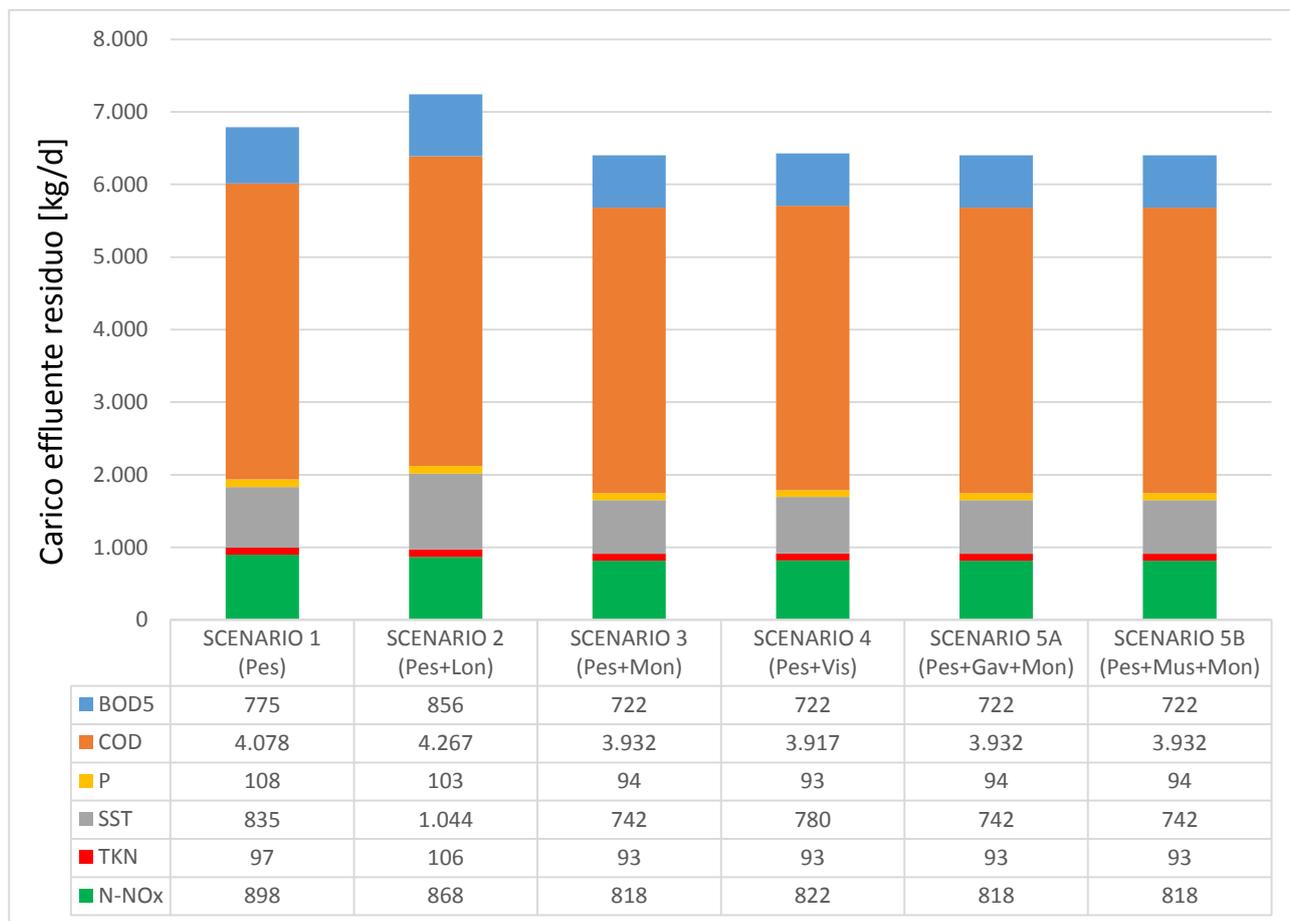


Figura 23: Carico residuo giornaliero medio su base annua in uscita da tutti i depuratori del bacino

Per quanto riguarda lo Scenario 2, nel caso in cui il nuovo depuratore centralizzato di Lonato venisse anch'esso realizzato mediante tecnologia MBR, anziché convenzionale a fanghi attivi, il carico residuo si ridurrebbe in maniera significativa e risulterebbe solo di poco superiore (circa dell'1%) rispetto a quello degli scenari 3, 5A e 5B.

In Figura 24 viene mostrato il contributo 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 Lonato e Carpenedolo si è considerato il dato cumulativo per comune.

In tutte le alternative progettuali, il depuratore di Peschiera genera il carico effluente residuo più elevato: in particolare, nello Scenario 1, il 75% del carico residuo viene prodotto a Peschiera (e scaricato nel Mincio), mentre negli altri scenari la ripartizione percentuale tende a diventare più omogenea in termini di distribuzione del carico residuo sui due bacini idrografici (Chiese-Mincio).

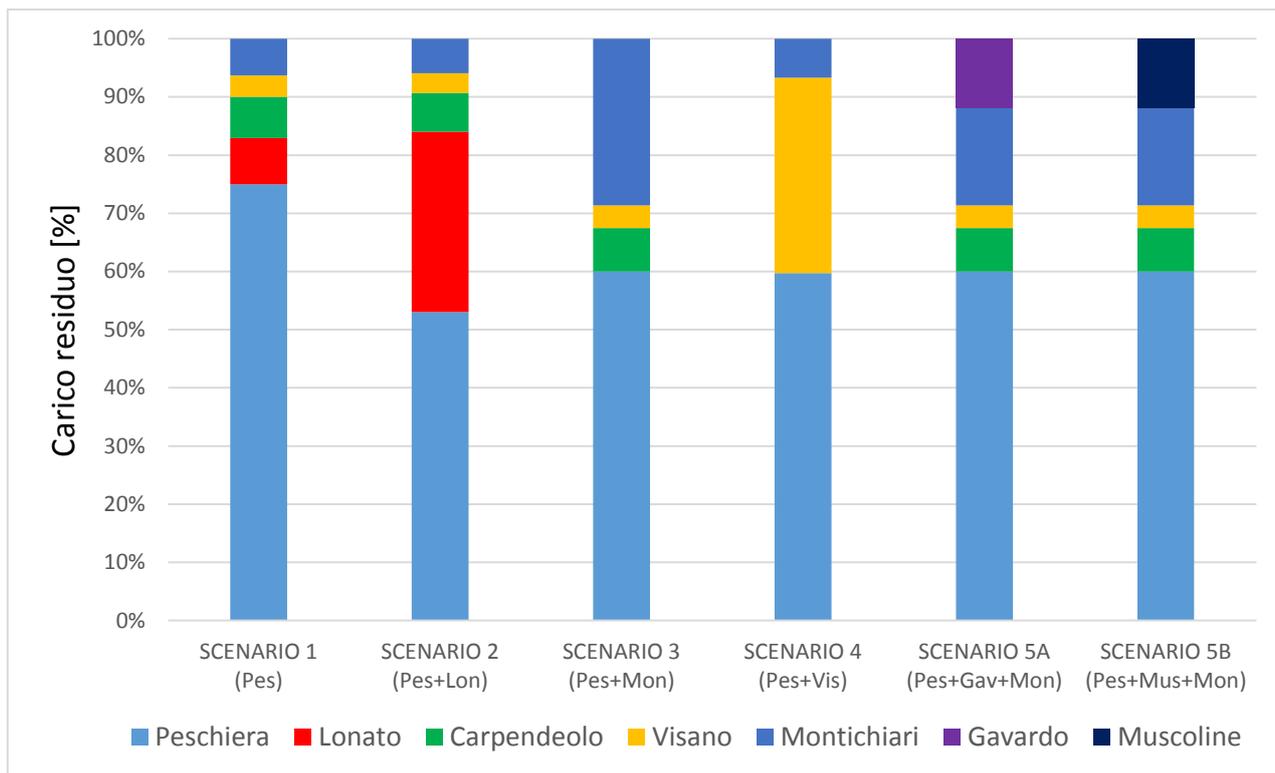


Figura 24: Contributo dei diversi depuratori al carico residuo complessivo nei diversi scenari (dati raggruppati per comune)

In Figura 25 viene mostrato l'Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato (ovvero espresso in termini percentuali rispetto al più elevato) delle sei 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: gli scenari migliori, ovvero quelli in cui l'EQI risulta minimo, sono i numeri 3 (Pes+Mon), 5A (Pes+Gav+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon); rispetto a questi ultimi, l'incremento dell'EQI normalizzato negli altri scenari è circa uguale all'8,0% (Pes), 11,7% (Pes+Lon) e 0,5% (Pes+Vis).

Il contributo dei diversi inquinanti all'EQI è simile nei diversi scenari; in particolare si osserva che l'azoto è l'inquinante che contribuisce maggiormente al valore complessivo dell'indice (circa 42% per l'azoto nitrico e nitroso e 15% per il TKN); il fosforo contribuisce a circa il 5% dell'EQI mentre l'incidenza di BOD<sub>5</sub> e COD è rispettivamente pari a circa l'8% e al 20%; la percentuale relativa ai solidi sospesi totali, infine, è circa pari al 10%.

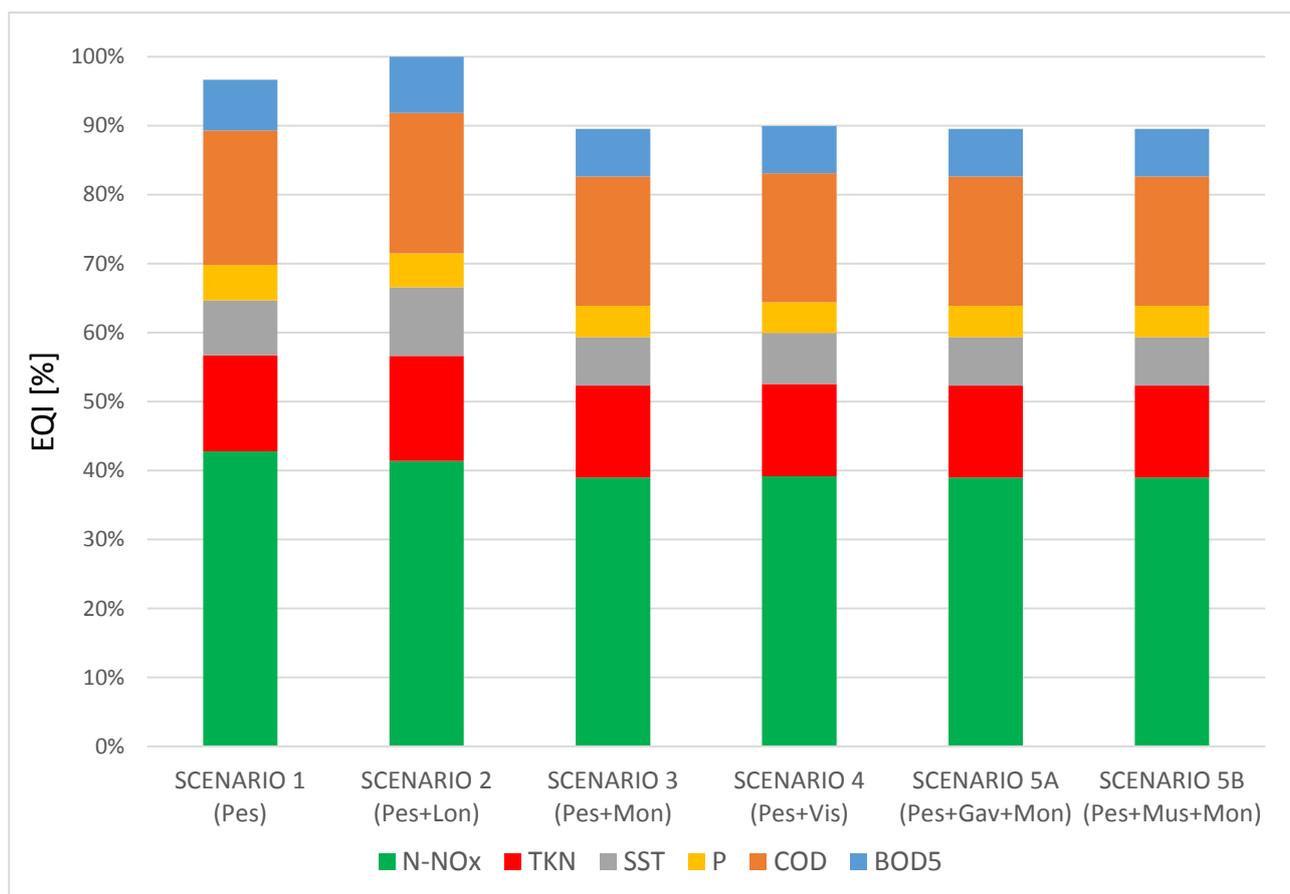


Figura 25: Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato: analisi comparativa dei sei scenari

In Tabella 37 sono riportati i punteggi, relativi al carico effluente residuo, attribuiti ai sei scenari in base ai valori calcolati dell'EQI.

CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI	SCENARIO 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)
Punteggio	0,920	0,883	1,000	0,995	1,000	1,000

Tabella 37: Carico effluente residuo dai depuratori: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

## A2: REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO AGRICOLO

La percentuale del volume di refluo depurato destinato a riuso irriguo rispetto al volume totale prodotto (Figura 26) varia tra il 26,7% (Scenari 2 e 4) e il 32,7% (Scenario 1). Nello Scenario 1, nel caso in cui lo scarico avvenisse, come oggi, a valle della diga di Salionze (situazione che, come verrà spiegato nel seguito, non è praticabile), la percentuale di riuso dello Scenario 1 risulterebbe pari al 22,4%. I valori puntuali ricavati dai calcolo sono riportati nell'Allegato B.

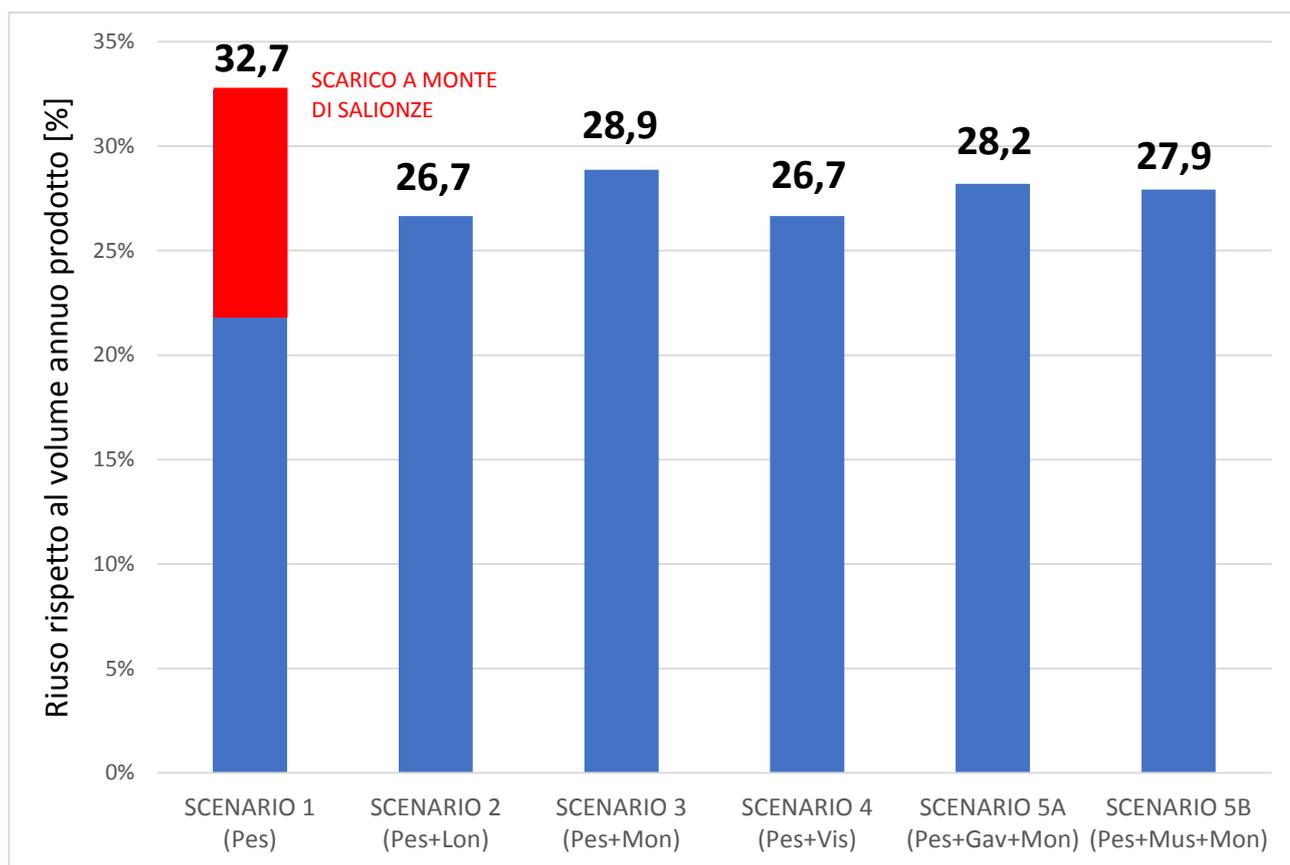


Figura 26: Percentuale del refluo depurato destinata a riuso agricolo

In Tabella 38 sono riportati i punteggi, calcolati per i sei scenari, relativamente all'aspetto del riutilizzo dell'effluente depurato.

<b>REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO AGRICOLO</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	1,000	0,815	0,883	0,815	0,862	0,854

Tabella 38: Refluo depurato destinato a riuso agricolo: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

### A3: EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE

In tutti 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 1 (Pes) lo scarico del depuratore potenziato di Peschiera verrebbe mantenuto nel fiume Mincio (ma spostato a monte dello sbarramento di Salionze, per le ragioni espone più avanti); il fiume Chiese riceverebbe lo scarico del depuratore di Montichiari (come nello

stato di fatto) e del nuovo depuratore intercomunale di Visano; lo scarico degli impianti di Carpenedolo verrebbe mantenuto nella fossa Magna (Garibaldi) e nel torrente Tartaro Fabrezza (Tezze), mentre quello dei depuratori di Lonato nella Seriola di Lonato.

- Nello Scenario 2 (Pes+Lon) lo scarico del nuovo depuratore di Lonato è previsto nel fiume Chiese (nel comune di Montichiari) mediante la realizzazione di un nuovo canale; il fiume Chiese riceverebbe inoltre lo scarico del depuratore di Montichiari (come nello stato di fatto) e del nuovo depuratore intercomunale di Visano; lo scarico degli impianti di Carpenedolo verrebbe mantenuto nella fossa Magna (Garibaldi) e nel torrente Tartaro Fabrezza (Tezze), mentre lo scarico del depuratore di Peschiera verrebbe mantenuto nel fiume Mincio, a valle dello sbarramento di Salionze, come nella situazione attuale.
- Gli Scenari 3 (Pes+Mon) e 4 (Pes+Vis) sono del tutto analoghi allo Scenario 2 (Pes+Lon) in termini di ricettore finale: l'unica differenza fra di essi risiede nell'ubicazione dei depuratori (e nell'eventuale dismissione di alcuni piccoli impianti) e quindi nel sistema di collettamento, ma non si ripercuote sul ricettore degli scarichi.
- Negli Scenari 5A (Pes+Gav+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon), il depuratore di Peschiera manterrebbe lo scarico a Mincio a valle della diga di Salionze; il nuovo depuratore di Gavardo (5A) scaricherebbe nel fiume Chiese a monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano, mentre il depuratore di Muscoline (5B) scaricherebbe a valle di tale derivazione; il depuratore di Montichiari (5A e 5B) scaricherebbe nel fiume Chiese, così come il depuratore di Visano. Rimarrebbero attivi negli attuali recapiti i depuratori di Carpenedolo.

In Tabella 39 è mostrato il rapporto tra la portata media del fiume Mincio ( $Q_{\text{FIUME}}$ ) e la portata minima ( $Q_{\text{MIN}}$ ) necessaria per garantire il mantenimento dello stato elevato del  $\text{LIM}_{\text{eco}}$  nello Scenario 1 (Pes), in estate e in inverno. Si ricorda, come già spiegato in dettaglio nel capitolo 4, 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.

Nel caso di scarico a monte della diga di Salionze, il rapporto risulta abbondantemente superiore ad 1 (valore minimo che garantisce il rispetto degli standard di qualità ambientale) sia in estate (2,7) che in inverno (4,2). Al contrario, se lo scarico avvenisse a valle dello sbarramento, come nello stato di fatto, in inverno il valore del rapporto, pari a 0,6, ovvero significativamente inferiore a 1, non assicurerebbe il rispetto dell'obiettivo di qualità elevato per il parametro  $\text{LIM}_{\text{eco}}$ . Da ciò scaturisce il vincolo assoluto di spostare lo scarico del depuratore di Peschiera a monte dello sbarramento di

Salionze. Anche se questa considerazione prescinde dagli obiettivi del presente studio, si vuole osservare che tale intervento (spostamento dello scarico del depuratore di Peschiera a monte della diga di Salionze), essendo migliorativo per l'aspetto ambientale, potrebbe essere messo in atto comunque, ovvero indipendentemente dallo scenario che verrà scelto.

PERIODO	Q <sub>FIUME</sub> /Q <sub>MIN</sub> fiume Mincio (Scenario 1: Peschiera)	
	A monte della diga di Salionze	A valle della diga di Salionze
Estate	2,7	1,6
Inverno	4,2	0,6

Tabella 39: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Mincio (Q<sub>FIUME</sub>) e la portata minima (Q<sub>MIN</sub>) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato elevato del LIM<sub>eco</sub> nello Scenario 1 (Pes), in estate e in inverno

A titolo esemplificativo, si riporta di seguito il calcolo della variazione del LIM<sub>eco</sub> nello Scenario 1 (Pes) durante il periodo estivo e considerando di immettere lo scarico dell'effluente depurato a monte dello sbarramento di Salionze. Il calcolo è effettuato considerando una portata del fiume Mincio pari a quella minima per garantire il mantenimento dello stato elevato (Q<sub>MIN</sub>=25,6 m<sup>3</sup>/s). Il valore di portata minima Q<sub>MIN</sub> utilizzato nell'esempio deriva dal calcolo iterativo condotto secondo la procedura illustrata nel capitolo 4. La portata in tempo asciutto scaricata dal depuratore di Peschiera è invece pari a 1,54 m<sup>3</sup>/s.

