



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



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

Acque Bresciane
Servizio Idrico Integrato

Aggiornamento e integrazione della

**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 2019

Prof. Ing. Giorgio Bertanza, PhD

(Ordinario di Ingegneria Sanitaria-Ambientale)

con la collaborazione di Ing. Andrea Ghidoni

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 | 10 |
| 2.3. MODELLO DI VALUTAZIONE INTEGRATA | 17 |
| 2.4. FONTI DEI DATI | 18 |
| 3. DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE | 19 |
| 2.1. SCENARIO 1 (Pes) | 25 |
| 2.2. SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 28 |
| 2.3. SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 31 |
| 3.5. SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 34 |
| 4. QUANTIFICAZIONE DEI FATTORI DI VALUTAZIONE | 37 |
| 5. ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI ALLE SINGOLE VOCI DI VALUTAZIONE | 63 |
| 6. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEI SINGOLI FATTORI DI CONFRONTO | 67 |
| 7. VALUTAZIONE INTEGRATA E CONCLUSIONI | 97 |
| | |
| <i>ALLEGATO A: CARICHI EFFLUENTI RESIDUI DOPO DEPURAZIONE E EFFLUENT QUALITY INDEX</i> | 103 |
| <i>ALLEGATO B: VOLUME ANNUO DI REFLUO TRATTATO RECUPERABILE IN AGRICOLTURA</i> | 110 |

Indice delle figure

Figura 1: Stato di fatto: rappresentazione schematica dell'ubicazione dei depuratori ad oggi in esercizio nell'area in esame

Figura 2: Scenario 1 (Pes): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

Figura 3: Scenario 2 (Pes+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

Figura 4: Scenario 3 (Pes+Vis): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

Figura 5: Scenario 4 (Pes+Gav+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

Figura 6: Volume annuo di acqua depurata "prodotto" dai depuratori ubicati nei diversi comuni

Figura 7: Valori del LIM_{eco} del fiume Chiese nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Gavardo, Prevalle, Montichiari e Canneto sull'Oglio (dati ARPA Lombardia)

Figura 8: Valori del LIM_{eco} del fiume Mincio nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Peschiera, Goito, Mantova e Roncoferraro (dati ARPA Lombardia)

Figura 9: Ubicazione delle sezioni di monitoraggio delle portate del fiume Mincio in prossimità della diga di Salionze

Figura 10: Portata mensile a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

Figura 11: Portata mensile a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

Figura 12: Portata mensile media, minima e massima a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo 2008-2017

Figura 13: Portata mensile media, minima e massima a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo 2008-2017 (Aprile-Settembre)

Figura 14: 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 15: Estratto PATI – Comune di Peschiera del Garda (carta dei vincoli)

Figura 16: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Figura 17: Estratto PGT – Comune di Visano

Figura 18: Area prevista per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione di Gavardo

Figura 19: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Figura 20: Carico residuo giornaliero medio su base annua in uscita da tutti i depuratori del bacino

Figura 21: Contributo dei diversi depuratori al carico residuo complessivo nei diversi scenari (dati raggruppati per comune)

Figura 22: Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato: analisi comparativa dei quattro scenari

Figura 23: Percentuale del refluo depurato destinata a riuso agricolo

Figura 24: Costi di investimento relativi al “progetto Garda” e alle restanti aree del bacino (costi “ATO_Brescia”)

Figura 25: Costi di investimento relativi al sistema di collettamento, agli impianti di depurazione

Figura 26: Costi di gestione relativi al “progetto Garda” e alle restanti aree del bacino (costi “ATO_Brescia”)

Figura 27: Costi di gestione relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

Figura 28: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

Figura 29: Risultato della valutazione integrata: punteggi normalizzati attribuiti ai diversi ambiti tematici e punteggi finali normalizzati

Indice delle tabelle

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

Tabella 2: Fonti dei dati a base del presente studio

Tabella 3: Carico generato al 2030 (abitanti equivalenti, AE) dai comuni del bacino oggetto di studio (fonti: progetto preliminare 2013, Garda Uno; Acque Bresciane srl; Ufficio d'Ambito di Brescia; A2A ciclo idrico)

Tabella 4: Depuratori che non gravano economicamente sul "Progetto Garda": stato di fatto (fonte: Ufficio d'Ambito di Brescia) e incremento di potenzialità richiesto, negli scenari che ne prevedono il mantenimento in esercizio

Tabella 5: Carichi (AE) e portate di tempo asciutto (Q_d) 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: Elementi caratteristici dello Scenario

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

Tabella 10: Elementi caratteristici dello Scenario

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

Tabella 12: Elementi caratteristici dello Scenario

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

Tabella 14: 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 15: Limiti allo scarico regione Lombardia

Tabella 16: Concentrazioni di BOD₅, COD, SST e P_{tot} attese nell'effluente dei depuratori (benchmark) in funzione della tipologia di trattamento

Tabella 17: Concentrazione delle diverse forme azotate attesa nell'effluente di un impianto a fanghi attivi, in funzione dei limiti allo scarico

Tabella 18: Peso attribuito ai diversi parametri (carichi inquinanti) per il calcolo dell'EQI

Tabella 19: Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori per ottenere il punteggio LIM_{eco} (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

Tabella 20: Classificazione di qualità secondo i valori di LIM_{eco} (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

Tabella 21: Stato ecologico e stato chimico del fiume Chiese: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)

Tabella 22: Stato ecologico e stato chimico del fiume Mincio: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)

Tabella 23: 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 24: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese alla stazione di monitoraggio di Montichiari (2011-2016); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

Tabella 25: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese alla stazione di monitoraggio di Gavardo (2011-2016); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

Tabella 26: Fonti dei principali costi di investimento e gestione

Tabella 27: Suddivisione dei criteri di confronto ai fini dell'assegnazione dei punteggi

Tabella 28: 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 29: Aree vincolate: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 30: Analisi della compatibilità urbanistica dei siti di ubicazione dei depuratori: prospetto riassuntivo

Tabella 31: Compatibilità urbanistica: punteggio attribuito ai quattro scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 32: Analisi delle principali interferenze sul tracciato del collettore per i tratti che differenziano le varie soluzioni: prospetto riassuntivo

Tabella 33: Interferenze sul tracciato del collettore: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 34: Carico effluente residuo dai depuratori: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 35: Refluo depurato destinato a riuso agricolo: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 36: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Mincio (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato elevato del LIM_{eco} nello Scenario 1 (Pes), in estate e in inverno

Tabella 37: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} negli scenari 2 (Pes+Mon) e 3 (Pes+Vis)

Tabella 38: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} nello scenario 4 (Pes+Gav+Mon), in estate e in inverno

Tabella 39: Valori di riferimento del rapporto fra la portata media effettiva del corpo idrico ricettore (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità nei quattro scenari

Tabella 40: Capacità di diluizione degli scarichi dei depuratori centralizzati da parte dei fiumi Mincio e Chiese

Tabella 41: Effetti ambientali sul ricettore: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 42: Costi di investimento per i quattro scenari

Tabella 43: Costi di gestione per i quattro scenari

Tabella 44: Costi di investimento e gestionali per i quattro scenari

Tabella 45: Costi di investimento: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 46: Costi gestionali: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 47: Grado di centralizzazione della depurazione nei diversi scenari

Tabella 48: Grado di centralizzazione: punteggio attribuito ai quattro scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 49: Numerosità degli impianti e taglia dell'impianto più piccolo nei diversi scenari

Tabella 50: Numerosità impianti e taglia impianto più piccolo: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 51: Quadro riassuntivo dell'analisi dell'adeguatezza degli spetti funzionali

Tabella 52: Adeguatezza degli aspetti funzionali: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 53: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

Tabella 54: Estensione della rete di collettamento: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 55: Tempi per dismissione del collettore sublacuale nei diversi scenari

Tabella 56: Tempi per dismissione collettore sublacuale: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

Tabella 57: Punteggi normalizzati per ogni voce di valutazione con codice cromatico (verde: soluzione preferibile; rosso: soluzione con punteggio più basso)

Tabella 58: 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 nel 2018 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 dello studio (consegnato nel mese di luglio 2018) era il confronto di sei alternative progettuali, preliminarmente definite da Acque Bresciane srl, da effettuare sulla base di aspetti di tipo ambientale, economico, impiantistico e urbanistico, in linea con gli indirizzi del Regolamento di Regione Lombardia sulla disciplina degli scarichi, che, al momento della redazione dello studio, era in fase di emanazione, in sostituzione del vigente Regolamento Regionale n.3/2006¹.

Nell'aprile del 2019, a seguito dell'approvazione definitiva del nuovo Regolamento Regionale sulla disciplina degli scarichi² e a seguito di approfondimenti sul piano tecnico svolti nel frattempo da

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

² Regolamento regionale 29 marzo 2019 – n. 6. Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane, disciplina dei controlli degli scarichi e delle modalità di approvazione dei progetti

Acque Bresciane srl (essenzialmente dovuti a un maggiore grado di dettaglio della progettazione), la medesima ha richiesto al DICATAM un aggiornamento/integrazione dello studio condotto nel 2018.

Il presente studio pone a confronto quattro siti alternativi, individuati da Acque Bresciane, a seguito degli approfondimenti di cui sopra. Si sottolinea che il citato Regolamento Regionale n. 6/2019, nell'Allegato L (Criteri di valutazione per la scelta tra alternative progettuali comparabili per impianti di trattamento delle acque reflue urbane), al punto 1 (Criteri generali), precisa che l'analisi comparative deve "essere sviluppata, qualora la popolazione da servire sia inferiore a 10.000 A.E., per almeno 2 alternative e, per valori superiori, per almeno 3 alternative". Pertanto, il numero di alternative studiate in questo rapporto (4) è superiore al minimo stabilito dal Regolamento (3).

Il confronto è basato su elementi oggettivi ed è stato condotto in conformità con i criteri definiti nel Regolamento Regionale 06/2019. I risultati che ne scaturiscono sono quindi da ritenersi determinanti per la individuazione dello scenario di intervento, che sarà effettuata in via definitiva dagli Enti competenti.

Questo rapporto costituisce un aggiornamento del primo studio effettuato nel 2018 e ne ricalca l'impostazione metodologica: vi sono, tuttavia, descritti nel dettaglio i criteri di valutazione e le ipotesi di calcolo, al fine di evitare richiami al precedente studio, e di rendere così il presente documento completo di tutte le informazioni necessarie. La relazione risulta quindi strutturata nei seguenti capitoli:

- *approccio metodologico: principi generali.* Vengono definite, di massima, le quattro 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 quattro 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,

degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, in attuazione dell'articolo 52, commi 1, lettere a) e f bis), e 3, nonché dell'articolo 55, comma 20, della legge regionale 12 dicembre 2003, n.26

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 (Ufficio d'Ambito di Brescia, Acque Bresciane s.r.l., ARPA Brescia, Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado, Consorzio di bonifica Territori del Mincio, Azienda Gardesana Servizi S.p.A., Depurazioni Benacensi S.c.r.l.) e sopralluoghi.

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, nell'Allegato L del Regolamento regionale 29 marzo 2019 – n. 6, prescrive 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 ne ha individuate quattro (derivate da quelle oggetto di valutazione in precedenti studi: progetto preliminare di Garda Uno del 2013, studio del DICATAM del 2018), sinteticamente descritte qui di seguito (per i dettagli si rimanda al capitolo 3).

- *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.
- *Scenario 2 (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 3 (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 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).
- *Scenario 4 (Pes+Gav+Mon)*. Il progetto prevede, oltre all'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, la costruzione di un nuovo impianto di depurazione nel comune di Gavardo, a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto lago, la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Montichiari e il potenziamento dell'attuale depuratore di Montichiari che risulterebbe a servizio dei comuni bresciani del medio e basso lago, a eccezione di Sirmione e Desenzano (collettati a Peschiera insieme ai comuni della sponda veronese).

2.2. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI VALUTAZIONE

L'analisi comparativa delle alternative di intervento è stata condotta adottando i criteri di confronto definiti da Regione Lombardia e riportati nell'allegato L "Criteri di valutazione per la scelta tra alternative progettuali comparabili per impianti di trattamento di acque reflue urbane" del Regolamento Regionale n. 6 del 29 marzo del 2019 (pubblicato nel Supplemento n. 14 del BURL del 2 aprile 2019). In taluni casi, per una migliore efficacia della valutazione, si è reso necessario adottare un maggiore grado di dettaglio; inoltre, per la specificità della situazione esaminata, sono state aggiunte alcune voci di confronto. In Tabella 1 sono specificati i criteri di confronto così come riportati nel RR 06/2019 e come declinati nel presente studio. I diversi aspetti sono stati raggruppati in quattro ambiti tematici.

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

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

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

Inoltre, rispetto ai criteri definiti da Regione Lombardia, ne sono stati aggiunti due, in quanto ritenuti significativi, in relazione alla diversità dei tracciati dei collettori nei diversi scenari (I4) e al tempo necessario per realizzare le opere che consentiranno di dismettere il collettore sublacuale (I5).

Un discorso particolare merita l'indice I2 (flessibilità dell'impianto), che è stato meglio specificato, per due ordini di motivi: gli aspetti relativi al singolo depuratore (presenza di più linee di trattamento

e di by-pass ecc.) richiedono la conoscenza di dettagli che, a livello della progettazione preliminare, non sono stati definiti. In ogni caso, si tratta di impianti di medio-grande dimensione, a servizio di un'area con grande fluttuazione del carico, per le presenze turistiche estive, per cui queste prerogative sono da ritenere indispensabili, e quindi non tali da determinare differenze tra i diversi scenari. Viceversa, poiché la valutazione è stata estesa all'intero bacino potenzialmente servito dal nuovo sistema, è stato necessario considerare la possibilità che alcuni piccoli depuratori già esistenti o di prevista realizzazione vengano dismessi grazie alla presenza dei nuovi impianti. In particolare, come precisato più avanti (capitolo 3), in 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.

Come conseguenza di quanto sopra, per assicurare la significatività del confronto, per tutte le soluzioni sono state considerate le infrastrutture necessarie per servire il medesimo bacino di utenza (634.677 AE nelle condizioni estive), che corrisponde alla somma dei carichi generati in tutti i comuni dell'area oggetto di studio: si veda il capitolo 3 per la descrizione dettagliata del bacino considerato.

Alcuni degli elementi di confronto (effetti ambientali sul ricettore, refluo depurato destinato a riuso agricolo, carico effluente residuo dai depuratori, costi gestionali) sono stati analizzati prendendo come riferimento due periodi dell'anno, ovvero la stagione "estiva" e quella "invernale". Tale approccio si fonda ovviamente sulla peculiarità del territorio servito, che risulta caratterizzato da consistenti afflussi turistici nei mesi estivi (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); il calcolo dei costi di investimento e gestione così come la stima dei tempi necessari per la realizzazione delle opere sono stati invece effettuati considerando il sistema nel suo complesso (collettamento e depurazione).

Nel seguito vengono descritti, in linea generale, i vari aspetti e criteri di confronto, con riferimento alle indicazioni di cui al RR 06/2019. Per i dettagli metodologici relativi alla quantificazione di alcuni fattori di valutazione (per i quali si sono rese necessarie specifiche assunzioni ed elaborazioni) si

rimanda al capitolo 4. I criteri di attribuzione dei punteggi alle singole voci sono invece descritti nel capitolo 5.

V1: AREE VINCOLATE

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

Nella fase di confronto tra le 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, BOD₅, 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 634.677 AE), generato nell'intera area di studio che include alcuni comuni posti a Ovest e a Sud del Garda (come precisato nel capitolo 3), quindi la stima del carico residuo è stata effettuata non solo in riferimento al/i nuovo/i depuratore/i del Garda, ma considerando tutti i depuratori necessari per servire l'intero bacino.

A2: REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO IRRIGUO

Secondo i criteri regionali, l'eventuale riutilizzo del refluo depurato deve essere valutato in riferimento al tipo di impiego (irriguo, produttivo, usi civili non domestici ecc.) e 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, vista la peculiarità del territorio, esclusivamente con riferimento al riutilizzo in agricoltura.

A3: EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE

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

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

C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

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

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

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

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). Per quanto riguarda la voce "collegamento al ricettore", esplicitamente indicata nel Regolamento Regionale, nel presente studio la eventuale necessità di realizzare apposito collegamento viene considerata nella voce "estensione della rete di collettamento" (che invece non è ricompresa tra quelle elencate nel RR 06/2019) che, appunto, oltre alle condotte di adduzione dei liquami ai depuratori, include gli eventuali canali 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 per "estensione della rete di collettamento" si intende la lunghezza complessiva del sistema, includendo nuovi collettori in progetto, collettori mantenuti come nello stato di fatto, eventuali canali o condotte di collegamento degli impianti di depurazione ai corpi ricettori.

15: TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE

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

2.3. MODELLO DI VALUTAZIONE INTEGRATA

Una volta definiti i criteri di confronto, si è elaborato un modello di valutazione integrata che consente di assegnare un punteggio 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, informazioni generiche (es. tracciato dei collettori, ubicazione impianti ecc.) e dati di vario tipo (es. interferenze, potenzialità impianti esistenti) | Progetto preliminare (“Nuovo sistema di collettamento e depurazione della sponda bresciana del lago”) di Garda Uno Spa (2013): elaborazioni, relazioni e allegati Sistema di collettamento e depurazione a servizio della sponda bresciana del lago di Garda – Progetto di fattibilità tecnica ed economica (Acque Bresciane srl, Giugno 2019) Acque Bresciane srl (contatti diretti) |
| 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) |
| 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 | Acque Bresciane srl (contatti diretti) Piani di Governo del Territorio (PGT) dei comuni interessati dal nuovo sistema di collettamento e depurazione |
| Valori di portata fiume Mincio | Consorzio di bonifica Territori 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) Consorzio di bonifica Territori del Mincio: Ente di Bonifica di II° grado e di utilizzazione idrica (contatti diretti) |
| Dati di qualità fiume Mincio e fiume Chiese | ARPA Lombardia (contatti diretti) |
| Dati di qualità fiume Mincio | ARPA Veneto (http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera/corsi-dacqua) |
| Stato e obiettivi di qualità dei fiumi Chiese e Mincio | PTUA Regione Lombardia (http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-energia-e-sviluppo-sostenibile/piano-acque) |
| Quadro normativo di riferimento | Normativa tecnica di settore (di volta in volta specificata nel testo) |

Tabella 2: Fonti dei dati a base del presente studio

Le fonti da cui sono stati desunti i costi specifici per la stima dei costi di investimento e gestionali nei diversi scenari sono riportati in Tabella 26 (capitolo 4), cui si rimanda per ogni approfondimento.

3. DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE

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

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

| | CARICO GENERATO [AE] | |
|--|----------------------|----------------|
| | ESTATE | INVERNO |
| SPONDA BRESCIANA DEL LAGO | 172.821 | 71.412 |
| <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 |
| DESENZANO+SIRMIONE | 79.925 | 48.123 |
| <i>Desenzano</i> | 47.963 | 35.785 |
| <i>Sirmione</i> | 31.962 | 12.338 |
| LONATO DEL GARDA | 22.253 | 21.210 |
| CARPENEDOLO | 19.664 | 18.753 |
| VISANO | 2.803 | 2.679 |
| REMEDELLO | 4.570 | 4.401 |
| ACQUAFREDDA | 2.177 | 2.159 |
| MONTICHIARI | 30.000 | 30.000 |
| VOBARNO | 10.292 | 10.292 |
| VILLANUOVA SUL CLISI (Caneto, Ponte Pier) | 600 | 600 |
| GAVARDO | 32.072 | 32.072 |
| <i>Gavardo</i> | 19.990 | 19.990 |
| <i>Villanuova sul Clisi</i> | 8.372 | 8.372 |
| <i>Vallio Terme</i> | 3.623 | 3.623 |
| <i>Muscoline (San Quirico)</i> | 87 | 87 |
| MUSCOLINE | 3.500 | 3.500 |
| CALVAGESE DELLA RIVIERA | 4.000 | 4.000 |
| SPONDA VERONESE DEL LAGO | 240.000 | 120.000 |
| <i>Da Malcesine a Peschiera</i> | 220.380 | 102.680 |
| <i>Valeggio sul Mincio</i> | 19.620 | 17.320 |
| TOTALE | 624.677 | 369.201 |

Tabella 3: Carico generato al 2030 (abitanti equivalenti, AE) dai comuni del bacino oggetto di studio (fonti: progetto preliminare 2013, Garda Uno; Acque Bresciane srl; Ufficio d'Ambito di Brescia; A2A ciclo idrico)

In Tabella 4, per i depuratori oggi in esercizio nell'area in esame e per i quali è previsto, in alcuni scenari (specificati nelle note in calce), il mantenimento, sono indicati: la potenzialità attuale, il carico futuro da trattare (in coerenza con i dati di Tabella 3) e l'incremento di potenzialità richiesto.

| DEPURATORI ESISTENTI | POTENZIALITA' ATTUALE [AE] | CARICO DA TRATTARE IN FUTURO [AE] | INCREMENTO DI POTENZIALITÀ RICHIESTO [AE] |
|---|---|-----------------------------------|---|
| <i>Lonato del Garda (Campagna)</i> | 8.000 | 22.253 | 9.453¹ |
| <i>Lonato del Garda (Rassica)</i> | 4.000 | | |
| <i>Lonato del Garda (Centenaro)</i> | 800 | | |
| "TOTALE" LONATO | 12.800 | | |
| <i>Carpenedolo (Garibaldi)</i> | 13.000 | 19.664 | 4.164² |
| <i>Carpenedolo 2 (Tezze)</i> | 2.500 | | |
| "TOTALE" CARPENEDOLO | 15.500 | | |
| VISANO-REMEDELLO-ACQUAFREDDA | Infrastrutture non completate, impianto non in funzione | 9.550 | 9.550² |
| MONTICHIARI | 40.000 | 30.000 | \ |
| <i>Vobarno (Macello)</i> | 2.200 | 10.292 | 3.892³ |
| <i>Vobarno (Isolabella)</i> | 2.200 | | |
| <i>Vobarno (Collio)</i> | 1.000 | | |
| <i>Vobarno (Pompegnino)</i> | 1.000 | | |
| "TOTALE" VOBARNO | 6.400 | | |
| VILLANUOVA SUL CLISI (Caneto, Ponte Pier) | 600 | 600 | \ |
| GAVARDO* | 36.000* | 32.072 | \ |
| MUSCOLINE (Longavina) | 2.600 | 3.500 | 900³ |
| <i>Calvagese della Riviera (Mocasina)</i> | 1.000 | 4.000 | 2.000³ |
| <i>Calvagese della Riviera (Carzago)</i> | 1.000 | | |
| "TOTALE" CALVAGESE DELLA RIVIERA | 2.000 | | |
| ¹ incremento richiesto nello scenario 1 ² incremento richiesto negli scenari 1, 2 e 4 ³ incremento richiesto negli scenari 1, 2 e 3 * Nuovo depuratore di prossima realizzazione (in fase di appalto al momento della scrittura del presente documento) | | | |

Tabella 4: Depuratori che non gravano economicamente sul "Progetto Garda": stato di fatto (fonte: Ufficio d'Ambito di Brescia) e incremento di potenzialità richiesto, 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 adottati nel progetto preliminare di Garda Uno: in particolare, sono stati utilizzati i valori riportati nel progetto di adeguamento dell'impianto di Visano (fonte: Allegato 1 del progetto preliminare), dove gli apporti pro-capite (rispettivamente 263,4 e 217 L/AE/d, in estate ed inverno, corrispondenti a dotazione idriche, rispettivamente, pari a circa 330 L/AE/d e 270 L/AE/d, assumendo un coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,8) risultano da una combinazione dei contributi derivanti da agglomerati a forte vocazione turistica (paesi rivieraschi), e per questo

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

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

dove AE_{TUR} , $AE_{NON\ TUR}$ e AE_{TOT} sono gli abitanti equivalenti, rispettivamente, della sponda bresciana del lago, dei comuni non turistici e 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 $293,2 \text{ L/AE/d}$.

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

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

| COMUNI | ESTATE | | INVERNO | |
|---|---------|------------------------------------|---------|------------------------------------|
| | AE | Q _d [m ³ /d] | AE | Q _d [m ³ /d] |
| Da Tignale a Lonato (Lido) ⁽¹⁾ | 172.821 | 47.007 | 71.412 | 15.496 |
| <i>Da Tignale a Roè Volciano</i> | 74.639 | 20.302 | 38.382 | 8.329 |
| <i>Da Roè Volciano a Lonato (Lido)</i> | 98.182 | 26.706 | 33.030 | 7.168 |
| Lonato ⁽²⁾ | 22.253 | 5.219 | 21.210 | 4.603 |
| Visano+Acquafredda+Remedello ⁽²⁾ | 9.550 | 2.240 | 9.239 | 2.005 |
| Da Malcesine a Peschiera+Desenzano+Sirmione ⁽¹⁾ | 300.305 | 81.683 | 150.803 | 32.724 |
| Valeggio sul Mincio ⁽²⁾ | 19.620 | 4.601 | 17.320 | 3.758 |
| Carpinedolo ⁽²⁾ | 19.664 | 4.612 | 18.753 | 4.069 |
| Montichiari ⁽²⁾ | 30.000 | 7.036 | 30.000 | 6.510 |
| Vobarno ⁽²⁾ | 10.292 | 2.414 | 10.292 | 2.233 |
| Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier) ⁽²⁾ | 600 | 141 | 600 | 130 |
| Gavardo ⁽²⁾ | 32.072 | 7.522 | 32.072 | 6.960 |
| Muscoline ⁽²⁾ | 3.500 | 821 | 3.500 | 760 |
| Calvagese della Riviera ⁽²⁾ | 4.000 | 938 | 4.000 | 868 |
| TOTALE | 624.677 | 164.232 | 369.201 | 80.177 |

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

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

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

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

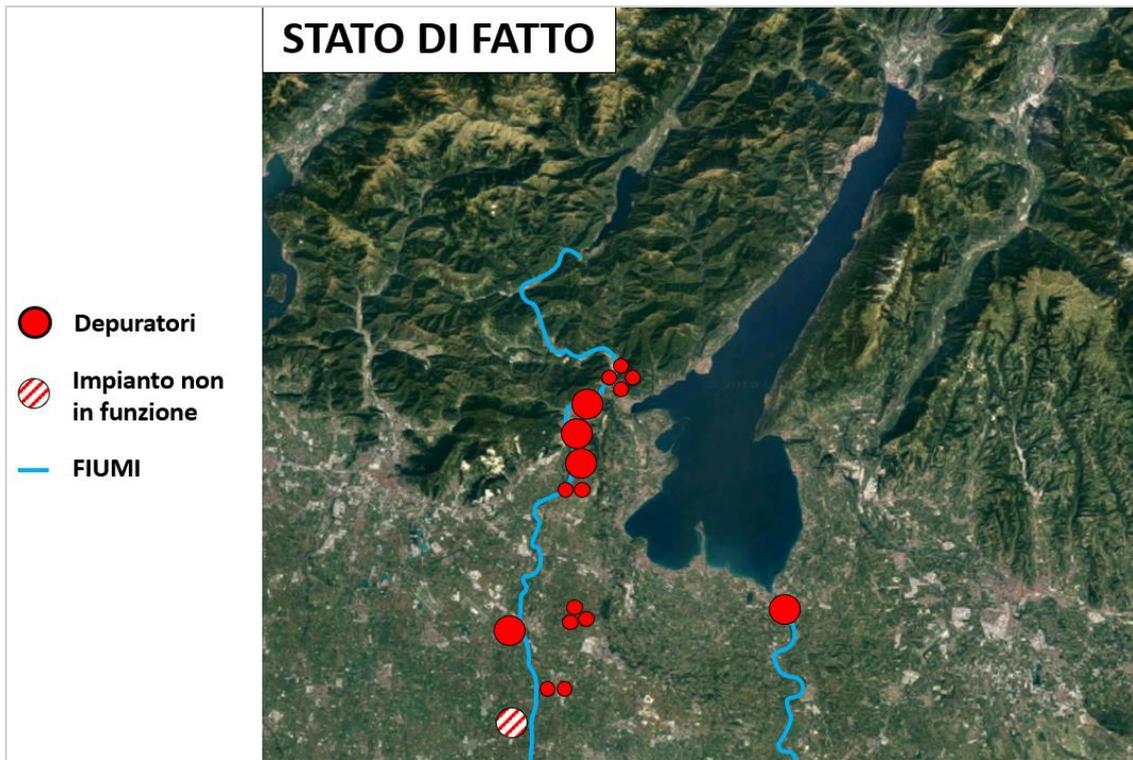


Figura 1: Stato di fatto: rappresentazione schematica dell'ubicazione dei depuratori ad oggi in esercizio nell'area in esame

SCENARIO 1 (Pes)

In Figura 2 è rappresentato schematicamente, in giallo, il nuovo sistema di collettamento e depurazione del Garda (Progetto Garda) nello Scenario 1 (Pes). In rosso sono indicati gli impianti dell'ATO di cui si prevede un ampliamento o comunque un intervento sostanziale ed in bianco quelli che rimarranno invariati rispetto allo stato di fatto (essenzialmente si tratta del solo impianto di Montichiari).

