


REGIONE VENETO
PROVINCIA DI VERONA
COMUNE DI VERONA

	
<u>COMMITTENTE:</u>	ACQUE VERONESI S. C. A R.L. SEDE LEGALE E AMMINISTRATIVA VIA LUNGADIGE GALTAROSSA, 8 37133 VERONA
<u>OGGETTO:</u>	IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE SITO IN VIA BARTOLOMEO AVESANI, VERONA DOMANDA DI RINNOVO DELL'AUTORIZZAZIONE (DGR N. 1020 DEL 29/06/2016 - L.R. N. 4 DEL 18/02/2016, ART. 13)
<u>ELABORATO:</u>	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ, DELLE OPERE ESISTENTI E DI QUELLE DI ADEGUAMENTO, CON VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI PARTE 2

Castelnuovo del Garda, agosto 2017

Il Tecnico
Dott. Cesare Bagolini



SOMMARIO

1.	PREMESSA	6
2.	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	6
2.1.	DANNO (1).....	7
2.1.1.	DURATA DELL'IMPATTO (L).....	7
2.1.2.	VULNERABILITÀ (V) DELLA COMPONENTE AMBIENTALE COINVOLTA.....	7
2.1.3.	ESTENSIONE (E) DELL'IMPATTO.....	7
2.1.4.	PERICOLOSITÀ (H) DEI MATERIALI IMPLICATI NELL'ATTIVITÀ ESAMINATA.....	8
2.2.	PROBABILITÀ (2).....	8
2.3.	RISCHIO (3).....	9
2.4.	PESO PONDERATO (4).....	9
2.5.	DETERMINAZIONE DEGLI IMPATTI (5)	10
3.	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	11
3.1.	ATMOSFERA.....	13
3.1.1.	IL PROCESSORE METEOROLOGICO CALMET.....	15
3.1.2.	DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI VARIABILI METEOROLOGICHE.....	18
3.1.3.	CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELL'AREA	47
3.1.4.	ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI	58
3.1.4.1.	SORGENTI DI EMISSIONE	58
3.1.4.2.	EMISSIONI DALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE	59
3.1.4.3.	RECETTORI POTENZIALI.....	69
3.1.4.4.	IL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO.....	71
3.1.4.5.	RISULTATI.....	73
3.1.4.6.	CONCLUSIONI	81
3.2.	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	83
3.2.1.	GEOLITOLOGIA.....	85
3.2.2.	ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI	91
3.3.	ACQUE SUPERFICIALI.....	96
3.3.1.	IL FIUME ADIGE	96
3.3.2.	ELEMENTI IDROGRAFICI NATURALI SECONDARI.....	103
3.3.3.	ELEMENTI IDROGRAFICI ARTIFICIALI	103
3.3.4.	RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	104
3.3.5.	ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI	107
3.4.	ACQUE SOTTERRANEE	120
3.4.1.	INQUADRAMENTO GENERALE	121
3.4.2.	IDROGEOLOGIA LOCALE	123
3.4.3.	POZZI AD USO IDROPOTABILE.....	128
3.4.4.	VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO	128
3.4.5.	VINCOLI DI CARATTERE IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO	129

3.4.6. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	130
3.4.7. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI	136
3.5. FLORA, FAUNA, ECOSISTEMI	141
3.5.1. VEGETAZIONE POTENZIALE	141
3.5.2. VEGETAZIONE PRESENTE NELL'AREA DI INDAGINE.....	145
3.5.2.1 VALORE NATURALISTICO DELL'AREA DI PROGETTO	151
3.5.3. FAUNA PRESENTE NELL'AREA DI INDAGINE	154
3.5.3.2 RETTILI E ANFIBI.....	158
3.5.3.3 MAMMIFERI.....	159
3.5.3.4 ITTIOFAUNA.....	160
3.5.3.5 ATLANTE DISTRIBUTIVO DELLE SPECIE DELLA REGIONE DEL VENETO (DGR. 2200/2014).....	166
3.5.4. ECOSISTEMI	167
3.5.4.1 DESCRIZIONE DELL'ECOSISTEMA FIUME ADIGE TRA VERONA EST E BADIA POLESINE	167
3.5.4.2 DESCRIZIONE DELL'ECOSISTEMA "AGRICOLO" E "FASCIA BOSCATI-SIEPE"	173
3.5.5. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI	175
3.6. PAESAGGIO.....	180
3.7.2 VINCOLI AMBIENTALI, ARCHEOLOGICI, ARCHITETTONICI, ARTISTICI E STORICI.....	181
3.7.3 MORFOLOGIA, STRUTTURA STORICA, INSEDIATIVA E INFRASTRUTTURALE.....	183
3.7.4 DINAMICHE PAESAGGISTICHE E STRUMENTI URBANISTICI.....	191
3.7.5 UNITÀ DI PAESAGGIO	191
3.7.6 IL SITO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	193
3.7.7 QUALITÀ, CONSISTENZA E GRADO DI SENSIBILITÀ DEL PAESAGGIO.....	194
3.7.8 DESCRIZIONE DEL CONTESTO PAESAGGISTICO	194
3.7.9 GRADO DI SENSIBILITÀ DELL'AREA	195
3.7.10 ELEMENTI DI ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI	196
3.7.11 DEFINIZIONE DEGLI IMPATTI PAESAGGISTICA	196
3.7.12 METODOLOGIA DI ANALISI DEGLI IMPATTI.....	197
3.7.13 ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI.....	201
3.7. SALUTE PUBBLICA.....	203
3.7.1. RISCHI DA CONTAMINAZIONE DELL'ARIA	203
3.7.2. RISCHI DA RUMORE	206
3.7.3. RISCHI DA INQUINAMENTO POTENZIALE DI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE DI FALDA	206
3.7.4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE DAL PUNTO DI VISTA DELLA SALUTE UMANA.....	207
3.7.5. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI	214
3.7.5.1 RISCHI DA INQUINAMENTO POTENZIALE DI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE DI FALDA.....	214
3.7.5.2 RISCHI DA CONTAMINAZIONE DELL'ARIA	215
3.7.5.3 RISCHI DA RUMORE.....	216
3.7.5.4 CONCLUSIONI.....	216
3.8. CONCLUSIONI	219
4. BIBLIOGRAFIA	221
4.1. ATMOSFERA.....	221
4.2. ACQUA.....	221
4.3. SUOLO SOTTOSUOLO.....	222
4.4. FLORA FAUNA	224

4.5. ECOSISTEMI.....	225
4.6. PAESAGGIO.....	226

1. PREMESSA

Su incarico di Acque Veronesi è stata predisposta la presente relazione, con riferimento a quanto previsto dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 1020 del 29 giugno 2016: “*Legge Regionale 18 febbraio 2016, n. 4 - Disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale e di competenze in materia di autorizzazione integrata ambientale - Modalità di attuazione dell’art. 13*”.

Al fine di ottemperare a quanto previsto dalla Determinazione provinciale n. 2996 del 28/06/2013 e del successiva Determinazione provinciale n. 2621/17 del 23/06/2017, nonché dall’attuale normativa Nazionale (D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.) e Regionale (*Piano di Tutela delle Acque*, art. 6, comma 1a) sono stati previsti alcuni interventi di adeguamento del depuratore. Gli interventi sono descritti nel dettaglio nella documentazione progettuale dal titolo “*Adeguamento tecnologico ed autorizzativo del depuratore Città di Verona - I Stralcio*” che prevede la realizzazione di parte delle opere previste dal precedente progetto definitivo complessivo, redatto nel mese di aprile 2016 dall’Ing. L. Comitti (Acque Veronesi), dallo Studio Agosti (Service Tecnico) e dall’Ing. Ing. V. Zambarda (Tecnico Processista).

Le modifiche previste da tale progetto non risultano significative, bensì comportano indubbi benefici dal punto di vista ambientale, e non comportano estensioni al perimetro dell’attuale impianto.

la DGR n. 1020/2016, definisce l’ambito di applicazione e l’autorità competente all’effettuazione delle procedure VIA, e provvede a regolamentare in via generale lo svolgimento della procedura nel caso di autorizzazione/concessione senza modifiche o estensioni significative (così come valutabili ai sensi del punto 8, lettera t) dell’Allegato IV, Parte II del D. Lgs. n. 152/2006) alle opere esistenti.

Per tali motivazioni si ritiene che la richiesta di proroga dell’autorizzazione all’esercizio, possa essere presentata attraverso la produzione della documentazione prevista dalla sopra citata DGR n. 1020/2016.

La presente relazione, predisposta ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n. 1020 del 29 giugno 2016: “*Legge Regionale 18 febbraio 2016, n. 4 - Disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale e di competenze in materia di autorizzazione integrata ambientale - Modalità di attuazione dell’art. 13*”, è la Parte 2 della documentazione prodotta e riporta la **valutazione degli impatti sulle matrici ambientali interessate connessi all’opera**.

2. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Il metodo di valutazione degli Impatti utilizzato si basa su una matrice di causa - effetto, basata sul confronto tra le componenti ambientali caratteristiche del territorio interessato dalla realizzazione del progetto e le attività che possono interagire, provocando interferenze o variazioni qualitative su una o più componenti.

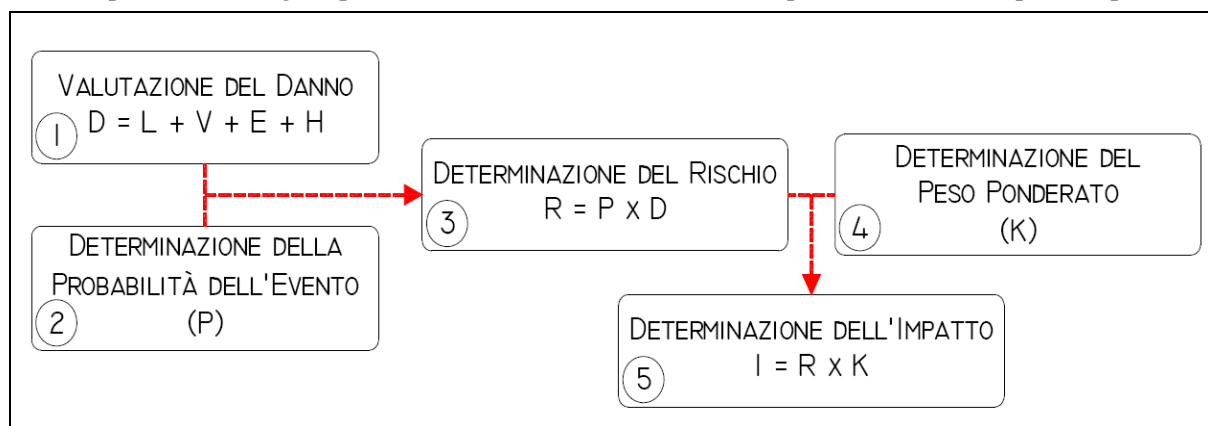


FIGURA 2.1: *Rappresentazione schematica del metodo di Valutazione degli Impatti Ambientali.*

L’identificazione degli impatti viene effettuata attraverso una matrice di interrelazione causa (fattori indotti dall’esercizio dell’impianto)/effetto (ripercussioni sulle diverse matrici ambientali coinvolte), che consente di

valutare l'importanza dei fattori in rapporto alla magnitudine degli impatti associati a queste interazioni (vedi Figura 2.1).

La valutazione degli impatti indotti dall'intervento di progetto, ha tenuto conto di due distinte fasi:

- Stato attuale;
- Varianti progettuali di Mitigazione.

Nei punti seguenti si descrivono nel dettaglio le singole componenti necessarie alla valutazione complessiva degli impatti.

2.1. DANNO (1)

Il Danno provocato dalle attività svolte presso il depuratore viene determinato sulla base di 4 *Parametri*, e più precisamente, la *Durata* dell'azione, la *Vulnerabilità* della componente ambientale coinvolta, l'*Estensione* degli effetti provocati dall'azione, e la *Pericolosità* dei materiali implicati negli impatti. Di seguito vengono esposti i metodi per l'assegnazione dei punteggi relativi ad ogni parametro.

2.1.1. DURATA DELL'IMPATTO (L)

E' riferita all'anno solare ed è stata determinata secondo lo schema riportato nella Tabella seguente.

TABELLA 2.1.1.1: *Punteggi assegnati in base alla Durata (L) dell'impatto indotto da una determinata azione.*

Durata (L)	Punteggio
L > 1 anno	1,00
90 giorni < L < 1 anno	0,75
30 giorni < L < 90 giorni	0,50
1 giorno < L < 30 giorni	0,25
L < 1 giorno	0,10

2.1.2. VULNERABILITÀ (V) DELLA COMPONENTE AMBIENTALE COINVOLTA.

E' stata stabilita in base alle caratteristiche specifiche di ogni singolo aspetto ambientale, emerse dallo studio dello stato attuale del territorio. Il criterio di assegnazione del punteggio adottato è riportato nella Tabella seguente.

TABELLA 2.1.2.1: *Punteggi assegnati in base alla Vulnerabilità (V) della componente ambientale considerata*

Vulnerabilità (V)	Punteggio
Elevata	1,00
Medio - Elevata	0,75
Media	0,50
Bassa	0,25

2.1.3. ESTENSIONE (E) DELL'IMPATTO.

E' stata valutata in base all'entità della propagazione dell'impatto, secondo i valori riportati nella Tabella seguente.

TABELLA 2.1.3.1: *Punteggi assegnati in base all'Estensione (E) dell'Impatto considerato*

Estensione (E)	Punteggio
Area Vasta (E > 1,0 km)	1,00

TABELLA 2.1.3.1: *Punteggi assegnati in base all'Estensione (V) dell'Impatto considerato*

Estensione (E)	Punteggio
Ambito Locale (0,10 km < E < 1,0 km)	0,75
Aree limitrofe all'impianto (E < 0,10 km)	0,50
Interna all'Impianto	0,25

2.1.4. PERICOLOSITÀ (H) DEI MATERIALI IMPLICATI NELL'ATTIVITÀ ESAMINATA.

Viene valutata in base alle definizioni in Classi di Pericolosità riportate nelle Norme sull'Etichettatura dei Preparati Pericolosi, secondo l'assegnazione dei punteggi riportati nella tabella seguente.

TABELLA 2.1.4.1: *Punteggi assegnati in base alla Pericolosità (H) dei materiali implicati nelle attività svolte presso l'impianto.*

Pericolosità (H)	Punteggio
Materiali Cancerogeni	1,00
Materiali Tossici	0,75
Materiali Nocivi	0,50
Materiali Non Pericolosi	0,25

Il **Danno (D)** relativo agli Impatti viene quindi calcolato attraverso la formula seguente:

$$D = L + V + E + H$$

L'Entità del Danno viene qualificata in base al risultato di tale formula (che può variare tra un minimo di 0,85 e un massimo di 4,00) secondo quanto riportato nella Tabella seguente.

TABELLA 2.1.4.2: *Determinazione e qualificazione del Danno (D) indotto dalle attività svolte durante la gestione dell'impianto.*

Danno (D)	Punteggio
Grave	3,0 < D ≤ 4,0
Medio - Grave	2,0 < D ≤ 3,0
Medio	1,0 < D ≤ 2,0
Lieve - Trascurabile	D ≤ 1,0

2.2. PROBABILITÀ (2)

La Probabilità (P) che un evento possa verificarsi è stata stabilita in base alla scala di punteggio riportata nella tabella seguente.

TABELLA 2.2.1: *Punteggio applicato, in funzione della Probabilità (P) di accadimento di un dato evento.*

Probabilità (P)	Punteggio
Certo - Altamente Probabile (evento direttamente conseguente a una determinata attività)	0,75 < P ≤ 1,00
Probabile (evento che si può verificare in condizioni ordinarie di esercizio dell'impianto, in conseguenza a particolari circostanze, o a causa di situazioni anomale che si possono verificare per malfunzionamento dell'impianto)	0,50 < P ≤ 0,75
Poco Probabile (evento che si può verificare solo in situazioni anomale, a causa di guasti, rotture o altri eventi accidentali)	0,25 < P ≤ 0,50
Improbabile (evento che si può verificare difficilmente, per cause non prevedibili, eventi eccezionali/straordinari)	P ≤ 0,25

Il calcolo della probabilità viene normalmente effettuato mediante rilevazioni statistiche su dati già disponibili o su previsioni basate sull'analisi storica di situazioni incidentali effettivamente avvenute in realtà analoghe.

Nel caso in esame, là dove non erano disponibili dati statistici, è stata effettuata una stima cautelativa della probabilità basata sulle esperienze maturate nel corso della gestione del depuratore e di altre realtà similari.

Per quanto riguarda eventi legati a malfunzionamenti, rotture, realizzazioni non conformi alle specifiche indicate nel progetto, e altre cause non prevedibili. Legate ad eventi eccezionali o straordinari è stato assunto comunque che la probabilità sia pari a $P = 0,25$. Le attività di manutenzione ordinaria previste e i controlli sia tecnici (collaudi funzionali delle opere) che di tipo gestionale ed ambientale di fatto riducono al minimo la possibilità di accadimento di tali situazioni.

Per quanto riguarda situazioni o imprevisti collegati a fattori gestionali, la probabilità viene assegnata in base ai seguenti criteri:

Probabilità $P = 0,50$ se il contesto in cui emergono gli eventi è trattato e regolamentato dalla documentazione progettuale, o se risultano predisposte specifiche procedure operative per la mitigazione e il controllo degli impatti, e che individuino le azioni da intraprendere per ripristinare le condizioni originarie in caso di accadimento dell'evento;

Probabilità $P = 1,00$ se il contesto in cui emergono gli eventi NON è trattato e regolamentato dalla documentazione progettuale, e l'impatto sull'ambiente non dipende solo ed esclusivamente dagli addetti ai lavori.

2.3. RISCHIO (3)

Il **Rischio (R)** è stato calcolato in base alla seguente relazione:

$$R = P \times D$$

Dove

P = Probabilità di accadimento dell'evento

D = Danno conseguente al verificarsi dell'evento

Attraverso l'applicazione della relazione sopra esposta è stata stabilita la scala di punteggio relativa alla gravità del Rischio riportata nella Tabella seguente.

TABELLA 2.3.1: Determinazione e qualificazione del **Rischio (R)** connesso ad un determinato evento.

Rischio (R)	Punteggio
Elevato	$3,0 < R \leq 4,0$
Medio	$2,0 < R \leq 3,0$
Basso	$1,0 < R \leq 2,0$
Trascurabile	$R \leq 1,0$

2.4. PESO PONDERATO (4)

Al fine di fornire un criterio uniforme per la quantificazione degli Impatti, e per tenere in considerazione ulteriori fattori utili alla loro valutazione, il risultato ottenuto con le procedure appena descritte è stato quindi ponderato applicando un coefficiente K_0 , che tiene conto dei seguenti aspetti:

- **Persistenza dell'Impatto (PI)**. Distingue se le alterazioni qualitative sulla matrice ambientale indotte dalla realizzazione e dalla gestione dell'impianto hanno carattere permanente (lungo termine) o temporaneo (breve termine);
- **Reversibilità (Rv)**. Considera se sussistono le condizioni affinché le risorse naturali impiegate possano rinnovarsi o se le alterazioni ambientali conseguenti alla realizzazione/gestione dell'impianto possono essere attenuate e ricondotte alle condizioni di equilibrio iniziale;

- **Intensità dell'Impatto (II)**. Valuta l'intensità degli effetti indotti dalla realizzazione/gestione dell'impianto sulle diverse componenti ambientali interessate. La scala di valutazione prevede tre possibili situazioni: Elevata (**II₂**), quando l'effetto indotto risulta facilmente misurabile e/o chiaramente percepibile; Media (**II₁**), quando l'effetto indotto pur essendo percepibile o prevedibile, risulta abbastanza difficile da quantificare o monitorare; Bassa (**II₀**) se l'effetto è lieve, praticamente impercettibile, e facesse comunque registrare bassi valori, in caso di rilevamenti di controllo;
- **Valore delle Risorse (VR)**. Specifica il livello qualitativo degli aspetti ambientali coinvolti dagli interventi in progetto, distinguendo in **Risorse Rare, Comuni e Strategiche**;
- **Natura dell'Impatto (NI)**. Consente di stabilire se l'effetto indotto dalla realizzazione/gestione dell'impianto risulta **Positivo (N = + 1)** o **Negativo (N = - 1)**.

L'applicazione del Peso Ponderato **K₀**, in funzione degli aspetti appena elencati è stata effettuata attraverso la matrice di valutazione riportata nella Tabella seguente.

TABELLA 2.4.1: Modulo **Peso Ponderato K₀** - Determinazione Numerica (Note: Persistenza: **BT** = Breve Termine, **LT** = Lungo Termine - Intensità: **II₀** = Bassa, **II₁** = Media, **II₂** = Elevata).

	P _i /R _v	BT/Rev.	LT/Rev.	BT/Irr.	LT/Irr.
II/V _R	I ₀	1	2	3	4
II ₀ Comune	1	1	2	3	4
II ₁ Comune	2	2	4	6	8
II ₂ Comune	3	3	6	9	12
II ₀ Strategica	4	4	8	12	16
II ₁ Strategica	5	5	10	15	20
II ₂ Strategica	6	6	12	18	24
II ₀ Rara	7	7	14	21	28
II ₁ Rara	8	8	16	24	32
II ₂ Rara	9	9	18	27	36

Il **Peso Ponderato** viene quindi ricavato dal prodotto della **Natura dell'Impatto (NI)** con il suo **Modulo (K₀)**, attraverso la seguente relazione:

$$K = NI \times K_0$$

2.5. DETERMINAZIONE DEGLI IMPATTI (5)

L'**Impatto Ambientale (IA)** derivante dalle diverse valutazioni effettuate mettendo in relazione le attività di gestione dell'impianto di depurazione (nello stato attuale e dopo la realizzazione delle varianti di progetto) con le diverse componenti ambientali che caratterizzano la porzione di territorio indagata, e viene calcolato attraverso l'applicazione della formula seguente:

$$IA = R \times K$$

Dove:

IA = Impatto Ambientale;

R = Entità del Rischio che un determinato aspetto o attività può comportare sull'ambiente circostante;

K = Peso Ponderato.

La valutazione dell'Impatto Ambientale per ogni singolo Aspetto considerato viene effettuata in base alla classificazione riportata nella Tabella seguente.

TABELLA 2.5.1: Valutazione Qualitativa dell'Impatto Ambientale, in base al Punteggio ottenuto.

IMPATTO AMBIENTALE (IA)		VALUTAZIONE
+ 100 < IA ≤ + 144		ELEVATA VALENZA AMBIENTALE
+ 70 < IA ≤ + 100		BUONO
+ 30 < IA ≤ + 70		POSITIVO
0 < IA ≤ + 30		LIEVEMENTE FAVOREVOLE
- 30 < IA ≤ 0		TRASCURABILE
- 70 < IA ≤ - 30		MEDIO
- 100 < IA ≤ - 70		ELEVATO*
- 144 < IA ≤ - 100		ESTREMAMENTE ELEVATO*

NOTA: * = si rende necessario stabilire interventi di mitigazione.

3. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

La presente relazione è parte integrante della documentazione necessaria alla richiesta di rinnovo dell'autorizzazione all'esercizio ed allo scarico dell'impianto di trattamento acque reflue urbane.

L'impianto è presente sul territorio da parecchi anni ed è stato oggetto di interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni relative al servizio cui è preposto, con conseguenti benefici anche dal punto di vista ambientale. Al fine di ottemperare alle prescrizioni autorizzative è stato predisposto un Progetto di Adeguamento Tecnologico ed Autorizzativo che fa parte integrante della documentazione necessaria alla richiesta di rinnovo dell'autorizzazione all'esercizio.

Le strutture in esso presenti sono costituite da vasche ed edifici che si elevano con altezze relativamente contenute rispetto al piano campagna. Il trattamento delle acque reflue viene svolto all'interno delle singole unità descritte nella Parte 1 del presente documento, attraverso apparecchiature elettriche (pompe e motori). I rumori prodotti all'interno dell'impianto, anche nelle condizioni di massimo esercizio, risultano pertanto estremamente contenuti.

Tutte le vasche sono dotate di dispositivi per il controllo dei livelli dei reflui che le stesse contengono. Sono pertanto da escludere fenomeni di sversamento su aree esterne.

L'impianto inoltre risulta ubicato a distanze adeguate rispetto alle abitazioni civili o agli edifici adibiti ad attività artigianali o produttive.

Durante l'intero arco temporale di gestione dell'impianto da parte di Acque Veronesi non si sono mai verificate situazioni di emergenza, quali incendi o sversamenti.

Le problematiche indotte dalla produzione di odori molesti sulla popolazione che risiede nelle immediate vicinanze del depuratore sono state risolte attraverso la copertura delle vasche di ossidazione.

Le matrici ambientali sulle quali l'esercizio dell'impianto interagisce in maniera tale da rendere necessaria una valutazione sono le seguenti:

- **Atmosfera:** il depuratore tratta reflui urbani, che per la loro natura sono fonte di odori molesti. Tale problematica è stata affrontata e risolta attraverso l'adozione di misure che hanno consentito il contenimento e il controllo sulla diffusione degli odori molesti (copertura vasche, unità di trattamento aria, ecc.). Con riferimento agli interventi effettuati e ai risultati del piano di monitoraggio ad oggi applicato, sono stati valutati gli effetti indotti dalla loro emissione in atmosfera;

- **Suolo e Sottosuolo:** I reflui trattati nelle diverse linee del depuratore sono contenuti in vasche a tenuta. La gestione dei flussi impedisce inoltre eventi di sversamento. Sono comunque stati valutati gli impatti sul suolo e sottosuolo derivanti dalla perdita di una vasca, o dallo sversamento di reflui dalla stessa.
- **Acque Superficiali:** il depuratore scarica su corpo idrico superficiale una portata media giornaliera pari a circa 75.000 mc. Attualmente l'impianto non è dotato dell'unità di disinfezione, e per tale motivo è stato predisposto il progetto di adeguamento tecnologico e autorizzativo allegato alla documentazione per la richiesta di rinnovo dell'autorizzazione all'esercizio ed allo scarico, che prevede l'installazione di una linea per il dosaggio controllato di acido peracetico, dimensionata per l'abbattimento della carica batterica contenuta nelle acque di scarico. Per questo sono stati valutati gli effetti indotti dall'immissione delle acque trattate all'interno del depuratore nella configurazione prevista dal progetto di adeguamento tecnologico sulla rete idrografica locale.
- **Acque Sotterranee:** I reflui trattati nelle diverse linee del depuratore sono contenuti in vasche a tenuta. La gestione dei flussi impedisce inoltre eventi di sversamento. Sono comunque stati valutati gli impatti sulla qualità dell'acquifero derivanti dalla perdita di una vasca, o dallo sversamento di reflui dalla stessa.
- **Flora, Fauna ed Ecosistemi:** il contesto ambientale entro cui è inserito il depuratore è caratterizzato dalla presenza di strutture di tipo artigianale e industriale della periferia meridionale di Verona e dalla presenza del SIC IT 3210042 "Fiume Adige tra Verona Est e Badia Polesine", posto a circa 800 metri di distanza, ma su cui il depuratore interferisce con lo scarico delle acque trattate, che avviene direttamente nel Fiume Adige. Sono state individuate le caratteristiche florofaunistiche e degli ecosistemi presenti in zona al fine di valutare le interferenze indotte su tale sistema dalla presenza del depuratore e l'eventuale necessità di adottare misure di mitigazione;
- **Paesaggio:** l'impianto è presente da parecchi anni nell'attuale conformazione e risulta inserito in zona di pianura, in adiacenza ad un'area ad uso artigianale industriale (periferia meridionale di Verona), in prossimità del SIC IT 3210042 "Fiume Adige tra Verona Est e Badia Polesine", e per il resto è circondato da un contesto a vocazione prevalentemente agricola. Sono stati valutati gli effetti indotti dalla sua presenza sul paesaggio, e l'eventuale necessità di adottare misure di mitigazione;
- **Salute Pubblica:** il servizio svolto dall'impianto consente di trattare le acque reflue urbane prodotte dagli abitanti di Verona, per un totale nominale di 410.000 abitanti equivalenti. E' indubbio il beneficio in termini ambientali derivante da questa attività. Il progetto di adeguamento tecnologico allegato alla documentazione per la richiesta di rinnovo dell'autorizzazione all'esercizio prevede inoltre la realizzazione di ulteriori elementi finalizzati anche al miglioramento delle prestazioni ambientali. Nel presente documento sono stati considerati gli effetti indotti sulla salute pubblica dall'impianto una volta installate le linee di trattamento previste dal progetto di adeguamento tecnologico.

Si riportano invece di seguito le matrici ambientali escluse dalle valutazioni di impatto con le relative motivazioni:

- **Uso del Suolo:** Gli interventi previsti dal progetto di adeguamento tecnologico comportano la realizzazione di due nuove vasche (Comparto Biologico vasca n. 6 e comparto Disinfezione), seminterrate, che occuperanno, complessivamente, una superficie di circa 2.400 mq, pari a circa il 2% dell'intera superficie entro cui si sviluppa l'impianto di Verona. Le due strutture saranno realizzate all'interno del perimetro del depuratore, e pertanto non verranno occupate nuove aree per l'impianto. La destinazione d'uso del suolo dell'intera superficie è quella di trattamento acque reflue e pertanto la realizzazione di queste due nuove vasche non comporta varianti in quanto le stesse saranno realizzate all'interno di un'area già destinata a questo tipo di attività. Non si rilevano pertanto impatti o variazioni di rilievo su questa matrice ambientale, conseguenti alla realizzazione di queste due nuove strutture, rispetto all'attuale stato dei luoghi;
- **Traffico:** Il traffico indotto dall'esercizio dell'impianto è costituito prevalentemente dagli automezzi in entrata e uscita dei dipendenti (circa 15 automezzi/die), degli automezzi utilizzati per le attività di manutenzione (ordinaria e straordinaria) e di rifornimento dei prodotti utilizzati presso il depuratore e il laboratorio di analisi chimiche (circa 1 automezzo/die) e da quelli utilizzati per lo smaltimento dei

rifiuti prodotti (circa 2 automezzi/die). Complessivamente il traffico medio giornaliero indotto dalla gestione del depuratore ammonta a circa 15 automezzi leggeri e 3 automezzi pesanti, in entrata ed uscita dal depuratore. Tutti questi automezzi transitano su via Bartolomeo Avesani per poi immettersi su via Basso Acquar, per poi diramarsi all'interno della rete stradale della città di Verona. Il traffico caratteristico che transita su via B. Avesani è primariamente interessato dai mezzi di servizio, dalle auto aziendali, da quelle dei dipendenti e dei clienti di AMIA S.p.A. che da sole superano le centinaia di mezzi/die (sia pesanti che leggeri). L'incidenza del traffico indotto dalla presenza del depuratore, che peraltro non subirà alcun tipo di variazione a seguito della realizzazione delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico, è pertanto irrilevante e non ha mai causato problemi o disagi sia alla viabilità che ai residenti. Per tale motivo sono stati valutati gli effetti indotti dal transito di tali automezzi sulla rete viaria locale;

- **Rumore:** Tutte le attrezzature utilizzate nel ciclo produttivo del depuratore sono mosse da motori elettrici, sottoposti a regolare manutenzione. Questi mettono in azione alcuni bracci meccanici all'interno delle vasche che contengono i reflui da trattare, insufflano aria all'interno delle unità di ossigenazione, azionano il vaglio in ingresso, ecc. I rumori prodotti da tali dispositivi, anche se azionati contemporaneamente, risultano molto contenuti e non percepibili già a dieci metri dal confine dell'area dell'impianto. La realizzazione dei nuovi elementi impiantistici previsti dal progetto di adeguamento tecnologico non comporta inoltre variazioni di rilievo rispetto all'attuale stato dei luoghi;
- **Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti:** Le attrezzature e i macchinari utilizzati all'interno del depuratore per il trattamento delle acque reflue non generano questo tipo di radiazioni. Risultando nulli non sono stati valutati questi tipi di impatto.

Le situazioni valutate sono le seguenti:

- Stato Attuale;
- Fase di Cantiere;
- Stato do Progetto.

Queste saranno analizzate in base alle effettive interazioni che le stesse inducono sulle diverse matrici ambientali.

Nei capitoli seguenti verranno valutati i principali impatti indotti dall'esercizio del depuratore sulle matrici sopra riportate, attraverso l'applicazione del metodo esposto nel capitolo 2.

3.1. ATMOSFERA

L'area interessata dal Progetto è individuata dalle coordinate geografiche 45° 25' Nord e 10° 59' Est. Il sito si trova ad una quota altimetrica di circa 55 m sul livello del mare, nella parte nord della Pianura Padana, circa 21 km in linea d'aria a sud-ovest del lago di Garda.

Le caratteristiche climatologiche del sito sono determinate in maniera sostanziale dal quadro territoriale di scala regionale in cui esso è inserito, un contesto che presenta caratteristiche uniche, dal punto di vista climatologico, indotte dalla conformazione orografica dell'area. Si tratta di una vasta pianura circondata da catene montuose (le Alpi a Nord e ad Ovest, gli Appennini a Sud) che, raggiungendo quote elevate, determinano peculiarità climatologiche dal punto di vista sia fisico sia dinamico. Soprattutto nelle aree lontane dalle grandi aree lacustri e dalle coste dell'alto Adriatico, il clima assume infatti un carattere continentale. Secondo la classificazione climatica di Köppen il clima della Pianura Padana è di tipo Subtropicale Umido "temperato senza stagione secca e con estate calda" (Cfa).

Dal punto di vista dinamico, la catena alpina svolge una funzione di barriera orografica nei confronti delle correnti fredde provenienti dalle regioni artiche dell'Europa settentrionale e delle masse d'aria umide e temperate provenienti dall'Atlantico settentrionale. La chiusura del sistema Alpi-Pianura-Appennini determina la prevalenza di situazioni di occlusione ed un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati atmosferici e quelle degli strati superiori. L'area risulta così soggetta a subsidenza atmosferica, con ristagno d'aria nei bassi strati, e quindi ad un marcato riscaldamento estivo e ad un forte raffreddamento invernale che la distingue nettamente sia dalle altre zone della penisola italiana, sia dalle aree limitrofe della Francia sud-orientale, della Svizzera e dell'Austria. Le caratteristiche di limitata estensione e profondità del

mar Adriatico non consentono, inoltre, lo sviluppo di azioni mitiganti dall'intensità analoga a quelle esercitate dal Mar Tirreno, ampio e profondo, sul versante occidentale della Penisola italiana.

Le principali caratteristiche fisiche sono quindi riassumibili in un clima dalle caratteristiche continentali, un debole regime anemologico e condizioni persistenti di stabilità atmosferica. Il carattere continentale del clima della pianura padana è costituito da inverni rigidi ed estati calde. L'umidità relativa dell'aria è sempre piuttosto elevata, con valori massimi nei mesi invernali. Le precipitazioni di norma sono poco frequenti e concentrate in primavera ed autunno. La ventilazione è scarsa in tutti i mesi dell'anno. Durante l'inverno la circolazione di masse d'aria al suolo è scarsa, la temperatura media è piuttosto bassa e l'umidità relativa è generalmente molto elevata, condizioni che consentono una frequente presenza di nebbia che, nei mesi più freddi, può persistere per l'intera giornata e per più giorni consecutivi. Occasionalmente, in questa stagione sono possibili giornate più secche ma comunque sempre rigidissime, indotte dall'intrusione in Pianura di venti freddi orientali, tra cui Bora e Buran. Alla prima possono essere associate perturbazioni fredde provenienti dalle zone polari, portatrici di maltempo con temperature bassissime e neve. Talvolta, venti di foehn (correnti di aria secca che si riscaldano scendendo dai rilievi nella zona centro-occidentale della pianura Padana), presenti specie in prossimità delle Prealpi tra dicembre e maggio con massimo in marzo, possono raggiungere il suolo, generando effetti positivi sul ricambio della massa d'aria nel bacino padano. In alcune occasioni essi possono permanere in quota, determinando intensi fenomeni di accumulo degli inquinanti, per compressione degli strati d'aria sottostanti e l'induzione di una inversione di temperatura in quota. In estate invece l'effetto cuscinetto della Pianura Padana produce effetti opposti, favorendo il ristagno di aria calda e umida che produce alte temperature connesse a tassi di umidità altissimi che causano giornate molto calde ed afose, specialmente in presenza dell'anticiclone africano.

L'inversione termica rappresenta un altro fenomeno molto frequente nella valle Padana. Tale termine indica un cambio di segno nel gradiente lungo il profilo della temperatura che, in assenza di inversione, si presenta decrescente con la distanza dal suolo. L'inversione può essere dovuta ad un andamento decrescente della temperatura dell'aria avvicinandosi al terreno oppure, ad un aumento del parametro con la quota. Se l'aumento di temperatura parte dal suolo, per irraggiamento notturno in condizioni di cielo sereno o poco nuvoloso e di calma di vento o di vento debole, si ha inversione da irraggiamento con base al suolo; se l'aumento di temperatura lo si incontra a partire da una certa quota sul suolo si ha l'inversione con base in quota, come nel caso di subsidenza anticiclonica. Nei mesi invernali si hanno spesso combinazioni di inversione con base al suolo con inversioni da subsidenza, in questo caso lo spessore della colonna d'aria interessata dal fenomeno può essere assai superiore a quello della semplice inversione da irraggiamento con base al suolo. Dopo l'alba, la radiazione solare aumenta l'energia presente in atmosfera, inducendo moti turbolenti che erodono progressivamente l'inversione a partire dal suolo. Al tramonto, il progressivo raffreddamento del terreno comporta un rapido raffreddamento dell'aria sovrastante, con la creazione di un nuovo piede d'inversione al suolo.

L'andamento climatologico dei principali parametri meteorologici nell'area è ben descritto dalla serie storica registrata dalla postazione dell'Aeronautica Militare¹ di Verona – Villafranca, posta nelle vicinanze del sito oggetto di studio, e relativa al clino di riferimento, ovvero il trentennio 1971-2000.

Dato che si prevede che l'influenza ed il contributo, in termini di concentrazioni al suolo, dell'impianto possa essere relativamente esteso, si è deciso di effettuare un'analisi meteorologica di dettaglio (attraverso lo studio e l'esame di un anno meteorologico completo) su un'area che misura un raggio di 8-10 km, tenendo come centro la localizzazione del progetto stesso.

A tale scopo si sono utilizzate le stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra, relative all'anno 2009, per ricostruire il quadro clima-meteorologico di dettaglio dell'area (vedasi la figura seguente). Per l'interpolazione e l'elaborazione delle stazioni meteo di dettaglio si è utilizzato il modello meteorologico diagnostico CALMET, di cui si fa una breve descrizione nel paragrafo successivo.

¹ www.meteoam.it

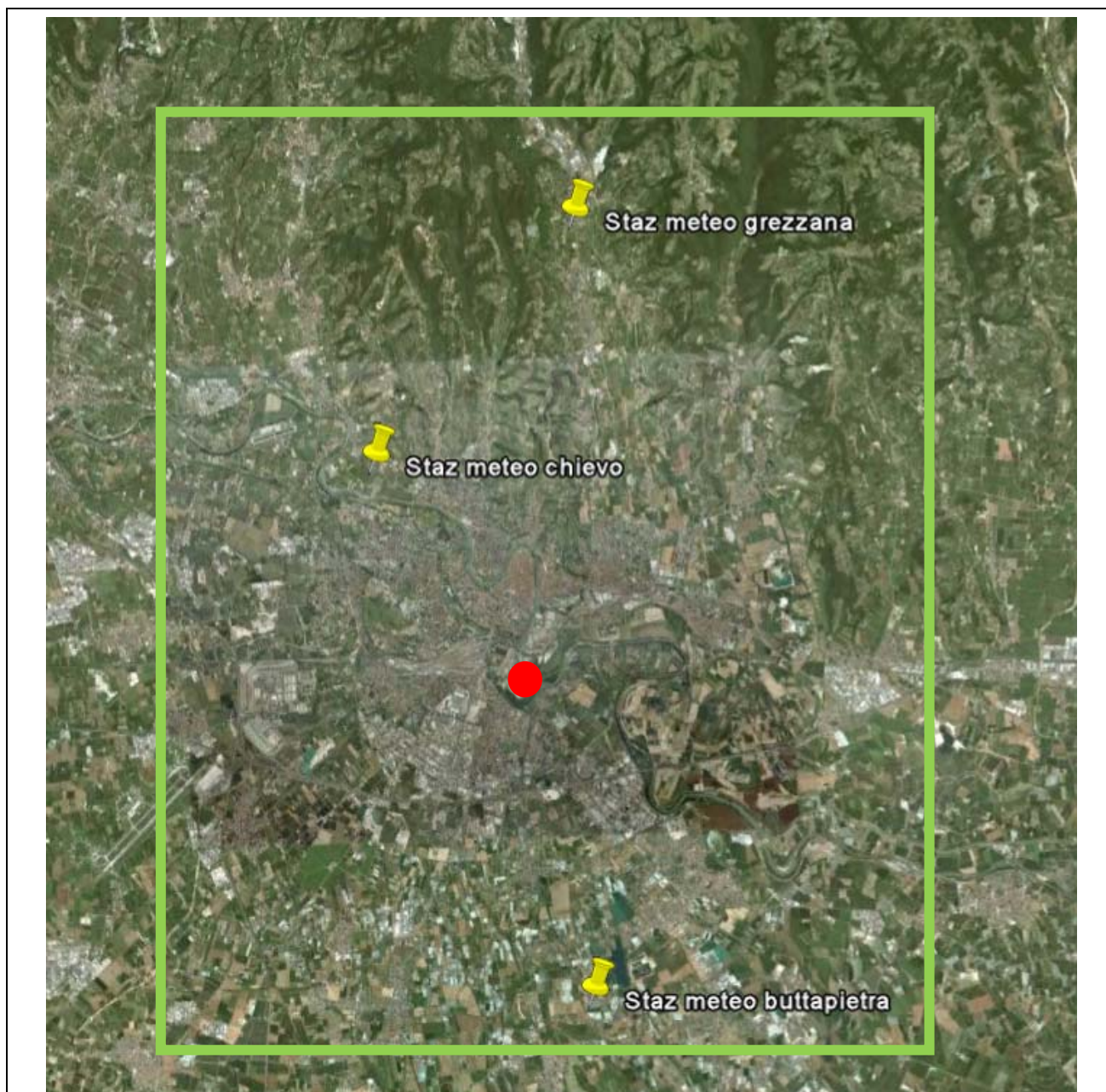


FIGURA 3.1.1: ubicazione delle stazioni meteo e rappresentazione dell'area di studio.

3.1.1. IL PROCESSORE METEOROLOGICO CALMET

CALMET è un modello diagnostico per la ricostruzione dei campi di vento in un volume tridimensionale dello spazio a partire da dati meteorologici rilevati da stazioni sia superficiali che in quota (profili verticali). Le stazioni di misura possono anche essere esterne al dominio di calcolo; il modello è in grado di operare in presenza di orografia complessa e, in caso di disponibilità di dati relativi a superfici acquatiche (mari, laghi...), può valutare gli effetti meteorologici generati dalla presenza di linee di costa all'interno del dominio. I valori meteorologici forniti in input vengono interpolati sul dominio tridimensionale di calcolo secondo criteri descritti nel manuale d'uso del modello stesso ed alle scelte di input dell'utente. Il risultato finale è la generazione di un campo di vento tridimensionale che terrà in considerazione le particolarità orografiche e meteorologiche del dominio di calcolo ed a divergenza nulla indicato quindi come input meteorologico per calcoli di dispersione di inquinanti.

Il modulo diagnostico del campo di vento utilizza una procedura a due fasi per la fabbricazione del campo. La prima fase crea un campo iniziale, basato sui venti sinottici, e lo corregge introducendo gli effetti del terreno sui flussi. In questa fase, dapprima il modello utilizza i venti sinottici per calcolare una velocità verticale forzata dal terreno e soggetta ad una funzione esponenziale di smorzamento dipendente dalla classe di stabilità atmosferica. In secondo luogo, sono introdotti gli effetti dell'orografia sulle componenti orizzontali del vento mediante l'applicazione iterativa di uno schema di minimizzazione della divergenza sul campo tridimensionale fino al soddisfacimento del vincolo di minima divergenza:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} < \varepsilon$$

Dove u , v sono le componenti orizzontali del vento (x e y), w la velocità verticale ed ε è il valore massimo assegnato alla divergenza.

Dopo averne elaborato gli effetti termodinamici, il campo passa alla seconda fase procedurale che introduce i dati osservati nelle stazioni meteo di riferimento, al suolo ed eventualmente in quota, in modo da ottenere il campo nella sua versione finale. L'introduzione dei dati osservati è effettuata tramite una procedura d'analisi oggettiva. L'attribuzione di pesi, inversamente proporzionali alla distanza tra punto e stazione di misura, garantisce l'ottenimento di un campo che riflette maggiormente le osservazioni in prossimità dei punti di misura e che è dominato dal campo di primo passo nelle zone prive d'osservazioni. Infine, il campo risultante è sottoposto ad un'operazione di smoothing e di ulteriore minimizzazione della divergenza.

Il modello *CALMET* è infine parte del sistema *CALPUFF* per la diffusione di inquinanti. Il sistema è costituito da tre modelli principali *CALMET*, *CALPUFF* e *CALPOST* e da un insieme di preprocessori che hanno lo scopo di permettere al sistema l'utilizzazione dei dati di routine Americani sia meteorologici che geofisici. Se tali dati non sono adattabili ai domini di calcolo scelti (come nel caso di domini esterni agli Stati Uniti) occorrerà preparare appositi file di input (con appositi formati).

Il modello *CALMET* produce una ricostruzione diagnostica oraria tridimensionale del campo di vento e può essere utilizzato sia come input meteorologico al modello di diffusione *CALPUFF* (e da altri modelli diffusivi) che come modello a sé.

Nel primo caso permetterà di inserire nel calcolo della diffusione le caratteristiche legate alle particolarità specifiche del territorio (orografia complessa, presenza di coste, uso del suolo ...) in quanto tali caratteristiche si ripercuotono sulla meteorologia calcolata. Questo è lo scopo principale del modello e ne rappresenta il modo di utilizzo più efficace.

Nel secondo caso il modello produrrà un campo di vento in formato binario che potrà essere analizzato ed estratto in formato utilizzabile per scopi di rappresentazione grafica.

Nel nostro caso, il dominio meteorologico risulta completamente definito dalle seguenti caratteristiche:

- sistema di coordinate: UTM32, datum WGS84;
- coordinate dello spigolo SW: 649,43 km Est; 5.022,81 km Nord
- numero di celle in direzione Est e Nord: 33 x 39
- superficie complessiva: 18km x 22km = 321,75 km²
- dimensione della singola cella: 500 x 500 m²
- numero livelli verticali: 7
- quote facce livelli verticali: 10, 30, 100, 200, 500, 1.000, 2.000 m s.l.s.

I livelli verticali sono stati dedicati in particolare alla ricostruzione dei flussi negli strati più bassi dell'atmosfera, dove avverranno effettivamente il trasporto e la dispersione delle emissioni (ovvero emissioni areali e diffuse dovute ad attività di cantiere e da traffico attratto e generato).

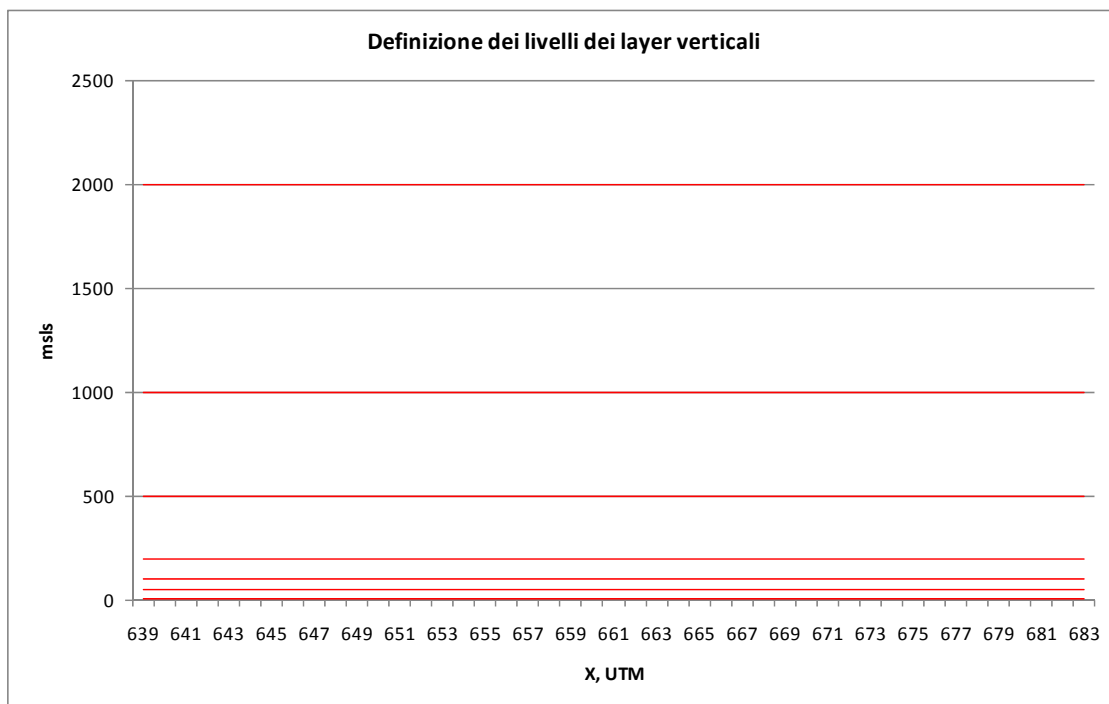


FIGURA 3.1.1.1: Definizione dei livelli dei layer verticali, considerati nel presente studio.

Nelle figure seguenti è rappresentata l'area di studio ed il modello digitale del territorio (DTM) calcolato con CALMET.

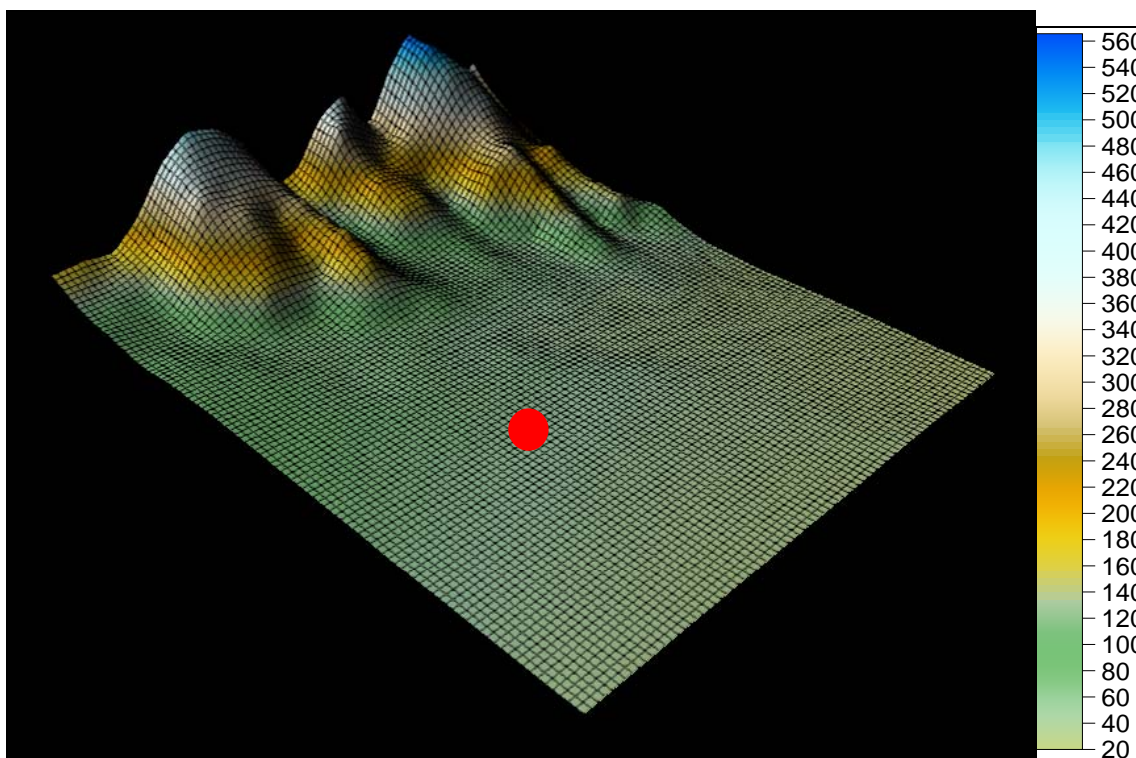


FIGURA 3.1.1.2: Modello digitale in 3D del territorio dell'area di studio.

3.1.2. DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI VARIABILI METEOROLOGICHE

Nei paragrafi successivi verranno descritte ed analizzate le principali variabili meteorologiche utili per ricostruire con precisione il quadro climatologico nell'intorno del progetto. Verranno quindi analizzate sia misure dirette sia misure ricostruite attraverso la modellazione matematica di *CALMET*

Pressione atmosferica

La pressione atmosferica è la pressione presente in qualsiasi punto dell'atmosfera terrestre. Nella maggior parte dei casi il valore della pressione atmosferica è equivalente alla pressione idrostatica esercitata dal peso dell'aria presente al di sopra del punto di misura. Le aree di bassa pressione hanno sostanzialmente minor massa atmosferica sopra di esse, viceversa aree di alta pressione hanno una maggior massa atmosferica. Analogamente, con l'aumentare dell'altitudine, il valore della pressione decresce. Al livello del mare il volume di una colonna d'aria della sezione di 1 cm² ha un peso di circa 1,03 kg. Ne consegue che una colonna d'aria della superficie di 1 m², pesa approssimativamente 10,3 tonnellate. Il valore della pressione atmosferica varia anche in funzione della temperatura e della quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera e decresce con l'aumentare dell'altitudine, rispetto al livello del mare, del punto in cui viene misurata.

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 15°C, che corrisponde ad una colonna di mercurio di 760 mm. Nelle altre unità di misura corrisponde a:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ torr} = 101.325 \text{ Pa} = 1.013,25 \text{ mbar.}$$

Le figure successive mostrano i dati relativi alla pressione atmosferica registrata nella stazione AM di Verona Villafranca ed i dati registrati alla stazione ARPAV di riferimento per il Veneto, a Cavallino Treponti (VE) che è posta alla quota 0,0 m s.l.m.

Si nota che i valori più bassi di pressione si registrano principalmente in primavera ed in estate (1.014 e 1.015 mbar).

In via generale si nota che i valori invernali ed autunnali sono più bassi rispetto alla serie storica, mentre i valori delle altre stagioni risultano in linea con la serie storica, con alcune limitate anomalie nei mesi estivi.

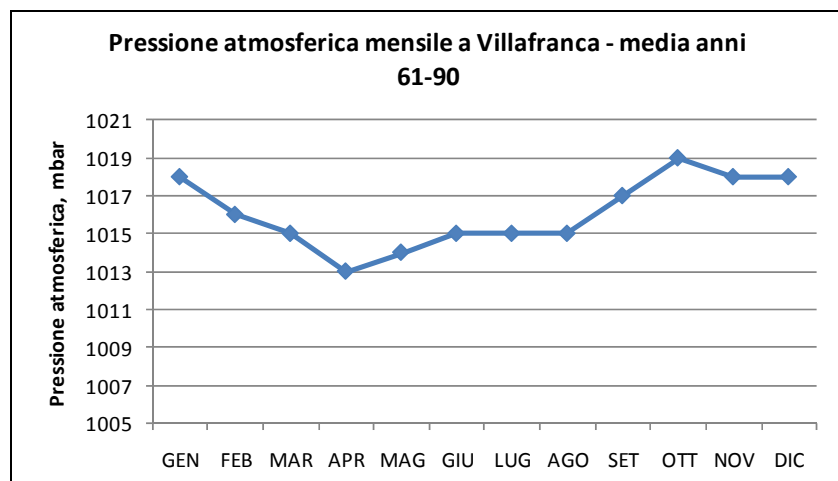


FIGURA 3.1.2.1: Stazione AM Verona Villafranca – andamento medio mensile della pressione atmosferica.

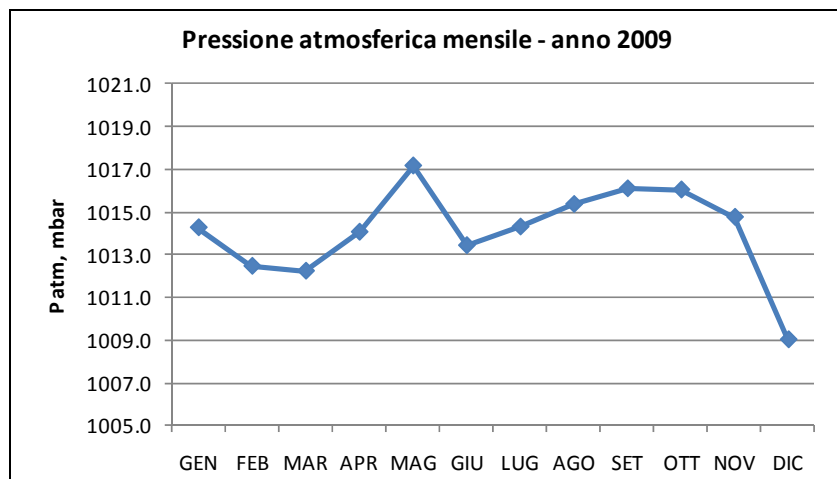


FIGURA 3.1.2.2.: Stazione ARPAV di Cavallino Treporti (VE) – andamento orario della pressione atmosferica.

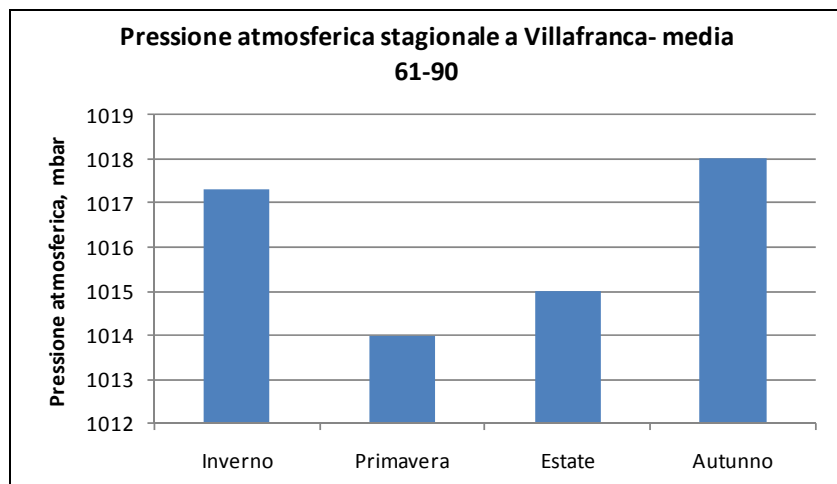


FIGURA 3.1.2.3.: Stazione AM Verona Villafranca – andamento medio stagionale della pressione atmosferica.

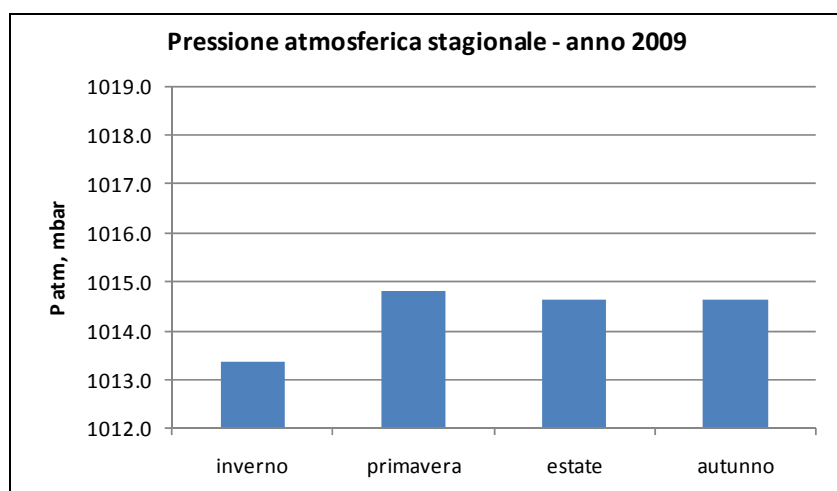


FIGURA 3.1.2.4.: Stazione ARPAV di Cavallino Treporti (VE) – andamento stagionale della pressione atmosferica.

Temperatura

In senso stretto, la temperatura non costituisce una vera e propria grandezza fisica (per esempio non ha senso dire che un corpo ha una temperatura doppia di quella di un altro). La proprietà che il concetto di temperatura intende quantificare può essere ricondotta essenzialmente a una relazione d'ordine fra i sistemi termodinamici rispetto alla direzione in cui fluirebbe il calore se fossero messi a contatto.

La temperatura dell'aria è, quindi, una misura di una serie di fattori che concorrono a determinarne l'effetto finale: la radiazione solare in primis, l'umidità e la presenza di vapore acqueo nell'aria, ecc...

Le figure successive mostrano l'andamento delle temperature massime e minime in regione Veneto, mostrando per l'area di interesse rispettivamente valori pari a 28 e 0 °C.

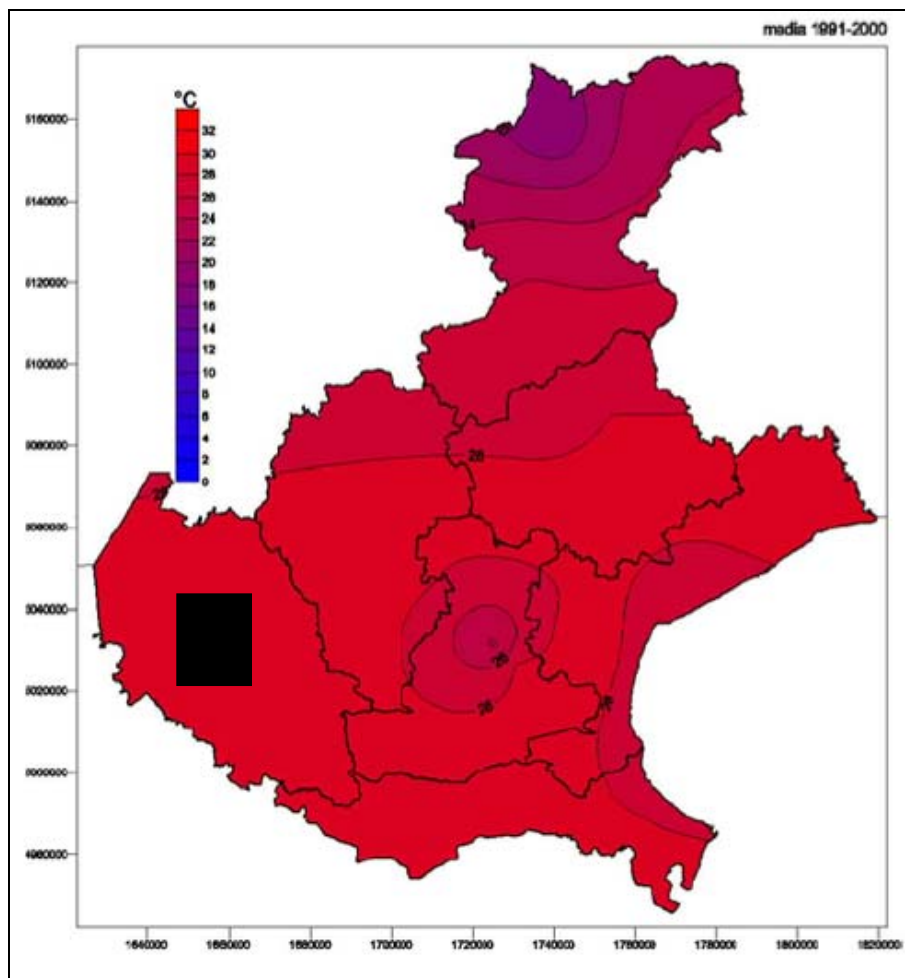


FIGURA 3.1.2.5: Andamento delle temperature massime in Regione Veneto, nel trentennio 1971-2000.

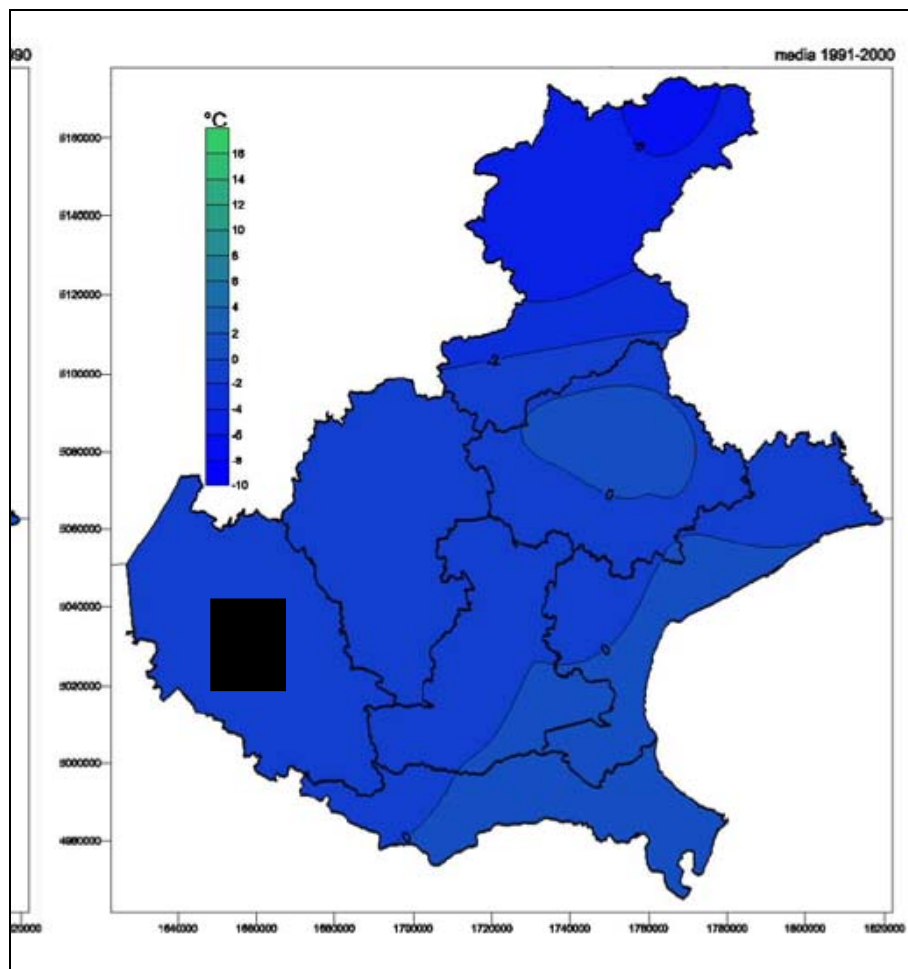


FIGURA 3.1.2.6: Andamento delle temperature minime in Regione Veneto, nel trentennio 1971-2000.

Le figure successive mostrano dati relativi alla stazione AM di Verona Villafranca per il clino 71-00 e dati delle stazioni ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra per l'anno 2009.

Il differenziale termico tra le stazioni è minimo e risente principalmente dell'orografia in cui la stessa è posta; difatti la stazione di Buttapietra (essendo quella posta nella zona più centrale della Pianura Padana) è quella in cui si registra la temperatura più bassa rispetto alle altre. Ovviamente il tutto è relativo dato che la media annuale risulta più alta di soli 0,3°C.

Mediamente i mesi più caldi sono luglio ed agosto e i più freddi gennaio e dicembre.

Per quanto riguarda la temperatura più alta, si raggiunge in maniera anomala a maggio (oltre 35°C) seguita dalla temperatura registrata nel mese di agosto.

Il mese in cui si raggiunge la temperatura più bassa è dicembre (oltre -10°C) seguito da gennaio e febbraio.

Per quanto riguarda l'andamento giornaliero, si nota l'andamento sinusoidale nelle 24 ore: i picchi di temperatura si hanno intorno alle 13-14 in inverno ed intorno alle 16-17 in estate.

In generale si nota una polarizzazione delle temperature rispetto alle serie storiche: inverni più rigidi ed estati più calde.