- 1) *Calcolo del carico inquinante convogliato dal corso d'acqua (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>tot</sub>) in assenza dello scarico del nuovo depuratore (stato di fatto):*

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

	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>tot</sub>
Concentrazione fiume Mincio (stato di fatto) [mg/L]	0,21	0,05	0,015
Carico fiume Mincio (Q=Q <sub>MIN</sub> ) [kg/d]	474	101	33

- 2) *Calcolo del carico effluente residuo (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P<sub>tot</sub>) prodotto dallo scarico del nuovo depuratore:*

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

	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>tot</sub>
Concentrazione residua depuratore (Scenario 1) [mg/L]	7	0,5	0,8
Carico residuo depuratore (Scenario 1) [kg/d]	933	67	107

- 3) Calcolo del carico inquinante ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_3^-$ ,  $P_{tot}$ ) veicolato dal corso d'acqua (nelle condizioni di  $Q_{MIN}$ ) a valle dello scarico del depuratore:

$$Carico_{FIUME (valle)} = Carico_{FIUME (Q_{MIN})} + Carico_{residuo}_{DEPURATORE}$$

	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>tot</sub>
Carico fiume Mincio (Scenario 1) [kg/d]	1.407	168	140

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

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

	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>tot</sub>
Concentrazione fiume Mincio (Scenario 1) [mg/L]	0,60	0,072	0,059

- 5) Determinazione del valore del LIM<sub>eco</sub> risultante per il corpo idrico in presenza dello scarico del depuratore.

PARAMETRO	VALORE	PUNTEGGIO
100-%sat.O <sub>2</sub>	<10*	1
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/L]	0,072	0,25
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/L]	0,60	1
P <sub>tot</sub> [µg/L]	59,62	0,5
<b>MEDIA</b>		<b>0,69</b>
<b>corrispondente stato di qualità</b>		<b>ELEVATO</b>

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

In Tabella 40 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<sub>eco</sub> negli scenari 2 (Pes+Lon), 3 (Pes+Mon) e 4 (Pes+Vis). Durante l'inverno, il valore del rapporto è superiore ad 1 in tutti gli scenari. In estate, invece, non è stata calcolata la variazione del LIM<sub>eco</sub> 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.

PERIODO	Q <sub>FIUME</sub> /Q <sub>MIN</sub> fiume Chiese		
	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)
Estate	*	*	*
Inverno	2,0	2,7	1,7

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

*Tabella 40: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q<sub>FIUME</sub>) e la portata minima (Q<sub>MIN</sub>) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM<sub>eco</sub> negli scenari 2 (Pes+Lon), 3 (Pes+Mon) e 4 (Pes+Vis)*

In Tabella 41 sono riportati i risultati del calcolo del rapporto Q<sub>FIUME</sub>/Q<sub>MIN</sub> per gli scenari 5A (Pes+Gav+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon). In questi casi, ogni scenario prevede due nuovi depuratori centralizzati. Per quello di Montichiari, il calcolo è analogo a quello svolto per lo Scenario 3 (Pes+Mon), considerando ovviamente la minore dimensione del depuratore prevista negli scenari 5A e 5B. 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 i depuratori di Gavardo e Muscoline, 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 5A, per il depuratore di Gavardo il rapporto delle portate varia tra 1,1 e 1,9, per la stagione irrigua e invernale rispettivamente. Nello Scenario 5B, per lo scarico del depuratore di Muscoline, il rapporto delle portate varia, per gli stessi periodi, tra 0,94 e 2,1. A rigore, il valore estivo, di pochissimo inferiore ad 1, indicherebbe l'impossibilità di garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità del fiume. Poiché, però, la stima è svolta in favore di sicurezza (per le assunzioni adottate), si è ritenuto di considerare questo valore accettabile (anche in virtù di una certa tolleranza – ±10% – del risultato numerico). Ciò non toglie che si possano studiare interventi di mitigazione, ad esempio per inviare lo scarico, o parte dello stesso, a riuso irriguo, con ciò riducendo o eliminando lo scarico a fiume. Questa ipotesi non è però stata ulteriormente approfondita in questa sede.

PERIODO	Q <sub>FIUME</sub> /Q <sub>MIN</sub> fiume Chiese			
	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	
	Gavardo	Montichiari	Muscoline	Montichiari
Estate	1,1	*	0,94	*
Inverno	1,9	4,2	2,1	4,2

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

Tabella 41: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q<sub>FIUME</sub>) e la portata minima (Q<sub>MIN</sub>) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM<sub>eco</sub> negli scenari 5A (Pes+Gav+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon), in estate e in inverno

In caso di presenza di due depuratori sulla medesima asta fluviale (scenari 5A e 5B) 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<sub>FIUME</sub>/Q<sub>MIN</sub> per ogni scenario (Tabella 42), utilizzando la procedura definita nel capitolo 5.

Q <sub>FIUME</sub> /Q <sub>MIN</sub> : valori di riferimento					
SCENARIO 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)
3,6	2,0	2,7	1,7	2,9	2,9

Tabella 42: Valori di riferimento del rapporto fra la portata media effettiva del corpo idrico ricettore (Q<sub>FIUME</sub>) e la portata minima (Q<sub>MIN</sub>) che il fiume dovrebbe avere per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità nei sei scenari

Va osservato che la valutazione dell'impatto degli scarichi sui corpi idrici ricettori è stata svolta solamente con riferimento ai nuovi impianti centralizzati. Ad esempio, negli scenari da 2 a 5, non si è considerato l'effetto del depuratore di Peschiera sul Mincio, poiché la situazione futura è comunque migliorativa rispetto allo stato di fatto (per la riduzione attesa delle portate trattate, come conseguenza degli interventi di rifacimento dei collettori che porteranno alla eliminazione delle acque parassite e quindi, anche a parità di carico in ingresso e concentrazioni in uscita, si avrà una riduzione del carico residuo effluente). Analogamente, nello scenario 1, si è focalizzata l'attenzione sul fiume Mincio, poiché gli interventi previsti avrebbero un effetto solo marginale sul fiume Chiese.

Questo principio è stato adottato anche per quanto riguarda 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, sono riportati in Tabella 43. La capacità di diluizione è stata calcolata considerando come periodo di riferimento la sola stagione invernale per il fiume Chiese (sezioni di

Montichiari e Visano), poiché, per quanto detto in precedenza in riferimento alla variazione del LIM<sub>eco</sub>, durante l'estate è necessario scaricare il refluo depurato in un altro corpo ricettore (facente parte della rete irrigua); per il Mincio (sezione a monte dello sbarramento di Salionze) e per il Chiese (sezioni di Gavardo e Muscoline), invece, il calcolo è stato effettuato considerando l'intero anno come periodo di riferimento.

Si osserva che in tutti gli scenari la diluizione dello scarico risulta molto elevata (>25). Nei casi in cui il carico è suddiviso su due depuratori (scenari 5A e 5B), 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 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	
					Gav	Mon	Mus	Mon
Estate	\	\	\	\	\	\	\	\
Inverno	\	1/31	1/31	1/26	\	1/50	\	1/50
Anno	1/56	\	\	\	1/157	\	1/119	\

Tabella 43: Capacità di diluizione degli scarichi dei depuratori centralizzati da parte dei fiumi Mincio e Chiese

In Tabella 44 sono riportati i punteggi, relativi agli effetti ambientali, attribuiti ai sei scenari. Si ricorda che il punteggio deriva dalla media delle valutazioni assegnate, rispettivamente, ai parametri LIM<sub>eco</sub> e capacità di diluizione.

EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE	SCENARIO 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)
Punteggio LIM <sub>eco</sub>	1,000	1,000	1,000	0,845	1,000	1,000
Punteggio Capacità di diluizione	1,000	0,833	0,833	0,800	0,960	0,960
Punteggio Effetti ambientali	1,000	0,917	0,917	0,823	0,980	0,980

Tabella 44: Effetti ambientali sul ricettore: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

### C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

In Tabella 45 e Figura 27 si riporta il risultato del calcolo dei costi di investimento; essi, come già spiegato nel capitolo 2, sono stati distinti in costi strettamente legati al "progetto Garda" e costi che riguarderanno le restanti aree del bacino oggetto di studio (costi ATO\_Brescia). Le barre di errore

nell'istogramma indicano l'incertezza (assunta pari al 10%) relativa alla stima dei costi. In Figura 28 sono riportati i costi di investimento suddivisi in costi relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione.

Si osserva che lo Scenario 2 (Pes+Lon) minimizza i costi di investimento che, negli altri scenari, risultano incrementati di circa il 26,1% (Scenario 1), 13,7% (Scenario 4), 12,3% (Scenario 3), 7,9 % (Scenario 5B) e 5,9% (Scenario 5A).

Nello Scenario 2, infatti, è prevista la realizzazione di un impianto ex-novo e a fanghi attivi, caratterizzato da un costo specifico inferiore rispetto alla tecnologia MBR, usata in tutti gli altri scenari. Se il nuovo depuratore di Lonato venisse invece realizzato mediante sistema MBR, il costo di investimento nello Scenario 2 risulterebbe molto simile a quello degli scenari 3 e 4 (costo "progetto Garda" = 108.699.180 €; costo "ATO\_Brescia" = 5.344.500 €; costo "totale" = 114.043.680 €).

Il costo di investimento più elevato è quello dello Scenario 1 (Pes) a causa sia dell'adeguamento di un impianto di depurazione esistente mediante tecnologia MBR sia dell'oneroso rifacimento del collettore fognario nel basso lago (Desenzano-Sirmione-Peschiera).

Gli scenari 3 e 4 hanno un costo molto simile (intermedio rispetto agli scenari 1 e 2) ma che deriva da "contributi differenti" (ripartizione dei costi tra collettamento e depurazione): l'ubicazione del nuovo depuratore a Montichiari consente, rispetto all'ipotesi Visano, un risparmio sul collettore fognario ma, allo stesso tempo, determina un incremento del costo di realizzazione dell'impianto.

Gli scenari 5A e 5B, simili tra loro, presentano un costo di investimento leggermente inferiore agli scenari 3 e 4 grazie a un minor costo del sistema di collettamento (Figura 28).