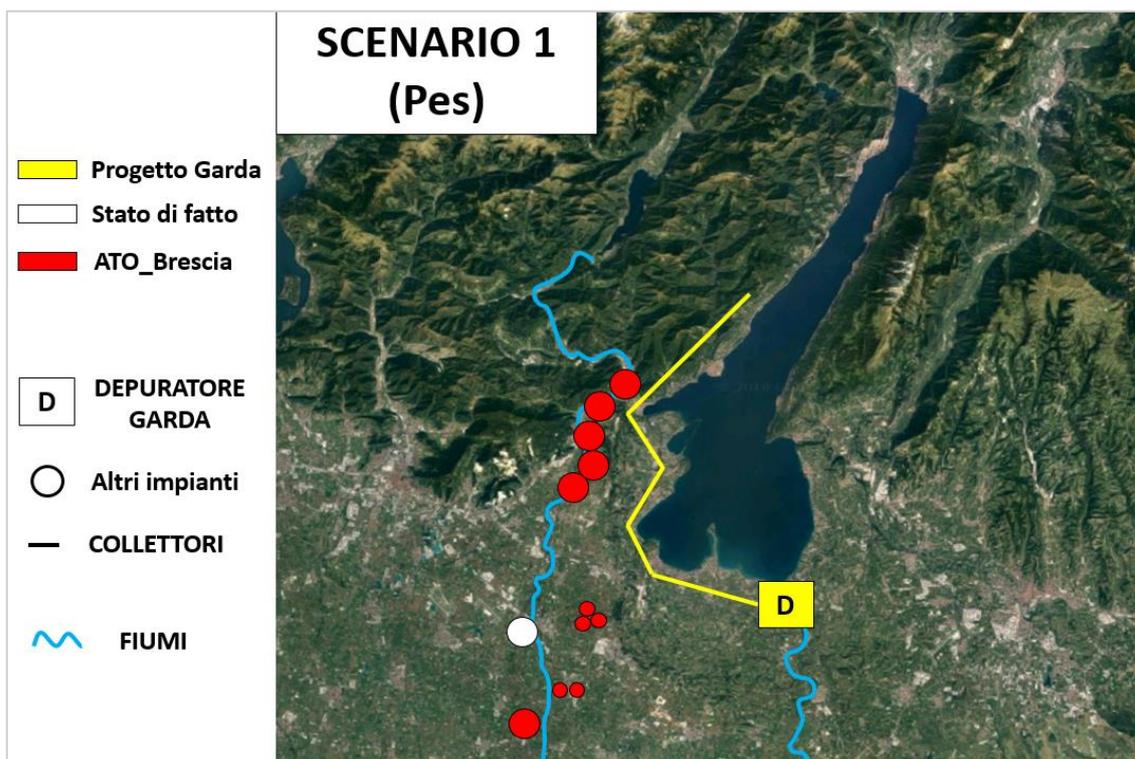


Figura 2: Scenario 1 (Pes): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

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, sono previsti:

- il mantenimento, come nello stato di fatto, dell'impianto di Montichiari;
- la dismissione dei quattro depuratori ad oggi in esercizio a Vobarno e la realizzazione di un nuovo impianto a servizio dell'intero comune;
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Gavardo a servizio dei comuni di Gavardo, Villanuova sul Clisi, Vallio Terme e la frazione San Quirico di Muscoline;
- l'ampliamento del depuratore di Calvagese della Riviera – frazione Mocasina – a servizio dell'intero agglomerato, con conseguente dismissione dell'impianto ubicato a Carzago;
- il potenziamento dei depuratori di Muscoline, Lonato (3 impianti) e Carpenedolo (2 impianti);
- l'adeguamento (senza incremento di potenzialità) del depuratore di Villanuova sul Clisi (frazioni Caneto e Ponte Pier);
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano, al quale collettare i comuni limitrofi di 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.

| DEPURAZIONE | |
|--|---|
| Numero depuratori | 13 |
| 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 | Vobarno, Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Lonato (3), Carpenedolo (2), Visano, Montichiari |
| Tecnologia adottata negli impianti esistenti | MBR (Montichiari); FA o FA+FILTRAZIONE (altri) |
| Ricettori finali impianti esistenti | Chiese (Vobarno, Villanuova sul Clisi, Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Montichiari, Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Seriola di Lonato (Lonato) |
| COLLETTAMENTO | |
| Lunghezza nuovi collettori | 69,5 km |
| Lunghezza complessiva | 88,4 km |
| Numero stazioni di sollevamento | 36 |

Tabella 6: Elementi caratteristici dello Scenario 1

| DEPURATORE | CARICO [AE] | | PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m ³ /d] | |
|-------------------------|-------------|---------|---|---------|
| | ESTATE | INVERNO | ESTATE | INVERNO |
| Vobarno | 10.292 | 10.292 | 2.414 | 2.233 |
| Villanuova sul Clisi | 600 | 600 | 141 | 130 |
| Gavardo | 32.072 | 32.072 | 7.522 | 6.960 |
| Muscoline | 3.500 | 3.500 | 821 | 760 |
| Calvagese della Riviera | 4.000 | 4.000 | 938 | 868 |
| 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 | 30.000 | 30.000 | 7.036 | 6.510 |
| TOTALE | 624.677 | 369.201 | 164.232 | 80.117 |

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

2.2. SCENARIO 2 (Pes+Mon)

In Figura 3 è rappresentato schematicamente il sistema di collettamento e depurazione nello Scenario 2 (Pes+Mon).

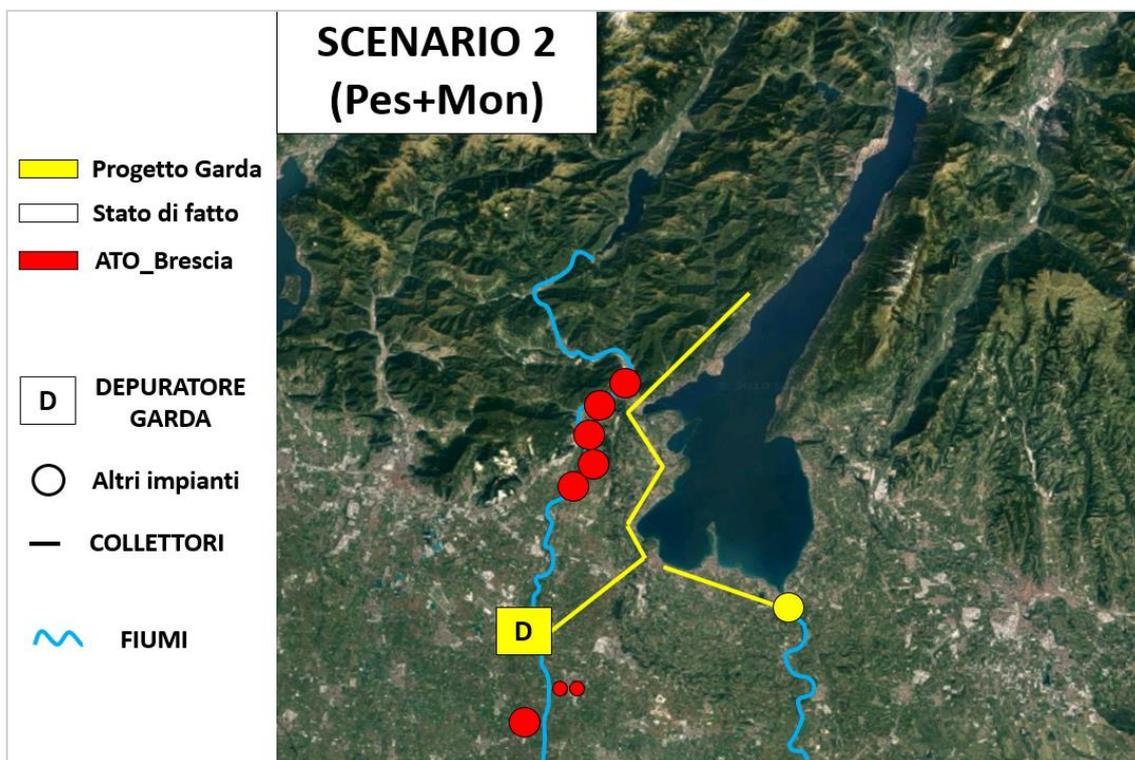


Figura 3: Scenario 2 (Pes+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La seconda alternativa progettuale prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento, 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 230.000 AE, da porre a servizio di tutti i comuni rivieraschi (sponda bresciana), più il comune di Lonato (con dismissione dei 3 depuratori oggi a servizio di questo comune). I comuni del basso lago (Desenzano e Sirmione) e tutta la sponda veronese del lago (più Valeggio sul Mincio) rimarrebbero serviti dal depuratore di Peschiera per il quale è previsto un adeguamento dei sedimentatori finali.

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

- la dismissione dei quattro depuratori ad oggi in esercizio a Vobarno e la realizzazione di un nuovo impianto a servizio dell'intero comune;
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Gavardo a servizio dei comuni di Gavardo, Villanuova sul Clisi, Vallio Terme e la frazione San Quirico di Muscoline;

- l'ampliamento del depuratore di Calvagese della Riviera – frazione Mocasina – a servizio dell'intero agglomerato, con conseguente dismissione dell'impianto ubicato a Carzago;
- il potenziamento dei depuratori di Muscoline e Carpenedolo (2 impianti);
- l'adeguamento (senza incremento di potenzialità) del depuratore di Villanuova sul Clisi (frazioni Caneto e Ponte Pier);
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano, al quale collettare i comuni limitrofi di Remedello e Acquafredda, i cui liquami non sono ad oggi depurati.

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.

| DEPURAZIONE | |
|--|---|
| Numero depuratori | 10 |
| Ubicazione e potenzialità nuovo depuratore | Montichiari (230.000 AE) |
| Tecnologia adottata nel nuovo depuratore | MBR |
| Ricettore finale nuovo depuratore | Chiese (Montichiari) |
| Impianti esistenti mantenuti e adeguati | Vobarno, Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Peschiera, Carpenedolo (2), Visano |
| Tecnologia adottata negli impianti esistenti | FA o FA+FILTRAZIONE |
| Ricettori finali impianti esistenti | Chiese (Vobarno, Villanuova, sul Clisi, Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Mincio (Peschiera) |
| COLLETTAMENTO | |
| Lunghezza nuovi collettori | 76,1 km |
| Lunghezza complessiva | 111,9 km |
| Numero stazioni di sollevamento | 36 |

Tabella 8: Elementi caratteristici dello Scenario 2

| DEPURATORE | CARICO [AE] | | PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m ³ /d] | |
|-------------------------|----------------|----------------|---|---------------|
| | ESTATE | INVERNO | ESTATE | INVERNO |
| Vobarno | 10.292 | 10.292 | 2.414 | 2.233 |
| Villanuova sul Clisi | 600 | 600 | 141 | 130 |
| Gavardo | 32.072 | 32.072 | 7.522 | 6.960 |
| Muscoline | 3.500 | 3.500 | 821 | 760 |
| Calvagese della Riviera | 4.000 | 4.000 | 938 | 868 |
| Peschiera | 319.925 | 168.123 | 86.284 | 36.483 |
| Carpinedolo | 19.664 | 18.753 | 4.612 | 4.069 |
| Visano | 9.550 | 9.239 | 2.240 | 2.005 |
| Montichiari | 225.074 | 122.622 | 59.262 | 26.609 |
| TOTALE | 624.677 | 369.201 | 164.232 | 80.117 |

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

2.3. SCENARIO 3 (Pes+Vis)

In Figura 4 è rappresentato schematicamente il sistema di collettamento e depurazione nello Scenario 3 (Pes+Vis).

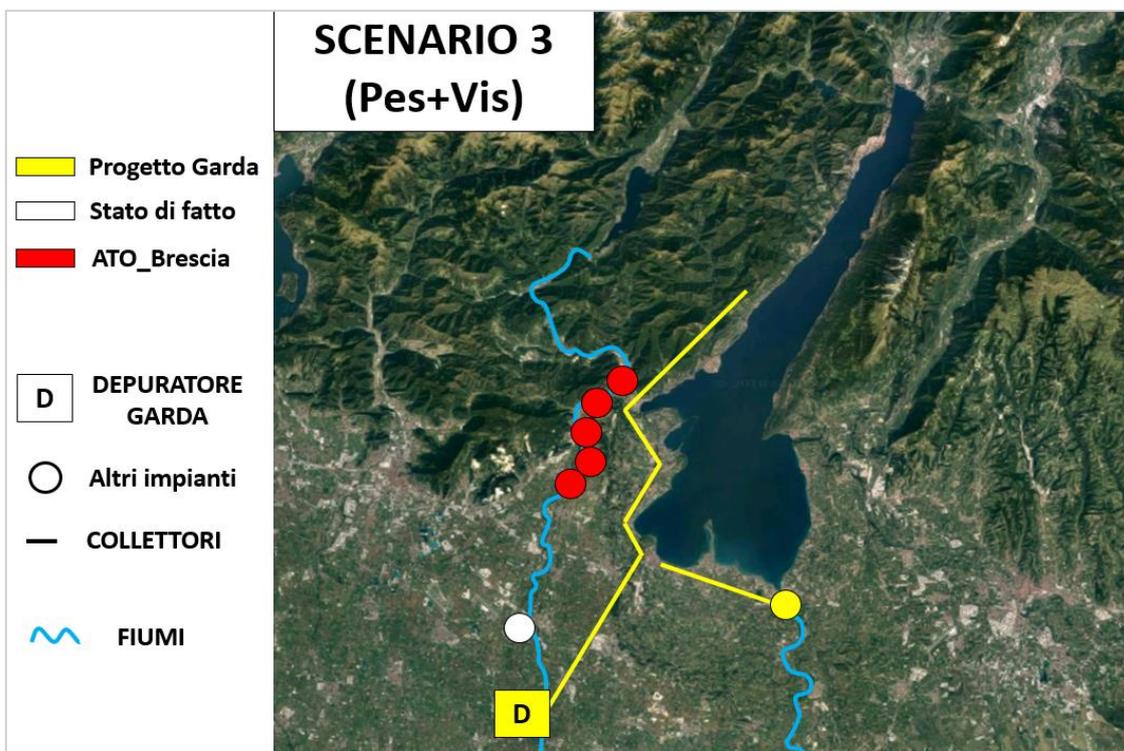


Figura 4: Scenario 3 (Pes+Vis): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'intero bacino

La terza alternativa progettuale prevede l'adeguamento dell'esistente sistema di collettamento 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 (con dismissione degli attuali 3 impianti), Carpenedolo (con dismissione degli attuali 2 impianti), 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.

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).

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

- il mantenimento, come nello stato di fatto, dell'impianto di Montichiari;
- la dismissione dei quattro depuratori ad oggi in esercizio a Vobarno e la realizzazione di un nuovo impianto a servizio dell'intero comune;
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Gavardo a servizio dei comuni di Gavardo, Villanuova sul Clisi, Vallio Terme e la frazione San Quirico di Muscoline;
- l'ampliamento del depuratore di Calvagese della Riviera – frazione Mocasina – a servizio dell'intero agglomerato, con conseguente dismissione dell'impianto ubicato a Carzago;
- il potenziamento del depuratore di Muscoline;
- l'adeguamento (senza incremento di potenzialità) del depuratore di Villanuova sul Clisi (frazioni Caneto e Ponte Pier).

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.

| DEPURAZIONE | |
|--|---|
| Numero depuratori | 8 |
| 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 | Vobarno, Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Peschiera, Montichiari |
| Tecnologia adottata negli impianti esistenti | MBR (Montichiari); FA o FA+FILTRAZIONE (altri) |
| Ricettori finali impianti esistenti | Chiese (Vobarno, Villanuova sul Clisi, Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera, Montichiari); Mincio (Peschiera) |
| COLLETTAMENTO | |
| Lunghezza nuovi collettori | 87,9 km |
| Lunghezza complessiva | 123,8 km |
| Numero di stazioni di sollevamento | 38 |

Tabella 10: Elementi caratteristici dello Scenario 3

| DEPURATORE | CARICO [AE] | | PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m ³ /d] | |
|-------------------------|----------------|----------------|---|---------------|
| | ESTATE | INVERNO | ESTATE | INVERNO |
| Vobarno | 10.292 | 10.292 | 2.414 | 2.233 |
| Villanuova sul Clisi | 600 | 600 | 141 | 130 |
| Gavardo | 32.072 | 32.072 | 7.522 | 6.960 |
| Muscoline | 3.500 | 3.500 | 821 | 760 |
| Calvagese della Riviera | 4.000 | 4.000 | 938 | 868 |
| Peschiera | 319.925 | 168.123 | 86.284 | 36.483 |
| Visano | 224.288 | 120.614 | 59.077 | 26.173 |
| Montichiari | 30.000 | 30.000 | 7.036 | 6.510 |
| TOTALE | 624.677 | 369.201 | 164.232 | 80.117 |

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

3.5. SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon)

In Figura 5 è rappresentato schematicamente il sistema di collettamento e depurazione nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon).

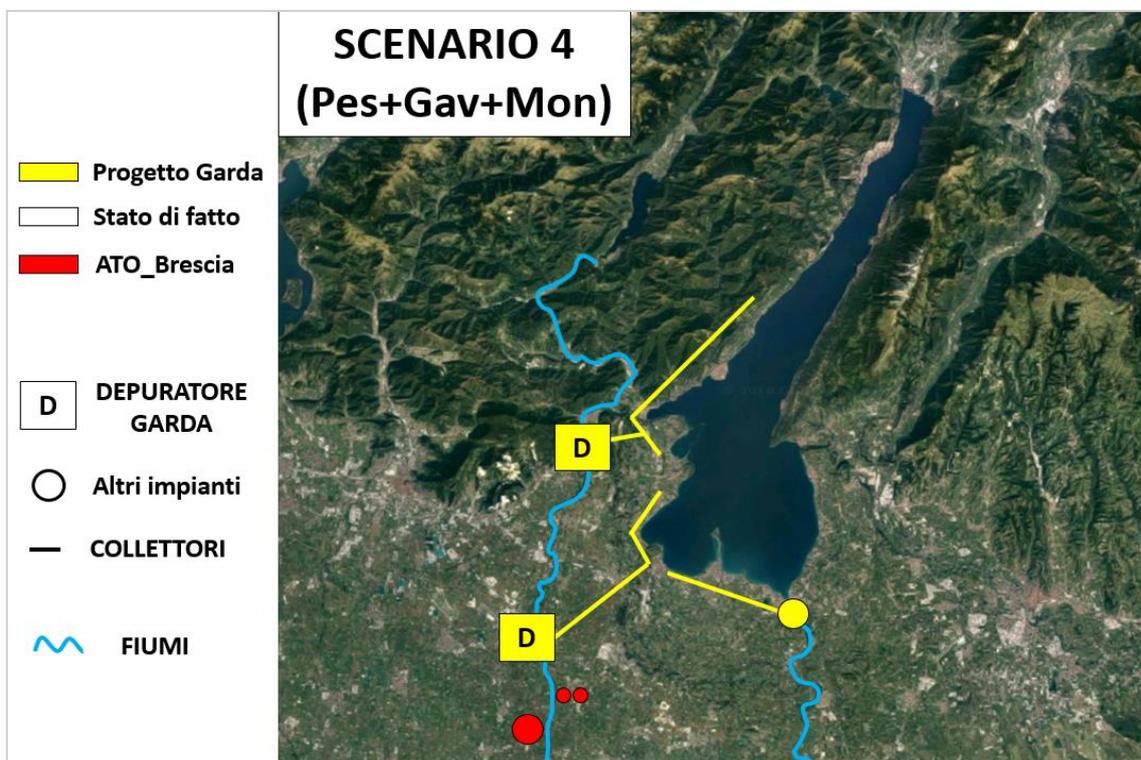


Figura 5: Scenario 4 (Pes+Gav+Mon): rappresentazione schematica del tracciato del nuovo sistema di collettamento e dell'ubicazione dei depuratori a servizio dell'interno bacino

La quarta alternativa progettuale prevede, oltre all'adeguamento dell'esistente di sistema di collettamento:

- la costruzione di un nuovo impianto di depurazione nel comune di Gavardo a servizio dei comuni rivieraschi dell'alto lago (da Tignale fino a San Felice del Benaco) e dei comuni di Vobarno, Villanuova sul Clisi, Gavardo, Muscoline e Calvagese, con relativi sistemi di pompaggio e collettori di adduzione dei liquami. L'impianto verrebbe realizzato in parte mediante tecnologia MBR (60.000 AE) e in parte mediante tecnologia a fanghi attivi più filtrazione finale (76.000 AE);
- la realizzazione di un nuovo collettore tra Lonato e Montichiari ed il potenziamento mediante tecnologia MBR del depuratore di Montichiari che risulterebbe a servizio dei comuni di Lonato e Montichiari e di quelli bresciani del medio e basso lago, a eccezione di Sirmione e Desenzano (collettati a Peschiera insieme a tutta la sponda veronese del lago e Valeggio sul Mincio, come nello stato di fatto);

- interventi di potenziamento per i due depuratori di Carpenedolo;
- la realizzazione del depuratore intercomunale di Visano;
- l'adeguamento dei sedimentatori finali dell'impianto di Peschiera.

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

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

In Tabella 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.

| DEPURAZIONE | |
|--|---|
| Numero depuratori | 6 |
| Ubicazione e potenzialità nuovi depuratori | Gavardo (136.000 AE); Montichiari (160.000 AE) |
| Tecnologia adottata nei nuovi depuratori | <u>Gavardo</u> : MBR (60.000 AE); FA+FILTRAZIONE (76.000 AE) <u>Montichiari</u> : MBR |
| Ricettore finale nuovi depuratori | Chiese (Gavardo a monte della derivazione del Naviglio Grande Bresciano e Montichiari); Naviglio Grande Bresciano (Gavardo) |
| Impianti esistenti mantenuti e adeguati | Peschiera, Carpenedolo (2), Visano |
| Tecnologia adottata negli impianti esistenti | FA o FA+FILTRAZIONE |
| Ricettori finali impianti esistenti | Chiese (Visano); Fossa Magna (Carpenedolo – Garibaldi); Tartaro Fabrezza (Carpendeolo – Tezze); Mincio (Peschiera) |
| COLLETTAMENTO | |
| Lunghezza nuovi collettori | 87,6 km |
| Lunghezza complessiva | 127,2 km |
| Numero di stazioni di sollevamento | 40 |

Tabella 12: Elementi caratteristici dello Scenario 4

| DEPURATORE | CARICO [AE] | | PORTATA IN TEMPO ASCIUTTO [m ³ /d] | |
|-------------|-------------|---------|---|---------|
| | ESTATE | INVERNO | ESTATE | INVERNO |
| Gavardo | 129.587 | 90.130 | 33.356 | 19.558 |
| 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 | 145.951 | 82.956 | 37.740 | 18.001 |
| TOTALE | 624.677 | 369.201 | 164.232 | 80.117 |

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

4. QUANTIFICAZIONE DEI FATTORI DI VALUTAZIONE

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

A1: CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI

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

Il carico residuo in uscita dai diversi depuratori è stato calcolato partendo, ovviamente, dall'ipotesi che la gestione degli stessi sia tale da garantire il rispetto costante dei limiti normativi. In Tabella 14 e Tabella 15 sono riportati i limiti in vigore al momento della stesura del presente studio per lo scarico di impianti di differenti potenzialità, rispettivamente per il Veneto (depuratore di Peschiera) e la Lombardia (altri depuratori).

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

Tabella 14: Limiti allo scarico regione Veneto (Tabella 1, colonna D, Allegato A, Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque; per azoto e fosforo valgono i limiti per recapiti in area sensibile: articolo 25 delle NTC del PTA)

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

Tabella 15: Limiti allo scarico regione Lombardia (Allegato D, Regolamento Regionale n.6 del 29 Marzo 2019)

Le concentrazioni attese (benchmark) dei diversi inquinanti nell'effluente sono state desunte dalla letteratura tecnica³; 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 16 sono riportate le concentrazioni considerate per BOD₅, COD, SST e P_{tot} nell'effluente dei depuratori, in funzione della potenzialità dell'impianto e della tipologia di trattamento. Esse vanno intese come riferimento per la concentrazione media annua.

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

Tabella 16: Concentrazioni di BOD₅, COD, SST e P_{tot} attese nell'effluente dei depuratori (benchmark) in funzione della tipologia di trattamento

In Tabella 17 sono riportate le concentrazioni attese in uscita da un impianto con tecnologia a fanghi attivi, per le diverse forme azotate, in funzione dei limiti imposti allo scarico per l'azoto. Le medesime concentrazioni sono state ipotizzate anche per impianti dotati di tecnologia MBR con l'eccezione dell'azoto organico, per il quale si è assunta una concentrazione pari a 0,1 mg/L.

³ AA.VV. (2012) "Impianti di trattamento acque: verifiche di funzionalità e collaudo - Manuale operativo". A cura di G. Bertanza e C. Collivignarelli. Ed. Hoepli, Milano. ISBN 978-88-203-5200-4.

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

[^]impianti ad aerazione estesa

Tabella 17: Concentrazione delle diverse forme azotate attese nell'effluente di un impianto a fanghi attivi, in funzione dei limiti allo scarico

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

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

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

Le portate trattate in estate e in inverno dai diversi depuratori nei 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 del 2017.

Nel caso in cui l'impianto di depurazione sia di tipo "misto", da un punto di vista del trattamento depurativo (MBR e fanghi attivi: è ad esempio il caso del depuratore di Visano nello scenario 3 o del depuratore di Gavardo nello scenario 4), il carico residuo è stato calcolato come media pesata dei carichi generati dalle diverse linee di trattamento.