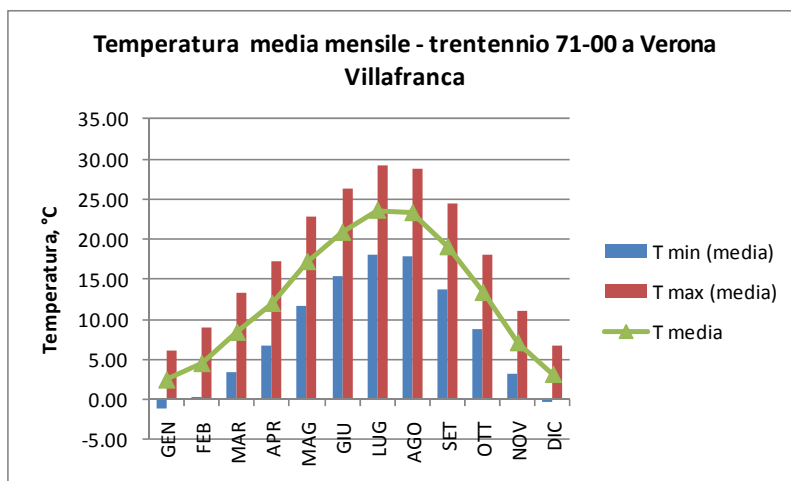


FIGURA 3.1.2.7: Stazione AM Verona Villafranca – andamento della temperatura media mensile dal 1971 al 2000.

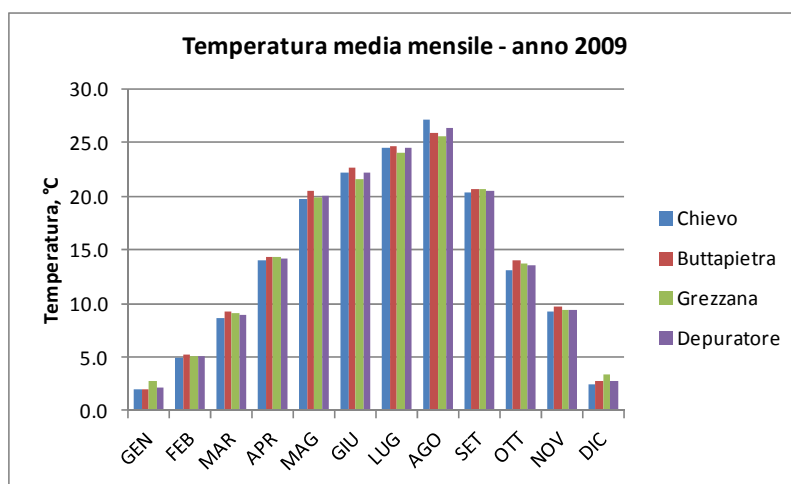


FIGURA 3.1.2.8: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – andamento delle temperature medie mensile nel 2009.

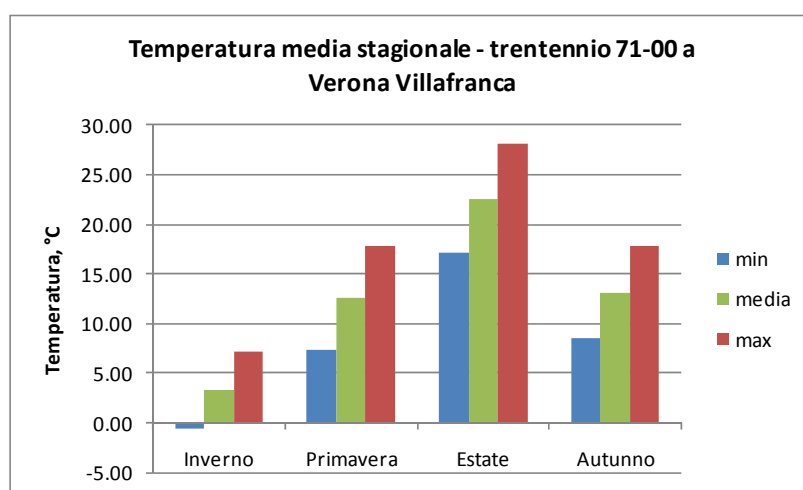


FIGURA 3.1.2.9: Stazione AM Verona Villafranca – andamento della temperatura media stagionale dal 1971 al 2000.

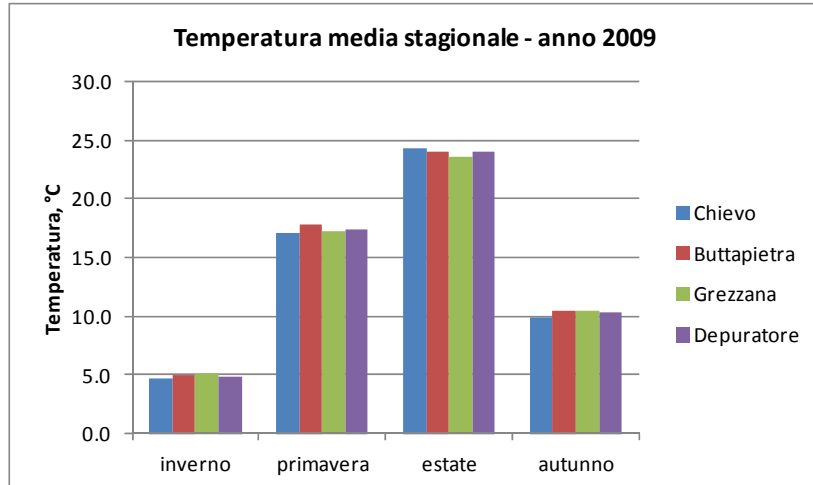


FIGURA 3.1.2.10: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – andamento delle temperature medie mensile nel 2009.

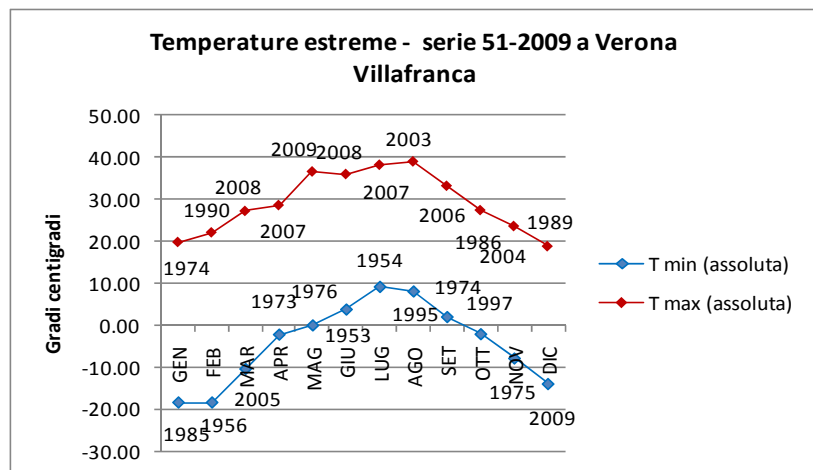


FIGURA 3.1.2.11: Stazione AM Verona Villafranca – andamento delle temperature massime e minime registrate nel periodo dal 1951 al 2009.

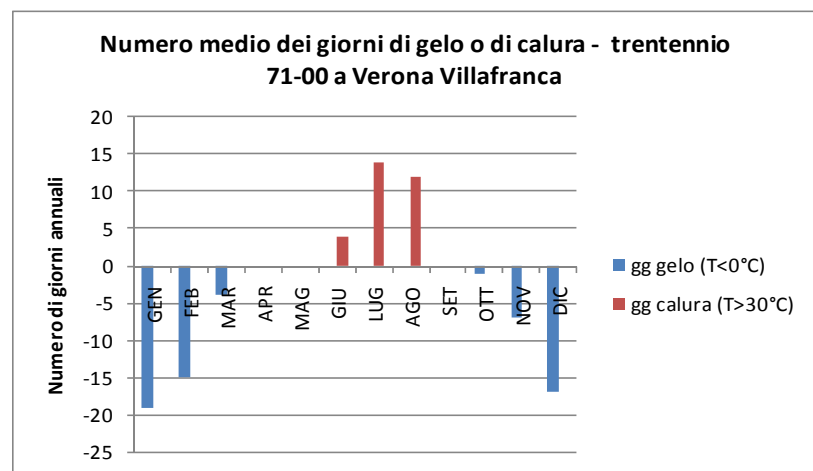


FIGURA 3.1.2.12: Stazione AM Verona Villafranca – numero medio dei giorni di calura e di gelo registrati nel trentennio dal 1971 al 2000.

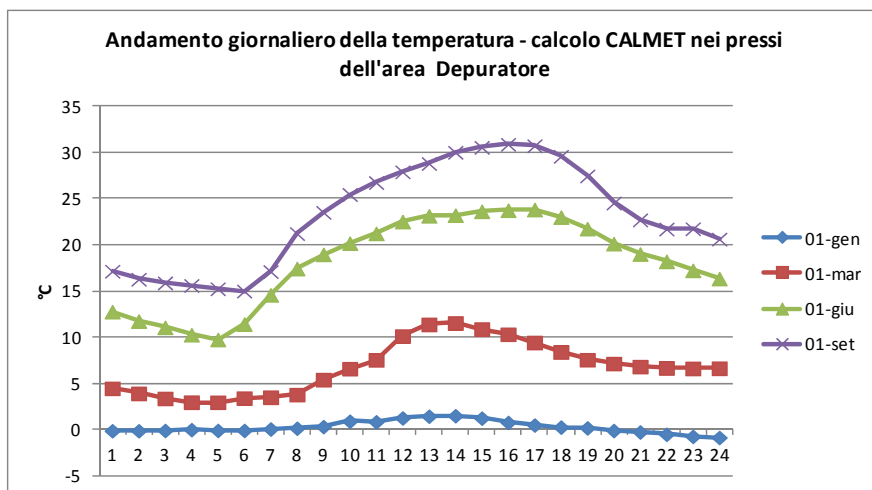


FIGURA 3.1.2.13: Anno 2009. Calcolo con CALMET, nei pressi dell'area di progetto, dell'andamento giornaliero della temperatura.

Umidità

L'umidità relativa è un valore che indica il rapporto percentuale tra la quantità di vapore contenuto da una massa d'aria e la quantità massima (cioè a saturazione) che il volume d'aria può contenere nelle stesse condizioni di temperatura e pressione. Alla temperatura di rugiada l'umidità relativa è, per definizione, del 100%. L'umidità relativa è un parametro dato dal rapporto tra umidità assoluta e l'umidità di saturazione. È svincolato dalla temperatura e dà l'idea del tasso di saturazione del vapore atmosferico, e delle ripercussioni sui fenomeni evapotraspirativi delle colture. Il deficit di saturazione è dato dalla differenza tra umidità assoluta e umidità di saturazione.

I valori elevati di umidità relativa (unitamente a basse temperature) sono i maggiori responsabili della formazione delle nebbie.

Le figure successive mostrano dati relativi alla stazione AM di Verona Villafranca per il clino 71-00, e dati delle stazioni ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra per l'anno 2009.

Per quel che riguarda la serie storica (Villafranca), i valori massimi sono registrati nel trimestre da novembre a gennaio, e sono prossimi a 85%. L'umidità relativa resta comunque elevata anche nella restante parte dell'anno, con valori mensili minimi superiori a 70%.

Per quanto riguarda i dati osservati nel 2009 si discostano pochissimo dalle serie storiche, soprattutto per quel che riguarda i valori medi.

Il differenziale tra le stazioni è minimo e risente principalmente della latitudine e dell'orografia in cui la stessa è posta; difatti la stazione di Buttapietra (essendo quella posta più a sud e quindi nel mezzo della Pianura Padana) è quella in cui si registrano i valori di umidità relativa più elevati. La media annuale risulta più alta a Buttapietra di circa 7 punti percentuali rispetto a alla stazione più settentrionale (73% contro il 66% di Grezzana ed il 69% di Chievo).

È evidente che i valori più elevati si riscontrano nel periodo invernale e nei territori più pianeggianti.

Per quanto riguarda l'andamento giornaliero, si nota l'andamento sinusoidale nelle 24 ore: i valori più alti si registrano nelle prime ore del mattino e nelle ore serali, con un minimo verso le 13-14 più o meno accentuato a seconda della stagione in cui ci si trova.

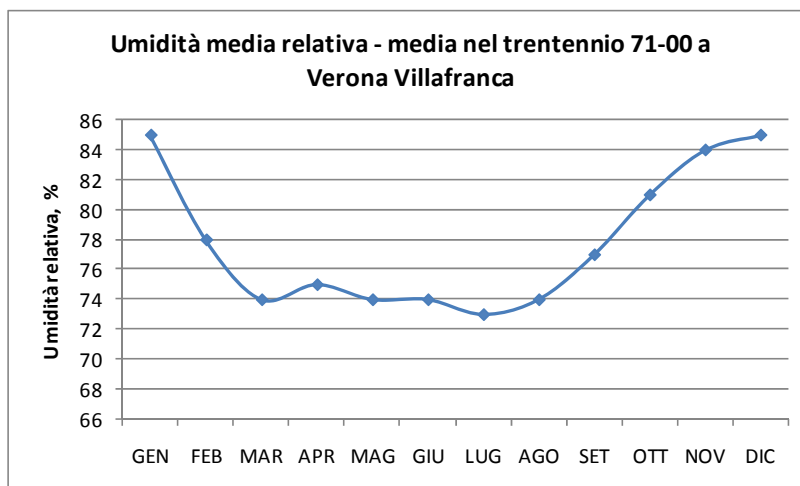


FIGURA 3.1.2.14: Stazione AM Verona Villafranca – andamento dell'umidità relativa, media mensile dal 1971 al 2000.

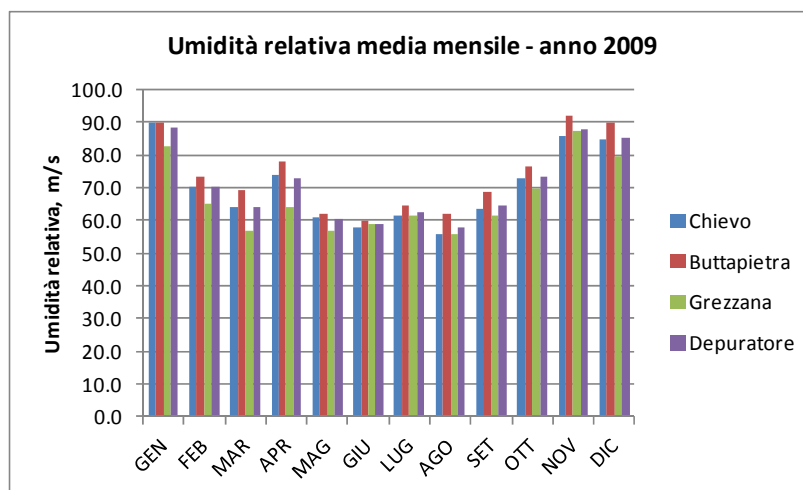


FIGURA 3.1.2.15: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – andamento dell'umidità relativa media mensile nel 2009.

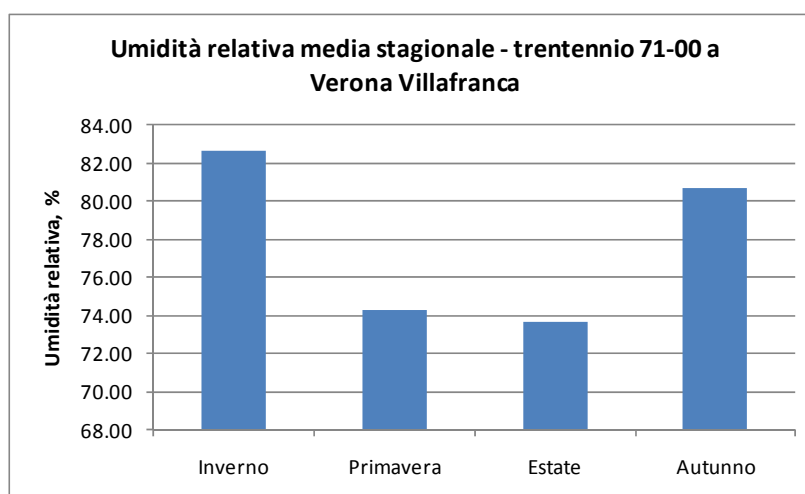


FIGURA 3.1.2.16: Stazione AM Verona Villafranca – andamento dell'umidità relativa, media stagionale dal 1971 al 2000.

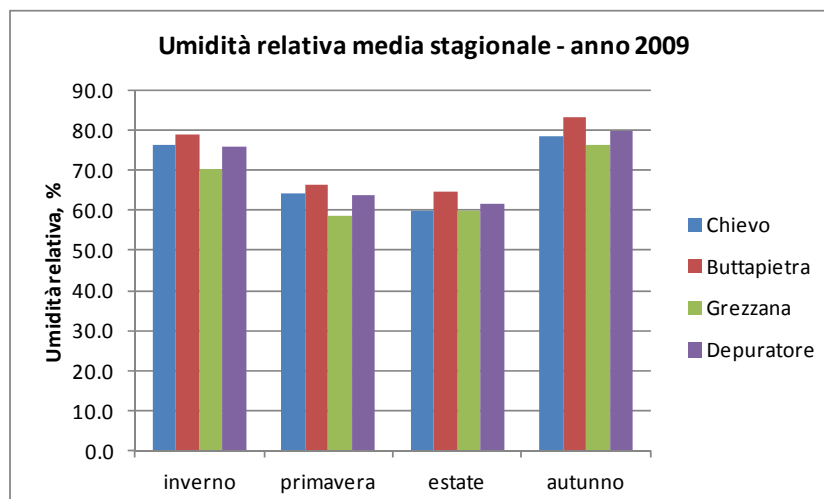


FIGURA 3.1.2.17: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – andamento dell'umidità relativa media stagionale nel 2009.

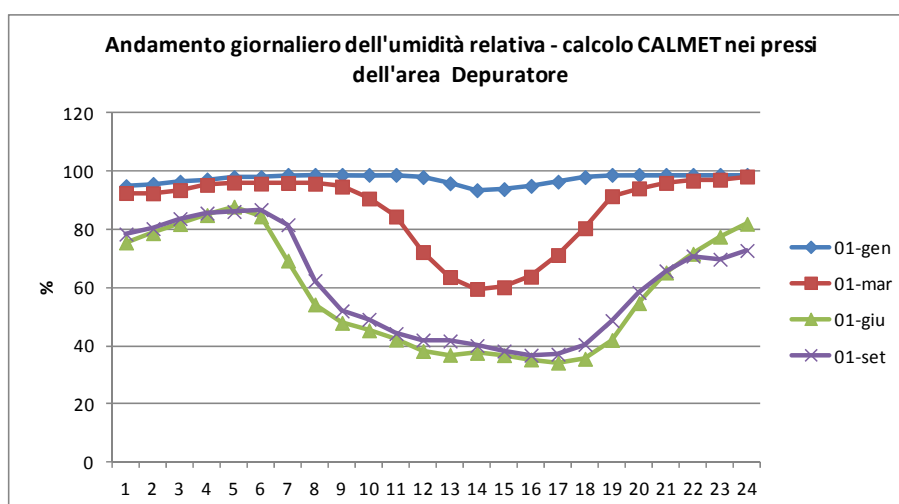


FIGURA 3.1.2.18: Anno 2009. Calcolo con CALMET, nei pressi dell'impianto, dell'andamento giornaliero dell'umidità relativa.

Altezza delle nubi

L'altezza della base delle nubi è la misura fisica (in metri sul livello del suolo) della base del nembro cumuliforme presente in quel momento. Può essere una misura diretta oppure può essere ricavata (come nel caso in esame) tramite calcolo partendo dai valori di temperatura e di umidità relativa. Nella figura seguente è mostrato l'andamento dell'altezza delle nubi calcolata al variare dell'umidità relativa e della temperatura dell'aria. Come da logica, valori alti di umidità relativa ed, in secondo luogo, valori bassi di temperatura favoriscono la presenza di nubi a basse quote (e di conseguenza di nebbie).

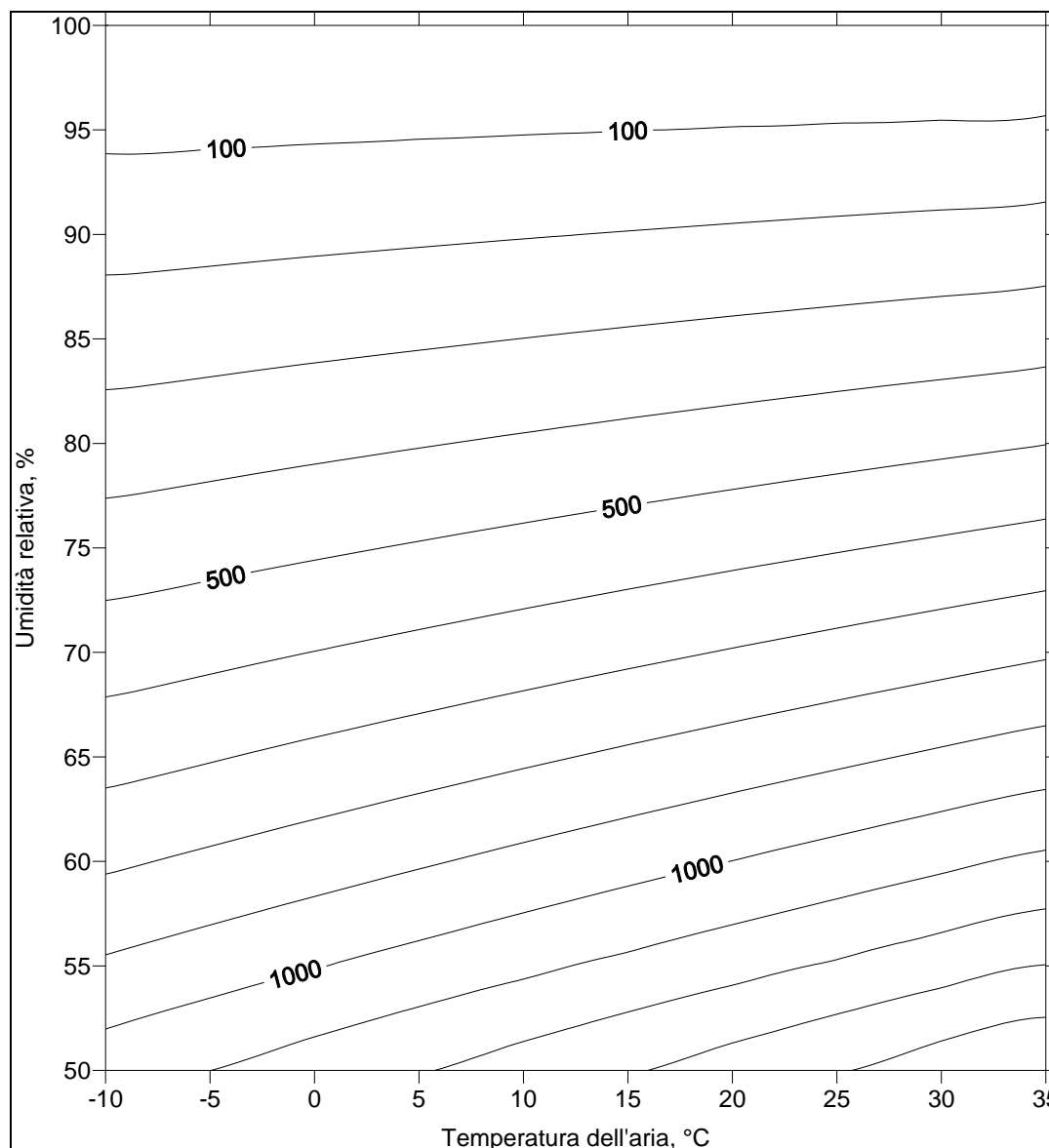


FIGURA 3.1.2.19: Andamento dell'altezza della base delle nubi (m s.l.s.), al variare dell'umidità relativa e della temperatura dell'aria.

Le figure successive mostrano dati relativi alle stazioni ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra per l'anno 2009.

Il differenziale tra le stazioni è minimo e risente principalmente della latitudine e dell'orografia in cui la stessa è posta; difatti la stazione di Buttapietra (essendo quella posta più a sud e quindi nel mezzo della Pianura Padana) sono quelle in cui si registrano i valori di altezza dello strato nuvoloso più bassi, ovvero casi più frequenti di nebbia al suolo. La media annuale risulta la più bassa a Buttapietra (circa 700 msls, contro gli oltre 890 msls della stazione posta in posizione più pedemontana di Grezzana).

È evidente che i valori più elevati si riscontrano nei periodi più freddi e nei territori più pianeggianti.

Per quanto riguarda l'andamento giornaliero, si nota l'andamento sinusoidale nelle 24 ore: i valori più bassi si registrano nelle prime ore del mattino e nelle ore serali, con un massimo verso le 14-15 più o meno accentuato a seconda della stagione in cui ci si trova.

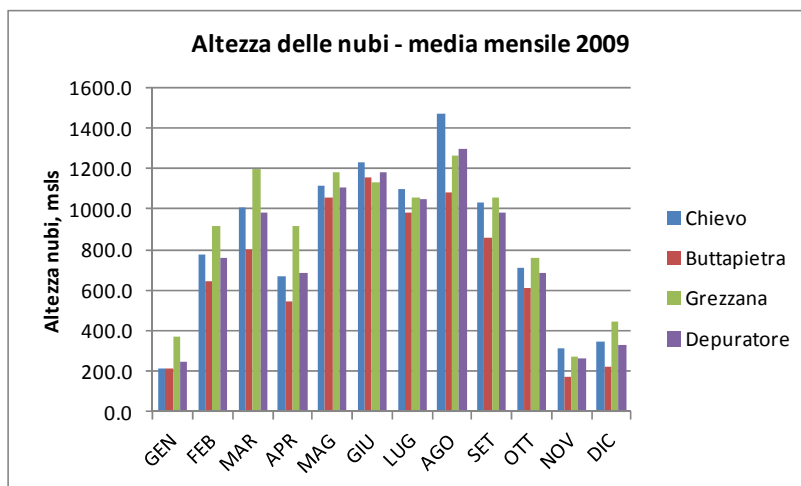


FIGURA 3.1.2.20: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – andamento dell'altezza delle nubi media mensile nel 2009.

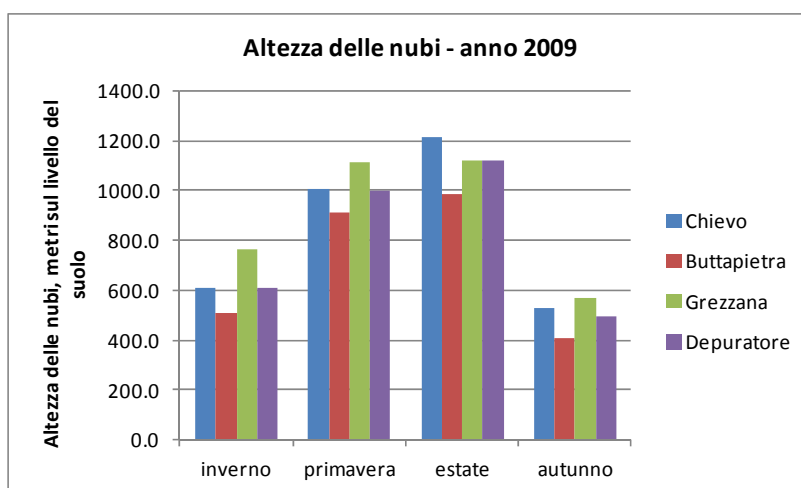


FIGURA 3.1.2.21: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – andamento dell'altezza delle nubi media stagionale nel 2009.

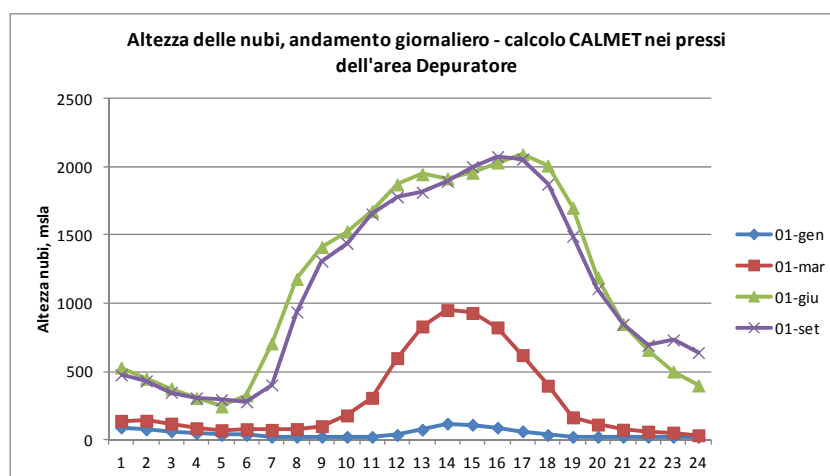


FIGURA 3.1.2.22: Anno 2009. Calcolo con CALMET, nei pressi dell'impianto, dell'andamento giornaliero dell'altezza delle nubi

Piovosità

La pioggia è la forma più comune di precipitazione atmosferica e si forma quando gocce separate di acqua cadono al suolo da delle nuvole. Una parte della pioggia che cade dalle nuvole non riesce a raggiungere la superficie ed evapora nell'aria mentre cade, specialmente se attraversa aria secca.

L'ammontare della pioggia caduta si misura in millimetri: una precipitazione di 1 mm equivale a dire che su una qualunque superficie si è depositata una quantità di acqua uniformemente alta 1 mm. La misura è indipendente dalla grandezza della superficie considerata.

Le figure successive mostrano dati relativi alla stazione AM di Verona Villafranca per il clino 71-00 e dati delle stazioni ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra per l'anno 2009.

Il numero di giorni di pioggia evidenzia la maggiore frequenza primaverile ed autunnale dei fenomeni, presenti in forma di eventi dalla durata prolungata e dall'intensità non particolarmente elevata. Tali periodi temporali contribuiscono alla precipitazione totale annua con i maggiori contributi mensili, pari a circa 85 mm/mese. Un contributo analogo è apportato anche dal mese di agosto, frutto di eventi temporaleschi di minore durata ma maggiore intensità.

Per quel che riguarda il raffronto tra la serie storica ed i dati relativi al 2009, l'anomalia è visibile nel periodo estivo ed invernale che nel 2009 sono stati, rispettivamente, particolarmente siccitoso e piovoso.

Il differenziale tra le stazioni è minimo: i giorni di pioggia sono pressoché gli stessi tra le stazioni mentre varia leggermente la pioggia cumulata nei mesi di aprile e giugno.

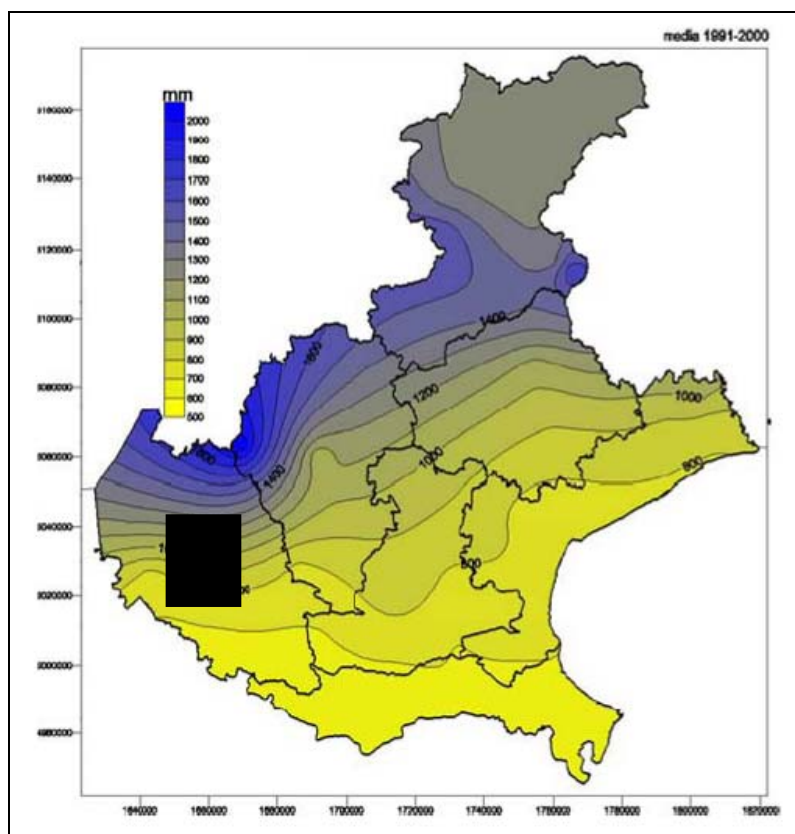


FIGURA 3.1.2.23: Andamento della piovosità cumulata in Regione Veneto, nel trentennio 1971-2000

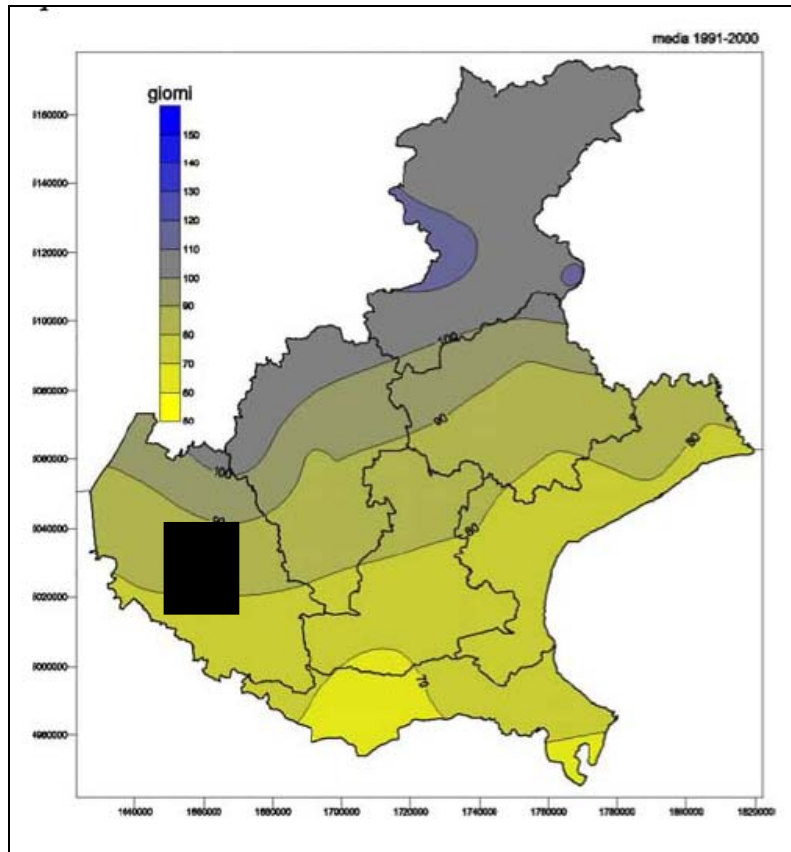


FIGURA 3.1.2.24: Andamento dei giorni di pioggia in Regione Veneto, nel trentennio 1971-2000

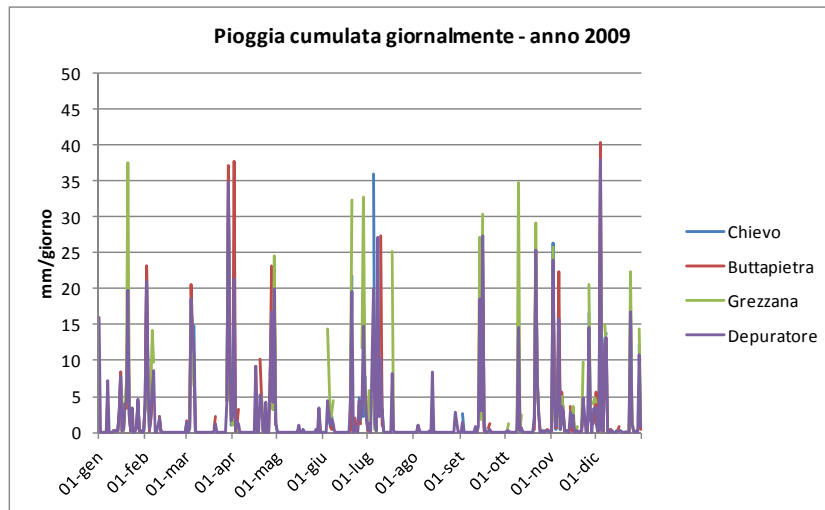


FIGURA 3.1.2.25: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – pioggia cumulata giornalmente nel 2009.

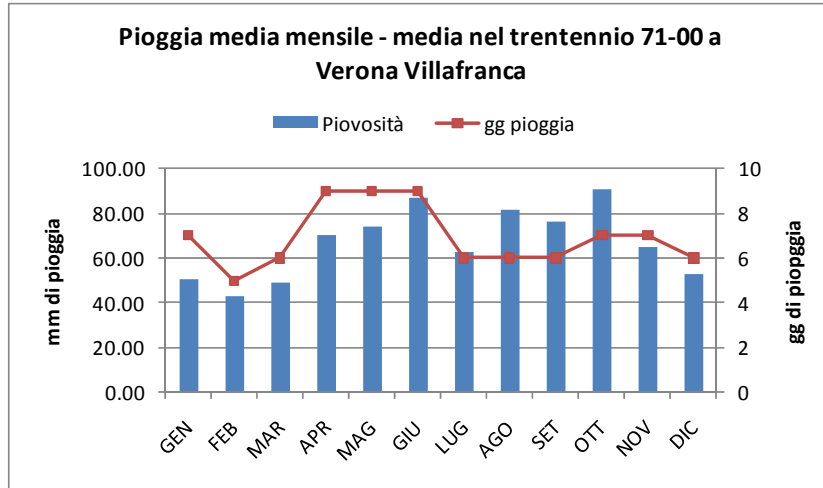


FIGURA 3.1.2.26: Stazione AM Verona Villafranca – andamento della precipitazione cumulata mensile dal 1971 al 2000.

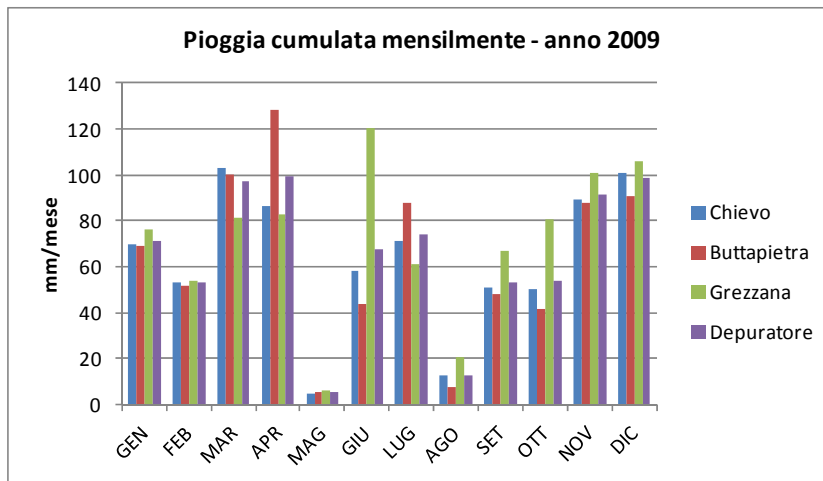


FIGURA 3.1.2.27: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – pioggia cumulata mensilmente nel 2009.

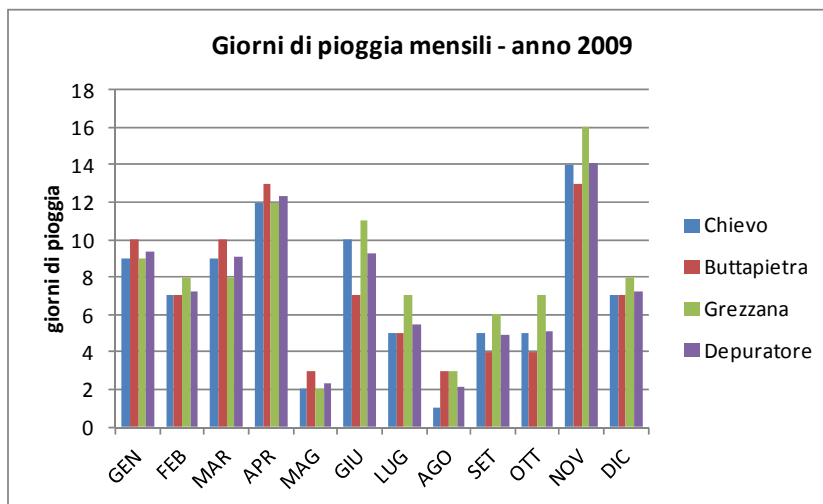


FIGURA 3.1.2.28: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – giorni di pioggia mensili nel 2009.

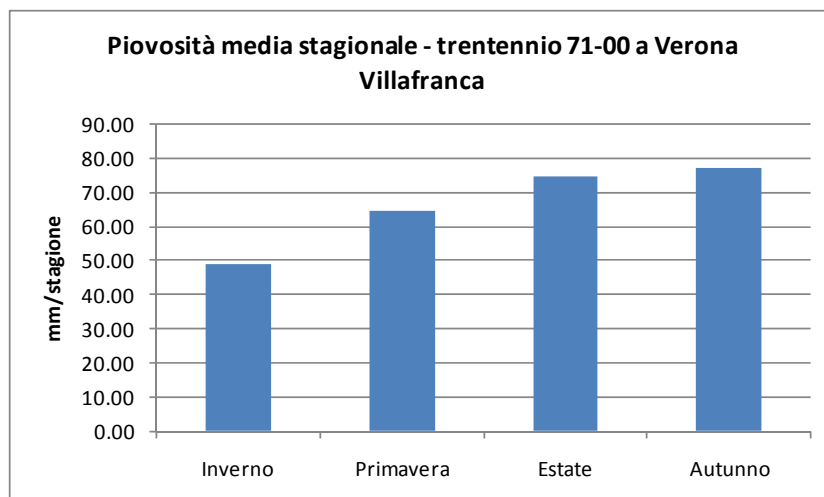


FIGURA 3.1.2.29: Stazione AM Verona Villafranca – andamento della precipitazione cumulata mensile dal 1971 al 2000.

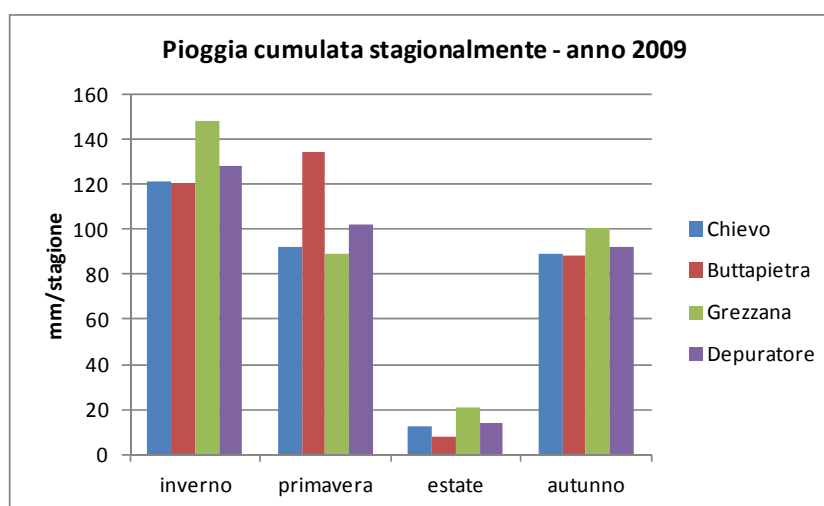


FIGURA 3.1.2.30: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – pioggia cumulata stagionalmente nel 2009.

Radiazione solare globale

La radiazione solare è l'energia radiante emessa dal Sole a partire dalle reazioni termonucleari di fusione che avvengono nel nucleo solare e producono radiazioni elettromagnetiche.

I flussi di radiazione di maggior interesse meteorologico sono:

- radiazione globale;
- radiazione diffusa;
- radiazione diretta;
- radiazione riflessa;
- radiazione netta.

La *radiazione globale* viene definita come la somma della radiazione misurata a terra su un piano orizzontale proveniente direttamente dal Sole e quella diffusa dal cielo (atmosfera). I rapporti tra le due componenti sono in relazione alle condizioni atmosferiche. La radiazione globale deve essere sempre inferiore a quella massima teorica calcolata al di fuori dell'atmosfera ma può essere, al limite, uguale ai valori massimi teorici calcolati tenendo conto dell'atmosfera.

La *radiazione diffusa* è la componente, misurata su un piano orizzontale, della radiazione solare che arriva a terra non direttamente dal Sole ma per effetto dell'atmosfera (gas, nubi, ecc.).

La *radiazione diretta* è la radiazione proveniente solo direttamente dal Sole.

La *radiazione riflessa* è la radiazione solare riflessa da una superficie entro la banda 0,3 - 3 mm. Il rapporto tra la radiazione riflessa e la radiazione globale dà l'albedo.

La *radiazione netta* è la differenza tra la radiazione proveniente dal cielo e quella in arrivo dalla superficie in esame nella banda 0,3 - 60 mm.

Le figure successive mostrano dati relativi alle stazioni ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra per l'anno 2009.

Il differenziale tra le stazioni è minimo: la radiazione solare è pressoché identica tra le stazioni considerate.

È evidente che i valori più elevati si riscontrano nei periodi estivi e nei territori posti più a sud.

I mesi con i valori più alti sono luglio ed agosto.

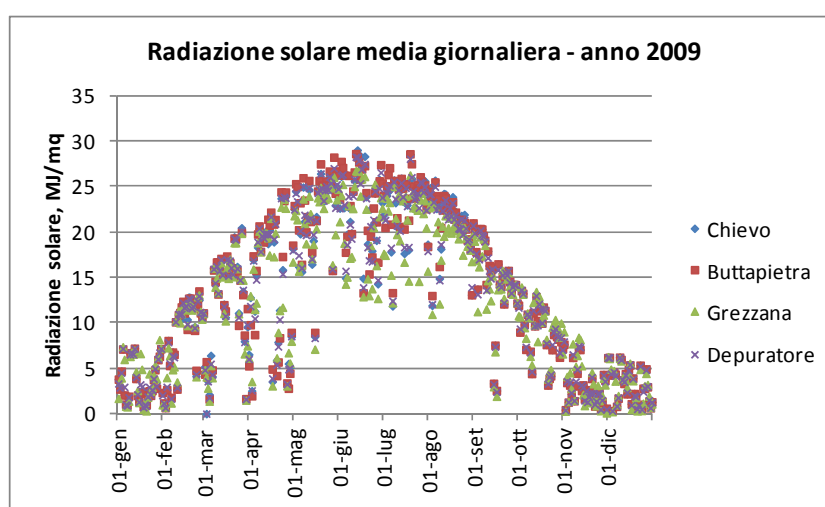


FIGURA 3.1.2.31: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – radiazione solare, media giornaliera, nel 2009.

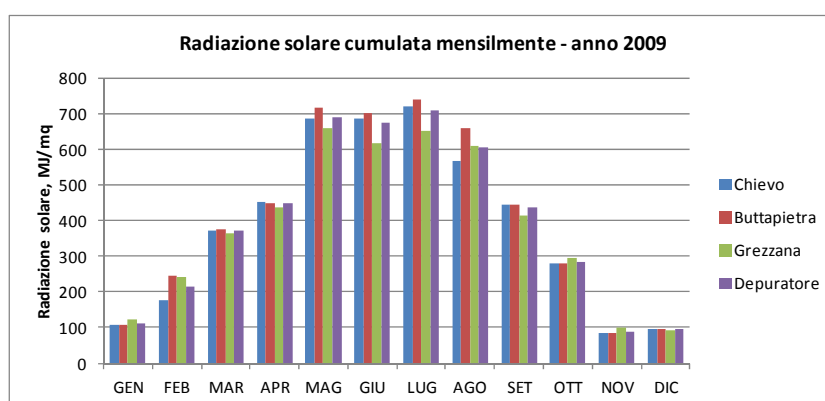


FIGURA 3.1.2.32: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – radiazione solare, cumulo mensile, nel 2009.

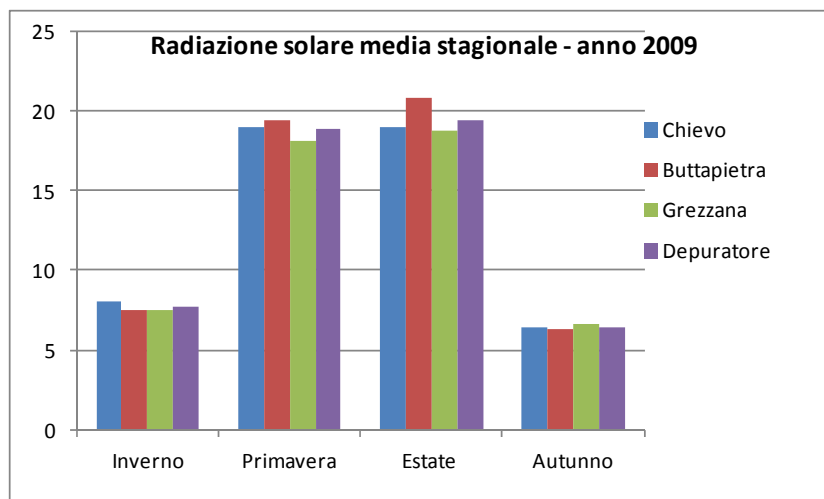


FIGURA 3.1.2.33: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – radiazione solare, media giornaliera, nel 2009.

Vento e anemologia

Il vento è l'esito di moti convettivi ed advettivi di masse d'aria.

Il vento è un fenomeno naturale che consiste nel movimento ordinato, quasi orizzontale, di masse d'aria dovuto alla differenza di pressione tra due punti dell'atmosfera. Per questo motivo, solitamente, la componente orizzontale del vettore intensità del vento è un ordine di grandezza (o più) maggiore rispetto alla componente verticale.

In presenza di due punti con differente pressione atmosferica si origina una forza detta forza del gradiente di pressione o forza di gradiente che agisce premendo sulla massa d'aria per tentare di ristabilire l'equilibrio. Il flusso d'aria non corre in maniera diretta da un punto all'altro, cioè con stessa direzione della forza di gradiente, ma subisce una deviazione dovuta alla forza di Coriolis che tende a spostarlo verso destra nell'emisfero settentrionale e verso sinistra nell'emisfero meridionale. A causa di questo effetto il vento soffia parallelamente alle isobare. In questo caso si parla di vento geostrofico. Tuttavia alle basse quote (meno di 600 m) è necessario tenere anche conto delle variabili micro meteorologiche come ad esempio l'azione dell'attrito con la superficie terrestre; tale azione è infatti in grado di modificare la direzione del vento di circa 10° sul mare e 15-30° sulla terra rispetto a quella del vento geostrofico, rendendo il percorso dall'alta pressione alla bassa pressione più diretto. La velocità del vento, o meglio la sua intensità, dipende dal gradiente barico, cioè dalla distanza delle isobare.

In via del tutto generale l'intensità del vento aumenta con l'aumentare della quota sul livello del suolo.

Le figure successive mostrano dati alle stazioni ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra per l'anno 2009.

Il filo conduttore tra le stazioni di riferimento considerate è quello di mostrare valori di intensità del vento medio-bassi. Il 75% dei dati orari è, in generale, inferiore a 2,4 m/s, mentre la media annuale non supera il valore di 2 m/s.

Lo scostamento maggiore si registra tra le stazioni poste più a sud e quelle più a nord: le prime sono influenzate dalle condizioni orografiche e micro meteorologiche di un clima di pianura, le seconde sono condizionate da venti di valle e di pendio tipici delle zone poste più a settentrione,

Le classi di frequenza della velocità del vento più numerose sono quelle con la velocità compresa tra 0 (ovvero situazione di calma di vento) e 1 m/s.

Per quanto riguarda l'andamento giornaliero, si notano picchi di intensità del vento nelle ore centrali della giornata.

TABELLA 3.1.2.1: Indicatori statistici relativi all'intensità del vento, per le stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra. Tutto è espresso in m/s.

	media	DVST	moda	mediana	25 percentile	75 percentile
Chievo	0,85	0,89	0,10	0,50	0,20	1,30
Buttapietra	0,91	0,90	0,10	0,60	0,20	1,40
Grezzana	0,89	0,61	0,50	0,70	0,40	1,20
Depuratore	0,88	0,75	0,19	0,63	0,29	1,29

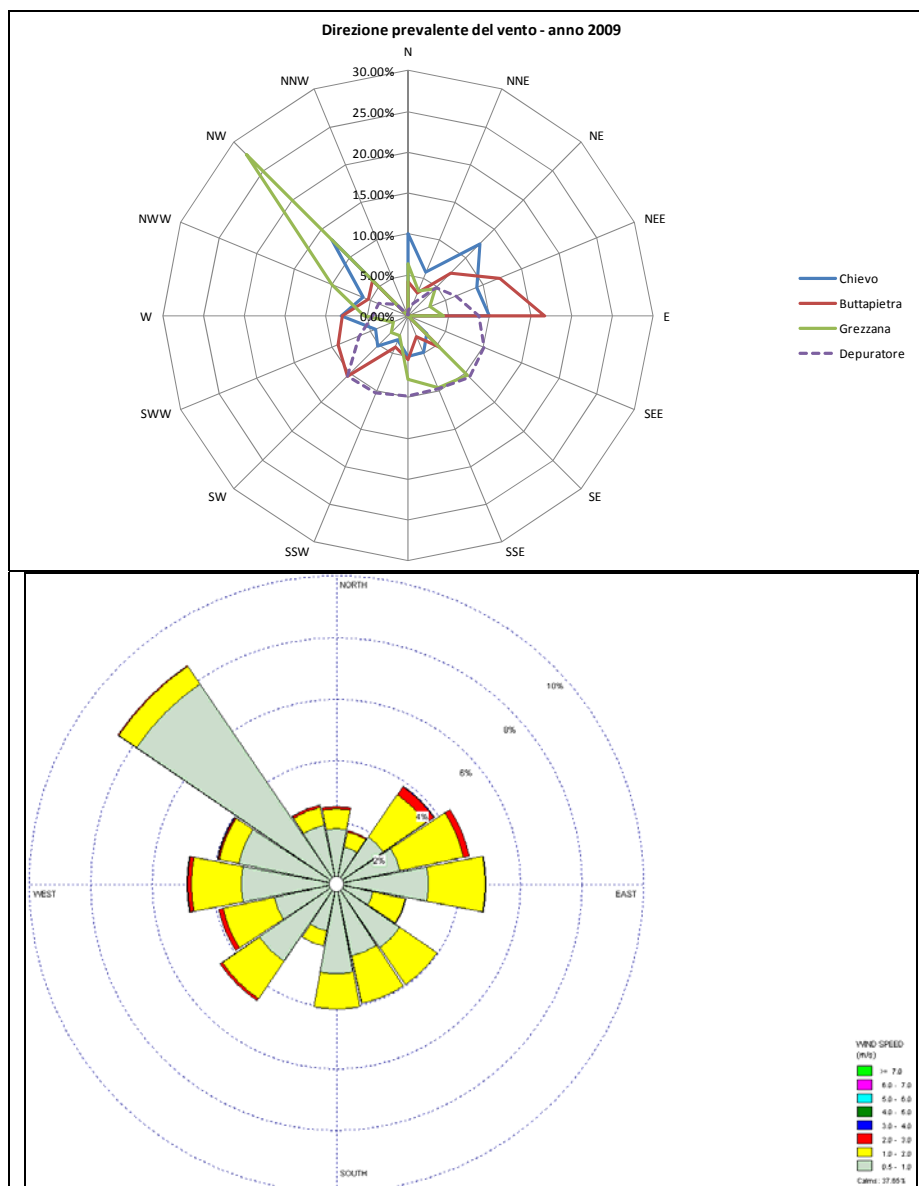


FIGURA 3.1.2.34: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – direzioni prevalenti e rosa dei venti per il depuratore nel 2009.

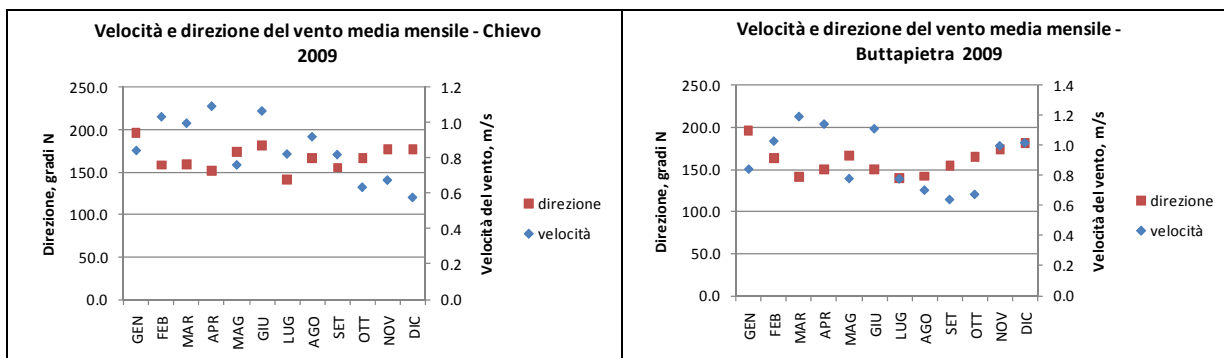


FIGURA 3.1.2.35: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – velocità e direzioni prevalenti del vento, medie mensili per l'anno 2009.



FIGURA 3.1.2.36: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – rose dei venti

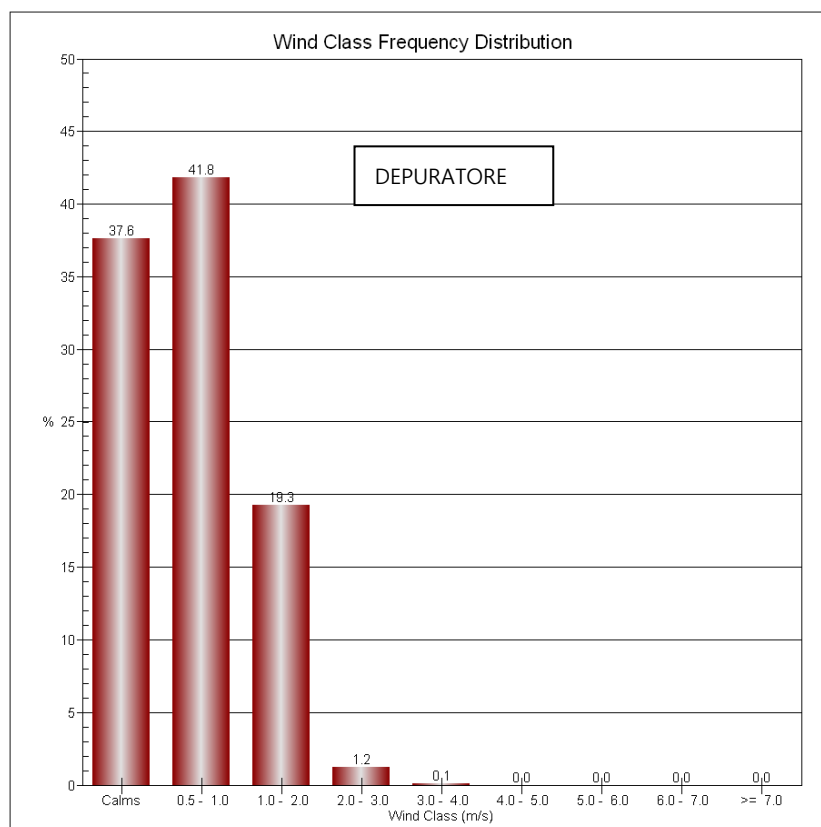
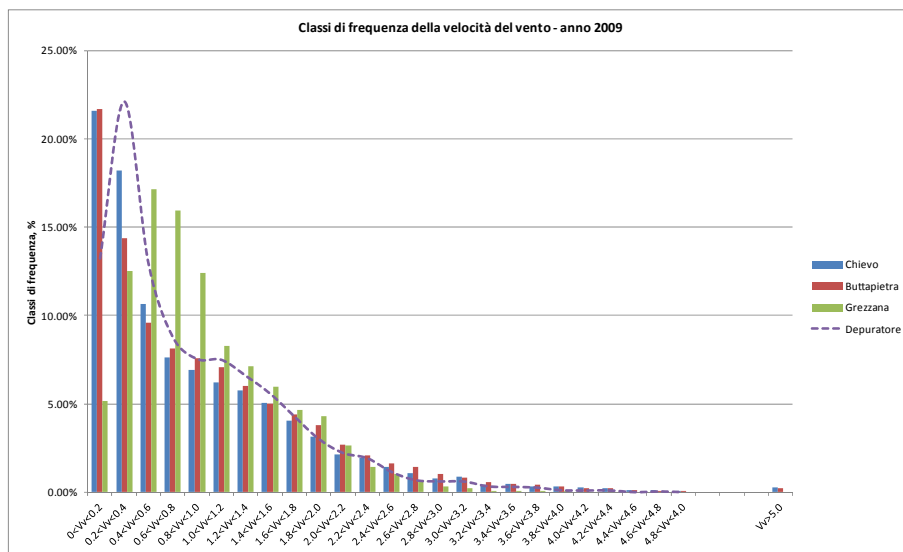


FIGURA 3.1.2.37: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – classi di frequenza della velocità del vento per l'anno 2009.

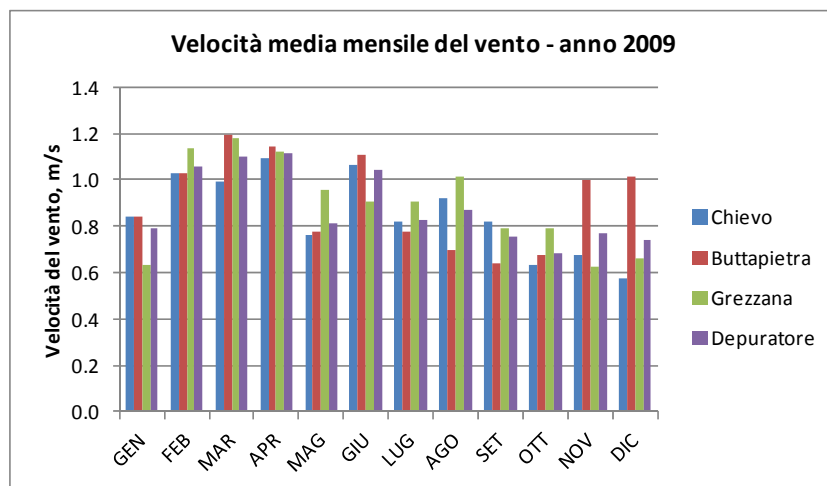


FIGURA 3.1.2.38: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – velocità media mensile del vento nel 2009.

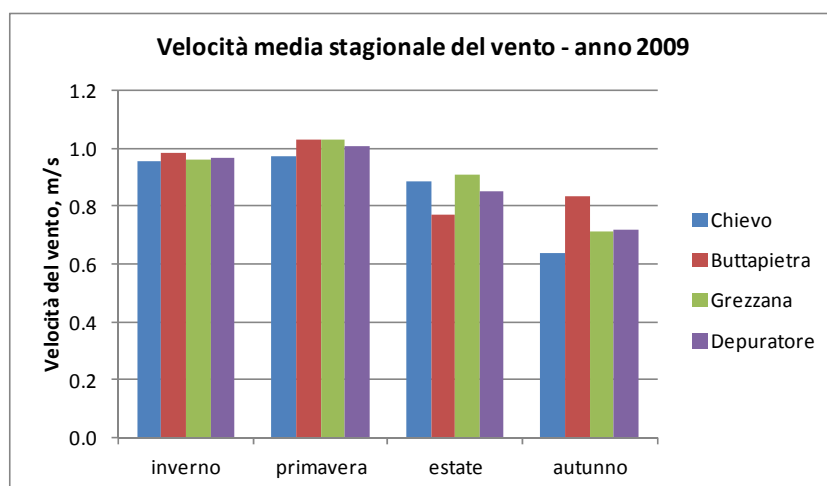


FIGURA 3.1.2.39: Stazioni meteo ARPAV di Grezzana, Chievo e Buttapietra – velocità media stagionale del vento nel 2009.

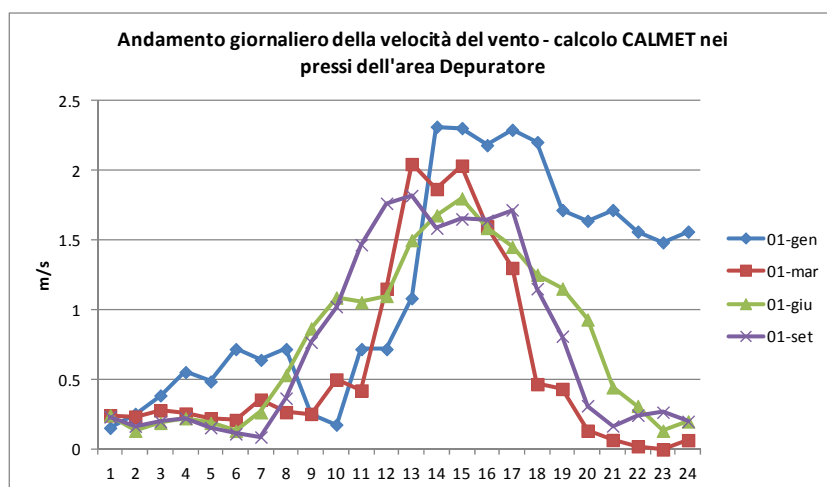


FIGURA 3.1.2.40: Anno 2009. Calcolo con CALMET, nei pressi dell'area dell'impianto, dell'andamento giornaliero della velocità del vento.

Il processore meteorologico CALMET è in grado di fornire il campo di vento tridimensionale dell'area di studio; ovvero si è in grado di elaborare, sul piano xy , il campo vettoriale rappresentante l'intensità e la direzione del vento, partendo dai dati misurati nelle stazioni meteo di riferimento.

Nelle figure successive è mostrato, a titolo di esempio, il campo di vento elaborato da CALMET (ad una altezza di 10 m s.l.s.) il 26 aprile 2009.

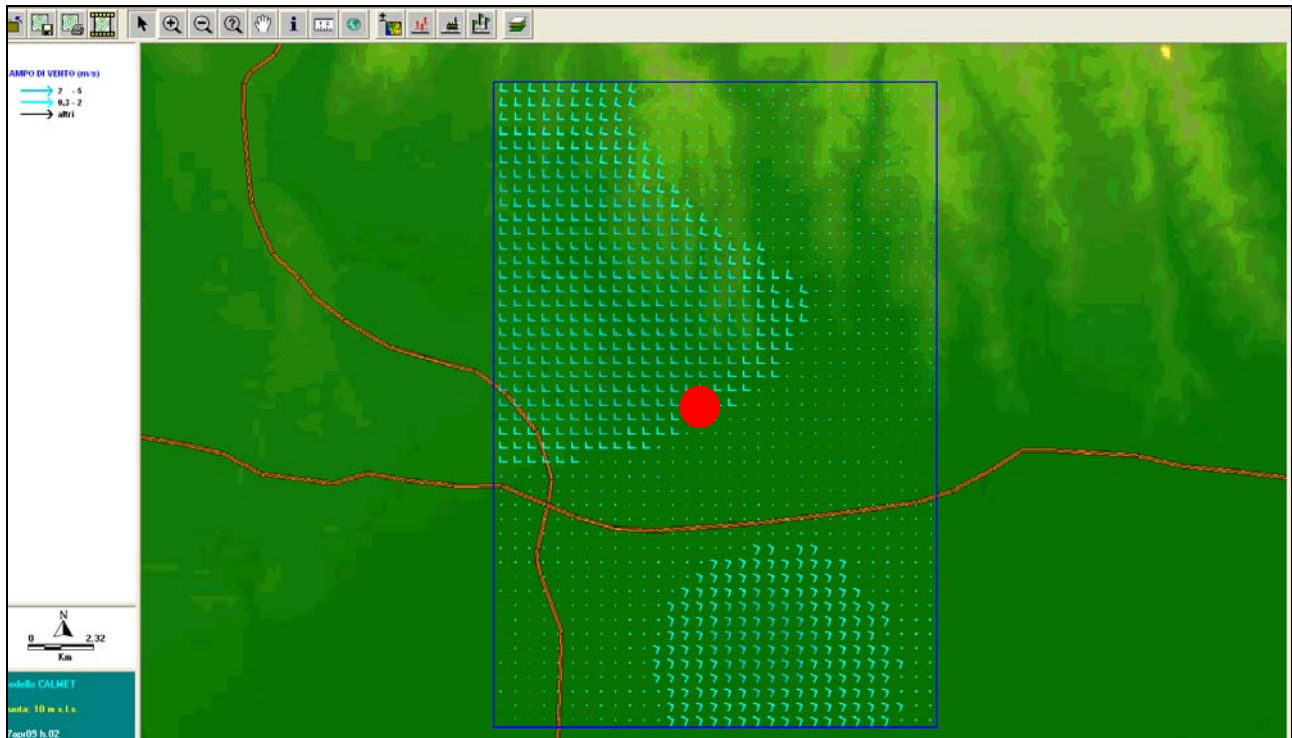


FIGURA 3.1.2.41: Calcolo con CALMET, del campo vettoriale di vento generatosi nell'area di studio. Giorno 26 aprile 2009, ore 2 del mattino.