	COSTI DI INVESTIMENTO [€]		
	Progetto Garda	ATO_Brescia	TOTALE
SCENARIO 1 (Pes)	120.208.824	9.230.700	129.439.524
SCENARIO 2 (Pes+Lon)	97.299.180	5.344.500	102.643.680
SCENARIO 3 (Pes+Mon)	109.913.407	5.344.500	115.257.907
SCENARIO 4 (Pes+Vis)	115.994.975	675.000	116.669.975
SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	103.339.367	9.230.700	108.683.867
SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	105.442.317	9.230.700	110.786.817

Tabella 45: Costi di investimento per i sei scenari

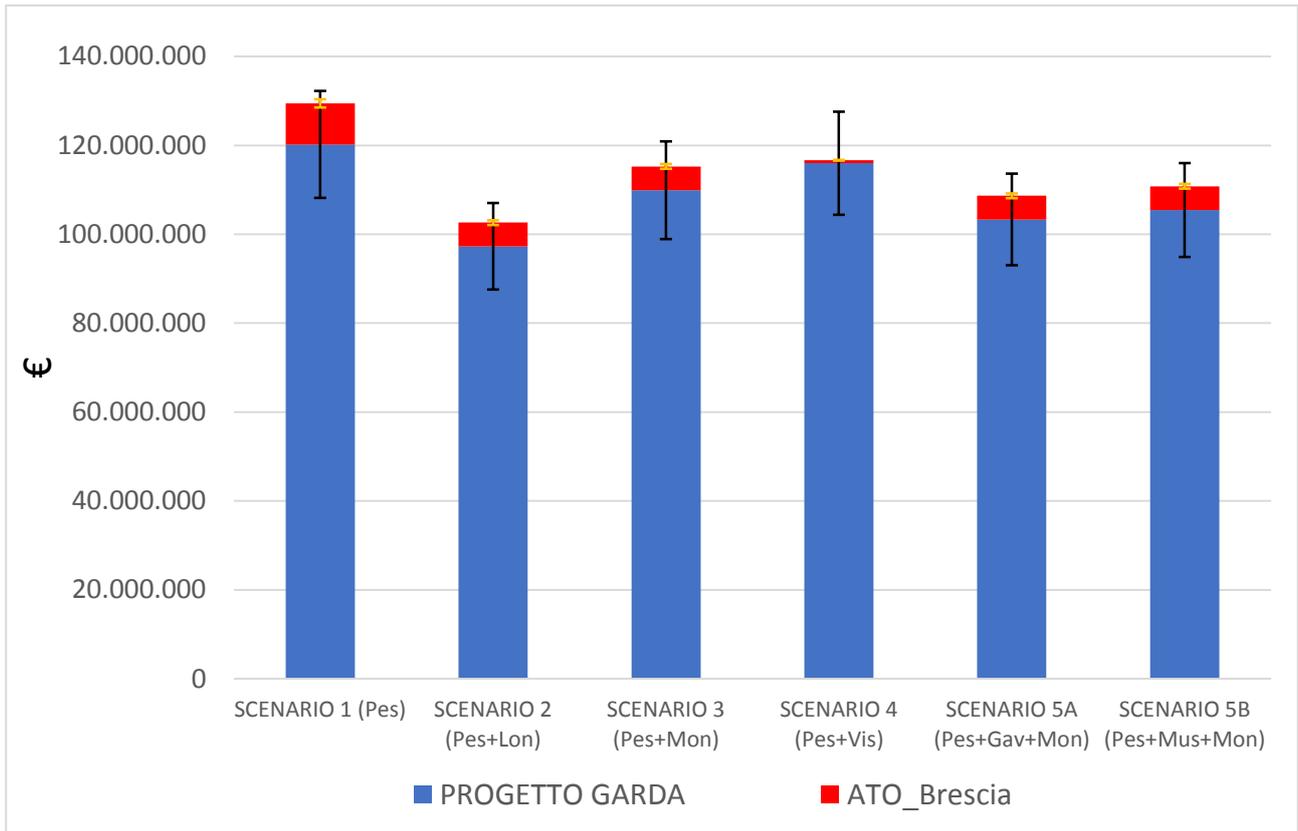


Figura 27: Costi di investimento relativi al "progetto Garda" e alle restanti aree del bacino (costi "ATO\_Brescia")

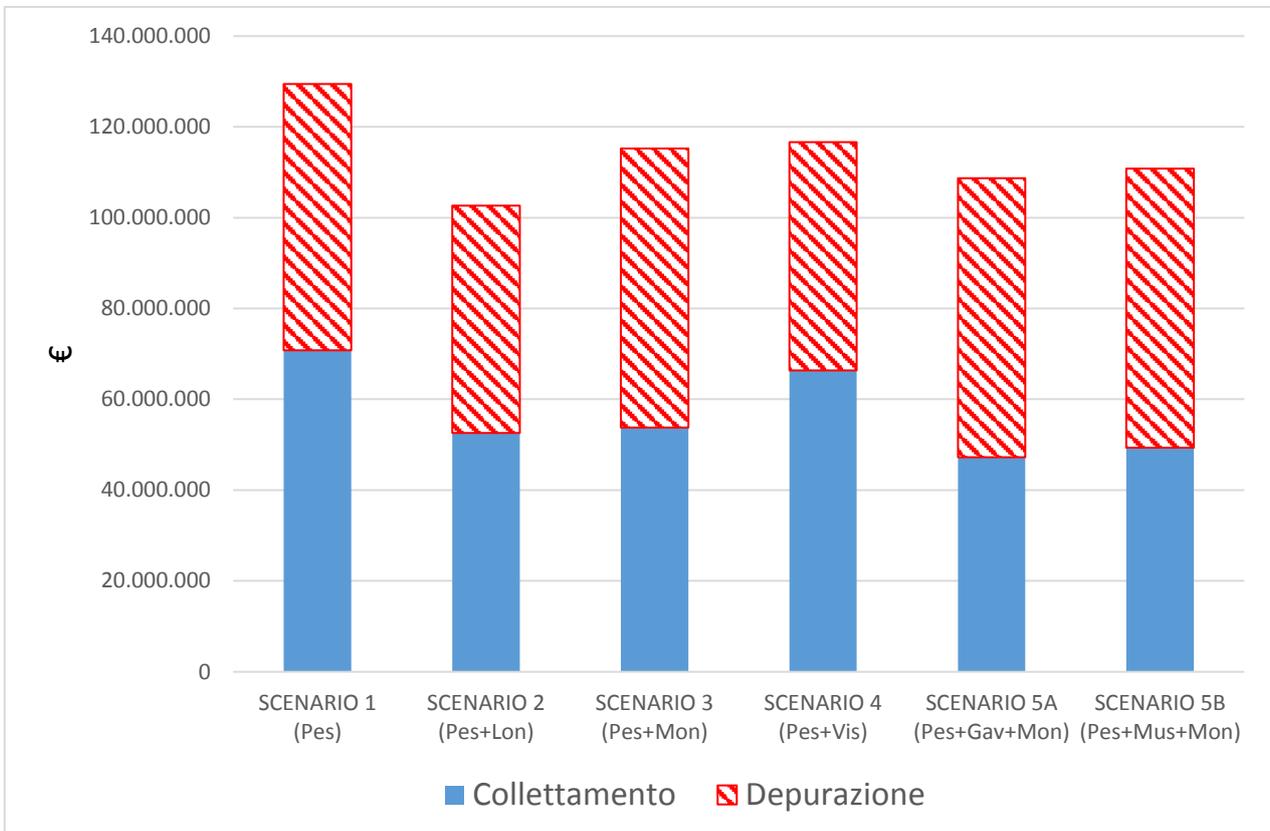


Figura 28: Costi di investimento relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

In Tabella 46 e Figura 29 sono riportati i costi di gestione nei diversi scenari, distinti in costi legati al “progetto Garda” e in costi “ATO\_Brescia” (anche in questo caso le barre di errore nell’istogramma rappresentano l’incertezza relativa alla stima dei costi). Si osserva che il costo di gestione risulta molto simile in tutte le alternative. In Figura 30 sono riportati i costi di gestione suddivisi in costi relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione, che risultano prevalenti.

	COSTI DI GESTIONE [€/y]		
	Progetto Garda	ATO_Brescia	TOTALE
SCENARIO 1 (Pes)	8.527.118	1.929.330	10.456.448
SCENARIO 2 (Pes+Lon)	8.648.116	1.463.430	10.111.546
SCENARIO 3 (Pes+Mon)	9.168.826	651.613	9.820.439
SCENARIO 4 (Pes+Vis)	9.328.609	849.942	10.178.552
SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	9.451.126	651.613	10.102.739
SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	9.988.246	651.613	10.639.859

Tabella 46: Costi di gestione per i sei scenari

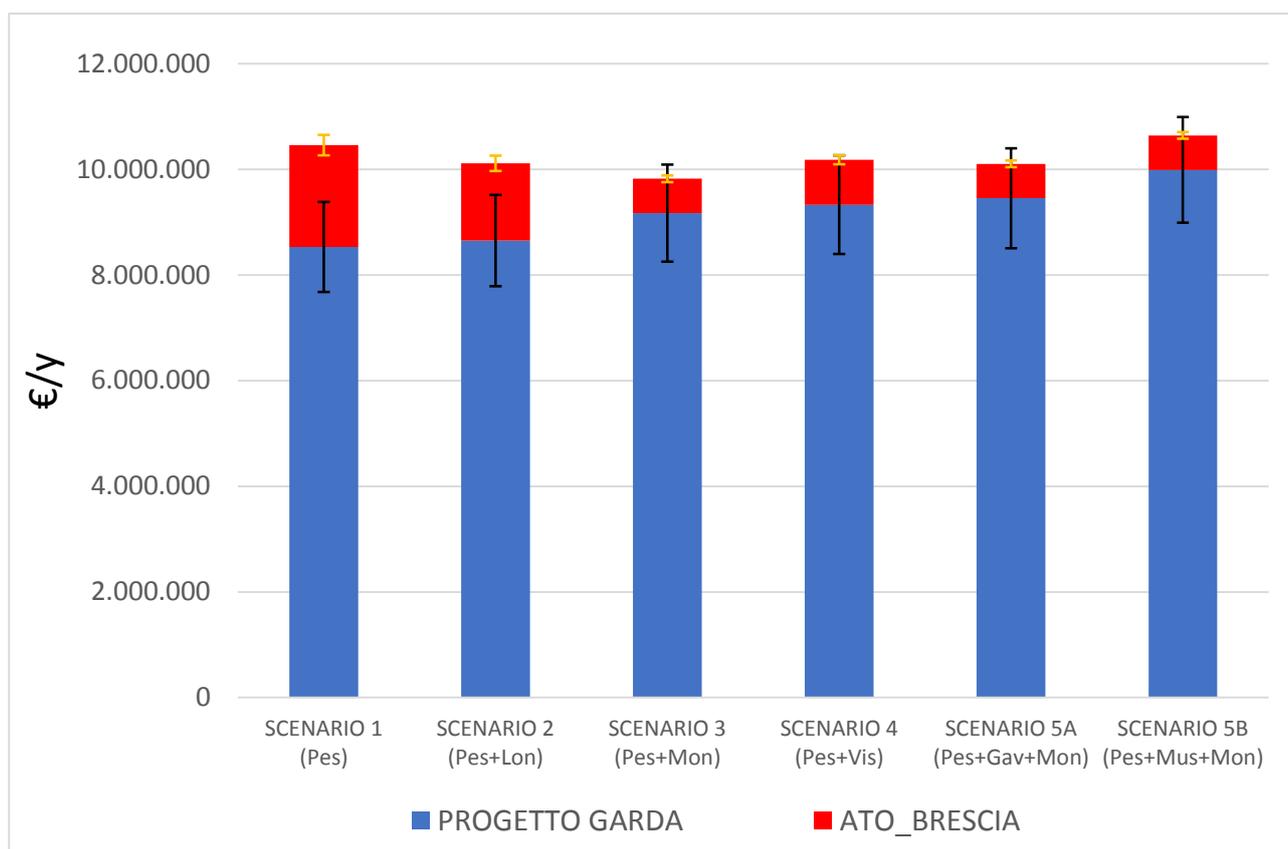


Figura 29: Costi di gestione relativi al “progetto Garda” e alle restanti aree del bacino (costi “ATO\_Brescia”)