Si precisa che nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), per l'impianto di Gavardo, dal momento che, almeno in una prima fase, il depuratore risulterà di fatto caratterizzato da due impianti "autonomi" (36.000 AE e 100.000 AE) che solo in futuro verranno unificati, si è scelto di differenziare i limiti allo scarico, nell'ottica di una stima conservativa del carico residuo. Infatti, l'impianto da 36.000 AE è soggetto a limiti meno restrittivi, rispetto a un impianto di potenzialità uguale o superiore a 100.000 AE (v. Tabella 14 e Tabella 15).

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 Association⁴, e tiene conto dei carichi di BOD₅, COD, SST, TKN, N-NO₃⁻ e N-NO₂⁻; nel presente studio si è deciso di considerare anche il carico di fosforo, attribuendo a questo parametro un peso uguale a quello assegnato al carico di azoto nitrico e nitroso, come mostrato in Tabella 18.

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

Tabella 18: Peso attribuito ai diversi parametri (carichi inquinanti) per il calcolo dell'EQI

⁴ 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.

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); 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 4, che prevede la possibilità di parzializzare lo scarico del depuratore di Gavardo nel fiume Chiese (a Gavardo, a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano) e nel Naviglio Grande Bresciano, il volume di acqua destinato a recupero, nella stagione irrigua, ipotizzando di ripartire lo scarico nei due recapiti proporzionalmente alla portata dei ricettori medesimi, corrisponde alla totalità delle portate derivate (Naviglio Grande Bresciano, Roggia Lonata Promiscua a Cantrina, Roggia Promiscua a Ponte San Marco), che è pari alla portata transitante a monte della prima derivazione (Naviglio Grande Bresciano) meno la portata residua a valle dell'ultima (pari al DMV=3,6 m³/s). Risulta una percentuale di circa il 90%.

Per stimare la percentuale di riutilizzo del refluo depurato nei diversi scenari progettuali si è calcolato innanzitutto il volume "prodotto" $V_{prodotto}$ su base annua [m³/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:

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

Il volume annuo "prodotto" dall'intero bacino risulta pari a 42.035.163 m³. In Figura 6 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).

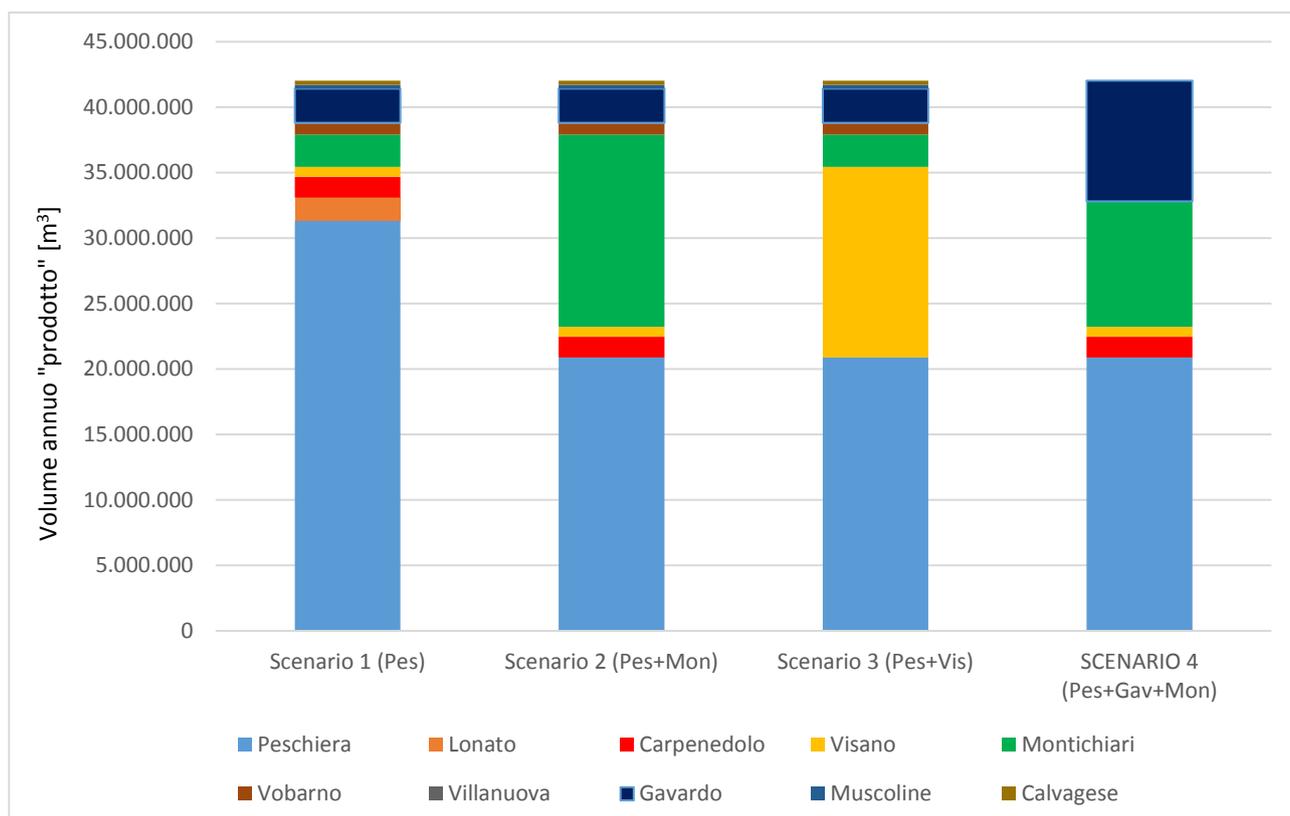


Figura 6: Volume annuo di acqua depurata "prodotto" dai depuratori ubicati nei diversi comuni

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

- il riuso venga praticato, in modo intensivo, per tre mesi (es. da Giugno ad Agosto), in corrispondenza della massima richiesta da parte dei consorzi irrigui e di bonifica; va precisato che tale periodo coincide con il periodo di massimo carico in ingresso ai depuratori e la diversione degli scarichi per destinarli al riuso sgrava i fiumi dal corrispondente contributo;
- il riuso sia solamente di tipo irriguo: in via conservativa, non si è preso in considerazione il riutilizzo di tipo industriale anche se, ad esempio, lungo le aste fluviali sono presenti numerose centrali idroelettriche;
- per il depuratore di Peschiera, in 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 Montichiari (Scenari 2 e 4) e Visano (tutti gli scenari), la percentuale di riuso (nei tre mesi) sia pari al 100% in quanto essi sono direttamente collegabili alla rete irrigua;

- per il nuovo depuratore di Gavardo (Scenario 4), ipotizzando una ripartizione dello scarico nel Chiese e nel Naviglio Grande Bresciano, proporzionalmente alle rispettive portate, la percentuale di riuso irriguo sia pari all'89,7%;
- 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;
- per i depuratori di Vobarno e Villanuova sul Clisi, il riuso sia pari all'89,7%, durante la stagione irrigua (scarico a monte della derivazione di Gavardo).
- per i depuratori di Gavardo (Scenari 1,2 e 3), Muscoline e Calvagese della Riviera, il riuso sia pari all'85,4%, durante la stagione irrigua (scarico a valle della derivazione di Gavardo e a monte delle derivazioni della Roggia Lonata Promiscua a Cantrina e della Roggia Promiscua a Ponte San Marco).

A3: EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE

Come già accennato nel capitolo 2, la variazione del livello qualitativo del corpo idrico ricettore in seguito alla realizzazione di un nuovo scarico è stata valutata in riferimento alla variazione dell'indicatore LIM_{eco} (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato ecologico), definito nel D.M. 260/2010 e s.m.i. (decreto attuativo del D.Lgs. 152/06). In accordo con la norma, tale indicatore si calcola sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame, dei macrodescrittori azoto nitrico, azoto ammoniacale, fosforo totale e ossigeno disciolto (percentuale di saturazione). La procedura di calcolo prevede l'assegnazione, per ogni macrodescrittore, di un punteggio, in funzione di valori soglia (riportati in Tabella 19); il valore LIM_{eco} di ogni campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri (macrodescrittori), mentre il valore da assegnare al sito in esame è dato dalla media dei singoli valori relativi ai campionamenti effettuati in un certo arco temporale (es. un anno); il LIM_{eco} del sito viene infine confrontato con i valori soglia riportati in Tabella 20, per l'assegnazione dello stato di qualità di una certa stazione di monitoraggio di un corpo idrico fluviale. Qualora nel medesimo corpo idrico siano monitorati più siti, il valore di LIM_{eco} viene calcolato come media ponderata (in base alla lunghezza del tratto di corpo idrico rappresentato da ciascun sito) tra i valori ottenuti per i diversi siti.

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

Tabella 19: Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri macrodescrittori per ottenere il punteggio LIM_{eco} (D.M. 260/2010 e s.m.i.)

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

Tabella 20: Classificazione di qualità secondo i valori di LIM_{eco} (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_{eco} (indicatore dello stato trofico): infatti la normativa italiana vigente prevede anche la valutazione della composizione e dell'abbondanza degli elementi di qualità biologica (EQB), della presenza di specifici inquinanti non prioritari e delle condizioni idromorfologiche che caratterizzano l'ecosistema acquatico tramite l'IQM (Indice di Qualità Morfologica) e l'IARI (Indice di Alterazione del Regime Idrologico). Inoltre la classificazione dello stato di qualità delle acque superficiali prevede anche la valutazione dello stato chimico del corpo idrico (presenza degli inquinanti riportati nell'elenco di priorità di cui alla tabella 1/A del D.Lgs. 172/15).

Nel presente studio però, nell'ottica di una valutazione quantitativa della variazione dello stato di qualità del corpo idrico, si è fatto riferimento solamente al LIM_{eco}, in accordo con quanto riportato nel nuovo Regolamento di Regione Lombardia, poiché è l'unico indicatore quantificabile in modo semplice ed affidabile con le misurazioni (effettuate sugli scarichi) generalmente disponibili.

Si precisa, inoltre, che, nel presente studio, la stima della variazione del LIM_{eco} del corpo idrico è stata effettuata, adottando un approccio conservativo, unicamente in riferimento alla sezione del fiume in cui è previsto il futuro scarico: in realtà, come precedentemente specificato, l'indicatore finale del corpo idrico è dato dalla media dei valori ottenuti in diverse stazioni. Non è possibile però seguire tale approccio, essendo difficile stimare la futura qualità del fiume a monte della nuova

opera e gli effetti del nuovo scarico a valle, a causa per esempio dei fenomeni di autodepurazione, della presenza di nuovi scarichi (o l'eliminazione di alcuni di essi), della variazione delle concessioni irrigue, degli interventi di mitigazione atti al raggiungimento degli obiettivi di qualità o, infine, della variazione del regime idrologico dei fiumi in relazione per esempio ai cambiamenti climatici.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 6) Calcolo del LIM_{eco} nelle condizioni di portata Q*_{MIN}.

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

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

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

Un' ipotesi che è stata assunta per il calcolo del LIM_{eco} riguarda l'influenza dello scarico sul livello di ossigenazione del corso d'acqua. Ipotizzando che lo scarico del depuratore sia sempre ben ossigenato e sapendo che la concentrazione residua di sostanza organica biodegradabile è sempre estremamente bassa, l'influenza dello scarico sul livello di ossigenazione del fiume è stata considerata trascurabile. Si è assegnato quindi il punteggio massimo (in termini di LIM_{eco}) al macrodescrittore "percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto", in accordo peraltro con i risultati dei monitoraggi svolti da ARPA. La percentuale di saturazione di ossigeno disciolto rilevata, negli anni, sia nelle stazioni di monitoraggio di Peschiera, Montichiari e Gavardo (Tabella 23, Tabella 24 e Tabella 25 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. O₂| mediamente pari a 6,8 sui campionamenti effettuati tra il 2010 ed il 2014⁵); a Canneto sull'Oglio (stazione di monitoraggio sul Chiese successiva a quella di Montichiari) mediamente, tra il 2011 ed il 2017 (41 misurazioni), il valore assoluto della percentuale di saturazione dell'ossigeno è risultato pari a 9,1⁶ (valore ottimale in termini di LIM_{eco}).

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 21 e Tabella 22 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

⁵ Fonte: ARPA Veneto (<http://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/idrosfera/corsi-dacqua>)

⁶ Fonte: ARPA Lombardia

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 21: 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 22: Stato ecologico e stato chimico del fiume Mincio: livello qualitativo attuale e obiettivi di qualità (PTUA Regione Lombardia, Allegato 2 alla Relazione Generale)

Per quanto detto in precedenza riguardo a una valutazione quantitativa della variazione dello stato di qualità del corpo idrico, invece di considerare lo stato ecologico in generale, risulta più significativo osservare i valori assunti dal LIM_{eco} in diverse sezioni dei fiumi Chiese (Figura 7) e Mincio (Figura 8) 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 e 4), e di Peschiera, per il fiume Mincio (scenario 1). A Gavardo il LIM_{eco} 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_{eco} è sempre elevato, e l'obiettivo consiste nel mantenimento di questo stato. A Visano (ubicazione dello scarico nello scenario 3) 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_{eco} 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).

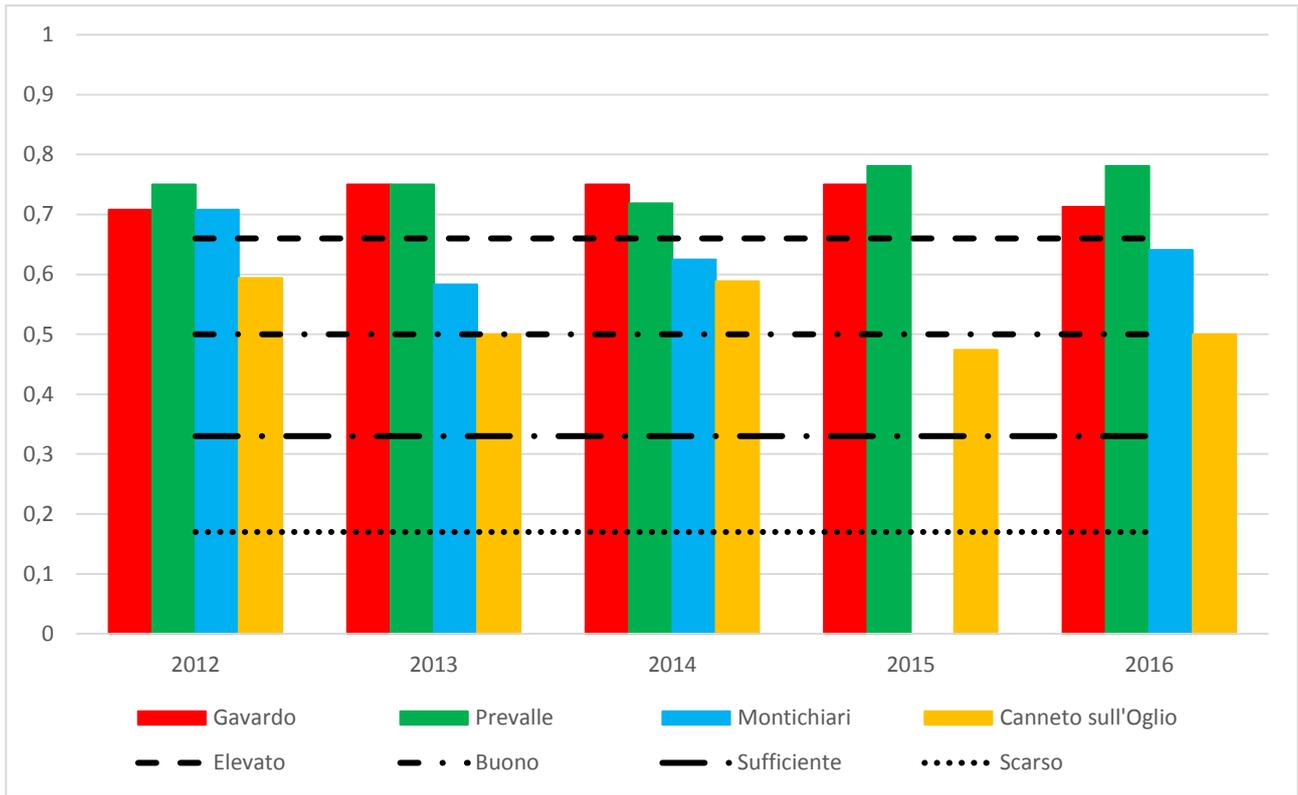


Figura 7: Valori del LIM_{eco} del fiume Chiese nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Gavardo, Prevalle, Montichiari e Canneto sull'Oglio (dati ARPA Lombardia)

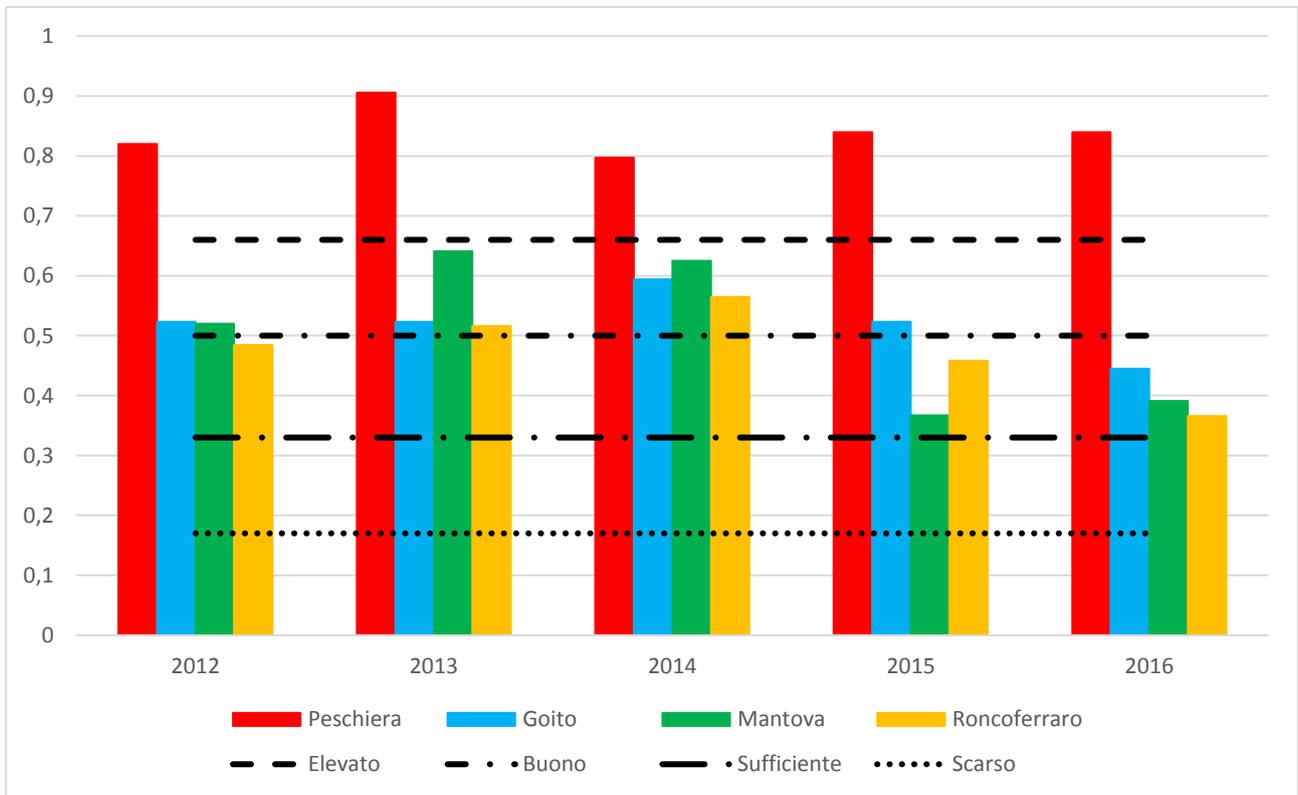


Figura 8: Valori del LIM_{eco} del fiume Mincio nel periodo 2012-2016 nelle stazioni di Peschiera, Goito, Mantova e Roncoferraro (dati ARPA Lombardia)

Si precisa che nello Scenario 3 (Pes+Vis) 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).

Nello Scenario 4, per il calcolo della variazione del LIM_{eco} del fiume Chiese a Gavardo, non è stato considerato il carico residuo derivante dal trattamento dei reflui di Vobarno, Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Muscoline e Calvagese (nel complesso circa 20.000 AE) poiché le misurazioni effettuate da ARPA, allo stato di fatto, tengono già conto dello scarico di questi agglomerati. Per la sezione del Chiese a Montichiari, invece, è stato considerato l'incremento di concentrazione degli inquinanti (rispetto alle misurazioni effettuate da ARPA) dovuto al carico residuo, scaricato nel Chiese a Gavardo, corrispondente al trattamento dei reflui dei comuni gardesani (circa 80.000 AE).

Per quanto riguarda i valori di riferimento dei macrodescrittori dei corpi ricettori, in Tabella 23, Tabella 24 e Tabella 25 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 nelle sezioni di monitoraggio sono quelle in uscita dal lago di Garda.

Si precisa infine che, anche per lo Scenario 3, 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 ₄ ⁺ [mg/L] | N-NO ₃ ⁻ [mg/L] | P _{tot} [ug/L] | 100-% sat. O ₂ |
|-----------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 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 23: 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 ₃ ⁻ | N-NH ₄ ⁺ | P _{tot} | 100-%sat. O ₂ |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------|
| | 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 |
| Media estiva | 0,75 | 0,090* | 54,0 | 9,48 |
| Media invernale | 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 24: Caratteristiche qualitative del fiume Chiese alla stazione di monitoraggio di Montichiari (2011-2016); dati forniti da ARPA Lombardia (dipartimento di Brescia)

| DATA | N-NO ₃ ⁻ | N-NH ₄ ⁺ | P _{tot} | 100-%sat. O ₂ |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------|
| | mg/L | mg/L | µg/l | \ |
| 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 |
| Media estiva | 0,646* | 0,046* | 34,6 | 5,9 |
| Media invernale | 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 25: 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 m³/s) e Montichiari, la portata si riduce a causa dei moti di filtrazione attraverso il materiale costituente il fondo alveo, tanto che alla sezione di Montichiari può risultare di poche centinaia di litri al secondo. Poco più a valle 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_{eco} 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 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 9. 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_{eco} 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.

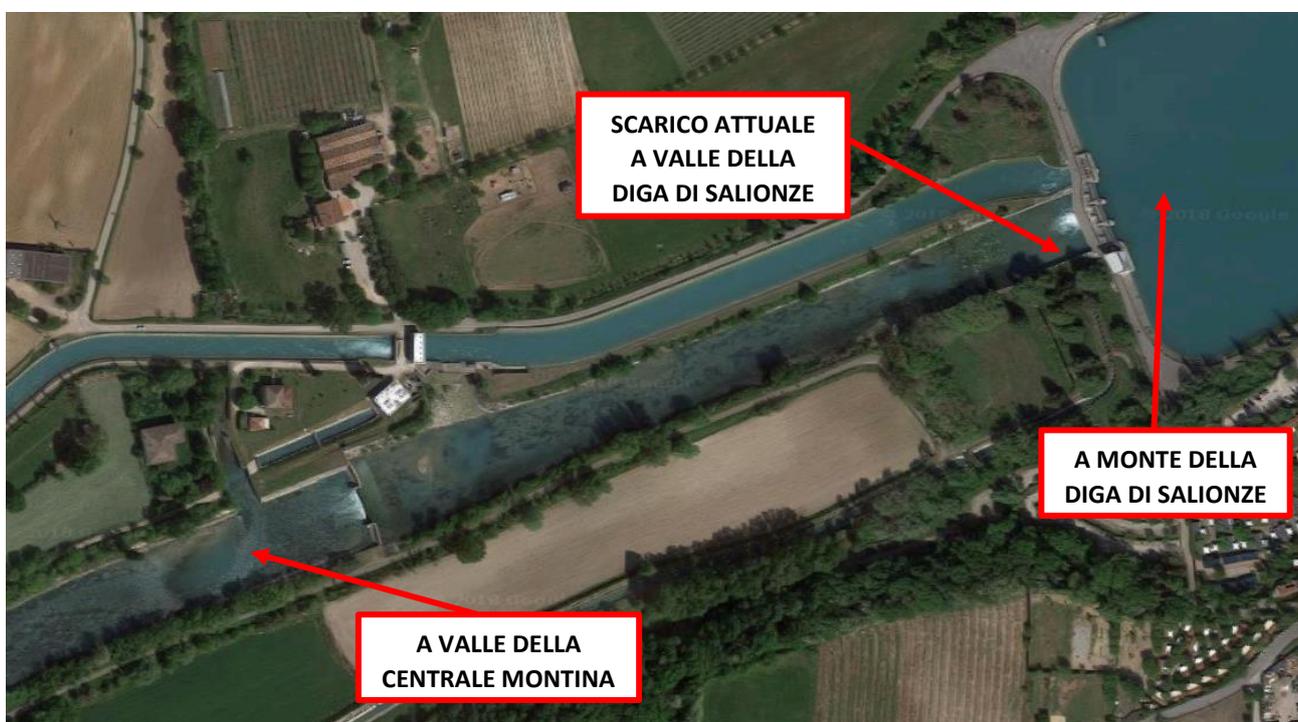


Figura 9: Ubicazione delle sezioni di monitoraggio delle portate del fiume Mincio in prossimità della diga di Salionze

In Figura 10 e Figura 11 sono mostrati i valori di portata mensili registrati negli anni dal 2008 al 2017 (Aprile-Settembre) nelle due sezioni di monitoraggio; in Figura 12 e Figura 13 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 LIM_{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 14 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 LIM_{eco} si è sempre utilizzata la portata media del corso d'acqua nella sezione e nel periodo di riferimento. Si è preferito usare questi dati, anziché i valori istantanei registrati da ARPA durante le campagne di monitoraggio, per riferirsi a condizioni medie, requisito che sarebbe viceversa decaduto se si fossero usate le portate istantanee. Del resto, lo stato di qualità di un corpo idrico è da intendersi come una condizione protratta nel tempo e non puntuale.