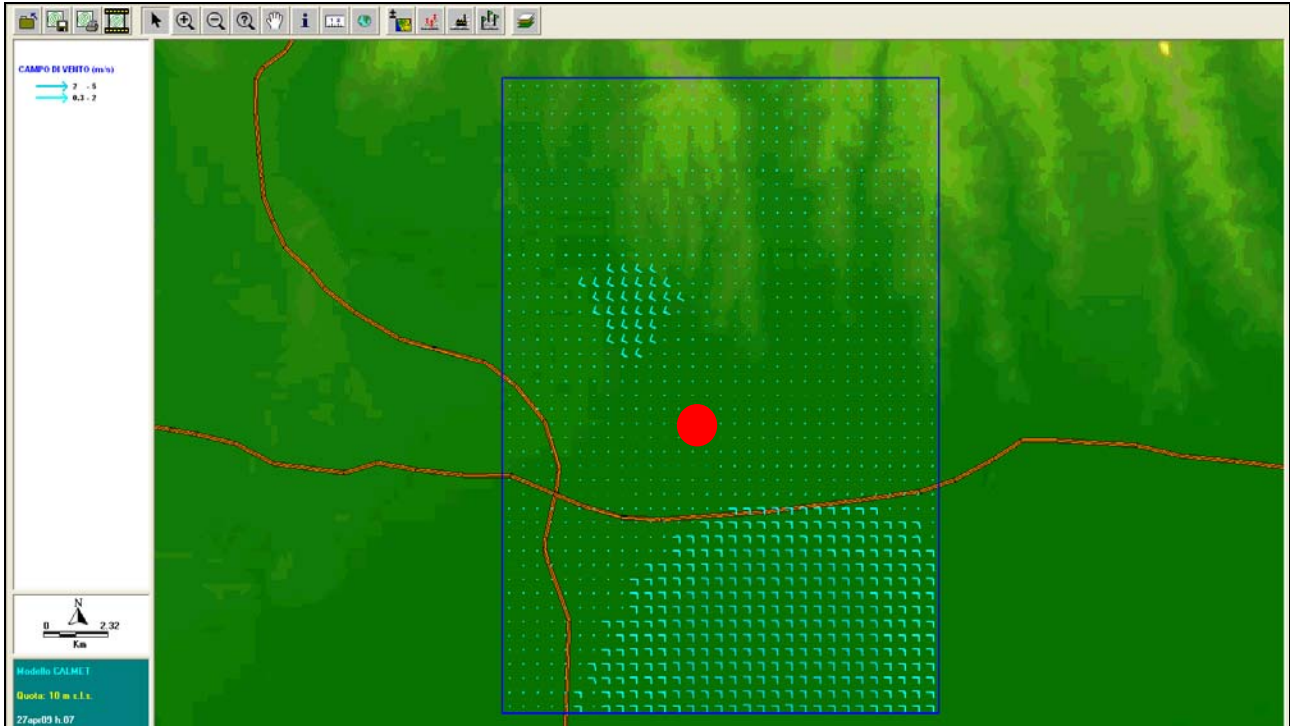


FIGURA 3.1.2.42: Calcolo con CALMET, del campo vettoriale di vento generatosi nell'area di studio. Giorno 26 aprile 2009, ore 7 del mattino.

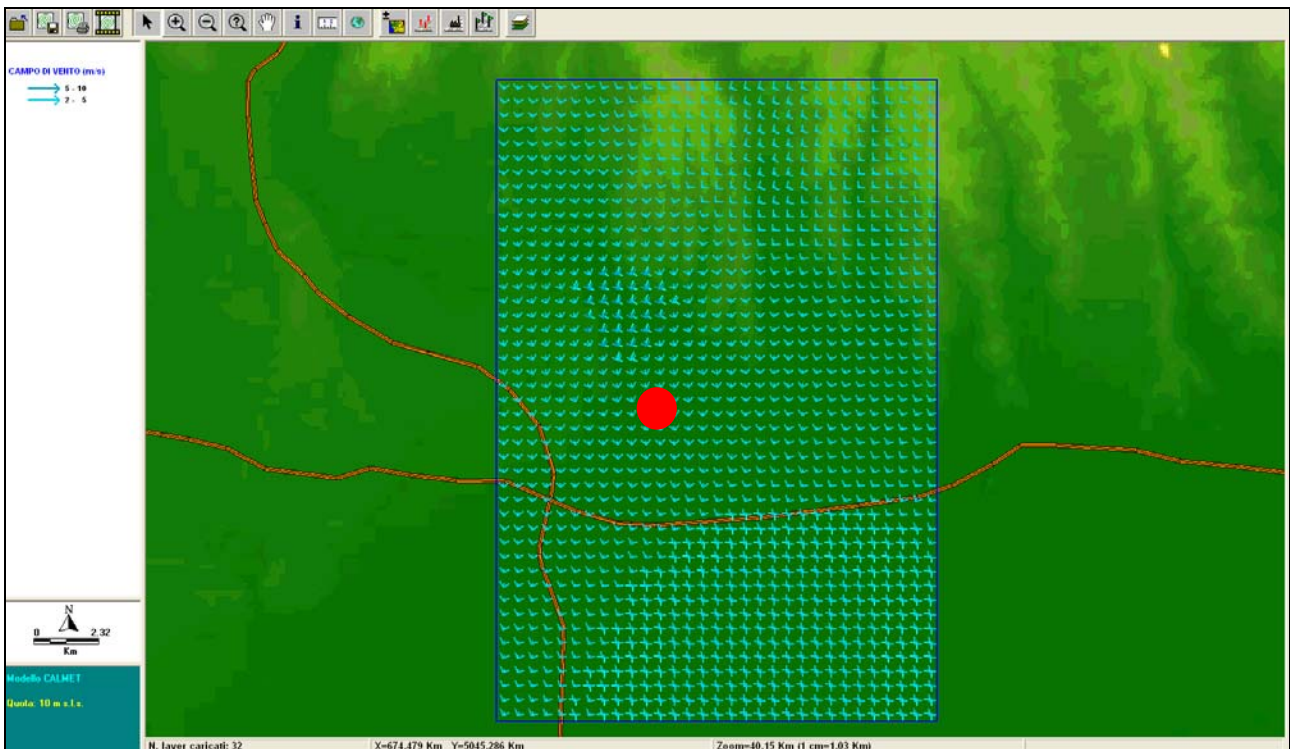


FIGURA 3.1.2.43: Calcolo con CALMET, del campo vettoriale di vento generatosi nell'area di studio. Giorno 26 aprile 2009, ore 2 del pomeriggio.

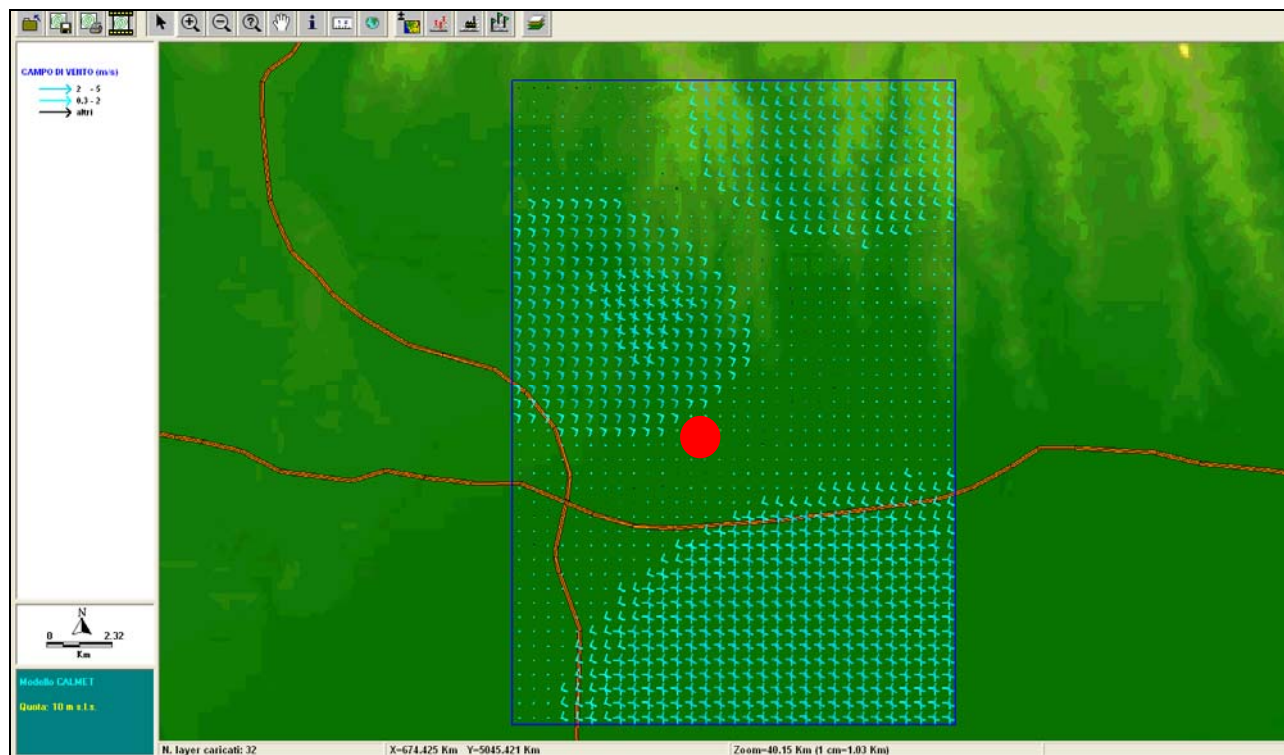


FIGURA 3.1.2.44: Calcolo con CALMET, del campo vettoriale di vento generatosi nell'area di studio. Giorno 26 aprile 2009, ore 4 del pomeriggio.

Altezza dello strato limite o di rimescolamento

La capacità dispersiva dell'atmosfera è influenzata soprattutto dall'altezza del cosiddetto strato limite. Lo strato limite o di rimescolamento è la porzione dell'atmosfera in cui il gradiente di temperatura potenziale è all'incirca nullo, e dove si instaura una circolazione ad area limitata di grandi strutture coerenti che lo rimescolano costantemente e completamente, consentendo tra l'altro la dispersione degli inquinanti ed il trasporto in quota del vapor d'acqua per la formazione delle nuvole.

Beyrich nel 1997 così definiva l'altezza di rimescolamento: "... è l'altezza di quello strato di atmosfera adiacente al suolo in cui gli inquinanti o ogni altro costituente emesso nel suo interno o inglobato per entrainment diviene ben rimescolato o per convezione o per turbolenza meccanica con un tempo di scala dell'ordine dell'ora."

Visto questo, ecco perché diventa fondamentale determinare con una certa precisione l'altezza dello strato di rimescolamento, visto che, a fini modellistici, rappresenta il "volume di controllo" entro cui avvengono la totalità dei fenomeni dispersivi.

L'altezza dello strato limite è influenzata dalla turbolenza meccanica e convettiva. Non potendo essere misurata direttamente, viene stimata al variare di alcuni parametri fondamentali: dalla latitudine, dalla velocità del vento, dalla radiazione solare, dalla rugosità del suolo e dal flusso turbolento di calore al suolo.

Nella figura successiva è mostrato il risultato del calcolo effettuato con CALMET, nell'area dell'impianto, dell'andamento giornaliero dell'altezza di rimescolamento al variare del periodo considerato.

Si nota che, in via generale, l'altezza dello strato limite è minima nelle ore notturne, ovvero quando la radiazione solare è nulla; nei periodi più freddi (gennaio e marzo) l'altezza di rimescolamento presenta valori più bassi: è il motivo principale per cui in inverno ci sono i problemi principali di inquinamento urbano, essendo il volume d'aria, in cui avvengono i fenomeni di diffusione e trasporto degli inquinanti, minore rispetto ad altri periodi dell'anno.

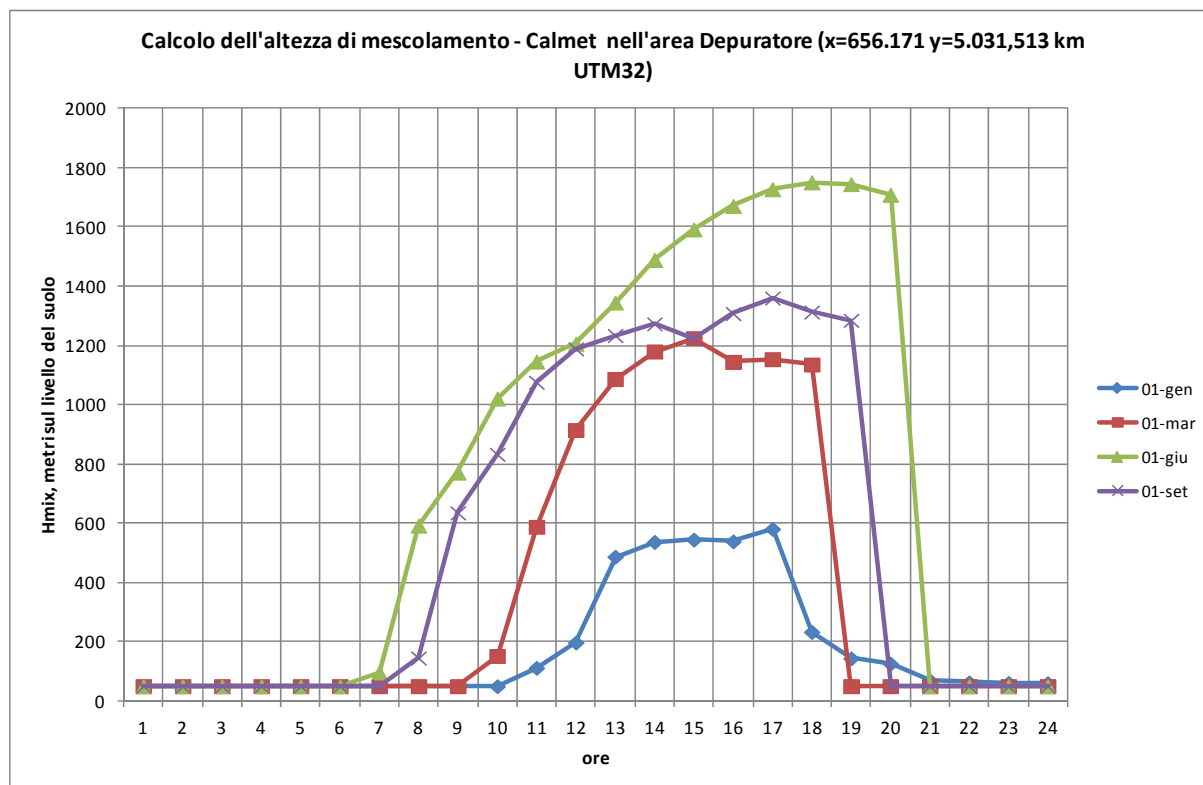


FIGURA 3.1.2.45: Anno 2009. Calcolo con CALMET, nei pressi dell'impianto, dell'andamento giornaliero dell'altezza dello strato limite.

Profili verticali

Come già ribadito diverse volte nel presente capitolo, il processore meteorologico CALMET è in grado di ricostruire matematicamente il campo tridimensionale delle principali variabili meteorologiche. Infatti la variabilità di tali parametri non è solamente nel piano xy , ma anche (e, spesso, soprattutto) al variare della quota sul livello del suolo.

Nelle figure successive sono mostrati, a titolo di esempio, i profili verticali di temperatura dell'aria, intensità e direzione del vento elaborati da CALMET il 26 aprile 2009, nei pressi dell'area dell'impianto

In via generale, si nota come il valore della temperatura, nelle ore notturne, aumenti fino alla quota di circa 200 m s.l.s., per poi subire una netta inversione all'aumentare della quota. L'intensità del vento, invece, cresce (più o meno rapidamente) esponenzialmente all'aumentare della quota sul livello del suolo.

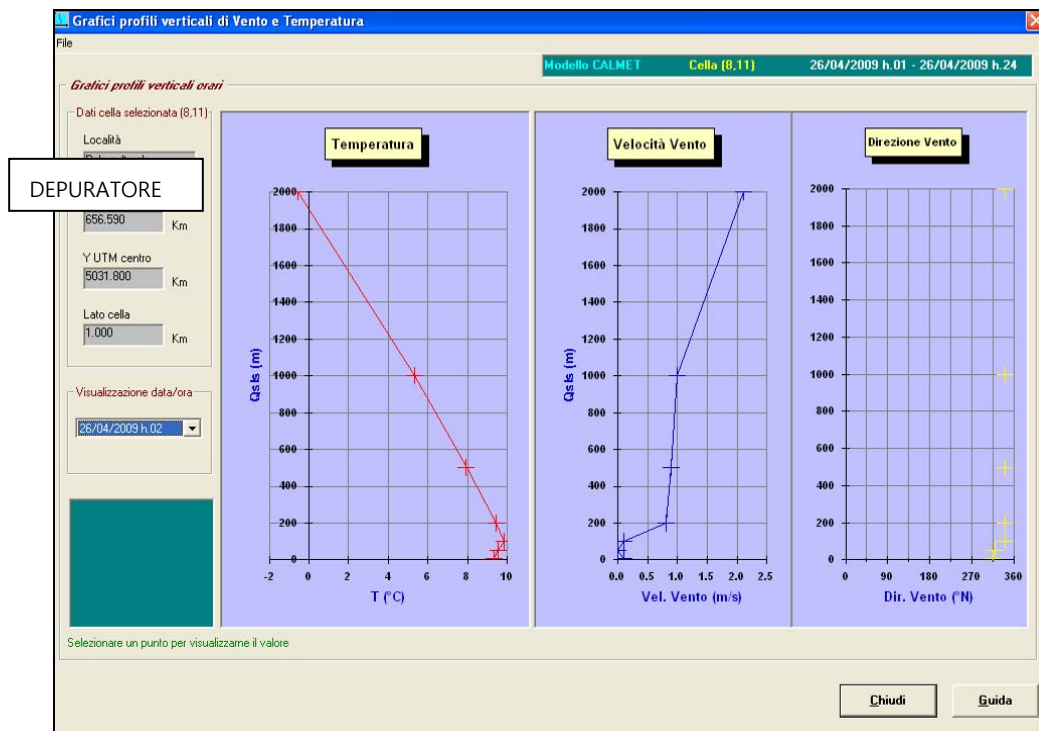


FIGURA 3.1.2.46: Calcolo con CALMET, dei profili verticali di temperatura, intensità e direzione del vento. Giorno 26 aprile 2009, ore 2 del mattino.

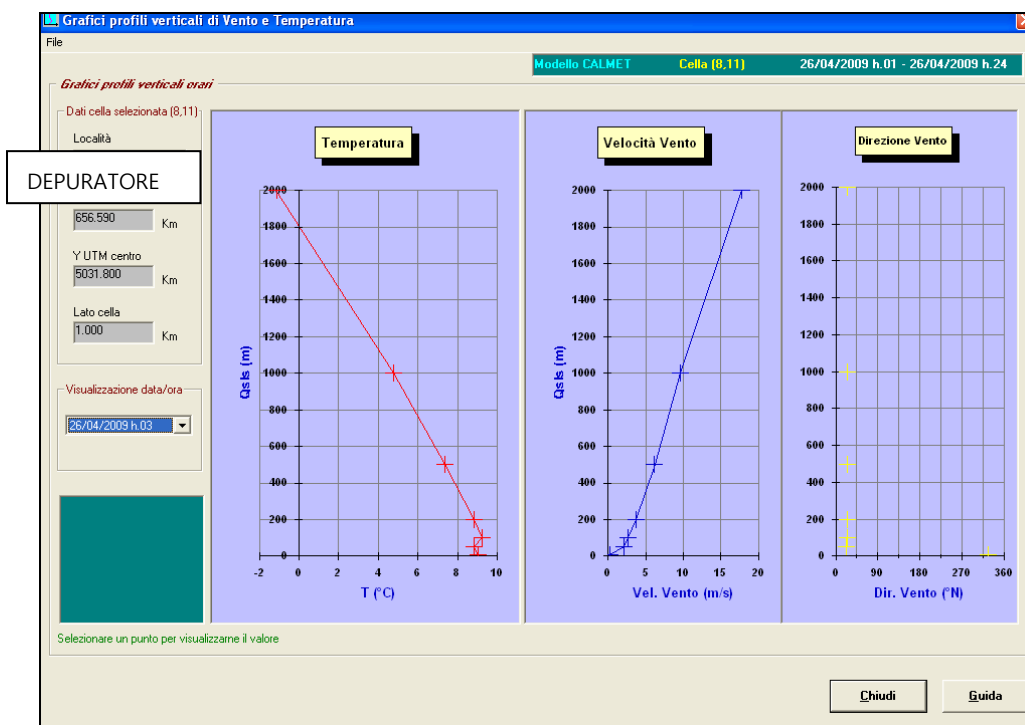


FIGURA 3.1.2.47: Calcolo con CALMET, dei profili verticali di temperatura, intensità e direzione del vento. Giorno 26 aprile 2009, ore 3 del mattino.

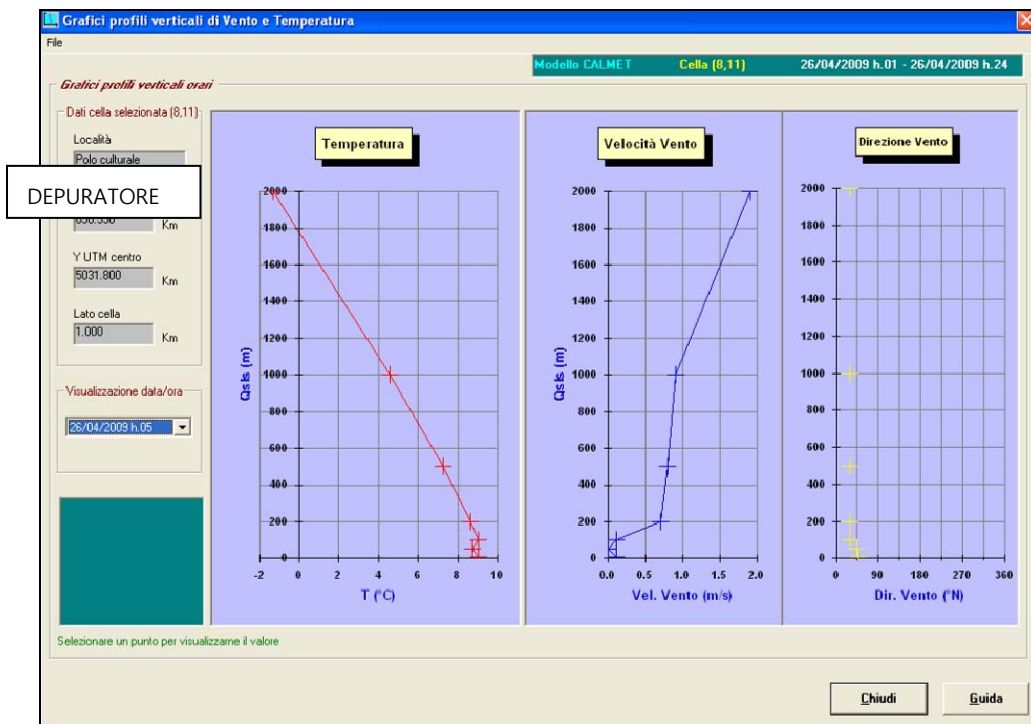


FIGURA 3.1.2.48: Calcolo con CALMET, dei profili verticali di temperatura, intensità e direzione del vento. Giorno 26 aprile 2009, ore 5 del mattino.

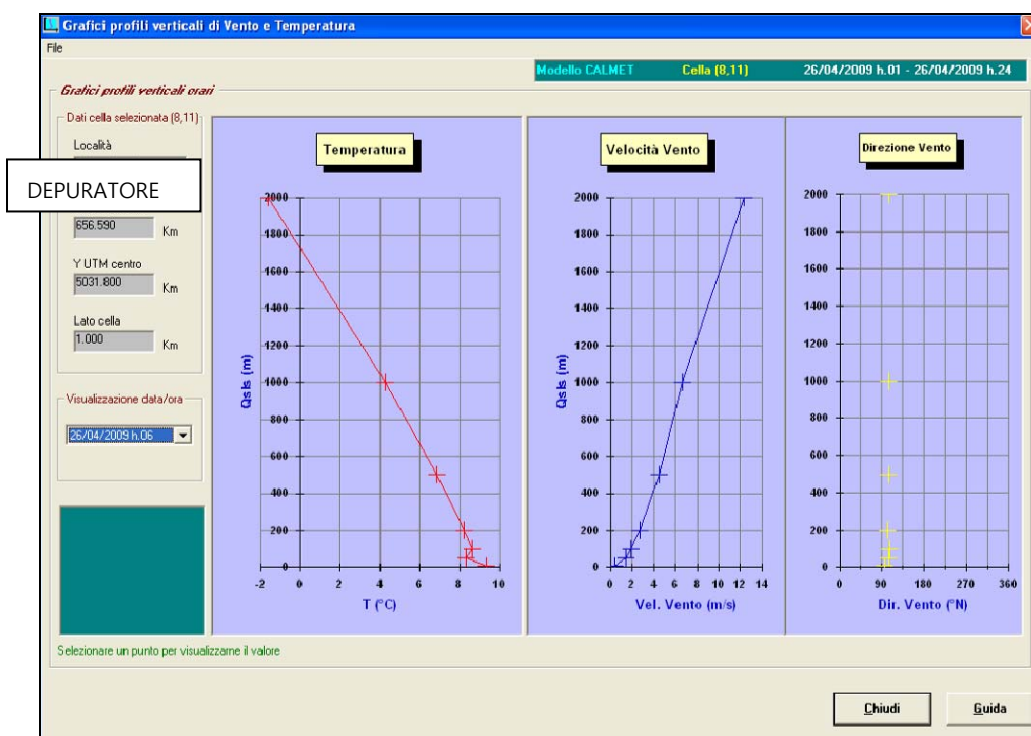


FIGURA 3.1.2.49: Calcolo con CALMET, dei profili verticali di temperatura, intensità e direzione del vento. Giorno 26 aprile 2009, ore 6 del mattino.

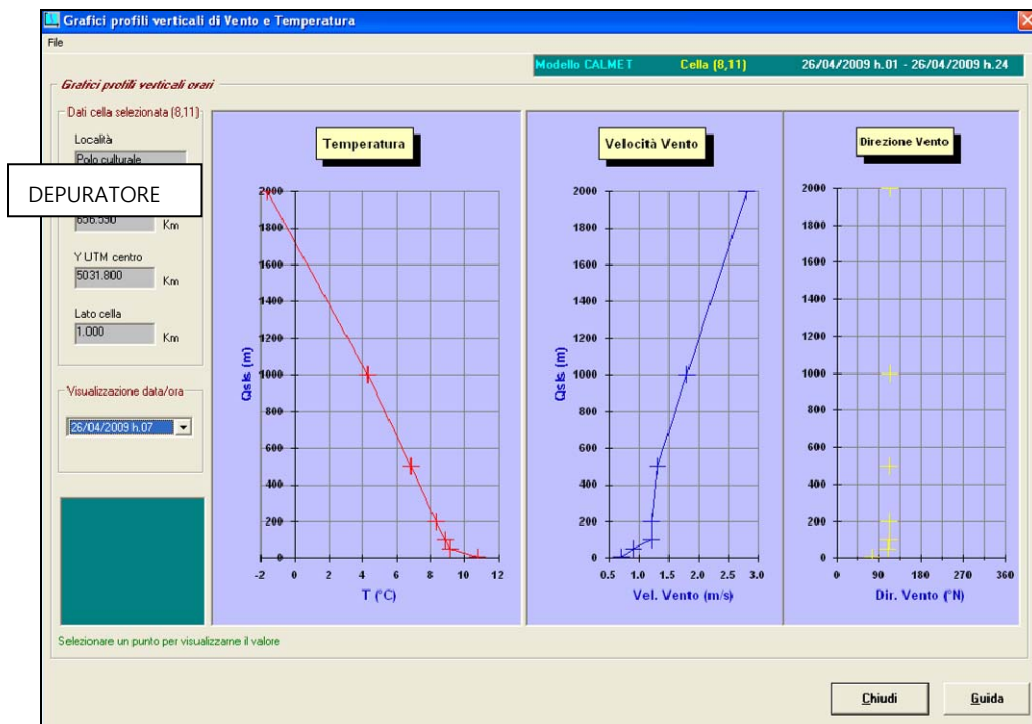


FIGURA 3.1.2.50: Calcolo con CALMET, dei profili verticali di temperatura, intensità e direzione del vento. Giorno 26 aprile 2009, ore 7 del mattino.

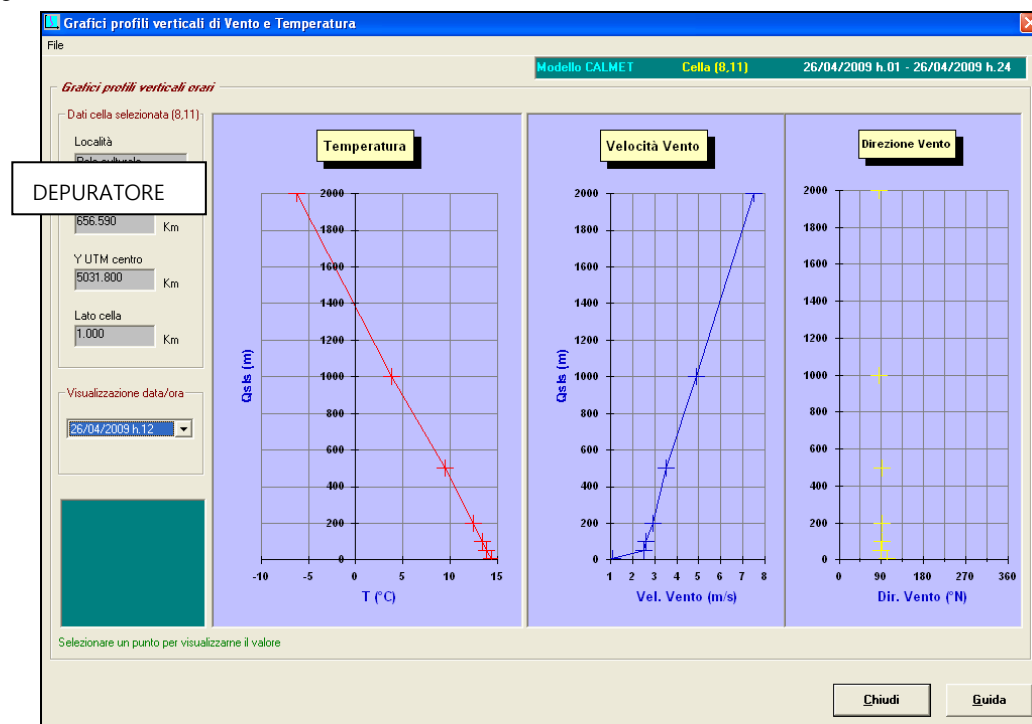


FIGURA 3.1.2.51: Calcolo con CALMET, dei profili verticali di temperatura, intensità e direzione del vento. Giorno 26 aprile 2009, ore 12.

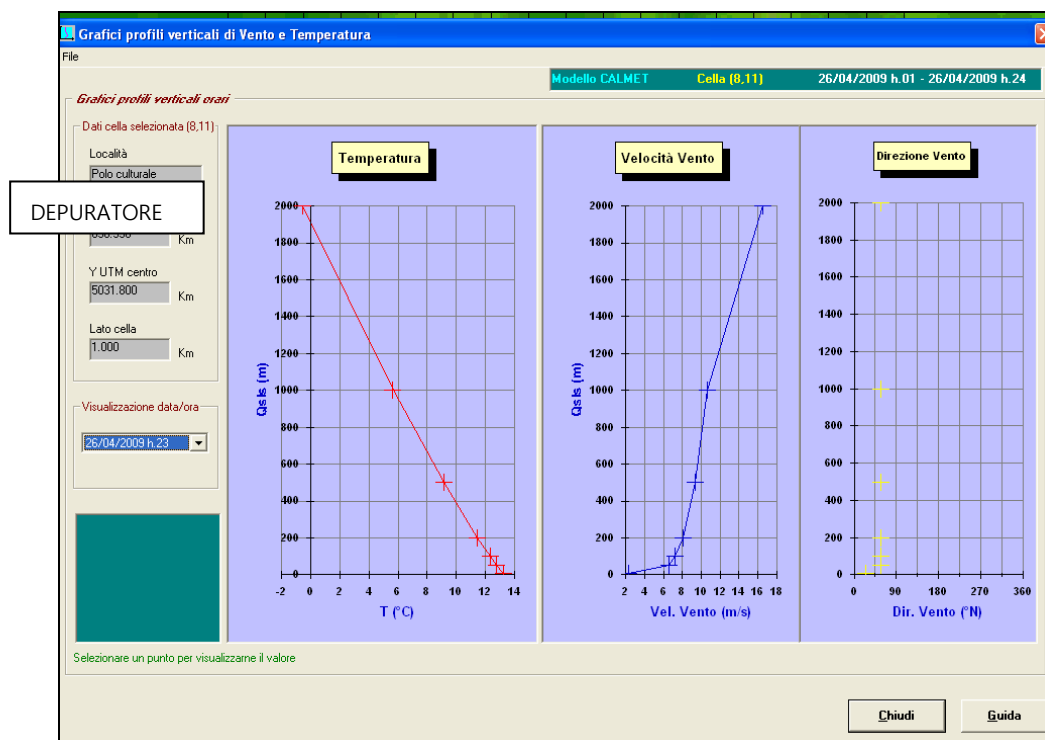


FIGURA 3.1.2.52: Calcolo con CALMET, dei profili verticali di temperatura, intensità e direzione del vento. Giorno 26 aprile 2009, ore 23.

3.1.3. CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELL'AREA

Per quanto riguarda la qualità dell'aria ci si è soffermati ad analizzare alcuni componenti presenti in atmosfera, responsabili dell'inquinamento della qualità dell'aria a seguito di attività antropiche.

Per effettuare analisi approfondite si sono esaminati i dati relativi alla stazione ARPAV di Verona Cason: essa è una stazione di cosiddetto "background rurale", ovvero una stazione nelle cui vicinanze non sono presenti sorgenti emissive particolari, per cui ben rappresenta il valore di "fondo" dell'inquinamento nella Provincia di Verona. I dati disponibili sono quelli dal 2004 al 2009. Tali valori sono stati confrontati con i dati registrati (sempre da ARPAV) nella centralina di Verona-San Giacomo, posta nelle vicinanze del sito ma nei pressi di un'arteria ad elevato volume di traffico veicolare.

Polveri sottili

In figura seguente vi è un estratto dello Stato dell'Ambiente 2006 della Provincia di Verona. Esso mostra le aree a concentrazione omogenea di PM10 e si vede che l'ubicazione dell'impianto in oggetto ricade nell'area definita a concentrazione alta di PM10.

Le figure successive mostrano le quantità annuali emesse in atmosfera, divise per tipologia (da traffico veicolare o da attività industriale). Si vede che l'ubicazione dell'impianto è in una zona sollecitata per quanto riguarda le emissioni da traffico veicolare, meno per quel che riguarda il contributo dato dalle attività industriali.

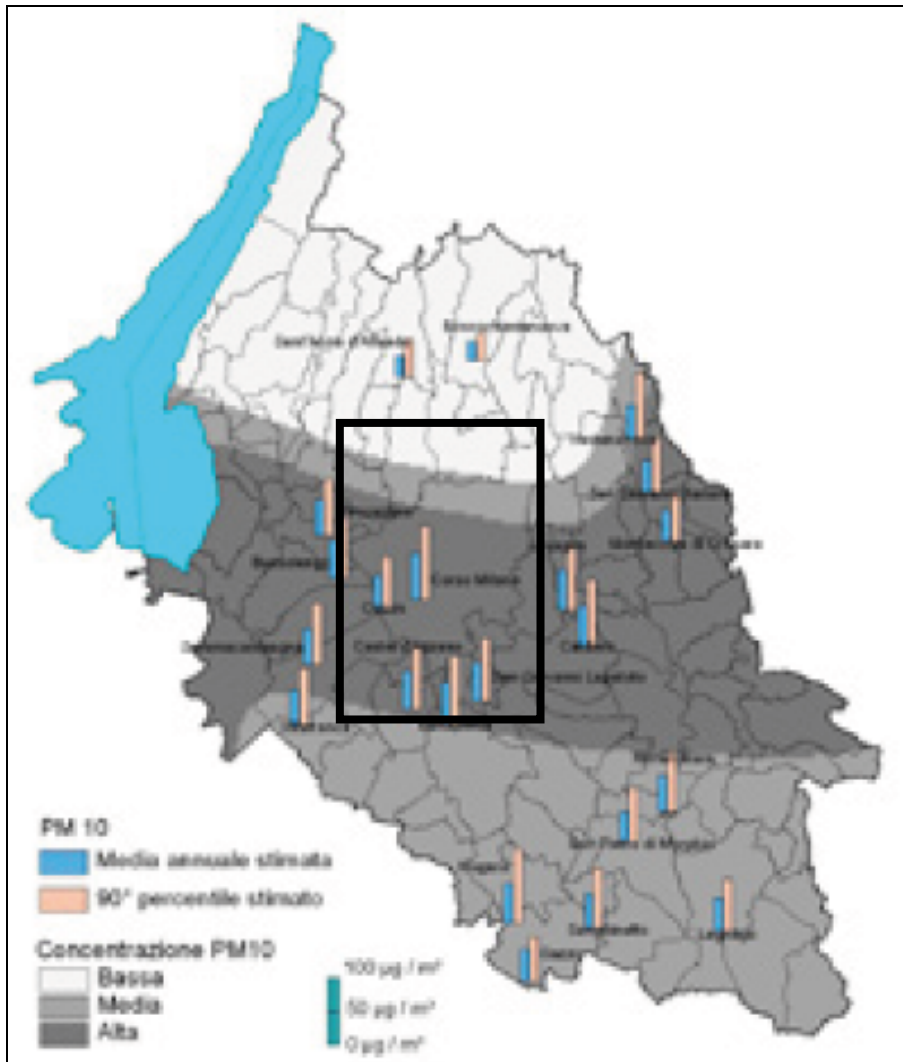


FIGURA 3.1.3.1: Aree a concentrazione omogenea di PM10 nella Provincia di Verona, (ARPAV – Provincia di Verona 2006, Rapporto Stato dell'ambiente). Nel riquadro, l'ubicazione dell'area di studio per la caratterizzazione meteorologica

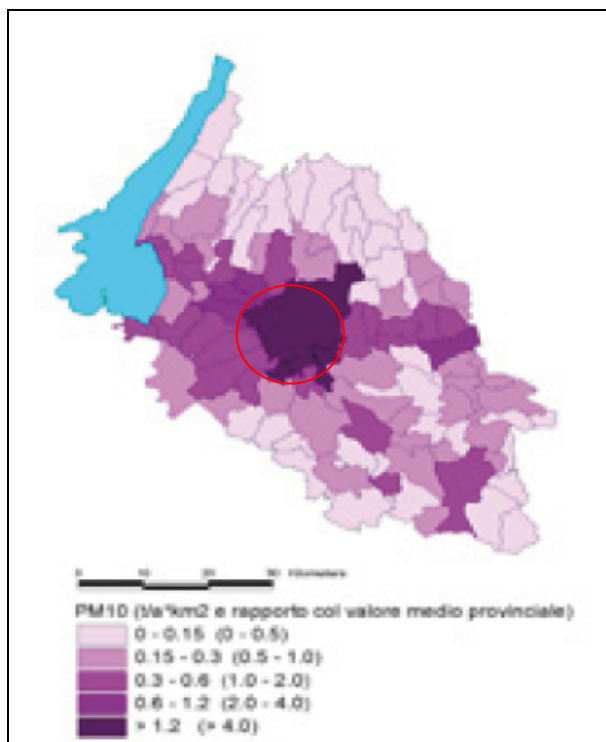


FIGURA 3.1.3.2: Emissione di polveri sottili dovuti al traffico veicolare, (ARPAV – Provincia di Verona 2006, Rapporto Stato dell'ambiente). Nel cerchio, l'ubicazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria nei dintorni dell'impianto

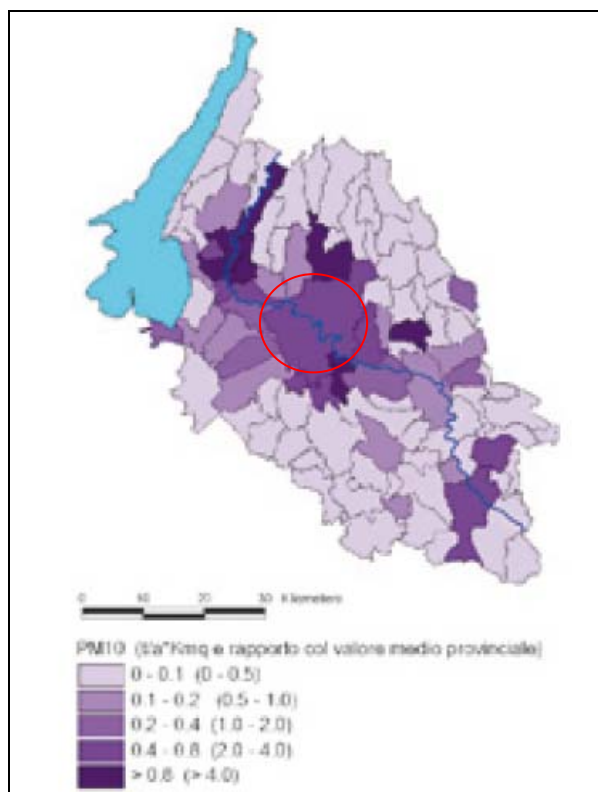


FIGURA 3.1.3.3: Emissione di polveri sottili dovuti all'attività industriale, (ARPAV – Provincia di Verona 2006, Rapporto Stato dell'ambiente). Nel cerchio, l'ubicazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria nei dintorni dell'impianto

Le figure successive mostrano le quantità i dati registrati alla stazione ARPAV di Verona Cason nel periodo che va dal 2004 al 2008.

Si nota come l'andamento stagionale sia molto netto: i periodi freddi (inverno ed autunno) non contribuiscono alla dispersione naturale degli inquinanti e quindi (unitamente al fatto che in tali periodi vi è la totalità dei riscaldamenti domestici ed industriali accesi) la media stagionale risulta molto alta.

La tendenza generale è di un abbassamento dei valori con l'aumentare degli anni, evento probabilmente dovuto al miglioramento delle combustioni (migliori tecnologie per le caldaie, rinnovo del parco auto, ecc...) e all'affinarsi di strategie di contenimento del problema.

Si passa da giorni totali di superamento della soglia giornaliera (50 $\mu\text{g}/\text{mc}$) pari a oltre 130 giorni nel 2005 e 2006 a circa 80 giorni/anno dal 2007 in poi.

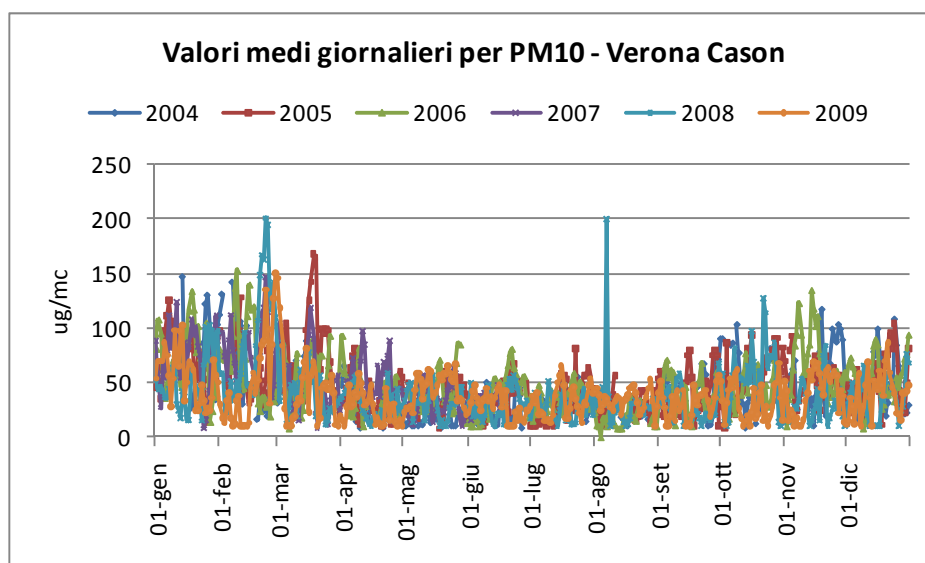


FIGURA 3.1.3.4: Andamento della concentrazione giornaliera di PM10 registrata dal 2004 al 2009 nella centralina ARPAV di Verona Cason

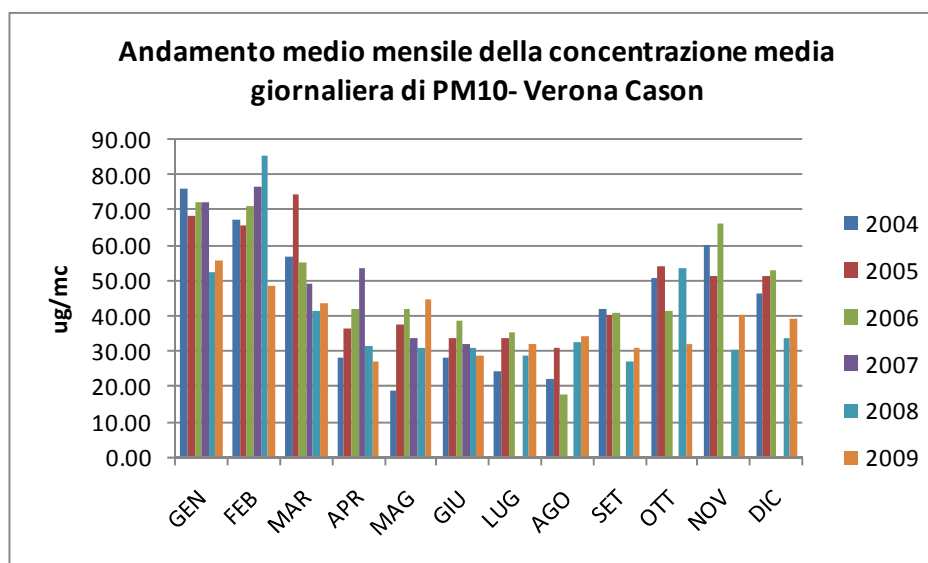


FIGURA 3.1.3.5: Media mensile dell'andamento della concentrazione giornaliera di PM10 registrata dal 2004 al 2009 nella centralina ARPAV di Verona Cason

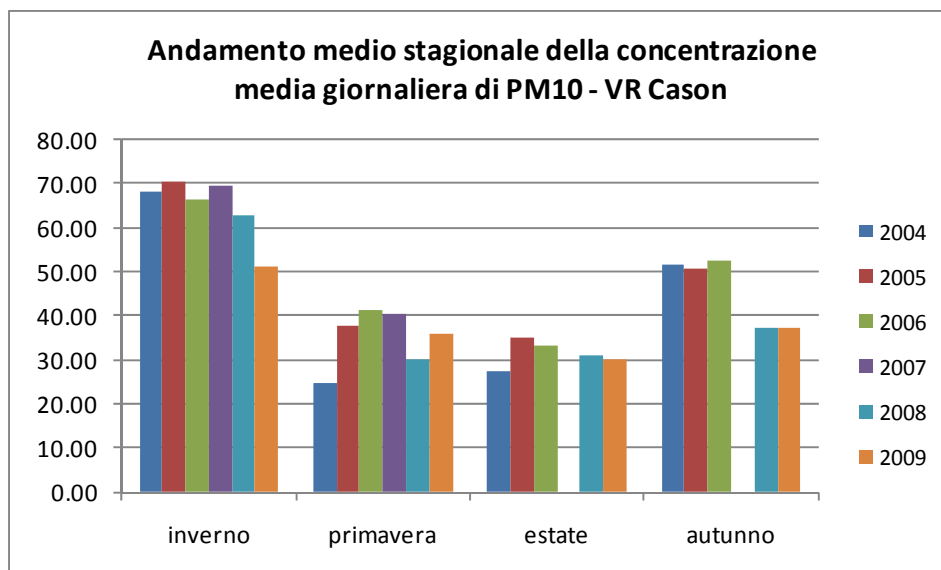


FIGURA 3.1.3.6: Media stagionale dell'andamento della concentrazione giornaliera di PM10 registrata dal 2004 al 2009 nella centralina ARPAV di Verona Cason

La figura successiva mostra la media stagionale delle polveri totali registrate a Verona San Giacomo. Si nota il "classico" andamento sinusoidale al variare delle stagioni; la tendenza generale, al contrario della stazione di background rurale, è di un progressivo innalzamento dei valori con il passare degli anni, dovuto ad un aumento cospicuo del traffico veicolare registratosi nella zona.

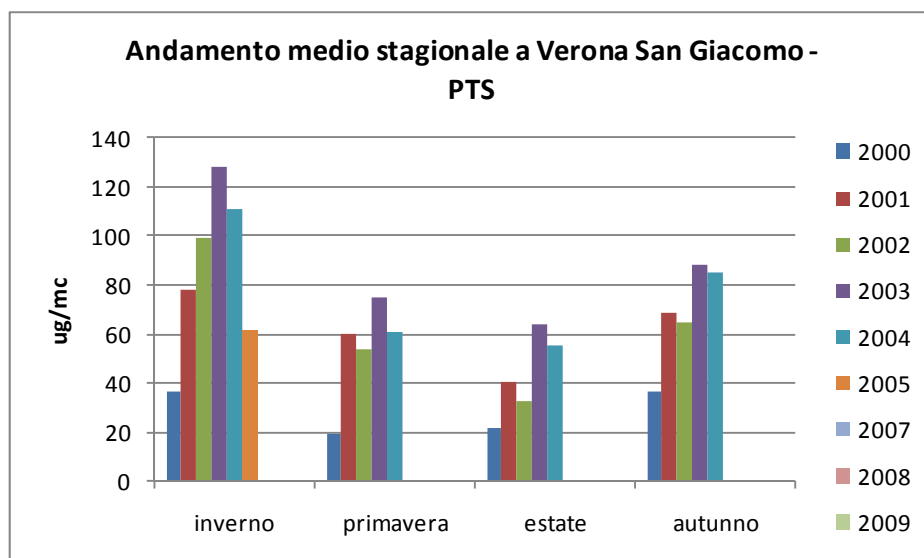


FIGURA 3.1.3.7: Media stagionale dell'andamento della concentrazione oraria di Polveri Totali registrata dal 2000 al 2009 nella centralina ARPAV di Verona San Giacomo.

Ossidi di azoto

Le figure successive mostrano le quantità annuali emesse in atmosfera, divise per tipologia (da traffico veicolare o da attività industriale). Si vede che l'ubicazione dell'area dell'impianto è in una zona sollecitata per quanto riguarda le emissioni da traffico veicolare, meno per quel che riguarda il contributo dato dalle attività industriali.

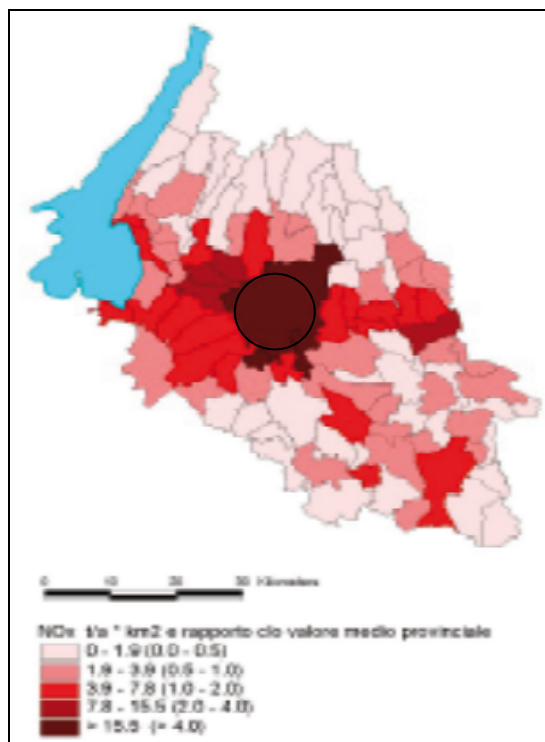


FIGURA 3.1.3.8: Emissione di ossidi di azoto dovuti al traffico veicolare, (ARPAV – Provincia di Verona 2006, Rapporto Stato dell'ambiente). Nel riquadro, l'ubicazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria nei dintorni dell'impianto

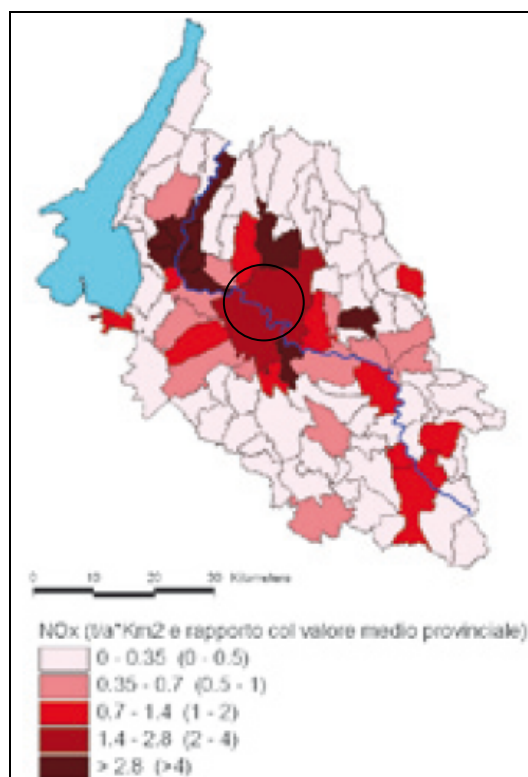


FIGURA 3.1.3.9: Emissione di ossidi di azoto dovuti all'attività industriale, (ARPAV – Provincia di Verona 2006, Rapporto Stato dell'ambiente). Nel riquadro, l'ubicazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria nei dintorni dell'impianto

Le figure successive mostrano le quantità i dati registrati alla stazione ARPAV di Verona Cason nel periodo che va dal 2004 al 2008.

Si nota come l'andamento stagionale sia molto netto: i periodi freddi (inverno ed autunno) non contribuiscono alla dispersione naturale degli inquinanti e quindi (unitamente al fatto che in tali periodi vi è la totalità dei riscaldamenti domestici ed industriali accesi) la media stagionale risulta molto alta.

La tendenza generale è di un innalzamento dei valori con l'aumentare degli anni, evento molto probabilmente dovuto all'aumento del traffico ed alla scarsa resa dei sistemi di abbattimento per questo tipo di inquinante.

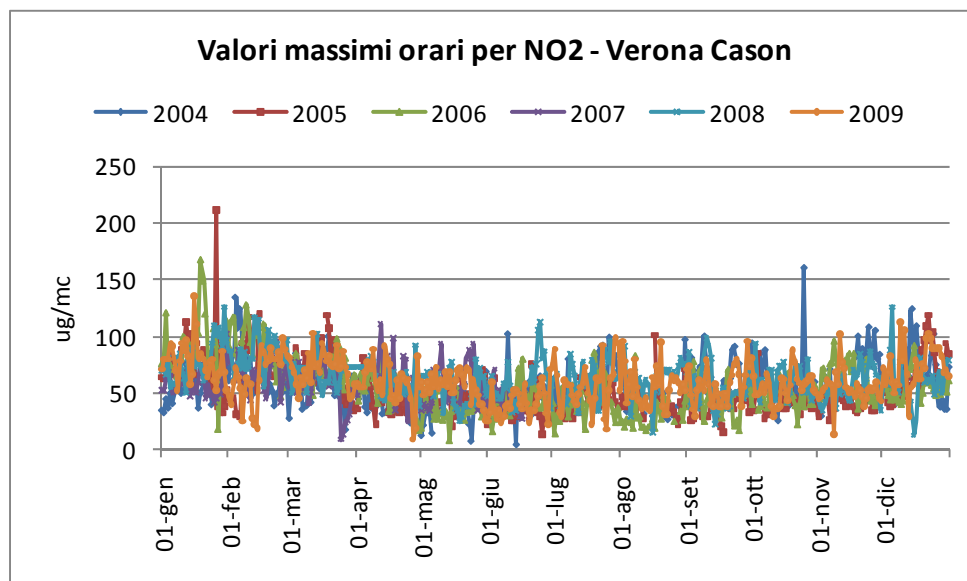


FIGURA 3.1.3.10: Andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il biossido di azoto. Il valore limite per la salute umana è 200 $\mu\text{g}/\text{mc}$

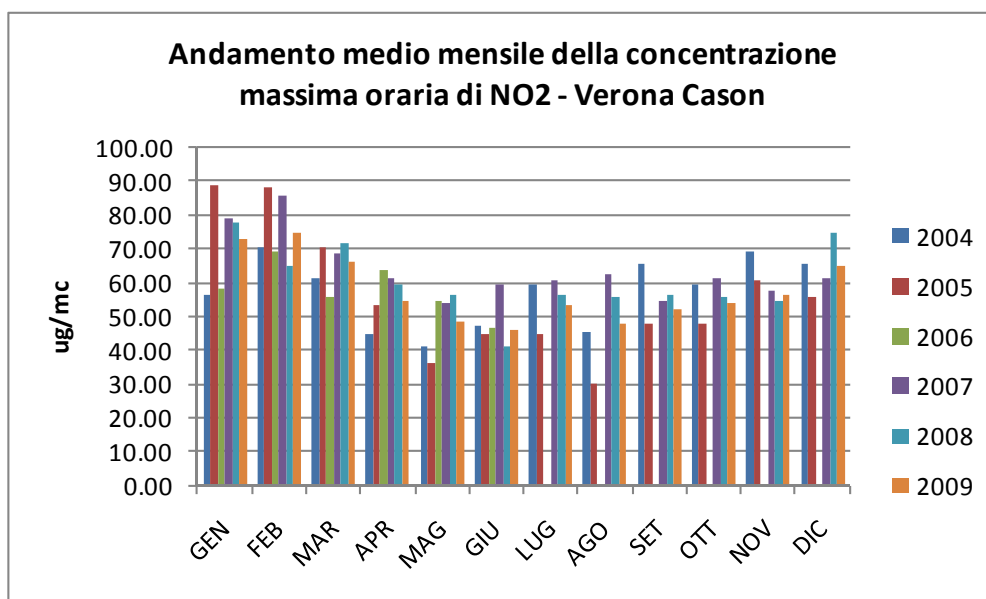


FIGURA 3.1.3.11: Media mensile dell'andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il biossido di azoto. Il valore limite per la salute umana è 200 $\mu\text{g}/\text{mc}$

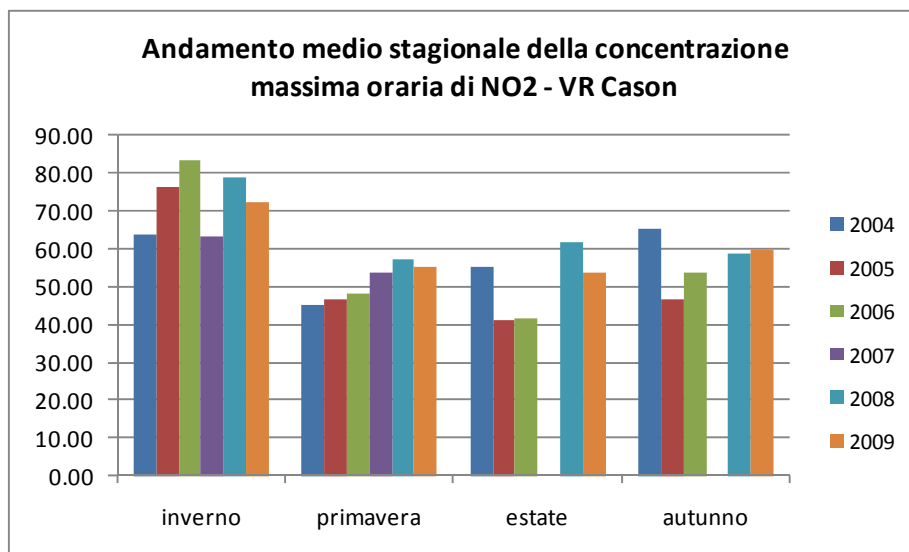


FIGURA 3.1.3.12: Media stagionale dell'andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il biossido di azoto. Il valore limite per la salute umana è 200 µg/mc

La figura successiva mostra la media stagionale delle polveri totali registrate a Verona San Giacomo. Si nota il "classico" andamento sinusoidale al variare delle stagioni e valori più elevati rispetto a Verona Cason; la tendenza generale, così come per la stazione di background rurale, è di un progressivo innalzamento dei valori con il passare degli anni, dovuto ad un aumento cospicuo del traffico veicolare registratosi nella zona.

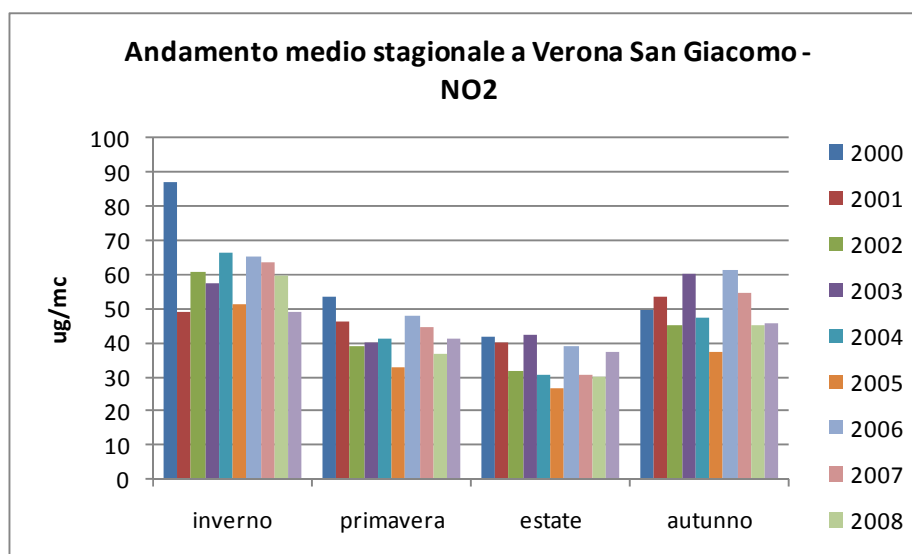


FIGURA 3.1.3.13: Media stagionale dell'andamento della concentrazione oraria per il biossido di azoto. Il valore limite per la salute umana è 200 µg/mc

Anidride solforosa – ossidi di zolfo

La figura successiva mostra l'andamento del valore massimo giornaliero della concentrazione di anidride solforosa (SO_2), misurato nel 2008 e nel 2009 nella stazione ARPAV di Verona Cason. Il valore da non superare per la protezione della salute umana è 350 µg/mc, e tale valore non viene mai superato in nessuno dei due anni. In particolare il valore massimo giornaliero è intorno a 4 µg/mc, tranne qualche eccezione nel febbraio del 2008. Da notare un leggero miglioramento nel 2009 rispetto al 2008.

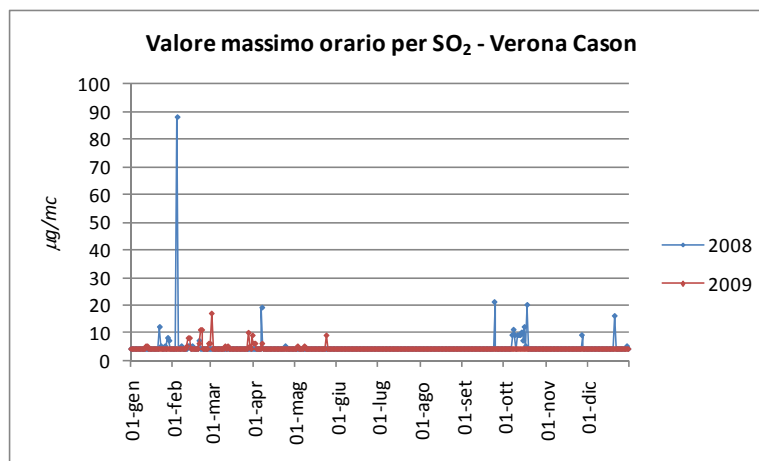


FIGURA 3.1.3.14: Andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il biossido di zolfo. Il valore limite per la salute umana è 350 µg/mc

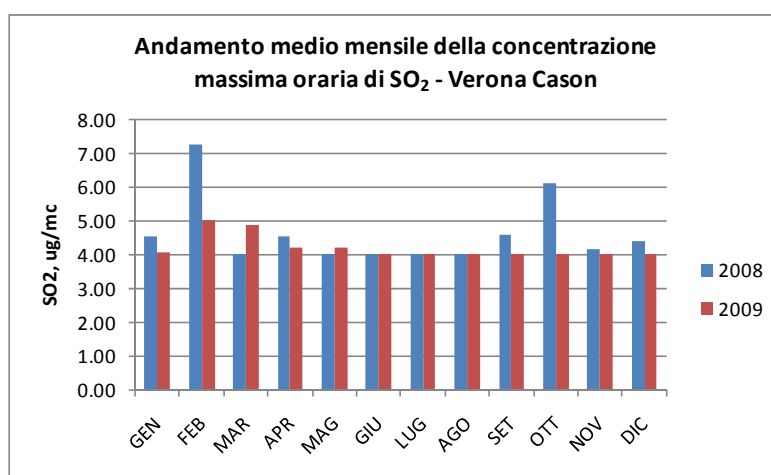


FIGURA 3.1.3.15: Media mensile dell'andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il biossido di zolfo. Il valore limite per la salute umana è 350 µg/mc

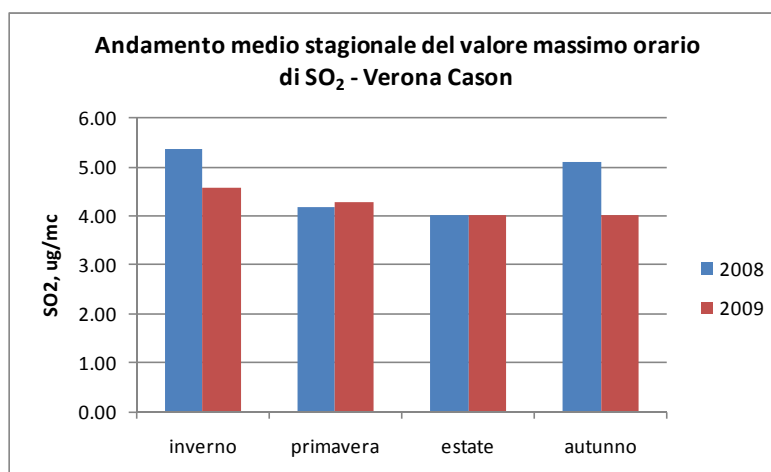


FIGURA 3.1.3.16: Media stagionale dell'andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il biossido di zolfo. Il valore limite per la salute umana è 350 µg/mc

La figura successiva mostra la media stagionale delle polveri totali registrate a Verona San Giacomo. Si notano valori più elevati rispetto a Verona Cason; la tendenza generale, così come per la stazione di background rurale, è di un progressivo abbassamento dei valori con il passare degli anni, dovuto ad un miglioramento nella composizione dei carburanti degli autoveicoli.