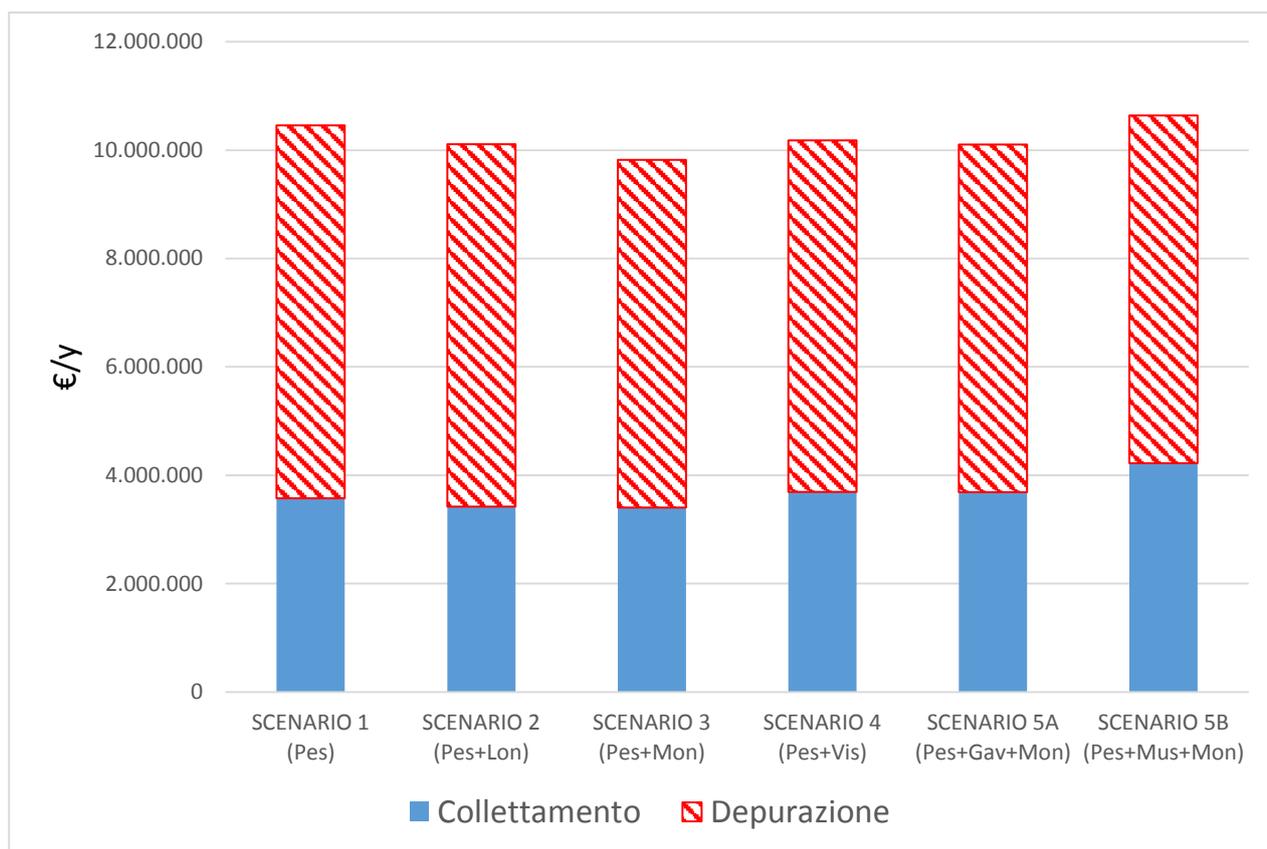


Figura 30: Costi di gestione relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

In Tabella 47 sono riassunti i costi di investimento e di gestione (anche specifici, ovvero rapportati agli abitanti equivalenti medi annui serviti) nei differenti scenari.

	COSTI			
	INVESTIMENTO [€]	GESTIONE [€/y]	INVESTIMENTO [€/AE]	GESTIONE [€/AE/y]
SCENARIO 1 (Pes)	129.439.524	10.456.448	299	24,2
SCENARIO 2 (Pes+Lon)	102.643.680	10.111.546	237	23,4
SCENARIO 3 (Pes+Mon)	115.257.907	9.820.439	266	22,7
SCENARIO 4 (Pes+Vis)	116.669.975	10.178.552	269	23,5
SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	108.683.867	10.102.739	251	23,3
SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	110.786.817	10.639.859	256	24,6

Nota: i costi specifici sono riferiti agli abitanti medi annui serviti nell'intero bacino (432.900 AE)

Tabella 47: Costi di investimento e gestionali per i sei scenari

In Tabella 48 e Tabella 49 sono riportati i punteggi, relativi ai costi rispettivamente di investimento e gestionali, attribuiti ai sei scenari.

<b>COSTI DI INVESTIMENTO</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	0,739	1,000	0,877	0,863	0,941	0,921

Tabella 48: Costi di investimento: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

<b>COSTI GESTIONALI</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	0,935	0,970	1,000	0,964	0,971	0,917

Tabella 49: Costi gestionali: punteggio attribuito ai sei 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 in riferimento al carico complessivo da trattare nel periodo estivo (584.123 AE). In tutti gli scenari l'impianto caratterizzato dalla potenzialità più elevata è quello di Peschiera: in particolare nello Scenario 1 (Pes) la potenzialità è pari a circa 495.000 AE da cui si ricava un grado di centralizzazione pari all'84%, mentre negli altri cinque scenari la potenzialità è pari a 320.000 AE, che corrisponde ad un livello di centralizzazione pari al 55%.

In Tabella 50 è riportato il confronto tra i sei scenari: la centralizzazione dello Scenario 1 (Pes) risulta "elevata" mentre quella delle altre alternative progettuali è "parziale", in accordo con le definizioni riportate nel regolamento regionale.

	<b>GRADO DI CENTRALIZZAZIONE<sup>^</sup></b>			
	<b>SPINTA</b>	<b>ELEVATA</b>	<b>PARZIALE</b>	<b>MINIMA</b>
SCENARIO 1 (Pes)		X		
SCENARIO 2 (Pes+Lon)			X	
SCENARIO 3 (Pes+Mon)			X	
SCENARIO 4 (Pes+Vis)			X	
SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)			X	
SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)			X	

<sup>^</sup>Rapporto tra il carico (AE) trattato dall'impianto di maggiore potenzialità ed il carico generato dall'intero territorio da servire

Tabella 50: Grado di centralizzazione della depurazione nei diversi scenari

In Tabella 51 sono riportati i punteggi attribuiti ai sei 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.

<b>GRADO DI CENTRALIZZAZIONE</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	1,000	0,649	0,649	0,649	0,649	0,649

*Tabella 51: Grado di centralizzazione: punteggio attribuito ai sei scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5*

## 12: NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIU' PICCOLO

In Tabella 52 si riporta il numero di impianti previsti per l'intero bacino servito e la potenzialità del depuratore più piccolo nei diversi scenari. Sebbene lo Scenario 1 (Pes) presenti il più elevato grado di centralizzazione, allo stesso tempo, considerando l'intero bacino servito, è caratterizzato dal numero maggiore di impianti (8) tra i quali il più piccolo (Carpendolo – Tezze) ha una potenzialità pari a 2.500 AE. L'alternativa progettuale 4 (Pes+Vis) consente la dismissione dei piccoli depuratori di Lonato e Carpenedolo ed è quindi caratterizzata dalla presenza di soli 3 impianti, due grandi (Peschiera: 320.000 AE; Visano: 225.000 AE) e uno di medie dimensioni (Montichiari: 40.000 AE). Gli altri scenari rappresentano delle situazioni intermedie da un punto di vista del numero degli impianti (5 depuratori per lo scenario 3; 6 depuratori per gli scenari 2, 5A e 5B); in ogni caso il depuratore più piccolo sarebbe quello di Carpenedolo – Tezze, da 2.500 AE.

Un aspetto non quantificato in questo studio, in quanto ininfluenza sulla valutazione complessiva, riguarda la possibilità, nello Scenario 5B, di dismettere l'attuale piccolo impianto a servizio del comune di Muscoline collettando i liquami al sistema centralizzato. Si ricorda inoltre che, nello Scenario 5A, la realizzazione del depuratore centralizzato in comune di Gavardo non modificherebbe l'attuale assetto: il depuratore a servizio del comune di Gavardo e di altri comuni limitrofi continuerebbe ad operare con le finalità previste nel Piano d'Ambito. Infine si ribadisce che le previsioni di ampliamento degli impianti oggi in esercizio, e quindi della potenzialità futura di tali impianti (vedi Tabella 4), sono tali da assicurare congruenza, in termini di carico da trattare, con il progetto preliminare: non è stata quindi verificata la congruenza tra i dati utilizzati e le previsioni del Piano d'Ambito. Anche questo aspetto è ininfluenza ai fini delle valutazioni svolte nel presente studio.

	<b>Numero impianti</b>	<b>Potenzialità dell'impianto più piccolo [AE]</b>
SCENARIO 1 (Pes)	8	2.500 <sup>(1)</sup>
SCENARIO 2 (Pes+Lon)	6	2.500 <sup>(1)</sup>
SCENARIO 3 (Pes+Mon)	5	2.500 <sup>(1)</sup>
SCENARIO 4 (Pes+Vis)	3	40.000 <sup>(2)</sup>
SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	6	2.500 <sup>(1)</sup>
SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	6	2.500 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Impianto di Carpenedolo - Tezze

<sup>(2)</sup> Impianto di Montichiari

*Tabella 52: Numerosità degli impianti e taglia dell'impianto più piccolo nei diversi scenari*

In Tabella 53 sono riportati i punteggi attribuiti ai sei scenari relativamente all'aspetto "numerosità impianti e taglia impianto più piccolo".

<b>NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIU' PICCOLO</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	0,600	0,800	0,850	1,000	0,800	0,800

*Tabella 53: Numerosità impianti e taglia impianto più piccolo: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5*

### 13: ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI

In Tabella 54 è riportato il risultato dell'analisi degli aspetti funzionali relativi all'area prevista per la costruzione degli impianti di depurazione.

Nello Scenario 1 (Pes), essendo previsto il potenziamento dell'impianto esistente di Peschiera, sono ovviamente già presenti i collegamenti alla rete elettrica ed idrica e alla viabilità principale. La disponibilità di area è certamente l'aspetto più critico nello Scenario 1 in relazione sia alla carenza di aree di espansione, sia all'impossibilità di realizzare ulteriori ampliamenti in futuro (necessità che, peraltro, pare poco probabile).

Nello Scenario 2 (Pes+Lon) risulta necessario collegare il nuovo impianto di Lonato con la viabilità ordinaria già presente; non sono invece presenti i collegamenti alla rete elettrica ed idrica. La realizzazione ex-novo dell'impianto implica la necessità di espropriare un'area agricola di notevoli dimensioni; allo stesso tempo, in questo scenario, sarebbero possibili ampliamenti futuri e quindi all'aspetto "disponibilità di aree" è stato assegnato un giudizio intermedio. Per il depuratore di

Peschiera non sono previste criticità, essendo la situazione futura non dissimile da quella attuale in relazione agli aspetti funzionali.

Nello Scenario 3 (Pes+Mon) tutti gli aspetti funzionali considerati sono caratterizzati da una “buona” adeguatezza, anche per la voce “disponibilità di aree”, nonostante sia necessario l’esproprio di alcune piccole aree, oltre che al ricollocamento dell’isola ecologica. Per il depuratore di Peschiera vale quanto riportato per lo Scenario 2.

Nello Scenario 4 (Pes+Vis), sono già presenti i collegamenti alla rete elettrica ed idrica e alla viabilità principale; la disponibilità di aree è elevata (anche in relazione a futuri ampliamenti) anche se è necessario l’esproprio di una piccola porzione di area agricola. Anche in questo caso non si rilevano osservazioni per il depuratore di Peschiera.