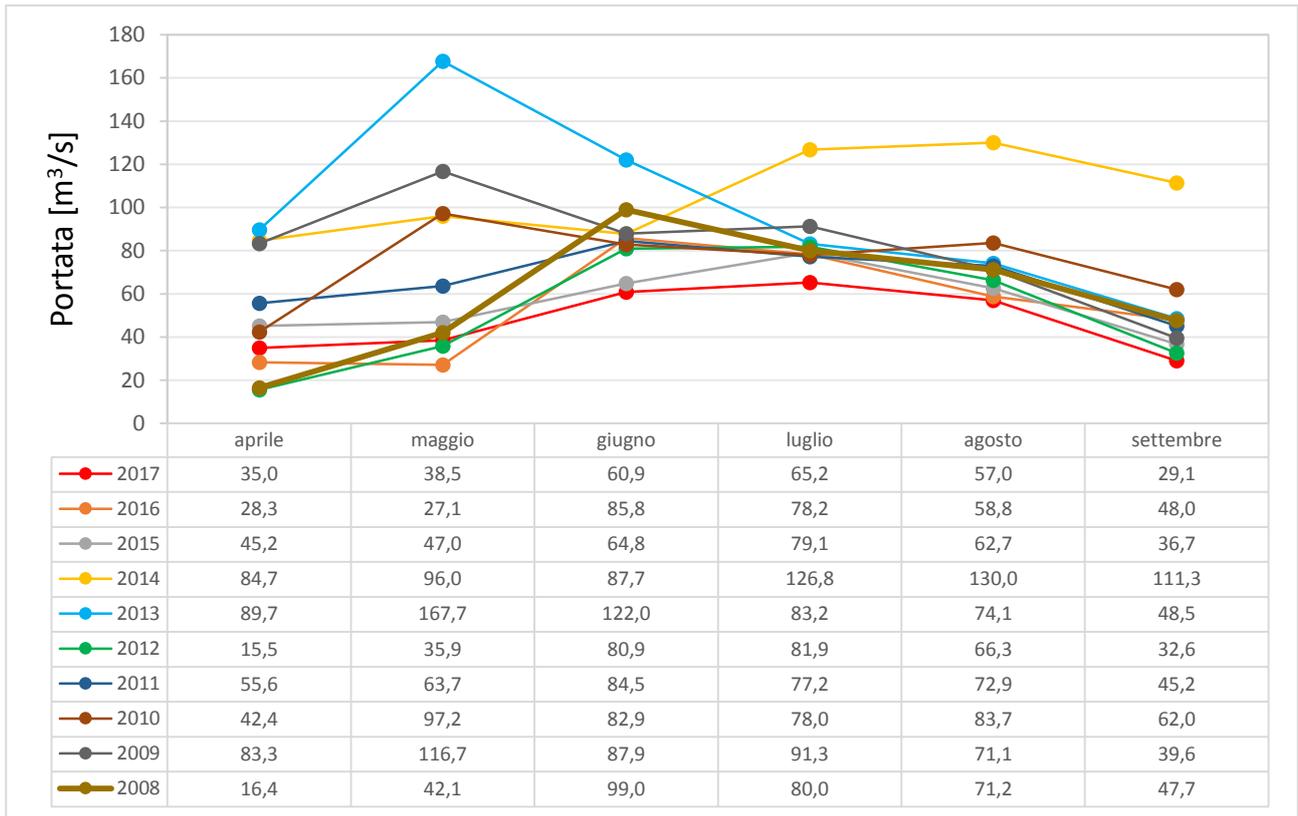


Figura 10: Portata mensile a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

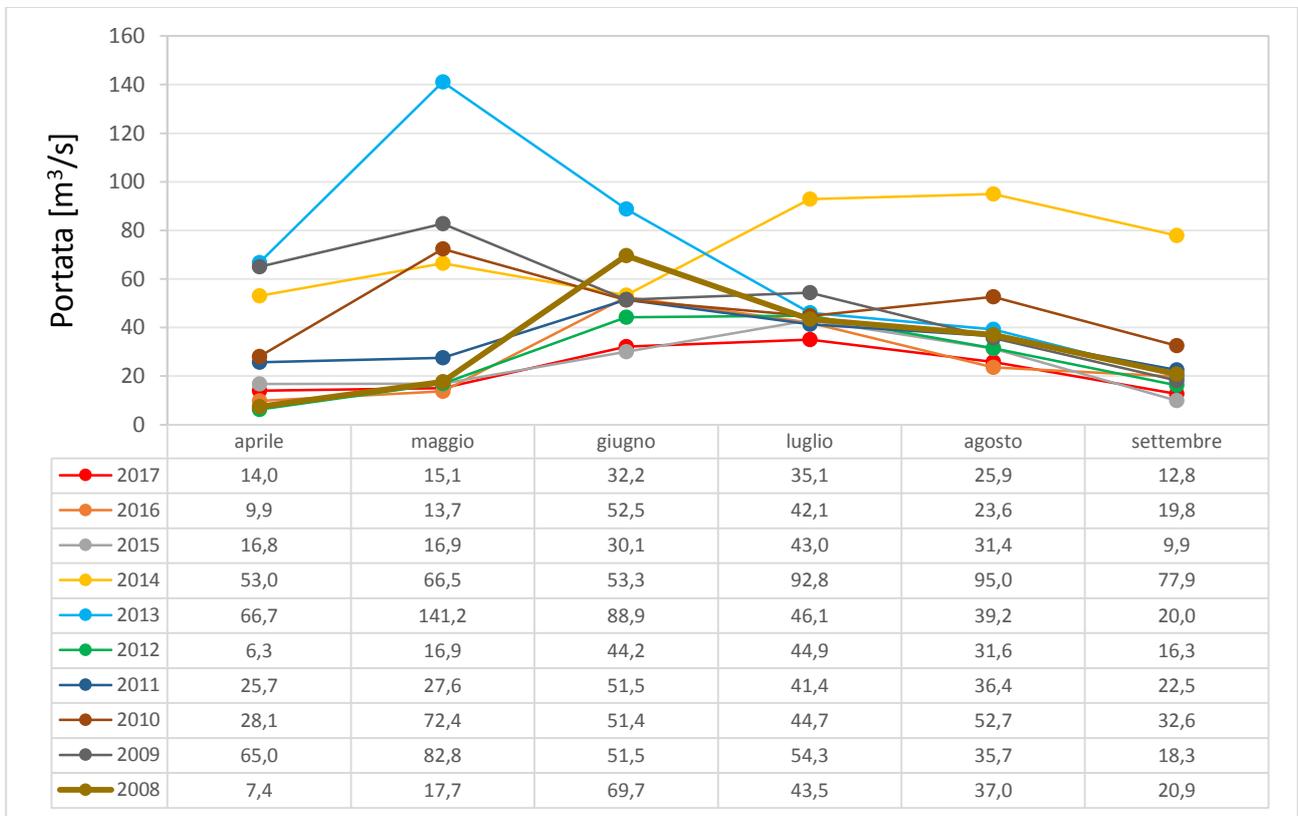


Figura 11: Portata mensile a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo compreso tra Aprile e Settembre (2008-2017)

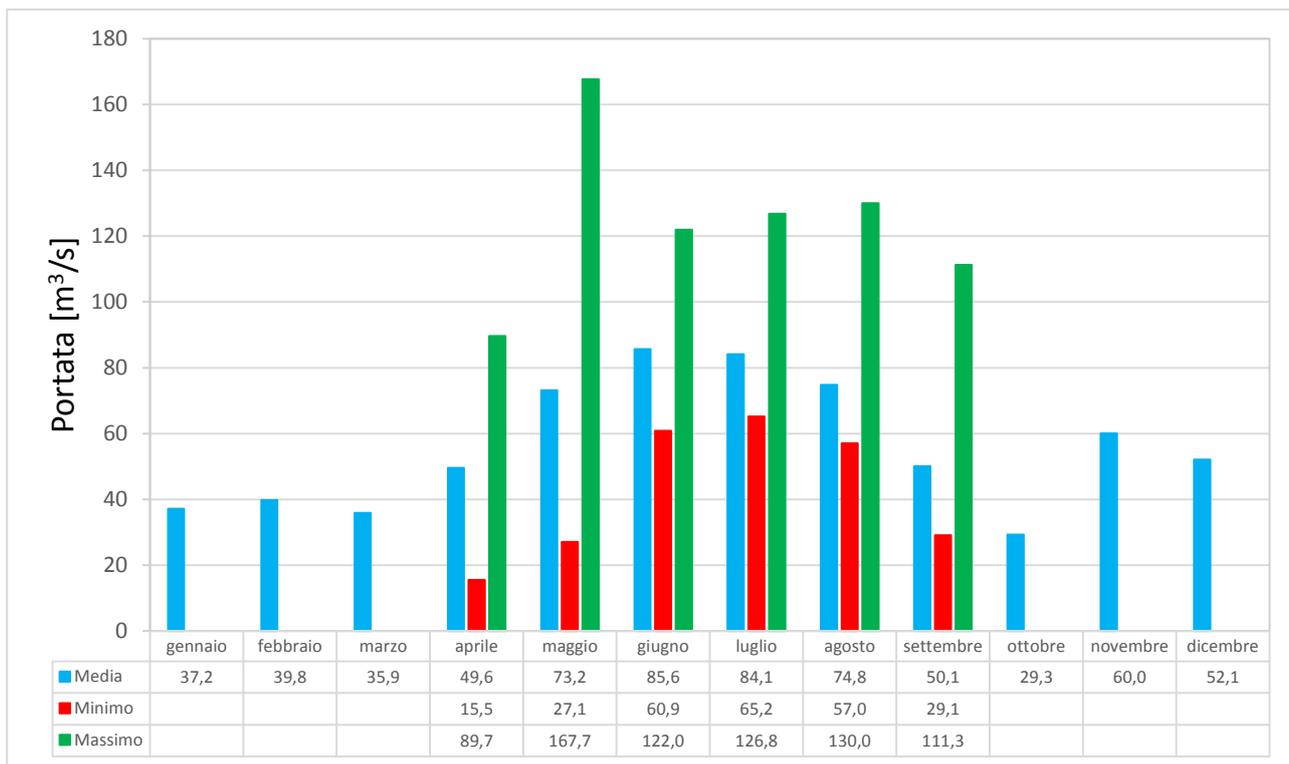


Figura 12: Portata mensile media, minima e massima a monte dello sbarramento di Salionze nel periodo 2008-2017

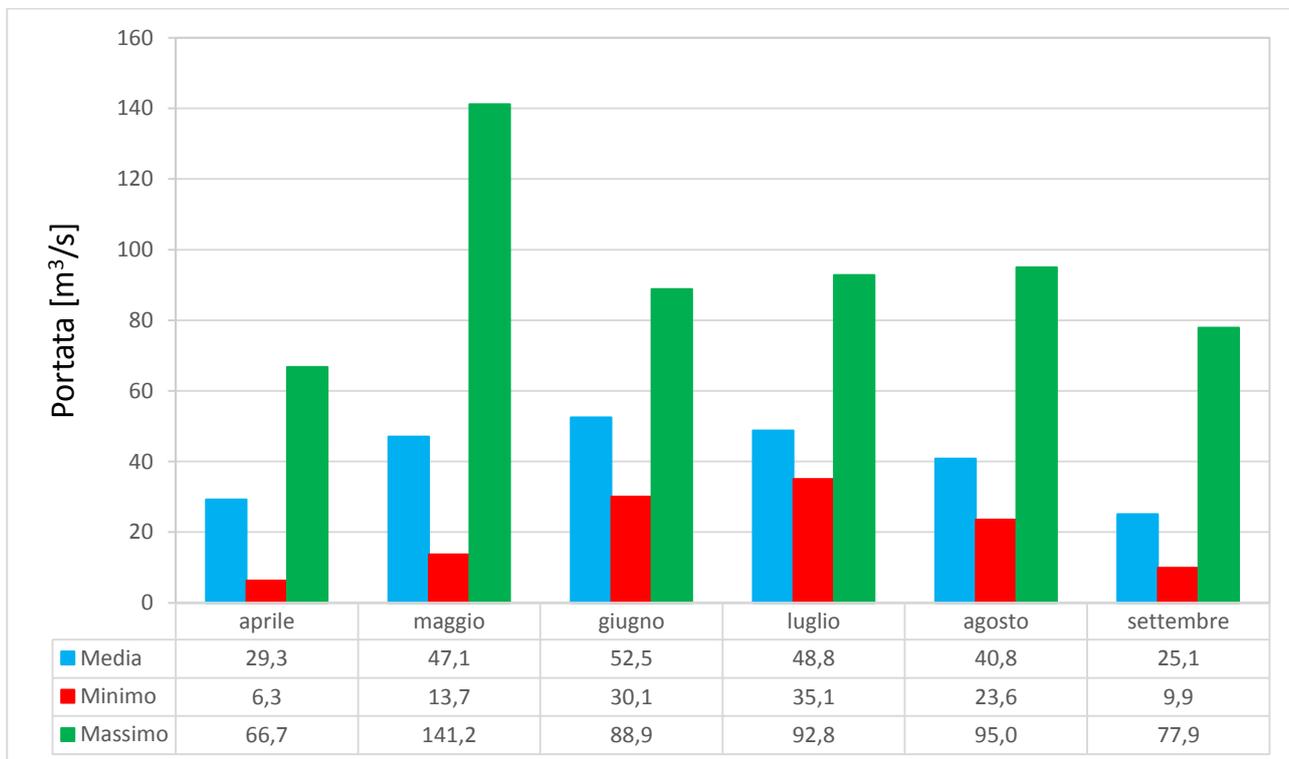


Figura 13: Portata mensile media, minima e massima a valle della restituzione della centrale idroelettrica Montina nel periodo 2008-2017 (Aprile-Settembre)

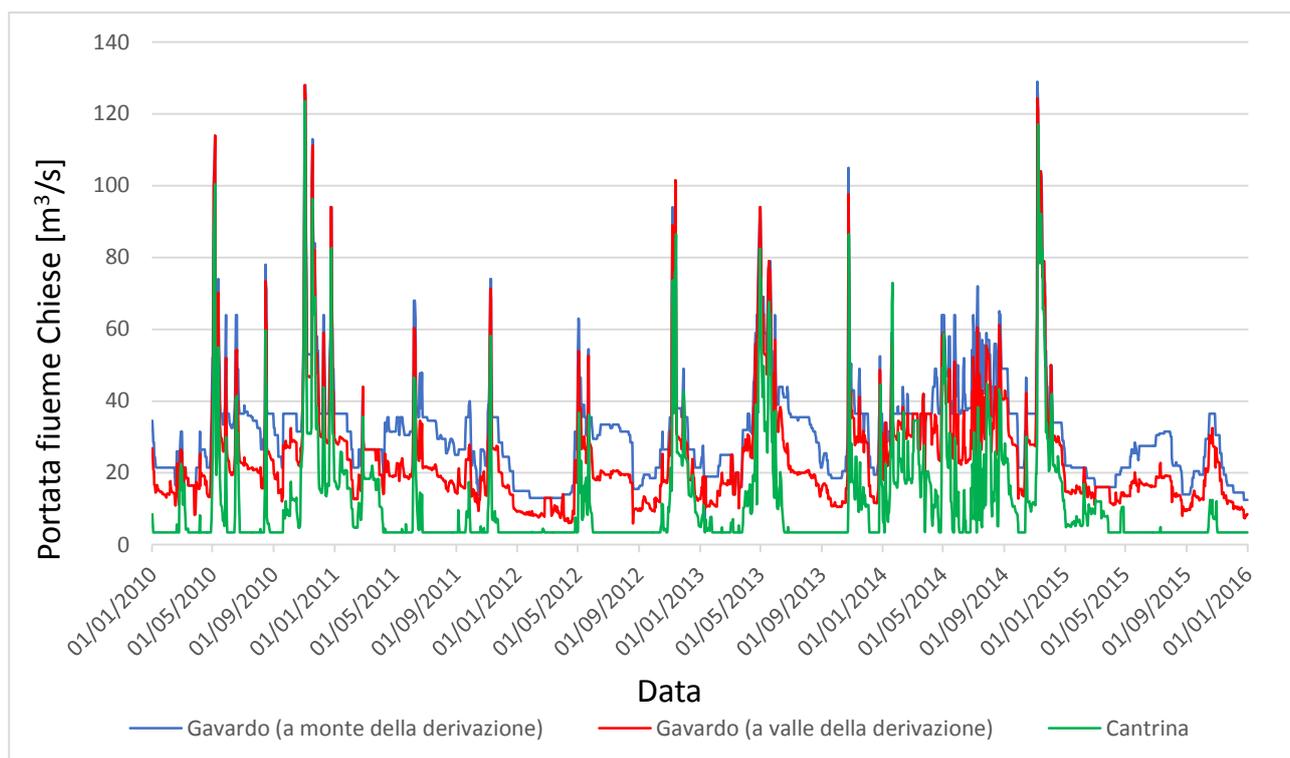


Figura 14: Andamento temporale della portata del fiume Chiese nelle sezioni di Gavardo (a monte e a valle della derivazione del Naviglio Grande Bresciano) e Cantrina negli anni 2010-2015 (fonte: Consorzio del Chiese di Bonifica di Secondo Grado)

C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

I principali costi di investimento e gestionali sono stati desunti dagli elaborati indicati in Tabella 26, cui si rimanda per ogni approfondimento.

| FORTE | DATO |
|---|---|
| Acque Bresciane. Sistema di collettamento e depurazione a servizio della sponda bresciana del lago di Garda – Studio di fattibilità tecnica ed economica (2019) | Costi di investimento e gestione del nuovo sistema di collettamento dei reflui della sponda bresciana del lago di Garda (per tutti gli scenari oggetto di studio) |
| Acque Bresciane. Realizzazione dell'impianto di depurazione a servizio dei comuni dell'alto Garda – Relazione di calcolo di processo e dimensionamento (2019) | Costo di investimento per la realizzazione del depuratore di Gavardo nello Scenario 4 |
| A2A Ciclo idrico. Studio di fattibilità per l'ampliamento del depuratore di | Costo di investimento per la realizzazione del depuratore di Montichiari nello Scenario 4 |

| | |
|--|--|
| Montichiari – Relazione tecnico-illustrativa (2019) | |
| Acque Bresciane (contatti diretti) | <ul style="list-style-type: none"> • Costo di investimento per la realizzazione del nuovo collettore fognario nel tratto Maraschina-Peschiera (tutti gli scenari) • Costo di investimento per la realizzazione e/o il potenziamento/adequamento dei depuratori di Vobarno, Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Calvagese della Riviera e Muscoline negli scenari 1, 2 e 3 • Costo di investimento e gestione per il collettamento al depuratore di Gavardo (Scenario 4) dei reflui dei comuni di Vobarno, Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Calvagese della Riviera e Muscoline • Costo di investimento e gestione per il collettamento dei comuni di Visano, Acquafredda e Remedello • Costo per gli interventi di manutenzione straordinaria della condotta sublacuale Toscolano-Torri del Benaco • Costo di investimento per lo spostamento del punto di scarico del depuratore di Peschiera a monte dello sbarramento di Salionze (Scenario 1) |
| Progetto preliminare di Garda Uno (2013): “Nuovo sistema di collettamento e depurazione della sponda bresciana del lago” | <ul style="list-style-type: none"> • Costo di investimento per l’adequamento dei sedimentatori del depuratore di Peschiera (tutti gli scenari) • Costo di gestione del collettore fognario nel tratto Maraschina-Peschiera (scenari 2, 3 e 4) |

Tabella 26: Fonti dei principali costi di investimento e gestione

Si riporta, nel seguito, una sintesi delle principali assunzioni adottate per la stima dei costi, ad integrazione dei dati riportati negli elaborati indicati in Tabella 26:

- il costo di investimento per il potenziamento del depuratore di Montichiari nello Scenario 2 (Pes+Mon) è stato calcolato utilizzando un costo specifico pari a 245,7 €/AE; quest’ultimo è dato dal rapporto tra il costo di investimento e l’incremento di potenzialità richiesto per l’ampliamento del depuratore di Montichiari nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon); lo stesso

costo specifico è stato utilizzato anche per calcolare il costo di investimento per la realizzazione del nuovo depuratore di Visano nello Scenario 3 (Pes+Vis) e per l'adeguamento del depuratore di Peschiera del Garda nello Scenario 1 (Pes);

- il costo di investimento per l'adeguamento dei piccoli depuratori di Lonato (Scenario 1), Carpenedolo (Scenari 1, 2 e 4) e Visano (Scenari 1, 2 e 4) è stato calcolato sulla base di un costo specifico pari a 381 €/AE: esso deriva da un incremento del 50% (per tener conto dell'effetto delle economie di scala) del costo specifico adottato nel progetto preliminare di Garda Uno per gli impianti di maggiore dimensione (254 €/AE);
- il costo di gestione degli impianti di depurazione è stato stimato considerando le principali voci di esercizio ovvero: consumo di energia elettrica, smaltimento dei fanghi, personale e consumo di reagenti. In particolare, per l'impianto di Peschiera, in tutti gli scenari, è stato assunto un costo di gestione pari a 18 €/AE_{effettivi_serviti}/y; per i depuratori con potenzialità compresa tra 50.000 AE e 300.000 AE è stato assunto un costo pari a 20 €/ AE_{effettivi_serviti}/y mentre per gli impianti di piccola taglia (potenzialità inferiore a 50.000 AE) si è considerato un costo gestionale pari a 30 €/ AE_{effettivi_serviti} /y;
- il costo di gestione del collettore fognario nel tratto Maraschina-Peschiera nello Scenario 1 (Pes) è stato calcolato sulla base del costo di gestione del medesimo tratto negli scenari 2, 3 e 4 (dato desunto dal progetto preliminare Garda Uno) e assumendo un incremento proporzionale al costo di investimento del collettore;
- il costo per gli interventi di manutenzione straordinaria del collettore fognario sublacuale Toscolano-Torri del Benaco è stato incluso tra i costi di investimento poiché, esaurendosi nel tempo (in corrispondenza della dismissione della condotta), non risulta quantificabile come costo di gestione a medio-lungo termine.

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

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

Si precisa, infine, che sono stati considerati solamente i costi relativi ai lavori per la realizzazione delle opere: sono quindi state trascurate le somme a disposizione dell'amministrazione (progettazione, spese tecniche, servitù/espropri, imprevisti, spese di gara, ecc.) e gli oneri per la sicurezza che completano il quadro economico delle diverse alternative progettuali.

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 27.

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

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

Tabella 27: Suddivisione dei criteri di confronto ai fini dell'assegnazione dei punteggi

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

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

dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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).

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 0,5 mentre alle situazioni intermedie punteggi pari a 0,65 e 0,80 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 28 sono mostrati i risultati dell'analisi comparativa relativa ai vincoli. Si ricorda che l'analisi è stata effettuata sulla base delle informazioni riportate all'interno degli strumenti urbanistici vigenti dei comuni interessati dal passaggio dei collettori fognari.

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

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

Da un punto di vista semplicemente numerico, lo Scenario 3 (Pes+Vis) è caratterizzato dal maggior numero di vincoli (65); seguono lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) con 64, lo Scenario 2 (Pes+Mon) con 53 e lo Scenario 1 (Pes) con 49 vincoli.

| COMUNE | VINCOLO | Scen. 1 | Scen. 2 | Scen. 3 | Scen. 4 |
|------------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| GARGNANO | Idrogeologici | X | X | X | X |
| | RIP | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| TOSCOLANO MADERNO | Idrogeologici | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| GARDONE RIVIERA | RIM | X | X | X | X |
| SALO' | Idrogeologici | X | X | X | X |
| | RIP | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| | Conoidi inattivi | X | X | X | X |
| | Elevata naturalità | X | X | X | X |
| | Pozzi | X | X | X | |
| | Zootecnici | X | X | X | |
| | Archeologici | X ¹ | X ¹ | X ¹ | X ¹ |
| ROE' VOLCIANO | RIM | | | | X |
| | Stradali | | | | X |
| | Elettrodotti | | | | X |
| | Centri edificati | | | | X |
| | Edifici vincolati | | | | X ² |
| VILLANUVA SUL CLISI | Idrogeologici | | | | X |
| | RIM | | | | X |
| | Conoidi inattivi | | | | X |
| | Stradali | | | | X |
| | Elettrodotti | | | | X |
| | Zootecnici | | | | X |
| | Centri abitati | | | | X |
| GAVARDO | Idrogeologici | | | | X |
| | RIP | | | | X |
| | RIM | | | | X |
| | Esondazione PAI | | | | X |
| | Elevata naturalità | | | | X |
| | Stradali | | | | X |
| | Elettrodotti | | | | X |
| SAN FELICE DEL BENACO | Idrogeologici | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| MANERBA DEL GARDA | Idrogeologici | X | X | X | X |
| | RIP | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| MONIGA DEL GARDA | RIM | X | X | X | X |
| PUEGNAGO DEL GARDA | Idrogeologici | X | X | X | |
| | RIP | X | X | X | |
| | RIM | X | X | X | |
| | Elettrodotti | X | X | X | |
| | Metanodotto | X | X | X | |
| | Centri edificati | X | X | X | |
| PADENGHE SUL GARDA | Idrogeologici | X | X | X | X |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | RIP | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| DESENZANO DEL GARDA | Idrogeologici | X | X | X | X |
| | RIP | X | | | |
| | RIM | X | | | |
| | Elettrodotti | X | | | |
| | Metanodotto | X | | | |
| | Pozzi | X | | | |
| | Archeologici | X | | | |
| | Centri edificati | X | | | |
| | Edifici vincolati | X | | | |
| | SIRMIONE | Idrogeologici | X | | |
| RIM | | X | | | |
| PESCHIERA DEL GARDA | Idrogeologici | X | X | X | X |
| | RIP | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| | Elevata naturalità | X | X | X | X |
| | Stradali | X | X | X | X |
| | Ferroviani | X | X | X | X |
| | Centri edificati | X | X | X | X |
| LONATO DEL GARDA | RIP | X | X | X | X |
| | RIM | X | X | X | X |
| | Ferroviani | | X | X | X |
| | Ossigenodotti | | X | X | X |
| | Depuratori | | X | X | X |
| | Zootecnici | | X | X | X |
| | Edifici vincolati | | X ³ | X ³ | X ³ |
| MONTICHIARI | Idrogeologici | | X | | X |
| | RIP | | X | | X |
| | RIM | | X | | X |
| | Stradali | | X | | X |
| | Elettrodotti | | X | | X |
| | Metanodotto | | X | | X |
| | Depuratori | | X | | X |
| | Zootecnici | | X | | X |
| | Centri edificati | | X | | X |
| CASTIGLIONE DELLE STIVIERE | RIM | | | X | |
| | Pozzi | | | X | |
| CARPENEDOLO | RIM | | | X | |
| | Stradali | | | X | |
| | Elettrodotti | | | X | |
| | Depuratori | | | X | |
| | Zootecnici | | | X | |
| | Archeologici | | | X | |
| ACQUAFREDDA | Idrogeologici | | | X | |
| | RIP | | | X | |
| | RIM | | | X | |

| | | | | | |
|--|------------------------------|--|--|---|--|
| | Esondazione PAI | | | X | |
| | Stradali | | | X | |
| | Zootecnici | | | X | |
| | Archeologici | | | X | |
| VISANO | Idrogeologici | | | X | |
| | RIP | | | X | |
| | RIM | | | X | |
| | Esondazione PAI | | | X | |
| | Stradali | | | X | |
| | Depuratori | | | X | |
| | ¹ S. Anna (Salò); | | | | |
| ² Ponte ferroviario Tormini (sottopasso) | | | | | |
| ³ Ponte ferroviario Milano-Venezia (Lonato) | | | | | |

Tabella 28: 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 29 sono riportati i punteggi, relativi ai vincoli di tutela a carico delle aree interessate dal passaggio dei nuovi collettori, attribuiti ai quattro scenari.

| AREE VINCOLATE | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Punteggio | 1,000 | 0,950 | 0,800 | 0,813 |

Tabella 29: Aree vincolate: punteggio attribuito ai quattro 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 15), rientra nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua.