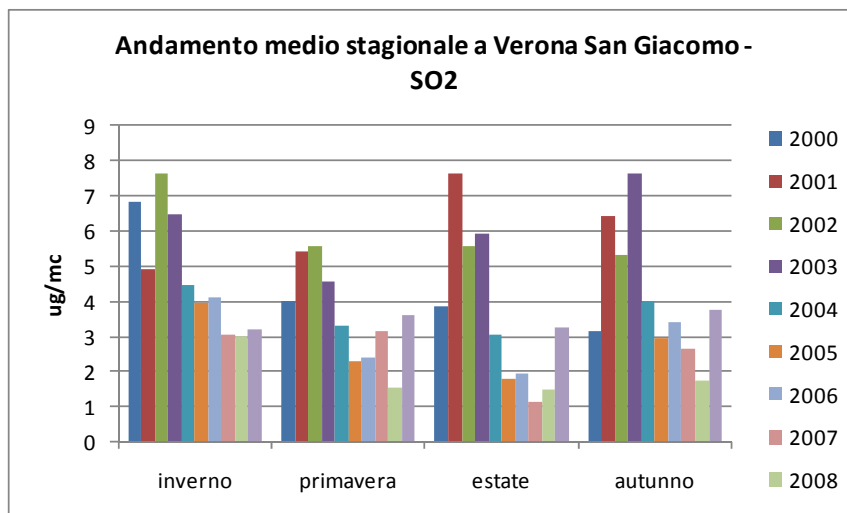


FIGURA 3.1.3.17: Media stagionale dell'andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il biossido di zolfo. Il valore limite per la salute umana è 350 µg/mc

Monossido di carbonio

La figura successiva mostra l'andamento del valore massimo giornaliero della concentrazione di monossido di carbonio (CO), misurato nel 2008 e nel 2009 nella stazione ARPAV di Verona Cason. Il valore da non superare per la protezione della salute umana è 10.000 µg/mc, e tale valore non viene mai superato né nel 2008 né nel 2009. Nello specifico si nota come le concentrazioni più alte siano durante il periodo invernale. Da notare un leggero miglioramento nel 2009 rispetto al 2008.

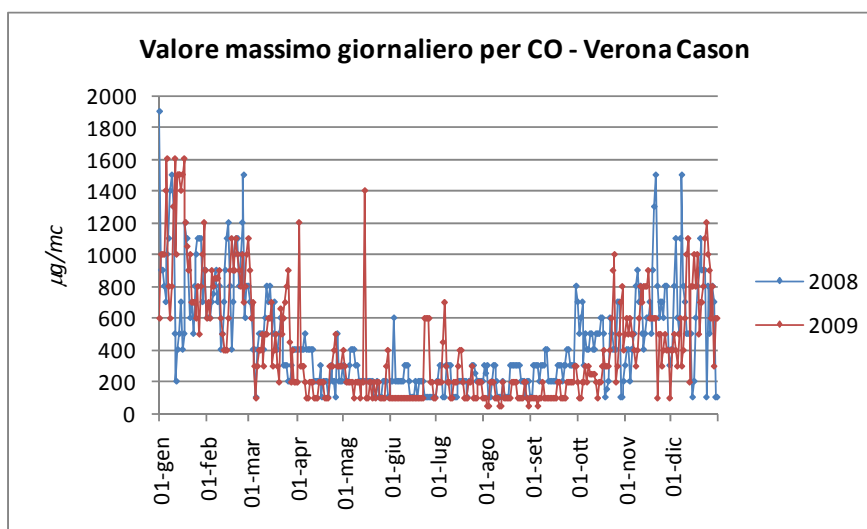


FIGURA 3.1.3.18: Andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il monossido di carbonio. Il valore limite per la salute umana è 10.000 µg/mc

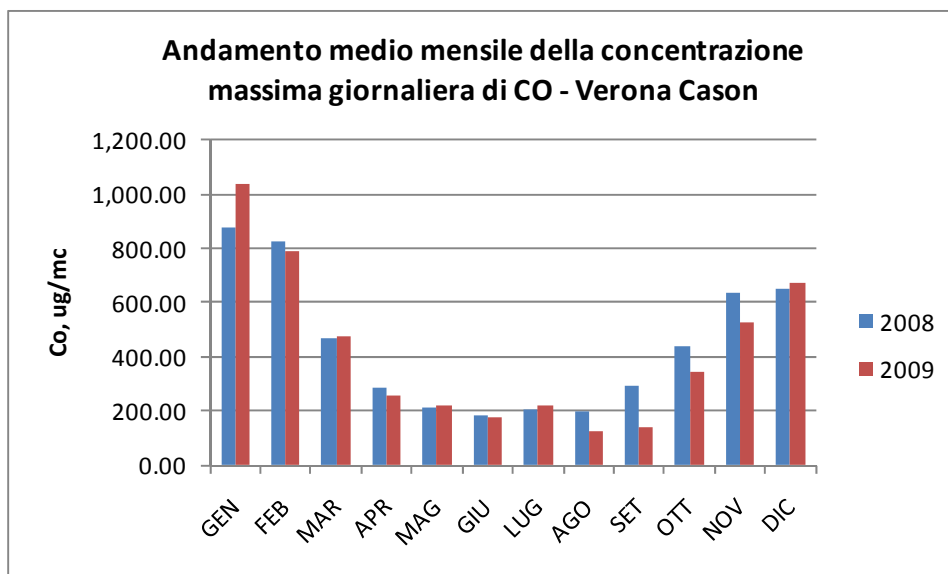


FIGURA 3.1.3.19: Media mensile dell'andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il monossido di carbonio. Il valore limite per la salute umana è 10.000 µg/mc

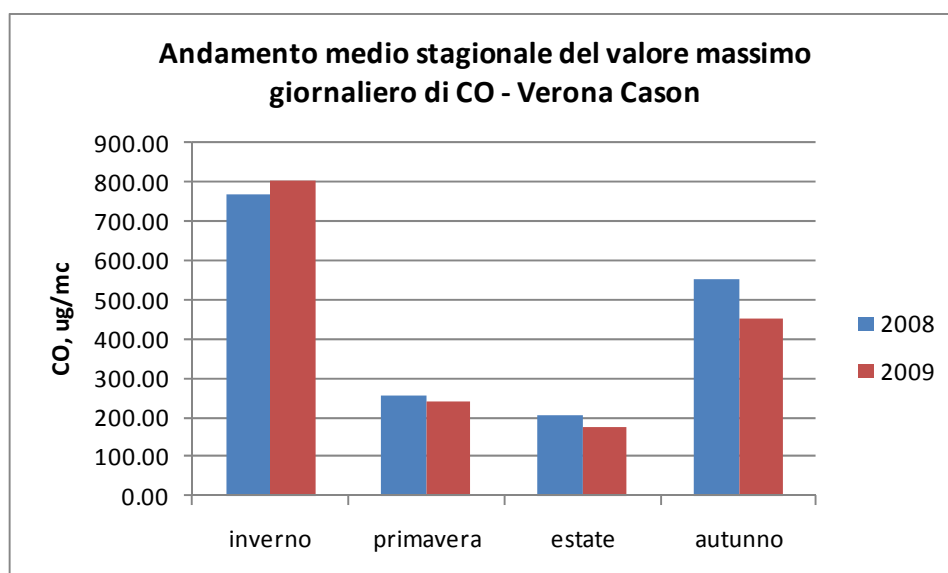


FIGURA 3.1.3.20: Media stagionale dell'andamento del valore massimo di concentrazione oraria per il monossido di carbonio. Il valore limite per la salute umana è 10.000 µg/mc

La figura successiva mostra la media stagionale delle polveri totali registrate a Verona San Giacomo. Si nota il "classico" andamento sinusoidale al variare delle stagioni e valori più elevati rispetto a Verona Cason; la tendenza generale, così come per la stazione di background rurale, è di un progressivo abbassamento dei valori con il passare degli anni, dovuto ad un miglioramento nell'efficienza di combustione dei motori degli autoveicoli.

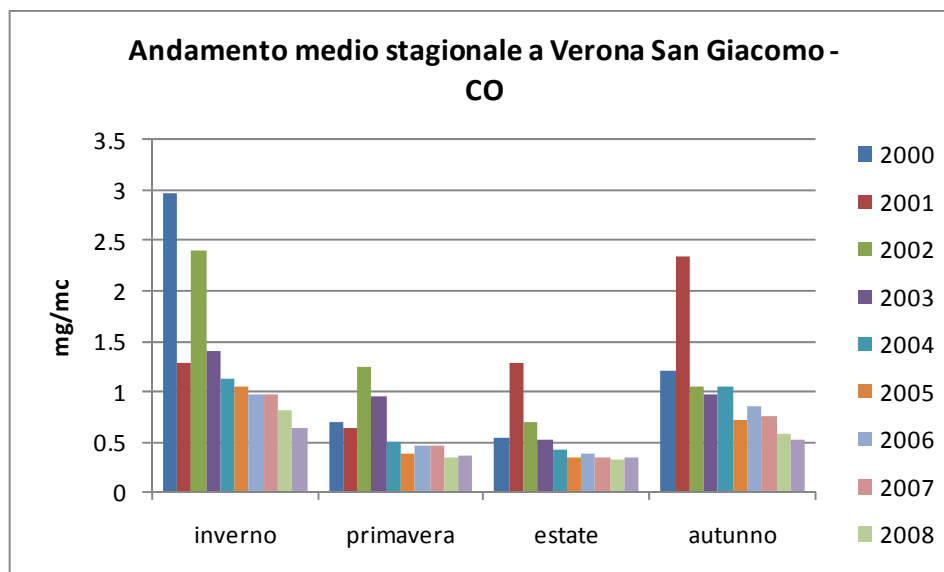


FIGURA 3.1.3.21: Media stagionale dell'andamento della concentrazione oraria per il monossido di carbonio. Il valore limite per la salute umana è 10.000 $\mu\text{g}/\text{mc}$

3.1.4. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

Per poter stimare l'impatto prodotto dall'impianto di depurazione è necessario codificare ed analizzare le sorgenti di emissione ed i recettori potenziali di tale inquinamento. La fase successiva (descritta nel dettaglio nei paragrafi successivi) è quella di implementare un modello matematico che sia in grado di simulare i fenomeni complessi di trasporto (orizzontale e verticale) e di diffusione in atmosfera degli inquinanti, tenendo conto delle assegnate condizioni meteorologiche; il risultato finale è la stima e la quantificazione precisa delle concentrazioni al suolo di ognuno degli inquinanti considerati.

Per quanto riguarda gli impatti sull'atmosfera gli interventi oggetto del I° stralcio non hanno effetti sulle emissioni odorigene o di contaminanti, in quanto in questa fase non è previsto un incremento delle portate trattate. Inoltre i trattamenti terziari (di disinfezione) non producono emissioni odorigene significative, anche se non convogliate e trattate.

Quindi nei successivi paragrafi verranno stimate le emissioni del depuratore allo stato attuale, che non verranno modificate dagli interventi oggetto di questo studio.

3.1.4.1 SORGENTI DI EMISSIONE

L'impianto di depurazione di reflui civili è caratterizzato da varie fasi di trattamento, totalmente coperte e con impianto di aspirazione e trattamento delle arie che vengono convogliate in uno scrubber ed in un biofiltro collegati in serie tra loro; le vasche di ossidazione biologica sono state adeguate recentemente (approvazione progetto con determinazione AATO Veronese numero 43 del 26 maggio 2011) con un intervento di copertura e di successivo trattamento delle arie di processo.

Pertanto i contributi in atmosfera derivanti dalle attività di gestione dell'impianto sono da analizzarsi rispetto alle seguenti fasi:

- Le emissioni odorose provenienti dal sistema di captazione e trattamento arie (scrubber + biofiltro) della maggior parte delle sezioni impiantistiche; le sezioni non collegate riguardano il comparto di sedimentazione secondaria; tale emissione è di tipo attivo poiché convogliata;
- Le emissioni odorose provenienti dallo scrubber a servizio delle arie di processo aspirate dalle vasche di ossidazione biologica; tale emissione è da considerarsi di tipo convogliata e puntale;
- Le emissioni odorose provenienti dallo scrubber a servizio delle arie di processo aspirate dall'impianto di trattamento dei rifiuti liquidi; tale emissione è da considerarsi di tipo convogliata e puntale;

- Le emissioni odorose provenienti dallo scrubber a servizio delle arie di processo aspirate dall'impianto di trattamento delle caditoie; tale emissione è da considerarsi di tipo convogliata e puntuale;
- L'emissione di sostanze gassose provenienti dalla combustione del biogas (bruciato in un cogeneratore di energia elettrica e termica) estratto dal digestore anaerobico esistente; tale emissione è convogliata e puntuale;
- L'emissione di sostanze gassose e particolate provenienti dalla combustione dei motori diesel delle autobotti che si serviranno dell'impianto di trattamento dei rifiuti liquidi in progetto;

3.1.4.2 EMISSIONI DALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE

PREMESSA SULL'OLFATTOMETRIA DINAMICA

L'olfattometria è una tecnica sensoriale che consiste nell'impiego di uno strumento di diluizione (*olfattometro*) per la presentazione controllata degli odoranti, a vari livelli di concentrazione, ad un panel di valutatori, e nella registrazione ed elaborazione statistica delle loro risposte, per ottenere il risultato finale della misura. Attraverso l'olfattometria si misura principalmente la concentrazione di odore, in relazione alla determinazione della soglia di percezione del panel, ma, a livelli di concentrazione superiori alla soglia, si possono valutare anche intensità di odore e tono edonistico, parametri altrettanto importanti per la valutazione del disturbo.

L'olfattometro effettua la miscelazione del campione odoroso con aria neutra e inodore, e poi lo invia alle postazioni di misura dei valutatori che partecipano all'analisi. Essi sono chiamati, a turno, ad annusare il campione e a confrontarlo con un riferimento di sola aria neutra, per dare una risposta in termini di "sento" o "non sento" l'odore (come differenza rispetto al riferimento). Entrambi i flussi sono forniti attraverso apposite "porte di annusamento", che possono avere varie configurazioni (coni metallici rovesciati, mascherine). Inizialmente, si imposta sullo strumento una diluizione piuttosto spinta del campione originale, tale che nessun panellist percepisca differenze con l'aria neutra. Dopodiché, le diluizioni procedono decrescendo ogni volta di un fattore di scala (*FS*), costante e caratteristico dello strumento (generalmente compreso tra 2 e 3), e ogni nuova concentrazione dell'odorante viene presentata al panel, fino a che non si raggiunge il valore in corrispondenza del quale la metà dei valutatori avverte l'odore. Tale concentrazione corrisponde alla soglia olfattiva di percezione del panel, definita come la concentrazione minima di odorante che è percepita con probabilità pari a 0,5. Le risposte del panel vengono acquisite ed elaborate statisticamente dal software che generalmente supporta l'olfattometro. La concentrazione di odore (in *Unità Odorimetriche*) è numericamente uguale al fattore di diluizione alla soglia di percezione: una concentrazione pari a 100 OU/m^3 , significa che il campione originale è stato diluito di un fattore 100 per raggiungere la soglia del panel.

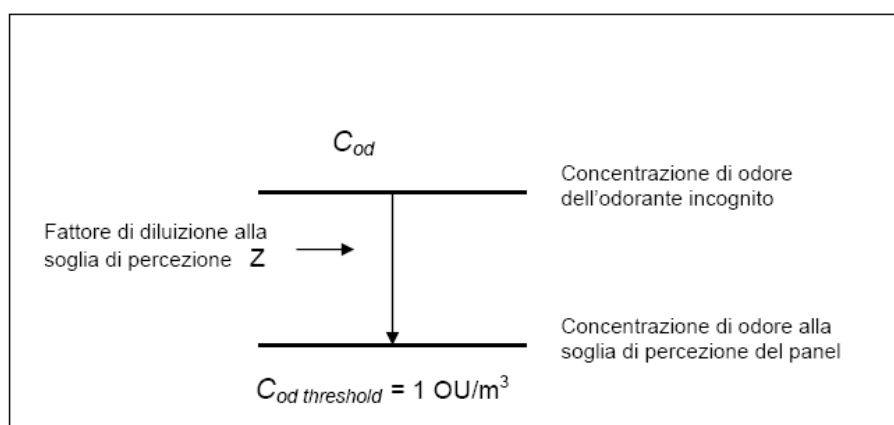


FIGURA 3.1.4.2.1: Principio del metodo olfattometrico.

Poiché per raggiungere la soglia del panel il campione deve essere diluito Z volte secondo il fattore FS, la concentrazione di odore iniziale nel campione (C_{od}) sarà Z volte più alta di quella corrispondente alla soglia di percezione. Per definizione, la concentrazione di qualunque odorante singolo o complesso, corrispondente alla soglia di percezione, è pari a $C_{threshold}=1 \text{ OUE}/\text{m}^3$, per cui la concentrazione di odorante nel campione originale sarà determinata mediante la semplice relazione:

$$C_{od} = Z \times C_{od \text{ threshold}} = Z [\text{OUE}/\text{m}^3]$$

La concentrazione di odore è numericamente uguale al fattore di diluizione alla soglia di percezione che, essendo un rapporto, è di per sé un numero adimensionale. Tuttavia, per esprimere e trattare la concentrazione di odore in modo analogo alla concentrazione in massa dei comuni inquinanti gassosi, è stata introdotta la OU/m^3 .

La Odour Unit (Unità di Odore, 1 OU) viene definita come la quantità di odorante che, fatta evaporare in 1 m^3 di aria neutra, in condizioni standard di temperatura e pressione ($T=25^\circ\text{C}$ e $P=101,3\text{KPa}$), ed analizzata mediante olfattometria dinamica, produce nel panel una risposta fisiologica (soglia di percezione) equivalente a quella generata da una quantità del gas di riferimento *n*-butanolo pari a $123 \mu\text{g}$, fatta evaporare in 1 m^3 di aria neutra in condizioni standard (si produce una concentrazione di *n*-butanolo pari $0,04 \mu\text{moli}/\text{moli}$). Questo implica che qualsiasi odorante, singolo o complesso, in corrispondenza della soglia di percezione, ha una concentrazione uguale a $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, come *n*-butanolo.

$$123 \mu\text{g } n\text{-butanolo} = 1 \text{ OU}_E/\text{m}^3 \text{ } n\text{-butanolo} = 1 \text{ OU}_E/\text{m}^3 \text{ qualunque odorante}$$

La relazione che collega la concentrazione in massa del gas di riferimento *n*-butanolo a quella di qualunque altro odorante in OU_E/m^3 è valida solo alla soglia di percezione, e per questo l'analisi olfattometrica procede alla presentazione di varie diluizioni del campione originale fino alla soglia del panel, dalla quale poi si ricava la concentrazione di odore iniziale. Essa, inoltre, si basa su una forte assunzione, ossia che la risposta del panel all'odorante di riferimento sia indicativa della sua sensibilità verso qualsiasi altro odorante (ipotesi di trasferibilità).

EMISSIONI ODORIGENE DAL SISTEMA PRINCIPALE DI CAPTAZIONE E TRATTAMENTO ARIE (SCRUBBER + BIOFILTRO)

Il depuratore è realizzato in maniera tale che la maggior parte delle sezioni impiantistiche sia in depressione e collegata ad un sistema di captazione e di trattamento delle arie; le sezioni non collegate sono il comparto biologico, le cui arie vengono trattate da uno scrubber dedicato ed il comparto di sedimentazione secondaria.

Il sistema di trattamento delle arie esauste è costituito da uno scrubber di lavaggio e da un biofiltro che funzionano in serie tra loro.

Dal 2008 al 2011 è stata effettuata una campagna di misurazione olfatto metrica (con le modalità descritte nel paragrafo precedente) delle principali sorgenti di emissione odorosa in atmosfera del biofiltro in oggetto.

Nella tabella seguente sono riassunti i principali dati geometrici del biofiltro. Nella figura seguente sono indicati i valori olfatto metrici rilevati durante la campagna condotta tra il 2008 ed il 2011.

TABELLA 3.1.4.2.1: Dati geometrici del biofiltro

Portata di progetto	Nm^3/h	90.000
Altezza	m s.l.s.	2,55
Area	m^2	320
Temperatura in uscita	$^\circ\text{C}$	ambiente

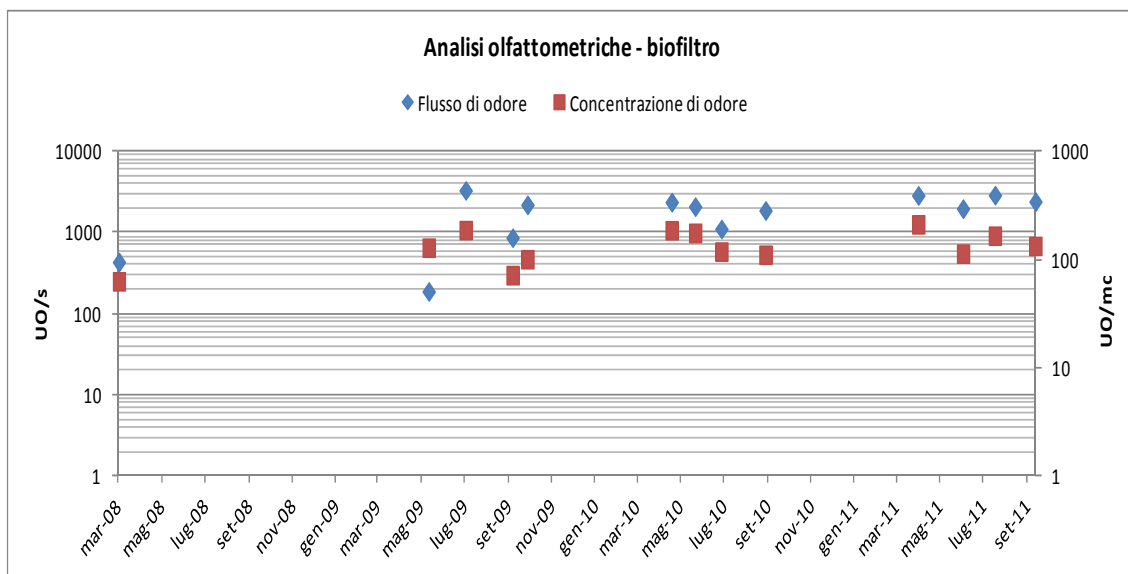


FIGURA 3.1.4.2.2: risultati delle analisi olfattometriche effettuate sul biofiltro tra il 2008 e il 2011.

A livello modellistico il biofiltro è stato trattato come una sorgente areale attiva (ovvero a flusso convogliato) con un flusso di odore in uscita pari al valore medio aumentato (a favore di sicurezza) del 20%.

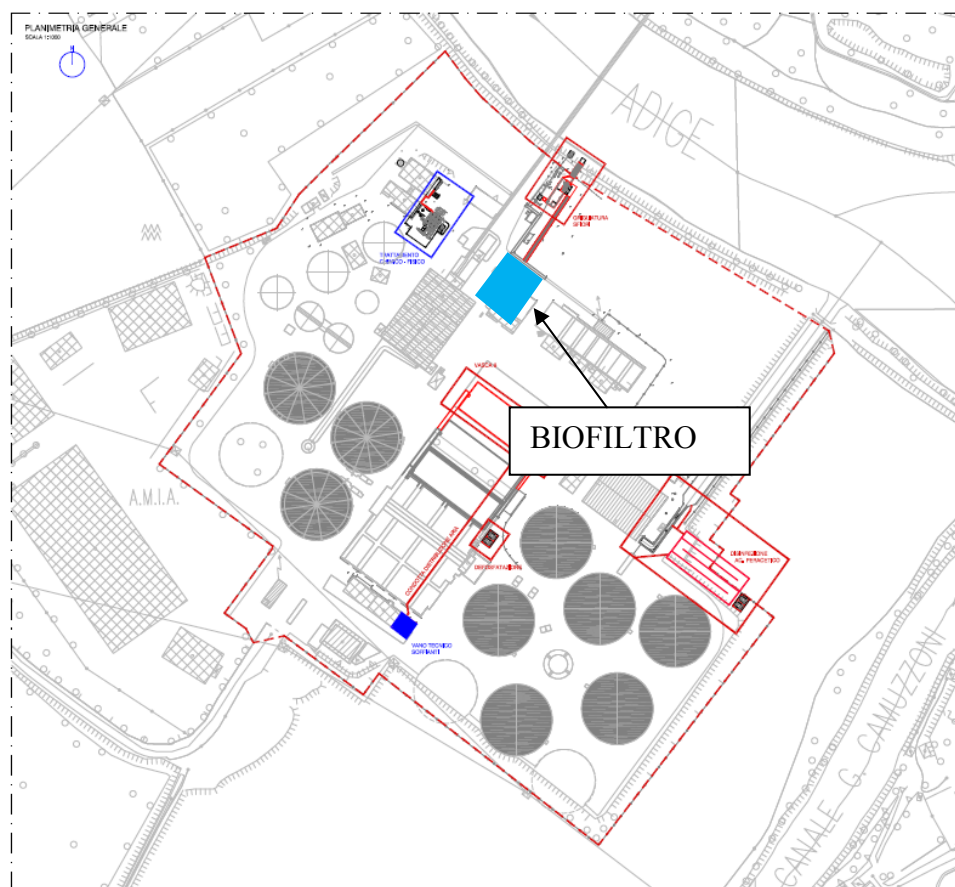


FIGURA 3.1.4.2.3: Ubicazione biofiltro .

EMISSIONI ODORIGENE DALLE VASCHE DI OSSIDAZIONE BIOLOGICA

La copertura delle vasche di ossidazione biologica è in lega di alluminio realizzata con pannelli prefabbricati calpestabili e facilmente rimovibili appoggiati su una struttura portante poggiata alle vasche di ossidazione stesse. Le vasche sono servite da un impianto di captazione e aspirazione arie a valle del quale è posto uno scrubber a due stadi, con un'efficienza di abbattimento delle sostanze odorigene $\geq 65\%$.

TABELLA 3.1.4.2.2: Dati relativi allo scrubber ed al camino ad esso collegato

Portata di progetto	Nm^3/h	30.000
Altezza camino	$msls$	12
Efficienza abbattimento odori	%	>65
Temperatura in uscita	$^{\circ}C$	ambiente

Dal 2008 al 2010, precedentemente alla copertura delle vasche di ossidazione biologica, sono state condotte delle campagne di misura olfatto metriche i cui risultati sono riportati in figura.

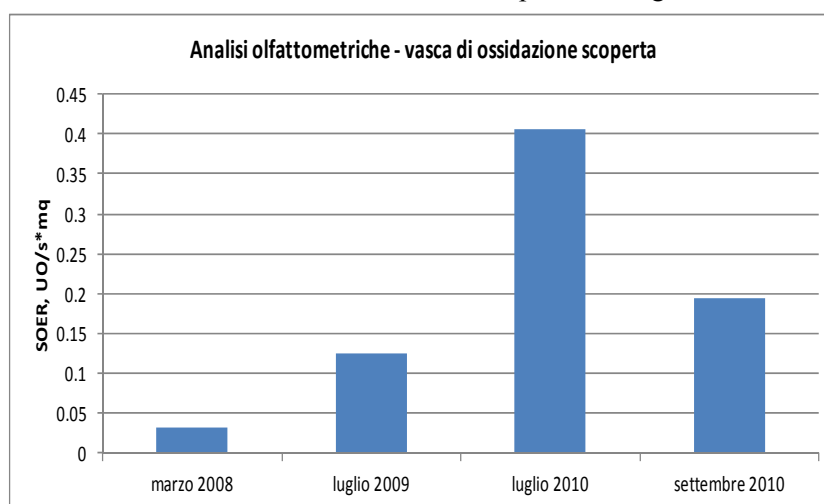


FIGURA 3.1.4.2.4: risultati delle analisi olfattometriche effettuate sulle vasche di ossidazione biologica (prima della loro copertura) tra il 2008 e il 2010.

A livello modellistico lo scrubber è stato quindi trattato come una sorgente areale attiva (ovvero a flusso convogliato) con un flusso di odore in uscita pari al valore medio osservato pre-copertura, abbattuto del 65% ed infine aumentato (a favore di sicurezza) del 20%.

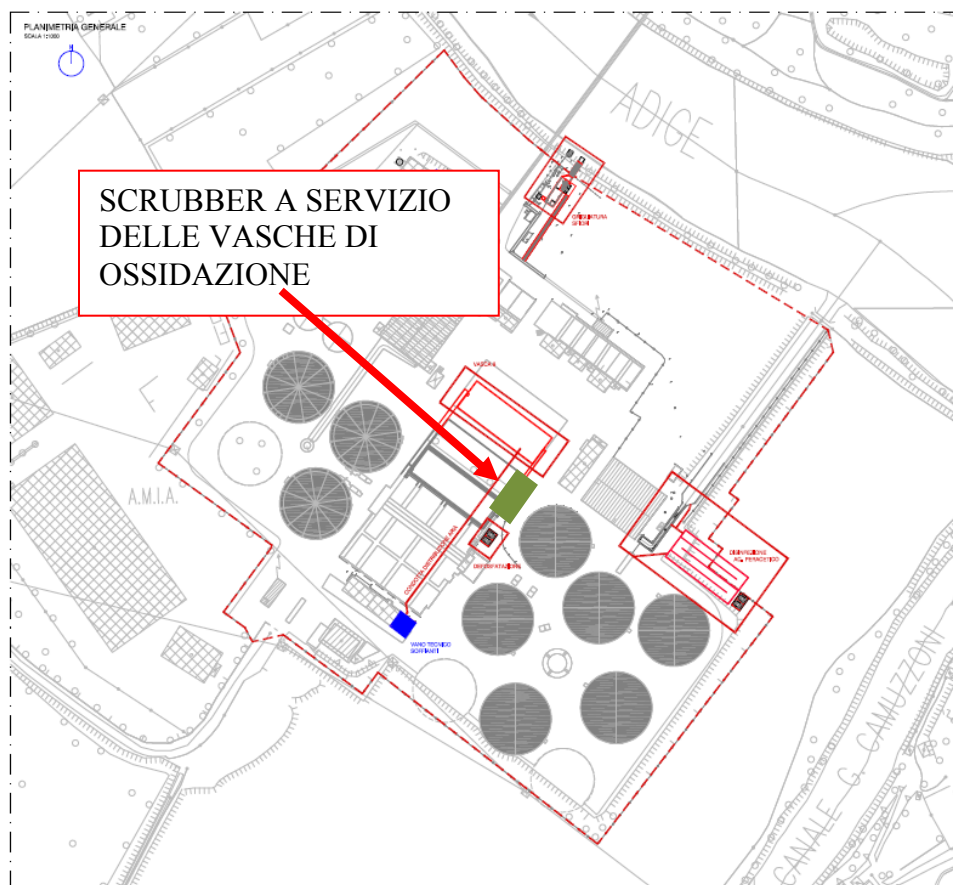


FIGURA 3.1.4.2.5: posizione dello scrubber a servizio delle vasche di ossidazione.

EMISSIONI ODORIGENE PUNTUALI DALLO SCRUBBER A SERVIZIO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI LIQUIDI

La linea per il trattamento dei reflui speciali è autonoma, con un proprio scrubber autonomo collegato all'impianto; si assume che, come da progetto, in uscita non si superino i $300 \text{ UO}_E/\text{m}^3$, quindi questo è il dato utilizzato nel presente studio.

La portata d'aria da trattare è indicata in $1.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

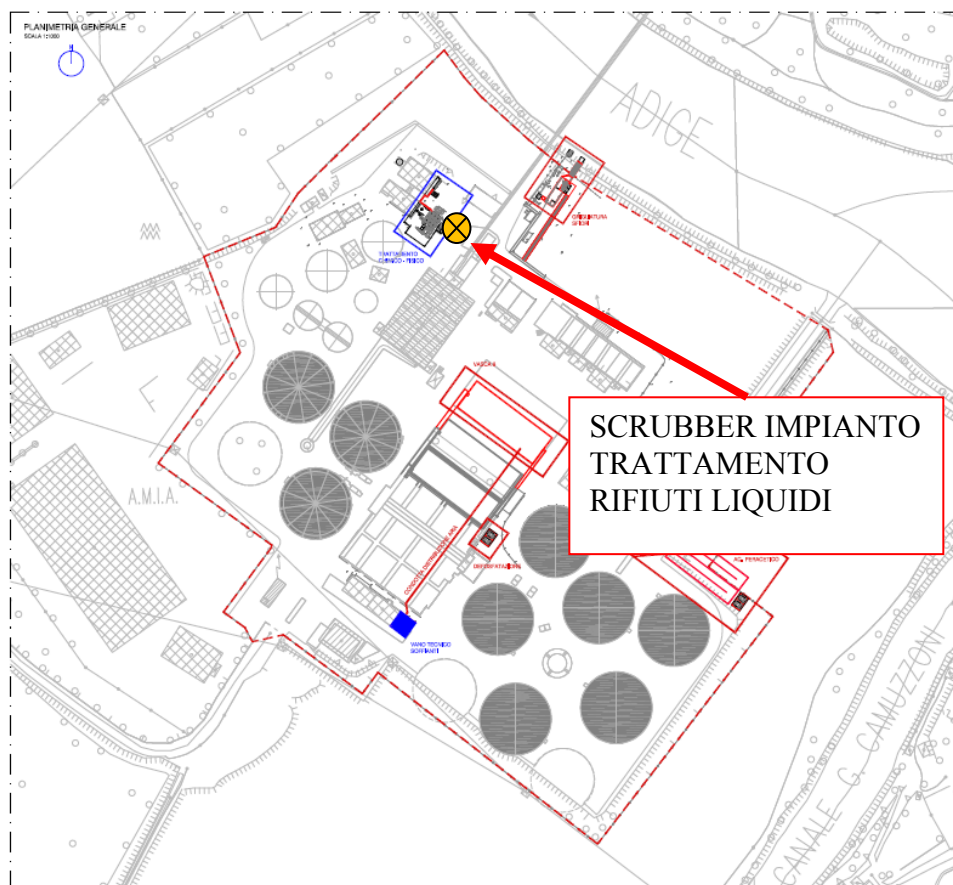


FIGURA 3.1.4.2.6: posizione dello scrubber a servizio dell'impianto di trattamento rifiuti liquidi.

EMISSIONI ODORIGENE PUNTUALI DALLO SCRUBBER A SERVIZIO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO CADITOIE

E' presente una linea di trattamento delle caditoie con un proprio scrubber autonomo collegato all'impianto; come da progetto, si assume che in uscita non si superino i $300 \text{ UO}_E/\text{m}^3$ quindi questo è il dato utilizzato nel presente documento.

La portata d'aria da trattare è indicata in $2.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

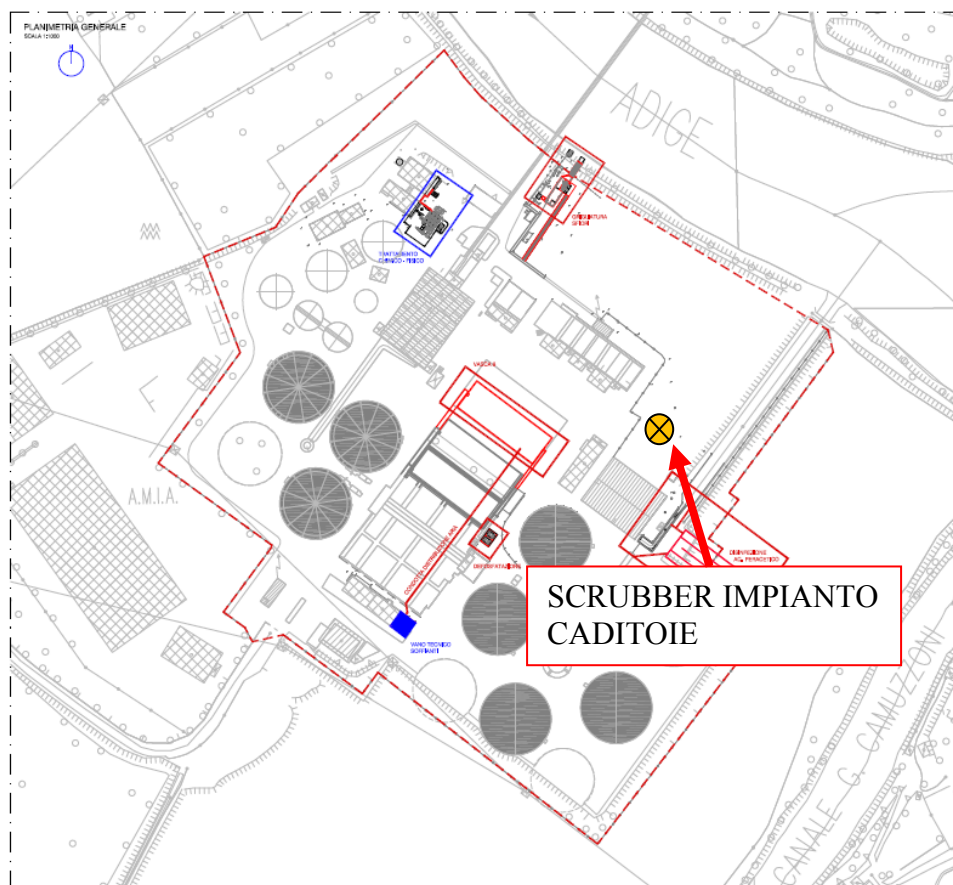


FIGURA 3.1.4.2.7: Posizione dello scrubber a servizio dell'impianto di trattamento caditoie.

EMISSIONI PUNTUALI DAL CAMINO DEL COGENERATORE PER LA COMBUSTIONE DEL BIOGAS

Il biogas prodotto dalla digestione anaerobica dei fanghi viene captato e convogliato in un apposito impianto di cogenerazione dove viene bruciato e trasformato in energia elettrica. La potenza elettrica installata di ciascuno dei due motori è di 625 KW_{el} . Sono inoltre installate ulteriori due caldaie di “emergenza” alimentabili anche a metano utilizzabili quando il motore di cogenerazione è in manutenzione o in riparazione.

I fumi di risulta della combustione vengono convogliati ed espulsi in atmosfera tramite un camino le cui caratteristiche sono riassunte in tabella seguente.

TABELLA 3.1.4.2.3: Dati geometrici del camino di espulsione dei fumi del cogeneratore

Portata di progetto	Nm^3/h	2.600
Altezza	$m\text{sls}$	10
Diametro	mm	250
Temperatura in uscita	$^{\circ}C$	500

In realtà la temperatura dei fumi in uscita è molto più bassa, in quanto è presente un sistema di recupero del calore che di conseguenza va a raffreddare i fumi ad una temperatura di circa $150^{\circ}C$; abbassando la temperatura anche il volume di fumi in uscita diminuirà, in prima approssimazione di circa il 40%.

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche dei fumi in uscita, esse sostanzialmente riguardano ossidi di azoto e monossido di carbonio. Nella tabella seguente sono mostrate le concentrazioni dei composti misurate a bocca camino.

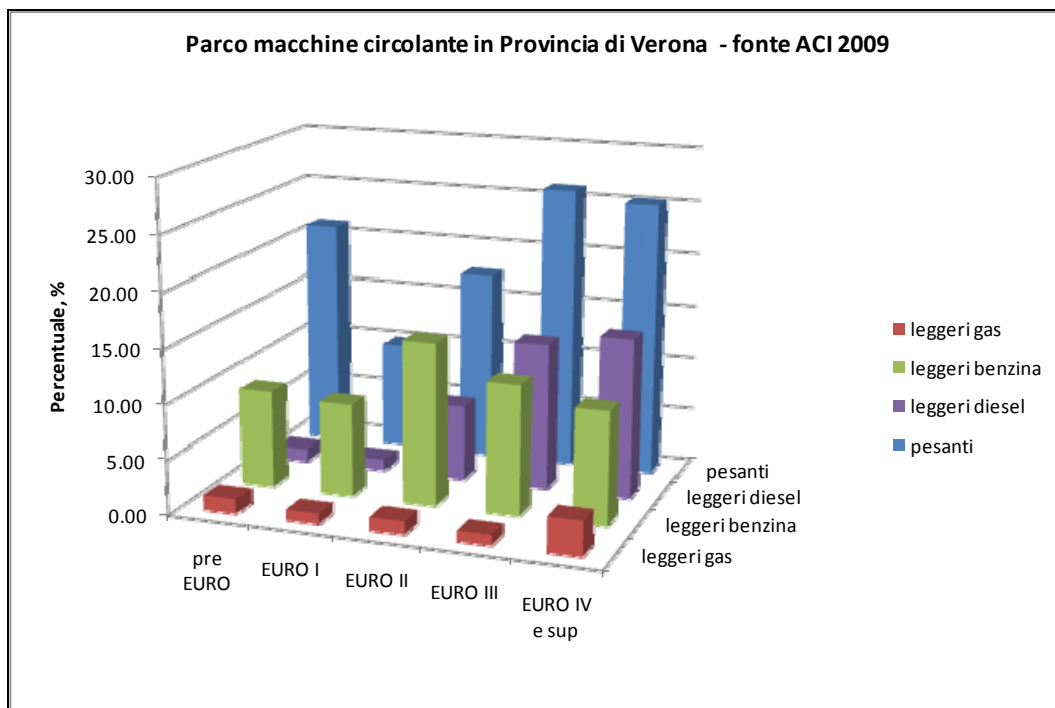


FIGURA 3.1.4.2.9: parco autocarri circolante in Provincia di Verona, aggiornato al 2009 – fonte ACI

Nel nostro caso per il calcolo del fattore emissivo è stata utilizzata la formulazione fornita dalla banca dati dell'Artemis Project "heavy duty vehicle and bus emission factors". In questi studi è associato il fattore emissivo alla velocità dell'automezzo, alla pendenza della strada e al carico che viene trasportato. Lo studio ha previsto l'osservazione e la misura di una serie di dati sperimentali, dalle quali è stata ricavata una legge di interpolazione con un R^2 mai inferiore a 0,98. Pertanto l'utilizzo di tali dati è da considerarsi assolutamente rappresentativo della realtà.

Nella figura successiva è rappresentato graficamente il fattore emissivo, per quanto riguarda gli autocarri di peso complessivo compreso tra 28 e 32 tonnellate, su una strada a media pendenza e a pieno carico. La prima cosa che si nota è che il fattore emissivo è tanto più alto quanto più è bassa la velocità dell'automezzo; si nota inoltre che al migliorare degli standard Euro, il fattore emissivo si abbassa considerevolmente.

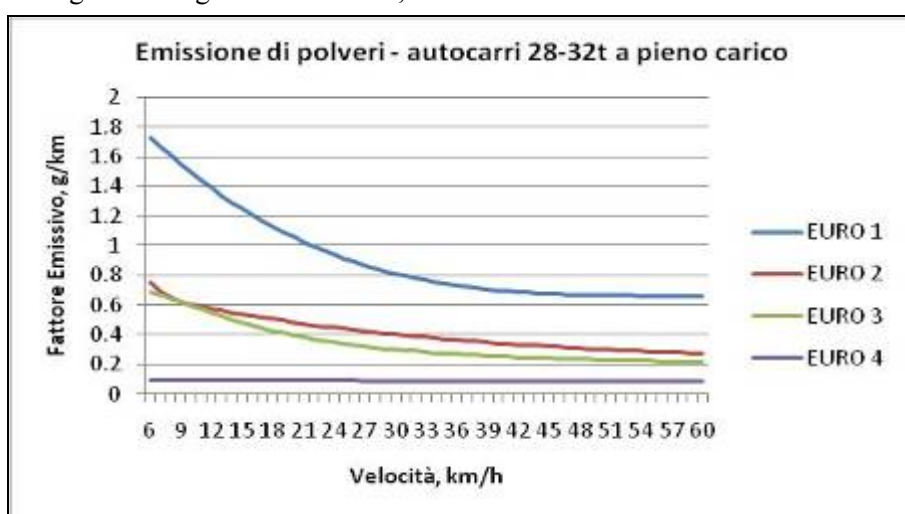


FIGURA 3.1.4.2.10: Fattore emissivo di polveri, per gli autocarri di massa 28-32t a pieno carico (stima EMEP-Corinair)

Il traffico medio giornaliero generato dalla presenza dell'impianto è quantificabile in circa 20 mezzi al giorno; il TGM è tale valore moltiplicato per due.

Per il calcolo del fattore emissivo, in via cautelativa, la velocità di percorrenza degli automezzi di 6 km/h.

L'emissione totale è stata poi ricavata moltiplicando i rispettivi fattori emissivi per la distanza percorsa all'interno dell'area dell'impianto, ovvero 1.500 metri.

Vista l'esiguità delle emissioni (soprattutto in relazione alle altre sorgenti di emissione presenti) si è ritenuto trascurabile il contributo del traffico attratto/generato dalla presenza dell'impianto di trattamento di rifiuti liquidi.

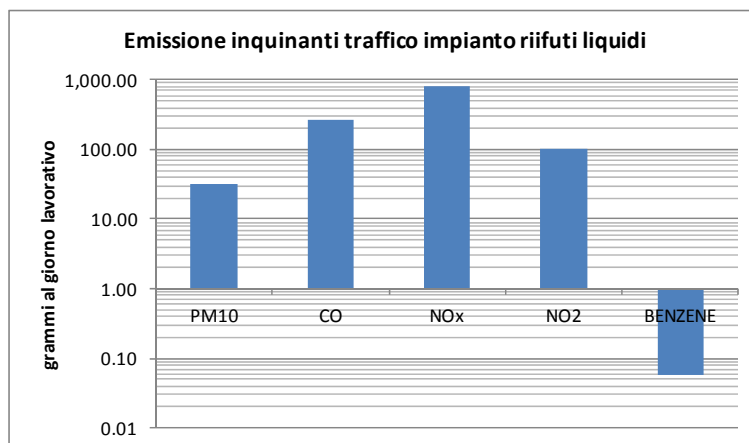


FIGURA 3.1.4.2.11; Emissione di inquinanti da autocarri (stima EMEP-Corinair)

3.1.4.3 RECETTORI POTENZIALI

Sono stati individuati i recettori più prossimi all'area della discarica; si tratta di recettori umani, ovvero abitazioni civili (figura sottostante). I centri abitati più vicini sono il centro storico di Verona stessa e il quartiere di Tombetta. La Figura 3.1.4.3.1 mostra la posizione dei ricettori nei confronti dell'impianto di depurazione "Città di Verona".

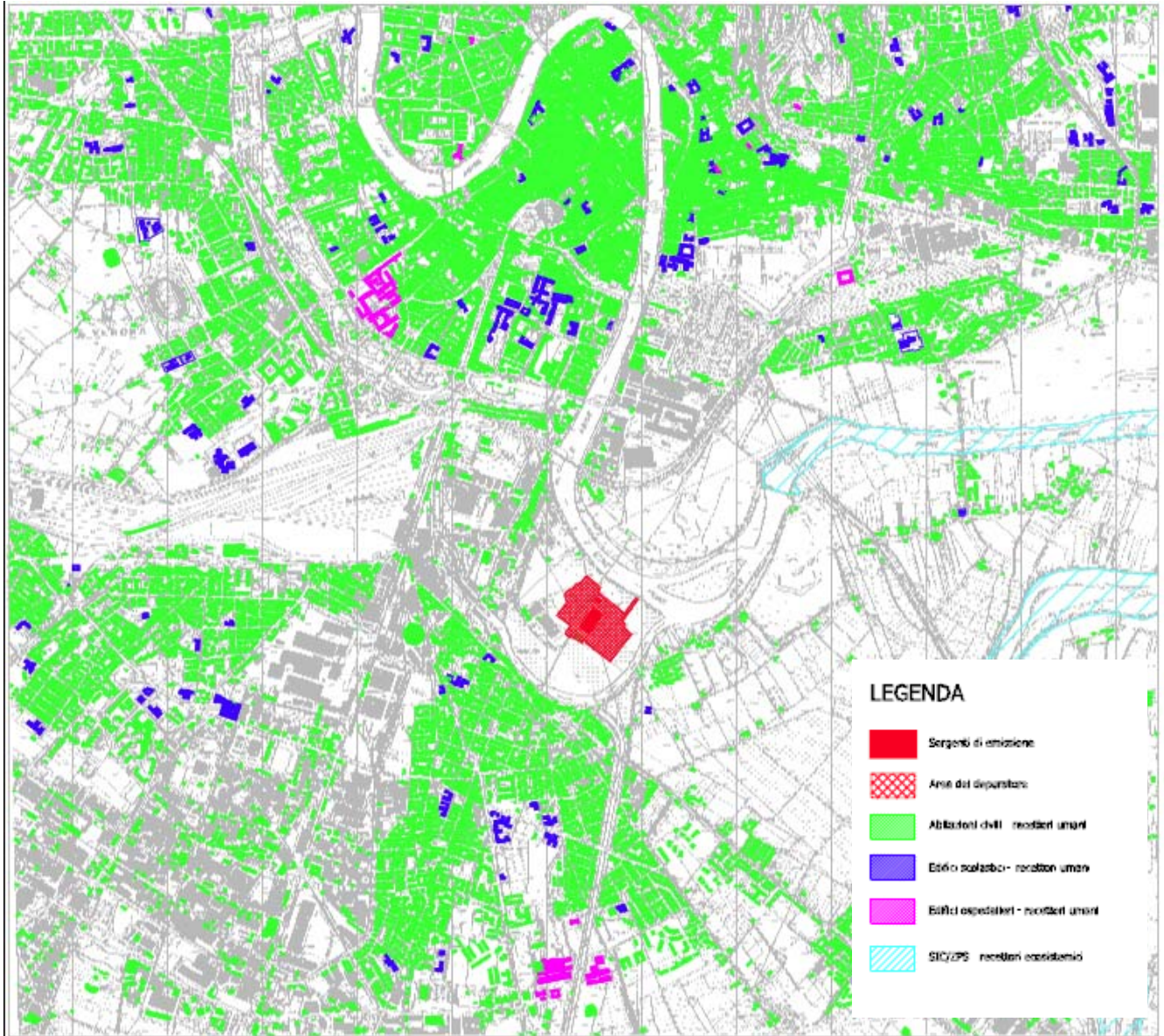


FIGURA 3.1.4.3.1: Recettori Civili

Nella figura seguente è indicata la posizione del recettore discreto "Santa Teresa", sul quale sono state calcolate puntualmente le concentrazioni al suolo di odore.

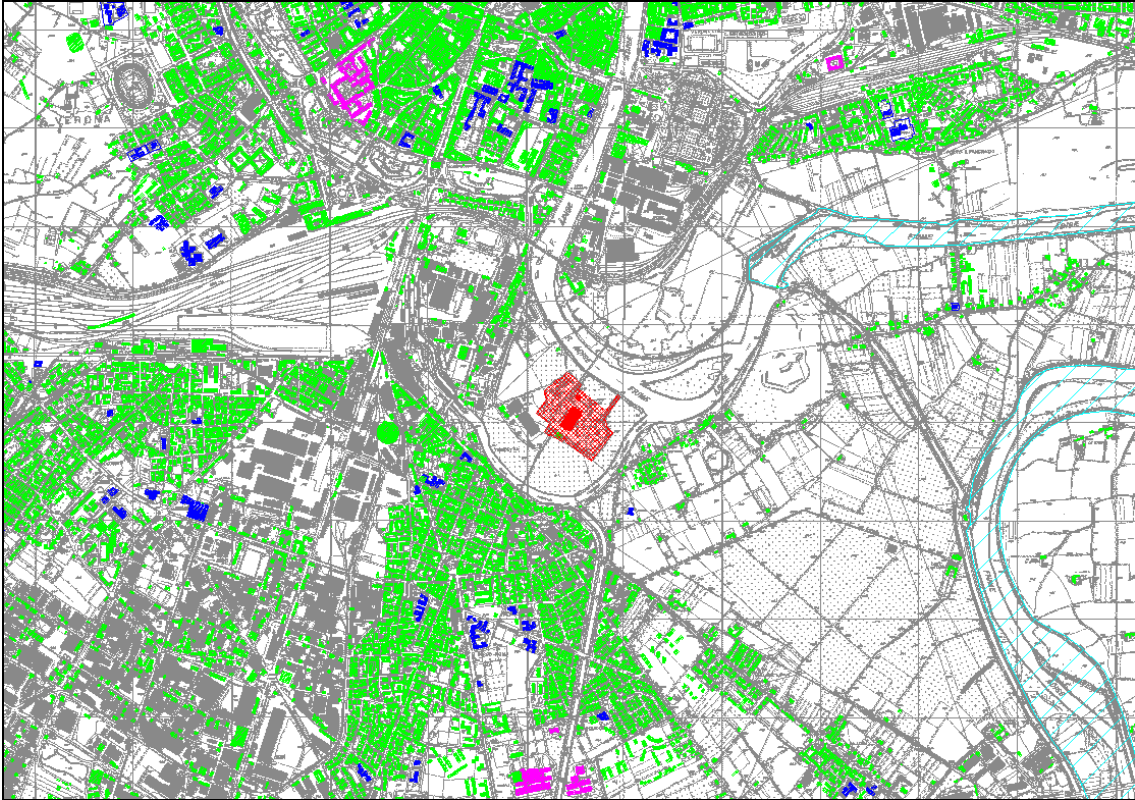


FIGURA 3.1.4.3.2: posizione dei recettori umani (in verde le abitazioni civili, in blu gli edifici scolastici ed in magenta gli edifici ospedalieri) ed ecosistemici (in azzurro) nell'immediato intorno dell'area del depuratore (in rosso).

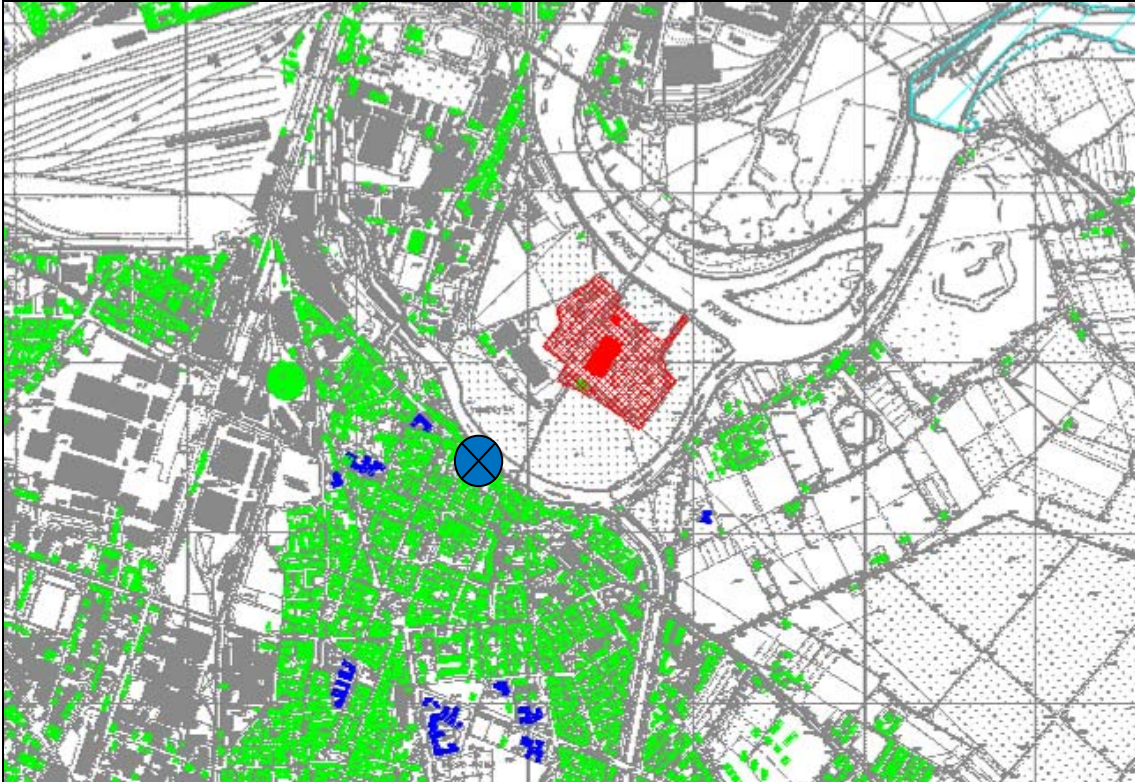


FIGURA 3.1.4.3.3: posizione del recettore umano discreto Santa Teresa, sul quale sono state calcolate puntualmente le concentrazioni al suolo di odore.

3.1.4.4 IL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO

L'emissione di inquinanti o di composti odorigeni ha luogo, normalmente, nei pressi della superficie terrestre ed interessa una porzione relativamente limitata di atmosfera. Lo studio delle caratteristiche fisiche di tale strato (indicato come Planetary Boundary Layer, PBL) normalmente non rientra negli interessi della Meteorologia Generale e costituisce attualmente una disciplina autonoma denominata Micrometeorologia. La difficoltà insita nello studio del PBL deriva dal fatto che l'elemento che sovrintende al suo comportamento dinamico è la turbolenza dell'aria, concetto molto sfuggente, ma essenziale per comprendere perché e come gli inquinanti si diffondano nell'aria e perché la loro distribuzione spaziale e temporale sia tanto bizzarra e per certi versi imprevedibile. L'equazione di riferimento è quella denominata come equazione euleriana semiempirica della dispersione in atmosfera:

$$\frac{\partial \bar{c}_i}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 \left(\bar{u}_j \cdot \frac{\partial \bar{c}_i}{\partial x_j} \right) = \sum_{j=1}^3 \left\{ \frac{\partial}{\partial x_j} \cdot \left[K_{jj} \cdot \frac{\partial \bar{c}_i}{\partial x_j} \right] \right\} + \bar{S}_c + R_i(\bar{c}_1, \dots, \bar{c}_N)$$

Dove \bar{c}_i è la concentrazione media dell'inquinante *i-simo*, \bar{u}_j è la velocità media del vento nelle 3 direzioni, K_{jj} è il tensore che rappresenta la diffusività atmosferica, \bar{S}_c rappresenta il tasso di produzione (sorgente) o di decadimento, R_i rappresenta i termini di reazione chimica dell'inquinante *i-simo*.

Se gli inquinati di interesse sono N, si avranno N equazioni del tipo sopra. Questa equazione costituisce il punto di riferimento della teoria della dispersione degli inquinanti in aria. Tale equazione differenziale alle derivate parziali è irrisolvibile in maniera analitica se non facendo ipotesi e semplificazioni.

Una evoluzione dei modelli numerico-matematici utilizzati per la descrizione dei fenomeni appena descritti sono i modelli lagrangiani a *puff*.

Le ipotesi della trattazione matematica lagrangiana sono le seguenti:

- Il mezzo materiale di attraversamento (nel nostro caso l'aria) è supposto un insieme di particelle discreto tra loro indipendenti
- Il moto di ciascuna particella è legata al moto totale del fluido (trattazione stocastica a causa della turbolenza dell'atmosfera)
- Una sorgente S_0 emette un numero finito di particelle (n) ognuna delle quali è dotata di precise caratteristiche fisiche.

Un modello lagrangiano a *puff*, a sua volta, segue e studia il cammino di ciascun *puff* emesso dalle varie sorgenti attive nel dominio di calcolo. I *puff* emessi da ogni sorgente si muovono nel tempo sul territorio: il centro del *puff* viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del *puff* ed è descritta dalle funzioni di dispersione. Nella figura seguente è esplicitato graficamente quanto detto prima.

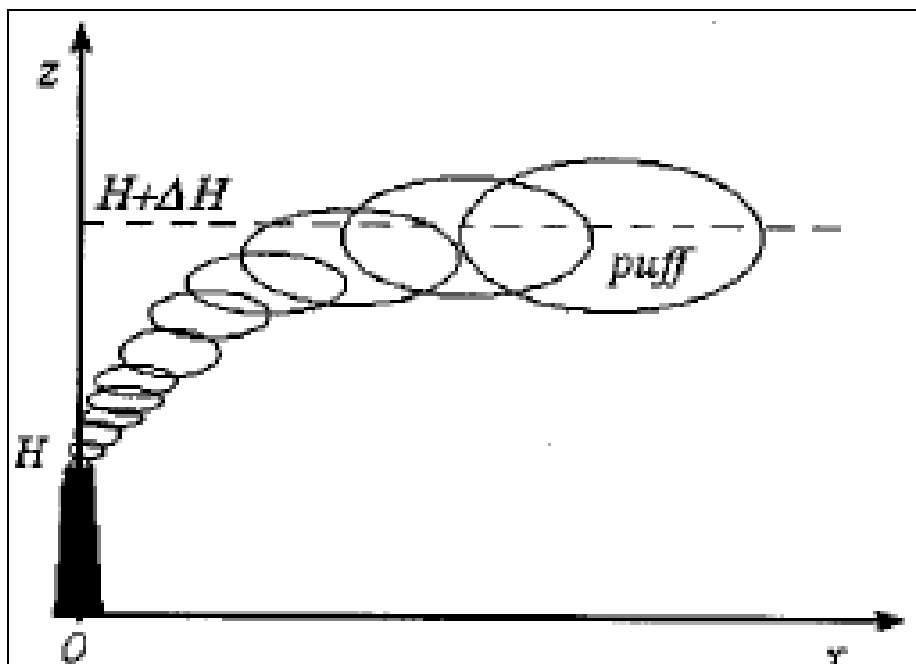


FIGURA 3.1.4.4.1: Evoluzione del puff a seconda del campo meteorologico tridimensionale

Lo spostamento di ogni puff è calcolato ad ogni intervallo di tempo muovendo il suo centro di massa in accordo con il vento presente in quel punto ed in quell'istante. Come è evidente, per poter fare tali elaborazioni è indispensabile disporre di un campo tridimensionale del vento calcolato da un modello diagnostico (CALMET, modello meteorologico diagnostico a divergenza nulla).

Dal momento che tale campo di vento 3D è disponibile, il cambiamento di posizione (x, y, z) del centro di massa (per ogni step Δt) di ogni singolo puff è dato da:

$$\begin{cases} x(t + \Delta t) = x(t) + \int_t^{t+\Delta t} \bar{u}(t'; x(t'), y(t'), z(t')) \cdot dt' \\ y(t + \Delta t) = y(t) + \int_t^{t+\Delta t} \bar{v}(t'; x(t'), y(t'), z(t')) \cdot dt' \\ z(t + \Delta t) = z(t) + \int_t^{t+\Delta t} \bar{w}(t'; x(t'), y(t'), z(t')) \cdot dt' \end{cases}$$

Con u, v e w componenti, orizzontali e verticali del campo vettoriale di vento.

Il modello lagrangiano scelto per questo tipo di analisi è *CALPUFF* sviluppato da Earth Tech Inc. e inizialmente sponsorizzato dal *California Air Resource Board (CARB)*.

Il modello è associato a un modello diagnostico per la ricostruzione di campi di vento su aree ad orografia complessa (*CALMET*, vedi paragrafo precedente) e ad un postprocessore (*CALPOST*) per la analisi dei dati calcolati, oltre che a numerosi programmi di supporto utilizzabili soprattutto per dati di provenienza americana, sia di tipo meteorologico che geofisico.

CALPUFF può simulare l'evoluzione spazio temporale di emissioni di varia natura (areali, puntiformi e volumetriche) anche variabili nel tempo simulando fenomeni di rimozione (sia secca che umida) e semplici interazioni chimiche. *CALPUFF* può utilizzare come input i campi meteorologici variabili prodotti dal

modello *CALMET* o utilizzare dati provenienti da una stazione al suolo (come i più semplici modelli gaussiani). Nel nostro caso i dati di input sono i campi meteo generati da *CALMET* così come descritto nella Caratterizzazione Ambientale. Nel nostro caso il dominio di calcolo utilizzato è perfettamente sovrapponibile al reticolo di calcolo meteorologico definito e descritto nella Caratterizzazione Ambientale.

Gli algoritmi inseriti nel modello consentono di trattare sia effetti vicini alla sorgente, quali downwash degli edifici, transitional plume rise, penetrazione parziale del plume rise in inversioni in quota, sia effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida, trasformazioni chimiche, presenza di vertical wind shear, overwater and coastal transport. *CALPUFF* utilizza diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione e per il calcolo del plume rise.

Il modello calcola le concentrazioni orarie delle specie di inquinanti simulate e i flussi di deposizione secca e umida.

CALPUFF è inoltre inserito come modello matematico *preferred* nella pubblicazione "Guideline on air Quality Models" dell'EPA.

3.1.4.5 RISULTATI

L'implementazione del modello matematico ha dato origine ad una serie molto interessante di risultati.

È stata simulata la dispersione in atmosfera dei principali macroinquinanti, monossido di carbonio (*CO*), biossido di azoto (*NO₂*) e ossidi di azoto totali (*NO_x*).

Inoltre è stata simulata la ricaduta al suolo degli odori (espressi in *UO_E/m³*).

Da segnalare che sono stati simulati quegli inquinanti che avessero una concentrazione alla sorgente già di per se stessa significativa; per gli altri è stata considerata trascurabile la concentrazione alla sorgente e di conseguenza la ricaduta al suolo non è stata simulata.

Per quanto riguarda i limiti di legge degli inquinanti si è fatto riferimento al D. Lgs. 155/10, che detta i limiti di concentrazione al suolo dei principali inquinanti.

TABELLA 3.1.4.5.1: Limiti normativi per gli inquinanti, assunti nel presente studio.

	normativa	UM	valore limite
NO₂			
media 99,8 %-tile 1h	D. Lgs. 155/10	µg/mc	200
media 8760h	D. Lgs. 155/10	µg/mc	40
NO_x			
media 8760h	D. Lgs. 155/10	µg/mc	30
CO			
media 8h	D. Lgs. 155/10	mg/mc	10

Per quanto riguarda gli odori non esiste una normativa vigente a cui fare riferimento. Ovviamente la stima delle concentrazioni di odore in termini di unità odorimetriche equivalenti (*OU_E/m³*), permette di stabilire quando si avverte la presenza di odore o meno (concentrazioni superiori a 1 *OU_E/m³*).

Pertanto si è deciso di proporre una restituzione dei risultati in termini di:

- concentrazioni massime delle medie orarie calcolate su tutto il periodo meteorologico di riferimento (1 anno); tali valori danno informazioni sulla spazialità della percezione dell'odore, ovvero ogni isolina identifica lo spazio entro cui viene raggiunto un dato livello di concentrazione anche solo per un'ora all'anno;

- confronto regolatorio dei risultati con i limiti proposti dalle “Linea guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera dell'attività ad impatto odorigeno” della Regione Lombardia; si propone di valutare il 98° percentile della media oraria e di verificare dove vi siano sforamenti dei livelli odorimetrici di 1, 2 3 e 4 OU_E/m^3 in corrispondenza di eventuali abitazioni civili; nello specifico è previsto che “per nuove attività o in caso di modifiche caratterizzate da emissioni odori, non vi debba essere superamento di:
 - 2 OU/m^3 per aree residenziali al primo ricettore o potenziale ricettore;
 - 3 OU/m^3 per aree commerciali a 500 m dal confine aziendale o al primo ricettore o potenziale ricettore;
 - 4 OU/m^3 per aree agricole o industriali a 500 m dal confine aziendale o al primo ricettore o potenziale ricettore”;

Odori

E' stata effettuata la simulazione per la verifica della ricaduta al suolo delle sostanze odorogene considerando l'impianto allo stato attuale.