Nello Scenario 5A (Pes+Gav+Mon), sono già presenti i collegamenti alla rete elettrica ed idrica e alla viabilità principale in entrambe le aree destinate ai nuovi depuratori centralizzati nei comuni di Gavardo e Montichiari; all’aspetto “disponibilità di aree” è stato assegnato il giudizio “sufficiente” perché risulta necessario acquisire l’area per la costruzione del nuovo impianto di Gavardo. Non si rilevano osservazioni per il depuratore di Peschiera.

Nello Scenario 5B (Pes+Mus+Mon), risulta necessario collegare il nuovo impianto di Muscoline con la viabilità ordinaria e realizzare i collegamenti alla rete elettrica ed idrica; a Montichiari, invece, i collegamenti alle diverse infrastrutture sono già presenti. Complessivamente, per lo Scenario 5B, è stato quindi assegnato un giudizio intermedio (“sufficiente”) a questi aspetti. Anche all’aspetto “disponibilità di aree” è stato assegnato il giudizio “sufficiente” perché risulta necessario l’esproprio dell’area agricola per la costruzione del nuovo impianto di Muscoline. Non si rilevano osservazioni per il depuratore di Peschiera.

<b>ASPETTI FUNZIONALI</b>	<b>VIABILITÀ di accesso e collegamenti</b>	<b>COLLEGAMENTO alla RETE ELETTRICA</b>	<b>COLLEGAMENTO alla RETE IDRICA</b>	<b>DISPONIBILITÀ di AREE</b>
SCENARIO 1 (Pes)	Buona	Buona	Buona	Carente
SCENARIO 2 (Pes+Lon)	Sufficiente	Carente	Carente	Sufficiente
SCENARIO 3 (Pes+Mon)	Buona	Buona	Buona	Buona
SCENARIO 4 (Pes+Vis)	Buona	Buona	Buona	Buona
SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	Buona	Buona	Buona	Sufficiente
SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente

*Tabella 54: Quadro riassuntivo dell’analisi dell’adeguatezza degli spetti funzionali*

In Tabella 55 sono riportati i punteggi, relativi ai agli aspetti funzionali, attribuiti ai sei scenari.

<b>ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	0,900	0,700	1,000	1,000	0,950	0,800

*Tabella 55: Adeguatezza degli aspetti funzionali: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5*

#### 14: ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO

In Tabella 56 si riportano i dati riferiti all'estensione della rete di collettamento (che include, dove presenti, i canali e le condotte di collegamento ai ricettori) nei sei scenari. Si osserva che la lunghezza dei collettori è minima (103,4 km) nello Scenario 1 (Pes) e massima (127,6 km) nello Scenario 4 (Pes+Vis). In termini percentuali, lo Scenario 1 presenta una differenza in diminuzione pari a circa il 19% rispetto allo Scenario 4. Negli scenari 2 (Pes+Lon) e 3 (Pes+Mon) l'estensione della rete è molto simile e risulta pari, rispettivamente, a 115,6 e 113,6 km, ovvero intermedia rispetto agli scenari 1 e 4. Anche negli scenari 5A (Pes+Gav+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon) si hanno lunghezze intermedie (rispettivamente 116,7 e 119,1 km).

	<b>ESTENSIONE RETE DI COLLETTAMENTO [km]</b>
SCENARIO 1 (Pes)	103,4
SCENARIO 2 (Pes+Lon)	115,6*
SCENARIO 3 (Pes+Mon)	113,6
SCENARIO 4 (Pes+Vis)	127,6
SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	116,7*
SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	119,1

\*Sono inclusi i canali/condotte di collegamento dei depuratori ai ricettori, dove necessari

*Tabella 56: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari*

In Tabella 57 sono riportati i punteggi, relativi all'estensione della rete di collettamento, attribuiti ai sei scenari.

<b>ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO</b>	<b>SCENARIO 1 (Pes)</b>	<b>SCENARIO 2 (Pes+Lon)</b>	<b>SCENARIO 3 (Pes+Mon)</b>	<b>SCENARIO 4 (Pes+Vis)</b>	<b>SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)</b>	<b>SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)</b>
Punteggio	1,000	0,881	0,901	0,766	0,871	0,848

*Tabella 57: Estensione della rete di collettamento: punteggio attribuito ai sei scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5*

## 7. VALUTAZIONE INTEGRATA E CONCLUSIONI

In Tabella 58 e Tabella 59 sono riassunti i dati di riferimento (valori numerici o altre informazioni) per le singole voci oggetto di valutazione, e i relativi punteggi normalizzati, ovvero riproporzionati (attribuendo il valore unitario al punteggio più elevato) a partire dai punteggi riportati nelle Tabelle 32, 34, 36, 37, 38, 44, 48, 50, 52, 54 e 56. In particolare, in Tabella 58, per avere una indicazione più chiara, si è associato un codice cromatico ai punteggi assegnando colore verde per il punteggio massimo (uguale a 1) e colore rosso al punteggio più basso ottenuto. In questo modo si mettono in luce, da un lato, le criticità, e dall'altro, i punti a favore delle diverse soluzioni. In Tabella 59, per ogni ambito tematico è indicata anche la media dei punteggi dei singoli aspetti. In Figura 31 sono rappresentati i risultati finali della valutazione integrata: i punteggi attribuiti ad ogni ambito (così come riportati in Tabella 59), dopo normalizzazione, sono stati tra loro sommati. Per comodità, in Figura 31, i punteggi finali sono stati espressi anche in forma normalizzata (punteggio massimo pari ad 1).

AMBITO TEMATICO	CRITERIO DI CONFRONTO	SCENARIO 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)
VINCOLI	Aree vincolate	0,774	1,000	0,968	0,871	0,839	0,774
	Compatibilità urbanistica	0,750	0,500	0,750	0,750	1,000	0,750
	Interferenze sul tracciato del collettore	0,714	1,000	1,000	0,857	1,000	1,000
AMBIENTE	Carico effluente residuo depuratori (EQI)	0,920	0,883	1,000	0,995	1,000	1,000
	Refluo depurato destinato a riuso agricolo	1,000	0,815	0,883	0,815	0,862	0,854
	Effetti ambientali	1,000	0,917	0,917	0,823	0,980	0,980
COSTI	Costi di investimento	0,739	1,000	0,877	0,863	0,941	0,921
	Costi di gestione	0,935	0,97	1,000	0,964	0,971	0,917
ASPETTI IMPIANTISTICI	Grado di centralizzazione	1,000	0,649	0,649	0,649	0,649	0,649
	Numerosità impianti e taglia impianto più piccolo	0,600	0,800	0,850	1,000	0,800	0,800
	Adeguatezza degli aspetti funzionali	0,900	0,700	1,000	1,000	0,950	0,800
	Estensione della rete di collettamento (e scarico)	1,000	0,881	0,901	0,766	0,871	0,848

Tabella 58: Punteggi normalizzati per ogni voce di valutazione con codice cromatico (verde: soluzione preferibile; rosso: soluzione con punteggio più basso)

I risultati dello studio evidenziano, innanzitutto, che **tutte le soluzioni esaminate**, pur con le differenze che di seguito vengono riassunte, **sono praticabili**. E' opportuno però evidenziare che la sostenibilità ambientale (ovvero la irrilevanza degli effetti dello scarico sul corpo ricettore) può

essere conseguita, per gli scenari 1, 2, 3 e 4, solamente adottando alcuni specifici provvedimenti, la cui mancata adozione comprometterebbe il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici. In particolare, **per lo Scenario 1 (Pes), risulta necessario lo spostamento del punto di scarico del depuratore di Peschiera a monte dello sbarramento di Salionze** (oggi è posto a valle). L'opportunità di procedere in tal senso era peraltro già stata a suo tempo studiata dai Gestori dell'impianto. **Per gli scenari 2 (Pes+Lon), 3 (Pes+Mon) e 4 (Pes+Vis), invece, durante il periodo estivo, l'effluente depurato non può essere scaricato nel fiume Chiese ma deve essere necessariamente convogliato nella rete di canali irrigui esistenti, per essere recuperato in agricoltura.** La fattibilità di questa soluzione è stata condivisa, nell'ambito del presente studio, con i responsabili del Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado.

Pur essendo emersa la fattibilità di ognuna delle soluzioni studiate, la valutazione dettagliata dei molteplici fattori di raffronto presi in considerazione nel presente studio ha permesso di stilare una **graduatoria finale, che vede preferibili gli scenari 5A (Pes+Gav+Mon) e 3 (Pes+Mon), seguiti dagli scenari 4 (Pes+Vis), 5B (Pes+Mus+Mon), 1 (Pes) ed infine 2 (Pes+Lon), caratterizzati sostanzialmente dal medesimo punteggio finale.**

Analizzando i punteggi dei diversi ambiti tematici, **lo Scenario 1 (Pes) risulta preferibile** (punteggio pari ad 1) **per quanto riguarda gli aspetti impiantistici e gli effetti ambientali; lo Scenario 2 (Pes+Lon) comporta i minori oneri economici,** mentre **lo Scenario 5A (Pes+Gav+Mon) è preferibile per quanto riguarda i vincoli.**

Lo Scenario 1 (Pes) risulta fortemente penalizzato dalla presenza di numerosi vincoli a carico delle aree interessate dal passaggio del collettore fognario, oltre che dal maggior numero di interferenze, fra cui quella relativa all'attraversamento del fiume Mincio; inoltre, lo Scenario 1 è caratterizzato dal costo di investimento più elevato, a causa sia della necessità di ricorrere alla tecnologia MBR per l'adeguamento del depuratore di Peschiera (per carenze di spazio), sia dell'oneroso rifacimento del collettore nel basso lago (Desenzano-Sirmione-Peschiera). Infine, lo Scenario 1, sebbene determini la maggior centralizzazione del trattamento depurativo, è caratterizzato dal numero più elevato di piccoli impianti che verrebbero mantenuti in esercizio nel bacino di riferimento.

Lo Scenario 2 (Pes+Lon) è principalmente penalizzato dal fatto che sono necessari l'esproprio di un'intera area agricola (priva di collegamenti alla rete elettrica ed idrica) e la realizzazione di un canale di collegamento al fiume Chiese per lo scarico del refluo depurato. Inoltre, lo Scenario 2, pur garantendo il raggiungimento degli standard di qualità per il fiume, è caratterizzato da un carico

effluente residuo leggermente più elevato rispetto alle altre soluzioni (il depuratore di Lonato è infatti con tecnologia a fanghi attivi che non garantisce livelli depurativi elevatissimi, raggiungibili invece con sistemi MBR, adottati nelle altre soluzioni) e dalla percentuale più bassa di refluo depurato destinato al riutilizzo in agricoltura. Se anche per il depuratore di Lonato venisse utilizzata la tecnologia MBR si avrebbe un incremento del costo che diventerebbe paragonabile a quello degli scenari 3 (Pes+Mon) e 4 (Pes+Vis), a livello di intero bacino considerato, e contemporaneamente un miglioramento degli aspetti ambientali. Anche con queste ipotesi la graduatoria complessiva non subirebbe sostanziali variazioni.

Lo scenario 3 (Pes+Mon) rappresenta un'ottima situazione di compromesso, perché, pur non essendo la migliore soluzione per nessuno dei quattro ambiti di valutazione, presenta, nel complesso, un punteggio molto elevato.

Lo Scenario 4 (Pes+Vis) risulta meno preferibile rispetto alla soluzione 3 (Pes+Mon) sostanzialmente per due fattori: la necessità di attraversare, con il collettore fognario, il fiume Chiese e l'estensione della rete di collettamento (circa 128 km in totale, rispetto ai 114 della soluzione 3) con conseguente incremento del numero di vincoli di tutela a carico delle aree attraversate che andrebbero opportunamente esaminati e risolti in sede progettuale.