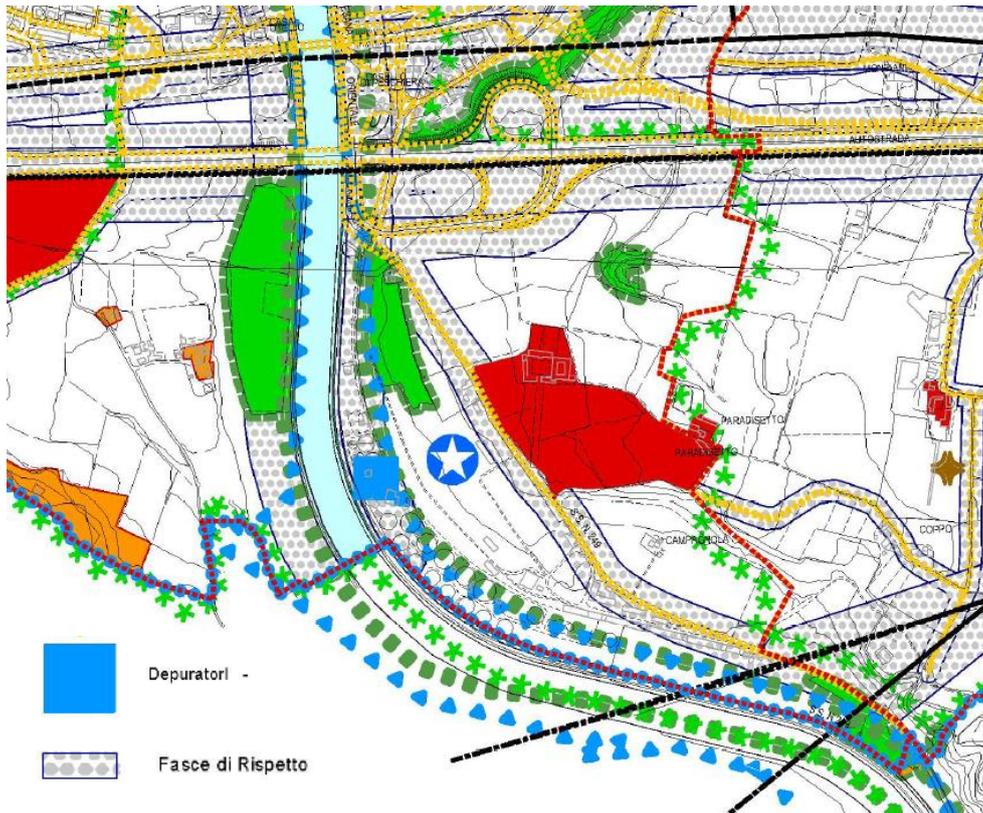


Figura 15: Estratto PATI – Comune di Peschiera del Garda (carta dei vincoli)

Per quanto riguarda lo Scenario 2, 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 16 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; la realizzazione dell'impianto comporterebbe la modifica del PGT.



Figura 16: Estratto PGT – Comune di Montichiari

Nello scenario 3, 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 17 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.

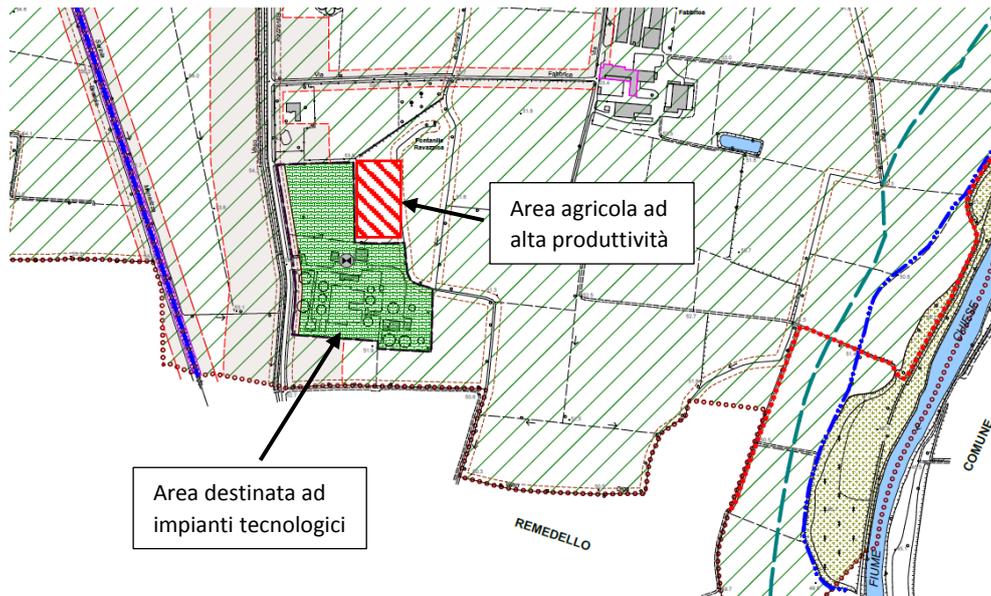


Figura 17: Estratto PGT– Comune di Visano

Nello Scenario 4 si prevede la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione in un'area agricola nel comune di Gavardo (Figura 18) che rientra, in parte, nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua. Per quanto riguarda l'ampliamento del depuratore di Montichiari, questo non interesserà (a differenza dello Scenario 2) la zona agricola più a Sud: l'intervento risulterà confinato all'interno dell'area destinata a servizi tecnologici (Figura 19).



Figura 18: Area prevista per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione di Gavardo

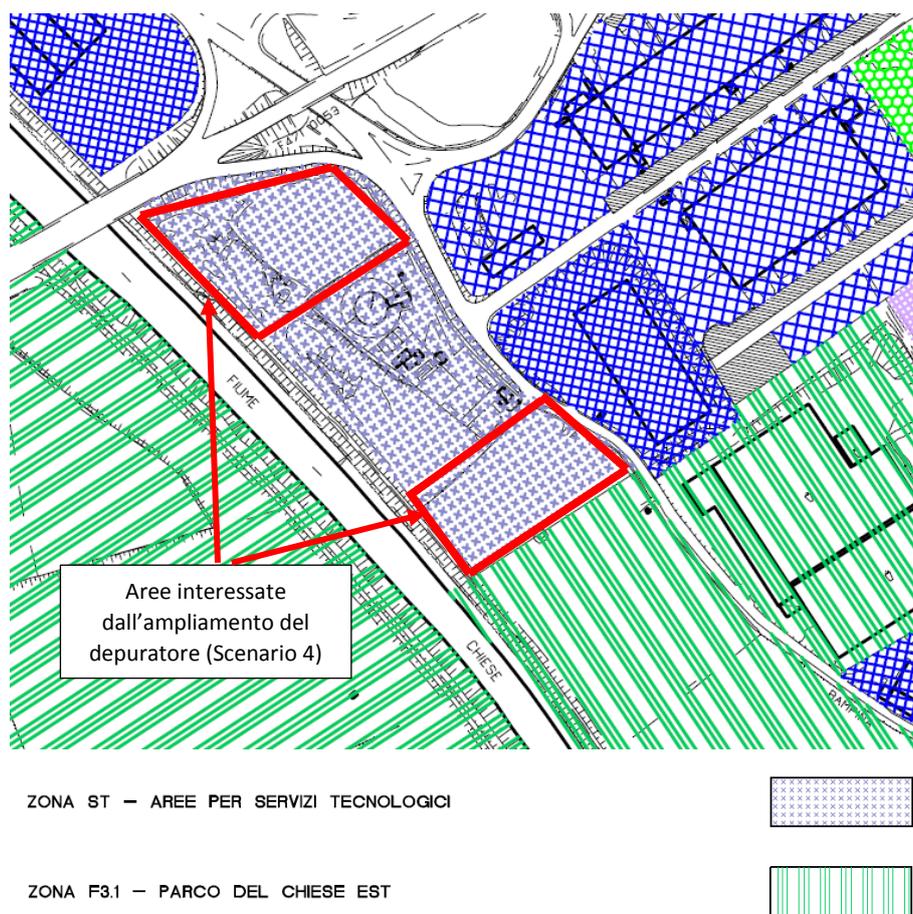


Figura 19: Estratto PGT – Comune di Montichiari

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 30 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+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | |
|---|------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------------|
| | | | | Gavardo | Montichiari |
| Aree destinate ad impianti tecnologici o per servizi pubblici | X | X | X | | X |
| Aree agricole generiche, non soggette a tutela | | X** | X | X | |
| Altre aree | X* | | | X* | |

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

Tabella 30: Analisi della compatibilità urbanistica dei siti di ubicazione dei depuratori: prospetto riassuntivo

In Tabella 31 sono riportati i punteggi, relativi alla compatibilità urbanistica, attribuiti ai quattro scenari.

| COMPATIBILITÀ URBANISTICA | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Punteggio | 0,750 | 0,750 | 0,750 | 0,750 |

Tabella 31: Compatibilità urbanistica: punteggio attribuito ai quattro 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 32. In tutti gli scenari è previsto l'attraversamento della linea ferroviaria Milano-Venezia, della linea ferroviaria ad alta velocità, dell'autostrada A4, della strada provinciale 11 (in due diversi punti) e del fiume Mincio.

Inoltre, negli scenari 3 (Pes+Vis) e 4 (Pes+Gav+Mon) è previsto l'attraversamento del fiume Chiese rispettivamente nei comuni di Visano e Gavardo (nuovo ponte).

Infine nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) è previsto l'attraversamento della SS 45 bis per lo scarico dell'effluente nel Naviglio Grande Bresciano.

| INTERFERENZA | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|---|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Linea ferroviaria Milano-Venezia (FFSS) | X | X | X | X |
| Linea ferroviaria Alta Velocità (TAV) | X | X | X | X |
| Autostrada A4 | X | X | X | X |
| Strada Provinciale 11 | XX | XX | XX | XX |
| Strada statale 45 bis | | | | X |
| Fiume Chiese | | | X | X |
| Fiume Mincio | X | X | X | X |

Tabella 32: Analisi delle principali interferenze sul tracciato del collettore per i tratti che differenziano le varie soluzioni: prospetto riassuntivo

In Tabella 33 sono riportati i punteggi, relativi alle interferenze, attribuiti ai quattro scenari.

| INTERFERENZA SUL TRACCIATO DEL COLLETTORE | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|--|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Punteggio | 1,000 | 1,000 | 0,900 | 0,800 |

Tabella 33: Interferenze sul tracciato del collettore: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

A1: CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI

In Figura 20 viene mostrato il carico residuo giornaliero medio su base annua nei quattro scenari progettuali. Si ricorda che esso è stato calcolato come media ponderata dei carichi residui nei due periodi presi come riferimento, ovvero la stagione estiva (indicativamente metà aprile-metà settembre) e quella invernale (parte restante dell'anno). I valori puntuali usati per il calcolo sono riportati in Allegato A.

Si osserva che lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) minimizza il carico effluente residuo. Ciò è dovuto principalmente al fatto che in questo scenario viene massimizzato il numero di abitanti equivalenti trattati in impianti con potenzialità superiore o uguale a 100.000 AE (595.463 AE in estate, corrispondenti al 95,3% del carico generato complessivo), quindi con limiti più restrittivi rispetto ad impianti di taglia inferiore; negli scenari 1 (Pes), 2 (Pes+Mon) e 3 (Pes+Vis) la percentuale di trattamento del carico in impianti di grossa taglia, durante il periodo estivo, è rispettivamente pari al 78,9, 87,2 e 87,1%.

Il secondo aspetto da considerare, per l'interpretazione del risultato relativo al carico effluente residuo, è il numero di abitanti equivalenti trattati mediante tecnologia MBR: lo Scenario 2 massimizza tale valore (230.000 AE in estate), contro i 195.000 AE dello Scenario 1, i 155.000 AE dello Scenario 3 e i 210.000 AE dello Scenario 4.

Complessivamente, rispetto allo Scenario 4, nelle altre ipotesi progettuali, il carico residuo aumenta di circa il 7,6% nello Scenario 1 (Pes), 2,4% nello Scenario 2 (Pes+Mon) e 2,6% nello Scenario 3 (Pes+Vis).

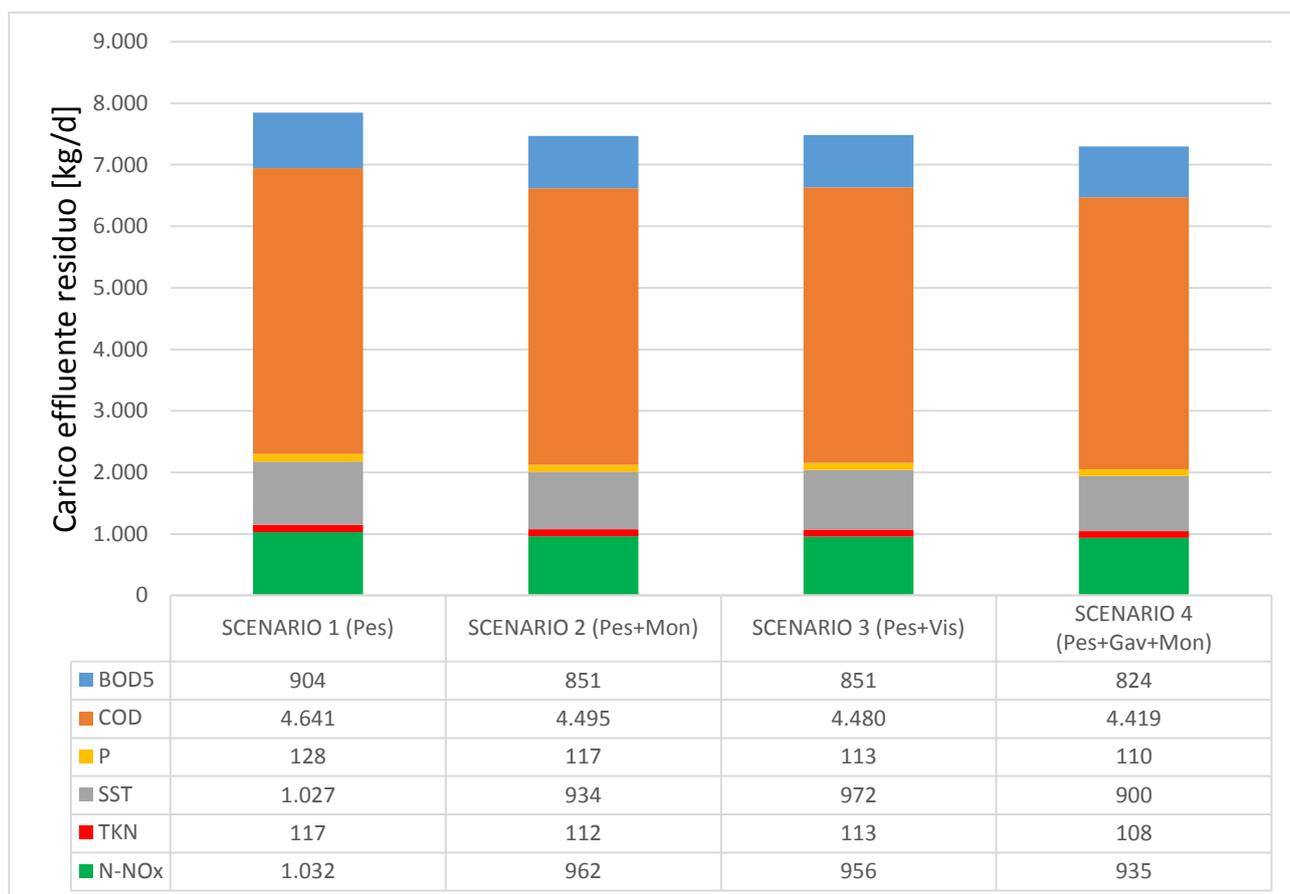


Figura 20: Carico residuo giornaliero medio su base annua in uscita da tutti i depuratori del bacino

In Figura 21 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 65% 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).

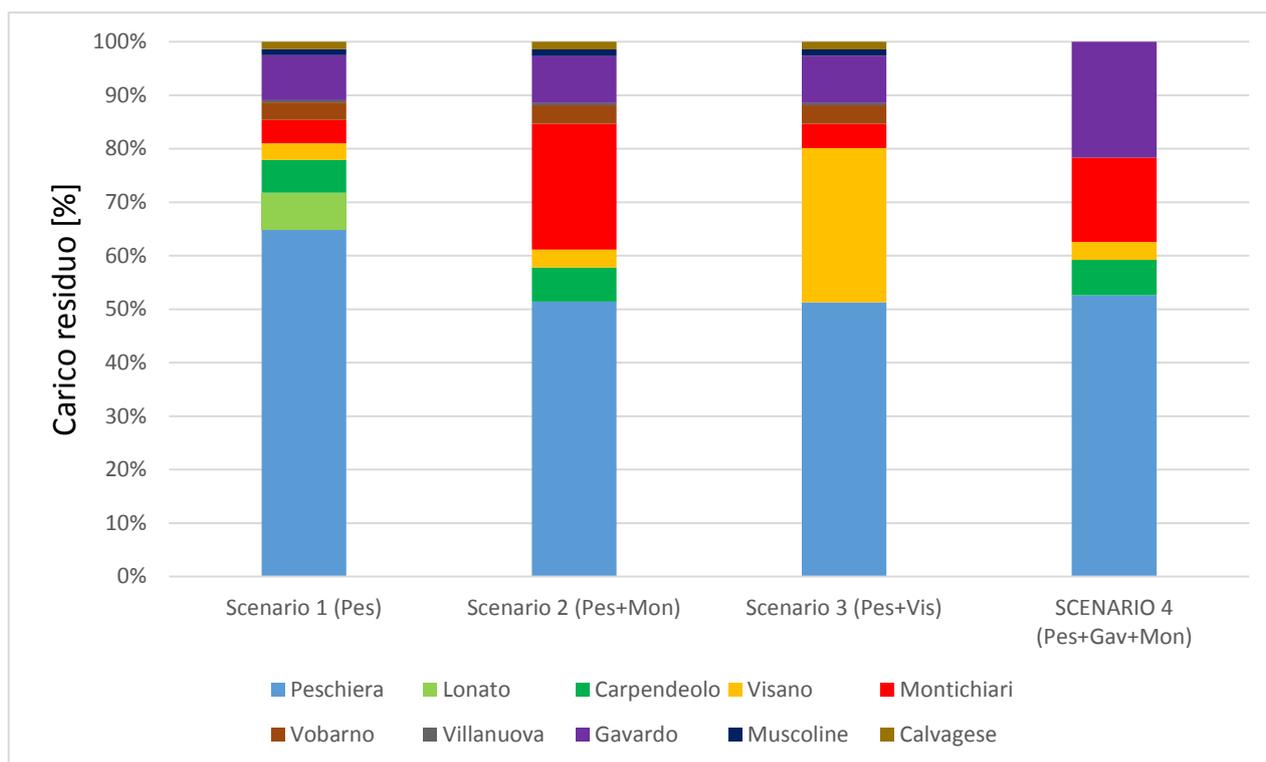


Figura 21: Contributo dei diversi depuratori al carico residuo complessivo nei diversi scenari (dati raggruppati per comune)

In Figura 22 viene mostrato l'Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato (ovvero espresso in termini percentuali rispetto al più elevato) delle quattro alternative. Analogamente al carico residuo, anche l'EQI medio annuo è stato calcolato come media ponderata degli EQI relativi ai periodi estivo ed invernale. I valori puntuali usati per il calcolo sono riportati in Allegato A.

I valori ottenuti sono ovviamente concordi con quelli del carico effluente residuo: lo scenario migliore, ovvero quello in cui l'EQI risulta minimo, è il numero 4 (Pes+Gav+Mon); rispetto a quest'ultimo, l'incremento dell'EQI normalizzato negli altri scenari è circa uguale al 9,5% (Pes), 3,1% (Pes+Mon) e 3,0% (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 BOD₅ 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%.

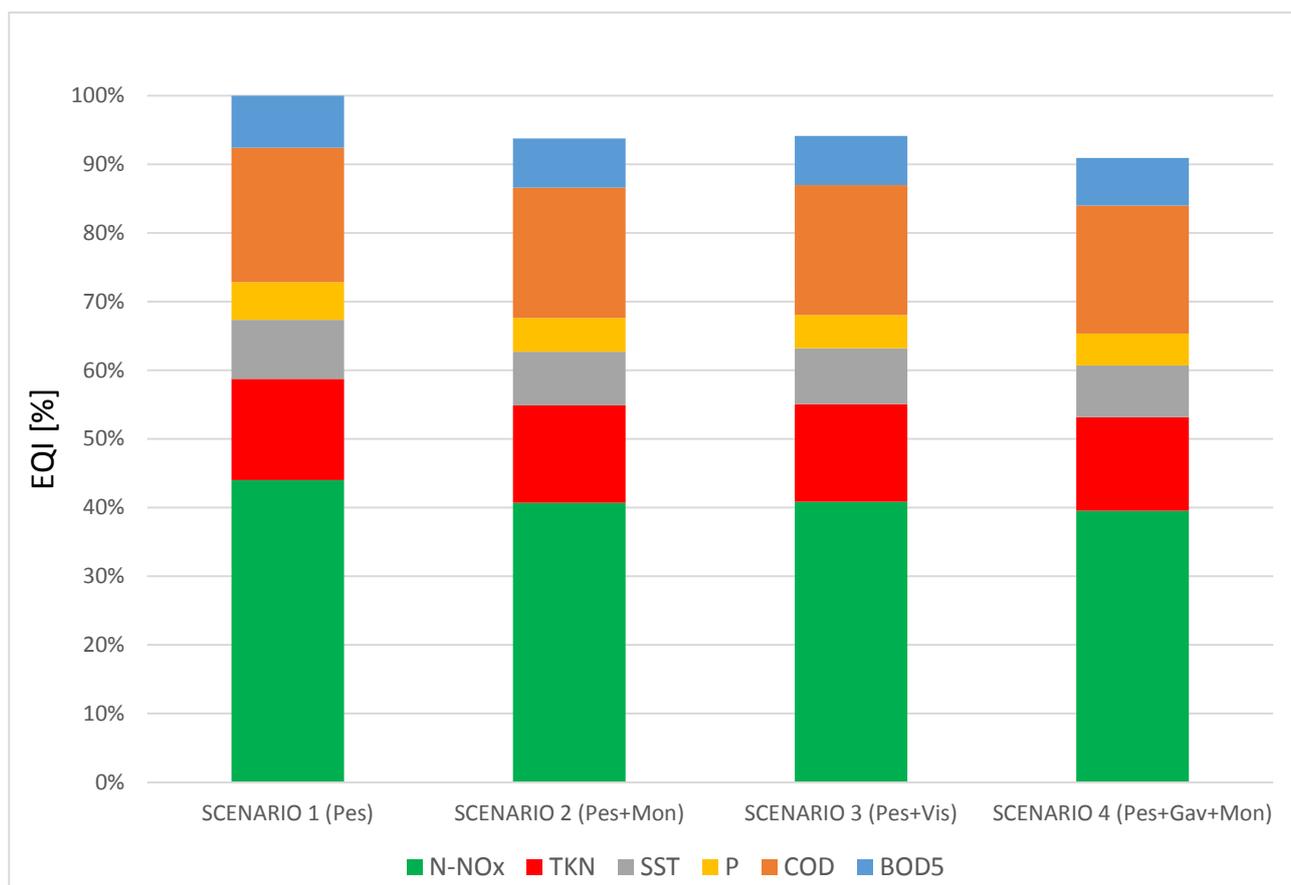


Figura 22: Effluent Quality Index (EQI) medio annuo normalizzato: analisi comparativa dei quattro scenari

In Tabella 34 sono riportati i punteggi, relativi al carico effluente residuo, attribuiti ai quattro scenari in base ai valori calcolati dell'EQI.

| CARICO EFFLUENTE RESIDUO DAI DEPURATORI | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|--|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Punteggio | 0,905 | 0,969 | 0,970 | 1,000 |

Tabella 34: Carico effluente residuo dai depuratori: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

A2: REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO IRRIGUO

La percentuale del volume di refluo depurato destinato a riuso irriguo rispetto al volume totale prodotto (Figura 23) varia tra il 26,7% (Scenario 3) e il 32,3% (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 22,8%. I valori puntuali ricavati dai calcolo sono riportati nell'Allegato B.

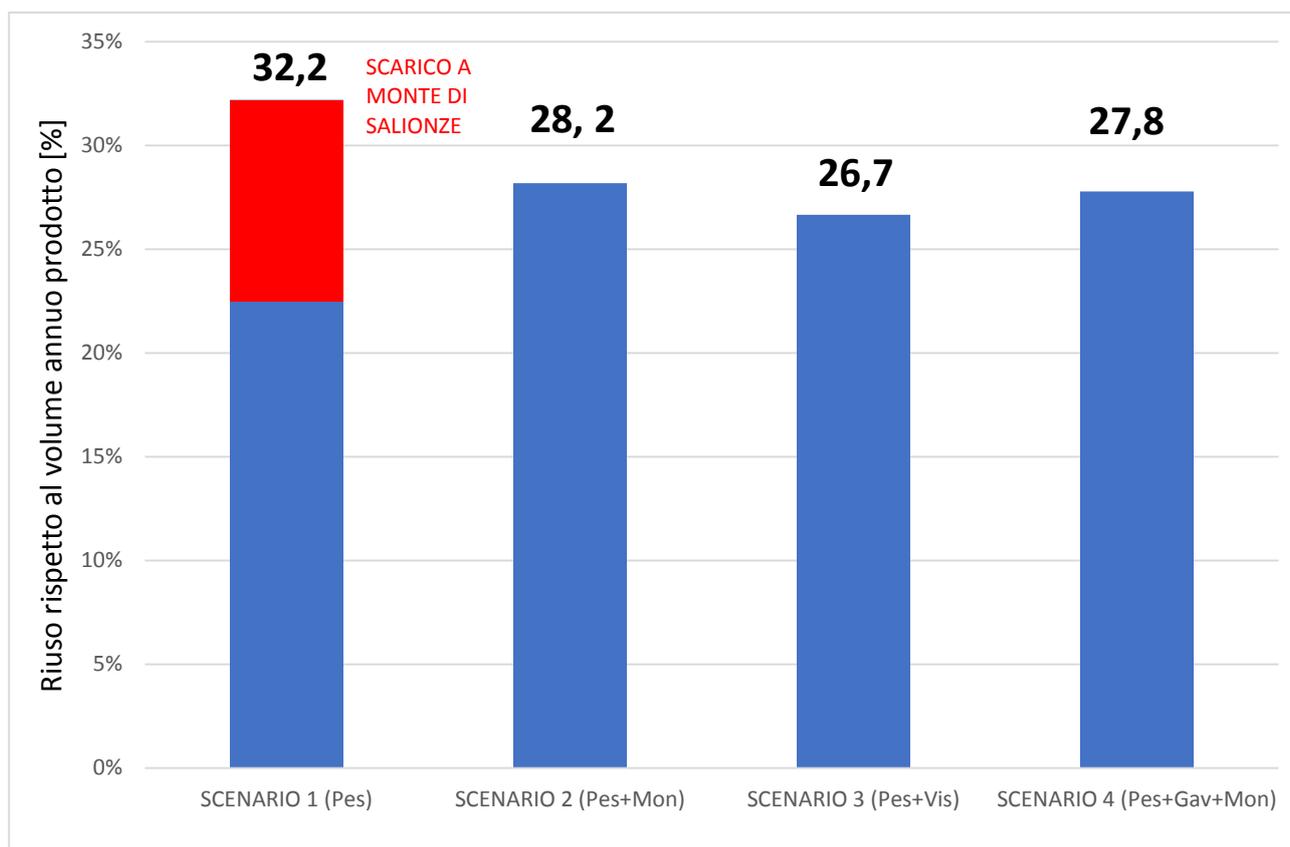


Figura 23: Percentuale del refluo depurato destinata a riuso agricolo

In Tabella 35 sono riportati i punteggi, calcolati per i quattro scenari, relativamente all'aspetto del riutilizzo dell'effluente depurato.

| REFLUO DEPURATO DESTINATO A RIUSO AGRICOLO | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|---|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Punteggio | 1,000 | 0,875 | 0,828 | 0,863 |

Tabella 35: Refluo depurato destinato a riuso agricolo: punteggio attribuito ai quattro 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 esposte più avanti); il fiume Chiese riceverebbe lo scarico del nuovo depuratore intercomunale di Visano e, come nello stato di fatto, dei depuratori ubicati nei comuni di Vobarno, Villanuova

sul Clisi, Gavardo, Muscoline, Calvagese della Riviera e Montichiari; 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+Mon) il fiume Chiese riceverebbe lo scarico del depuratore potenziato di Montichiari, del nuovo depuratore intercomunale di Visano e, come nello stato di fatto, degli impianti ubicati nei comuni di Vobarno, Villanuova sul Clisi, Gavardo, Muscoline e Calvagese della Riviera; 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.
- Lo Scenario 3 (Pes+Vis) è del tutto analogo allo Scenario 2 (Pes+Mon) 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.
- Nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), il depuratore di Peschiera manterrebbe lo scarico a Mincio a valle della diga di Salionze; il fiume Chiese, invece, riceverebbe gli scarichi dei nuovi depuratori di Gavardo e Visano e del depuratore potenziato di Montichiari. Rimarrebbero attivi negli attuali recapiti i depuratori di Carpenedolo.