Dall'analisi delle seguenti Figure (3.1.4.5.1 e 3.1.4.5.2), si possono fare le seguenti considerazioni:

- L'area di percezione dell'odore, anche di un solo episodio all'anno (isolinea 1 OU_E/m^3), lambisce marginalmente i centri abitati di Tombetta e Pestrino;
- I limiti imposti dalle citate “Linea guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera dell'attività ad impatto odorigeno” della Regione Lombardia, sono ampiamente rispettati;

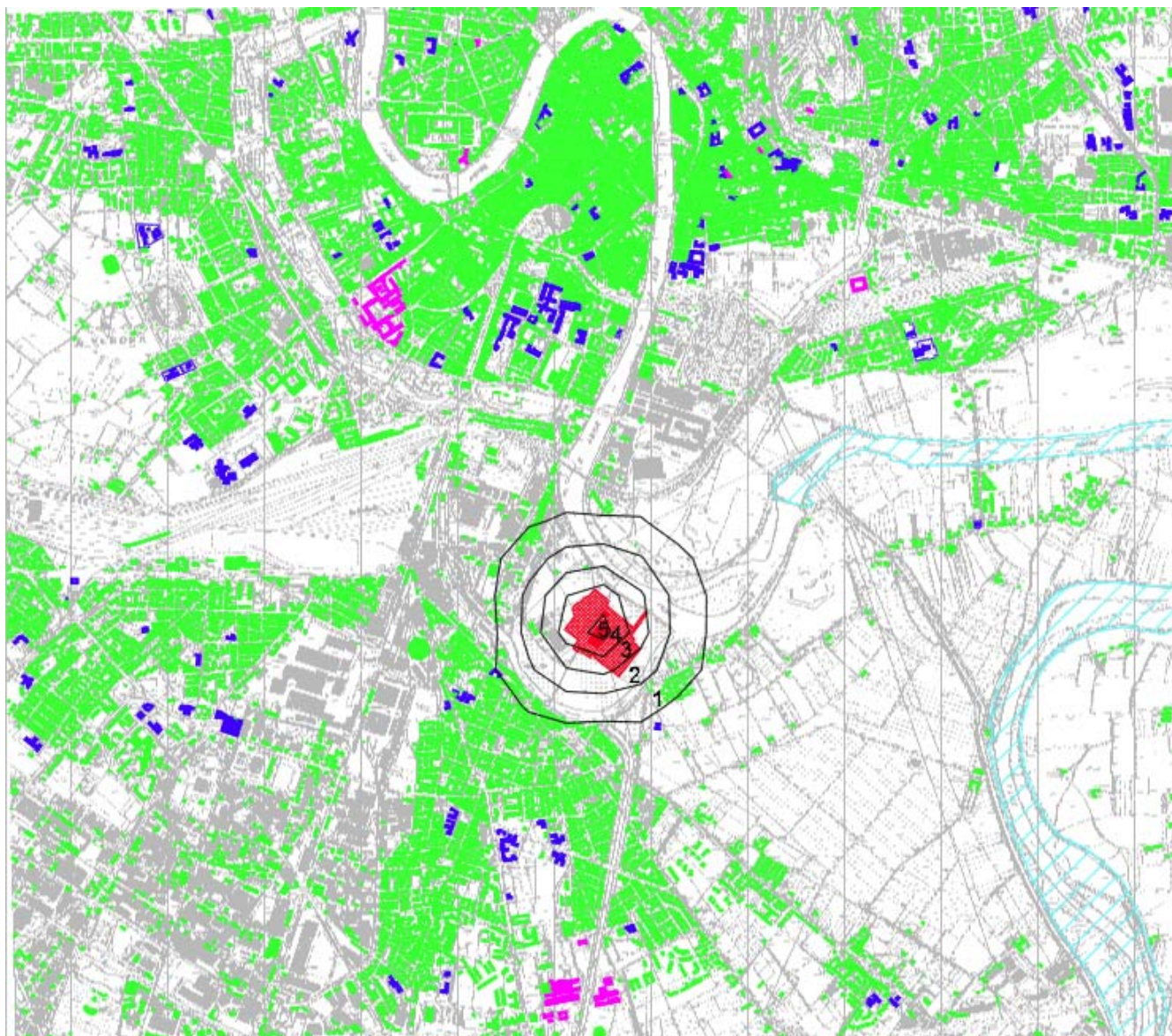


FIGURA 3.1.4.5.1: Odori molesti massimi delle medie orarie

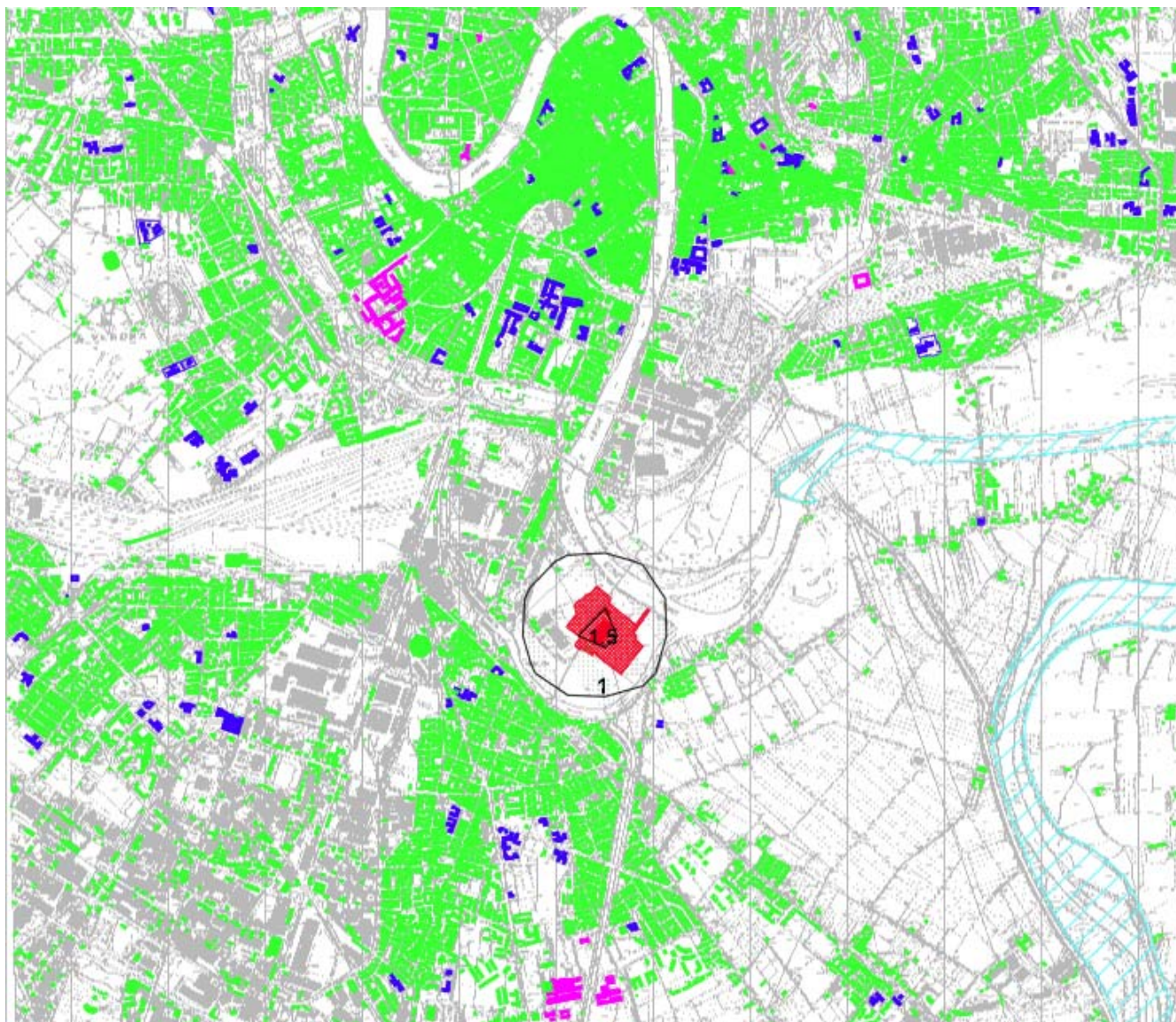


FIGURA 3.1.4.5.2: Odori molesti 98-esimo percentile delle medie orarie

La figura successiva mostra l'andamento annuale della concentrazione di odore calcolata presso il recettore identificato nella figura 3.1.4.3.3.

Si nota che:

- lo stato attuale comporta un numero di situazioni di percezione dell'odore ($> 1 \text{ UO}_E/\text{m}^3$), che è quasi pari 0;
- In termini di concentrazione al suolo, vi è un abbattimento totale della percepibilità dell'odore presso il ricettore discreto individuato;

Le situazioni meteorologiche associate ai superamenti della soglia di percezione delle unità olfattometriche, sono relative a:

- Prevalenza di periodi estivi, ovvero temperatura dell'aria superiore a 20 gradi;
- Orari notturni, ovvero diminuzione dello spessore dello strato di rimescolamento;
- Umidità relativa elevata, ovvero con valori superiori all'85%;
- Velocità del vento molto bassa (situazione di calma di vento);

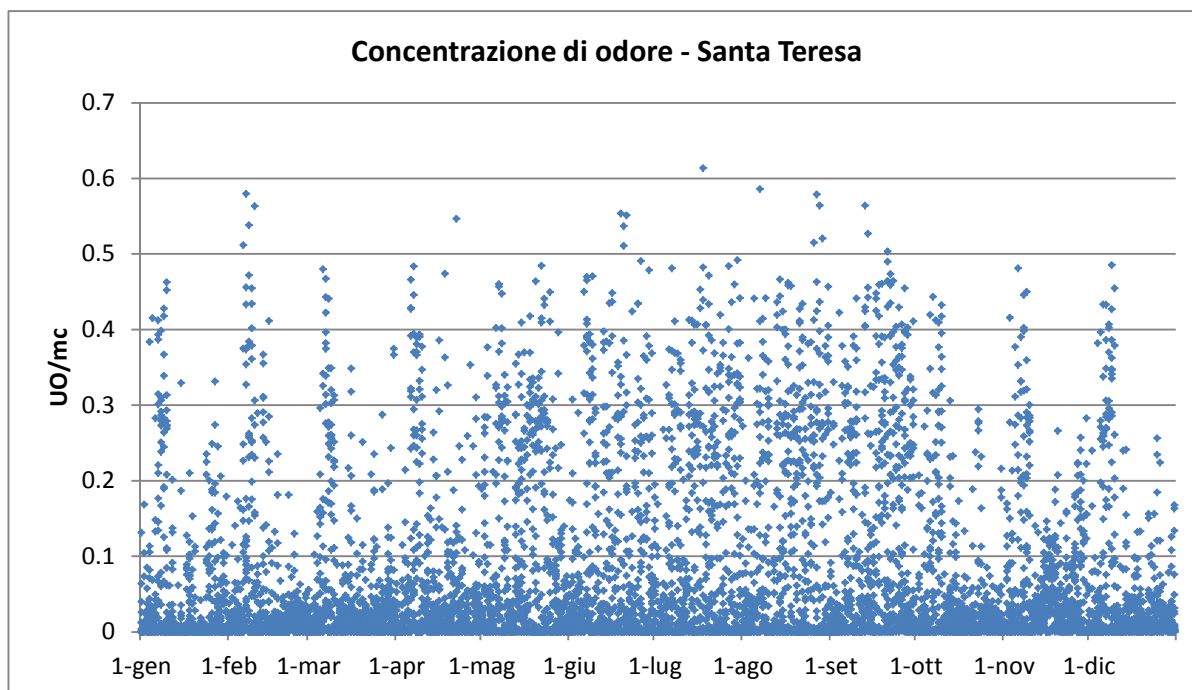


FIGURA 3.1.4.5.3: Percezione dell'odore presso il ricettore Santa Teresa

Ossidi di azoto

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D. Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda gli ossidi di azoto:

Valori Limite per il Biossido di Azoto e per gli Ossidi di Azoto e soglia di allarme per il Biossido di Azoto

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Margine di tolleranza	Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	100 µg/m ³ . Tale valore è ridotto ogni 12 mesi, per raggiungere il valore limite al 01/01/2010	01/01/2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	20 µg/m ³ . Tale valore è ridotto ogni 12 mesi, per raggiungere il valore limite al 01/01/2010	01/01/2010

Le Figure 3.1.4.5.4, 3.1.4.5.5 e 3.1.4.5.6 mostrano il contributo del depuratore alle concentrazioni al suolo di ossidi di azoto. Tale contributo non risulta in alcun modo significativo. Il centro abitato di Tombetta, in particolare, non è lambito da concentrazioni significative, né per quanto riguarda la media oraria né quella annuale.

Nei pressi dei recettori umani il contributo si annulla del tutto nel raggio di 1-2 km, per quanto riguarda il biossido di azoto; per quanto riguarda gli ossidi di azoto totale, sui recettori ecosistemici il contributo è pari a zero.

OSSIDI DI AZOTO – valori massimi registrati nel dominio

	UM	limite	DEPURATORE	% VL
media 1h NO ₂	µg/mc	200	5	2,5%
media 8760h NO ₂	µg/mc	40	0,2	0,5%
media 8760h NO _x	µg/mc	30	1	3,3%

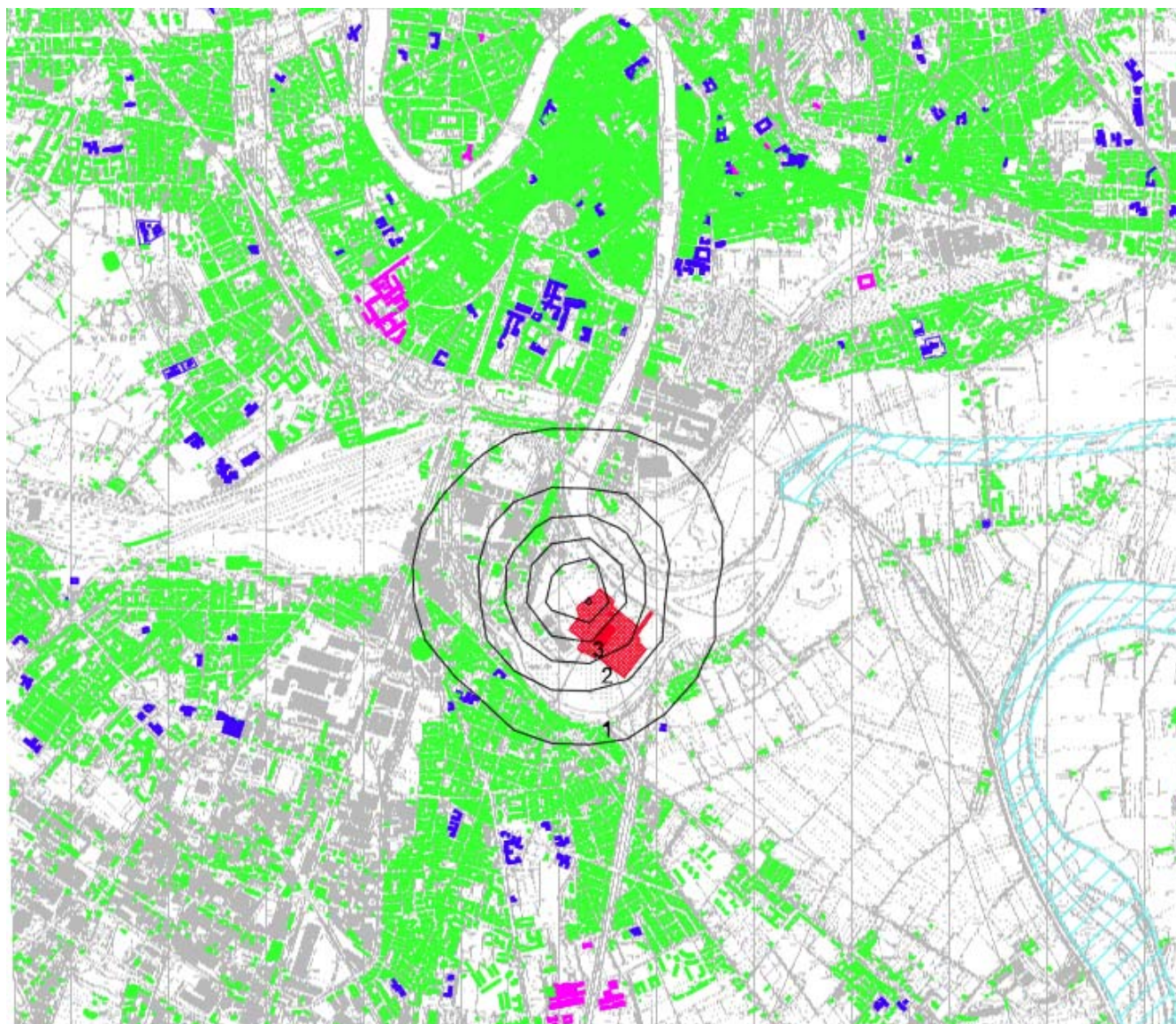


FIGURA 3.1.4.5.4: Biossido di azoto (NO₂) – Massimo dei valori orari (µg/m³)

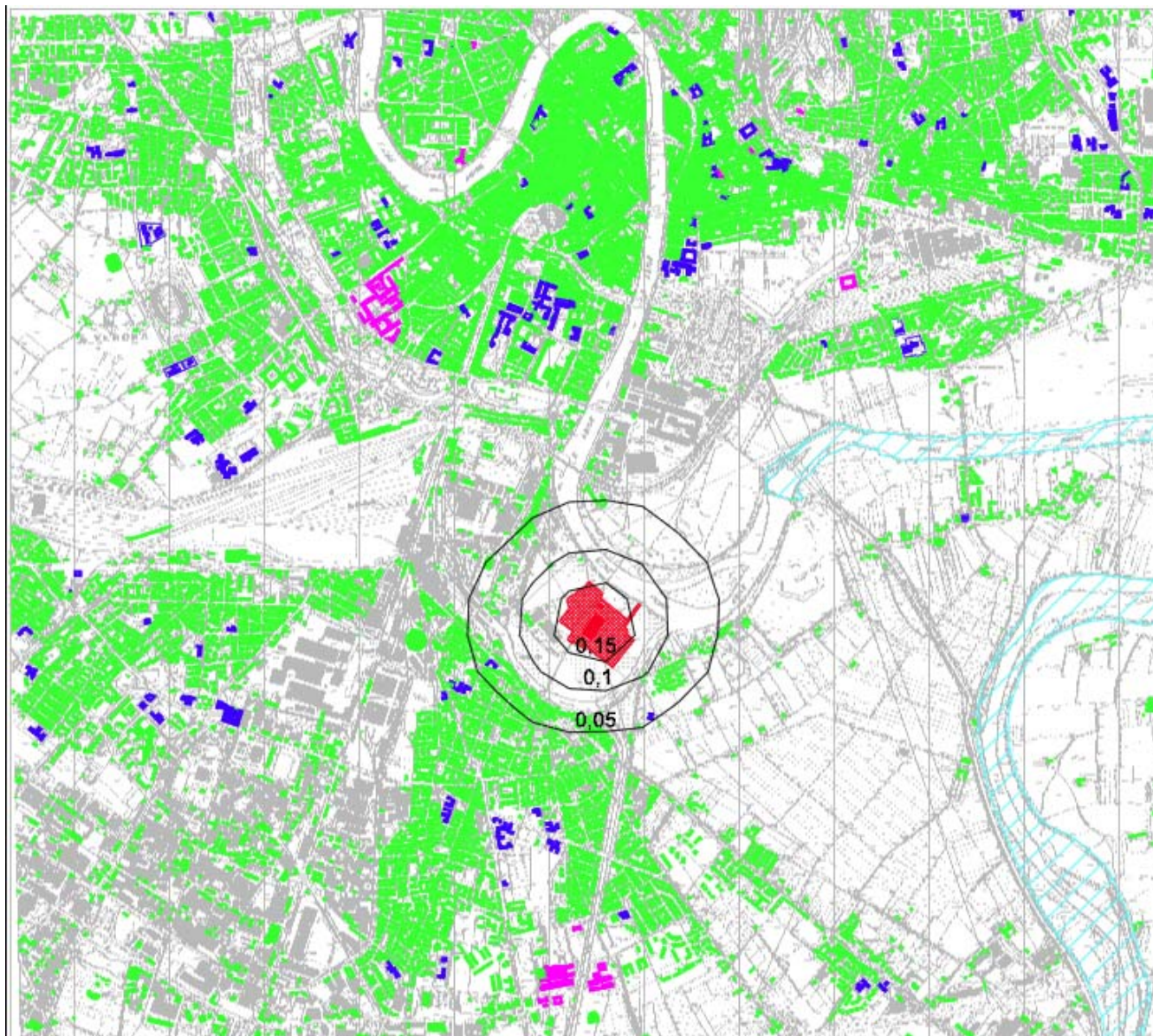


FIGURA 3.1.4.5.5: Biossido di azoto (NO₂) – Media dei massimi orari su 8760 h (µg/m³)

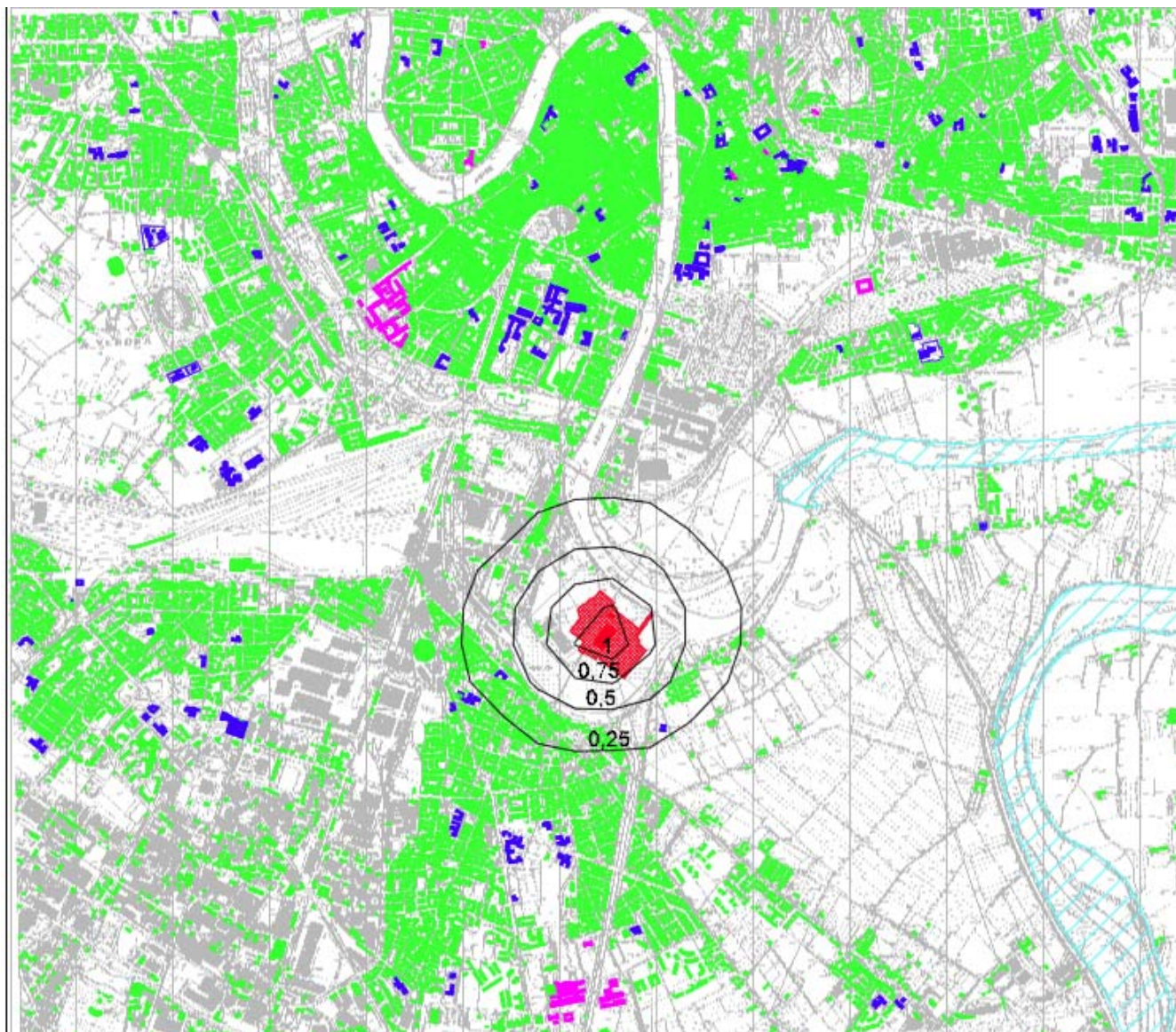


FIGURA 3.1.4.5.6: Ossidi di azoto totali (NOx) – Media dei massimi orari su 8760 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Monossido di carbonio

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D. Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda il monossido di carbonio:

Valore limite per il Monossido di Carbonio

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Margine di tolleranza	Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m^3	6 mg/m^3 . Tale valore è ridotto ogni 12 mesi per raggiungere il valore limite al 01/01/2010	01/01/2005

La Figura 3.1.4.5.7 mostra il contributo del depuratore alle concentrazioni al suolo di monossidi di carbonio. Tale contributo non risulta in alcun modo significativo. Il centro abitato di Tombetta, in particolare, non è lambito da concentrazioni significative.

Nei pressi dei recettori umani il contributo si annulla del tutto nel raggio di 2-300 m.

MONOSSIDO DI CARBONIO – valori massimi registrati nel dominio

	UM	limite	DEPURATORE	% VL
media 8h	$\mu\text{g}/\text{mc}$	10.000	0,75	0,01%

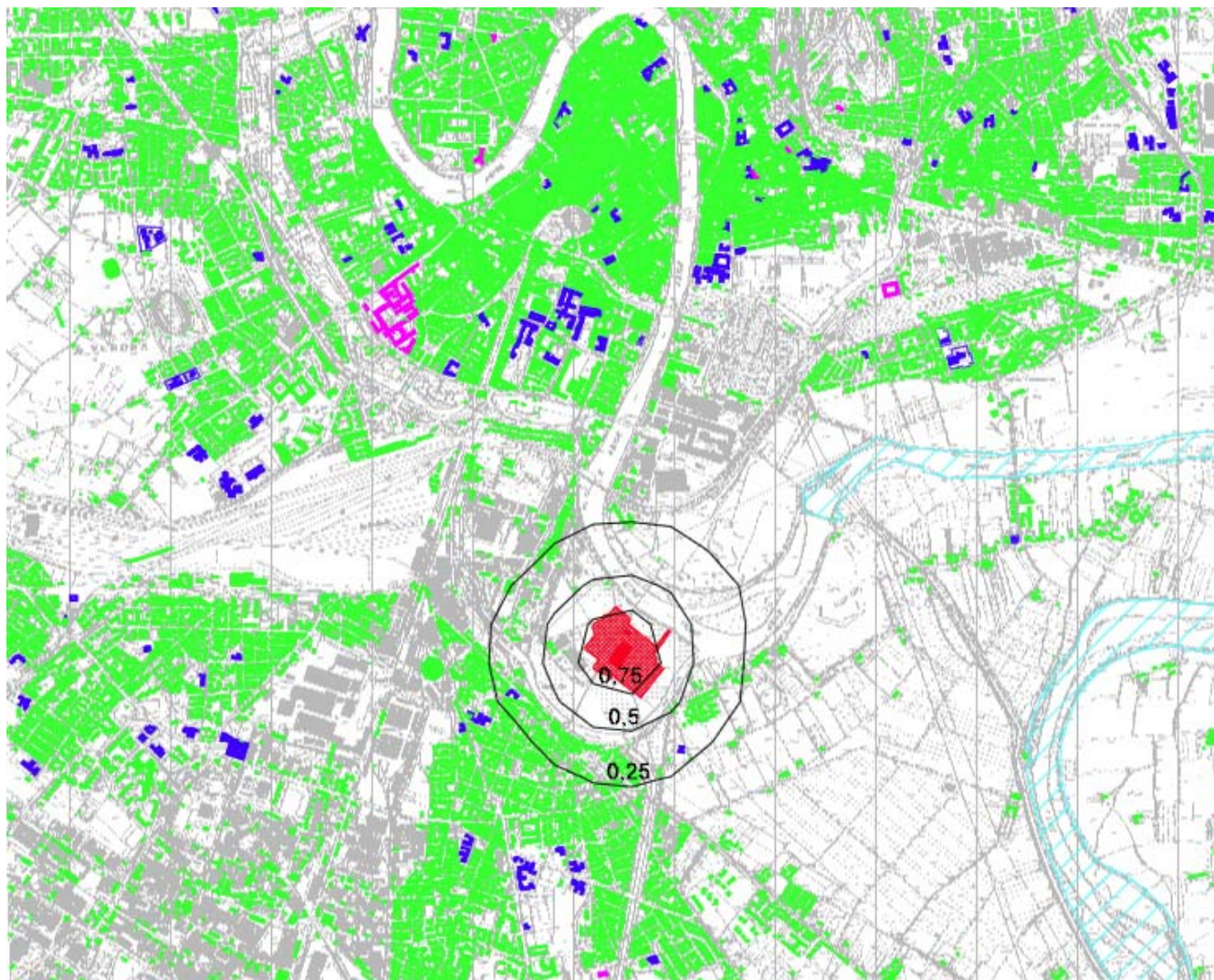


FIGURA 3.1.4.5.7: Monossido di carbonio (CO) – Massimi dei valori medi su 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3.1.4.6 CONCLUSIONI

Le simulazioni effettuate hanno riguardato lo stato attuale dell'impianto di trattamento reflui urbani, così come descritto nel paragrafo delle Sorgenti.

Le principali osservazioni sono:

- Lo stato attuale e di progetto determinano una percezione dell'odore nei recettori individuati praticamente nullo;
- Vista la criticità dell'area (si ricorda la presenza dell'AMIA e di una cartiera) si consiglia comunque di proseguire con l'attività di monitoraggio e di rilevazione degli odori, con la duplice finalità di validare le risultanze modellistiche prodotte nel presente studio e di monitorare costantemente la situazione per poter prevedere (ed in caso intervenire) situazioni fastidiose per la popolazione;
- Per quanto riguarda i principali macroinquinanti non si registra nessun tipo di problematica.

STATO ATTUALE

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati ricavati dal calcolo degli impatti relativi all'emissione di odori e di macroinquinanti gassosi.

TABELLA 3.1.4.6.1: Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'emissione di odori allo stato attuale.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	Le sorgenti di emissione (ovvero il biofiltro e gli scrubber) hanno una durata stimata maggiore ad un anno (è previsto che il depuratore sia soggetto ad autorizzazione quinquennali) .	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area, presenta all'attualità un'alta vulnerabilità per quanto riguarda gli odori (presenza impianto AMIA e cartiere)	1,00
Estensione (E)	L'area di percezione degli odori coincide con il perimetro dell'impianto o poco più.	0,25
Pericolosità (H)	L'emissione di odori, non rappresenta un fattore di rischio per la popolazione, ma un disturbo oggettivo	0,50
Danno (D = L + V + E + H)		2,75
Probabilità (P)	Se la bonifica viene autorizzata, l'emissione di odori durante le operazioni di scavo è diretta conseguenza di essa..	1,00
Rischio (P x D)		2,75
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Breve Termine, Reversibile, di bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è l'aria.	- 4,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 11,00

TABELLA 3.1.4.6.2: Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'emissione di macroinquinanti gassosi.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	Le sorgenti di emissione (ovvero il depuratore ed il traffico ad esso collegato) hanno una durata stimata maggiore ad un anno (è previsto che il depuratore sia soggetto ad autorizzazione quinquennali) .	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area, presenta all'attualità un'alta vulnerabilità per quanto riguarda la qualità dell'aria, situazione comune a tutto il Bacino Padano	1,00
Estensione (E)	Concentrazioni significative di composti gassosi (>5% del limite di legge) non vengono raggiunte in un'area esterna all'impianto	0,25
Pericolosità (H)	Alcune emissioni gassose, in particolare l'inalazione delle stesse, sono considerate un fattore potenzialmente cancerogeno	0,75
Danno (D = L + V + E + H)		3,00
Probabilità (P)	Se il progetto viene autorizzata, l'emissione di macroinquinanti durante le operazioni di depurazione è diretta conseguenza di essa..	1,00
Rischio (P x D)		3,00
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Breve Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è l'aria.	- 4,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 12,00

FASE DI CANTIERE

Le attività previste nella fase di cantiere non influiscono sull'emissione di odori o di contaminanti pertanto i relativi impatti sulla matrice atmosfera non sono stati calcolati.

STATO DI PROGETTO

Per quanto riguarda lo stato di progetto, le risultanze degli impatti non cambiano rispetto allo stato attuale.

3.2. SUOLO E SOTTOSUOLO

L'area in oggetto è ubicata nel comune di Verona, nell'area di Basso Acquar in via Avesani. La zona ricade nella Carta Tecnica Regionale, Sezione 123162, a scala 1:5.000, di cui si riporta una stralcio nella figura seguente.

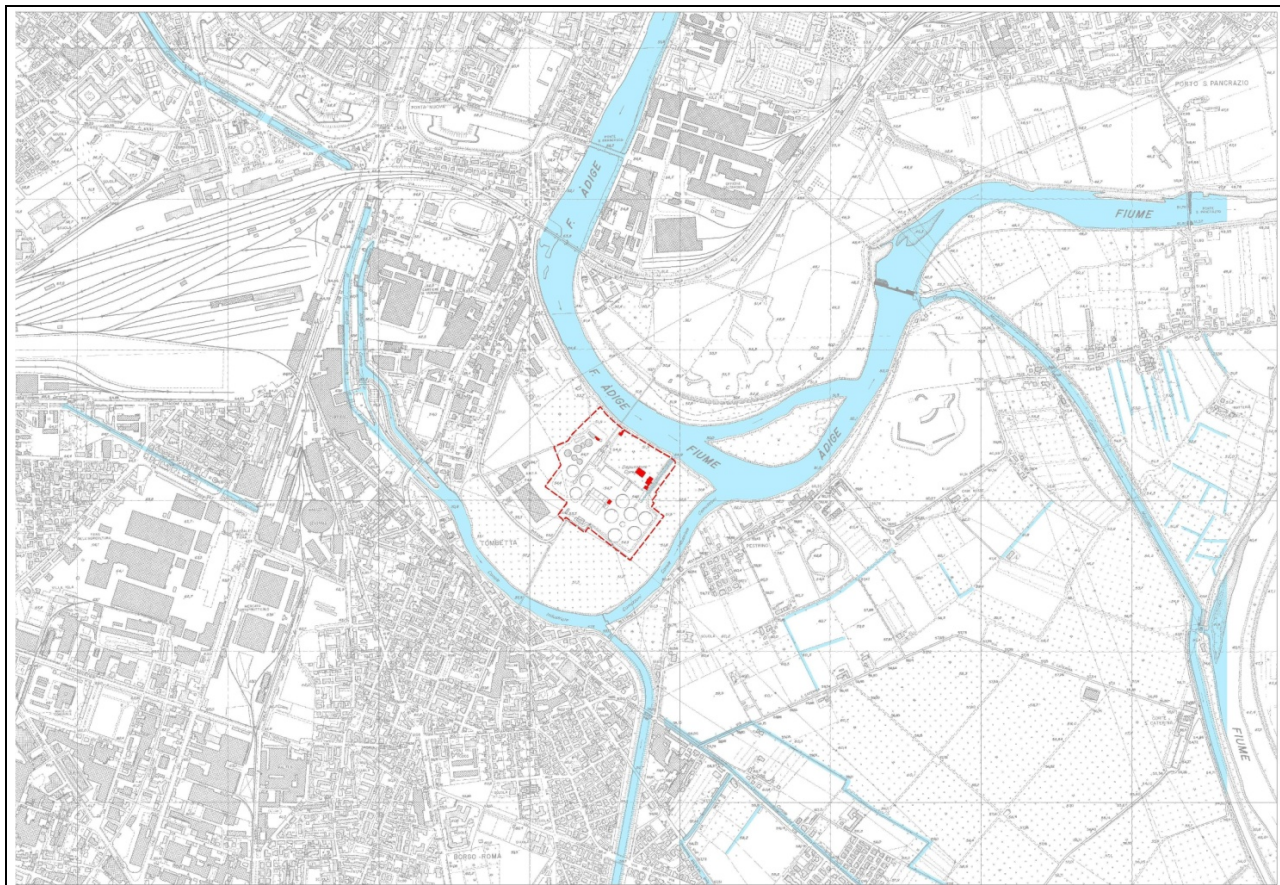


FIGURA 3.2.1: Ubicazione dell'area di studio, C.T.R. del Veneto, sez. n.123162 (scala 1:5.000). Nel tratteggio rosso il perimetro del depuratore, in rosso le nuove edificazioni.

Dal punto di vista morfologico l'area in oggetto è ubicata all'interno della piana di divagazione recente del fiume Adige, compresa tra le scarpate principali della conoide dell'Adige, a sua volta delimitata ad Est dall'imponente ambito glaciale benacense ed a Sud dalla fascia delle risorgive.

Il territorio studiato fa parte dell'*Alta Pianura Veronese*, e, più precisamente, è inserito all'interno della *Conoide Atesina*, generata dalle continue divagazioni dell'Adige.

Questa grande unità sedimentaria ha l'apice in corrispondenza della *Chiusa di Ceraino*, che costituisce il punto di sbocco in pianura del fiume, e si sviluppa con asse disposto in direzione NNW-SSE. E' delimitata ad Ovest dalla *Conoide del Mincio*, a Nord-Ovest dagli *Anfiteatri Morenici di Rivoli e del Garda*, a Nord dai *Monti Lessini* e dalle conoidi dei corsi d'acqua secondari, che scendono lungo le valli disposte in senso meridiano. A Sud si spinge all'interno della *Fascia delle Risorgive*, i cui materiali a granulometria più fine ne costituiscono l'unghia.

Nel complesso, è caratterizzata da una morfologia pianeggiante abbastanza regolare, interrotta solo dalla presenza di terrazzamenti operati dall'azione geodinamica fluviale e dall'intervento antropico sull'ambiente, che in alcuni casi ha modificato significativamente l'assetto naturale del territorio. L'*Alta Pianura*

rappresenta una zona di transizione tra l'area pedemontana, che lambisce la base dei rilievi prealpini, e la pianura propriamente detta, ed è costituita dal *Sistema Planiziale delle Fasce Fluviali*.

L'evoluzione geologica della porzione di Pianura Padana oggetto di studio è collegata allo sviluppo delle *Avanfosse Alpina ed Appenninica*. Questo grande bacino, che nel corso del Pliocene e del Pleistocene risulta corrispondere ad un golfo, occupato da acque marine e caratterizzato da successive ingressioni e regressioni, presentava un profilo asimmetrico, con inclinazione del lato settentrionale minore di quella del lato meridionale, dove, in prossimità del margine appenninico, lo spessore dei sedimenti supera i 7.000 m.

Le vicende geologiche del territorio in esame sono strettamente legate alla genesi e successiva evoluzione della Pianura Padana, di cui fa parte. La ricostruzione paleogeografica e la successione temporale dei vari ambienti che si sono succeduti nel tempo si basa sui risultati dell'attività dell'AGIP per la ricerca degli idrocarburi e sugli studi effettuati dall'ENEL per la localizzazione di una centrale elettronucleare.

Le correlazioni stratigrafiche tra i pozzi AGIP di Villafranca, Nogarole Rocca e Rodigo (Comune di Goito), hanno permesso una ricostruzione attendibile degli eventi verificatisi a partire dall'era mesozoica. A partire dal triassico l'area padana era completamente sommersa, in quanto soggetta all'influenza delle spinte tettoniche, che costituivano al tempo l'agente morfogenetico dominante.

Le spinte tettoniche che diedero origine alle catene alpina ed appenninica accentuarono la depressione padana, all'interno della quale si riversarono in continuazione gli apporti terrigeni provenienti dai processi di disgregazione dei contrafforti montuosi emergenti e trasportati dai corsi d'acqua.

Si venne pertanto a creare un imponente accumulo sedimentario, la cui sommità iniziò ad emergere dalle acque, nel corso del Pliocene.

A partire da questo momento i processi geodinamici a grande scala, pur continuando nella loro lenta evoluzione, non costituirono più il fattore morfodinamico principale. Il modellamento della superficie risultò infatti soggetto prevalentemente agli eventi climatici, e più precisamente alle glaciazioni.

Durante i periodi interglaciali e soprattutto nel corso dell'ultima fase postglaciale si verificò il rapido riempimento delle aree esterne agli apparati morenici, con depositi fluvioglaciali e fluviali. Lentamente venne a crearsi l'attuale assetto strutturale di superficie, dove le conoidi ghiaioso-sabbiose dell'alta pianura (*Sandur*) passano, per alternanze, ai depositi fluviali con granulometria progressivamente decrescente, da sabbiosa a limoso-argillosa, che caratterizza la media e bassa pianura.

Nell'area in esame l'attività di modellazione principale, svolta dall'Adige, è stata poi coadiuvata dall'opera dei corsi d'acqua minori, provenienti dal tavolato lessineo.

3.2.1. GEOLITOLOGIA

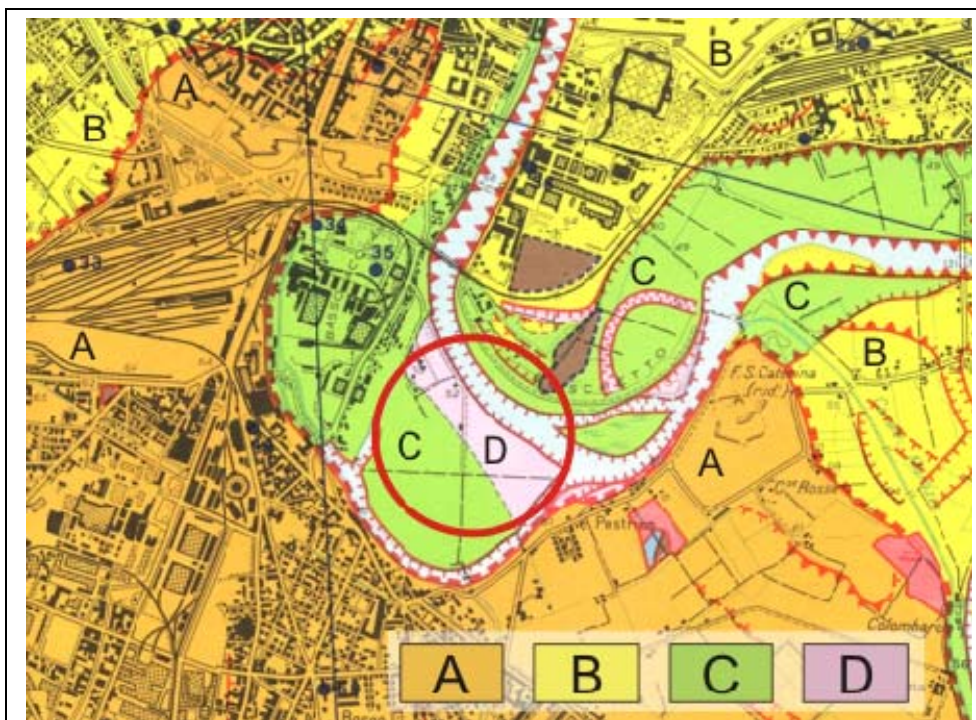


FIGURA 3.2.1.1: Stralcio della Carta Geomorfologica di una porzione della pianura a sud est di Verona (scala 1:25.000). Nel cerchio rosso l'area del depuratore. **Conoide dell'Adige** - A = Alluvioni prevalentemente ghiaiose; **Piano di Divagazione dell'Adige** - B = Alluvioni prevalentemente ghiaiose; C = Alluvioni prevalentemente sabbiose; D = Alluvioni prevalentemente Limose.

I terreni su cui insiste il depuratore sono costituiti prevalentemente da alluvioni prevalentemente sabbiose, attuali e recenti, dell'Adige. Si tratta dei terreni della piana di divagazione del fiume Adige, che è compresa tra le scarpate principali della conoide dell'Adige. In particolare l'area sulla quale insiste il depuratore "Città di Verona" è costituita da alluvioni sabbiose nella parte più distante dall'alveo dell'Adige e da alluvioni prevalentemente limose nella zona più prossima al corso del fiume. Si tratta di alluvioni costituenti un antico meandro del fiume. Come risultante dalla trincee esplorative realizzate nel corso di una campagna di indagini effettuata nel 2012 (dati forniti da Acque Veronesi), in corrispondenza dell'area di interesse è inoltre presente in superficie uno strato di terreno di riporto.

La composizione petrografica di questi materiali è caratterizzata, in ordine decrescente di frequenza, da: rocce carbonatiche (calcari, dolomie, calcari dolomitici, calcari marnosi e calcari con selce); graniti, in netta prevalenza su granodioriti e dioriti (spesso queste rocce si presentano alterate e disfatte, a causa delle trasformazioni chimico-fisiche che subiscono i plagioclasti); porfidi quarziferi e ortofiri; scisti cristallini con netta prevalenza degli gneiss sulle filladi quarzifere. L'ampio assortimento petrografico è legato all'estensione areale del Bacino Idrografico dell'Adige, che comprende una notevole varietà di formazioni rocciose.

La figura seguente riporta l'ubicazione planimetrica delle indagini geognostiche effettuate all'interno dell'area del depuratore, finalizzate alla caratterizzazione geotecnica a supporto di alcuni interventi progettuali (Fonte dati: Acque Veronesi - *Relazione Geologica a supporto dell'adeguamento tecnologico ed autorizzativo del depuratore*, redatta da dott. Geol. Daria Dell'Acqua – giugno 2012).

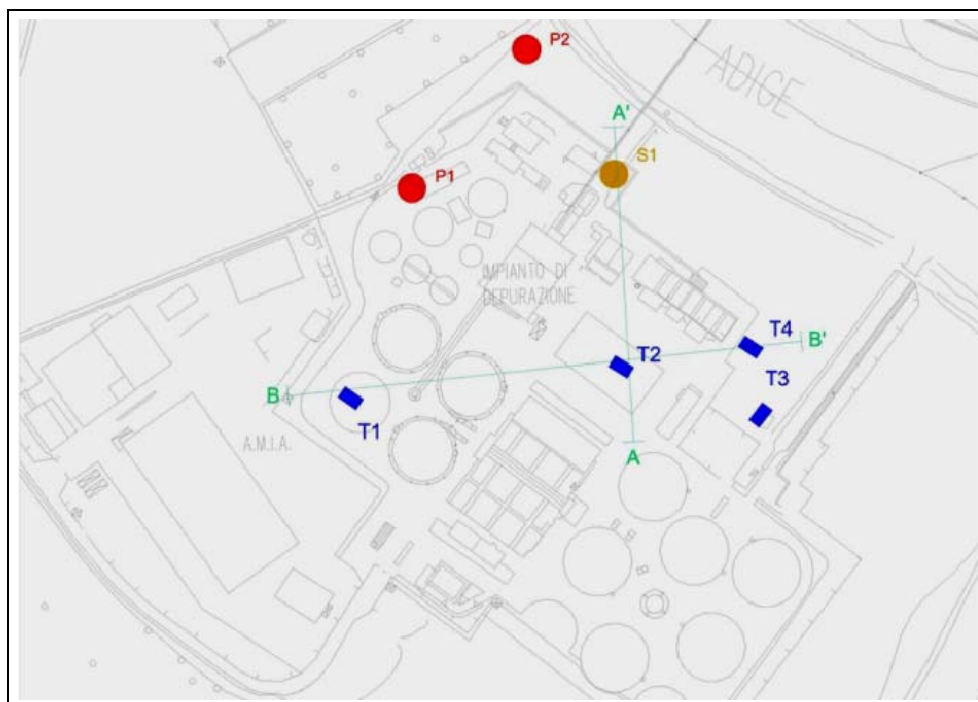


FIGURA 3.2.1.2: Planimetria con indicata l'ubicazione delle indagini effettuate sul sito e traccia delle sezioni litostratigrafiche.

L'assetto geologico - geolitologico ed idrogeologico del primo sottosuolo in corrispondenza dell'area d'interesse progettuale è stato ricostruito attraverso la consultazione dei dati forniti da Acque Veronesi, relativi alle indagini geognostiche qui effettuate (vedi figura 3.2.1.2), e più precisamente dalle stratigrafie provenienti da:

- due pozzi (P1, P2) e un sondaggio (S1), eseguiti tra il 1983 e il 1997 per conto dell'AGSM di Verona;
- da 4 scavi geognostici (T1, T2, T3, T4) effettuati durante la campagna d'indagine del 12/06/2009.

Nelle tabelle seguenti si riportano le stratigrafie dei due pozzi e del sondaggio geognostico.

TABELLA 3.2.1.1: Pozzo **P 1** (AGSM 1983).

Profondità (m)	Spessore (m)	Litologia
0.00 ÷ 3.00	3.00	Riporto
3.00 ÷ 5.00	2.00	Vegetale e ghiaia
5.00 ÷ 10.50	5.50	Ghiaia medio grossa e ciottoli
10.50 ÷ 20.00	9.50	Ghiaia mista a sabbia
20.00 ÷ 21.50	1.50	Argilla
21.50 ÷ 23.20	1.70	Sabbia
23.20 ÷ 28.30	5.10	Argilla compatta nera
28.30 ÷ 37.00	8.70	Ghiaia grossa con sabbia 20%
37.00 ÷ 48.00	11.00	Ghiaia mista con sabbia 10%

TABELLA 3.2.1.2: Pozzo **P 2** (AGSM 1992).

Profondità (m)	Spessore (m)	Litologia
0 ÷ 2.00	2.00	Terreno agrario

TABELLA 3.2.1.2: Pozzo P 2 (AGSM 1992).

Profondità (m)	Spessore (m)	Litologia
2.00 ÷ 16.00	14.00	Ghiaia poligenica con scarsa matrice sabbiosa
16.00 ÷ 17.50	1.50	Argilla gialla inglobante ghiaia
17.50 ÷ 19.00	1.50	Argilla limosa grigia
19.00 ÷ 21.40	2.40	Argilla torbosa
21.40 ÷ 24.20	2.80	Argilla nera plastica
24.20 ÷ 25.40	1.20	Argilla gialla con ghiaia
25.40 ÷ 51.50	26.10	Alternanza di livelli a ghiaia con livelli a ciottoli e ghiaie in scarsa matrice sabbiosa
51.50 ÷ 53.00	1.50	Argilla marrone con ghiaia
53.00 ÷ 56.50	3.50	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa
56.50 ÷ 57.50	1.00	Argilla marrone inglobante ghiaia
57.50 ÷ 63.00	5.50	Ghiaia cementata
63.00 ÷ 67.00	4.00	Ghiaia poco cementata
67.00 ÷ 74.00	7.00	Ghiaia poco sabbiosa
74.00 ÷ 80.00	6.00	Ghiaia in matrice sabbiosa
80.00 ÷ 87.00	7.00	Conglomerato
87.00 ÷ 89.00	2.00	Ghiaia in matrice sabbiosa
89.00 ÷ 93.00	4.00	Ghiaia in scarsa matrice sabbiosa
93.00 ÷ 95.00	2.00	Argilla grigia con ghiaia
95.00 ÷ 97.50	2.50	Argilla marrone
97.50 ÷ 105.00	7.50	Argilla marrone con poca ghiaia

TABELLA 3.2.1.3: Sondaggio S I a carotaggio continuo (AGSM 1997).

Profondità (m)	Spessore (m)	Litologia
0.00 ÷ 0.10	0.10	Manto bituminoso
0.10 ÷ 0.50	0.40	Riporto eterogeneo
0.50 ÷ 1.50	1.00	Riporto eterogeneo in matrice argillosa
1.50 ÷ 2.00	0.50	Argilla torbosa
2.00 ÷ 2.80	0.80	Argilla nerastra
2.80 ÷ 3.20	0.40	Sabbia fine limosa
3.20 ÷ 4.00	0.80	Sabbia fine limosa, satura
4.00 ÷ 9.00	5.00	Ghiaia debolmente limosa con sabbia grossa
9.00 ÷ 15.00	6.00	Ghiaia medio-grossa con sabbia grossa

In un'ulteriore campagna del 2012 sono stati effettuati, mediante escavatore meccanico a cucchiaio rovescio, quattro scavi geognostici, di cui si riportano i risultati nelle tabelle seguenti.

TABELLA 3.2.1.4: Trincea geognostica T1.

			
Profondità (m)	Spessore (m)	Unità	Descrizione litologica
0.00 ÷ 0.30	0.30	A	TERRENO VEGETALE di natura limosa di color marrone con abbondanti resti radicali.
0.30 ÷ 2.50	2.20	B	TERRENO RIMANEGGIATO/AGRICOLA di natura limosa con ciottoli eterogranulari, di natura prevalentemente calcarea.
2.50 ÷ 3.50	1.00	C	GHIAIA E SABBIA grossolana in matrice limosa di color marrone con ciottoli eterogranulari (1cm<math>< \varnothing </math><math>< 30\text{cm}</math>), di natura prevalentemente calcarea, caratterizzati da forme irregolari e grado di sfericità medio. In corso di scavo, a partire da -3.00 m da p.c., si sono rilevate piccole venute d'acqua dalle pareti che risultano soggette a locali fenomeni di scavamento.
3.50 ÷ 4.20	0.70	D	LIMO - SABBIOSO di colore grigio con resti vegetali. Il materiale si presenta debolmente umido, mediamente compatto ed addensato.
4.20 ÷ 5.20	1.00	E	SABBIA - LIMOSA di color nocciola. Il materiale si presenta mediamente compatto ed addensato

TABELLA 3.2.1.5: Trincea geognostica T2.



			
Profondità (m)	Spessore (m)	Unità	Descrizione litologica
0.00 ÷ 0.30	0.30	A	TERRENO VEGETALE di natura limosa e di color marrone.
0.30 ÷ 2.50	2.20	B	RIPORTO costituito da ciottoli e ghiaia in matrice limosa di color marrone. Il materiale risulta discretamente addensato; le pareti

TABELLA 3.2.1.5: Trincea geognostica T2.

			della trincea sono risultate stabili per tutta la durata delle operazioni di scavo.
2.50 ÷ 3.50	1.00	C	GHIAIA E SABBIA grossolana in matrice limosa di color marrone - grigio con ciottoli etero granulari ($\varnothing_{med}=7cm$), di natura prevalentemente calcarea, caratterizzati da forme irregolari e grado di sfericità medio. In corso di scavo, a partire da -3.00 m da p.c, si sono rilevate piccole venute d'acqua laterali.
3.50 ÷ 4.50	1.00	D	LIMO - SABBIOSO di colore grigio con resti vegetali. Il deposito si presenta bagnato nella porzione superiore, mediamente compatto ed addensato.
4.50 ÷ 5.50	1.00	E	SABBIA - LIMOSA di color nocciola. Il materiale si presenta umido, mediamente compatto ed addensato

TABELLA 3.2.1.6: Trincea geognostica T3.





			
Profondità (m)	Spessore (m)	Unità	Descrizione litologica
0.00 ÷ 0.30	0.30	A	TERRENO VEGETALE di natura limosa di color marrone.
0.30 ÷ 3.00	2.70	B	RIPORTO costituito da materiale da demolizione, ciottoli e ghiaia in matrice limosa di color marrone. Il deposito appare instabile, con diffusi crolli e scavarnamenti lungo le pareti dello scavo, verificatisi soprattutto in seguito alla rimozione di grossi elementi di materiale edile. A partire da circa 2 m di profondità da p.c. i materiali di origine antropica lasciano progressivamente spazio a ghiaie mediamente addensate, riconducibili per caratteristiche all'unità A, già identificata nelle altre trincee.
3.00 ÷ 4.20	1.20	C	LIMO - SABBIOSO di colore grigio con resti vegetali. Il materiale si presenta bagnato nella porzione superiore dello strato, mediamente compatto ed addensato.
4.20 ÷ 5.00	0.80	D	SABBIA - LIMOSA di color nocciola. Il materiale si presenta umido, mediamente compatto ed addensato
5.00 ÷ 5.40	0.40	E	GHIAIA con ciottoli. Falda a -5.30 m da p.c.

TABELLA 3.2.1.7: Trincea geognostica T4.

			
Profondità (m)	Spessore (m)	Unità	Descrizione litologica
0.00 ÷ 0.20	0.20		TERRENO VEGETALE di natura limosa di color marrone.
0.20 ÷ 2.10	1.90		RIPORTO: ciottoli con ghiaia in matrice limosa di color nocciola e ben addensati.
2.10 ÷ 3.80	1.70		GHIAIA E SABBIA grossolana in matrice limosa di color marrone con ciottoli eterogranulari (2cm<math>< \varnothing < 30\text{cm}</math>), di natura prevalentemente calcarea, caratterizzati da forme irregolari e grado di sfericità medio. Le pareti tendono ad essere leggermente instabili con fenomeni di scavramento. Il materiale risulta leggermente umido.
3.80 ÷ 4.70	0.90		LIMO debolmente argilloso di colore grigio-marrone.
4.70 ÷ 5.70	1.00		GHIAIA CON CIOTTOLI. Falda a -5.40 m da p.c.

Ad un esame puramente visivo ed esterno il complesso di edifici e delle opere civili del depuratore risulta in buono stato, dal momento che non sono stati rilevati segni evidenti di crepe o lesioni sugli edifici e lastricati, riconducibili a fenomeni di cedimento differenziale dei terreni di fondazione.

Dalle indagini effettuate sul sito risulta che il primo sottosuolo è costituito da un sistema a 5 strati: al di sotto dell'orizzonte più superficiale di terreno vegetale (*unità A*) si rinviene uno strato di terreno di riporto/rimaneggiato (*unità B*), cui seguono un livello ghiaioso - sabbioso con ciottoli (*unità C*), uno strato limo-sabbioso nel tratto superiore e sabbio-limoso nella porzione inferiore (*unità C e D*) ed infine uno strato a ghiaia e ciottoli (*unità E*). Si riportano di seguito le sezioni litostratigrafiche (vedi figura 3.2.1.2)

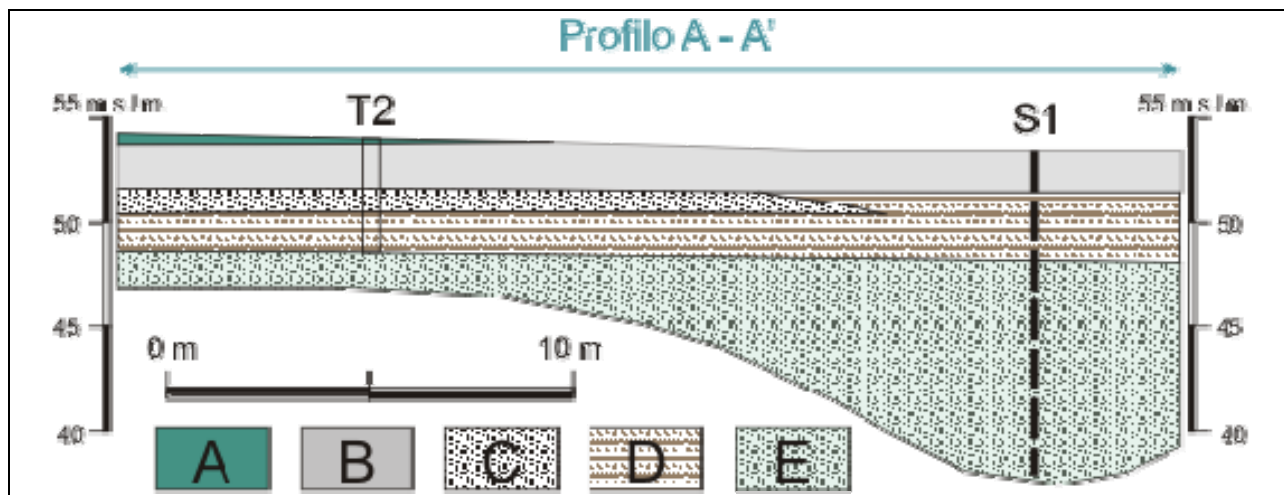


FIGURA 3.2.1.3: Sezione Litostratigrafica A – A' (vedi Figure 3.2.1.2). A = Terreno Vegetale; B = Terreno di riporto e/o rimaneggiato; C = Alluvioni prevalentemente sabbiose e ghiaiose; D = Alluvioni prevalentemente limose e argillose; E = terreni prevalentemente sabbiosi e saturi.

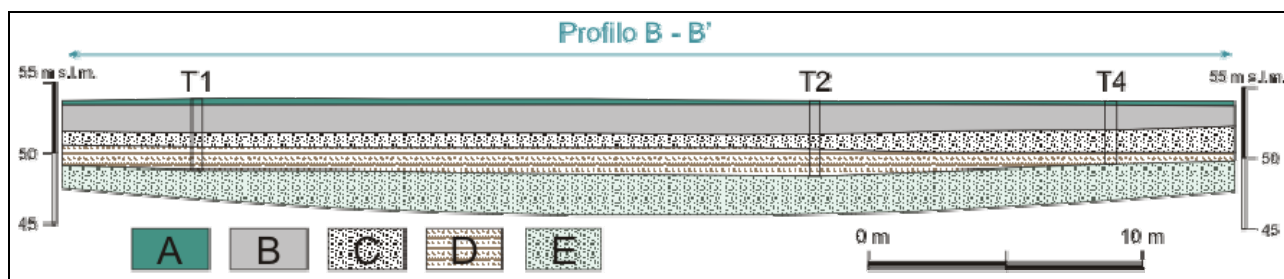


FIGURA 3.2.1.4: Sezione Litostratigrafica B – B' (vedi Figure 3.2.1.2). A = Terreno Vegetale; B = Terreno di riporto e/o rimaneggiato; C = Alluvioni prevalentemente sabbiose e ghiaiose; D = Alluvioni prevalentemente limose e argillose; E = terreni prevalentemente sabbiosi e saturi.

Il livello limoso argilloso che risulta continuo e distribuito sull'intera superficie dell'impianto (ad eccezione del settore investigato con i pozzi P 1 e P 2, ma la definizione delle stratigrafie potrebbe essere tale da non aver riportato questo livello), svolge un'importante funzione di protezione dell'acquifero che è stato rilevato nello strato sottostante.

3.2.2. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

Dal punto di vista realizzativo e gestionale gli interventi in progetto prevedono le seguenti azioni potenziali su suolo e sottosuolo:

- esecuzione di scavi per la realizzazione delle fondazioni e delle parti interrato delle nuove strutture;
- ricezione, stoccaggio, trattamento e movimentazione di sostanze inquinanti.

Le principali opere da attuarsi al fine di limitare possibili impatti negativi sulla matrice in esame sono:

- corretta gestione dei materiali di risulta per la realizzazione delle vasche semi interrate, in conformità a quanto previsto dalla vigente normativa;
- impermeabilizzazione delle aree coinvolte nel trasporto interno di sostanze e materiali inquinanti;
- impermeabilizzazione delle strutture dedicate allo stoccaggio di sostanze potenzialmente contaminanti.

Gli impatti potenziali oggetti di successiva valutazione, originati dalla trasformazione dello stato attuale dell'area in esame, sono i seguenti:

- sottrazione di Suolo e Sottosuolo;
- Modificazione dell'Assetto Geomorfologico;
- Contaminazione di Suolo e Sottosuolo.

SOTTRAZIONE DI SUOLO E SOTTOSUOLO

STATO ATTUALE

Allo stato attuale suolo e sottosuolo non sono interessati da alcun tipo di interazione. Le opere e le strutture del depuratore trasmettono i loro carichi sui terreni di fondazione.

Dalle verifiche effettuate nel corso dei sopralluoghi non sono state rilevate anomalie. Tutti gli edifici e le strutture non presentano tracce di lesioni riconducibili a fenomeni di assestamento del substrato di fondazione.

L'intero complesso risulta stabile ed in equilibrio con il contesto ambientale entro cui è inserito. Nessun tipo di impatto o interazione da rilevare.

FASE DI CANTIERE

La sottrazione di sottosuolo, correlata all'utilizzo dei nuovi manufatti (nuove vasche nel comparto di ossidazione e in quello di sanitizzazione), comporta la movimentazione di circa 7.500 m³ di materiale. Sono infatti previsti scavi che raggiungono localmente circa 4,00 m di profondità, rispetto al p.c. Non è previsto il riutilizzo dei materiali movimentati all'interno degli interventi progettuali. Va peraltro evidenziato che gli scavi interessano esclusivamente i materiali che costituiscono il primo sottosuolo, costituito sia da terreno naturale sia da resti di demolizione.

TABELLA 3.2.2.1: Sottrazione di Suolo e Sottosuolo in Fase di Cantiere - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sottrazione di suolo ha carattere permanente	1,00
Vulnerabilità (V)	La matrice considerata ha una vulnerabilità elevata	1,00
Estensione (E)	L'intervento risulta puntuale (realizzazione di due vasche interrato)	0,25
Pericolosità (H)	I materiali coinvolti nella sottrazione di suolo sono terreni (materiali di riporto e materiali naturali) che si possono classificare come Non Pericolosi	0,25
Danno (D = L + V + E + H)		2,50
Probabilità (P)	La realizzazione delle opere comporta la sottrazione di suolo. L'evento è pertanto certo.	1,00
Rischio (P x D)		2,50
Peso Ponderato K = NI x K₀	L'impatto, indotto dalla sottrazione di suolo è negativo, a lungo termine, irreversibile, interessa una risorsa comune ed ha un'intensità trascurabile	- 4,00
Impatto Ambientale IA = R x K	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 10,00

FASE DI ESERCIZIO

Non è prevista durante la fase di esercizio ulteriore sottrazione di sottosuolo.

MODIFICAZIONE DELL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO

STATO ATTUALE

Allo stato attuale suolo l'impianto di depurazione risulta stabile e in equilibrio con l'assetto geomorfologico locale.

Nessun tipo di impatto o interazione da rilevare.

FASE DI CANTIERE

Le attività di scavo per la realizzazione delle vasche interrato saranno realizzate all'interno di un'area pianeggiante, interessano terreni di riporto e naturali, per una profondità limitata. L'area di intervento è puntuale, di modestissime dimensioni e l'alterazione morfologica indotta dalla realizzazione dello scavo è temporanea, in quanto la realizzazione della vasca ripristinerà sostanzialmente l'assetto morfologico originario, dal punto di vista delle possibili azioni di modellamento morfologico. la fase di cantiere inoltre sarà regolata da specifiche procedure operative atte ad impedire l'insacco di instabilità, dissesti o cedimenti che potrebbero ripercuotersi sulla sicurezza dei luoghi e delle opere.

TABELLA 3.2.2.2: Modificazione dell'assetto Geomorfologico in Fase di Cantiere - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La modifica morfologica indotta dall'intervento (scavi) ha breve durata (al massimo un mese), in quanto la realizzazione delle opere ripristinerà sostanzialmente l'originario assetto geomorfologico.	0,50
Vulnerabilità (V)	La matrice considerata ha una vulnerabilità bassa in quanto l'area di intervento risulta stabile dal punto di vista delle azioni geodinamiche di trasformazione del territorio, risultando a distanze adeguate dai corsi d'acqua naturali presenti in zona, e adeguatamente protetta (impermeabilizzazione delle aree esterne) dalle possibili azioni da parte delle acque meteoriche.	0,25
Estensione (E)	L'intervento risulta puntuale (realizzazione di due vasche interrato)	0,25
Pericolosità (H)	I materiali coinvolti nella sottrazione di suolo sono terreni (materiali di riporto e materiali naturali) che si possono classificare come Non Pericolosi	0,25
Danno (D = L + V + E + H)		1,25
Probabilità (P)	Le opere saranno realizzate. L'evento è pertanto certo.	1,00
Rischio (P x D)		1,25
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	L'alterazione morfologica indotta dalle attività di scavo è negativa, a breve termine, reversibile, interessa una risorsa comune ed ha un'intensità trascurabile	- 1,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE ($- 30 < I_A \leq 0$)	- 1,25

FASE DI ESERCIZIO

Dagli interventi di adeguamento prospettati durante la fase di esercizio non è previsto alcun tipo di modificazione dell'assetto geomorfologico, sia locale, che a scala più estesa.

CONTAMINAZIONE DI SUOLO E SOTTOSUOLO**STATO ATTUALE**

Allo stato attuale suolo l'impianto di depurazione è in esercizio. Non si sono mai verificate perdite o sversamenti da parte delle singole linee produttive. La gestione dei prodotti utilizzati nelle diverse unità viene effettuata secondo procedure standardizzate e in condizioni di sicurezza.

Non sono pertanto in atto situazioni che possano contaminare il suolo e il sottosuolo.

Nessun tipo di impatto o interazione da rilevare.

FASE DI CANTIERE

La perdita di sostanze inquinanti, come oli, lubrificanti e carburanti, dalle macchine operanti in fase di realizzazione dei manufatti potrebbe, in assenza di un idoneo sistema di impermeabilizzazione del terreno di copertura vegetale, cagionare una potenziale contaminazione di suolo e sottosuolo.

Tali eventi di contaminazione sono legati, dal punto di vista probabilistico, all'uso di mezzi in cattive condizioni, alla mancanza di un regolare ed adeguato programma di manutenzione, all'assenza di formazione del personale addetto alle azioni da intraprendere in caso di sversamento accidentale di sostanze pericolose dai mezzi meccanici.

A questo si può aggiungere l'eventuale negligenza della direzione lavori o del personale responsabile delle attività di cantiere nel far rispettare tutte le prescrizioni necessarie ad evitare fenomeni accidentali.

Considerando la permeabilità medio elevata dei terreni, le sostanze contaminanti troverebbero negli orizzonti sabbioso ghiaiosi presenti un vettore ideale per la loro migrazione in profondità, compromettendo la qualità dei sedimenti coinvolti. Si verrebbero inoltre a creare le condizioni favorevoli alla trasmissione di tali sostanze alle acque sotterranee, che contribuirebbero ad accentuarne la diffusione.

A tal proposito va tuttavia evidenziato che la presenza di un livello di terreni poco permeabili nel primo sottosuolo, esteso sull'intera zona di intervento, garantisce un buon grado di protezione contro la trasmissione di tali sostanze in profondità ed in particolare alle acque sotterranee.