Allo Scenario 5A (Pes+Gav+Mon) è stato attribuito il massimo punteggio (in realtà non significativamente diverso da quello assegnato allo Scenario 3). Si tratta della soluzione preferibile sotto il profilo dei vincoli (soprattutto in termini di destinazione d'uso dell'area prevista per i depuratori), ricevendo una buona valutazione anche su tutti gli altri ambiti.

Infine, per lo Scenario 5B (Pes+Mus+Mon) risultano in particolare penalizzanti la necessità di acquisire e occupare un'area agricola per il depuratore di Muscoline, i costi (tra i più elevati considerando sia la realizzazione sia la gestione) e il numero elevato di vincoli lungo il tracciato dei collettori.

Si osservi che i risultati emersi nel presente studio confermano le scelte effettuate nel progetto preliminare Garda Uno, dove l'ipotesi Visano (Scenario 4) era stata preferita rispetto a quella che prevede il potenziamento del depuratore di Peschiera (Scenario 1).

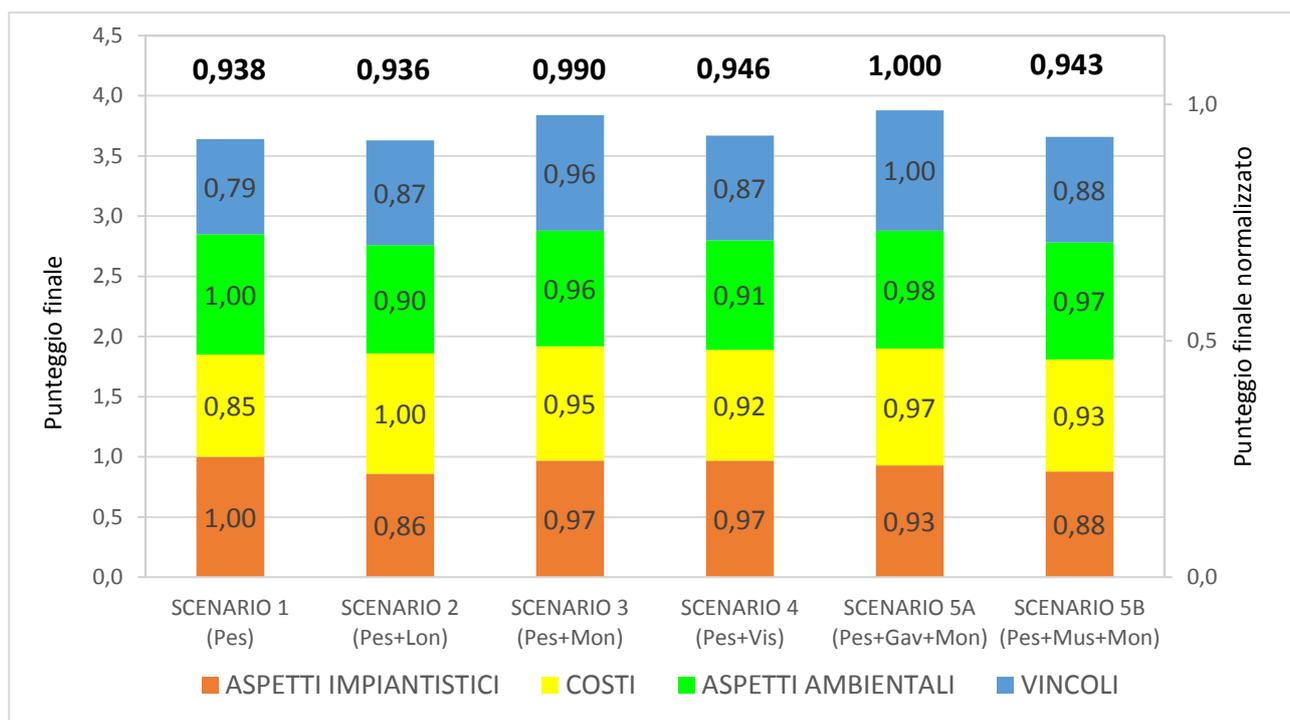


Figura 31: Risultato della valutazione integrata: punteggi normalizzati attribuiti ai diversi ambiti tematici e punteggi finali normalizzati

I risultati sopra discussi 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. Tuttavia, si vuole evidenziare che lo Scenario 1 (Pes), risultando preferibile in 2 ambiti tematici su 4 (aspetti impiantistici e aspetti ambientali), potrebbe essere considerato la soluzione migliore, qualora a questi due ambiti venisse dato un peso molto maggiore rispetto agli altri aspetti. In particolare, affinché lo Scenario 1 risulti preferibile è necessario attribuire sia agli aspetti ambientali sia agli aspetti impiantistici un peso almeno pari al 40% (conseguentemente il peso dei vincoli e dei costi deve essere corrispondentemente ridotto per ogni ambito al 10%). D'altro canto, il buon posizionamento degli scenari 3 (Pes+Mon) e 5A (Pes+Gav+Mon) in tutti gli ambiti rende difficile modificarne la preferenza, a meno di sbilanciare molto, tra loro, i pesi dei vari ambiti, come detto a proposito dello Scenario 1 (Pes). Ancora, si evidenzia, a titolo esemplificativo, che **considerando solo i costi e gli aspetti ambientali** (con ugual peso pari al 50%), **lo Scenario 5A (Pes+Gav+Mon) continua ad essere quello preferibile** mentre ricevono una valutazione inferiore, e tra loro simile, gli scenari 2 (Pes+Lon), 3 (Pes+Mon) e 5B (Pes+Mus+Mon).

CRITERIO DI CONFRONTO	SCENARIO 1 (Pes)		SCENARIO 2 (Pes+Lon)		SCENARIO 3 (Pes+Mon)		SCENARIO 4 (Pes+Vis)		SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)		SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)	
	Dato	Punti	Dato	Punti	Dato	Punti	Dato	Punti	Dato	Punti	Dato	Punti
Aree vincolate [numero di vincoli lungo il percorso del collettore] <sup>1</sup>	18	0,774	11	1,000	12	0,968	15	0,871	16	0,839	18	0,774
Compatibilità urbanistica [destinazione d'uso dell'area sede dei depuratori] <sup>2</sup>	ST+AA	0,750	A	0,500	ST+A	0,750	ST+A	0,750	ST (Gav) ST (Mon)	1,000	A (Mus) ST (Mon)	0,750
Interferenze sul tracciato del collettore [numero interferenze principali]	5	0,714	3	1,000	3	1,000	4	0,857	3	1,000	3	1,000
<b>PUNTEGGIO MEDIO VINCOLI</b>	<b>0,75</b>		<b>0,83</b>		<b>0,91</b>		<b>0,83</b>		<b>0,95</b>		<b>0,84</b>	
Carico effluente residuo depuratori (EQI) [kgPU/d]	20.275	0,920	20.973	0,883	18.772	1,000	18.869	0,995	18.772	1,000	18.772	1,000
Refluo depurato destinato a riuso agricolo [% sul volume scaricato]	32,7	1,000	26,7	0,815	28,9	0,883	26,7	0,815	28,2	0,862	27,9	0,854
Effetti ambientali (media LIM <sub>eco</sub> e capacità diluizione) [margine sicurezza per rispetto obiettivi qualità]; [ $Q_{DEPURATORE}/Q_{FIUME}$ ]	3,6; 1/56	1,000	2,0; 1/31	0,917	2,7; 1/31	0,917	1,7; 1/26	0,823	2,9; 1/50 <sup>3</sup>	0,980	2,9; 1/50 <sup>3</sup>	0,980
<b>PUNTEGGIO MEDIO ASPETTO AMBIENTALI</b>	<b>0,97</b>		<b>0,87</b>		<b>0,93</b>		<b>0,88</b>		<b>0,95</b>		<b>0,94</b>	
Costi di investimento [M€]	129,4	0,739	102,6	1,000	115,3	0,877	116,7	0,863	108,7	0,941	110,8	0,921
Costi di gestione [M€/y]	10,5	0,935	10,1	0,970	9,8	1,000	10,2	0,964	10,1	0,971	10,6	0,917
<b>PUNTEGGIO MEDIO COSTI</b>	<b>0,84</b>		<b>0,99</b>		<b>0,94</b>		<b>0,91</b>		<b>0,96</b>		<b>0,92</b>	
Grado di centralizzazione [% carico trattato dall'impianto di maggiore dimensione]	84	1,000	55	0,649	55	0,649	55	0,649	55	0,649	55	0,649
Numerosità impianti [num.] e taglia impianto più piccolo [AE]	8 2.500	0,600	6 2.500	0,800	5 2.500	0,850	3 40.000	1,000	6 2.500	0,800	6 2.500	0,800
Adeguatezza degli aspetti funzionali [numero di aspetti valutati positivamente]	3	0,900	0	0,700	4	1,000	4	1,000	3	0,950	0	0,800
Estensione della rete di collettamento (e scarico) [km]	103,4	1,000	115,6	0,881	113,6	0,901	127,6	0,766	116,7	0,871	119,1	0,848
<b>PUNTEGGIO MEDIO ASPETTI IMPIANTISTICI</b>	<b>0,88</b>		<b>0,76</b>		<b>0,85</b>		<b>0,85</b>		<b>0,82</b>		<b>0,77</b>	

**NOTE**

1) Per il calcolo del punteggio si è tenuto conto anche dei vincoli presenti sul tracciato del collettore comune a tutti gli scenari

2) ST: area per servizi tecnologici; A: area agricola; AA: altra area

3) Condizione per il depuratore di Montichiari

Tabella 59: 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 1 (Pes): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (ESTATE) [kg/d]					
	PESCHIERA	LONATO	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	889	78	69	34	38	1.107
<b>COD</b>	4.887	313	277	134	281	5.893
<b>SST</b>	933	104	92	45	9	1.184
<b>P<sub>tot</sub></b>	106,6	9,4	8,3	7,8	16,9	149,1
<b>N<sub>tot</sub></b>	1.089	77	68	43	130	1.408
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	66,6	2,6	2,3	2,2	4,7	78,5
<b>N<sub>organico</sub></b>	48,9	5,2	4,6	2,2	0,9	61,9
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	933	68	60	38	122	1.221
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	40,0	1,6	1,4	0,7	2,8	46,4

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (INVERNO) [kg/d]					
	PESCHIERA	LONATO	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	347	69	61	30	31	399
<b>COD</b>	1.906	276	244	120	235	2.435
<b>SST</b>	364	92	81	40	8	585
<b>P<sub>tot</sub></b>	41,6	8,3	7,3	7,0	14,1	78,3
<b>N<sub>tot</sub></b>	424	68	60	39	109	687
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	26,0	2,3	2,0	2,0	3,9	36,2
<b>N<sub>organico</sub></b>	19,1	4,6	4,1	2,0	0,8	16,7
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	364	60	53	34	102	612
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	15,6	1,4	1,2	0,6	2,3	21,1

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d]					
	PESCHIERA	LONATO	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	572	73	64	32	34	775
<b>COD</b>	3.148	292	258	126	254	4.078
<b>SST</b>	601	97	86	42	8	835
<b>P<sub>tot</sub></b>	69	9	8	7	15	108
<b>N<sub>tot</sub></b>	701	72	64	41	118	995
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	43	2	2	2	4	54
<b>N<sub>organico</sub></b>	31	5	4	2	1	44
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	601	63	56	36	110	866
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	26	1	1	1	3	32