In Tabella 36 è mostrato il rapporto tra la portata media del fiume Mincio (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) necessaria per garantire il mantenimento dello stato elevato del LIM_{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 LIM_{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 _{FIUME} /Q _{MIN} 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 36: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Mincio (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato elevato del LIM_{eco} nello Scenario 1 (Pes), in estate e in inverno

A titolo esemplificativo, si riporta di seguito il calcolo della variazione del LIM_{eco} 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_{MIN}=25,6 m³/s). Il valore di portata minima Q_{MIN} utilizzato nell'esempio deriva dal calcolo iterativo condotto secondo la procedura illustrata nel capitolo 4. La portata in tempo asciutto scaricata dal depuratore di Peschiera è invece pari a 1,54 m³/s.

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

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

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

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

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

| | N-NO ₃ ⁻ | N-NH ₄ ⁺ | P _{tot} |
|---|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
| 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-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P_{tot}) veicolato dal corso d'acqua (nelle condizioni di Q_{MIN}) a valle dello scarico del depuratore:*

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

| | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
| | N-NO ₃ ⁻ | N-NH ₄ ⁺ | P _{tot} |
| Carico fiume Mincio (Scenario 1) [kg/d] | 1.407 | 168 | 140 |

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

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

| | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
| | N-NO ₃ ⁻ | N-NH ₄ ⁺ | P _{tot} |
| Concentrazione fiume Mincio (Scenario 1) [mg/L] | 0,60 | 0,072 | 0,059 |

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

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

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

In Tabella 37 è mostrato il rapporto tra la portata media del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) necessaria per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} negli scenari 2 (Pes+Mon) e 3 (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_{eco} poiché, come già spiegato in dettaglio nel capitolo 4, la portata del Chiese a Montichiari (sezione di riferimento per i calcoli) è trascurabile. Ne deriva quindi il vincolo assoluto di convogliare lo scarico depurato in altro corpo ricettore (rete irrigua): ciò si concretizza nel riutilizzo del refluo depurato a scopo irriguo durante l'estate.

| Q_{FIUME}/Q_{MIN} fiume Chiese | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| PERIODO | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) |
| Estate | * | * |
| Inverno | 2,8 | 1,8 |

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

Tabella 37: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} negli scenari 2 (Pes+Mon) e 3 (Pes+Vis)

In Tabella 38 è riportato il risultato del calcolo del rapporto Q_{FIUME}/Q_{MIN} per lo scenario 4 (Pes+Gav+Mon) in cui sono previsti due nuovi depuratori centralizzati. Per quello di Montichiari, il calcolo è analogo a quello svolto per lo Scenario 2 (Pes+Mon), considerando ovviamente la minore dimensione del depuratore prevista nello Scenario 4. In particolare, si impone il mantenimento della classe di qualità "buono" (che corrisponde allo stato attuale) e si prevede il riuso agricolo integrale in estate. Per il depuratore di Gavardo, invece, la classe di qualità di riferimento è "elevato" (così come è oggi, non potendosi indurre un peggioramento), inoltre lo scarico nel fiume Chiese viene mantenuto anche in estate.

I risultati mostrano che, nello Scenario 4, per il depuratore di Gavardo il rapporto delle portate varia tra 1,6 e 3,0, per la stagione irrigua e invernale rispettivamente; per il depuratore di Montichiari, invece, il rapporto è pari a 3,9 (in inverno).

| Q_{FIUME}/Q_{MIN} fiume Chiese | | |
|---|---------------------------------|-------------|
| PERIODO | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | |
| | Gavardo | Montichiari |
| Estate | 1,6 | * |
| Inverno | 3,0 | 3,9 |

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

Tabella 38: Rapporto fra la portata media effettiva del fiume Chiese (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il mantenimento dello stato buono del LIM_{eco} nello scenario 4 (Pes+Gav+Mon), in estate e in inverno

In caso di presenza di due depuratori sulla medesima asta fluviale (Scenario 4) e/o in caso di esistenza dello scarico per due diverse stagioni, si è reso necessario il calcolo di un valore unico di riferimento del rapporto Q_{FIUME}/Q_{MIN} per ogni scenario (Tabella 39), utilizzando la procedura definita nel capitolo 5.

| Q_{FIUME}/Q_{MIN}: valori di riferimento | | | |
|---|-------------------|-------------------|----------------------|
| SCENARIO 1 | SCENARIO 2 | SCENARIO 3 | SCENARIO 4 |
| (Pes) | (Pes+Mon) | (Pes+Vis) | (Pes+Gav+Mon) |
| 3,6 | 2,8 | 1,8 | 3,2 |

Tabella 39: Valori di riferimento del rapporto fra la portata media effettiva del corpo idrico ricettore (Q_{FIUME}) e la portata minima (Q_{MIN}) che il fiume dovrebbe avere per garantire il raggiungimento dell'obiettivo di qualità nei quattro scenari

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

Con lo stesso obiettivo è stata condotta l'analisi della capacità di diluizione dei corsi d'acqua. I valori calcolati, nei diversi scenari progettuali, in corrispondenza delle sezioni di immissione degli scarichi dei depuratori centralizzati, sono riportati in Tabella 40. 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_{eco}, 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 (sezione di Gavardo), 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 (Scenario 4), 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 | SCENARIO 2 | SCENARIO 3 | SCENARIO 4 | |
| | | | | (Pes) | (Pes+Mon) |
| | | | | Gav | Mon |
| Estate | \ | \ | \ | \ | \ |
| Inverno | \ | 1/33 | 1/27 | \ | 1/49 |
| Anno | 1/56 | \ | \ | 1/109 | \ |

Tabella 40: Capacità di diluizione degli scarichi dei depuratori centralizzati da parte dei fiumi Mincio e Chiese

In Tabella 41 sono riportati i punteggi, relativi agli effetti ambientali, attribuiti ai quattro scenari. Si ricorda che il punteggio deriva dalla media delle valutazioni assegnate, rispettivamente, ai parametri LIM_{eco} e capacità di diluizione.

| EFFETTI AMBIENTALI SUL RICETTORE | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|---|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Punteggio LIM _{eco} | 1,000 | 0,698 | 0,312 | 0,833 |
| Punteggio Capacità di diluizione | 1,000 | 0,589 | 0,482 | 0,875 |
| Punteggio Effetti ambientali | 1,000 | 0,644 | 0,397 | 0,854 |

Tabella 41: Effetti ambientali sul ricettore: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

C: COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONALI

In Tabella 42 e Figura 24 si riporta il risultato del calcolo dei costi di investimento; essi, come già spiegato nel capitolo 4, sono stati distinti in costi strettamente legati al “progetto Garda” (ulteriormente suddivisi in costi “Garda_Brescia” e “Garda_Verona”, a seconda dell’Ente gestore di competenza) e costi che riguarderanno le restanti aree del bacino oggetto di studio (costi ATO_Brescia). In Figura 25 sono riportati i costi di investimento suddivisi in costi relativi al sistema di collettamento, agli impianti di depurazione e al mantenimento in esercizio della condotta sublacuale (quest’ultima voce è un costo di esercizio ma è stato considerato come investimento, ai fini del calcolo, poiché cesserà contestualmente con la realizzazione delle opere, come spiegato nel capitolo 5).

Si osserva che lo Scenario 2 (Pes+Mon) minimizza i costi di investimento che, negli altri scenari, risultano incrementati di circa il 4,5% (Scenario 4), 15,4% (Scenario 3) e 32,1% (Scenario 1).

Il costo di investimento più elevato è quello dello Scenario 1 (Pes) a causa principalmente dell’oneroso rifacimento del collettore fognario nel basso lago (Desenzano-Sirmione-Peschiera).

| | COSTI DI INVESTIMENTO [€] | | | |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | Garda_Brescia | Garda_Verona | ATO_Brescia | TOTALE |
| SCENARIO 1 (Pes) | 119.214.160 | 45.000.000 | 16.035.700 | 180.249.860 |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 113.339.098 | 11.000.000 | 12.149.500 | 136.488.598 |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 139.913.098 | 11.000.000 | 6.625.000 | 157.538.653 |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 119.756.131 | 11.000.000 | 11.849.500 | 142.605.631 |

Tabella 42: Costi di investimento per i quattro scenari

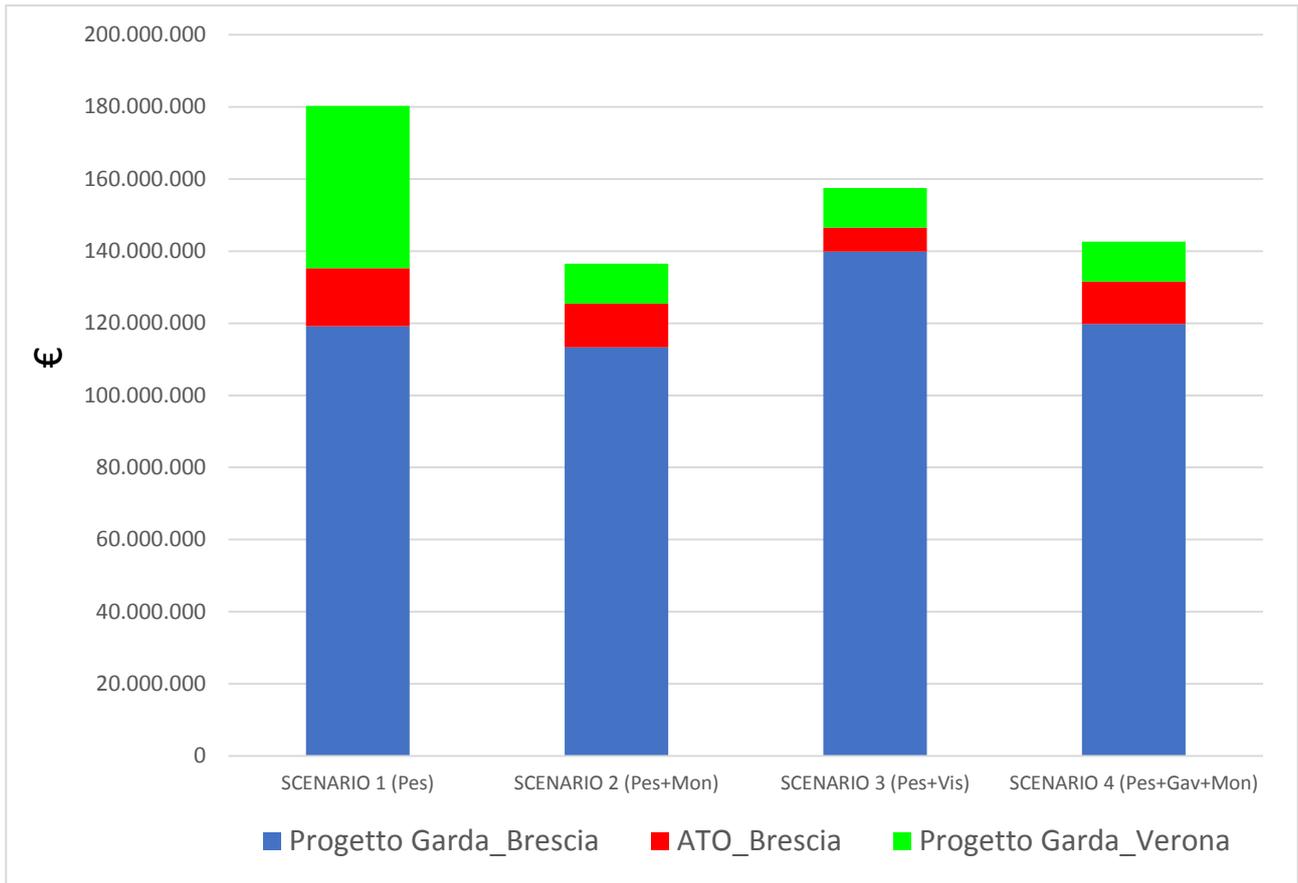


Figura 24: Costi di investimento relativi al “progetto Garda” e alle restanti aree del bacino (costi “ATO_Brescia”)

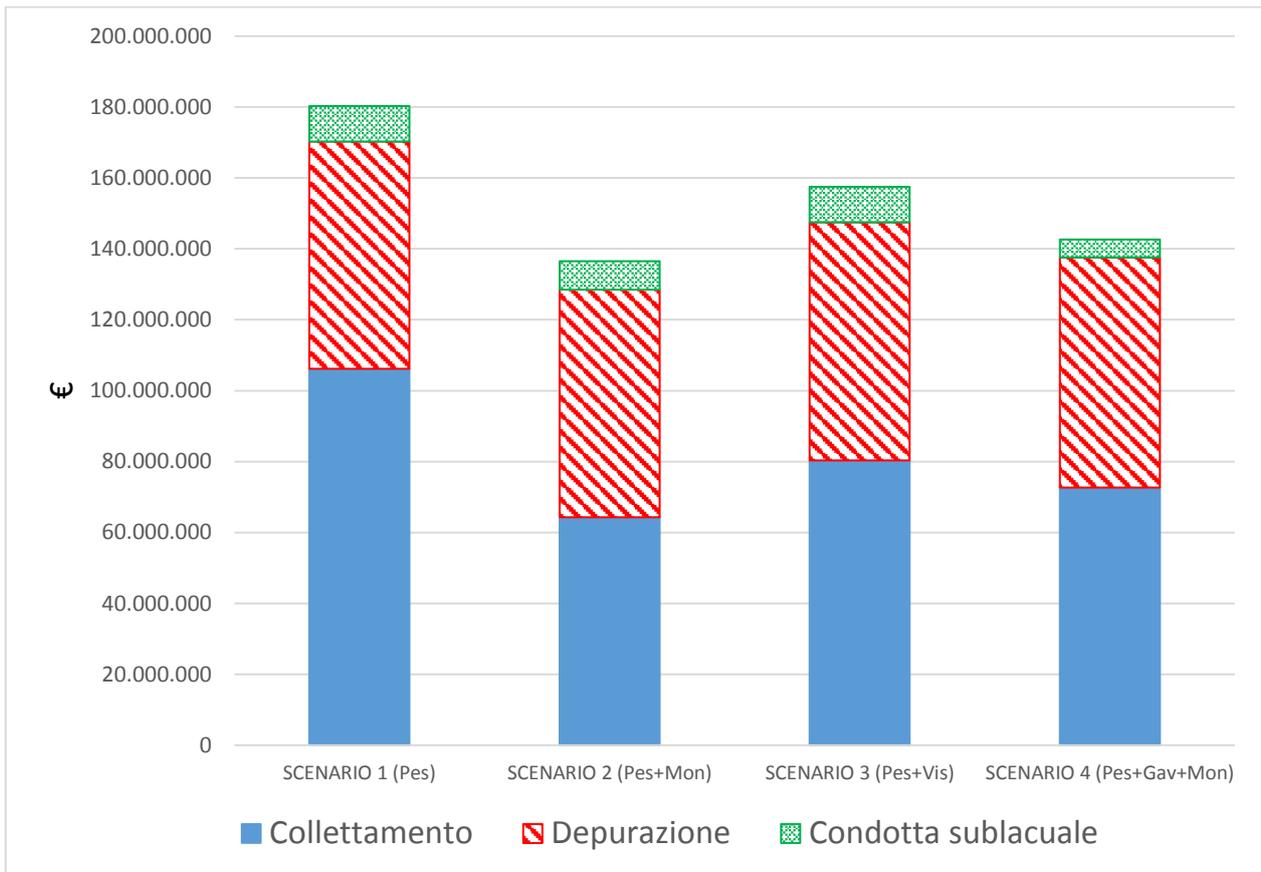


Figura 25: Costi di investimento relativi al sistema di collettamento, agli impianti di depurazione e al mantenimento in esercizio della condotta sublacuale

In Tabella 43 e Figura 26 sono riportati i costi di gestione nei diversi scenari, distinti in costi legati al “progetto Garda” e in costi “ATO_Brescia”. Si osserva che il costo di gestione risulta molto simile in tutte le alternative. In Figura 27 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] | | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------------|
| | Garda_Brescia | Garda_Verona | ATO_Brescia | TOTALE |
| SCENARIO 1 (Pes) | 9.470.013 | 1.003.091 | 3.956.418 | 14.429.521 |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 11.111.636 | 245.200 | 2.407.080 | 13.763.916 |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 11.421.259 | 245.200 | 2.452.045 | 14.118.504 |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 12.951.716 | 245.200 | 1.132.256 | 14.329.172 |

Tabella 43: Costi di gestione per i quattro scenari

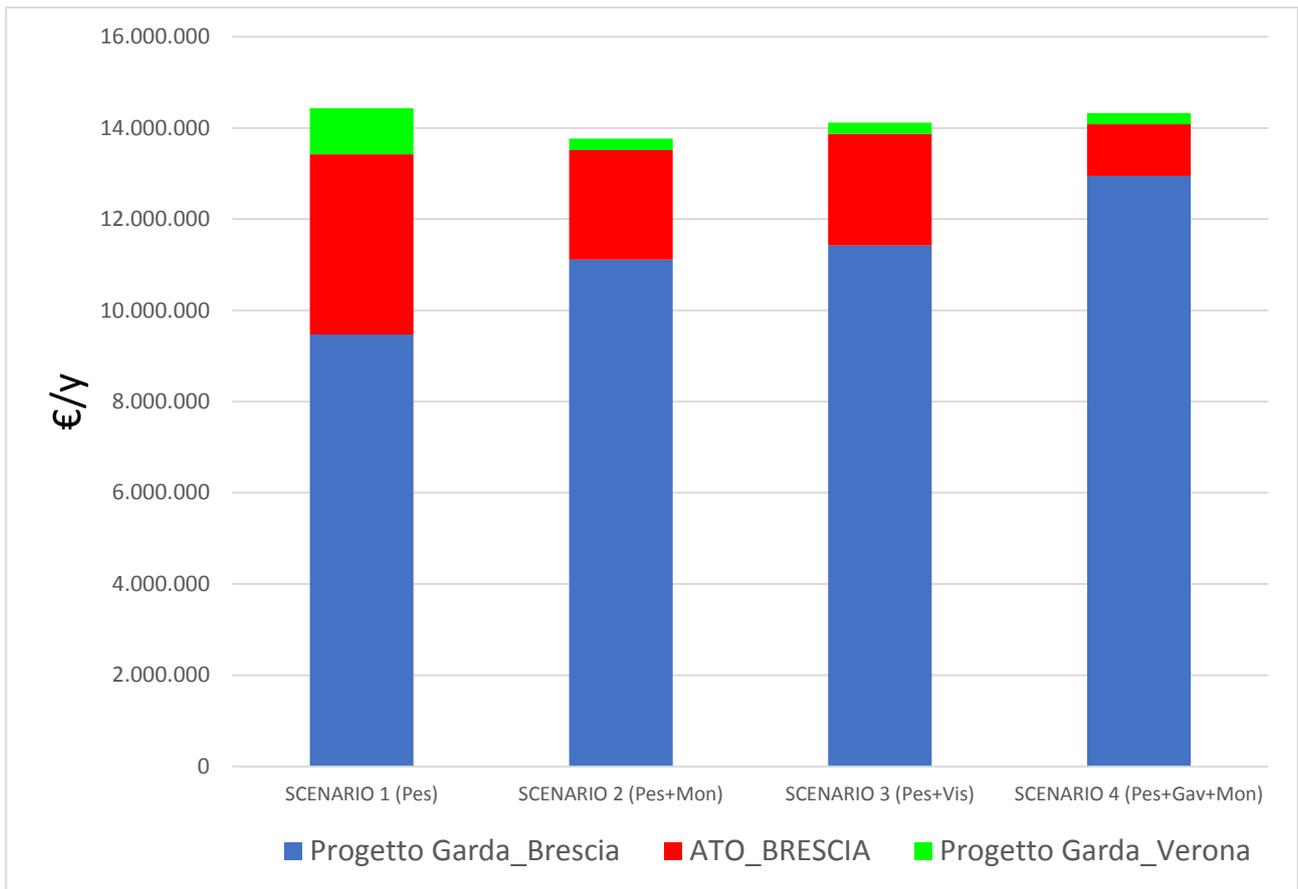


Figura 26: Costi di gestione relativi al “progetto Garda” e alle restanti aree del bacino (costi “ATO_Brescia”)

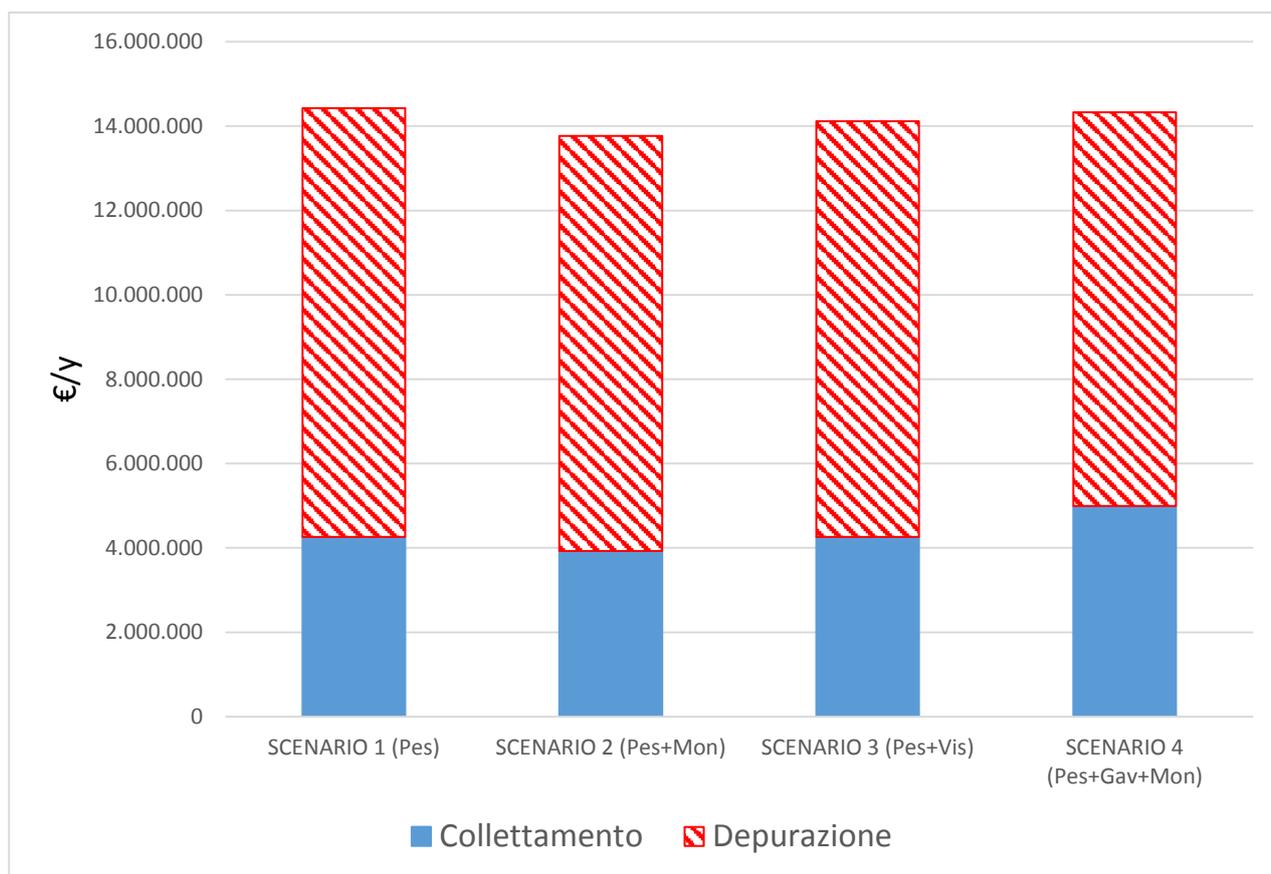


Figura 27: Costi di gestione relativi al sistema di collettamento e agli impianti di depurazione

In Tabella 44 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) | 180.249.860 | 14.429.521 | 379,0 | 30,3 |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 136.488.598 | 13.763.916 | 287,0 | 28,9 |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 157.538.653 | 14.118.504 | 331,2 | 29,7 |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 142.605.631 | 14.329.172 | 299,8 | 30,1 |

Nota: i costi specifici sono riferiti agli abitanti medi annui serviti nell'intero bacino (475.649 AE)

Tabella 44: Costi di investimento e gestionali per i quattro scenari

In Tabella 45 e Tabella 46 sono riportati i punteggi, relativi ai costi rispettivamente di investimento e gestionali, attribuiti ai quattro scenari.

| COSTI DI INVESTIMENTO | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|-----------------------|------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| Punteggio | 0,679 | 1,000 | 0,846 | 0,955 |

Tabella 45: Costi di investimento: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

| COSTI GESTIONALI | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Punteggio | 0,952 | 1,000 | 0,974 | 0,959 |

Tabella 46: Costi gestionali: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

11: GRADO DI CENTRALIZZAZIONE

Il grado di centralizzazione del trattamento rispetto al territorio da servire è stato definito come il rapporto tra il carico trattato da impianti con potenzialità superiore a 100.000 AE ed il carico complessivo da trattare nel periodo estivo (624.677 AE).

Come si osserva in Tabella 47, Il grado di centralizzazione risulta massimo (95,3 %) nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), in cui sono previsti tre depuratori di grossa taglia e solo tre impianti di piccole dimensioni (che, complessivamente, tratterebbero solo il 4,7 % del carico generato nel bacino), seguito dagli Scenari 2 (Pes+Mon), 3 (Pes+Vis) e 1 (Pes), caratterizzati da una percentuale di carico trattato in impianti di grossa taglia pari rispettivamente all'87,2, 87,1 e 78,9 %.