TABELLA 3.2.2.3: Contaminazione di Suolo e Sottosuolo in Fase di Cantiere - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di un evento che possa comportare la contaminazione del suolo e del sottosuolo nell'area di intervento (scavo per le nuove vasche) è limitata al tempo per l'eventuale bonifica, che si stima entro i 30 giorni	0,25
Vulnerabilità (V)	La matrice considerata ha una vulnerabilità media per la presenza di alluvioni sabbioso ghiaiose, comunque protette alla base da un orizzonte limoso argilloso	0,50
Estensione (E)	L'intervento risulta puntuale (realizzazione di due vasche interrate), così come circoscritta risulterebbe la contaminazione del primo sottosuolo da sversamento di olii o carburanti	0,25
Pericolosità (H)	Olii e carburanti risultano sostanze tossiche	0,75
Danno (D = L + V + E + H)		1,75
Probabilità (P)	La probabilità che si possano verificare eventi di sversamento di olii o carburanti risulta bassa. E' inoltre possibile ridurla ulteriormente mettendo in atto misure preventive quali formazione del personale e definizione di specifiche procedure atte ad evitare questo tipo di incidenti	0,50
Rischio (P x D)		1,25
Peso Ponderato K = NI x K₀	La contaminazione del primo sottosuolo indotta da sversamento di sostanze inquinanti nella fase di cantiere ha ripercussioni negative sull'ambiente, è sanabile entro il breve termine, quindi reversibile, interessa una risorsa	- 1,00

Impianto di Depurazione delle Acque Reflue Urbane in Via. B. Avesani, Verona (VR)

Progetto Ambiente di Calcina Luisa & C. S.a.s. - via Valcerea, 3 - 37014 Castelnuovo d. G. (VR)

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

TABELLA 3.2.2.3: Contaminazione di Suolo e Sottosuolo in Fase di Cantiere - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
	comune ed ha un'intensità trascurabile	
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE ($- 30 < I_A \leq 0$)	- 0,88

STATO DI PROGETTO

La contaminazione del primo sottosuolo in fase di esercizio dell'impianto può derivare da sversamenti dei reflui trattati dalle diverse vasche di trattamento.

Tali eventi risultano altamente improbabili, in quanto l'impianto è dotato di appositi dispositivi per la gestione dei livelli all'interno di ogni singola unità. Tutte le sezioni dell'impianto inoltre sono sottoposte a regolari attività di manutenzione, sia ordinaria, che straordinaria.

Infine si evidenzia che la presenza di terreni di natura limosa e poco permeabili nei primi metri di sottosuolo garantisce un buon grado di protezione contro la trasmissione di tali sostanze in profondità.

Ad ogni modo, sono stati valutati gli impatti derivanti da uno sversamento di liquame da una delle vasche di trattamento.

TABELLA 3.2.2.4: Contaminazione di Suolo e Sottosuolo in Fase di Esercizio del depuratore - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di un evento che possa comportare la contaminazione del suolo e del sottosuolo da sversamento di una vasca di trattamento dei reflui è limitata al tempo per l'eventuale bonifica, che si stima entro i 30 giorni	0,25
Vulnerabilità (V)	La matrice considerata ha una vulnerabilità media per la presenza di alluvioni sabbiose ghiaiose, comunque protette alla base da un orizzonte limoso argilloso	0,50
Estensione (E)	L'estensione degli effetti derivanti da uno sversamento di questo tipo può interessare al massimo le aree limitrofe all'impianto	0,50
Pericolosità (H)	I materiali coinvolti da questo tipo di evento sono ascrivibili alle sostanze nocive	0,50
Danno (D = L + V + E + H)		1,75
Probabilità (P)	La probabilità che si possano verificare eventi di sversamento da una delle vasche di trattamento è estremamente bassa. L'impianto è infatti dotato di dispositivi specifici atti ad impedire questo tipo di eventi. Sono inoltre attuate procedure di controllo atte a prevenire gli sversamenti dei reflui dalle vasche di trattamento	0,25
Rischio (P x D)		0,44
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	La contaminazione del primo sottosuolo indotta da sversamento di reflui dalle vasche di trattamento nella fase di esercizio ha ripercussioni negative sull'ambiente, è sanabile entro il breve termine, quindi reversibile, interessa una risorsa comune e può raggiungere un'intensità bassa	- 1,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE ($- 30 < I_A \leq 0$)	- 0,44

3.3. ACQUE SUPERFICIALI

L'area in esame, posta all'interno del Piano di Divagazione recente del Fiume dell'Adige, presenta numerose manifestazioni idrografiche superficiali. Queste risultano principalmente costituite da corsi d'acqua naturali e artificiali.

Nell'immediato intorno, costituito dalle alluvioni grossolane dell'alta Pianura Veronese, la rete idrografica si presenta invece relativamente scarsa, e costituita principalmente da opere idrauliche artificiali, realizzate al fine di distribuire la risorsa idrica in maniera uniforme sull'intero territorio.

In questo contesto assume pertanto particolare importanza l'attività antropica, in quanto ha condizionato fortemente l'idrografia di superficie realizzando una fitta rete di canali, distribuita in maniera capillare su tutta la superficie, ed ha modificato, con opere di rettificazione ed arginamento, ampie porzioni dei corsi d'acqua naturali.

3.3.1. IL FIUME ADIGE

L'Adige è il secondo fiume d'Italia, dopo il Po, per lunghezza di corso, ed il terzo, dopo il Po e il Tevere, per estensione di bacino imbrifero. Le sue caratteristiche idrogeofisiche, l'elevata antropizzazione dei territori che attraversa, il grado di utilizzazione delle sue risorse idriche e, soprattutto, la frequenza e la pericolosità dei suoi straordinari eventi di piena, danno a questo corso d'acqua un'importanza di primo piano nel panorama idrografico italiano.

Nasce da una sorgente vicina al lago di Resia, a quota 1.586 m s.l.m., ha un bacino imbrifero di km² 11.954, si sviluppa lungo un percorso di km 409 e sbocca nel mare Adriatico, a Porto Fossone (Vedi Figura 3.3.1.1).

A partire dal punto di sbocco nel fondo della Valdadige, la larghezza della sezione varia da un minimo di m 40, nel tratto Merano-Bolzano, ad un massimo di m 269 tra i cigli interni arginali al Ponte di Zevio (VR).

L'Adige, che si riversa nell'*Alta Pianura Veronese* in corrispondenza della chiusa di Cerraino, dopo la confluenza con il fiume Tasso, assume la tipica conformazione di un fiume di pianura, ed è incrementato, solo sulla sinistra, dal contributo degli affluenti provenienti dai Monti Lessini, fino ad Albaredo, dove si chiude il suo bacino tributario.

Impostatosi lungo un lineamento tettonico che prende il nome di *Faglia dell'Adige*, si sviluppa in un primo tratto a ridosso delle colline (a Parona il fiume lambisce le propaggini dei rilievi costituiti dalle formazioni eoceniche), per poi estendersi verso la pianura propriamente detta, dove, svincolato da imposizioni naturali, ha potuto sviluppare più liberamente i fenomeni tipici della morfologia fluviale, con varie divagazioni, cambi d'alveo, sviluppo di nuovi meandri, ecc.

Nel settore alpino il pattern di drenaggio è di tipo *Dendritico*. Gli affluenti confluiscono infatti lungo tratti progressivamente convergenti, dando luogo ad una conformazione idrografica ad albero, sviluppata in maniera pressoché omogenea in ogni direzione.

Lungo la Val d'Adige si distingue invece un pattern di tipo *Pinnato*, costituito dall'asta del fiume, che svolge funzione di collettore, sviluppata lungo il fondo valle, verso cui confluiscono i corsi d'acqua tributari laterali, caratterizzati da profili longitudinali ad elevata pendenza e sviluppi lineari relativamente brevi.

Nel tratto in pianura infine il pattern di drenaggio è di tipo *Subparallelo*, ed è caratterizzato solamente da affluenti in sinistra idrografica.

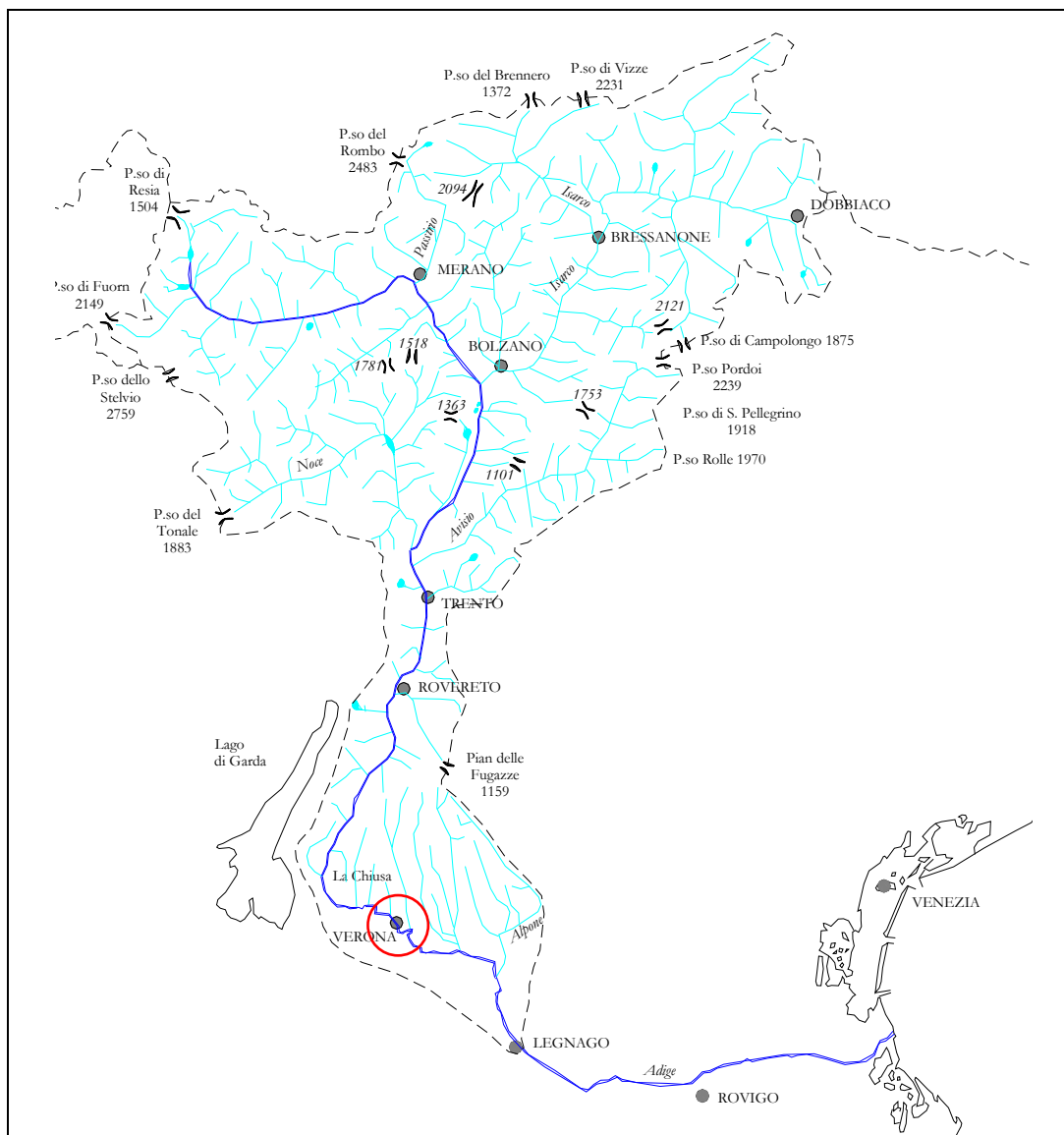


FIGURA 3.3.1. 1: Bacino Idrografico del Fiume Adige.

Dallo sbocco in pianura quindi il fiume attraversa le alluvioni grossolane dell'*Alta Pianura Veronese*, all'interno delle quali scorre all'interno di una depressione abbastanza marcata, con morfologia relativamente rettilinea, fino alla città di Verona.

Qui il fiume accentua la sinuosità del suo corso, ripristinando lo sviluppa a *meandri*, e mantenendolo per gran parte del suo corso, anche all'interno delle alluvioni sabbiose e sabbiosolimose della bassa pianura. In quest'ultimo tratto il fondo dell'alveo scorre per lunghi tratti a quote sopraelevate, rispetto al piano campagna delle aree limitrofe, e per questo è stato circondato da imponenti opere arginali, realizzate per la difesa dagli eventi di piena.

Nel tratto terminale il fiume riversa le sue acque in quelle del mare Adriatico. La foce del fiume fa parte del grande delta padano, costituito dalla fascia di terre litoranee formata dalle deiezioni dei fiumi alpini qui convergenti: il Po, che con il suo ramo di levante sfocia circa 10 chilometri a Sud, e il Brenta, poco più a Nord.

L'area di intervento, oggetto del presente Studio, si sviluppa all'interno dell'*Alta Pianura Veronese*.

All'interno della città di Verona il fiume scorre completamente incassato tra due muri di sponda, praticamente continui, realizzati nel corso degli ultimi tre secoli, per mitigare i fenomeni di esondazione che hanno interessato la città fino alla seconda metà del secolo scorso. In particolare, in sinistra idrografica l'argine comincia all'altezza di Parona per interrompersi in zona Boschetto, mentre in destra idrografica l'argine ha inizio poco a monte di Ponte Catena e prosegue fino alla zona in cui è ubicato il depuratore di Verona, che costituisce l'area di intervento.

3.3.1.1 DEFLUSSI E PORTATE

I deflussi all'interno del bacino idrografico dell'Adige risultano legati principalmente alle precipitazioni meteoriche, in dipendenza della notevole incidenza delle aree impermeabili del settore montano.

Nell'alto bacino del fiume, a quote elevate, hanno poi sede 185 ghiacciai, che si estendono per una superficie complessiva pari a 213 km². Di questi 155 alimentano il fiume nel tratto compreso tra le origini e la città di Bolzano. Il loro contributo conferisce al corso d'acqua un regime di tipo glaciale alpino, e ne assicura una relativa perennità ai deflussi.

Il deflusso medio annuo ammonta a circa otto miliardi di metri cubi, di cui il 50% risulta concentrato nei quattro mesi da giugno a settembre.

Si riportano di seguito alcuni dati idrologici, relativi a tre stazioni del fiume:

- *Ponte Adige*: bacino idrografico sotteso: 2.642 km²; coefficiente di permeabilità 21,8%; aree glaciali 4,1%; altezza idrometrica massima 5,28 m (30/09/1965). Nel periodo compreso tra il 1926 e il 1949 la portata media è stata di 205 m³/sec, l'afflusso meteorico annuo ha raggiunto i 754 mm e il relativo deflusso annuo è stato pari a 724 mm.
- *Trento*: bacino idrografico sotteso: 9.763 km²; coefficiente di permeabilità 37%; aree glaciali 2,2%; altezza idrometrica massima 6,30 m (4/11/1966). Nel periodo compreso tra il 1921 e il 1943 la portata media è stata di 220 m³/sec, con afflusso meteorico annuo di 873 mm e deflusso annuo è stato pari a 712 mm.
- *Boara Pisani*: bacino idrografico sotteso: 11.954 km²; coefficiente di permeabilità 43,9%; aree glaciali 1,8%; altezza idrometrica massima 3,99 m (novembre 1928). Nel periodo compreso tra il 1923 e il 1949 la portata media è stata di 246 m³/sec, l'afflusso meteorico annuo ha raggiunto i 905 mm con deflusso annuo pari a 649 mm.

Per quanto riguarda le portate massime virtuali del fiume, si può presumere siano state a Trento di 2.500 m³ (piena del 1882) e di 2.465 m³ nella piena del 1966.

Per la valutazione dell'andamento stagionale delle portate di seguito si riporta un riepilogo delle portate mensili interannuali con il relativo grafico in una sezione rappresentativa a Pescantina (VR), che per la vicinanza all'area in esame fornisce dei dati relativamente attendibili. La Figura seguente riporta l'elaborazione dei dati rilevati nel periodo 1921 ÷ 1935, da cui emerge che la portata media del fiume varia tra un minimo di 49 mc, riscontrabile nel mese di febbraio e un massimo di 476 mc, normalmente raggiunto nel mese di agosto. Il valore medio annuale della portata fluviale è di 250 mc.

Il regime è tipicamente stagionale, con minimi tardo invernali e massimi all'inizio della stagione estiva, grazie al contributo dello scioglimento delle nevi.

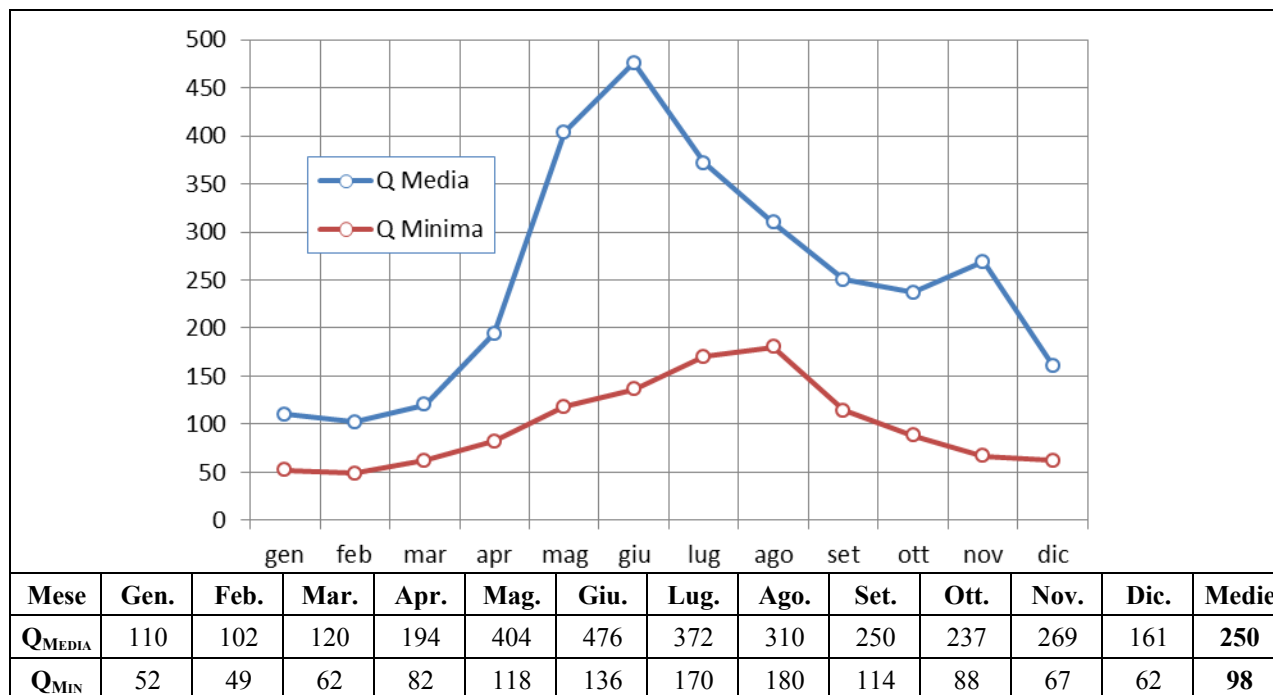


FIGURA 3.3.1.1.1: Portate Medie Mensili dell'Adige a Pescantina nel periodo di riferimento 1921 ÷ 1935.

3.3.1.2 UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE

Le acque dell'Adige vengono sottoposte a diversi utilizzi, i principali dei quali sono quello elettrico, irriguo, zootecnico, acquacolturale, industriale e potabile.

- *Uso Idroelettrico.* All'interno del bacino dell'Adige sono presenti 224 impianti, costruiti per la maggior parte tra il 1924 e il 1968. Questi sono distribuiti lungo il suo corso e nei sottobacini degli affluenti, a quote variabili tra i 42 m circa alla diga di Santa Caterina (VR), fino a superare i 2.000 m nel bacino montano. La capacità complessiva degli invasi è pari a 490 milioni di m³, pari a circa il 6% del deflusso naturale medio annuo del fiume e al 12% del deflusso naturale medio dei quattro mesi estivi, da giugno a settembre. Per portare in quota i serbatoi viene derivata dall'Adige una portata di circa 40 m³/sec nei mesi estivi. L'acqua viene poi restituita al fiume prevalentemente nei mesi invernali.
- *Uso Irriguo.* In provincia di Bolzano vengono prelevati dall'Adige e dai suoi affluenti circa 9 m³/sec. In provincia di Trento il prelievo ammonta a 22 m³/sec, mentre in provincia di Verona le portate estratte variano tra 124 e 137 m³/sec. Tale utilizzo delle acque fluviali, che non comporta alcun tipo di restituzione, risulta concentrato nel periodo estivo. La portata derivata lungo tutto il corso del fiume, ammonta pertanto a circa 168 m³/sec, per l'irrigazione di circa 200.000 ettari.
- *Uso Zootecnico.* La domanda d'acqua giornaliera per animale varia in funzione della sua taglia. Si va dai circa 100 l/die per quelli di grossa taglia, fino a 5 l/die per capo negli allevamenti avicoli. Le attività di tipo zootecnico risultano concentrate prevalentemente nel tratto veronese del bacino atesino, dove il prelievo arriva a 8.000 m³/die.
- *Uso Acquacolturale.* Anche questa attività risulta concentrata prevalentemente nel tratto veronese del bacino dell'Adige, dove la superficie complessiva delle vasche per acquicoltura è di circa 6 ha. Da dati del 1981, il ciclo produttivo avviene attraverso lo sfruttamento di una portata complessiva pari a 2,8 m³/sec, di cui circa 1,0 m³/sec da pozzi o da risorgive, e il

resto da corsi d'acqua superficiali, all'interno dei quali vengono quindi riversati tutti gli scarichi.

- *Uso Industriale.* Le acque del fiume vengono utilizzate anche a scopo industriale, per i cicli di produzione e quelli di raffreddamento dei processi di trasformazione. A seconda del tipo di industria poi si hanno diversi coefficienti di riciclo, che vanno dal 40% per l'industria chimica, al 58% per la produzione di fertilizzanti, fino al 65% per la produzione di carta. Lo sfruttamento avviene prevalentemente attraverso pozzi privati, ma l'utilizzo delle acque fluviali resta comunque ancora elevato.
- *Uso Potabile.* Per quanto riguarda gli approvvigionamenti idrici, nella provincia di Bolzano il 61% della popolazione viene rifornita da acqua prelevata da sorgenti, il 38% da pozzi e solo lo 0,4% sfrutta a tale scopo le acque superficiali. Nella provincia di Trento la portata derivata complessiva da corso d'acqua, da sorgente o da pozzo all'interno del bacino dell'Adige ammonta a circa 3 m³/sec. La provincia di Verona si alimenta pressoché totalmente dalle falde acquifere, sia in sinistra, che in destra d'Adige. Nel basso Adige invece vengono prelevati dalle acque del fiume circa 2,5 m³/sec che, dopo aver subito i trattamenti di potabilizzazione, vengono distribuiti nelle reti acquedottistiche comunali.

3.3.1.3 QUALITÀ DELLE ACQUE

Per valutare le caratteristiche qualitative dell'Adige nel tratto di interesse, si sono utilizzati i valori del livello di inquinamento espresso dai Macrodescrittori (LIM) così come forniti da ARPAV per gli anni 2000-2016.

Il LIM considera i valori di 75° percentile di ossigeno disciolto, BOD5, COD, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitrico, Fosforo ed Escherichia Coli. Sommando i punteggi dei 7 macrodescrittori si ottiene un valore compreso tra 1 (inquinamento minore) a 5 (inquinamento peggiore). I dati forniti da ARPAV per le stazioni lungo l'Adige di Bussolengo, Bosco Buri e Zevio indicano valori costanti dal 2000 al 2016 pari a LIM = 2, sia a monte, che a valle dell'impianto.

L'andamento della concentrazione di Escherichia Coli dal 2000 al 2016 è invece mostrata in Figura 3.3.1.3.1, in cui si evince un peggioramento nella pericolosità dell'acqua da monte verso valle.

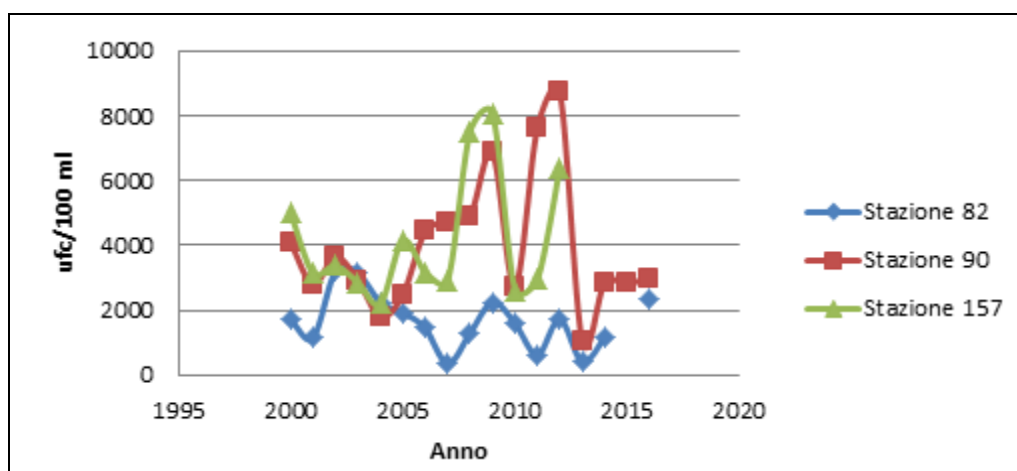


FIGURA 3.3.1.3.1 : 75-esimo Percentile Escherichia Coli rilevato nelle stazioni di Bussolengo (82), Bosco Buri (90) e Zevio (157) lungo l'asta del Fiume Adige.

Il D. Lgs. 152/2006, di recepimento della Direttiva 2000/60/CE, introduce il principio secondo il quale gli organismi che vivono nei corsi d'acqua sono considerati l'elemento dominante per comprendere lo stato del corpo idrico, la qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici.

L'ARPAV nel periodo 2010-2013 ha monitorato i seguenti Elementi di Qualità Biologica (EQB): macroinvertebrati, macrofite e diatomee, fornendo un giudizio di qualità da Cattivo ad Elevato. Per il tratto di interesse, i risultati hanno evidenziato un livello da BUONO ad ELEVATO a seconda degli anni di osservazione.

Per quanto riguarda invece la qualità biologica, viene utilizzato dall'ARPAV, l'indice LIMeco (introdotto dal D.M. 260/2010) che evidenzia lo stato trofico del fiume considerando quattro parametri: azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale e livello di ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione. A seconda dei valori dei suddetti parametri viene attribuito un punteggio e quindi una valutazione dell'indice LIMeco che varia da "Cattivo" ad "Elevato".

Nelle Figure seguenti vengono mostrati gli andamenti dei parametri osservati.

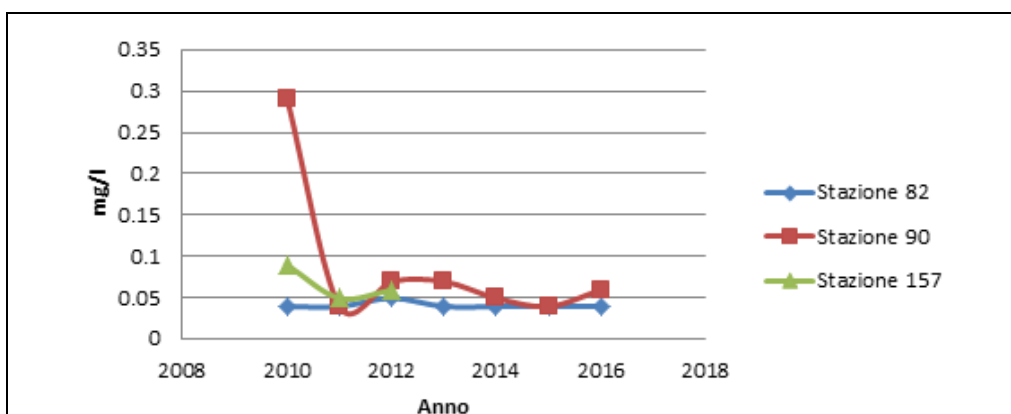


FIGURA 3.3.1.3.2.: Concentrazione di Azoto Ammoniacale rilevato nelle stazioni di Bussolengo (82), Bosco Buri (90) e Zevio (157) lungo l'asta del Fiume Adige.

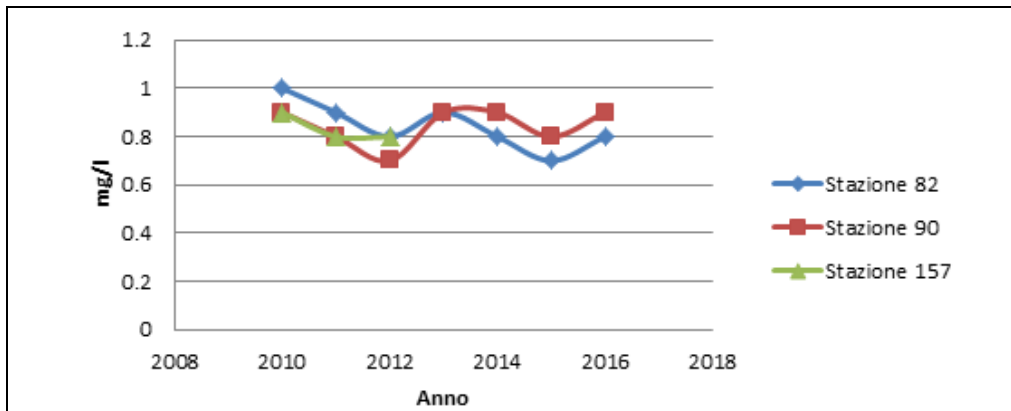


FIGURA 3.3.1.3.3.: Concentrazione di Azoto Nitrico rilevato nelle stazioni di Bussolengo (82), Bosco Buri (90) e Zevio (157) lungo l'asta del Fiume Adige.

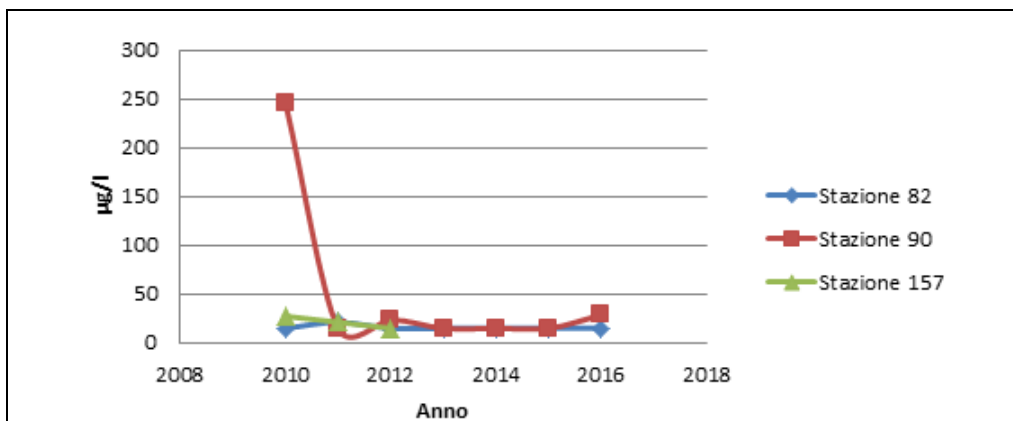


FIGURA 3.3.1.3.4.: Concentrazione di **Fosforo** rilevato nelle stazioni di Bussolengo (82), Bosco Buri (90) e Zevio (157) lungo l'asta del Fiume Adige.

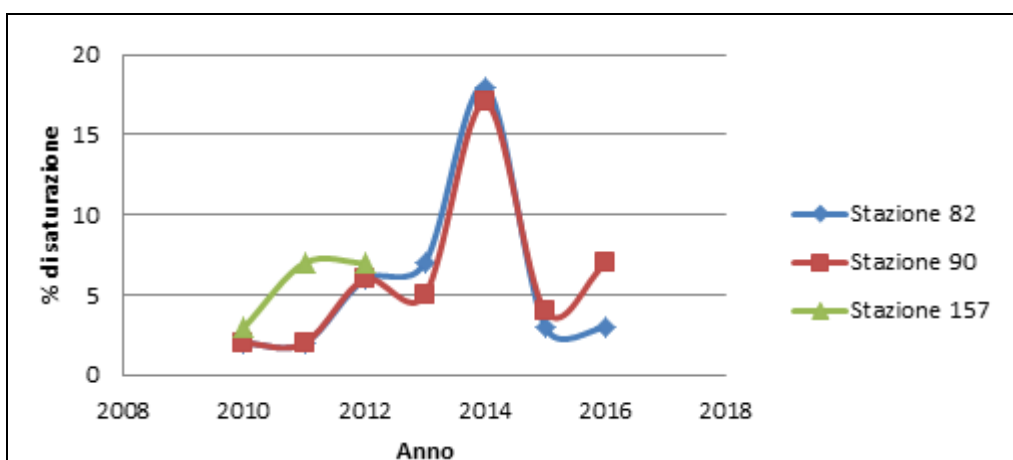


FIGURA 3.3.1.3.5.: Concentrazione di **Ossigeno Disciolto** rilevato nelle stazioni di Bussolengo (82), Bosco Buri (90) e Zevio (157) lungo l'asta del Fiume Adige.

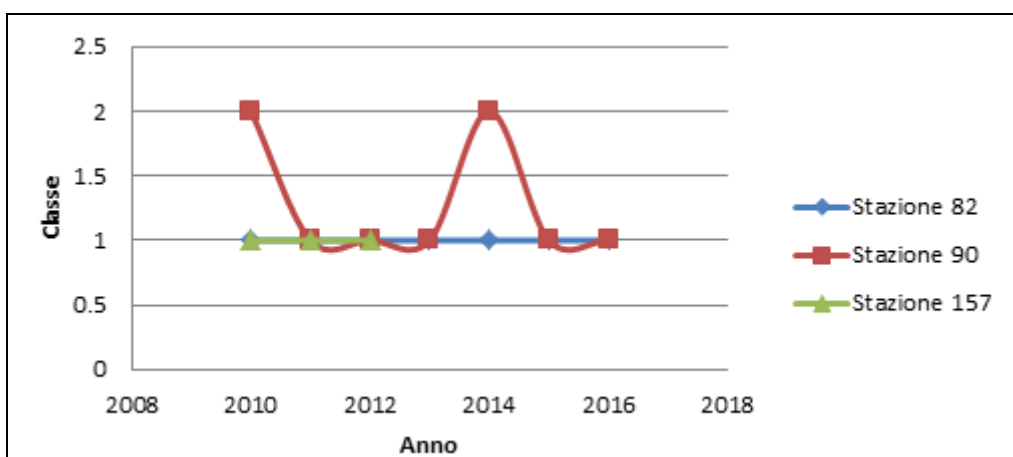


FIGURA 3.3.1.3.6.: **Indice LIMeco Dissolto** calcolato da ARPAV nelle stazioni di Bussolengo (82), Bosco Buri (90) e Zevio (157) lungo l'asta del Fiume Adige.

Si osserva come, a parte per il 2010, i livelli dei N e P siano simili nelle varie stazioni di monitoraggio considerate e l'indicatore LIMeco risulta sempre almeno Buono dal 2010 al 2016

3.3.2. ELEMENTI IDROGRAFICI NATURALI SECONDARI

La particolare morfologia del territorio, costituito dalla conoide dell'Adige e modellato dai paleoalvei del fiume stesso in varie epoche, ha fortemente condizionato il reticolo delle acque superficiali. Queste hanno origine principalmente nelle zone in destra idrografica del fiume, da dove si dipartono le linee di massima pendenza della conoide, e presentano generalmente un asse di deflusso orientato in direzione da NNW a SSE.

In sinistra idrografica del fiume Adige, a causa dell'elevata permeabilità del materasso ghiaioso che costituisce il sottosuolo dell'alta pianura, l'idrografia naturale presenta scarse manifestazioni. Inoltre l'attività antropica ha fortemente modificato l'assetto naturale di tali corsi d'acqua attraverso opere di rettificazione e arginamento.

In ogni caso, nelle immediate vicinanze del progetto non sono presenti, oltre al Fiume Adige, corsi d'acqua naturali. Le attività svolte all'interno del depuratore di Verona non interferiscono in alcun modo con la rete idrografica naturale secondaria.

3.3.3. ELEMENTI IDROGRAFICI ARTIFICIALI

Sul territorio è presente una rete idrografica artificiale intensamente ramificata, gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese, per l'irrigazione dei terreni dell'alta pianura. La regimazione di tali acque è controllata e non rappresenta un rischio per l'area in oggetto. L'irrigazione effettuata attraverso tale rete consortile, nel periodo che va da Aprile a Settembre, rappresenta un importante fattore di alimentazione del sistema idrico sia superficiale (per lo meno a livello locale) che sotterraneo. Se si escludono le eventuali perdite attraverso gli alvei, non si evidenziano altri rapporti con questa rete idrografica e il sistema idrogeologico locale.

Immediatamente a Sud dell'area in oggetto scorre il *Canale Camuzzoni*, realizzato nel 1885 per la produzione di energia elettrica, deriva le acque dal fiume Adige in corrispondenza della diga del Chievo e le restituisce al fiume immediatamente a valle del depuratore. La portata massima derivabile dal fiume Adige di questo canale, dall'ultimo restauro del 1948, è di 130 m³/s. Il deflusso delle acque dipende anche dal Canale Giuliani, il cui corso si diparte dal canale Camuzzoni immediatamente a sud dell'area in oggetto, 600 m a monte del punto di immissione del Camuzzoni nell'Adige. Il corso di canale Camuzzoni è quasi completamente antropico, ad esclusione del suo ultimo tratto che riprende un'antica ansa del fiume Adige.

L'area in oggetto è compresa tra quest'antica ansa, in cui scorrono le acque di Canale Camuzzoni, e il fiume Adige. Entrambi i lineamenti idrografici lungo tale tratto non sono provvisti di argini e presentano sponde naturali.

All'interno dell'area del depuratore è inoltre presente il canale che convoglia le acque depurate al fiume Adige. L'opera è lunga circa 190 m, presenta un andamento rettilineo diretto da SO a NE, ed è caratterizzata da portate medie variabili tra 0,80 m³/s, con picchi di 1,40 m³/s.

Le attività svolte all'interno del depuratore di Verona non interferiscono in alcun modo con la rete idrografica artificiale, ad eccezione del canale di scarico, che fa comunque parte dell'impianto di trattamento acque reflue.



FIGURA 3.3.3.1: Canale Camuzzoni, tratto a Sud dell'area in esame.

3.3.4. RISCHIO IDROGEOLOGICO

Nelle valutazioni relative all'impianto di depurazione di Verona e del relativo progetto di adeguamento assume particolare importanza la valutazione del rischio di esondazione del fiume Adige.

Tale rischio è stato studiato e stabilito dalla competente autorità di controllo esercitata dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige. Le fasce fluviali e zone di rischio del reticolo principale sono state identificate e cartografate, su base cartografica CTR regionale, ed inserite nel Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico, adottato con Delibera del Comitato Istituzionale del 15 febbraio 2005.

La Pericolosità Idraulica relativa ad un'area è stata assunta in funzione della probabilità di allagamento dell'area stessa ed in base alle caratteristiche dell'onda di sommersione conseguente che la può invadere (cioè livelli idrici e velocità dell'acqua). La probabilità di esondazione è stata determinata in base a tempi di ritorno 30, 100 e 200 anni.

Sono state così individuate 4 tipologie di aree di pericolosità idraulica, in base allo schema riportato nella tabella seguente.

TABELLA 3.3.4.1: *Classi di Pericolosità Idraulica.*

Pericolosità Idraulica	Condizioni Idrauliche
Molto Elevata (P4)	Evento di piena con Tr = 30 anni $h_{30} > 1,0 \text{ m}$ o $v_{30} > 1,0 \text{ m/s}$ Aree allagate in occasione dell'evento di piena con un tempo di ritorno di 30 anni nelle quali risulti o la presenza di una lama d'acqua sul piano campagna con altezza superiore a 1,0 m o una velocità massima di trasferimento superiore a 1,0 m/s.
Elevata (P3)	Eventi di piena con Tr = 30 anni o Tr = 100 anni $1,0 \text{ m} < h_{30} < 0,5 \text{ m}$ o $h_{100} > 1,0 \text{ m}$ $v_{100} > 1,0 \text{ m/s}$ aree allagate per un evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni nelle quali si instaurino condizioni di lama d'acqua massima sul piano campagna compresa tra 0,0 e 1,0 m.
Media (P2)	Evento di piena con Tr = 100 anni $h_{100} > 0,0 \text{ m}$

TABELLA 3.3.4.1: *Classi di Pericolosità Idraulica.*

Pericolosità Idraulica	Condizioni Idrauliche
	aree allagate per un evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni nelle quali si instaurino condizioni di lama d'acqua massima sul piano campagna compresa tra 0,0 m ed 1,0 m
Moderata (P1)	Evento di piena con Tr = 200 anni h₂₀₀ > 0,0 m aree esondabili con eventi di piena meno frequenti (Tr = 200 anni) in qualunque condizione di lama d'acqua e di velocità sul piano campagna.

Per determinare il grado di rischio idraulico connesso ad ogni evento critico si è scelto di individuare gli elementi a rischio e successivamente il danno potenziale, realizzando un catalogo degli elementi a rischio attraverso la valutazione della loro vulnerabilità.

Una volta definito il danno potenziale, la determinazione del rischio effettivo è stata effettuata attraverso l'associazione del relativo grado di vulnerabilità di ogni elemento.

La sovrapposizione dei vari elementi raccolti ha permesso il tracciamento della carta del rischio che riporta le aree vulnerabili suddivise in diverse classi a seconda che il livello di rischio temuto risulti molto elevato, elevato, medio o moderato.

Incrociando i livelli di pericolosità con quelli di danno potenziale sono state definite 4 *Classi di Rischio Idraulico*, come riportato nella tabella seguente.

TABELLA 3.3.4.2: *Classi di Rischio Idraulico.*

Pericolosità Idraulica	Condizioni Idrauliche
Molto Elevato (R4)	possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, distruzione di attività socio-economiche.
Elevato (R3)	possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
Medio (R2)	possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
Moderato (R1)	danni sociali, economici e ambientali marginali.

Per la definizione delle aree a differente grado di rischio idraulico si è fatto riferimento allo schema riportato nella Tabella seguente, in cui l'intersezione tra il danno potenziale e la pericolosità idraulica fornisce la classe di rischio.

TABELLA 3.3.4.3: *Danno Potenziale in funzione della Pericolosità Idraulica (Piano Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico - Bacino dell'Adige).*

Danno Potenziale	Pericolosità Idraulica			
	Molto elevata	Elevata	Media	Moderata
Grave	R4	R4	R2	R2
Medio	R3	R3	R2	R2
Moderato	R2	R2	R1	R1
Basso	R1	R1	R1	R1

Per quanto concerne il territorio comunale, a Verona le piene del fiume Adige arrivano già in fase di laminazione e le portate di picco risultano inferiori a quelle raggiunte nelle sezioni poste più a monte.

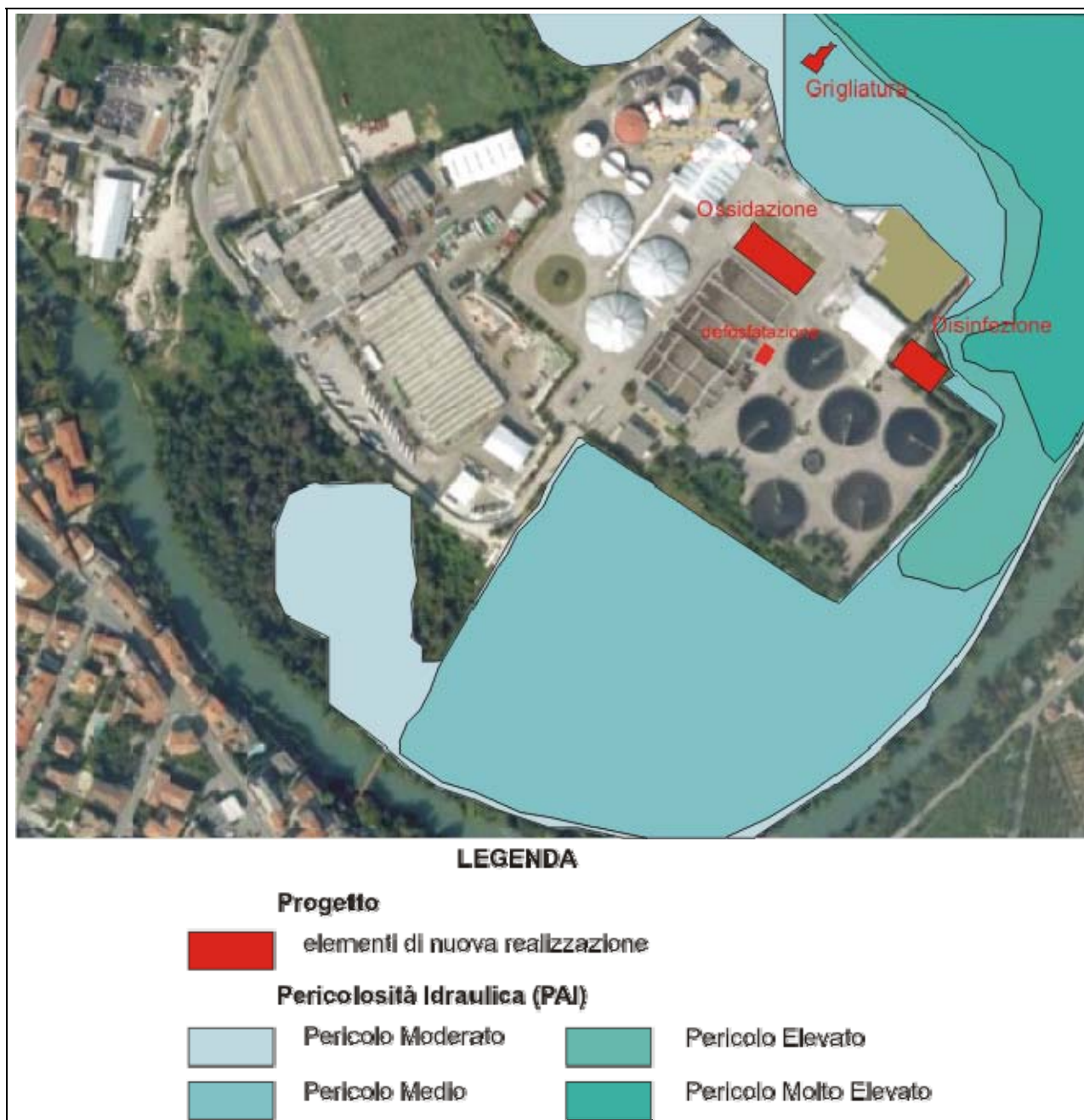


FIGURA 3.3.4.1: Pericolosità Idraulica del Bacino Idrografico dell'Adige in corrispondenza dell'area in esame. In rosso è riportata l'ubicazione delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico, rispetto alle fasce di pericolosità idraulica.

I contributi di portata forniti dai suoi affluenti risultano modesti se rapportati all'entità delle piene del fiume Adige. Infatti, dato il breve tempo di corrivazione dei Progni e la conseguente sfasatura temporale con cui i deflussi vengono sversati nell'Adige, la loro influenza sul regime di piena di quest'ultimo risulta modesta.

Nell'area a sud del depuratore di Verona, posta in destra idrografica del fiume Adige, immediatamente a valle del ponte della Ferrovia di Lungadige Galtarossa ed a monte della confluenza del Vaio Squaranto, il rischio esondativo è determinato dall'assenza di arginature vere e proprie, tanto da provocare nel tratto esondazioni già per l'evento caratterizzato da $Tr = 30$ anni.

Sovrapponendo l'area del depuratore, con i perimetri delle aree a rischio esondativo, così come risultanti dal webGis dell'autorità di Bacino del fiume Adige, risulta che la vasca per la grigliatura degli sfiori, posta necessariamente a valle delle opere di scarico, è ubicata in aree a pericolosità idraulica media (vedi figura 3.3.4.1).

Dai sopralluoghi effettuati è però risultato che in tale area le quote non sono sensibilmente differenti rispetto alle zone poste più a Sud-Ovest. E' stato così effettuato un rilievo topografico di dettaglio dell'area per poter apprezzare la reale morfologia e poter poi confrontare le quote del terreno con le quote di piena con tempo di ritorno 30, 50 e 100 in questo tratto idrografico, forniteci dall'Autorità di Bacino del fiume Adige.

E' stata così effettuata una campagna di rilievo topografico mediante metodologia GPS per ricostruire l'assetto topografico dell'area.

I risultati delle rilevazioni hanno confermato che le aree interessate dalle opere di progetto (vasche e unità di defosfatazione) risultano poste a quote superiori a quelle raggiunte da pericolosità Idraulica Moderata. Il bordo delle nuove vasche del comparto di ossigenazione e di disinfezione poi sarà realizzato ad un'altezza di circa 1,0 m al di sopra del piano campagna.

Per quanto riguarda la aree a pericolosità moderata (Tr = 200 anni), Solo la parte finale delle vasche per lo sfioro risulta inferiore al livello teorico raggiunto dalle fasce a pericolosità Moderata (Tr = 200 anni). In ogni caso tali acque sarebbero destinate a finire nel fiume Adige, pertanto tale aspetto non rappresenta un fattore di rischio particolare, dal punto di vista ambientale.

Presso il depuratore è comunque a disposizione di un impianto mobile autonomo, costituito da motopompe a scoppio condotte di presa e di mandata, in grado di garantire lo scarico delle portate di progetto, qualora il livello del fiume dovesse superare la quota di sbocco dello scarico nel fiume.

L'attrezzatura, in caso di necessità può essere installata e messa in funzione entro un'ora. Il depuratore pertanto è in grado di mantenere in efficienza tutte le sue linee anche in queste situazioni di criticità.

La presenza della difformità rilevata sulla perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, con tutta probabilità motivato dalla scala di rilievo, è stata comunque comunicata all'autorità di Bacino del fiume Adige, che provvederà a correggere tale imprecisione.

3.3.5. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

Dalla caratterizzazione del sistema idrografico sono emersi i seguenti aspetti:

- l'area in oggetto si colloca all'interno del bacino idrografico del fiume Adige, immediatamente a monte della confluenza del canale Camuzzoni nel fiume stesso. In tale tratta il fiume presenta portate di media variabili da 100 m³/s a 480 m³/s ed una qualità delle acque che l'ARPAV definisce come in classe IV per l'IBE (ambiente molto inquinato) ed in classe II per i macrodescrittori (ambiente lievemente inquinato);
- Allo stato attuale il depuratore immette nel fiume Adige acque trattate la cui qualità rispetta i limiti previsti dalla vigente normativa, ad eccezione per l'Escherichia Coli. Il progetto di adeguamento tecnologico prevede di risolvere tale anomalia con l'installazione di un'unità di disinfezione, dimensionata in modo da garantire il rispetto dei limiti di legge anche nelle condizioni di massima criticità;
- Le strutture previste dal progetto di adeguamento tecnologico saranno ubicate all'esterno delle aree interessate da rischio/pericolosità idraulica, ad eccezione dell'unità di grigliatura degli sfiori. Questa, da verifiche topografiche di dettaglio eseguite, risulta ubicata in parte all'interno della fascia di pericolosità idraulica moderata. Le acque di sfioro sono comunque

destinate ad essere immesse nel fiume Adige. In caso di blocco/malfunzionamento dello scarico per l'innalzamento dei livelli dell'Adige al di sopra delle quote di immissione delle acque depurate il depuratore è dotato dell'attrezzatura (motopompe e condotte) per garantire la continuità delle portate di scarico nel corso d'acqua.

Dal punto di vista realizzativo e gestionale, gli interventi prospettati dal progetto di adeguamento tecnologico prevedono le seguenti attività:

- Scavi per la realizzazione delle due nuove vasche (comparto di ossidazione e di disinfezione);
- Convogliamento dei reflui derivanti dalle operazioni di depurazione nel fiume Adige con portate medie giornaliere pari a 75.000 m³/die;
- Ricezione, stoccaggio, movimentazione ed utilizzo di sostanze inquinanti.

Gli impatti potenziali sulla matrice acque superficiali, relativi allo stato attuale e di progetto, sono i seguenti:

- Alterazione del Regime Idraulico delle Acque Superficiali;
- Contaminazione delle acque superficiali.

ALTERAZIONE DEL REGIME IDRAULICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

STATO ATTUALE

La portata dello scarico del depuratore risulta pari a 75.000 m³/die. Non sono previste variazioni su tale dato sia nella fase di cantiere, che in quella di progetto.

L'area interessata dalla presenza dei comparti dell'impianto di depurazione "Città di Verona" gestito da Acque Veronesi presenta allo stato attuale un andamento topografico pressoché pianeggiante. In particolare la zona è posta a quote variabili tra 54,7 m s.l.m. (NO) e 53,7 m s.l.m. (SE).

All'interno dell'area in oggetto non sono presenti elementi idrografici né naturali né antropici, pertanto le opere in progetto non influiranno in modo diretto sul regime idraulico delle acque superficiali. Tuttavia l'impianto di depurazione prevede che vengano fatte confluire al fiume Adige le acque depurate dall'impianto per portate medie pari a 0,8 m³/s e portate di picco (in corrispondenza di forti eventi piovosi) pari a 3,4 m³/s.

Al fine di evidenziare il comportamento del fiume Adige in relazione ai cambiamenti di portata del refluo del depuratore, è stata effettuata una simulazione idraulica monodimensionale tramite l'utilizzo del software HEC-RAS (versione 3.1.3).

Il modello HEC-RAS contiene due moduli di analisi idraulica monodimensionale:

- a) modulo di calcolo dei profili in moto permanente;
- b) modulo di simulazione del moto vario.

Una delle principali caratteristiche sta nel fatto che questi due moduli usano la medesima geometria e le medesime routine di calcolo delle funzioni legate alla portata e alla geometria. HEC-RAS è stato progettato per eseguire calcoli idraulici monodimensionali. Di seguito si descrivono le principali funzioni di HEC-RAS.

CALCOLO DEI PROFILI IN MOTO PERMANENTE

Questo componente del modello è stato progettato per il calcolo dei profili di moto permanente di correnti gradualmente varie. Il sistema può trattare un singolo corso d'acqua, un sistema dendritico

o un'intera rete di canali. Il modulo di calcolo dei profili di moto permanente è in grado di trattare sia correnti subcritiche ($FR < 1$), supercritiche ($FR > 1$) ed anche correnti miste.

Il calcolo dei profili di moto permanente passa attraverso la risoluzione dell'equazione dell'energia scritta per il caso monodimensionale. Le perdite di energia vengono valutate come perdite distribuite, dovute alla scabrezza dell'alveo, attraverso l'equazione di Manning e perdite localizzate, dovute alle contrazioni ed alle espansioni della corrente in corrispondenza delle variazioni di sezione. L'equazione della conservazione della quantità di moto viene utilizzata dove vi sono variazioni rapide del profilo di moto permanente. Nei calcoli, inoltre, possono essere considerati gli effetti di varie tipologie di manufatti che possono ridurre la sezione.

MODULO DI SIMULAZIONE DEL MOTO VARIO

Questo componente è in grado di simulare condizioni di moto vario in un unico canale ed anche in una rete di canali. Il solutore del sistema di equazioni relative al moto vario è quello rielaborato dal Dr. Robert Barkau e denominato UNET (Barkau 1992 e HEC 1997). Il modulo di simulazione del moto vario è stato elaborato inizialmente per regimi subcritici del flusso.

Per la modellazione idraulica del fiume Adige sono stati inseriti tutti i dati geometrici relativi alle sezioni dell'Adige dalla sezione n. 986 alla sezione n. 992 comprese (fornite dall'Autorità di Bacino dell'Adige). La sezione presa in esame è quella evidenziata in rosso nell'immagine sottostante.

Per le simulazioni effettuate si è utilizzato un coefficiente di scabrezza di Manning posto pari a $0,03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$, uniforme per tutto il tratto.

Sono stati analizzati 8 scenari diversi (4 portate dell'Adige differenti abbinate a 2 portate differenti del depuratore).



FIGURA 3.3.5.1: Traccia della sezione dell'Adige subito a valle pel punto di scarico del depuratore.

Le portate dell'Adige prese in considerazione sono le seguenti:

- $80 \text{ m}^3/\text{s}$: Portata minima garantita;
- $250 \text{ m}^3/\text{s}$: Portata media;
- $1.650 \text{ m}^3/\text{s}$: Portata con tempo di ritorno di 20 anni;
- $2.350 \text{ m}^3/\text{s}$: Portata con tempo di ritorno di 200 anni.

Le variazioni di portata dell'o scarico del depuratore considerate sono le seguenti:

- Situazione senza depuratore: $Q = 0 \text{ m}^3/\text{s}$
- Situazione relativa ad un possibile ampliamento fino a 500.000 AE: $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$

Nelle immagini seguenti vengono mostrate le altezze di pelo libero raggiunte nei vari scenari con portate (di Adige e depuratore) differenti.

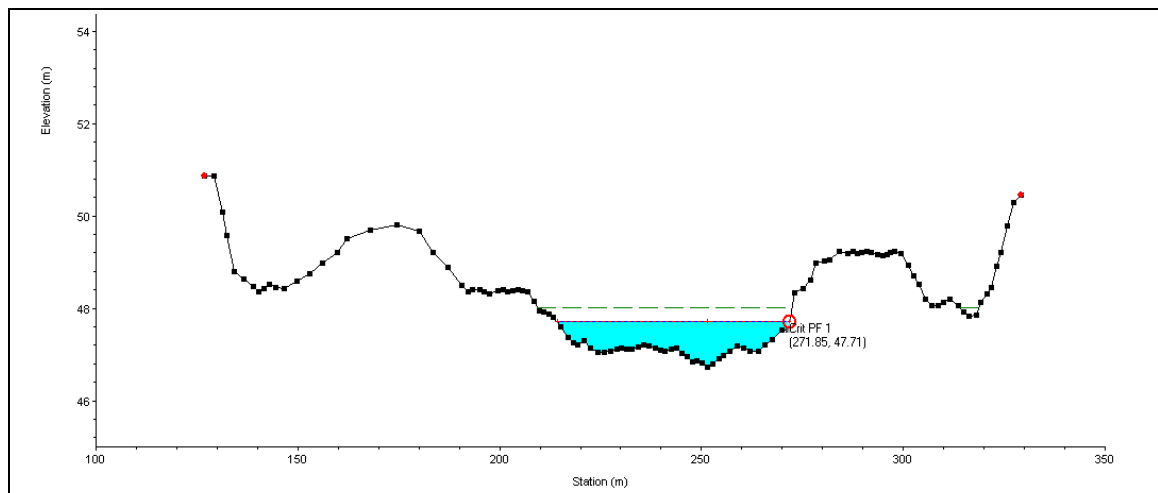


FIGURA 3.3.5.2: *Simulazione n. 1* - $Q_{ADIGE} = 80 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 0,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

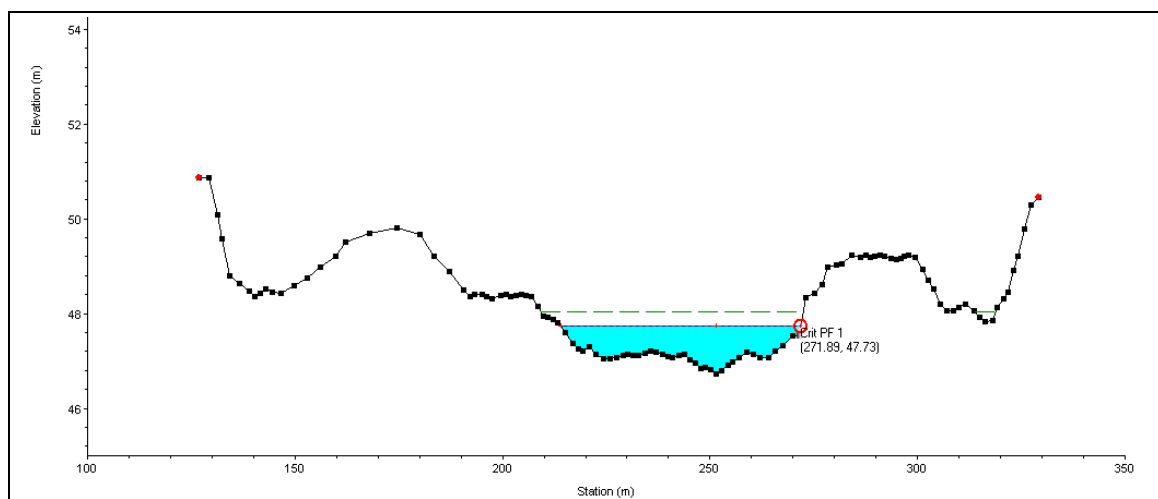


FIGURA 3.3.5.3: *Simulazione n. 2* - $Q_{ADIGE} = 80 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (500.00 AE in tempo di pioggia).

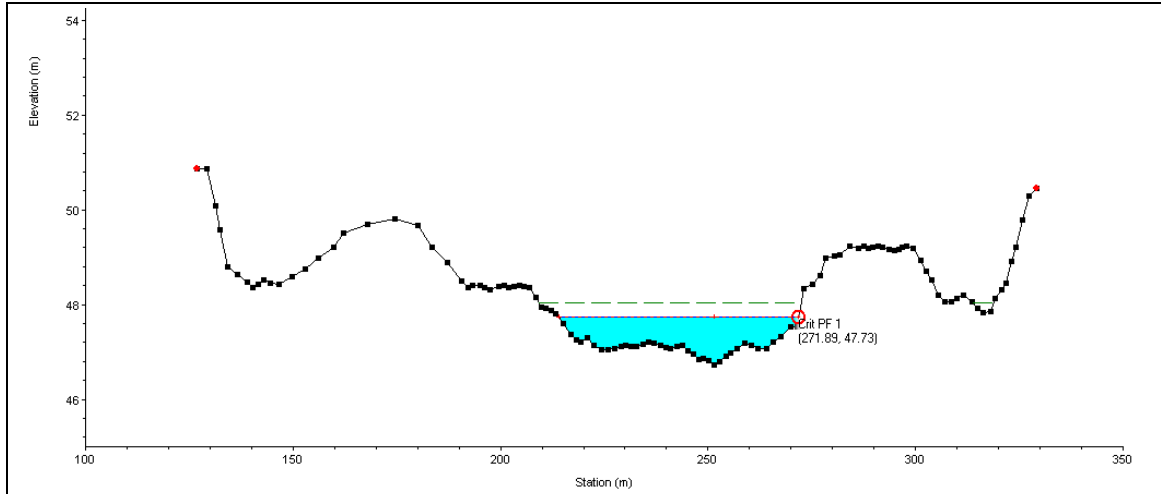


FIGURA 3.3.5.4: *Simulazione n. 3* - $Q_{ADIGE} = 250 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 0,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

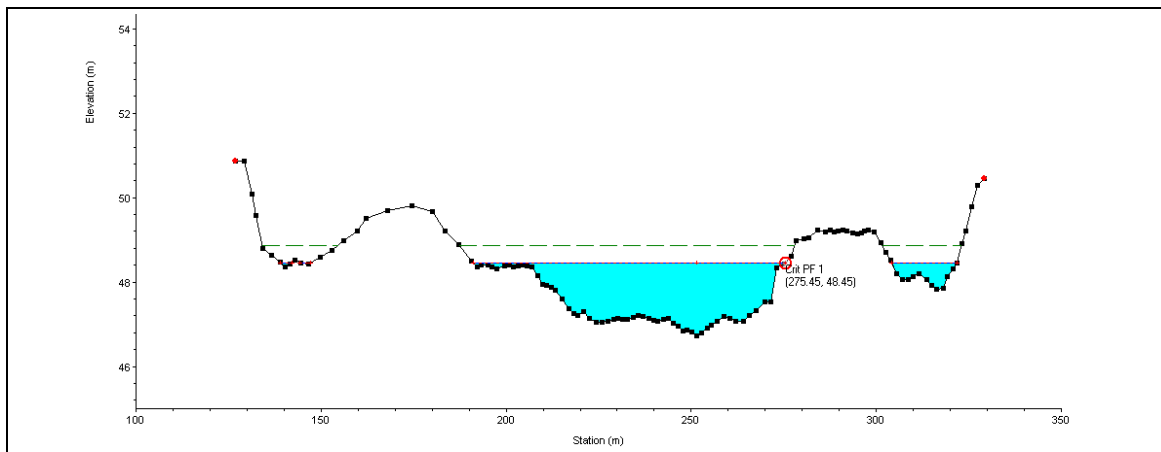


FIGURA 3.3.5.5: *Simulazione n. 4* - $Q_{ADIGE} = 250 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (500.00 AE in tempo di pioggia).

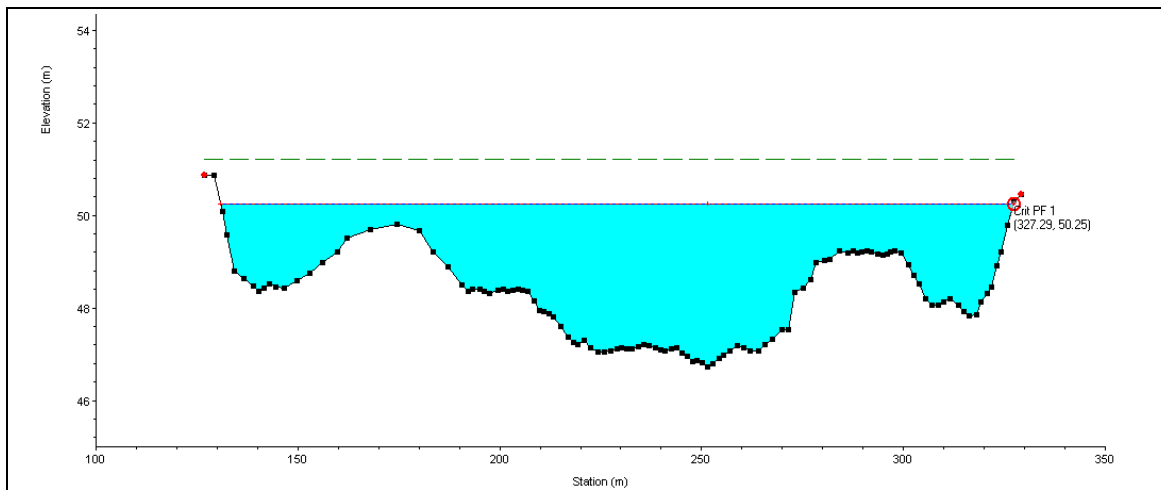


FIGURA 3.3.5.6: *Simulazione n. 5* - $Q_{ADIGE} = 1.650 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 0,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

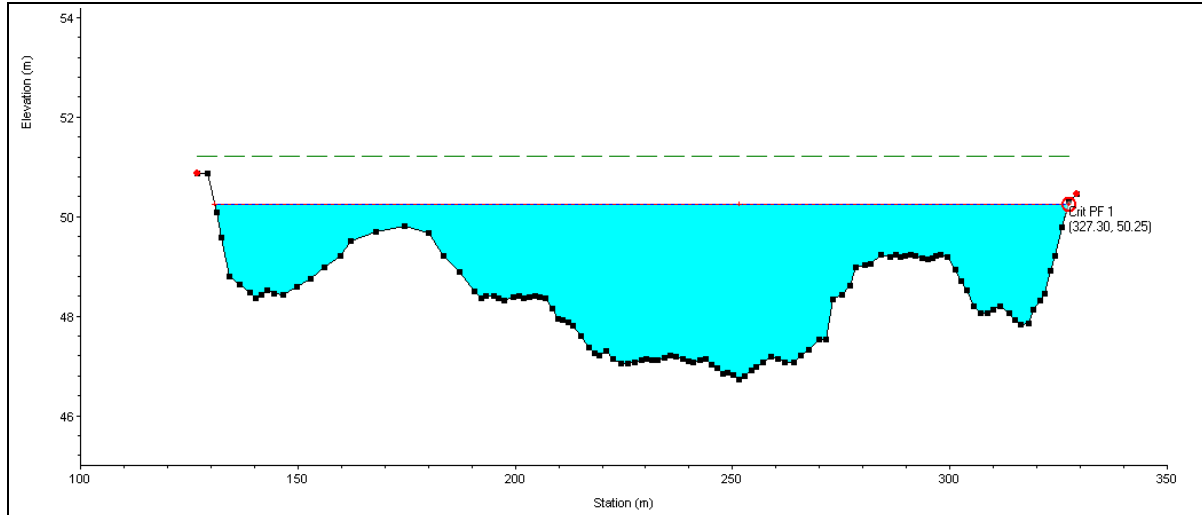


FIGURA 3.3.5.7: *Simulazione n. 6 - $Q_{ADIGE} = 1.650 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (500.00 AE in tempo di pioggia).*

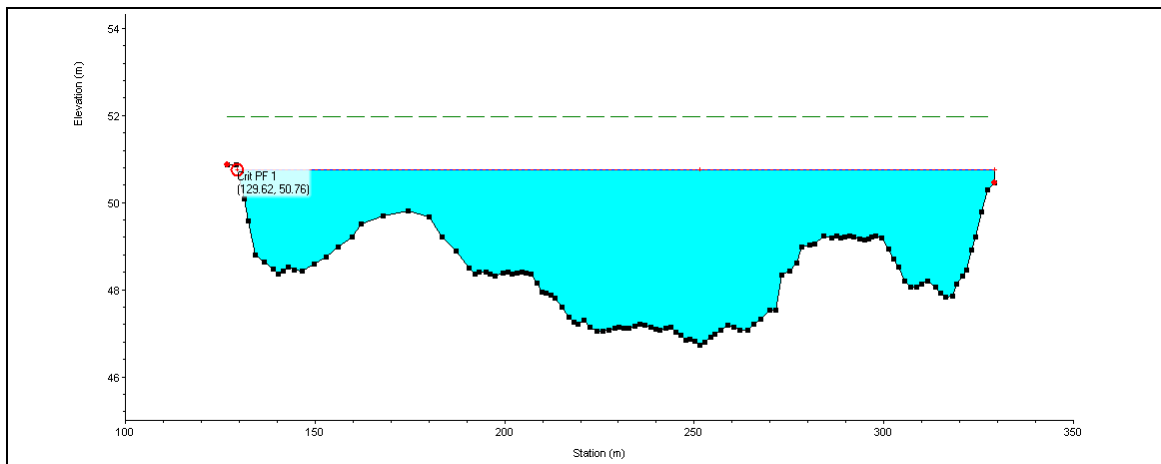


FIGURA 3.3.5.8: *Simulazione n. 7 - $Q_{ADIGE} = 2.350 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 0,0 \text{ m}^3/\text{s}$.*

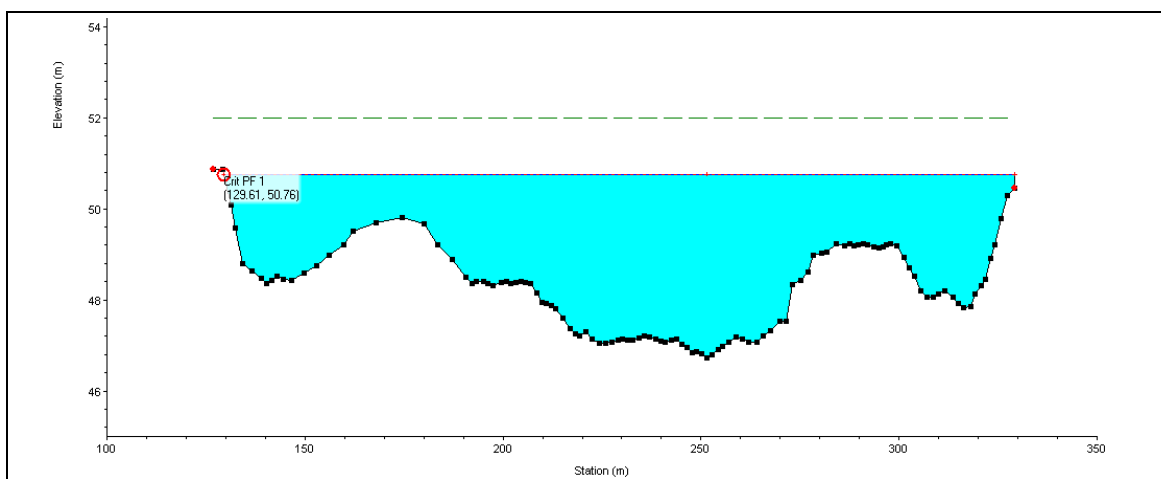


FIGURA 3.3.5.9: *Simulazione n. 8 - $Q_{ADIGE} = 2.350 \text{ m}^3/\text{s}$ / $Q_{SCARICO} = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (500.00 AE in tempo di pioggia).*

CONCLUSIONI

Come facilmente intuibile, l'unica situazione in cui si apprezza il contributo idraulico del depuratore nell'Adige è quella descritta per prima: ovvero quella con l'Adige in "secca" (portata pari a 80 m³/s).