## SCENARIO 2 (Pes+Lon): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (ESTATE) [kg/d]					
	PESCHIERA	LONATO	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	690	418	69	34	38	1.248
<b>COD</b>	3.451	2.089	277	134	281	6.233
<b>SST</b>	863	522	92	45	9	1.532
<b>P<sub>tot</sub></b>	69,0	41,8	8,3	7,8	16,9	143,8
<b>N<sub>tot</sub></b>	716	433	68	43	130	1.392
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	43,1	26,1	2,3	2,2	4,7	78,5
<b>N<sub>organico</sub></b>	43,1	26,1	4,6	2,2	0,9	77,0
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	604	366	60	38	122	1.190
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	25,9	15,7	1,4	0,7	2,8	46,4

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (INVERNO) [kg/d]					
	PESCHIERA	LONATO	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	292	161	61	30	31	575
<b>COD</b>	1.459	804	244	120	235	2.863
<b>SST</b>	365	201	81	40	8	695
<b>P<sub>tot</sub></b>	29,2	16,1	7,3	7,0	14,1	73,7
<b>N<sub>tot</sub></b>	303	167	60	39	109	677
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	18,2	10,0	2,0	2,0	3,9	36,2
<b>N<sub>organico</sub></b>	18,2	10,0	4,1	2,0	0,8	35,1
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	255	141	53	34	102	585
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	10,9	6,0	1,2	0,6	2,3	21,1

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d]					
	PESCHIERA	LONATO	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	458	268	64	32	34	856
<b>COD</b>	2.289	1.339	258	126	254	4.267
<b>SST</b>	572	335	86	42	8	1.044
<b>P<sub>tot</sub></b>	46	27	8	7	15	103
<b>N<sub>tot</sub></b>	475	278	64	41	118	975
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	29	17	2	2	4	54
<b>N<sub>organico</sub></b>	29	17	4	2	1	53
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	401	234	56	36	110	837
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	17	10	1	1	3	32

### SCENARIO 3 (Pes+Mon): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (ESTATE) [kg/d]				
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	690	69	34	246	1.039
<b>COD</b>	3.451	277	134	1.848	5.711
<b>SST</b>	863	92	45	62	1.061
<b>P<sub>tot</sub></b>	69,0	8,3	7,8	49,3	134,5
<b>N<sub>tot</sub></b>	716	68	43	487	1.314
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	43,1	2,3	2,2	30,8	78,5
<b>N<sub>organico</sub></b>	43,1	4,6	2,2	6,2	56,2
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	604	60	38	431	1.133
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	25,9	1,4	0,7	18,5	46,4

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (INVERNO) [kg/d]				
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	292	61	30	112	495
<b>COD</b>	1.459	244	120	838	2.662
<b>SST</b>	365	81	40	28	514
<b>P<sub>tot</sub></b>	29,2	7,3	7,0	22,3	65,9
<b>N<sub>tot</sub></b>	303	60	39	221	622
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	18,2	2,0	2,0	14,0	36,2
<b>N<sub>organico</sub></b>	18,2	4,1	2,0	2,8	27,1
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	255	53	34	196	538
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	10,9	1,2	0,6	8,4	21,1

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d]				
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	458	64	32	168	722
<b>COD</b>	2.289	258	126	1.259	3.932
<b>SST</b>	572	86	42	42	742
<b>P<sub>tot</sub></b>	46	8	7	34	94
<b>N<sub>tot</sub></b>	475	64	41	331	911
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	29	2	2	21	54
<b>N<sub>organico</sub></b>	29	4	2	4	39
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	401	56	36	294	786
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	17	1	1	13	32

### SCENARIO 4 (Pes+Vis): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (ESTATE) [kg/d]			
	PESCHIERA	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	690	341	38	1.069
<b>COD</b>	3.451	2.035	281	5.768
<b>SST</b>	863	295	9	1.168
<b>P<sub>tot</sub></b>	69,0	47,3	16,9	133,2
<b>N<sub>tot</sub></b>	716	477	130	1.324
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	43,1	29,5	4,7	77,4
<b>N<sub>organico</sub></b>	43,1	16,4	0,9	60,5
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	604	414	122	1.139
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	25,9	17,7	2,8	46,4

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (INVERNO) [kg/d]			
	PESCHIERA	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	292	151	31	474
<b>COD</b>	1.459	902	235	2.596
<b>SST</b>	365	131	8	504
<b>P<sub>tot</sub></b>	29,2	20,9	14,1	64,2
<b>N<sub>tot</sub></b>	303	211	109	623
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	18,2	13,1	3,9	35,2
<b>N<sub>organico</sub></b>	18,2	7,3	0,8	26,3
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	255	183	102	540
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	10,9	7,9	2,3	21,1

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d]			
	PESCHIERA	VISANO	MONTICHIARI	TOTALE
<b>BOD<sub>5</sub></b>	458	230	34	722
<b>COD</b>	2.289	1.374	254	3.917
<b>SST</b>	572	199	8	780
<b>P<sub>tot</sub></b>	46	32	15	93
<b>N<sub>tot</sub></b>	475	322	118	915
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	29	20	4	53
<b>N<sub>organico</sub></b>	29	11	1	41
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	401	279	110	790
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	17	12	3	32

### SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (ESTATE) [kg/d]					
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	GAVARDO	TOTALE
BOD <sub>5</sub>	690	69	34	138	109	1.039
COD	3.451	277	134	1.034	814	5.711
SST	863	92	45	34	27	1.061
P <sub>tot</sub>	69	8	8	28	22	134,5
N <sub>tot</sub>	716	68	43	272	214	1.314
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	43	2	2	17	14	78,5
N <sub>organico</sub>	43	5	2	3	3	56,2
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	604	60	38	241	190	1.133
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	26	1	1	10	8	46,4

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (INVERNO) [kg/d]					
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	GAVARDO	TOTALE
BOD <sub>5</sub>	292	61	30	69	42	495
COD	1.459	244	120	521	317	2.662
SST	365	81	40	17	11	514
P <sub>tot</sub>	29	7	7	14	8	65,9
N <sub>tot</sub>	303	60	39	137	83	622
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18	2	2	9	5	36,2
N <sub>organico</sub>	18	4	2	2	1	27,1
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	255	53	34	122	74	538
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	11	1	1	5	3	21,1

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d]					
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	GAVARDO	TOTALE
BOD <sub>5</sub>	458	64	32	98	70	722
COD	2.289	258	126	735	524	3.932
SST	572	86	42	24	17	742
P <sub>tot</sub>	46	8	7	20	14	94
N <sub>tot</sub>	475	64	41	193	138	911
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	29	2	2	12	9	54
N <sub>organico</sub>	29	4	2	2	2	39
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	401	56	36	171	122	786
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	17	1	1	7	5	32

### SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (ESTATE) [kg/d]					
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	MUSCOLINE	TOTALE
BOD <sub>5</sub>	690	69	34	138	109	1.039
COD	3.451	277	134	1.034	814	5.711
SST	863	92	45	34	27	1.061
P <sub>tot</sub>	69	8	8	28	22	134,5
N <sub>tot</sub>	716	68	43	272	214	1.314
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	43	2	2	17	14	78,5
N <sub>organico</sub>	43	5	2	3	3	56,2
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	604	60	38	241	190	1.133
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	26	1	1	10	8	46,4

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO (INVERNO) [kg/d]					
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	MUSCOLINE	TOTALE
BOD <sub>5</sub>	292	61	30	69	42	495
COD	1.459	244	120	521	317	2.662
SST	365	81	40	17	11	514
P <sub>tot</sub>	29	7	7	14	8	65,9
N <sub>tot</sub>	303	60	39	137	83	622
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18	2	2	9	5	36,2
N <sub>organico</sub>	18	4	2	2	1	27,1
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	255	53	34	122	74	538
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	11	1	1	5	3	21,1

INQUINANTE	CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d]					
	PESCHIERA	CARPENDEOLO	VISANO	MONTICHIARI	MUSCOLINE	TOTALE
BOD <sub>5</sub>	458	64	32	98	70	722
COD	2.289	258	126	735	524	3.932
SST	572	86	42	24	17	742
P <sub>tot</sub>	46	8	7	20	14	94
N <sub>tot</sub>	475	64	41	193	138	911
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	29	2	2	12	9	54
N <sub>organico</sub>	29	4	2	2	2	39
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	401	56	36	171	122	786
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	17	1	1	7	5	32

## EFFLUENTE QUALITY INDEX

EFFLUENT QUALITY INDEX (EQI) [kdPU/d]						
	SCENARIO 1 (Pes)	SCENARIO 2 (Pes+Lon)	SCENARIO 3 (Pes+Mon)	SCENARIO 4 (Pes+Vis)	SCENARIO 5A (Pes+Gav+Mon)	SCENARIO 5B (Pes+Mus+Mon)
<b>ESTATE</b>	28.850	30.257	27.093	27.568	27.093	27.093
<b>INVERNO</b>	14.150	14.342	12.829	12.655	12.829	12.829
<b>MEDIA ANNUA</b>	20.275	20.973	18.772	18.869	18.772	18.772

**ALLEGATO B**

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



SCENARIO 1	VOLUME ANNUO PRODOTTO [m <sup>3</sup> /y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m <sup>3</sup> /y]
Peschiera	31.338.646	95	11.500.081
Lonato	1.773.659	100	476.217
Carpendeolo	1.567.797	100	420.812
Visano	767.488	100	204.371
Montichiari	3.093.826	0	0
TOTALE	38.541.416	\	12.601.482

SCENARIO 2	VOLUME ANNUO PRODOTTO [m <sup>3</sup> /y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m <sup>3</sup> /y]
Peschiera	20.890.174	62	4.881.765
Lonato	12.222.131	100	4.765.635
Carpendeolo	1.567.797	100	420.812
Visano	767.488	100	204.371
Montichiari	3.093.826	0	0
TOTALE	38.541.416	\	10.272.583

SCENARIO 3	VOLUME ANNUO PRODOTTO [m <sup>3</sup> /y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m <sup>3</sup> /y]
Peschiera	20.890.174	62	4.881.765
Carpendeolo	1.567.797	100	420.812
Visano	767.488	100	204.371
Montichiari	15.315.957	0	5.621.640
TOTALE	38.541.416	\	11.128.589

SCENARIO 4	VOLUME ANNUO PRODOTTO [m <sup>3</sup> /y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m <sup>3</sup> /y]
Peschiera	20.890.174	62	4.881.765
Visano	14.557.416	100	5.390.818
Montichiari	3.093.826	0	0
TOTALE	38.541.416	\	10.272.583

SCENARIO 5A	VOLUME ANNUO PRODOTTO [m <sup>3</sup> /y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m <sup>3</sup> /y]
Peschiera	20.890.174	62	4.881.765
Carpenedolo	1.567.797	100	420.812
Visano	767.488	100	204.371
Montichiari	8.938.390	100	3.144.803
Gavardo	6.337.566	90	2.116.370
TOTALE	38.541.416	\	10.868.122

SCENARIO 5B	VOLUME ANNUO PRODOTTO [m <sup>3</sup> /y]	% DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO	VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m <sup>3</sup> /y]
Peschiera	20.890.174	62	4.881.765
Carpenedolo	1.567.797	100	420.812
Visano	767.488	100	204.371
Montichiari	8.938.390	100	3.144.803
Muscoline	6.337.566	85	2.109.942
TOTALE	38.541.416	\	10.761.693