Va sottolineato che lo Scenario 1 (Pes), sebbene preveda l'impianto di maggiori dimensioni fra tutti gli scenari analizzati (depuratore di Peschiera del Garda con potenzialità pari a 495.000 AE), è caratterizzato da un numero significativo di impianti di piccola taglia che determinano una riduzione di oltre il 15% del grado di centralizzazione rispetto allo scenario migliore.

| | GRADO DI CENTRALIZZAZIONE [%] |
|--------------------------|----------------------------------|
| SCENARIO 1 (Pes) | 78,9 |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 87,2 |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 87,1 |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 95,3 |

Tabella 47: Grado di centralizzazione della depurazione nei diversi scenari

In Tabella 48 sono riportati i punteggi attribuiti ai quattro scenari relativamente all'aspetto "grado di centralizzazione", adottando il criterio illustrato nel capitolo 5. In particolare, si è ritenuto più corretto calcolare il punteggio con la formula utilizzata per i fattori quantitativi per cui è preferibile un valore alto, piuttosto che operare in maniera discretizzata utilizzando le definizioni riportate nei criteri regionali.

| GRADO DI CENTRALIZZAZIONE | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Punteggio | 0,828 | 0,915 | 0,914 | 1,000 |

Tabella 48: Grado di centralizzazione: punteggio attribuito ai quattro scenari sulla base dei criteri definiti nel capitolo 5

12: NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIU' PICCOLO

In Tabella 49 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 (13) tra i quali il più piccolo (Villanuova Sul Clisi – Caneto, Ponte Pier) ha una potenzialità pari a 700 AE. L'alternativa progettuale 4 (Pes+Gav+Mon) consente la dismissione dei piccoli depuratori di Vobarno, Villanuova sul Clisi (Caneto, Ponte Pier), Muscoline e Calvagese della Riviera ed è quindi caratterizzata dalla presenza di soli 6 impianti, tre grandi (Peschiera: 320.000 AE; Gavardo: 136.000 AE; Montichiari: 140.000 AE) e tre di dimensioni medio-piccole (Visano e 2 a Carpenedolo). Gli altri scenari rappresentano delle situazioni intermedie da un punto di vista del numero degli impianti (10 e 8 depuratori rispettivamente per gli scenario 2 e 3); il depuratore più piccolo sarebbe quello di Villanuova Sul Clisi – Caneto, Ponte Pier, da 700 AE.

| | Numero impianti | Potenzialità dell'impianto più piccolo [AE] |
|--------------------------|------------------------|--|
| SCENARIO 1 (Pes) | 13 | 700 ⁽¹⁾ |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 10 | 700 ⁽¹⁾ |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 8 | 700 ⁽¹⁾ |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 6 | 2.500 ⁽²⁾ |

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

⁽²⁾ Impianto di Carpenedolo - Tezze

Tabella 49: Numerosità degli impianti e taglia dell'impianto più piccolo nei diversi scenari

In Tabella 50 sono riportati i punteggi attribuiti ai quattro scenari relativamente all'aspetto "numerosità impianti e taglia impianto più piccolo".

| NUMEROSITÀ IMPIANTI E TAGLIA IMPIANTO PIU' PICCOLO | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|---|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Punteggio | 0,500 | 0,650 | 0,800 | 1,000 |

Tabella 50: Numerosità impianti e taglia impianto più piccolo: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

13: ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI

In Tabella 51 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+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 non sono previste criticità, essendo la situazione futura non dissimile da quella attuale in relazione agli aspetti funzionali.

Nello Scenario 3 (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 4 (Pes+Gav+Mon), risulta necessario collegare il nuovo impianto di Gavardo 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 4, è quindi stato assegnato un giudizio intermedio ("sufficiente") a questi aspetti; anche all'aspetto "disponibilità di aree" è stato assegnato il giudizio "sufficiente" perché risulta necessario acquisire un'area agricola per la costruzione del nuovo impianto di Gavardo. Non si rilevano osservazioni per il depuratore di Peschiera.

| ASPETTI FUNZIONALI | VIABILITÀ di accesso e collegamenti | COLLEGAMENTO alla RETE ELETTRICA | COLLEGAMENTO alla RETE IDRICA | DISPONIBILITÀ di AREE |
|---------------------------|--|---|--------------------------------------|------------------------------|
| SCENARIO 1 (Pes) | Buona | Buona | Buona | Carente |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | Buona | Buona | Buona | Buona |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | Buona | Buona | Buona | Buona |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente |

Tabella 51: Quadro riassuntivo dell'analisi dell'adeguatezza degli spetti funzionali

In Tabella 52 sono riportati i punteggi, relativi ai agli aspetti funzionali, attribuiti ai quattro scenari.

| ADEGUATEZZA DEGLI ASPETTI FUNZIONALI | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|--|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Punteggio | 0,900 | 1,000 | 1,000 | 0,800 |

Tabella 52: Adeguatezza degli aspetti funzionali: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

14: ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO

In Tabella 53 e Figura 28 sono riportati i dati relativi all'estensione della rete di collettamento nei quattro scenari (suddivisi, analogamente ai costi, in "Garda_Brescia", "Garda_Verona" e "ATO_Brescia").

Oltre ai collettori relativi al progetto Garda, nello Scenario 4 sono stati considerati anche i nuovi collettori (di competenza "ATO_Brescia") per il convogliamento al depuratore di Gavardo dei reflui dei comuni di Villanuova sul Clisi – frazione Caneto, Ponte Pier- (0,4 m), Vobarno (3,3 km), Calvagese della Riviera (5,0 km) e Muscoline (1,2 km); inoltre, per gli scenari 2 e 4 è stata considerata anche la tubazione (1,0 km) che dovrà essere realizzata per consentire, durante l'estate, lo scarico dell'effluente depurato del depuratore di Montichiari nella rete di canali irrigui esistenti.

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

Si osserva che la lunghezza complessiva dei collettori è minima (88,43 km) nello Scenario 1 (Pes) e massima (127,16 km) nello Scenario 4 (Pes+Gav+Mon). In termini percentuali, lo Scenario 1 presenta una differenza in diminuzione pari a circa il 30,5 % rispetto allo Scenario 4. Negli scenari 2 (Pes+Mon) e 3 (Pes+Vis) l'estensione della rete risulta pari, rispettivamente, a 111,92 e 123,81 km, ovvero intermedia rispetto agli scenari 1 e 4.

| | ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO [km] | | | |
|--------------------------|---|--------------|-------------|---------------|
| | Garda_Brescia | Garda_Verona | ATO_Brescia | TOTALE |
| SCENARIO 1 (Pes) | 82,50 | 5,93 | 0,00 | 88,43 |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 104,99 | 5,93 | 1,00 | 111,92 |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 117,88 | 5,93 | 0,00 | 123,81 |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 110,33 | 5,93 | 10,90 | 127,16 |

Tabella 53: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

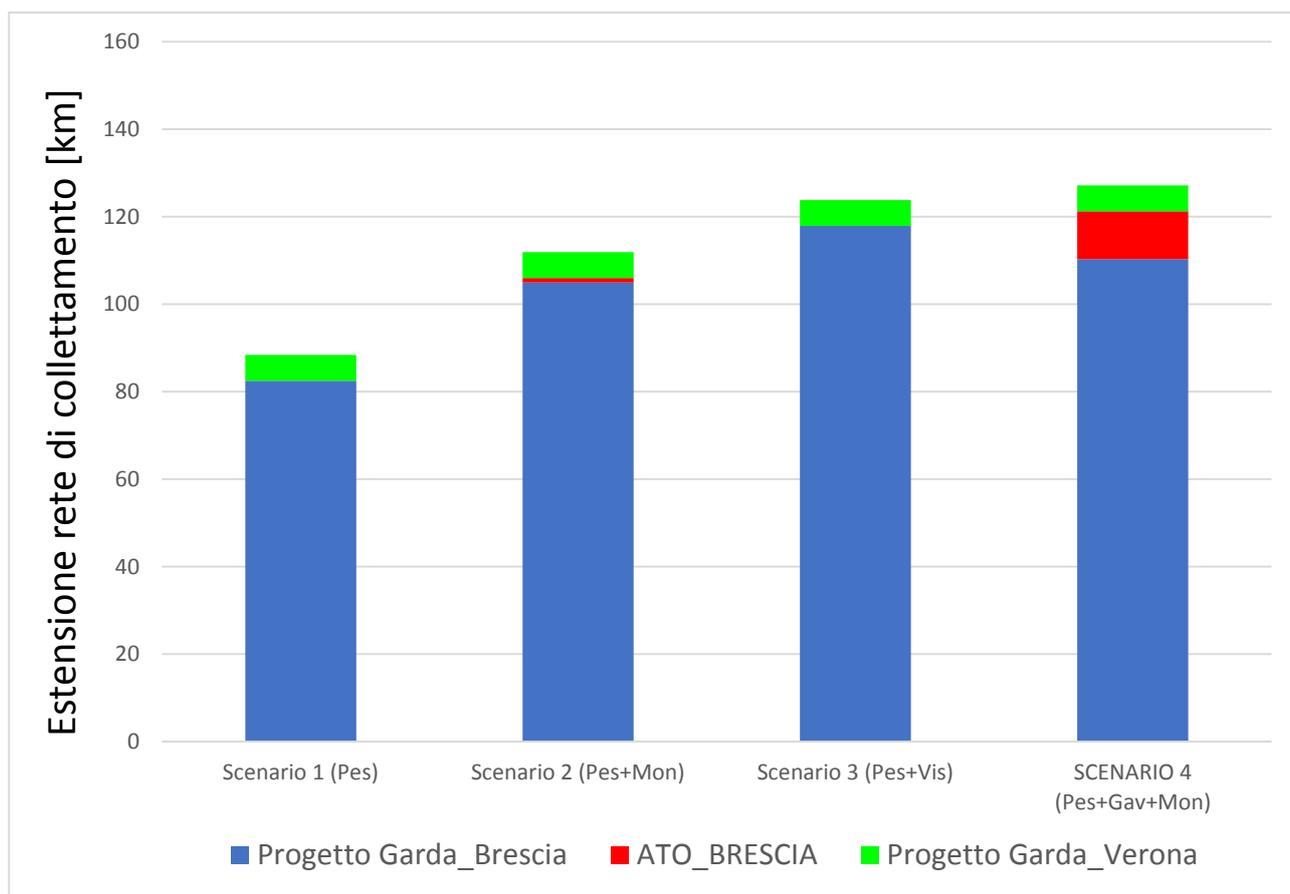


Figura 28: Estensione della rete di collettamento nei diversi scenari

In Tabella 54 sono riportati i punteggi, relativi all'estensione della rete di collettamento, attribuiti ai quattro scenari.

| ESTENSIONE DELLA RETE DI COLLETTAMENTO | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|--|------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| Punteggio | 1,000 | 0,734 | 0,600 | 0,562 |

Tabella 54: Estensione della rete di collettamento: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

15: TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE

In Tabella 55 sono riportati i punteggi, attribuiti ai quattro scenari, relativi ai tempi necessari per la dismissione del collettore sublacuale che oggi veicola i reflui fognari di buona parte della sponda bresciana fino a Torri del Benaco, sulla sponda veronese. Lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon), che prevede lo sdoppiamento del sistema di collettamento dei reflui dei comuni gardesani in due differenti "schemi depurativi" (schemi "nord" e "sud", con i nuovi depuratori ubicati rispettivamente a Gavardo e Montichiari), consentirebbe, secondo valutazioni di Acque Bresciane srl, la dismissione

del collettore sublacuale in 5 anni, tempo stimato per la realizzazione del nuovo depuratore di Gavardo e del relativo tratto di collettore. Negli altri scenari, che invece prevedono la centralizzazione della depurazione in un unico impianto, i tempi risulterebbero nettamente superiori (8 anni per lo Scenario 2 e 10 anni per gli scenari 1 e 3): la dismissione della condotta sublacuale, infatti, avverrebbe sostanzialmente solo ad avvenuta realizzazione del complesso di tutti gli interventi progettuali previsti in questi scenari.

| | TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE |
|--------------------------|--|
| SCENARIO 1 (Pes) | 10 |
| SCENARIO 2 (Pes+Mon) | 8 |
| SCENARIO 3 (Pes+Vis) | 10 |
| SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | 5 |

Tabella 55: Tempi per dismissione del collettore sublacuale nei diversi scenari

In Tabella 56 sono riportati i punteggi, relativi ai tempi necessari per la dismissione del collettore sublacuale, attribuiti ai quattro scenari.

| TEMPI PER DISMISSIONE COLLETTORE SUBLACUALE | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|--|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Punteggio | 0,000 | 0,400 | 0,000 | 1,000 |

Tabella 56: Tempi per dismissione collettore sublacuale: punteggio attribuito ai quattro scenari in base ai criteri definiti nel capitolo 5

7. VALUTAZIONE INTEGRATA E CONCLUSIONI

In Tabella 57 e Tabella 58 sono riassunti i dati di riferimento (valori numerici o altre informazioni) per le singole voci oggetto di valutazione, e i relativi punteggi normalizzati, vale a dire riproporzionati (attribuendo il valore unitario al punteggio più elevato) a partire dai punteggi riportati nelle Tabelle 29, 31, 33, 34, 35, 41, 45, 46, 48, 50, 52, 54 e 56. In particolare, in Tabella 57, per avere un'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 minimo ottenuto. In questo modo si mettono in luce, da un lato, le criticità, e dall'altro, i punti a favore delle diverse soluzioni, per ognuna delle voci considerate per il confronto. In Tabella 58, per ogni ambito tematico è indicata anche la media dei punteggi dei singoli aspetti. In Figura 29 sono rappresentati i risultati finali della valutazione integrata: i punteggi attribuiti ad ogni ambito (così come riportati in Tabella 58), dopo normalizzazione, sono stati tra loro sommati. Ai fini di una più rapida lettura, in Figura 29, i punteggi finali sono stati espressi anche in forma normalizzata (punteggio massimo pari ad 1). Va rilevato che i punteggi complessivi sono stati ottenuti **attribuendo la medesima importanza ai diversi ambiti considerati**. Non rientra infatti nelle finalità del presente lavoro la definizione del peso da attribuire ai diversi fattori di valutazione.

| Ambito tematico | Criterio di confronto | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
|-----------------------|---|------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| VINCOLI | Aree vincolate | 1,000 | 0,950 | 0,800 | 0,813 |
| | Compatibilità urbanistica | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| | Interferenze sul tracciato del collettore | 1,000 | 1,000 | 0,900 | 0,800 |
| ASPETTI AMBIENTALI | Carico effluente residuo dai depuratori | 0,905 | 0,969 | 0,970 | 1,000 |
| | Refluo depurato destinato a riuso irriguo | 1,000 | 0,875 | 0,828 | 0,863 |
| | Effetti ambientali sul ricettore | 1,000 | 0,644 | 0,397 | 0,854 |
| COSTI | Costi di investimento | 0,679 | 1,000 | 0,846 | 0,955 |
| | Costi di gestione | 0,952 | 1,000 | 0,974 | 0,959 |
| ASPETTI IMPIANTISTICI | Grado di centralizzazione | 0,828 | 0,915 | 0,914 | 1,000 |
| | Num. impianti e taglia impianto più piccolo | 0,500 | 0,650 | 0,800 | 1,000 |
| | Adeguatezza degli aspetti funzionali | 0,900 | 1,000 | 1,000 | 0,800 |
| | Estensione della rete di collettamento | 1,000 | 0,734 | 0,600 | 0,562 |
| | Tempi per dismissione collettore sublacuale | 0,000 | 0,400 | 0,000 | 1,000 |

Tabella 57: 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 *in primis* evidenziare che la sostenibilità ambientale (cioè la irrilevanza degli effetti dello scarico dei depuratori centralizzati

sul corpo ricettore) viene conseguita, per tutti gli scenari, adottando idonei provvedimenti, appositamente studiati. In particolare, **per lo Scenario 1 (Pes), si prevede 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 altri tre scenari, invece, durante il periodo estivo, l'effluente depurato non verrebbe scaricato nel fiume Chiese ma verrebbe convogliato nella rete esistente di canali irrigui**, per essere valorizzato attraverso il recupero in agricoltura. La fattibilità di questa soluzione è stata condivisa 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 ha permesso di stilare una **graduatoria finale, che premia gli scenari 4 (Pes+Gav+Mon) e 2 (Pes+Mon), con preferenza per lo scenario 4, seguiti dagli scenari 1 (Pes) e 3 (Pes+Vis).**

Analizzando i punteggi dei diversi ambiti tematici, **lo Scenario 1 (Pes) risulta preferibile** (punteggio pari ad 1) **per quanto riguarda i vincoli e gli aspetti ambientali; lo Scenario 2 (Pes+Mon) comporta i minori oneri economici**, mentre **lo Scenario 4 (Pes+Gav+Mon) è preferibile per il complesso dei fattori ambientali ed economici nonché per gli aspetti impiantistici.**

Più in dettaglio, nello **lo Scenario 1 (Pes)**, si favorirebbe il riuso dell'effluente depurato del depuratore di Peschiera, nel periodo irriguo, grazie alla presenza, a valle del previsto punto di scarico, di due importanti derivazioni (Canale Virgilio e seriola Prevaldesca). Inoltre, con questa soluzione si minimizzerebbe la lunghezza complessiva del sistema di collettamento, pur essendone richiesto il rifacimento per tratti molto significativi e in particolare essendo necessari importanti interventi per l'ultimo tratto da Desenzano a Peschiera. Conseguentemente, questa soluzione risulta fortemente penalizzata dall'onere complessivo dell'intervento, superiore alla soluzione più conveniente (Scenario 2, Pes+Mon) di oltre 43 milioni di Euro. Lo Scenario 1 è caratterizzato dal numero più elevato di piccoli impianti che verrebbero mantenuti in esercizio nel bacino di riferimento. Questo fatto, oltre a determinare una serie di inconvenienti a livello operativo-gestionale, fa sì che il carico inquinante residuo a valle della depurazione, che viene restituito all'ambiente a livello dell'intero bacino studiato, sia il più alto tra tutti gli scenari (come conseguenza del fatto che gli impianti di depurazione di piccola taglia sono, secondo la normativa, soggetti a limiti allo scarico meno restrittivi). Un ulteriore aspetto molto importante da sottolineare consiste nella necessità di mantenere in esercizio il collettore fognario sublacuale Toscolano-Torri del Benaco fino

a completamento di tutti i lavori (non sarebbe infatti possibile dismetterlo fino a ultimazione e messa in opera del sistema di collettamento nel suo complesso e dell'impianto di depurazione centralizzato), ovvero per un tempo stimato in almeno 10 anni.

Lo Scenario 2 (Pes+Mon) costituisce una buona situazione di compromesso, non presentando particolari criticità in nessuno degli aspetti considerati. Come per lo scenario precedente, tuttavia, i tempi previsti per la dismissione del collettore sublacuale risultano rilevanti (almeno 8 anni).

Lo Scenario 3 (Pes+Vis) consentirebbe, positivamente, di sfruttare un'area esistente già dotata delle principali infrastrutture e servizi (invero è attualmente in atto un contenzioso tra la Provincia di Brescia e la Ditta Concessionaria); inoltre, il tracciato del collettore permetterebbe di centralizzare a Visano il trattamento dei reflui di alcuni comuni, consentendo di dismettere i relativi impianti di piccole dimensioni, potendosi collettare e depurare anche i reflui dei comuni limitrofi. Per contro, questa soluzione presenta, come punti deboli, l'elevato costo di realizzazione (circa 20 milioni di Euro in più rispetto allo scenario 2), i tempi richiesti per il completamento dei lavori e quindi per la dismissione del collettore sublacuale (almeno 10 anni) e il minor margine di sicurezza relativamente al mantenimento della attuale classe di qualità del corpo idrico ricettore dell'effluente finale del depuratore di Visano.

Infine, lo **Scenario 4 (Pes+Gav+Mon)** rappresenta, come lo Scenario 2, un ottimo compromesso, consentendo la dismissione del collettore sublacuale nei tempi più brevi (circa 5 anni, necessari a realizzare la parte di collettamento e depurazione a servizio dei soli comuni dell'alto lago, con ciò potendosi anche frazionare gli investimenti iniziali); questa soluzione permetterebbe inoltre il collettamento dei reflui di numerosi comuni, rappresentando, per il bacino studiato, lo scenario con il minor numero complessivo di impianti. Questo aspetto, oltre ai vantaggi tecnico-operativi, presenta il notevole pregio di minimizzare il carico inquinante residuo (a valle cioè della depurazione) complessivamente restituito all'ambiente sull'intero bacino oggetto di analisi. Il riuso irriguo estivo dell'effluente depurato sarebbe agevolato dalla vicinanza di un canale irriguo con portata molto significativa (Naviglio Grande Bresciano). Per contro, il sistema di collettamento e depurazione presenta vincoli e interferenze in misura maggiore rispetto alle altre soluzioni (la lunghezza totale del collettore è maggiore) per i quali dovranno essere adottate opportune misure progettuali/costruttive, che peraltro sono già state contemplate nei costi di realizzazione.

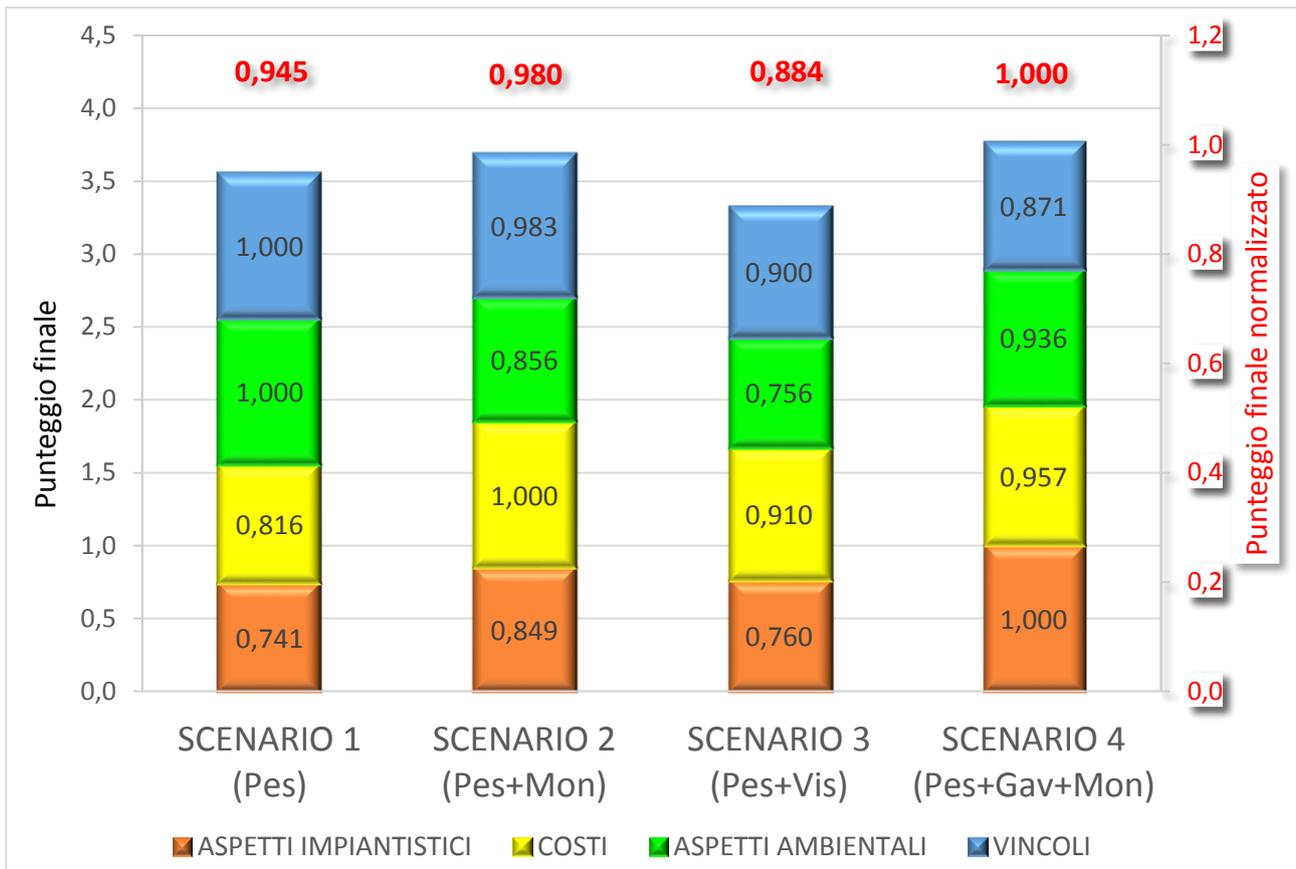


Figura 29: Risultato della valutazione integrata: punteggi normalizzati attribuiti ai diversi ambiti tematici e punteggi finali normalizzati

| CRITERIO DI CONFRONTO | SCENARIO 1 (Pes) | | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) | |
|--|---------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | Dato | Punti | Dato | Punti | Dato | Punti | Dato | Punti |
| Aree vincolate [numero di vincoli lungo il percorso del collettore] | 49 | 1,000 | 53 | 0,950 | 65 | 0,800 | 64 | 0,813 |
| Compatibilità urbanistica [destinazione d'uso dell'area sede dei depuratori] ¹ | ST+AA | 1,000 | ST+A | 1,000 | ST+A | 1,000 | A+AA (Gav) ST (Mon) | 1,000 |
| Interferenze sul tracciato del collettore [numero interferenze principali] | 6 | 1,000 | 6 | 1,000 | 7 | 0,900 | 8 | 0,800 |
| PUNTEGGIO MEDIO "VINCOLI" | 1,000 | | 0,983 | | 0,900 | | 0,871 | |
| Carico effluente residuo dai depuratori (EQI) [kgPU/d] | 23.602 | 0,905 | 22.222 | 0,969 | 22.196 | 0,970 | 21.548 | 1,000 |
| Refluo depurato destinato a riuso irriguo [% sul volume scaricato] | 32,2 | 1,000 | 28,2 | 0,875 | 26,7 | 0,828 | 27,8 | 0,863 |
| Effetti ambientali sul ricettore (media LIM _{eco} e capacità di diluizione) [margine sicurezza per rispetto obiettivi qualità]; [$Q_{DEPURATORE}/Q_{FIUME}$] | 3,6; 1/56 | 1,000 | 2,8; 1/33 | 0,644 | 1,8; 1/27 | 0,397 | 3,2; 1/49 ² | 0,854 |
| PUNTEGGIO MEDIO "ASPETTI AMBIENTALI" | 0,968 | | 0,829 | | 0,732 | | 0,906 | |
| Costi di investimento [M€] | 180,2 | 0,679 | 136,5 | 1,000 | 157,5 | 0,846 | 142,6 | 0,955 |
| Costi di gestione [M€/y] | 14,4 | 0,952 | 13,8 | 1,000 | 14,1 | 0,974 | 14,3 | 0,959 |
| PUNTEGGIO MEDIO "COSTI" | 0,816 | | 1,000 | | 0,910 | | 0,957 | |
| Grado di centralizzazione [% carico trattato da impianti con potenzialità superiore a 100.000 AE] | 78,9 | 0,828 | 87,2 | 0,915 | 87,1 | 0,914 | 95,3 | 1,000 |
| Numerosità impianti [num.] e taglia impianto più piccolo [AE] | 13 700 | 0,500 | 10 700 | 0,650 | 8 700 | 0,800 | 6 2.500 | 1,000 |
| Adeguatezza degli aspetti funzionali [numero di aspetti valutati positivamente] | 3 | 0,900 | 4 | 1,000 | 4 | 1,000 | 0 | 0,800 |
| Estensione della rete di collettamento [km] | 88,4 | 1,000 | 111,9 | 0,734 | 123,8 | 0,600 | 127,2 | 0,562 |
| Tempi per dismissione collettore sublacuale [anni] | 10 | 0,000 | 8 | 0,400 | 10 | 0,000 | 5 | 1,000 |
| PUNTEGGIO MEDIO "ASPETTI IMPIANTISTICI" | 0,646 | | 0,740 | | 0,663 | | 0,872 | |
| NOTE | | | | | | | | |
| 1) ST: area per servizi tecnologici; A: area agricola; AA: altra area | | | | | | | | |
| 2) Condizione per il depuratore di Montichiari | | | | | | | | |