In questa situazione si nota come il contributo del depuratore sia pari ad un aumento del tirante idrico di 2 cm (altezza idrometrica senza depuratore 47,71 m s.l.m., con depuratore 47,73 m s.l.m.).

In definitiva il contributo, in termini di altezza idrometrica, dato dal depuratore nelle condizioni più critiche (ovvero portata di "magra" pari a 80 m³/s) è da considerarsi del tutto trascurabile. La tabella seguente riporta in termini numerici i risultati ottenuti.

TABELLA 3.3.5.1: Incidenza della portata dello scarico sul tirante idrometrico del fiume Adige nelle diverse condizioni di portata del corso d'acqua.

Portata Scarico (m ³ /s)	Portata Adige (m ³ /s)	Tipo di Simulazione	ΔH (cm)	Incremento Percentuale (%)
3,5	80,0	Magra fluviale	2,0	1,42
3,5	250,0	Portata Media	1,0	0,47
3,5	1.650,0	Piena Tr 20 anni	0,0	0,00
3,5	2.350,0	Piena Tr 20 anni	0,0	0,00

CALCOLO DELL'IMPATTO

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo di valutazione degli impatti indotti sull'alterazione del regime idraulico delle acque superficiali, nell'attuale stato dell'impianto di depurazione.

TABELLA 3.3.5.2: Alterazione del Regime Idraulico delle Acque Superficiali- allo Stato Attuale - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	L'emissione dello scarico ha una portata relativamente costante e continua nel tempo, pertanto superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	In base alle valutazioni effettuate risulta che l'Adige è scarsamente vulnerabile rispetto alla portata immessa dallo scarico del depuratore	0,10
Estensione (E)	L'estensione delle interazioni risulta estremamente limitata alle zone limitrofe al punto di scarico	0,50
Pericolosità (H)	Le verifiche effettuato evidenziano che tale impatto presenta una scarsa pericolosità	0,10
Danno (D = L + V + E + H)		1,70
Probabilità (P)	Il depuratore funziona regolarmente e tale impianto risulta strategico per la città di Verona. Al momento non sussistono alternative e pertanto la portata allo scarico è certa e tale rimarrà per un arco di tempo medio lungo	1,00
Rischio (P x D)		1,70
Peso Ponderato K = NI x K₀	L'impatto, indotto dall'immissione delle acque di scarico nell'Adige è a lungo termine, reversibile, interessa una risorsa strategica ed ha un'intensità bassa	- 8,00
Impatto Ambientale IA = R x K	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 13,60

FASE DI CANTIERE

Nella fase di cantiere l'esercizio del depuratore non subirà alcun tipo di variazioni. Gli impatti indotti dallo scarico sul regime idraulico del fiume Adige risultano pertanto gli stessi di quelli indotti allo stato attuale.

FASE DI PROGETTO

Il progetto di adeguamento tecnologico non prevede incrementi nelle portate di ingresso e allo scarico del depuratore, rispetto allo stato attuale, Pertanto gli impatti indotti dallo scarico sul regime idraulico dell'Adige rimangono invariati.

CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

STATO ATTUALE

La contaminazione delle acque superficiali rappresenta la problematica più significativa per questo tipo di impianto, in quanto dall'impianto fuoriescono acque depurate che vengono convogliate al fiume Adige.

Il confronto fra le caratteristiche fisico chimiche delle acque di scarico del depuratore ed i limiti imposti dal D. Lgs. 152/06, ha evidenziato che le acque in uscita al depuratore rispettano ampiamente i limiti imposti dalla normativa, ad eccezione del parametro Escherichia Coli.

Le acque di scarico del depuratore, se raffrontate col chimismo delle acque fluviali provocano comunque un'interazione forzata sull'ecosistema dell'Adige.

Per questo motivo è stato implementato uno studio basato su modelli numerici per analizzare l'effetto dello scarico sulle principali variabili ecosistemiche del fiume Adige. Per effettuare tale analisi sono stati utilizzati i dati relativi alla qualità fisico chimica delle acque del fiume Adige, così come descritti precedentemente.

CENNI TEORICI DEL TRASPORTO DI INQUINANTI NEI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI

Le vicende dell'inquinamento dei corpi idrici dipendono sia dalle fonti d'inquinamento – vale a dire dalla quantità, qualità e ubicazione delle immissioni inquinanti – sia dalle alterazioni che gli inquinanti subiscono o inducono tramite reazioni chimiche e biochimiche, sia infine dalle caratteristiche dei corpi idrici stessi, e in particolare da quelle idrodinamiche. Infatti l'inquinante si allontana dal punto d'immissione per effetto del trasporto da parte dell'acqua, e nel frattempo reagisce con altre sostanze dando luogo a prodotti diversi, con effetti più o meno nocivi.

In questo paragrafo sono studiati gli effetti combinati del trasporto e della produzione-decadimento degli inquinanti nel caso monodimensionale, in condizioni stazionarie, nell'ipotesi che le reazioni biochimiche seguano una cinetica di primo ordine. Nello specifico, questa impostazione è applicata all'equilibrio dell'ossigeno disciolto, che costituisce, uno dei principali fattori per la caratterizzazione degli ecosistemi idrici, in quanto è determinante per la natura degli ecosistemi acquatici e per le condizioni di vita aerobiche o anaerobiche che si sviluppano.

Il trasporto di una sostanza in un fluido è dovuto a tre componenti:

- a) il *Trasporto Convettivo*, per cui le particelle del contaminante si muovono solidariamente a quelle del fluido. La massa trasportata nell'unità di tempo attraverso l'unità di area è:

$$G_C = CU_n$$

dove **C** è la concentrazione della sostanza e **Un** la velocità in direzione normale all'area;

- b) il *Trasporto Diffusivo*, per cui le particelle del contaminante sono spostate dal moto browniano, ossia dall'agitazione delle molecole del fluido, legata alla temperatura del fluido stesso. La massa trasportata attraverso l'unità di area nell'unità di tempo, dipende dal

gradiente della concentrazione, è:

$$G_d = -\varepsilon_m \frac{\partial C}{\partial s}$$

dove s è l'ascissa in direzione normale alla superficie e ε_m è il coefficiente di diffusione molecolare, dipendente dalla temperatura del fluido;

- c) la *Sedimentazione* o *Galleggiamento* nel caso di sostanze sospese, dovuta alla differenza di densità rispetto al fluido.

Facendo il bilancio della massa di contaminante in un elemento dV di volume si ottiene:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = - \left[\frac{\partial(CU_x)}{\partial x} + \frac{\partial(CU_y)}{\partial y} + \frac{\partial(CU_z)}{\partial z} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_m \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_m \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\varepsilon_m \frac{\partial C}{\partial z} \right)$$

Nel caso in cui la sostanza sia non conservativa, soggetta a un decadimento nel tempo costituito da un unico termine S_i , che può essere espresso in forma semplificata da una reazione cinetica del primo ordine con segno negativo, la precedente diventa, per una sola direzione:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{A} \frac{\partial(AUC)}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{A} \left(A\varepsilon \frac{\partial C}{\partial x} \right) \right) + kC = 0$$

In generale l'equazione precedente deve essere risolta numericamente, ma sono disponibili soluzioni esatte per alcune condizioni semplici. Un caso particolare, di notevole interesse pratico, è quello di moto stazionario ($\delta C/\delta t = 0$), con sezione, velocità, coefficiente di dispersione e coefficiente cinetico costanti.

Lo schema considerato è quello rappresentato nella figura seguente, con l'immissione di una massa d'inquinante nell'unità di tempo C^* nel punto di ascissa $x = 0$.

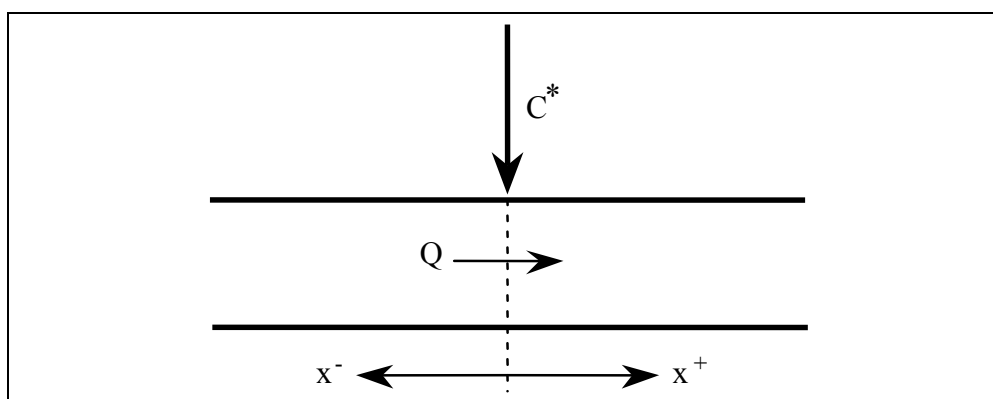


FIGURA 3.3.5.10: Schema teorico e sistema di riferimento, dopo un'immissione in un corso d'acqua.

Si assume la convenzione che l'asse x sia orientato verso valle, in modo che la velocità U sia positiva. In condizioni stazionarie, se A , U ed ε sono costanti, l'equazione riportata nel soprastante comma c) si semplifica come segue:

$$\varepsilon \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - U \frac{\partial C}{\partial x} - kC = 0$$

APPLICAZIONI ALLA DINAMICA DELL'OSSIGENO DISCIOLTO

Come detto precedentemente, conoscere l'andamento dell'ossigeno disciolto in un corso d'acqua diventa fondamentale per capire se esso subisce alterazioni più o meno gravi rispetto all'immissione di inquinamento organico; nel nostro caso le acque reflue sono depurate e rispettano i limiti imposti dalla normativa, ma questo non significa che esse non rappresentino una "forzante" esterna all'ecosistema fluviale, alle quali l'ecosistema stesso deve essere in grado di reagire.

Sulla dinamica dell'ossigeno disciolto in un corso d'acqua si può dire che:

- la concentrazione di ossigeno diminuisce a seguito della degradazione della sostanza organica immessa da uno scarico (fenomeno della de-ossigenazione)
- contemporaneamente la concentrazione di ossigeno disciolto aumenta a seguito del riequilibrio con l'ossigeno presente in atmosfera (fenomeno della ri-areazione)
- il termine diffusivo (ϵ) dell'equazione precedente, risulta trascurabile rispetto agli altri fenomeni, soprattutto se si fa l'ipotesi del totale mescolamento del refluo con il corso d'acqua stesso.

L'equazione precedente rielaborata tenendo conto delle ipotesi fatte, prende il nome di *Modello di Streeter and Phelps*:

$$\begin{cases} U_0 \cdot \frac{\partial [BOD]}{\partial t} = -r_d \cdot [BOD] \\ U_0 \cdot \frac{\partial [DO]}{\partial t} = -r_d \cdot [BOD] + r_a \cdot [DO] \end{cases}$$

Dove:

[BOD]: è la concentrazione di BOD₅ dopo l'immissione del refluo [M³L⁻³];

U₀: è la velocità media del corso d'acqua [MT⁻¹], con U₀ = x/t;

[DO]: è la concentrazione di ossigeno disciolto [M³L⁻³];

r_a: è la *Costante di Ri-Areazione* [T⁻¹];

r_d: è la *Costante di De-Ossigenazione* [T⁻¹].

Le condizioni al contorno del sistema di equazioni differenziali precedente è rappresentato dalle misure sperimentali di BOD₅ e di ossigeno disciolto, a monte dell'immissione del refluo nel corso d'acqua.

Un problema di non poco conto è rappresentato dalla stima delle *Costanti di De-Ossigenazione e di Ri-Areazione*.

Alcune tra le formule più usate fanno dipendere la costante di ri-areazione (**r_a**) dalla velocità media della corrente U e dall'altezza idrica h ($k_a = \alpha \cdot U^\beta \cdot h^{-\gamma}$):

- la formula di *O'Connor e Dobbins* (1958):

$$k_a = 3,93 \frac{U^{0,5}}{h^{1,5}} d^{-1}$$

- la formula di *Churchill e al.* (1962):

$$k_a = 5,03 \frac{U^{0,962}}{h^{1,673}} d^{-1}$$

- la formula di *Owens e al.* (1964):

$$k_a = 5,32 \frac{U^{0,67}}{h^{1,65}} \text{ d}^{-1}$$

I valori della Costante di Degradazione o di De-Ossigenazione (k_a) riscontrati in natura sono estremamente variabili. *Wright e Mc Donnell* (1979) hanno ottenuto valori compresi tra 0,08 e 4,24 d^{-1} per corsi d'acqua con portate comprese tra 0,13 e 250 m^3/s e profondità comprese tra 0,3 e 10 m, proponendo la seguente formula:

$$k_b = 1,8 Q^{-0,49}$$

ottenuta per regressione da 45 osservazioni relative a 23 diversi corsi d'acqua e a un canale di laboratorio. I casi esaminati, ricavati prevalentemente da letteratura, sono stati selezionati in modo da rendere ipotizzabile una scarsa influenza di: fioritura algale, nitrificazione, sedimentazione e formazione di depositi bentonici.

APPLICAZIONI AL CASO STUDIO

Il passo successivo è applicare le equazioni precedentemente descritte al caso in esame, così da simulare la risposta del principale parametro ecologico del fiume Adige in seguito all'immissione del refluo.

La *Temperatura* raggiunge i valori massimi nel periodo tardo estivo e i minimi in quello tardo invernale (febbraio e marzo in particolare).

Per quanto riguarda le concentrazioni di ossigeno disciolto (DO) e di BOD_5 , il fiume Adige presenti una media del BOD_5 intono ai 1 ÷ 2 mg/l e le concentrazioni di DO non scendono mai sotto i 7 mg/l . Con le condizioni al contorno rappresentate dalle misure sperimentali precedenti, si è applicato il modello di *Streeter and Phelps*; si sono integrate le equazioni differenziali, ponendo come dati del refluo quelli massimi stabiliti dalla normativa.

Sono state effettuate diverse simulazioni per confrontare differenti scenari ed i risultati sono visibili nella seguente figura.

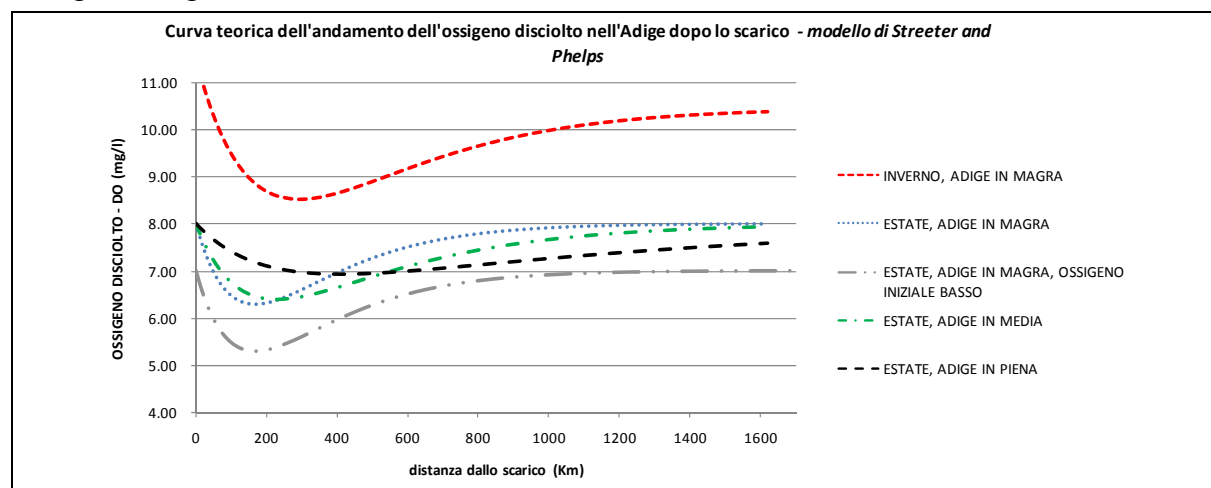


FIGURA 3.3.5.11: curva teorica dell'ossigeno disciolto nell'Adige dopo lo scarico del refluo; al variare delle principali condizioni al contorno: portata, temperatura dell'acqua, concentrazione iniziale di ossigeno.

Le condizioni al contorno che influiscono maggiormente sull'andamento del modello sono tutti riferibili all'Adige: la portata, la temperatura dell'acqua, la concentrazione di ossigeno disciolto a monte dello scarico. Variando queste condizioni ed osservando le risposte del sistema, si possono fare le seguenti considerazioni:

- Nel periodo invernale (linea rossa in figura) il deficit è maggiore che nel periodo estivo, però partendo da condizioni iniziali di DO maggiori, il deficit critico si raggiunge a circa

250 km dall'immissione del refluo (quindi oltre la foce) e non si raggiungono concentrazioni inferiori a 8,5 mg(DO)/l.

- Nel periodo estivo, la situazione più critica è (come logica vuole) quella dove l'Adige ha poca portata per cui maggiormente vulnerabile rispetto alle forzanti esterne al proprio ecosistema; anche partendo da concentrazioni, a monte dello scarico, di DO molto basse, non si raggiunge mai un deficit critico che porti la concentrazione di ossigeno sotto la "soglia" dei 5 mg/l, ovvero la soglia di attenzione sotto cui la vita biotica dell'ecosistema inizia a comprometersi.

CALCOLO DELL'IMPATTO

Allo stato attuale la principale criticità dovuta alla presenza del depuratore è legata agli elevati carichi di Escherichia Coli, superiori ai limiti di legge consentiti. Per quanto riguarda in genere l'impatto sulla qualità fluviale si osserva dai risultati ottenuti dal modello, seppur semplificato, di *Streeter & Phelps* e dagli indicatori ricavati da ARPAV che descrivono lo stato ecologico e qualitativo delle acque dell'Adige a valle del depuratore, che lo scarico del depuratore allo stato attuale ha effetti sostenibili per il corso d'acqua in questione.

Nonostante la maggior parte del carico di E.coli non sia patogeno, è stata osservata una forte correlazione tra elevati livelli di E.coli in acqua utilizzata a scopo ricreativo e il verificarsi di disturbi gastrointestinali (U.S. EPA,1986). Il fattore di sopravvivenza dell'E.coli dipende dalla temperatura, ma anche da una moltitudine di altri fattori tra cui pH, salinità, predatori, risospensione dei sedimenti, intensità della luce solare. La temperatura rappresenta comunque il fattore principale che regola la sopravvivenza della specie. L'andamento della concentrazione nel tempo può essere espresso dalla seguente equazione (Chick, 1908):

$$C=C_0e^{-k_c t}$$

in cui C_0 e C rappresentano rispettivamente la concentrazione iniziale e al tempo t , in cui t è il tempo espresso in giorni e k_c è la costante di inattivazione. In letteratura sono disponibili i valori di k definiti come:

$$k = k_c \log(e) = k_c 0,4342$$

che dipendono da un coefficiente Q_{10} , che rappresenta la velocità di cambio di costante di inattivazione come conseguenza di un incremento di temperatura di 10 °C:

$$k/k^* = Q_{10}^{(T_c - T_c^*)/10}$$

dove T_c^* è la temperatura di riferimento, k^* è la costante di inattivazione alla temperatura di riferimento, k è la costante di inattivazione alla temperatura T_c .

Da letteratura le costanti di inattivazione variano molto a seconda della tipologia del corpo idrico, ma prendendo valori medi ottenuti per i fiumi risulta, per gli intervalli di temperatura dell'Adige, che k assume valori compresi da 0,61 a 0,37 (d⁻¹). Pertanto i tempi di inattivazione dell'E.coli si riducono al diminuire della concentrazione presente nel corpo idrico come indicato in Figura.

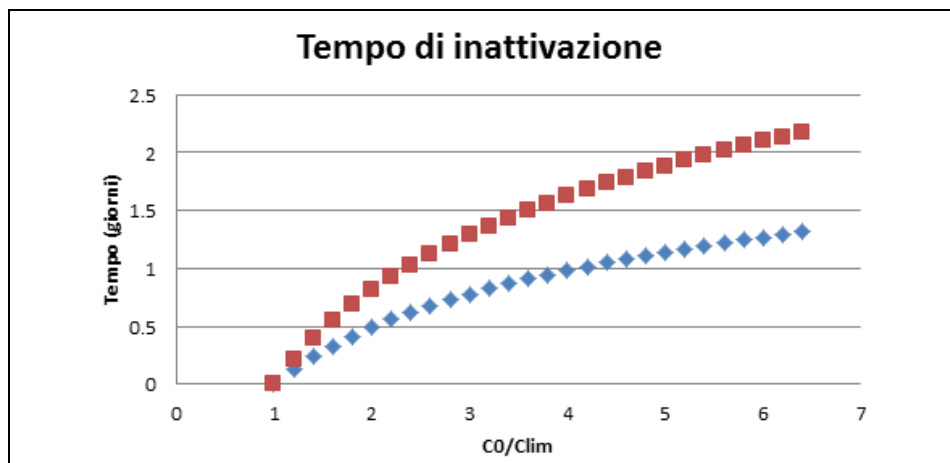


FIGURA 3.3.5.12: Tempo di attivazione della carica patogena *Escherichia Coli* con il variare della concentrazione iniziale (C_0) rispetto alla concentrazione minima consentita (C_{LIM}). In rosso la curva ottenuta con le temperature minime e in blu con le temperature massime osservate nel fiume Adige

La tabella seguente riporta i risultati della valutazione degli impatti indotti dallo scarico del depuratore sulla qualità delle acque dell'Adige, nell'attuale conformazione dell'impianto. La contaminazione delle acque superficiali provoca un danno definito medio-grave (ovvero ha una durata maggiore di un anno, la vulnerabilità della componente ambientale è bassa, l'area di interesse è vasta e l'impatto è modestamente pericoloso); la probabilità di accadimento è sicura, quindi pari a 1,00; di conseguenza il rischio è medio; il peso ponderato risulta pari a -8 in quanto, sebbene la risorsa interessata sia da considerarsi strategica, l'intensità dell'impatto è bassa, l'impatto è a lungo termine per la continua l'immissione di reflui nel fiume Adige, ma reversibile in quanto l'ecosistema Adige risulta sapere resistere alla forzante refluo.

TABELLA 3.3.5.3: Contaminazione delle Acque Superficiali allo Stato Attuale - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	L'immissione delle acque di scarico nell'Adige è costante e ha durata continua nel tempo.	1,00
Vulnerabilità (V)	Dalle valutazioni effettuate risulta che l'Adige è stato considerato mediamente vulnerabile rispetto all'immissione delle acque di scarico del depuratore.	0,75
Estensione (E)	L'estensione delle interazioni indotte dalle acque di scarico è ritenuta vasta	1,00
Pericolosità (H)	Le verifiche effettuato evidenziano che tale impatto presenta una pericolosità medio elevata a causa delle elevate concentrazioni di <i>Escherichia</i>	0,75
Danno (D = L + V + E + H)		3,25
Probabilità (P)	Il depuratore funziona regolarmente e tale impianto risulta strategico per la città di Verona. Al momento non sussistono alternative e pertanto la portata allo scarico è certa e tale rimarrà per un arco di tempo medio lungo	1,00
Rischio (P x D)		3,25
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Lungo Termine, Reversibile (l'Adige sembra in grado di resistere alla forzante del refluo), di Media Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è l'acqua.	-10,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	MEDIO ($-30 \leq I_A < 70$)	- 35,00

FASE DI CANTIERE

Nella fase di cantiere l'esercizio del depuratore non subirà alcun tipo di variazioni. Gli impatti indotti sulla qualità del fiume Adige risultano pertanto gli stessi di quelli indotti allo stato attuale.

FASE DI PROGETTO

Il progetto di adeguamento tecnologico prevede l'introduzione di un'unità di disinfezione che consentirà di abbattere i valori di Escherichia Coli al di sotto delle soglie di legge.

Questo avrà un impatto significativo sulla pericolosità dell'acqua dell'Adige nella zona interessata dallo scarico, oltre che una riduzione dei tempi di inattivazione come evidenziato precedentemente, riducendo la pericolosità dell'acqua anche nelle zone a valle dello scarico.

Inoltre la sezione di defosfatazione e l'ampliamento del comparto biologico consentiranno di abbattere le concentrazioni di fosforo totale e di azoto allo scarico, rispettivamente a 1 mg/L e a 10 mg/l, riducendo ulteriormente l'effetto del depuratore sul livello di inquinamento dell'Adige nel tratto di interesse.

La tabella seguente riporta i risultati relativi alla valutazione degli impatti indotti dopo la realizzazione delle opere previste dal progetto.

TABELLA 3.3.5.4: Contaminazione delle Acque Superficiali allo Stato do Progetto - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	L'immissione delle acque di scarico nell'Adige è costante e ha durata continua nel tempo.	1,00
Vulnerabilità (V)	Dalle valutazioni effettuate risulta che l'Adige è stato considerato mediamente vulnerabile rispetto all'immissione delle acque di scarico del depuratore.	0,50
Estensione (E)	L'estensione delle interazioni indotte dalle acque di scarico è ritenuta vasta	1,00
Pericolosità (H)	Le modifiche tecnologiche apportate dal progetto consentiranno di decrementare significativamente il carico di E. Coli nelle acque di scarico del depuratore. La pericolosità delle stesse è stata pertanto considerata bassa.	0,25
Danno (D = L + V + E + H)		2,75
Probabilità (P)	Il depuratore, anche dopo la realizzazione delle opere previste dal progetto di adeguamento, funzionerà regolarmente.	1,00
Rischio (P x D)		2,75
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	L'impatto, indotto dall'immissione delle acque di scarico nell'Adige è a lungo termine, reversibile, interessa una risorsa strategica e, dopo la realizzazione delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico, assumerà un'intensità bassa	- 8,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 22,00

3.4. ACQUE SOTTERRANEE

Una corretta ed esaustiva caratterizzazione idrogeologica, sia a grande scala, che a livello locale, oltre ad evidenziare le particolari peculiarità ambientali specifiche, permettere di predisporre, in caso di necessità, idonee procedure esecutive, durante la fase di cantiere, e adeguate opere di mitigazione, per la protezione delle acque sotterranee.

Nel presente studio verranno descritte le caratteristiche salienti della struttura idrogeologica a grande scala, per poi approfondire le indagini in un'area significativa attorno al sito in esame.

Il sistema idrogeologico dell'*Alta Pianura Veronese* è stato ampiamente studiato sia dalla Regione Veneto, che in ambito accademico, nonché dai numerosi professionisti che hanno operato ed operano tuttora sul territorio.

La sua struttura, a grande scala, è costituita da diverse unità, le cui caratteristiche sono legate principalmente alla differente costituzione litologica. Questa è stata definita grazie alla ricca bibliografia prodotta, a partire dalla seconda metà del secolo scorso e ai dati relativi alle stratigrafie dei pozzi, utilizzati a scopo irriguo, industriale e idropotabile.

3.4.1. INQUADRAMENTO GENERALE

L'*Alta Pianura Veronese* è contraddistinta da presenza di acque sotterranee in grandi quantità. Il potente materasso alluvionale che ne costituisce il mezzo di contenimento e diffusione, è contraddistinto da presenza di acque sotterranee in grandi quantità. I parametri idrogeologici che la caratterizzano indicano permeabilità e porosità elevate, buona trasmissività ed elevato coefficiente di immagazzinamento. La presenza di numerosi livelli e orizzonti argillosi arriva in alcuni casi ad isolare localmente piccole unità sospese, ma, nel complesso, l'acquifero contenuto all'interno del potente materasso alluvionale dell'*Alta Pianura Veronese* si può considerare indifferenziato. Lo spessore di questo grande serbatoio varia, in funzione della profondità e della morfologia del substrato roccioso.

Lo schema strutturale si può descrivere lungo una sezione meridiana. Partendo da Nord, lungo le pendici del tavolato lessineo, e procedendo verso Sud, fino all'asse padano, è infatti possibile individuare una differenziazione abbastanza significativa del sistema idrogeologico.

Dalla zona pedemontana, fino al limite superiore della fascia delle risorgive, si sviluppa l'*Alta Pianura*, costituita da un potente materasso alluvionale, prevalentemente ghiaioso. L'acquifero che caratterizza questa porzione di pianura viene pertanto considerato come un unico sistema indifferenziato. Questa fascia territoriale, in virtù dell'elevata permeabilità che caratterizza le alluvioni che la costituiscono, costituisce l'area di alimentazione principale del sistema idrogeologico posto più a valle.

Come evidenziato nella Figura seguente, a partire dalla *Fascia delle Risorgive*, la tessitura granulometrica dei sedimenti e la loro disposizione in senso verticale risulta sensibilmente diversa da quella appena descritta. L'intera fascia dei fontanili delimita generalmente la *Media Pianura*, all'interno della quale le acque sotterranee del grande corpo indifferenziato poste a monte iniziano a circolare all'interno di livelli permeabili posti a profondità diverse, e separati tra loro da strati impermeabili (acquitard o acquiclude) caratterizzati da una notevole estensione areale.

All'interno di questa zona inizia la differenziazione della struttura idrogeologica che diverrà ancora più netta e marcata a valle del limite meridionale delle risorgive, in corrispondenza della *Bassa Pianura*. Questa, che si sviluppa tra l'altro a quote altimetriche più basse, risulta caratterizzata da un sistema multifalde che, per convenzione, vengono numerate in senso progressivo, a partire da quella più superficiale (falda freatica o principale), procedendo in profondità. Gli acquiferi più profondi sono inoltre caratterizzati da un grado crescente di artesianità, mano a mano che ne aumenta la profondità del tetto. Tale spinta idraulica è legata al gradiente che caratterizza le acque sotterranee, che in corrispondenza del limite superiore dei fontanili, entrano nei diversi livelli permeabili a quote altimetriche più elevate, rispetto a quelle che gli stessi assumono nella bassa pianura.

L'**Alimentazione** delle acque sotterranee all'interno dell'*Alta Pianura* è legata ad apporti idrici di diversa provenienza, e più precisamente:

- acque provenienti dai massicci calcarei prealpini;
- acque di subalveo del Fiume Adige;
- acque di subalveo del Fiume Mincio;
- acque disperse dall'invaso lacustre del Benaco;
- acque meteoriche: la piovosità media annua del territorio è pari a 700 mm, che determina un'infiltrazione di circa 300 mm;
- acque di infiltrazione superficiale provenienti dalle irrigazioni agrarie, che sono state valutate in circa 1 l/s/ha come dotazione media;
- acque profonde del circuito idrotermale pedemontano.

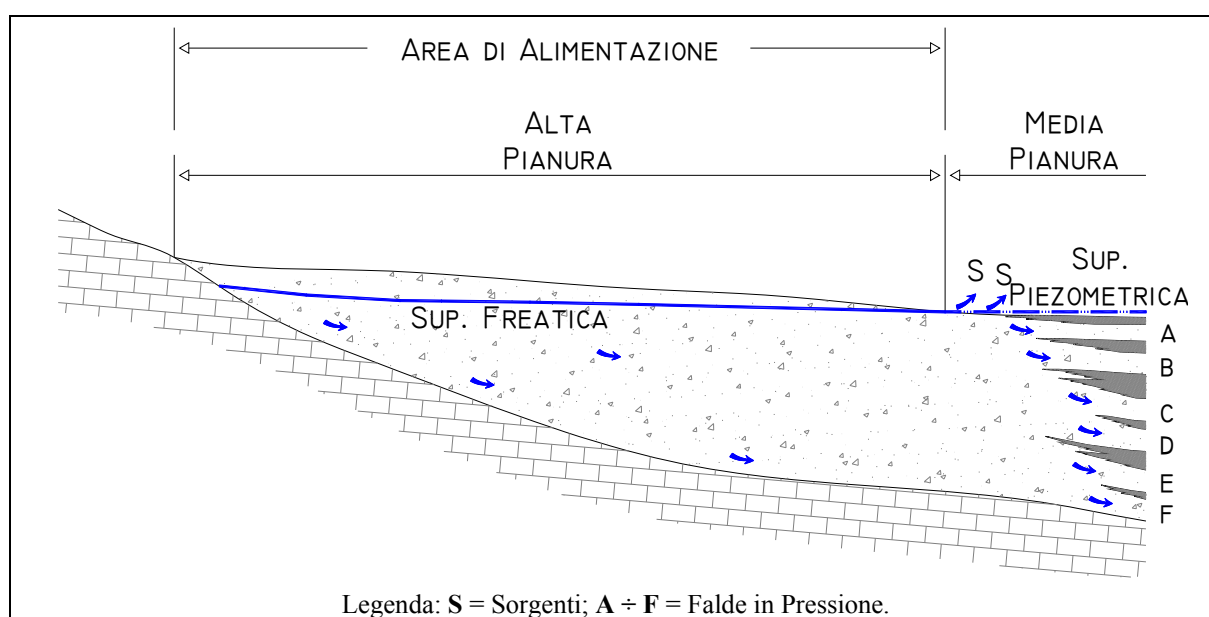


FIGURA 3.4.1.1: Rappresentazione schematica strutturale del Sistema Idrogeologico nell'Alta e Media Pianura Veronese.

Considerando le modalità con cui tali fonti di alimentazione trasmettono i loro apporti, è possibile differenziare la parte più superficiale da quella sottostante dell'acquifero appena descritto. La ricarica della zona profonda è legata principalmente alle dispersioni del lago di Garda attraverso i depositi glaciali, all'apporto dell'area pedemontana e a quello del circuito idrotermale profondo. I primi 100 metri invece risentono principalmente del contributo delle acque di subalveo dell'Adige, dell'apporto meteorico e di quello irriguo.

Questa differenziazione spiega i diversi regimi che interessano gli acquiferi posti in profondità rispetto a quelli di superficie. Il regime piezometrico nei primi 100 metri è caratterizzato da una fase di magra con un minimo in marzo e da una fase di piena con un massimo in settembre, in relazione ai forti contributi delle irrigazioni estive. Per gli acquiferi posti in profondità invece si verifica un'inversione dei periodi di magra e di piena, con un minimo in settembre ed un massimo in marzo, in relazione al regime idraulico del Garda.

Esaminando le misurazioni periodiche del livello freatico in alcuni pozzi campione distribuiti sul conoide dell'Adige, si nota che il **Regime della Falda**, nell'anno idrologico, è caratterizzato da un'unica fase di piena e da un'unica fase di magra.

La *Piena*, ben pronunciata, anche se di intensità decrescente procedendo da Nord verso Sud, si verifica di norma verso la fine dell'estate, o al limite, all'inizio della stagione autunnale.

La *Magra* si estende in genere dalla fine dell'inverno all'inizio della primavera.

L'apice della piena cade nel mese di settembre, con frequenti anticipi in agosto e più rari ritardi in ottobre, mentre il culmine della magra in genere si raggiunge nel mese di aprile, con frequenti anticipi nel mese di marzo.

Secondo gli *Annali Idrologici del Magistrato alle Acque di Venezia*, le osservazioni condotte nella zona per un considerevole numero di anni, hanno consentito di accertare che in destra idrografica dell'Adige, i periodi di morbida e di magra della falda coincidono con quelli del fiume, mentre in sinistra idrografica le variazioni dei livelli della stessa presentano un andamento indipendente, talora in opposizione di fase rispetto alle oscillazioni del livello del fiume.

Il confronto tra il regime della falda e quello del fiume permette di fare le seguenti considerazioni:

- il fiume presenta un regime caratterizzato complessivamente da un'unica fase di piena prolungata, che normalmente interessa i mesi di giugno e di luglio, ed un'unica fase di magra, ben definita, tipica dei mesi di gennaio e marzo;
- Il regime del corso d'acqua è simile a quello della falda. Quest'ultima però posticipa normalmente di 2 ÷ 3 mesi;
- L'identità dei due regimi evidenzia gli stretti rapporti di dipendenza nei processi di alimentazione e drenaggio, che tuttavia si svolgono prevalentemente attraverso la falda di subalveo dell'Adige, nella valle montana;
- Il limitato sfasamento dei livelli stagionali della falda, riscontrato nei pozzi posti in prossimità dell'alveo fluviale, è determinato da un'influenza diretta, ma locale, tra il fiume e la falda.

Il Regime della falda superficiale risulta principalmente connesso agli eventi meteorici, e secondariamente risente degli apporti provenienti dal complesso idrogeologico dell'arco prealpino, posto a Nord e dell'interferenza con i principali corsi d'acqua presenti in questa porzione di territorio. Durante la stagione estiva infine gli apporti legati alle pratiche irrigue determinano innalzamenti consistenti dello specchio freatico. Questi hanno comunque limitata estensione areale e durata relativamente breve, pertanto provocano delle continue oscillazioni, a frequenza settimanale, sulla curva piezometrica che tende ad un innalzamento continuo fino al mese di settembre. Normalmente l'inizio della fase di abbassamento della falda coincide con la fine delle irrigazioni artificiali, e con periodi di scarse precipitazioni.

3.4.2. IDROGEOLOGIA LOCALE

Grazie all'analisi della bibliografia disponibile, alla consultazione di pregressi lavori effettuati nelle immediate vicinanze, alla raccolta di dati comprensivi delle stratigrafie e dell'andamento del livello statico della falda fornito da AGSM e riferito ai propri campi ed alle indagini effettuate all'interno dell'area del depuratore, fornite da Acque Veronesi, è stato possibile condurre un'indagine approfondita circa l'assetto idrogeologico del territorio in esame.

Ci si è pertanto riferiti alla "*Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Occidentale*", scala 1:30.000 (CNR, Dip. Università di Padova - 1999). Quest'ultima, elaborata sui risultati dei rilievi effettuati nell'agosto 1994, riporta l'andamento medio della falda freatica, ad una scala abbastanza rappresentativa. Uno stralcio di questo documento, comprendente l'area di indagine, è riportato in figura 3.4.2.1.

I dati dedotti dalla bibliografia disponibile sono stati confrontati con i rilievi effettuati nell'area. Inoltre si fa riferimento ai dati relativi al *Campo Pozzi AGSM* ubicato in zona Basso Acquar (vedi

figura 3.4.2.1), ubicato a circa 1 km a Nord-Ovest dell'area del depuratore, al fine di estrapolare i dati principali sulle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero locale.

Inoltre si è fatto riferimento ai dati piezometrici relativi ai due pozzi già presenti all'interno dell'area in oggetto. Si tratta dei pozzi di emungimento, il primo realizzato nel 1983 (P1), attualmente in disuso ed in passato utilizzato per il prelievo di acque industriali, ed il secondo nel 1992 (P2), al momento utilizzato per il prelievo di acque industriali.

Sono infine stati utilizzati i dati rilevati dalle quattro trincee geognostiche, realizzate in data 12/06/2009, forniti da Acque Veronesi (per l'ubicazione vedi figura 3.4.2.1).

CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA VERONESE OCCIDENTALE

Nell'intorno dell'area la superficie piezometrica, così come descritta dalla bibliografia (vedi figura 3.4.2.1: *Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige*), mostra una direzione di flusso da NO verso SE, in linea con la direzione di sviluppo della piana di divagazione del fiume Adige, con un gradiente che si attesta intorno all'0,1%. Le isofreatiche ricalcano in linea generale l'andamento topografico. A valle dell'area interessata dall'impianto si riscontra un leggero aumento del gradiente idraulico interpretabile con un leggero aumento della permeabilità dei terreni, connessa ad un aumento della granulometria dei materiali costituenti il sottosuolo.

Da tale cartografia si evince che nell'area la falda freatica in fase di piena è posta a quote variabili tra 47,9 e 47,3 m s.l.m..

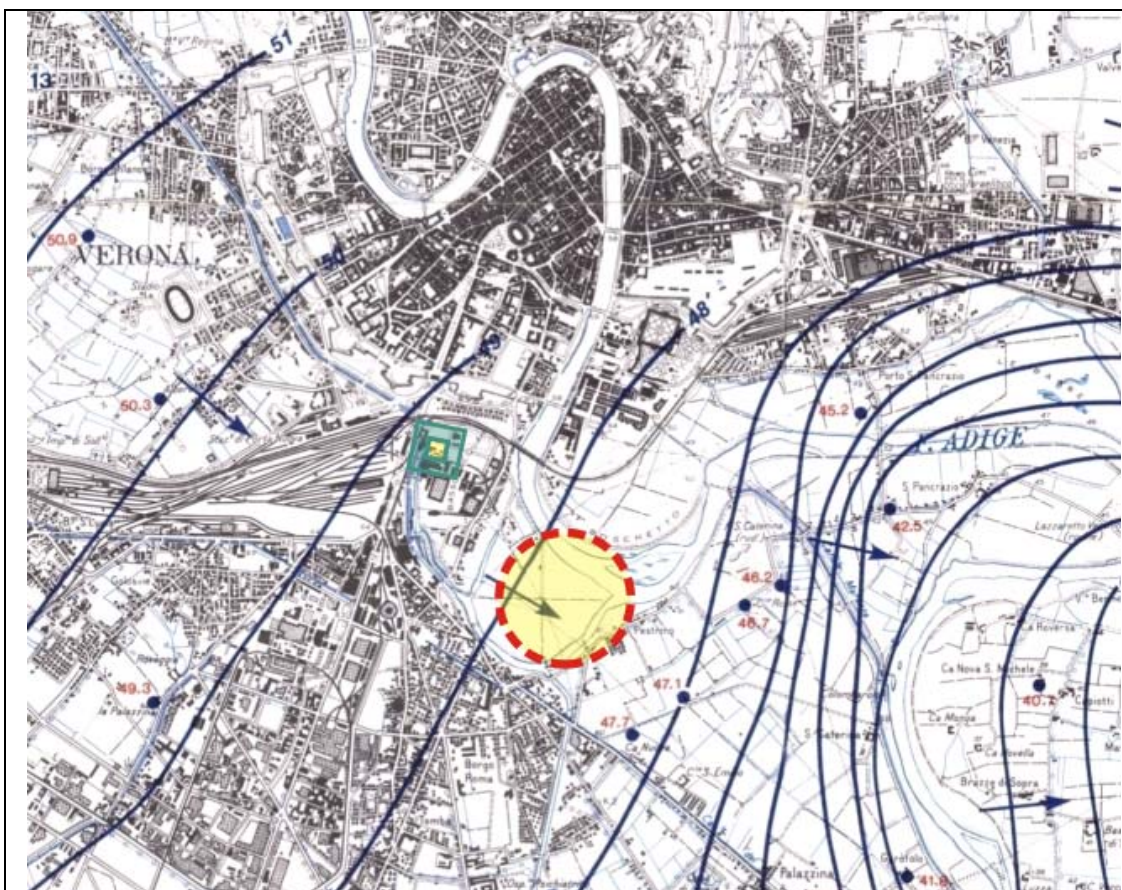


FIGURA 3.4.2.1: Stralcio della Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige (AA. VV. 1989). In rosso è evidenziata l'area del depuratore, mentre il riquadro verde indica l'ubicazione del campo pozzi di Basso Acquar, gestito da AGSM.

CAMPO POZZI AGSM DI BASSO ACQUAR

Impianto di Depurazione delle Acque Reflue Urbane in Via. B. Avesani, Verona (VR)

Progetto Ambiente di Calcina Luisa & C. S.a.s. - via Valcerea, 3 - 37014 Castelnuovo d. G. (VR)

La centrale di Basso Acquar, posta a monte dell'area del depuratore della Città di Verona, si trova ad una quota topografica di circa 52 m s.l.m., in un'area pressoché pianeggiante entro il contesto urbano della città di Verona, e risulta composta da 6 pozzi.



FIGURA 3.4.2.2: Campo pozzi di Basso Acquar, gestito da AGSM. Traccia di sezione.

TABELLA 3.4.2.1: Dati tecnici campo pozzi in Basso Acquar, gestito da AGSM.

Pozzo	Profondità (m)	Diametro (mm)	N. Livelli Fenestrati	Lunghezza Tot. Filtri (m)	Anno di Costruzione
1	68,00	700 ÷ 800	2	29,00 (18 + 11)	1960
2	66,00	700 ÷ 800	2	39,50 (24 + 15,5)	1960
3	95,00	700 ÷ 500	2	30,69 (17 + 13,69)	1969
4	114,00	746 ÷ 593	1	18,00	1980
5	122,00	700 ÷ 600	1	22,00	1987
6	121,00	800 ÷ 562	2	34,00 (14 + 20)	19-

Come risulta dalla tabella soprastante, le perforazioni sono state spinte a profondità e in tempi diversi, fino a raggiungere la profondità massima di 122 m dal piano campagna con il pozzo 5. L'analisi delle stratigrafie dei 6 pozzi ha messo in evidenza una sostanziale corrispondenza stratigrafica e, conformemente a quanto riportato in letteratura, si è riscontrata la presenza nel sottosuolo, di un materasso alluvionale di natura prevalentemente granulare e di spessore considerevole.

I pozzi più profondi, infatti, non hanno intercettato il substrato roccioso. Nel dettaglio si riscontra come il materasso alluvionale, pur caratterizzato da una sostanziale omogeneità compositiva, presenti un certo grado di stratificazione indotto dalla diversa granulometria dei depositi e soprattutto dalla presenza di livelli argillosi che interrompono la monotonia dei depositi ghiaiosi. Tali livelli comunque non sembrano suddividere l'acquifero, che rimane indifferenziato, anche se

alcuni presentano una buona continuità laterale in quanto sono stati rinvenuti anche in corrispondenza di altri campi pozzi AGSM (pozzi di Porta Palio) ed in altri punti dell'area cittadina, quindi entro la piana di divagazione dell'Adige.

Per quanto concerne l'oscillazione freatica stagionale, il pozzo n.1 del campo pozzi di Basso Acquar viene monitorato in continuo da diversi anni (1979). Nella figura seguente si riportano i diagrammi relativi all'andamento dei livelli della falda, misurati in condizioni statiche e dinamiche, nel periodo di osservazione 2005 ÷ 2008.

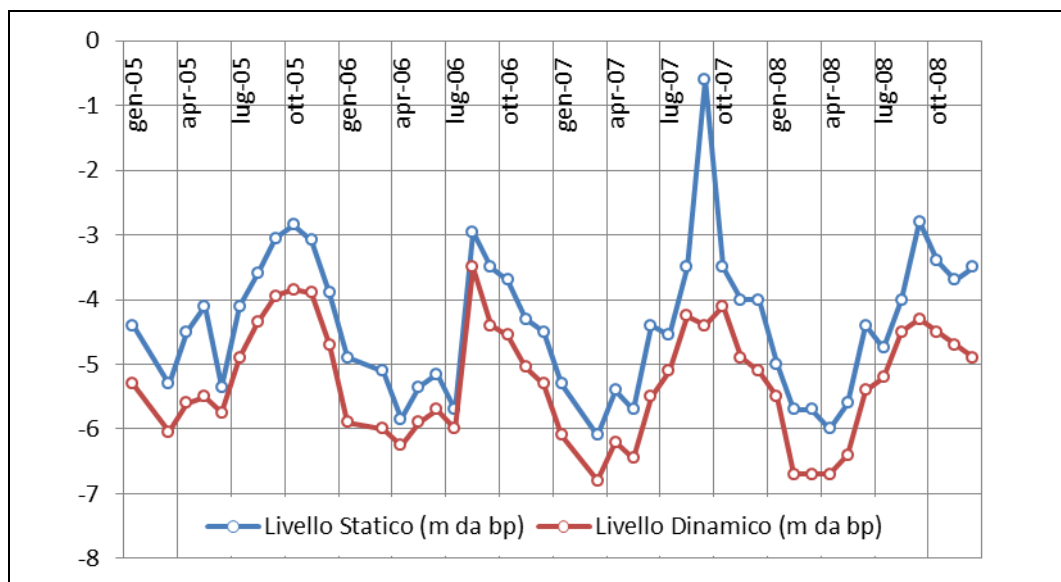


FIGURA 3.4.2.3: Dati piezometrici relativi al pozzo n. 1 del campo pozzi di Basso Acquar, riferiti al periodo 2005 ÷ 2008.

I diagrammi consentono di rilevare che la falda piezometrica presenta un minimo nei mesi di marzo ÷ aprile, pari a circa -6 m dal p.c. (fase di magra), ed un valore massimo nel periodo compreso tra agosto ed ottobre, pari a circa -3 m dal p.c. (fase di morbida). L'oscillazione massima misurata è di 3,3 m, mentre l'escursione media annua risulta compresa fra 2.5 e 3.2 m.

Il livello freatico medio in regime di morbida è quantificabile quindi intorno - 3.00 m dal p.c.. Essendo in quest'area il piano campagna posto a quota 52 m s.l.m., risulta un livello freatico posto a quota 48 m s.l.m., in linea con quanto riportato nella *Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Occidentale*.

POZZI P1 E P2

Come già accennato, P1 e P2 sono pozzi di emungimento ad uso dell'impianto di depurazione in oggetto, il primo in disuso. Per entrambi si dispone della stratigrafia di sondaggio con le quote freatiche misurate al momento della perforazione. Entrambi i pozzi pescano nella prima falda.

I dati forniti da Acque Veronesi indicano che il sondaggio di P1, profondo 48 m, è attrezzato con tubo piezometrico fenestrato da 29,3 m a 46 m dal p.c. Al di sopra del tratto fenestrato sono presenti due livelli argillosi (da 20 a 21.3 m di profondità dal p.c.; da 23.2 a 28.3 m di profondità dal p.c.) che mettono in pressione tale acquifero, quantomeno localmente. Al momento del collaudo (ottobre 1983) in tale pozzo il livello statico di falda era a -6 m dal piano campagna, posto 54,2 m s.l.m.. Ne consegue che il livello statico per tale pozzo fosse pari nel 1983 a 48,2 m s.l.m..

Il sondaggio P2, profondo 100 m, è attrezzato con tubo piezometrico fenestrato da 38,88 m a 51,44 m, da 68,75 a 84,15 m e da 89,92 a 93 m dal p.c.. Al di sopra del tratto fenestrato più superficiale è presente uno strato argilloso (da 16 a 24.2 m di profondità dal p.c.) che, a conferma di quanto

riscontrato in P1, mette in pressione tale acquifero, quantomeno localmente. Al momento del collaudo (novembre 1992), presentava un livello statico di falda posto a -4,58 m, posto 52,50 m s.l.m.. Ne consegue che il livello freatico per tale pozzo fosse pari nel 1992 a 47,92 m s.l.m..

In P1, in data 28/05/09 e 12/06/2009, è stata effettuata una misura freaticometrica, che ha fornito un dato di soggiacenza pari a -7,78 m dal piano campagna (46,42 m s.l.m.), mostrando pertanto un abbassamento della falda di circa 1,7 m. Tale differenza è imputabile in parte all'abbassamento che la falda freatica dell'Alta Pianura ha subito negli ultimi anni per l'elevato sfruttamento, in parte al differente periodo di rilievo. Infatti il rilievo del 1983 si riferisce al mese di ottobre, momento di morbida della falda, mentre il rilievo eseguito dallo scrivente si riferisce al mese di maggio, momento di magra.

TRINCEE GEOGNOSTICHE

In data 12/06/09 sono state realizzate 4 trincee esplorative (T1, T2, T3, T4) della profondità di circa 5÷6 m dal piano campagna.

Da tali indagini è risultato che nell'area è presente uno strato di riporto antropico dello spessore di circa 2,5 – 3,0 m, a cui segue un'alternanza di livelli da limoso-sabbiosi, ricchi in materia organica negli strati più superficiali, a sabbioso-ghiaiosi.

La falda è stata rinvenuta nelle trincee T3 e T4, dove è posta rispettivamente a -5,40 m ed a -5,30 m dal p.c..

Ne risulta una falda freatica posta a quota variabili 48,5 m s.l.m.. La misura è stata effettuata in fase di magra della falda.

CONCLUSIONI

Sebbene l'acquifero dell'alta pianura venga in generale considerato come indifferenziato, localmente la stratigrafia dell'area suggerisce la presenza di una stratificazione dell'acquifero con la creazione di un'acquitarde.

Infatti i pozzi AGSM (P1 e P2), fenestrati dai 30 m di profondità, intercettano l'acquifero contenuto nelle ghiaie rissiane vere e proprie, poste al di sotto i livelli argillosi di diverso spessore ma con una certa continuità laterale in ambito locale. Tale acquifero pertanto localmente risulta essere in pressione grazie alla presenza di tali livelli scarsamente permeabili (acquitarde). Il medesimo ragionamento vale per il campo pozzi AGSM di Basso Acquar, che presenta un livello a granulometria fine e conseguente scarsa permeabilità intorno a 20 m di profondità dal p.c.. E' a tale acquifero che si riferisce anche la "*Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige*".

Al fine del presente lavoro interessa invece l'acquifero più superficiale, intercettato dalle trincee T3 e T4. Tali indagini indicano la presenza di una falda il cui livello statico è posto a 48,5 m s.l.m.

Tale valore riguarda una fase di magra della falda. Confrontando il livello freatico di tale acquifero con il livello statico del fiume Adige e considerando la distanza tra le trincee realizzate e il fiume stesso, risulta evidente tale acquifero è in stretta connessione con il livello del fiume Adige. E' pertanto possibile valutare l'oscillazione della falda considerando l'oscillazione stagionale del fiume Adige stesso, che è nell'ordine di circa 2 m.

In base a tale considerazione si considera pertanto un livello freatico di morbida posto a quota variabile tra 50,7 (NO) e 50,5 m s.l.m. (SE).

Allo stato attuale le quote del livello di piano campagna nell'area oggetto di questo studio variano tra 54,7 m s.l.m. (NO) e 53,7 m s.l.m. (SE). Ne consegue che la soggiacenza nel momento di massima della falda superficiale vari da 4,0 (NO) m a 3,2 m (SE).

3.4.3. POZZI AD USO IDROPOTABILE

I pozzi utilizzati ad uso idropotabile più prossimi all'area di progetto appartengono alla rete acquedottistica del Comune di Verona e sono gestiti dalla A.G.S.M. Vengono qui di seguito elencati, assieme alle distanze dai confini dell'area di progetto.

TABELLA 3.4.3.1: Ubicazione dei pozzi acquedottistici comunali presenti in zona, e relative distanze dall'Impianto in esame.

Comune	Localizzazione	Distanza (km)
Verona	Campo Pozzi Basso Acquar	1,1 a NNO
Verona	Campo Pozzi ZAI – Borgo Roma	1,5 a SO
Verona	Campo Pozzi Polidore	1,4 a S

Si tratta di opere spinte ad una profondità massima di 158 m dal piano campagna, che estraggono acqua con portate variabili tra 45 e 80 l/s.

L'area di progetto risulta esterna alle fasce di tutela assoluta (200 m) attorno alle opere di presa a scopo idropotabile.

3.4.4. VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

Questa dipende fondamentalmente da tre fattori:

- il tempo di transito dell'inquinante;
- le caratteristiche del deflusso sotterraneo;
- la capacità dell'acquifero di attenuare l'impatto indotto dagli inquinanti.

L'elevata permeabilità degli acquiferi dell'*Alta Pianura Veronese* rappresenta pertanto un fattore dal duplice aspetto per il problema della protezione delle acque.

Essa, infatti, se da un lato determina un'elevata vulnerabilità dell'acquifero per la facilità di infiltrazione di potenziali inquinanti, permette anche un'elevata diluizione delle eventuali sostanze estranee che dovessero giungere nella falda superficiale; va considerato, comunque, che gli acquiferi captati ad uso potabile non sono quelli freatici ma di tipo artesiano, posti a notevoli profondità e protetti da diaframmi impermeabili.

Le acque sotterranee presentano quindi un chimismo favorevole alla potabilità, cosa che non è rilevabile nelle acque superficiali.

Ai fini della valutazione della vulnerabilità degli acquiferi, il *Piano Regionale Attività di Cava* (PRAC) della Regione del Veneto, non ancora adottato, ha prodotto una tavola dell'intera regione in cui vengono classificate le aree in differenti classi di vulnerabilità, da elevatissima a molto bassa (in Figura 3.4.4.1 si riporta uno stralcio di tale cartografia). Tale elaborato è stato determinato con il metodo SINTACS che attribuisce pesi diversi ai seguenti parametri:

- *Soggiacenza della falda* (S);
- *Infiltrazione Efficace*, omogenea nell'area (I);
- *Capacità Autodepurante del Non Saturo* (N);

- Tipologia della Copertura (T);
- Caratteristiche dell'Acquifero (A);
- Conducibilità Idraulica dell'Acquifero (C);
- Andamento della Superficie Topografica (S);

A ciascun parametro selezionato, suddiviso per intervalli di valore e/o tipologie dichiarate, viene attribuito un punteggio crescente, variabile da 1 a 10, in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva finale. Infine i punteggi ottenuti per ciascun parametro sono moltiplicati per stringhe di pesi che descrivono la situazione idrogeologica e/o d'impatto, enfatizzando in varia misura l'azione e l'importanza dei vari parametri (PCSM = Point Count System Models, quale è appunto SINTACS).

All'area oggetto di studio si attribuisce una vulnerabilità intrinseca dell'acquifero bassa per tutta l'area.

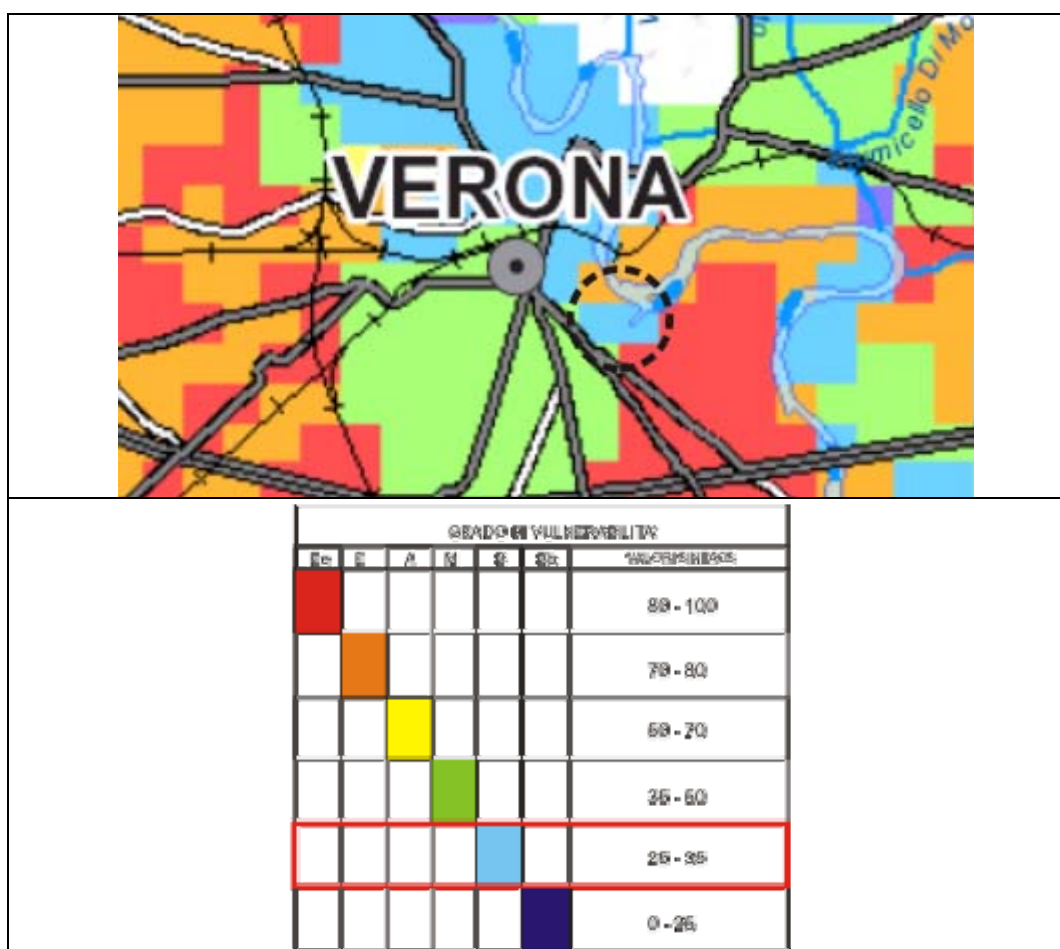


FIGURA 3.4.4.1: Stralcio della Carta della Vulnerabilità della Falda Freatica della Pianura riportata nel PRAC, con evidenziata nel cerchio tratteggiato l'area del depuratore.

3.4.5. VINCOLI DI CARATTERE IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Secondo la tav.1 “Difesa del suolo e degli insediamenti” del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) l'area in oggetto ricade nella *Fascia di Ricarica degli Acquiferi*. Secondo tale pianificazione in tali aree “è vietato il nuovo insediamento di attività industriali (omissis) con acque reflue non collegate alla rete fognaria pubblica o di cui non sia previsto (omissis) uno smaltimento compatibile con le caratteristiche ambientali dell'area. (omissis)”.

Questa indicazione viene confermata anche dal *Piano Territoriale Provinciale di Verona* (PTP) che nella “*Carta delle Fragilità*”, oltre ad indicare l’area come facente parte della fascia di ricarica degli acquiferi, indica che essa rientra in:

- zone ad elevatissima vulnerabilità idrogeologica;
- ambiti di attenzione idraulica, che comprendono aree soggette a fenomeni di sifonamento e aree situate in corrispondenza di particolari depressioni topografiche, paleovalvei e zone vallive, soggette a sommersione per innalzamento della falda o ristagno idrico superficiale per difficoltà di drenaggio.

Rispetto a tali vincoli, il PTP rimanda al rispetto delle norme individuate per le aree classificate a pericolosità idraulica dai *Piani Stralcio di Bacino per L’Assetto Idrogeologico* (PAI) dalle Autorità di Bacino presenti in Provincia di Verona. Il PTP riporta le delimitazioni delle aree attualmente già classificate a pericolosità idraulica e rimanda al rispetto delle ulteriori misure fissate con Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 36671 del 13/12/02. Per quanto riguarda il rischio esondativo e la pericolosità idraulica, si rimanda al paragrafo 3.3.4, in cui viene discussa la perimetrazione delle aree così come risultante dal Piano di Assetto Idrogeologica dell’ Autorità di Bacino dell’Adige.

Non ultimo, anche il Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA) nella tav.1 “*Inquadramento Regionale*” classifica l’area come ricadente nella fascia di ricarica degli acquiferi.

Sulla base delle indagini effettuate e di dati pregressi, considerata la bibliografia disponibile, risulta che la litologia dei terreni superficiali presenti nell’area del depuratore è costituita di uno strato di circa 2,5 – 3 m di limo sabbioso – argilloso, depositi questi caratterizzati da permeabilità medio - basse.

Ne è prova la presenza di un acquifero in leggera pressione al di sotto di tale strato limoso. Questo strato superficiale a medio – bassa permeabilità da un lato conferisce all’acquifero sottostante una sorta di protezione, dall’altro rende più difficoltosi i meccanismi di ricarica dell’acquifero per infiltrazione meteorica. Pertanto, sebbene l’area venga indicata in bibliografia come fascia di ricarica dell’acquifero, a cui corrisponde un’elevata vulnerabilità dello stesso, localmente la stratigrafia consente di rettificare tale indicazione.

Non sussistono pertanto elementi ostativi alla realizzazione delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico in esame.

3.4.6. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Lo stato chimico attuale della prima falda corrisponde al risultato di anni di sfruttamento con un inquinamento influenzato in modo determinante dai contaminanti rilasciati nella zona di ricarica dell’alta pianura. Il “*rapporto sullo stato dell’ambiente della provincia di Verona*” (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona) riporta appunto un’analisi sulla qualità dell’acqua sotterranea di prima falda basata sul monitoraggio di circa 200 pozzi artesiani e freatici diffusi sul territorio provinciale compreso tra la fascia di ricarica degli acquiferi e la bassa pianura. Si tratta di un monitoraggio diffuso su gran parte del territorio provinciale, pertanto non legato ad eventi di inquinamento o di pericolo di inquinamento, in grado di fornire una indicazione complessiva della distribuzione dei principali elementi caratterizzanti le acque.

L’obiettivo è quello di aumentare il livello di conoscenza sullo stato qualitativo della acqua sotterranea presenti nei livelli più superficiali del sottosuolo, più direttamente influenzabili dall’uomo.