Tabella 58: 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 ESTIVO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD₅ | 888,6 | 78,3 | 69,2 | 33,6 | 28,1 | 36,2 | 4,2 | 75,2 | 12,3 | 14,1 | 1.240 |
| COD | 4.887,4 | 313,1 | 276,7 | 134,4 | 211,1 | 144,8 | 16,9 | 376,1 | 49,2 | 56,3 | 6.466 |
| SST | 933,0 | 104,4 | 92,2 | 44,8 | 7,0 | 48,3 | 6,3 | 112,8 | 16,4 | 18,8 | 1.384 |
| P_{tot} | 106,6 | 9,4 | 8,3 | 7,8 | 12,7 | 4,3 | 0,6 | 13,5 | 2,9 | 3,3 | 169 |
| N_{tot} | 1.088,5 | 77,2 | 68,3 | 43,2 | 97,8 | 35,7 | 4,9 | 111,3 | 15,8 | 18,1 | 1.561 |
| N-NH₄ | 66,6 | 2,6 | 2,3 | 2,2 | 3,5 | 1,2 | 2,5 | 3,8 | 0,8 | 0,9 | 87 |
| N_{organico} | 48,9 | 5,2 | 4,6 | 2,2 | 0,7 | 2,4 | 0,2 | 7,5 | 0,8 | 0,9 | 74 |
| TKN | 115,5 | 7,8 | 6,9 | 4,5 | 4,2 | 3,6 | 2,7 | 11,3 | 1,6 | 1,9 | 160 |
| N-NO₃ | 933,0 | 67,8 | 60,0 | 38,1 | 91,5 | 31,4 | 2,1 | 97,8 | 14,0 | 15,9 | 1.352 |
| N-NO₂ | 40,0 | 1,6 | 1,4 | 0,7 | 2,1 | 0,7 | 0,0 | 2,3 | 0,2 | 0,3 | 49 |
| N-NO_x | 973,0 | 69,4 | 61,3 | 38,7 | 93,6 | 32,1 | 2,2 | 100,0 | 14,2 | 16,2 | 1.401 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO INVERNALE [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD₅ | 346,5 | 69,0 | 61,0 | 30,1 | 26,0 | 33,5 | 3,9 | 69,6 | 11,4 | 13,0 | 664 |
| COD | 1.905,9 | 276,2 | 244,2 | 120,3 | 195,3 | 134,0 | 15,6 | 348,0 | 45,6 | 52,1 | 3.337 |
| SST | 363,9 | 92,1 | 81,4 | 40,1 | 6,5 | 44,7 | 5,9 | 104,4 | 15,2 | 17,4 | 771 |
| P_{tot} | 41,6 | 8,3 | 7,3 | 7,0 | 11,7 | 4,0 | 0,5 | 12,5 | 2,7 | 3,0 | 99 |
| N_{tot} | 424,5 | 68,1 | 60,2 | 38,7 | 90,5 | 33,1 | 4,5 | 103,0 | 14,7 | 16,8 | 854 |
| N-NH₄ | 26,0 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 3,3 | 1,1 | 2,3 | 3,5 | 0,8 | 0,9 | 44 |
| N_{organico} | 19,1 | 4,6 | 4,1 | 2,0 | 0,7 | 2,2 | 0,2 | 7,0 | 0,8 | 0,9 | 41 |
| TKN | 45,0 | 6,9 | 6,1 | 4,0 | 3,9 | 3,4 | 2,5 | 10,4 | 1,5 | 1,7 | 86 |
| N-NO₃ | 363,9 | 59,8 | 52,9 | 34,1 | 84,6 | 29,0 | 2,0 | 90,5 | 12,9 | 14,8 | 744 |
| N-NO₂ | 15,6 | 1,4 | 1,2 | 0,6 | 2,0 | 0,7 | 0,0 | 2,1 | 0,2 | 0,3 | 24 |
| N-NO_x | 379,4 | 61,2 | 54,1 | 34,7 | 86,6 | 29,7 | 2,0 | 92,6 | 13,1 | 15,0 | 768 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD₅ | 572,4 | 72,9 | 64,4 | 31,5 | 26,9 | 34,6 | 4,0 | 71,9 | 11,8 | 13,5 | 904 |
| COD | 3.148,2 | 291,6 | 257,7 | 126,2 | 201,9 | 138,5 | 16,1 | 359,7 | 47,1 | 53,8 | 4.641 |
| SST | 601,0 | 97,2 | 85,9 | 42,1 | 6,7 | 46,2 | 6,1 | 107,9 | 15,7 | 17,9 | 1.027 |
| P_{tot} | 68,7 | 8,7 | 7,7 | 7,4 | 12,1 | 4,2 | 0,5 | 12,9 | 2,7 | 3,1 | 128 |
| N_{tot} | 701,2 | 71,9 | 63,6 | 40,6 | 93,5 | 34,2 | 4,7 | 106,5 | 15,2 | 17,3 | 1.149 |
| N-NH₄ | 42,9 | 2,4 | 2,1 | 2,1 | 3,4 | 1,2 | 2,4 | 3,6 | 0,8 | 0,9 | 62 |
| N_{organico} | 31,5 | 4,9 | 4,3 | 2,1 | 0,7 | 2,3 | 0,2 | 7,2 | 0,8 | 0,9 | 55 |
| TKN | 74,4 | 7,3 | 6,4 | 4,2 | 4,0 | 3,5 | 2,6 | 10,8 | 1,6 | 1,8 | 117 |
| N-NO₃ | 601,0 | 63,2 | 55,8 | 35,7 | 87,5 | 30,0 | 2,0 | 93,5 | 13,3 | 15,3 | 997 |
| N-NO₂ | 25,8 | 1,5 | 1,3 | 0,6 | 2,0 | 0,7 | 0,0 | 2,2 | 0,2 | 0,3 | 35 |
| N-NO_x | 626,8 | 64,6 | 57,1 | 36,4 | 89,5 | 30,7 | 2,1 | 95,7 | 13,6 | 15,5 | 1.032 |

SCENARIO 2 (Pes+Mon): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO ESTIVO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 690,3 | 0,0 | 69,2 | 33,6 | 237,0 | 36,2 | 4,2 | 75,2 | 12,3 | 14,1 | 1.172 |
| COD | 3.451,4 | 0,0 | 276,7 | 134,4 | 1.777,9 | 144,8 | 16,9 | 376,1 | 49,2 | 56,3 | 6.284 |
| SST | 862,8 | 0,0 | 92,2 | 44,8 | 59,3 | 48,3 | 6,3 | 112,8 | 16,4 | 18,8 | 1.262 |
| P _{tot} | 69,0 | 0,0 | 8,3 | 7,8 | 47,4 | 4,3 | 0,6 | 13,5 | 2,9 | 3,3 | 157 |
| N _{tot} | 716,2 | 0,0 | 68,3 | 43,2 | 468,2 | 35,7 | 4,9 | 111,3 | 15,8 | 18,1 | 1.482 |
| N-NH ₄ | 43,1 | 0,0 | 2,3 | 2,2 | 29,6 | 1,2 | 2,5 | 3,8 | 0,8 | 0,9 | 87 |
| N _{organico} | 43,1 | 0,0 | 4,6 | 2,2 | 5,9 | 2,4 | 0,2 | 7,5 | 0,8 | 0,9 | 68 |
| TKN | 86,3 | 0,0 | 6,9 | 4,5 | 35,6 | 3,6 | 2,7 | 11,3 | 1,6 | 1,9 | 154 |
| N-NO ₃ | 604,0 | 0,0 | 60,0 | 38,1 | 414,8 | 31,4 | 2,1 | 97,8 | 14,0 | 15,9 | 1.278 |
| N-NO ₂ | 25,9 | 0,0 | 1,4 | 0,7 | 17,8 | 0,7 | 0,0 | 2,3 | 0,2 | 0,3 | 49 |
| N-NO _x | 629,9 | 0,0 | 61,3 | 38,7 | 432,6 | 32,1 | 2,2 | 100,0 | 14,2 | 16,2 | 1.327 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO INVERNALE [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 291,9 | 0,0 | 61,0 | 30,1 | 106,4 | 33,5 | 3,9 | 69,6 | 11,4 | 13,0 | 621 |
| COD | 1.459,3 | 0,0 | 244,2 | 120,3 | 798,3 | 134,0 | 15,6 | 348,0 | 45,6 | 52,1 | 3.217 |
| SST | 364,8 | 0,0 | 81,4 | 40,1 | 26,6 | 44,7 | 5,9 | 104,4 | 15,2 | 17,4 | 700 |
| P _{tot} | 29,2 | 0,0 | 7,3 | 7,0 | 21,3 | 4,0 | 0,5 | 12,5 | 2,7 | 3,0 | 88 |
| N _{tot} | 302,8 | 0,0 | 60,2 | 38,7 | 210,2 | 33,1 | 4,5 | 103,0 | 14,7 | 16,8 | 784 |
| N-NH ₄ | 18,2 | 0,0 | 2,0 | 2,0 | 13,3 | 1,1 | 2,3 | 3,5 | 0,8 | 0,9 | 44 |
| N _{organico} | 18,2 | 0,0 | 4,1 | 2,0 | 2,7 | 2,2 | 0,2 | 7,0 | 0,8 | 0,9 | 38 |
| TKN | 36,5 | 0,0 | 6,1 | 4,0 | 16,0 | 3,4 | 2,5 | 10,4 | 1,5 | 1,7 | 82 |
| N-NO ₃ | 255,4 | 0,0 | 52,9 | 34,1 | 186,3 | 29,0 | 2,0 | 90,5 | 12,9 | 14,8 | 678 |
| N-NO ₂ | 10,9 | 0,0 | 1,2 | 0,6 | 8,0 | 0,7 | 0,0 | 2,1 | 0,2 | 0,3 | 24 |
| N-NO _x | 266,3 | 0,0 | 54,1 | 34,7 | 194,2 | 29,7 | 2,0 | 92,6 | 13,1 | 15,0 | 702 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 457,9 | 0,0 | 64,4 | 31,5 | 160,9 | 34,6 | 4,0 | 71,9 | 11,8 | 13,5 | 851 |
| COD | 2.289,3 | 0,0 | 257,7 | 126,2 | 1.206,4 | 138,5 | 16,1 | 359,7 | 47,1 | 53,8 | 4.495 |
| SST | 572,3 | 0,0 | 85,9 | 42,1 | 40,2 | 46,2 | 6,1 | 107,9 | 15,7 | 17,9 | 934 |
| P _{tot} | 45,8 | 0,0 | 7,7 | 7,4 | 32,2 | 4,2 | 0,5 | 12,9 | 2,7 | 3,1 | 117 |
| N _{tot} | 475,0 | 0,0 | 63,6 | 40,6 | 317,7 | 34,2 | 4,7 | 106,5 | 15,2 | 17,3 | 1.075 |
| N-NH ₄ | 28,6 | 0,0 | 2,1 | 2,1 | 20,1 | 1,2 | 2,4 | 3,6 | 0,8 | 0,9 | 62 |
| N _{organico} | 28,6 | 0,0 | 4,3 | 2,1 | 4,0 | 2,3 | 0,2 | 7,2 | 0,8 | 0,9 | 50 |
| TKN | 57,2 | 0,0 | 6,4 | 4,2 | 24,1 | 3,5 | 2,6 | 10,8 | 1,6 | 1,8 | 112 |
| N-NO ₃ | 400,6 | 0,0 | 55,8 | 35,7 | 281,5 | 30,0 | 2,0 | 93,5 | 13,3 | 15,3 | 928 |
| N-NO ₂ | 17,2 | 0,0 | 1,3 | 0,6 | 12,1 | 0,7 | 0,0 | 2,2 | 0,2 | 0,3 | 35 |
| N-NO _x | 417,8 | 0,0 | 57,1 | 36,4 | 293,6 | 30,7 | 2,1 | 95,7 | 13,6 | 15,5 | 962 |

SCENARIO 3 (Pes+Vis): CARICO EFFLUENTE RESIDUO

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO ESTIVO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|--------|-------------|---------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 690,3 | 0,0 | 0,0 | 341,3 | 28,1 | 36,2 | 4,2 | 75,2 | 12,3 | 14,1 | 1.202 |
| COD | 3.451,4 | 0,0 | 0,0 | 2.034,9 | 211,1 | 144,8 | 16,9 | 376,1 | 49,2 | 56,3 | 6.341 |
| SST | 862,8 | 0,0 | 0,0 | 295,4 | 7,0 | 48,3 | 6,3 | 112,8 | 16,4 | 18,8 | 1.368 |
| P _{tot} | 69,0 | 0,0 | 0,0 | 47,3 | 12,7 | 4,3 | 0,6 | 13,5 | 2,9 | 3,3 | 154 |
| N _{tot} | 716,2 | 0,0 | 0,0 | 477,2 | 97,8 | 35,7 | 4,9 | 111,3 | 15,8 | 18,1 | 1.477 |
| N-NH ₄ | 43,1 | 0,0 | 0,0 | 29,5 | 3,5 | 1,2 | 2,5 | 3,8 | 0,8 | 0,9 | 85 |
| N _{organico} | 43,1 | 0,0 | 0,0 | 16,4 | 0,7 | 2,4 | 0,2 | 7,5 | 0,8 | 0,9 | 72 |
| TKN | 86,3 | 0,0 | 0,0 | 45,9 | 4,2 | 3,6 | 2,7 | 11,3 | 1,6 | 1,9 | 158 |
| N-NO ₃ | 604,0 | 0,0 | 0,0 | 413,5 | 91,5 | 31,4 | 2,1 | 97,8 | 14,0 | 15,9 | 1.270 |
| N-NO ₂ | 25,9 | 0,0 | 0,0 | 17,7 | 2,1 | 0,7 | 0,0 | 2,3 | 0,2 | 0,3 | 49 |
| N-NO _x | 629,9 | 0,0 | 0,0 | 431,3 | 93,6 | 32,1 | 2,2 | 100,0 | 14,2 | 16,2 | 1.319 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO INVERNALE [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 291,9 | 0,0 | 0,0 | 151,2 | 26,0 | 33,5 | 3,9 | 69,6 | 11,4 | 13,0 | 601 |
| COD | 1.459,3 | 0,0 | 0,0 | 901,5 | 195,3 | 134,0 | 15,6 | 348,0 | 45,6 | 52,1 | 3.151 |
| SST | 364,8 | 0,0 | 0,0 | 130,9 | 6,5 | 44,7 | 5,9 | 104,4 | 15,2 | 17,4 | 690 |
| P _{tot} | 29,2 | 0,0 | 0,0 | 20,9 | 11,7 | 4,0 | 0,5 | 12,5 | 2,7 | 3,0 | 85 |
| N _{tot} | 302,8 | 0,0 | 0,0 | 211,4 | 90,5 | 33,1 | 4,5 | 103,0 | 14,7 | 16,8 | 777 |
| N-NH ₄ | 18,2 | 0,0 | 0,0 | 13,1 | 3,3 | 1,1 | 2,3 | 3,5 | 0,8 | 0,9 | 43 |
| N _{organico} | 18,2 | 0,0 | 0,0 | 7,3 | 0,7 | 2,2 | 0,2 | 7,0 | 0,8 | 0,9 | 37 |
| TKN | 36,5 | 0,0 | 0,0 | 20,4 | 3,9 | 3,4 | 2,5 | 10,4 | 1,5 | 1,7 | 80 |
| N-NO ₃ | 255,4 | 0,0 | 0,0 | 183,2 | 84,6 | 29,0 | 2,0 | 90,5 | 12,9 | 14,8 | 672 |
| N-NO ₂ | 10,9 | 0,0 | 0,0 | 7,9 | 2,0 | 0,7 | 0,0 | 2,1 | 0,2 | 0,3 | 24 |
| N-NO _x | 266,3 | 0,0 | 0,0 | 191,1 | 86,6 | 29,7 | 2,0 | 92,6 | 13,1 | 15,0 | 696 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------|-------------|---------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 457,9 | 0,0 | 0,0 | 230,4 | 26,9 | 34,6 | 4,0 | 71,9 | 11,8 | 13,5 | 851 |
| COD | 2.289,3 | 0,0 | 0,0 | 1.373,8 | 201,9 | 138,5 | 16,1 | 359,7 | 47,1 | 53,8 | 4.480 |
| SST | 572,3 | 0,0 | 0,0 | 199,4 | 6,7 | 46,2 | 6,1 | 107,9 | 15,7 | 17,9 | 972 |
| P _{tot} | 45,8 | 0,0 | 0,0 | 31,9 | 12,1 | 4,2 | 0,5 | 12,9 | 2,7 | 3,1 | 113 |
| N _{tot} | 475,0 | 0,0 | 0,0 | 322,2 | 93,5 | 34,2 | 4,7 | 106,5 | 15,2 | 17,3 | 1.069 |
| N-NH ₄ | 28,6 | 0,0 | 0,0 | 19,9 | 3,4 | 1,2 | 2,4 | 3,6 | 0,8 | 0,9 | 61 |
| N _{organico} | 28,6 | 0,0 | 0,0 | 11,1 | 0,7 | 2,3 | 0,2 | 7,2 | 0,8 | 0,9 | 52 |
| TKN | 57,2 | 0,0 | 0,0 | 31,0 | 4,0 | 3,5 | 2,6 | 10,8 | 1,6 | 1,8 | 113 |
| N-NO ₃ | 400,6 | 0,0 | 0,0 | 279,2 | 87,5 | 30,0 | 2,0 | 93,5 | 13,3 | 15,3 | 921 |
| N-NO ₂ | 17,2 | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 2,0 | 0,7 | 0,0 | 2,2 | 0,2 | 0,3 | 35 |
| N-NO _x | 417,8 | 0,0 | 0,0 | 291,1 | 89,5 | 30,7 | 2,1 | 95,7 | 13,6 | 15,5 | 956 |

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

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO ESTIVO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 690,3 | 0,0 | 69,2 | 33,6 | 151,0 | 0,0 | 0,0 | 225,6 | 0,0 | 0,0 | 1.170 |
| COD | 3.451,4 | 0,0 | 276,7 | 134,4 | 1.132,2 | 0,0 | 0,0 | 1.275,4 | 0,0 | 0,0 | 6.270 |
| SST | 862,8 | 0,0 | 92,2 | 44,8 | 37,7 | 0,0 | 0,0 | 245,3 | 0,0 | 0,0 | 1.283 |
| P _{tot} | 69,0 | 0,0 | 8,3 | 7,8 | 30,2 | 0,0 | 0,0 | 35,5 | 0,0 | 0,0 | 151 |
| N _{tot} | 716,2 | 0,0 | 68,3 | 43,2 | 298,1 | 0,0 | 0,0 | 328,4 | 0,0 | 0,0 | 1.454 |
| N-NH ₄ | 43,1 | 0,0 | 2,3 | 2,2 | 18,9 | 0,0 | 0,0 | 16,7 | 0,0 | 0,0 | 83 |
| N _{organico} | 43,1 | 0,0 | 4,6 | 2,2 | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 15,2 | 0,0 | 0,0 | 69 |
| TKN | 86,3 | 0,0 | 6,9 | 4,5 | 22,6 | 0,0 | 0,0 | 31,9 | 0,0 | 0,0 | 152 |
| N-NO ₃ | 604,0 | 0,0 | 60,0 | 38,1 | 264,2 | 0,0 | 0,0 | 286,5 | 0,0 | 0,0 | 1.253 |
| N-NO ₂ | 25,9 | 0,0 | 1,4 | 0,7 | 11,3 | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 49 |
| N-NO _x | 629,9 | 0,0 | 61,3 | 38,7 | 275,5 | 0,0 | 0,0 | 296,5 | 0,0 | 0,0 | 1.302 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO INVERNALE [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 291,9 | 0,0 | 61,0 | 30,1 | 72,0 | 0,0 | 0,0 | 122,2 | 0,0 | 0,0 | 577 |
| COD | 1.459,3 | 0,0 | 244,2 | 120,3 | 540,0 | 0,0 | 0,0 | 733,4 | 0,0 | 0,0 | 3.097 |
| SST | 364,8 | 0,0 | 81,4 | 40,1 | 18,0 | 0,0 | 0,0 | 122,2 | 0,0 | 0,0 | 627 |
| P _{tot} | 29,2 | 0,0 | 7,3 | 7,0 | 14,4 | 0,0 | 0,0 | 23,0 | 0,0 | 0,0 | 81 |
| N _{tot} | 302,8 | 0,0 | 60,2 | 38,7 | 142,2 | 0,0 | 0,0 | 205,1 | 0,0 | 0,0 | 749 |
| N-NH ₄ | 18,2 | 0,0 | 2,0 | 2,0 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | 9,8 | 0,0 | 0,0 | 41 |
| N _{organico} | 18,2 | 0,0 | 4,1 | 2,0 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 8,6 | 0,0 | 0,0 | 35 |
| TKN | 36,5 | 0,0 | 6,1 | 4,0 | 10,8 | 0,0 | 0,0 | 18,3 | 0,0 | 0,0 | 76 |
| N-NO ₃ | 255,4 | 0,0 | 52,9 | 34,1 | 126,0 | 0,0 | 0,0 | 180,9 | 0,0 | 0,0 | 649 |
| N-NO ₂ | 10,9 | 0,0 | 1,2 | 0,6 | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 5,9 | 0,0 | 0,0 | 24 |
| N-NO _x | 266,3 | 0,0 | 54,1 | 34,7 | 131,4 | 0,0 | 0,0 | 186,8 | 0,0 | 0,0 | 673 |

| INQUINANTE | CARICO EFFLUENTE RESIDUO MEDIO ANNUO [kg/d] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| | PESCHIERA | LONATO | CARPENEDOLO | VISANO | MONTICHIARI | VOBARNO | VILLANUOVA | GAVARDO | MUSCOLINE | CALVAGESE | TOTALE |
| BOD ₅ | 457,9 | 0,0 | 64,4 | 31,5 | 104,9 | 0,0 | 0,0 | 165,3 | 0,0 | 0,0 | 824 |
| COD | 2.289,3 | 0,0 | 257,7 | 126,2 | 786,8 | 0,0 | 0,0 | 959,2 | 0,0 | 0,0 | 4.419 |
| SST | 572,3 | 0,0 | 85,9 | 42,1 | 26,2 | 0,0 | 0,0 | 173,5 | 0,0 | 0,0 | 900 |
| P _{tot} | 45,8 | 0,0 | 7,7 | 7,4 | 21,0 | 0,0 | 0,0 | 28,2 | 0,0 | 0,0 | 110 |
| N _{tot} | 475,0 | 0,0 | 63,6 | 40,6 | 207,2 | 0,0 | 0,0 | 256,5 | 0,0 | 0,0 | 1.043 |
| N-NH ₄ | 28,6 | 0,0 | 2,1 | 2,1 | 13,1 | 0,0 | 0,0 | 12,7 | 0,0 | 0,0 | 59 |
| N _{organico} | 28,6 | 0,0 | 4,3 | 2,1 | 2,6 | 0,0 | 0,0 | 11,3 | 0,0 | 0,0 | 49 |
| TKN | 57,2 | 0,0 | 6,4 | 4,2 | 15,7 | 0,0 | 0,0 | 24,0 | 0,0 | 0,0 | 108 |
| N-NO ₃ | 400,6 | 0,0 | 55,8 | 35,7 | 183,6 | 0,0 | 0,0 | 224,9 | 0,0 | 0,0 | 901 |
| N-NO ₂ | 17,2 | 0,0 | 1,3 | 0,6 | 7,9 | 0,0 | 0,0 | 7,6 | 0,0 | 0,0 | 35 |
| N-NO _x | 417,8 | 0,0 | 57,1 | 36,4 | 191,4 | 0,0 | 0,0 | 232,5 | 0,0 | 0,0 | 935 |

EFFLUENTE QUALITY INDEX

| PERIODO DI RIFERIMENTO | EFFLUENT QUALITY INDEX (EQI) [kdPU/d] | | | |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | SCENARIO 1 (Pes) | SCENARIO 2 (Pes+Mon) | SCENARIO 3 (Pes+Vis) | SCENARIO 4 (Pes+Gav+Mon) |
| ESTATE | 32.220 | 30.628 | 30.938 | 30.270 |
| INVERNO | 17.446 | 16.218 | 15.952 | 15.319 |
| MEDIA ANNUA | 23.602 | 22.222 | 22.196 | 21.548 |

ALLEGATO B

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

| SCENARIO 1 | VOLUME ANNUO PRODOTTO [m³/y] | % DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO | VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m³/y] |
|-------------------|---|---|---|
| Peschiera | 31.338.646 | 94,6 | 11.500.081 |
| Lonato | 1.773.659 | 100,0 | 476.217 |
| Carpenedolo | 1.567.797 | 100,0 | 420.812 |
| Visano | 767.488 | 100,0 | 204.371 |
| Montichiari | 2.456.094 | 0,0 | 0 |
| Vobarno | 842.604 | 89,7 | 197.630 |
| Villanuova | 49.122 | 89,7 | 11.521 |
| Gavardo | 2.625.729 | 85,4 | 586.283 |
| Muscoline | 286.544 | 85,4 | 63.981 |
| Calvagese | 327.479 | 85,4 | 73.121 |
| TOTALE | 42.035.163 | \ | 13.534.017 |

| SCENARIO 2 | VOLUME ANNUO PRODOTTO [m³/y] | % DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO | VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m³/y] |
|-------------------|---|---|---|
| Peschiera | 20.890.174 | 62,0 | 4.881.765 |
| Carpenedolo | 1.567.797 | 100,0 | 420.812 |
| Visano | 767.488 | 100,0 | 204.371 |
| Montichiari | 14.678.225 | 100,0 | 5.407.639 |
| Vobarno | 842.604 | 89,7 | 197.630 |
| Villanuova | 49.122 | 89,7 | 11.521 |
| Gavardo | 2.625.729 | 85,4 | 586.283 |
| Muscoline | 286.544 | 85,4 | 63.981 |
| Calvagese | 327.479 | 85,4 | 73.121 |
| TOTALE | 42.035.163 | \ | 11.847.123 |

| SCENARIO 3 | VOLUME ANNUO PRODOTTO [m³/y] | % DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO | VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m³/y] |
|-------------------|---|---|---|
| Peschiera | 20.890.174 | 62,0 | 4.881.765 |
| Visano | 14.557.416 | 100,0 | 5.390.818 |
| Montichiari | 2.456.094 | 0,0 | 0 |
| Vobarno | 842.604 | 89,7 | 197.630 |
| Villanuova | 49.122 | 89,7 | 11.521 |
| Gavardo | 2.625.729 | 85,4 | 586.283 |
| Muscoline | 286.544 | 85,4 | 63.981 |
| Calvagese | 327.479 | 85,4 | 73.121 |
| TOTALE | 42.035.163 | \ | 11.205.119 |

| SCENARIO 4 | VOLUME ANNUO PRODOTTO [m³/y] | % DI RIUTILIZZO DURANTE IL PERIODO IRRIGUO | VOLUME ANNUO RIUTILIZZATO [m³/y] |
|-------------------|---|---|---|
| Peschiera | 20.890.174 | 62,0 | 4.881.765 |
| Carpenedolo | 1.567.797 | 100,0 | 420.812 |
| Visano | 767.488 | 100,0 | 204.371 |
| Montichiari | 9.572.484 | 100,0 | 3.443.818 |
| Gavardo | 9.237.219 | 89,7 | 2.731.155 |
| TOTALE | 42.035.163 | \ | 11.681.921 |