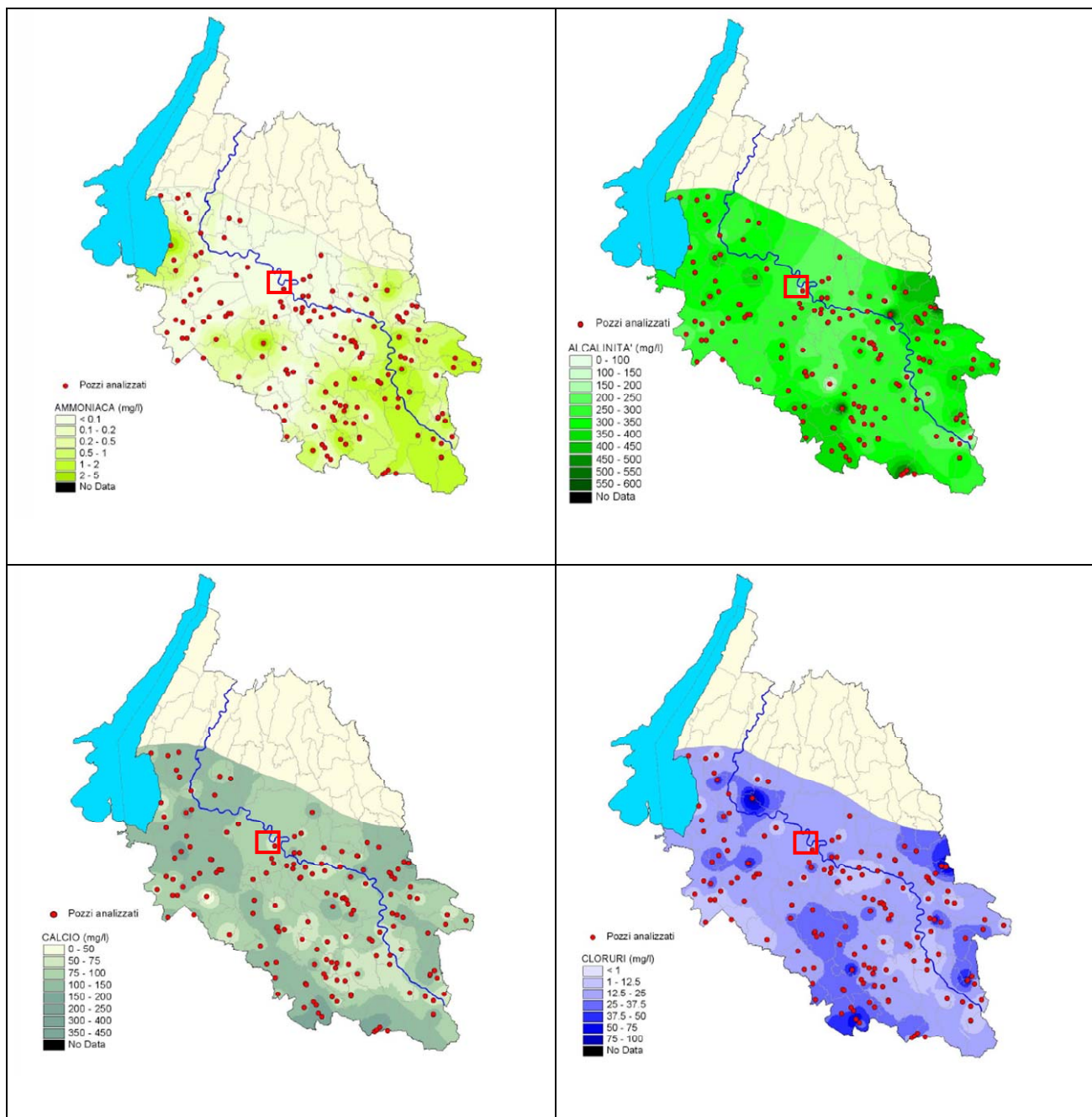


FIGURA 3.4.6.1 Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate (Ammoniaca, Alcalinità, Calcio, Cloruri), dal "rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona).

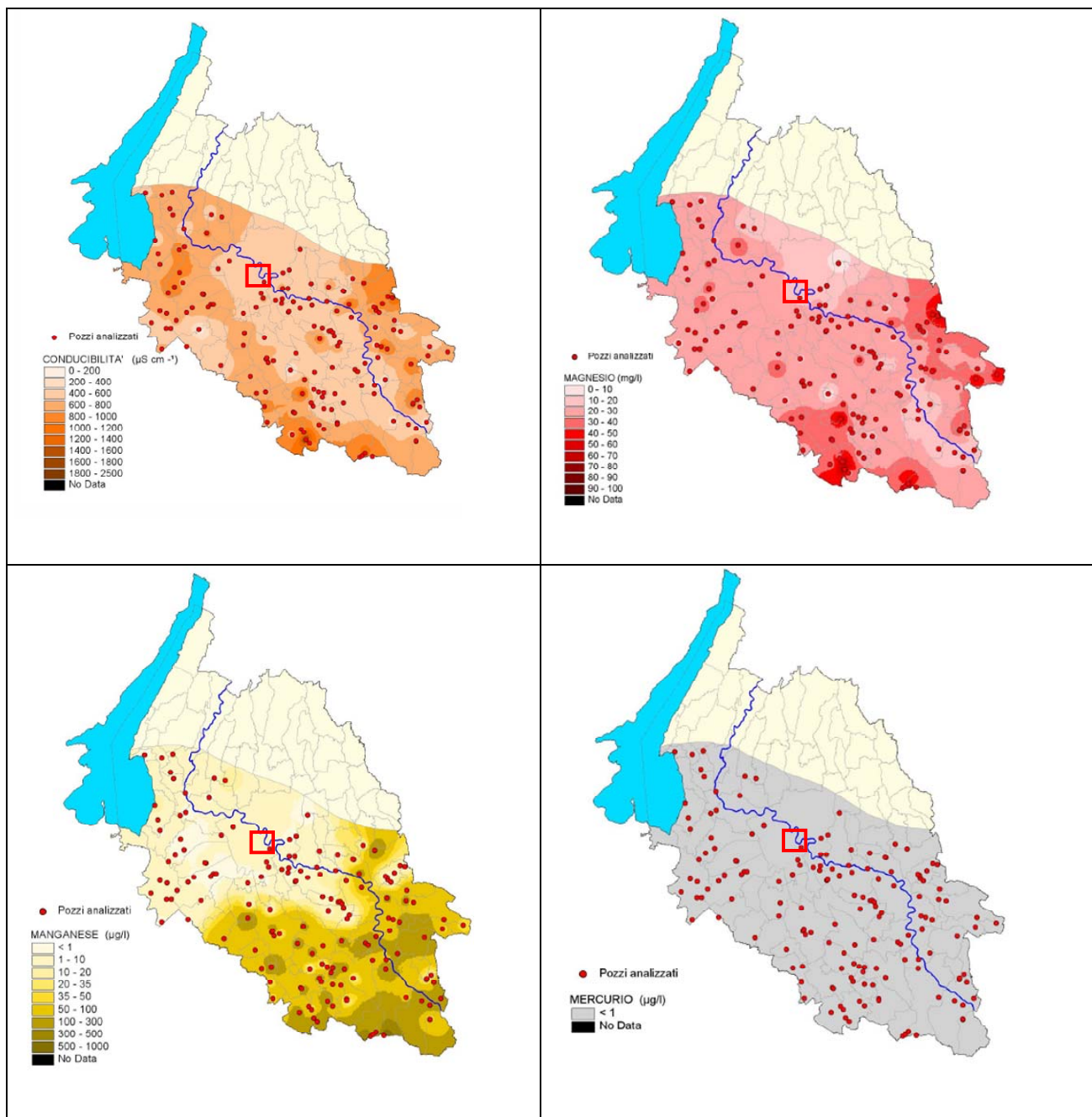


FIGURA 3.4.6.2: Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate (Conducibilità, Magnesio, Manganese, Mercurio), dal "rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona).

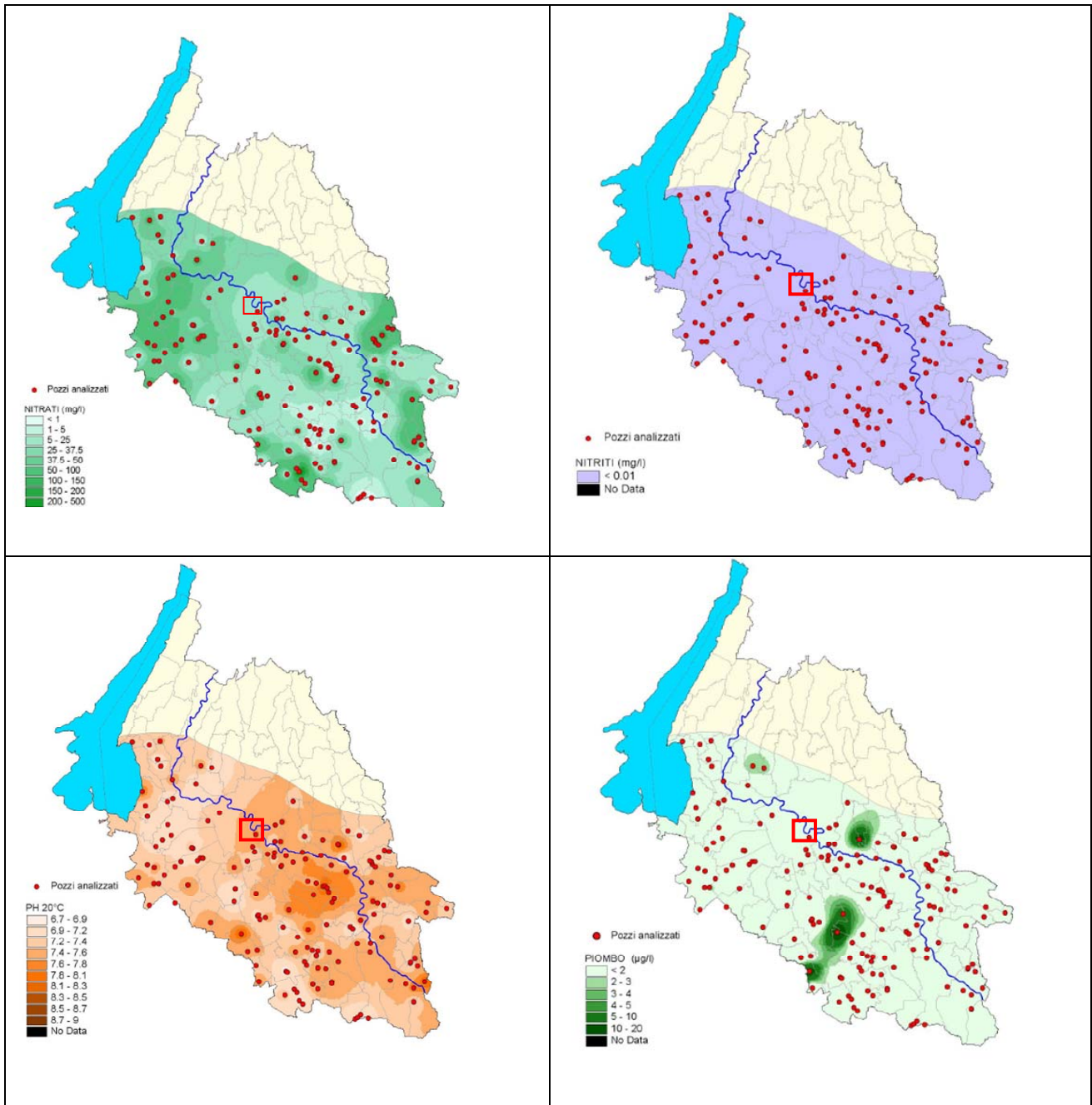


FIGURA 3.4.6.3: Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate (Nitriti, PH 20°C, Piombo), dal "rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona).

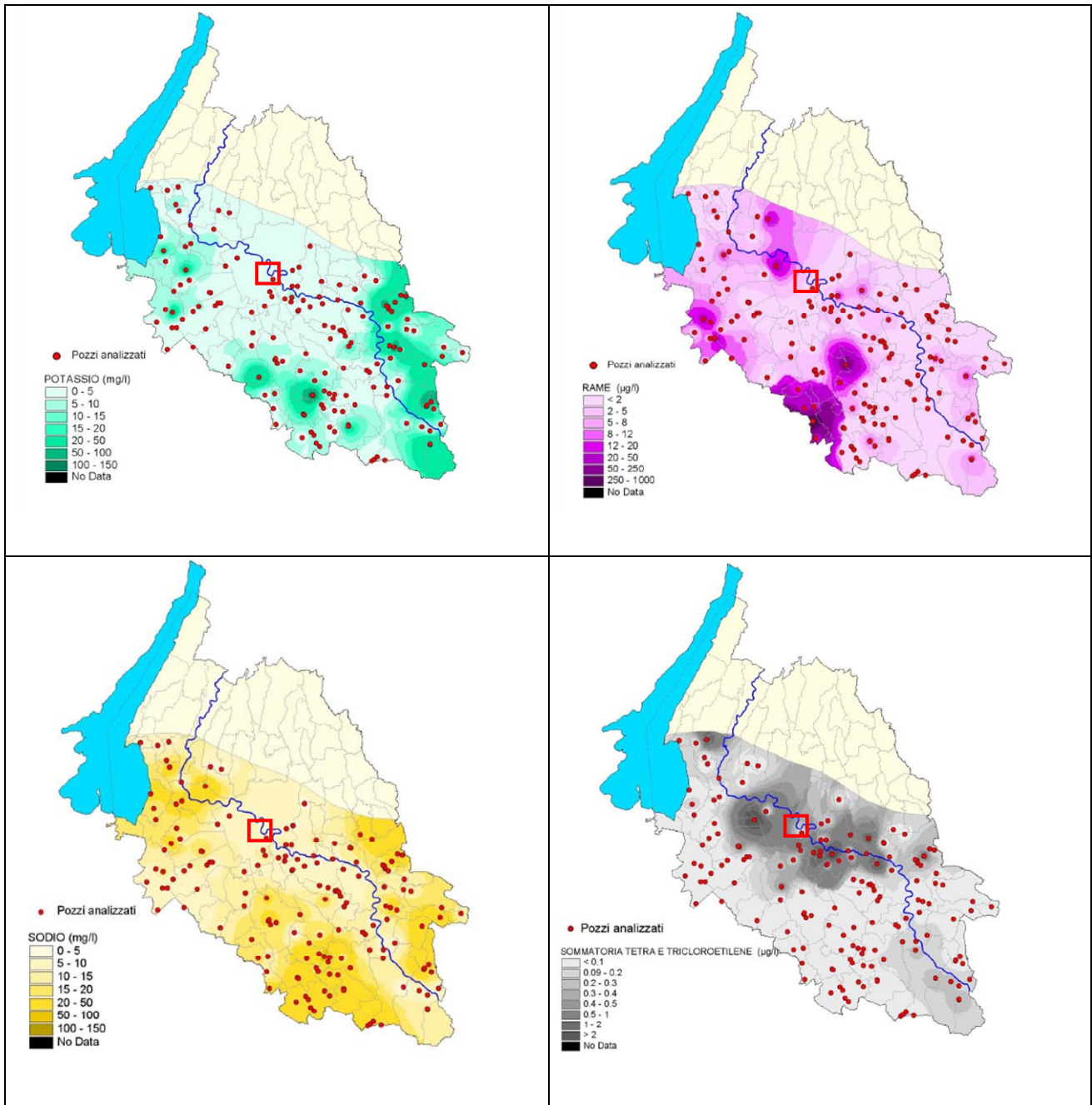


FIGURA 3.4.6.4: Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate (Potassio, Rame, Sodio, Solfati, Tri e tetracloroetilene), dal "rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona).

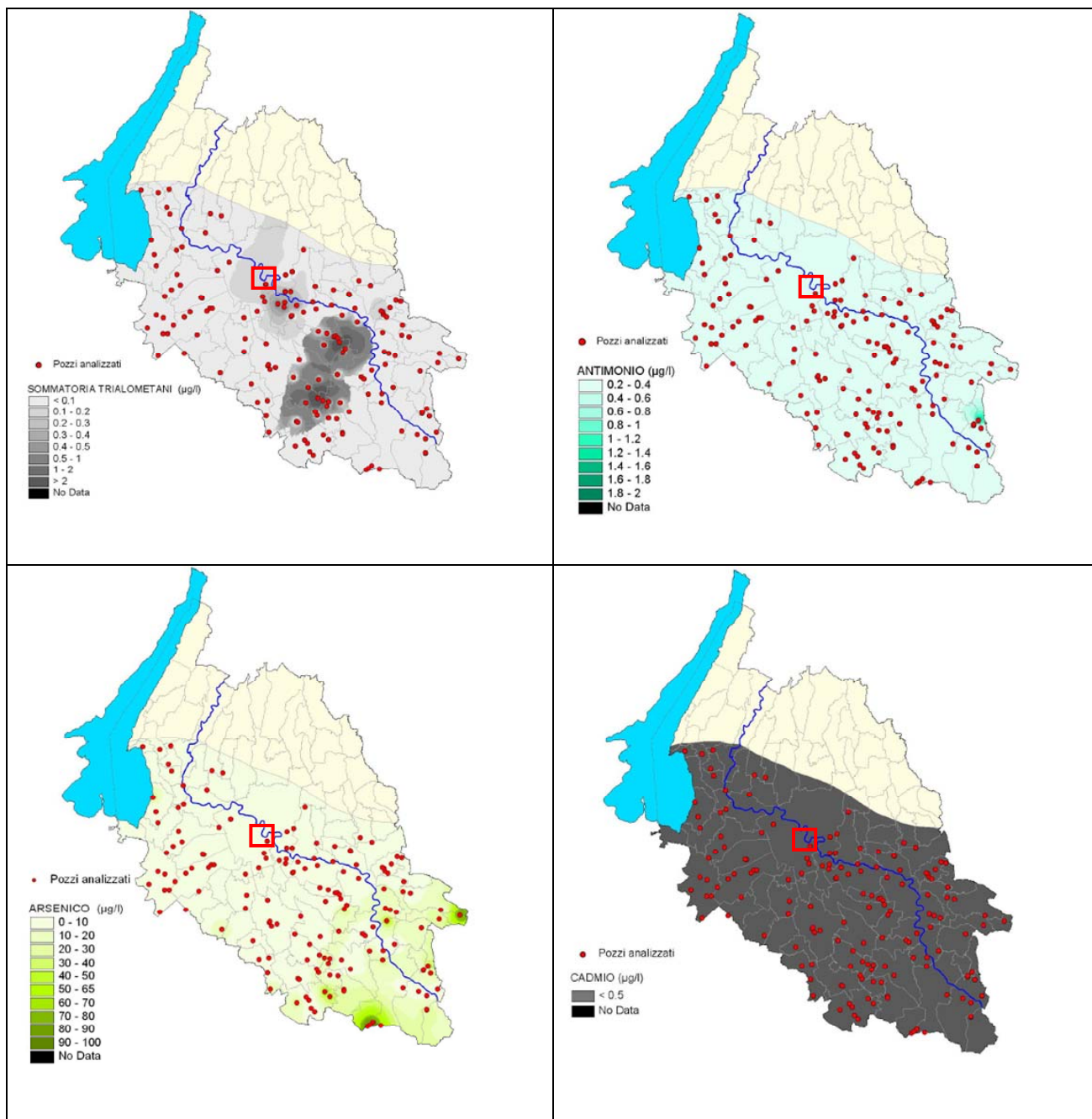


FIGURA 3.4.6.5: Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate (Trialometani, Antimonio, Arsenico, Cadmio), dal "rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona).

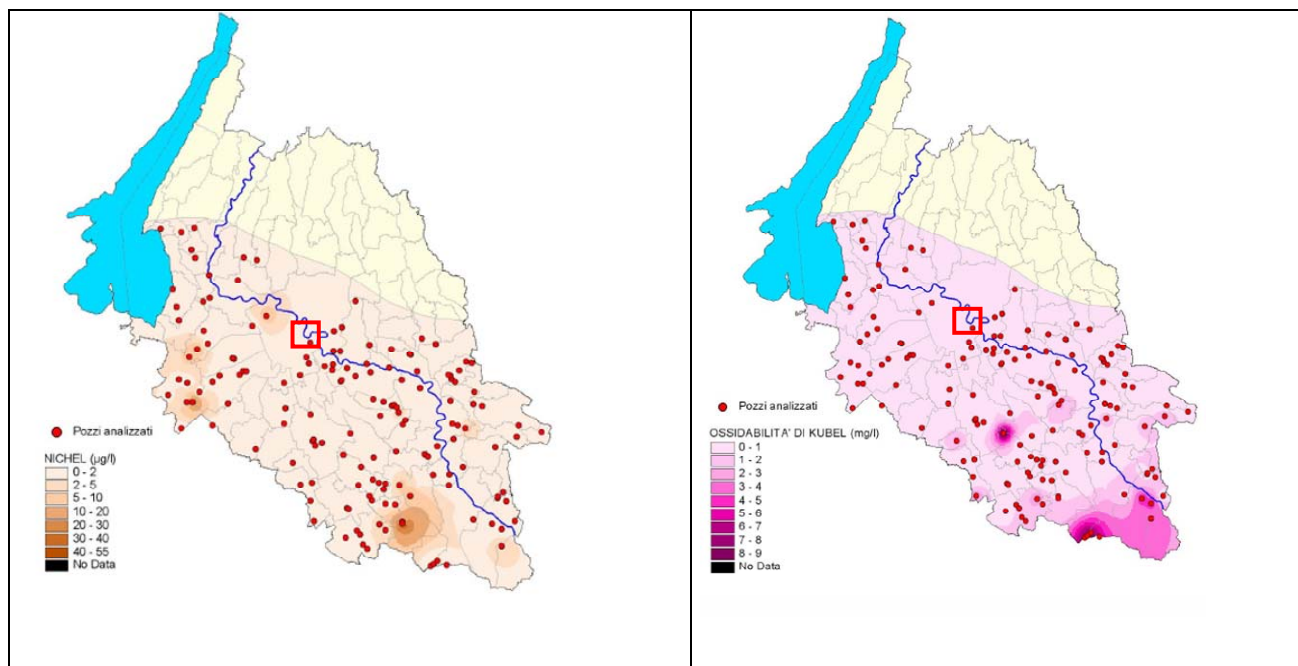


FIGURA 3.4.6.6: Elaborazioni cartografiche della distribuzione delle sostanze indagate (Nichel, Ossidabilità di Kubel), dal "rapporto sullo stato dell'ambiente della provincia di Verona" (anno 2006, ARPAV e Provincia di Verona).

Dallo studio emerge la distribuzione areale di alcuni tipi di contaminanti di origine antropica (quale ad esempio quella da nitrati e solventi organoclorurati), nonché la diffusione nelle acque di alcuni contaminanti riconosciuti come naturali (arsenico, ferro, manganese, ammoniaca) riscontrabili nella media e bassa pianura veronese.

Le elevate concentrazioni di ammoniaca, manganese ed anche arsenico che in modo discontinuo si riscontrano in tutto il territorio a sud est di Isola della Scala e Bovolone, derivano da una causa geologica a seguito della presenza nel sottosuolo di torba e argilla.

Per quanto concerne l'area in oggetto, essa presenta una buona qualità dell'acqua sotterranea, con livelli di contaminazione in linea con quelli relativi alla media provinciale.

3.4.7. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

I possibili impatti sulla matrice acque sotterranee, indotti dalla presenza del depuratore, dalla fase di cantiere e allo stato di progetto sono i seguenti:

- Contaminazione delle acque di Falda;
- Sfruttamento della Risorsa Idrica.

CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA

L'area del depuratore è caratterizzata da una Bassa Vulnerabilità Intrinseca del primo acquifero. La falda freatica, che presenta una soggiacenza pari a $H = 5$ m dal p.c., risulta abbastanza superficiale, Ma presenta esigua potenza ed estensione relativamente contenuta. Ha pertanto carattere locale, non è sfruttata ad uso idropotabile ed è protetta alla base da un livello limoso a bassa permeabilità, che ostacola le possibili interazioni con gli acquiferi sottostanti.

Inoltre in fase di ordinaria esercizio il depuratore non produce inquinanti, in quanto i fanghi risultanti dalla depurazione vengono portati in idonei impianti esterni (discariche, impianti di compostaggio), l'area non è normalmente attraversata da mezzi d'opera a motore e risulta per la maggior parte pavimentata.

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

In caso di incidente con sversamento di inquinanti il presidio costante dell'area (da personale e da sensori di controllo) permette l'attuazione di idonee procedure d'emergenza atte ad evitare sversamenti di inquinanti nel sottosuolo e di conseguenza nella falda.

Si consideri infine che, qualora dovessero verificarsi incidenti tali da provocare lo sversamento di reflui inquinanti nell'area, essi si infiltrerebbero nel suolo che nell'area in oggetto è costituito da terreni scarsamente permeabili, che ostacolerebbero la percolazione dei reflui verso la falda, consentendo così di effettuare un pronto intervento di bonifica ed allontanamento dei suoli eventualmente inquinati.

STATO ATTUALE

Nella tabella seguente si riporta il risultato del calcolo degli impatti indotti sulla qualità della falda all'attuale stato dei luoghi, con il depuratore in esercizio.

TABELLA 3.4.7.1: Contaminazione delle acque di falda - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di un evento che possa comportare la contaminazione dell'acquifero nell'area di intervento è limitata al tempo per l'eventuale bonifica, che si stima entro i 30 giorni.	0,25
Vulnerabilità (V)	La matrice considerata ha una vulnerabilità bassa.	0,25
Estensione (E)	Un eventuale sversamento di reflui o rifiuti risulterebbe circoscritto all'interno dell'area del depuratore o al massimo, coinvolgerebbe le aree immediatamente limitrofe.	0,25
Pericolosità (H)	Reflui e rifiuti trattati nel depuratore possono essere di tipo tossico nocivo	0,75
Danno (D = L + V + E + H)		1,50
Probabilità (P)	La probabilità che si possano verificare eventi di sversamento di reflui o rifiuti è molto bassa. E' inoltre possibile ridurla ulteriormente mettendo in atto misure preventive quali formazione del personale e definizione di specifiche procedure atte ad evitare questo tipo di incidenti. Ad ogni modo è stato assegnato cautelativamente un livello di probabilità Medio.	0,50
Rischio (P x D)		0,75
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	La contaminazione delle acque indotta da sversamento di sostanze inquinanti ha ripercussioni negative sull'ambiente, è sanabile entro il breve termine, quindi reversibile, interessa una risorsa strategica e può raggiungere un'intensità media	- 5,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE ($- 30 < I_A \leq 0$)	- 3,75

FASE DI CANTIERE

TABELLA 3.4.7.2: Contaminazione di Suolo e Sottosuolo in Fase di Cantiere - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di un evento che possa comportare la contaminazione della falda nell'area di intervento (scavo per le nuove vasche) è limitata al tempo per l'eventuale bonifica, che si stima entro i 30 giorni	0,25
Vulnerabilità (V)	La matrice considerata ha una vulnerabilità bassa.	0,25
Estensione (E)	L'intervento risulta puntuale (realizzazione di due vasche interrato). L'eventuale contaminazione dell'acquifero da sversamento di olii o carburanti all'interno delle aree di scavo può estendersi al massimo alle aree	0,50

Impianto di Depurazione delle Acque Reflue Urbane in Via. B. Avesani, Verona (VR)

Progetto Ambiente di Calcina Luisa & C. S.a.s. - via Valcerea, 3 - 37014 Castelnuovo d. G. (VR)

TABELLA 3.4.7.2: Contaminazione di Suolo e Sottosuolo in Fase di Cantiere - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
	immediatamente limitrofe al depuratore	
Pericolosità (H)	Olii e carburanti risultano sostanze tossiche	0,75
	Danno (D = L + V + E + H)	2,00
Probabilità (P)	La probabilità che si possano verificare eventi di sversamento di olii o carburanti risulta bassa. E' inoltre possibile ridurre ulteriormente mettendo in atto misure preventive quali formazione del personale e definizione di specifiche procedure atte ad evitare questo tipo di incidenti. Ad ogni modo è stato assegnato cautelativamente un livello di probabilità Medio.	0,50
	Rischio (P x D)	1,00
Peso Ponderato K = NI x K ₀	La contaminazione delle acque indotta da sversamento di sostanze inquinanti ha ripercussioni negative sull'ambiente, è sanabile entro il breve termine, quindi reversibile, interessa una risorsa strategica e può raggiungere un'intensità media	- 5,00
Impatto Ambientale IA = R x K	TRASCURABILE (- 30 < I _A ≤ 0)	- 5,00

STATO DI PROGETTO

Allo stato di progetto la gestione del depuratore, una volta entrato a regime nella nuova conformazione, è esposta alle stesse condizioni che caratterizzano lo stato attuale. Gli impatti attesi, relativi ad una possibile contaminazione delle acque sotterranee risultano pertanto gli stessi di quelli calcolati all' stato attuale.

SFRUTTAMENTO DELLA RISORSA IDRICA

Il depuratore "Città di Verona" all'oggi riceve in media circa 75.000 m³/giorno (870 l/s) di acque reflue da depurare che restituisce in pari quantità, una volta trattate, al fiume Adige. Gli interventi prospettati dal progetto di adeguamento tecnologico non prevedono incrementi di tali valori. Tali volumi d'acqua non vengono però considerati come "utilizzo della risorsa", in quanto si tratta di acque grigie e nere di uso umano che di fatto vengono restituite all'ambiente.

Per il funzionamento, in ogni caso, l'impianto necessita di un certo volume d'acqua che viene prelevato dal pozzo n. 2, un pozzo di tipo industriale ad uso esclusivo del depuratore, la cui portata di equilibrio è di circa 100 l/s. Questo pozzo, profondo 100 m, è attrezzato con tubo piezometrico fenestrato da 38,88 m a 51,44 m, da 68,75 a 84,15 m e da 89,92 a 93 m dal p.c., per un totale di 31 m di fenestrazione. Al di sopra del tratto fenestrato più superficiale è presente uno strato argilloso (da 16 a 24,2 m di profondità dal p.c.) che mette in pressione tale acquifero, quantomeno localmente.

In particolare l'impianto all'oggi utilizza circa 2400 m³/giorno (27,7 l/s), principalmente utilizzate nelle diverse fasi della depurazione ed in minor misura per le utenze del personale. Non sono previsti incrementi di emungimento di acqua dal pozzo a seguito della realizzazione delle nuove strutture di adeguamento tecnologico previste dal progetto in esame.

Nei punti seguenti è stata valutata l'influenza che questo emungimento ha sull'acquifero dell'alta pianura. E' evidente che non è possibile in questo ambito effettuare una valutazione dell'impatto reale conseguente ad una portata estratta di questa dimensione, in quanto sarebbe necessario fare una valutazione dell'intera potenzialità dell'acquifero veronese, considerando tutti i punti di emungimento presenti. Pertanto si è scelto di valutare il raggio di influenza del solo pozzo per assicurarsi che non interferisca con altre opere di presa.

L'instaurarsi di un pompaggio in falda comporta una modifica locale dell'assetto idrodinamico dell'acquifero. In condizioni di riferimento (a pozzo fermo) il moto dell'acqua nella falda avviene secondo il naturale gradiente idraulico J e le linee di flusso e quelle equipotenziali (che rappresentano rispettivamente la direzione del moto e il carico piezometrico) in condizioni di moto laminare in un mezzo omogeneo e isotropo sono due insiemi di rette parallele che si intersecano ortogonalmente.

L'emungimento, d'altro canto, considerato a sé stante, genera una serie di curve equipotenziali corrispondenti a cerchi con centro nel pozzo idrico e linee di flusso identificate con raggi che hanno origine anch'essi dal pozzo.

La combinazione di questi due sistemi di flusso in seno all'acquifero dà luogo alle effettive condizioni del moto in una falda dotata di gradiente idraulico J e soggetta a pompaggio. Si viene quindi a determinare una "zona di influenza" del pozzo cioè un'area dove l'acqua contenuta nello strato saturo del terreno viene via via richiamata verso il pozzo stesso.

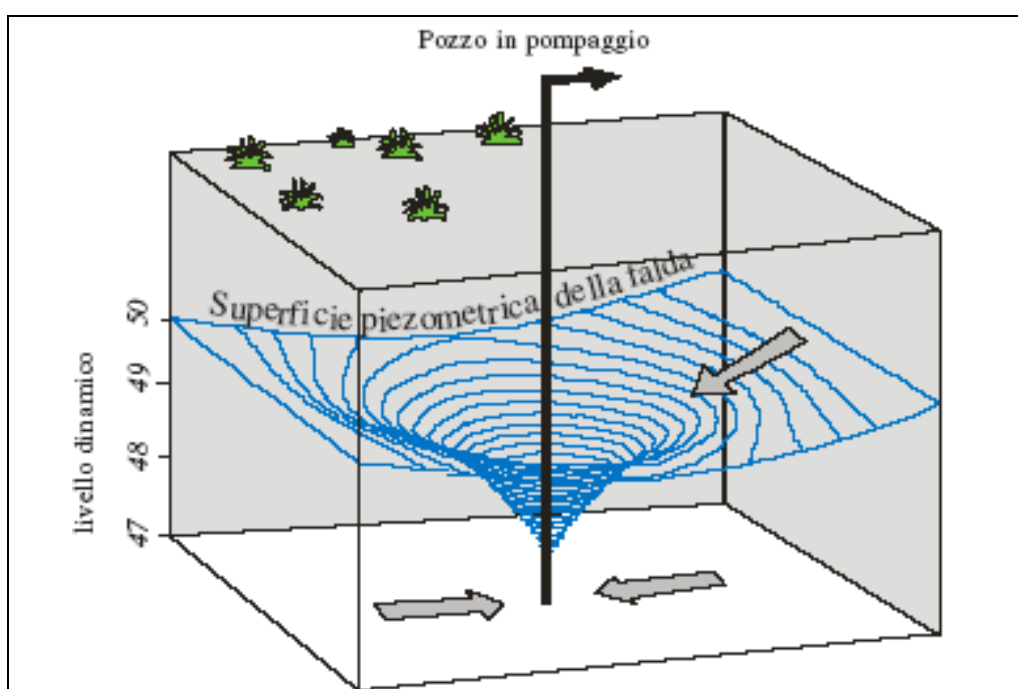


FIGURA 3.4.7.1: Cono di depressione indotto sulla falda dall'estrazione di acqua da un pozzo.

Per poter valutare quindi quale sia l'ampiezza di tale zona di influenza, è stato utilizzata la curva caratteristica del pozzo ed il grafico relativo alla prova a gradini di portata effettuata per stimare la portata critica e la portata di equilibrio del pozzo stesso.

Per valutare quindi il raggio di influenza del pozzo è stata applicata la teoria di *Dupuit* (1863) sul deflusso della falda verso le opere di captazione.

Nella simulazione del deflusso tridimensionale, *Dupuit* stabilisce l'equazione che esprime la portata drenata in funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera di captazione, del coefficiente di permeabilità K dell'acquifero drenato e della depressione indotta; essa è la seguente:

$$Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)}$$

Dove:

- Q = portata emunta;
- K = permeabilità del mezzo;
- H= altezza di falda nel pozzo (tratto fenestrato);
- h= abbassamenti;
- R = raggio di influenza del pozzo;
- r = raggio del pozzo.

Nel caso in esame si vuole determinare a quale distanza dal pozzo gli abbassamenti diventano uguali a zero. E' stata pertanto tracciata la curva in coordinate semilogaritmiche abbassamenti (h) – raggio di influenza (log R) in base ai dati desunti dalla prova di portata a gradini. In punto in cui la retta incrocia l'asse delle x corrisponde alla distanza dal pozzo in cui l'abbassamento è nullo.

$$\ln R = \frac{\pi K}{Q} (H^2 - h^2) + \ln r$$

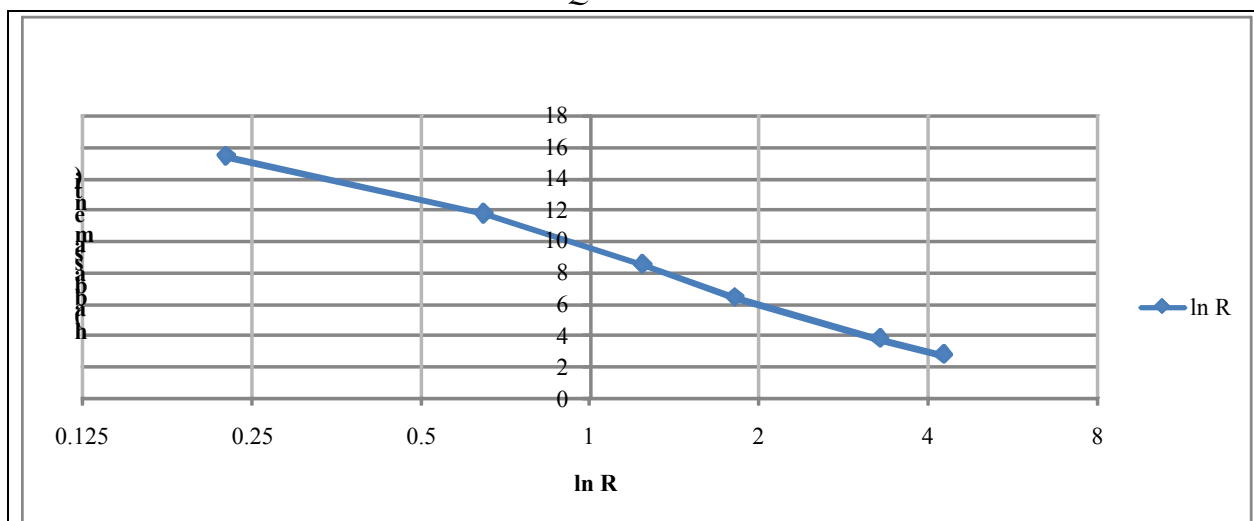


FIGURA 3.4.7.2: Curva Abbassamenti – Raggio di Influenza.

Approssimando tale curva ad un retta, questa incontra l'asse delle x nel punto 4,76. Il che significa che l'abbassamento è nullo a circa 113 m dal pozzo.

$$\ln R = 4,76$$

$$R = e^{4,76} = 112,8m$$

Quindi possiamo concludere che oltre a questa distanza l'estrazione di acqua da questo pozzo non genera effetti sulla falda. Nel raggio di 113 m da questo pozzo non sono presenti altri punti di captazione e nell'impianto non sono presenti altri punti di prelievo.

STATO ATTUALE

La tabella seguente riporta gli impatti indotti dallo sfruttamento di acqua dalla falda per mezzo del pozzo ad uso industriale, utilizzato per la gestione del depuratore.

TABELLA 3.4.7.3: Sfruttamento delle acque sotterranee - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata dell'impatto è connessa all'attività dell'impianto, che è sicuramente superiore ad un anno.	1,00

TABELLA 3.4.7.3: Sfruttamento delle acque sotterranee - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità della componente ambientale è bassa	0,25
Estensione (E)	Dallo studio effettuato risulta che 'area di influenza è di poco superiore a 100 m	0,50
Pericolosità (H)	L'impatto presenta una pericolosità bassa	0,25
Danno ($D = L + V + E + H$)		2,00
Probabilità (P)	Lo sfruttamento della falda per mezzo del pozzo è certo, in quanto interconnesso con l'esercizio del depuratore	1,00
Rischio ($P \times D$)		2,00
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Breve Termine, Non Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è l'acqua di falda.	- 16,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE ($- 30 < I_A \leq 0$)	- 32,00

FASE DI CANTIERE E STATO DI PROGETTO

Sia durante la fase di cantiere, che in quella successiva (stato di progetto), è previsto lo sfruttamento della falda con lo stesso regime dello stato attuale. Gli impatti pertanto risultano invariati.

3.5. FLORA, FAUNA, ECOSISTEMI

Flora, Fauna ed Ecosistemi: La composizione eterogenea della flora e della fauna di un determinato ambiente è stata definita dagli eventi climatici e geologici quaternari che nell'arco di migliaia di anni hanno portato a profondi rimaneggiamenti nella composizione delle comunità vegetali ed animali.

Successivamente è stato l'uomo a determinare l'attuale prevalente aspetto florofaunistico degli ambienti, attraverso fenomeni di antropizzazione del territorio, anche come diretto traslocatore di specie vegetali ed animali, nell'esercizio di attività di coltivazione, allevamento e caccia o attraverso azioni deplorevoli di scarso rispetto per la natura.

L'ambiente padano e pedemontano hanno perso così la loro naturalità in modo drastico; l'omogeneizzazione dell'ambiente e l'abbandono di tecniche colturali tradizionali hanno determinato una forte riduzione della diversità in specie animali presenti.

Il territorio in esame è localizzato in Provincia di Verona, nell'alta pianura veronese, all'interno del territorio del Comune di Verona, posto a sud dal centro storico in una zona a destinazione prevalentemente artigianale e industriale.

3.5.1. VEGETAZIONE POTENZIALE

Per un iniziale inquadramento della vegetazione forestale potenziale presente nell'area oggetto di studio, appartenente al territorio comunale di Verona, si prende a riferimento la carta forestale della Regione Veneto scala 1: 50.000.

La suddetta carta è stata redatta sulla base delle fasce fitoclimatiche secondo la classificazione di Mayr (1906), il quale, basandosi sulla distribuzione di caratteristici tipi di vegetazione arborea forestale, ha identificato sei zone climatiche caratterizzate, appunto, da una vegetazione tipica (*Palmetum, Lauretum, Castanetum, Fagetum, Picetum, Alpinetum*).

Successivamente Pavari (1916) ha rielaborato la classificazione di Mayr integrandola con dei precisi parametri climatici di temperatura e piovosità rendendo lo schema più aderente alla realtà naturale e molto meglio definito anche con l'utilizzo delle sottozone (calda, media e fredda) e dei tipi, a seconda della distribuzione delle piogge.

La zona fitoclimatica di appartenenza del comune di Sommacampagna, secondo la definizione del Pavari, è quella del *Lauretum*, sottozona fredda del secondo tipo.

Mentre, la vegetazione potenziale nel territorio limitrofo all'area di progetto, secondo la classificazione del Pignatti (1994), è rappresentata da formazioni boschive planiziarie del quercu-carpineto, con presenza di farnia (*Quercus robur*).

Un più dettagliato inquadramento vegetazionale si può realizzare attraverso l'utilizzo delle "Tipologie Forestali" individuate nella pubblicazione: "La vegetazione Forestale del Veneto – Prodrumi di tipologia forestale" di R. Del Favero ed altri (1990) e integrate con la pubblicazione "Biodiversità e indicatori nei tipi forestali del Veneto" di R. Del Favero ed altri (1999).

L'utilizzo delle tipologie individuate nelle suddette pubblicazioni è previsto anche dalla normativa regionale in materia di pianificazione forestale.

A proposito del sistema vegetazionale potenziale dell'area in esame, possiamo distinguere:

1) SUOLI CON CONDIZIONI IDRICHE INTERMEDIE (prevalenti)

FORMAZIONI ARBOREE: boschi misti di latifoglie caducifoglie centroeuropee meso-igrofile dominati dalla farnia (*Quercus robur* - Classe *Quercu-Fagetea*, Ordine *Fagetalia sylvaticae*)

- **suoli freschi, profondi senza ristagno idrico:** VEGETAZIONE CLIMAX - Boschi mesofilli (quercu-carpineto) (*Alleanza Carpinion betuli*)
- **suoli a drenaggio ridotto o con ristagno idrico (idromorfia):** Boschi igrofilo (*Alleanza Alno-Padion*)

2) SUOLI CON CONDIZIONI IDRICHE ESTREME (molto localizzati)

FORMAZIONI ARBUSTIVE-ERBACEE: Formazioni xerofile (Classe *Festuco-Brometea*, *Alleanza Stipo-Poion xerophilae*); Formazioni igrofile (Classe *Phragmitetalia*)

La vegetazione naturale potenziale nell'area in esame, dunque, è rappresentata da formazioni forestali di latifoglie decidue (Classe *Quercu-Fagetea*) mesofile e igrofile di impronta centroeuropea (Ordine *Fagetalia sylvaticae*) dominate dalla farnia (*Quercus robur*) la cui composizione varia principalmente in funzione dello stato idrico del suolo.

Il quercu-carpineto (*Alleanza Carpinion betuli*) con la farnia codominante insieme al carpino bianco (*Carpinus betulus*) è il modello prevalente e rappresenta la vegetazione climax nelle unità con suoli profondi, freschi, dotati di buona disponibilità d'acqua e ben drenati che caratterizzano gran parte del sistema planiziale.

Su suoli con drenaggio ridotto, ma ancora affrancati dalla falda, il quercu-carpineto compare in facies igrofila, caratterizzata dalla maggior presenza di alcune specie, come l'olmo campestre (*Ulmus minor*) che possono diventare codominanti con la farnia (quercu-ulmeto).

In condizioni di maggior ristagno idrico, su suoli limitati dalla falda, si affermano boschi più marcatamente igrofilo riconducibili all'*Alleanza dell'Alno-Padion*, nei quali alla farnia si associano il pado (*Prunus padus*) l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) l'olmo campestre (*Ulmus minor*) e specie di pioppi (*Populus nigra*, *Populus alba*). Questi boschi igrofilo costituiscono la vegetazione potenziale su suoli soggetti a fenomeni di idromorfia (orizzonti a *gley*) localizzati presso i corsi d'acqua o nelle aree a depositi fini subpianeggianti o a debole pendenza (vallecole intercollinari, alcune fasce colluviali).

Le formazioni a farnia rappresentano il massimo grado di sviluppo della vegetazione del sistema paesistico padano (vegetazione climax) in assenza di limitazioni naturali e antropiche. Le limitazioni naturali sono correlate a stati idrici estremi del suolo che bloccano la vegetazione naturale potenziale a livelli strutturali arbustivo o erbaceo, rappresentati da formazioni igrofile in corrispondenza di depressioni allagate (più tipiche della bassa pianura) e formazioni xerofile su microrilievi di alluvioni grossolane.

Poiché nell'Alta pianura Veronese i suoli sono progressivamente più asciutti mano a mano che ci si allontana dalla linea tracciata dalle risorgive, la vegetazione potenziale che un tempo si rinveniva in zona era quella climax rappresentata da querceti misti dominati dalla farnia (*Quercus pedunculata*) accompagnata da

numerose altre latifoglie mesofile, tra le quali il carpino bianco (*Carpinus betulus*), il cerro (*Quercus cerris*), l'olmo (*Ulmus minor*) ed il frassino (*Fraxinus excelsior*).

Questi boschi oggi sono completamente scomparsi ed a loro testimonianza sono rimasti solamente pochi alberi isolati, in genere di grande dimensione, localizzati sul ciglio di una strada oppure al limite tra due fondi agricoli, risparmiati al taglio più per affetto che per utilità.

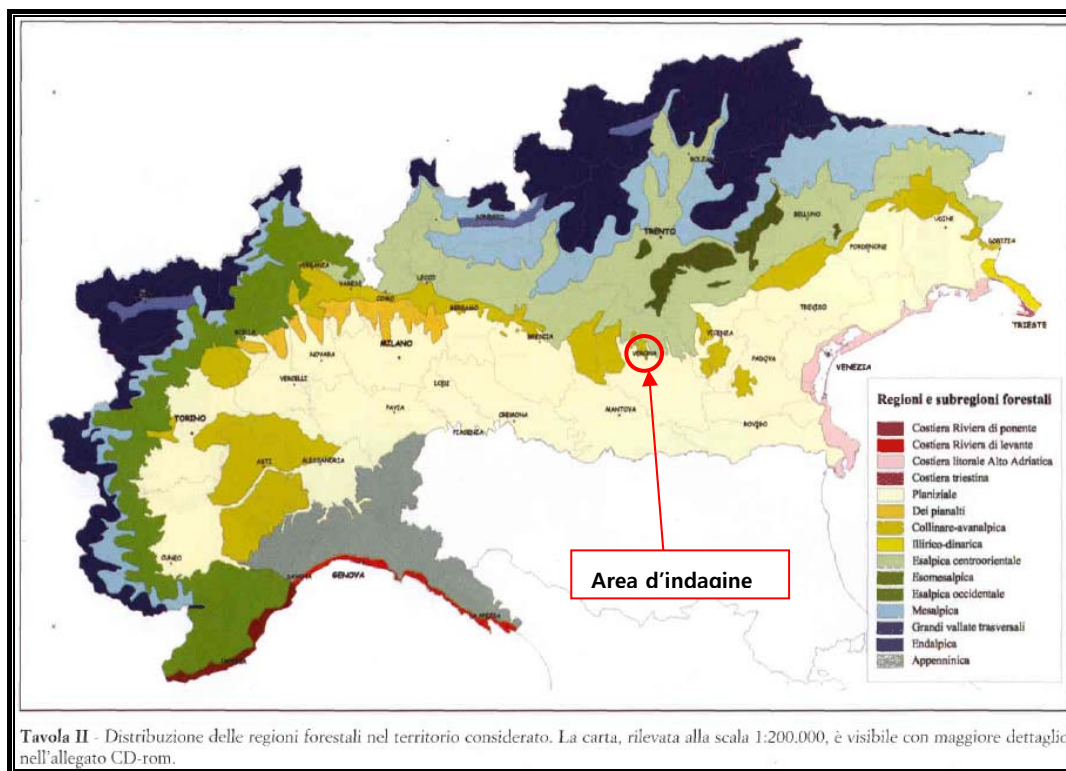


FIGURA 3.5.1.1: Estratto della "Carta delle distribuzioni delle Regioni Forestali" (Fonte: "I Boschi delle regioni Alpine Italiane" di R. Del Favero ed altri 2004)

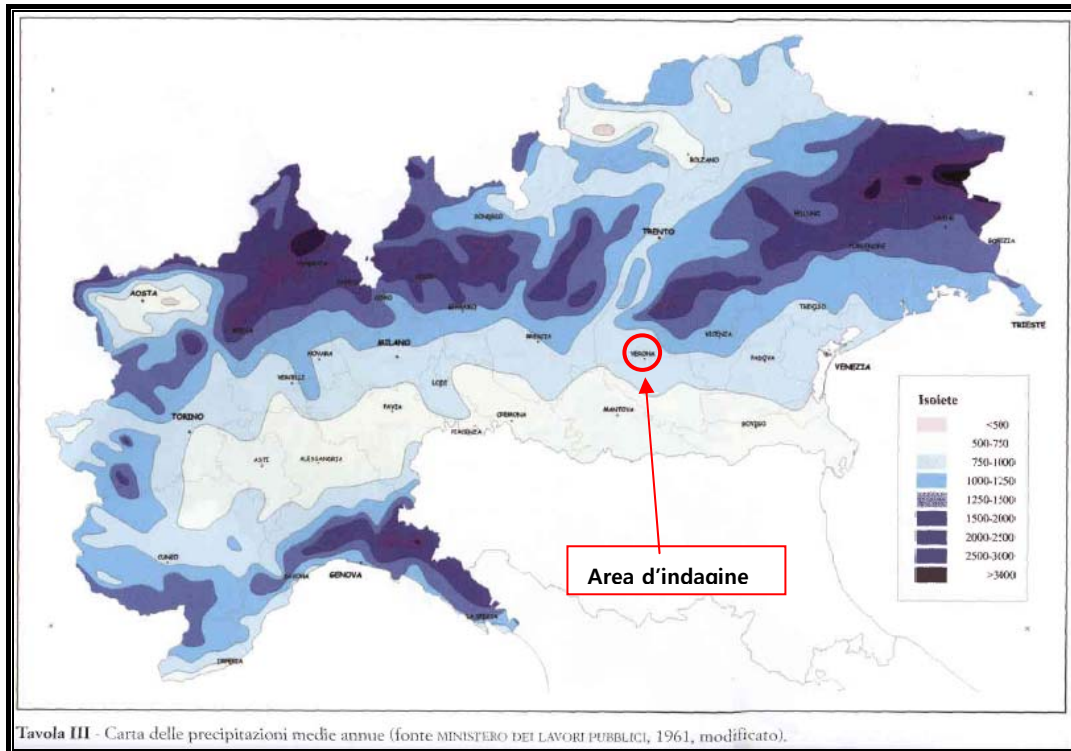


FIGURA 3.5.1.2: Estratto della “Carta delle precipitazioni medie annue” (Fonte: “I Boschi delle regioni Alpine Italiane” di R. Del Favero ed altri 2004)

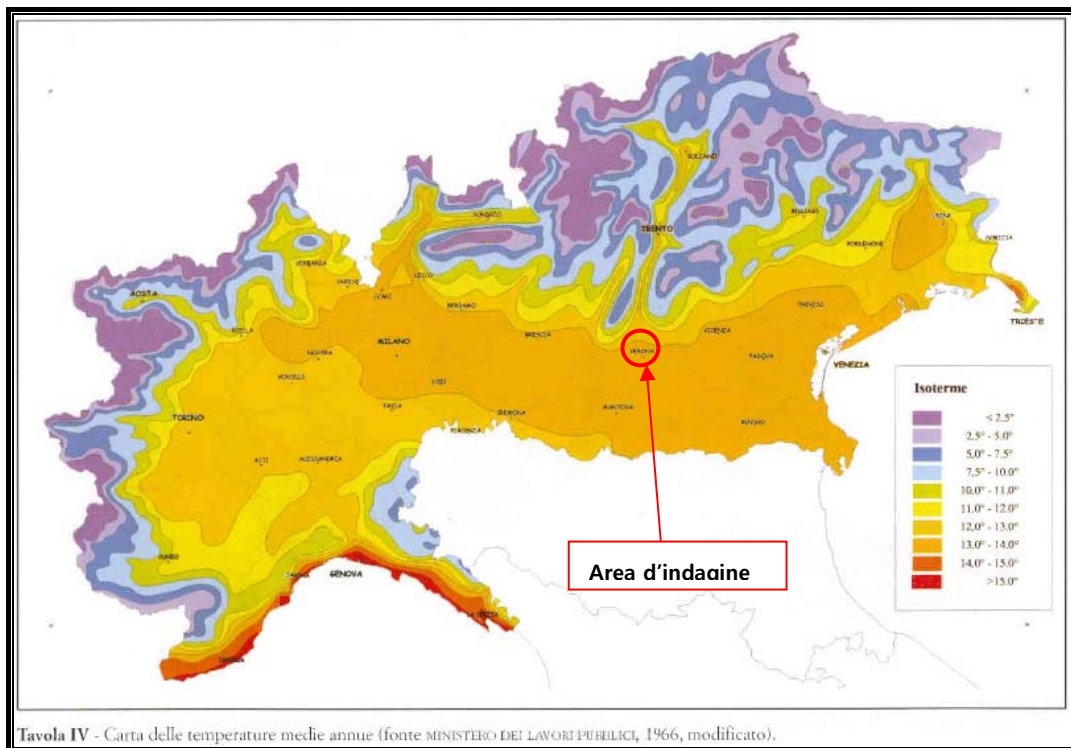


FIGURA 3.5.1.3: Estratto della “Carta delle temperature medie annue” (Fonte: “I Boschi delle regioni Alpine Italiane” di R. Del Favero ed altri 2004)

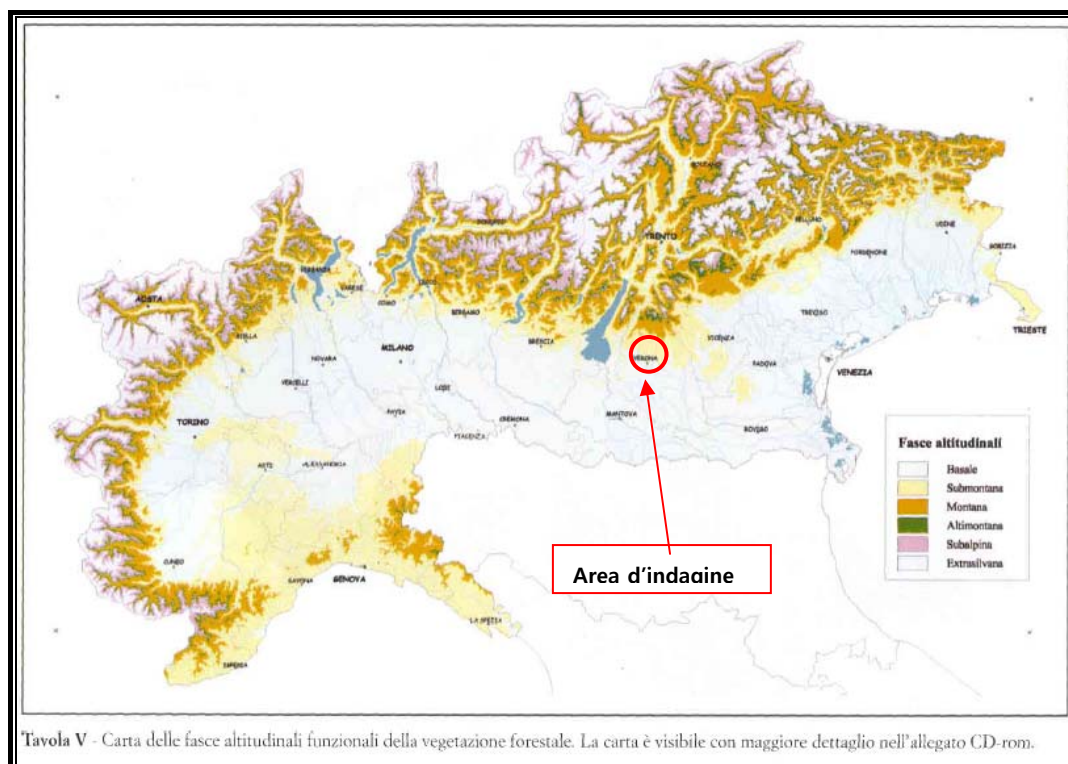


FIGURA 3.5.1.4: Estratto della "Carta delle fasce Altitudinali Funzionali della Vegetazione Forestale" (Fonte: "I Boschi delle regioni Alpine Italiane" di R. Del Favero ed altri 2004)

3.5.2. VEGETAZIONE PRESENTE NELL'AREA DI INDAGINE

La conoscenza della vegetazione che caratterizza l'area è fondamentale per definire la sensibilità ambientale del territorio.

Il paesaggio dell'area vasta si presenta antropizzato, con il centro storico della città a nord, la stazione ferroviaria a ovest, una zona residenziale e industriale a sud e una zona agricola ad est.

La vegetazione reale è il risultato dell'azione dell'uomo che ha modificato o sostituito la vegetazione naturale potenziale in tutta l'area di studio. Pertanto, ogni tentativo di inquadramento della vegetazione in base a criteri di "naturalità" risulta essere arbitrario mentre è più agevole ricorrere ad una prima distinzione tra vegetazione spontanea e vegetazione artificiale.

L'ambiente oggetto di studio è stato analizzato grazie all'ausilio di ortofoto, a rilievi condotti direttamente in campo e attraverso consultazione bibliografica degli studi effettuati in precedenza sulla zona oggetto di studio.

Per mezzo della fotointerpretazione di ortofoto si è estrapolata una prima indicazione di merito sulla copertura vegetale presente; successivamente la suddetta è stata verificata ed integrata tramite rilievi in loco.

Saranno, quindi, analizzate le principali tipologie fisionomico-strutturali della vegetazione reale, suddivise in base al grado di complessità strutturale, al grado di spontaneità (vegetazione spontanea, seminaturale o artificiale) e alle caratteristiche ecologiche in un'area prossima all'area di progetto, con un raggio di circa 1 km.

Di seguito si riporta una elaborazione cartografica relativa alla Carta di Copertura del Suolo presente nell'area di progetto ed in un area di analisi di 1000 m intorno all'area di progetto.

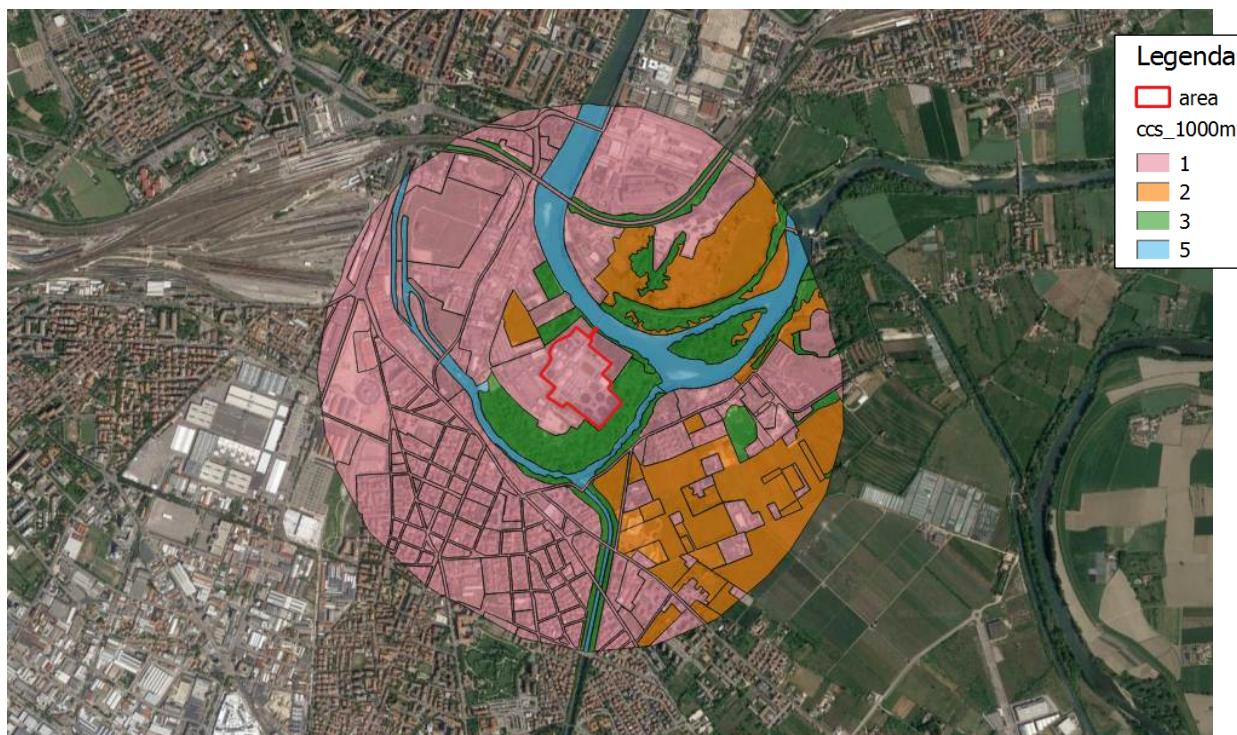


FIGURA 3.5.2.1: Carta copertura del suolo 1 livello

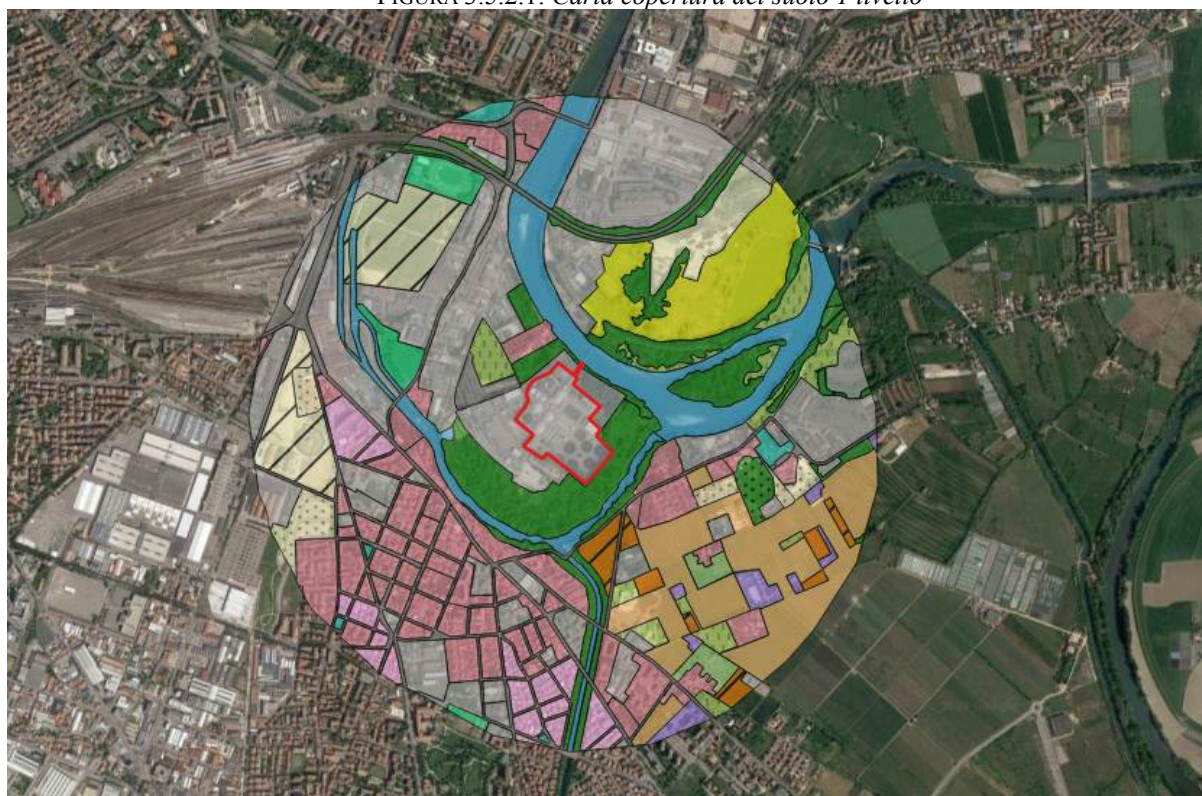


FIGURA 3.5.2.2: Carta copertura del suolo 3 livello

Dai rilievi effettuati in loco si evince che l'attuale destinazione d'uso del suolo è industriale per l'area di progetto, residenziale nei dintorni ad esclusione della zona ad est la quale si presenta agricola.

Tale zona si presenta dominata da colture agricole a tipo seminativo ed a frutteto (pesche, actinidia) e orticole. Questo indirizzo è tipico di un'agricoltura caratterizzata da suoli non eccessivamente fertili, fortemente radicata alle tradizionali pratiche agronomiche.

Zone boscate e verdi sono localizzate nei dintorni del fiume Adige, caratterizzate da vegetazione forestale riparia tipica di ambienti umidi e soggetti a ristagno idrico.

Il territorio si presenta, quindi, come un mosaico di cenosi vegetali, ben lontano dall'omogeneità colturale, frammentato, scomposto in appezzamenti di varie dimensioni e colture che si susseguono ed alternano spazialmente in modo irregolare.

Questi "pezzi del mosaico" in cui appare composta la campagna sono delimitati, a volte, da filari arborei – arbustivi (di chiara origine antropica) in corrispondenza dei confini di proprietà e di eventuali canalette appartenenti alla rete secondaria e terziaria di distribuzione dell'acqua irrigua.

Dal momento che nell'ambiente studiato un numero relativamente basso di specie vegetali coltivate riveste una notevole importanza in termine di quota di superficie occupata, si è considerato opportuno procedere alla loro elencazione. Si osservi comunque che dei 40 generi o specie riportati in tabella seguente, alcuni sono nettamente predominanti.

In tabella di seguito sono riportate le specie arboree ed arbustive forestali presenti nel territorio, concentrate soprattutto ai margini delle aree coltivate, lungo il fiume Adige, le strade e le aree incolte. In gran parte si tratta di specie coltivate, talora rinselvatichite e comunque a carattere nettamente antropofilo,

Troviamo, quindi, filari e siepi (con una larghezza variabile, in certi casi, molto sviluppati) di robinia (*Robinia pseudoacacia*), gelso (*Morus alba*), pioppo nero (*Populus nigra*), pioppo tremolo (*Populus tremula*), pioppo bianco (*Populus alba*), pioppo canadese (*Populus canadensis*) e i suoi ibridi con le specie autoctone, platano (*Platanus hybrida*), bagolaro (*Celtis australis*), brussonezia (*Brussonetia papyrifera*), acero campestre (*Acer campestre*), farnia (*Quercus robur*), l'actinidia (*Actinidia chinensis*) e salici (*Salix sp.*).

Nel piano dominato sono presenti formazioni di rovo (*Rubus sp.*), edera (*Hedera elix*), corniolo (*Cornus mas*), biancospino (*Crataegus monogyna*), prugnolo (*Prunus spinosa*), sanguinella (*Cornus sanguinea*), vitalba (*Clematis vitalba*). La prosperità di queste cenosi è garantita dalle periodiche erogazioni d'acqua che rendono queste zone particolari dal punto di vista del bilancio idrico e delle conseguenti condizioni microclimatiche favorevoli a questo dovute.

Altre specie a carattere nettamente antropofilo sono le erbacee riportate in tabelle seguenti. Alcune di queste sono infestanti delle colture di cereali (*Papaver rhoeas*, *Avena fatua*, *Matricaria chamomilla*, *Sorghum halepense*, ecc.); altre sono soprattutto tipiche delle zone ruderali povere di sostanza organica come sentieri, viottoli, bordi delle strade e strade rurali (*Parietaria officinalis*, *Urtica dioica*, ecc.). Non mancano specie foraggiere rinselvatichite e/o diffuse con le fertilizzazioni organiche (*Poa spp.*, *Medicago sativa*, *Trifolium spp.*, ecc...).

L'insieme di tutte le specie rilevate costituisce un complesso non definibile da un punto di vista fitosociologico, poiché comprende specie-guida di varie classi ed è fortemente influenzato dall'attività antropica.

La situazione è, peraltro, del tutto analoga a quanto osservabile in tutti i coltivi dell'alta pianura veronese e nel complesso si può asserire che il sito risulta privo di peculiarità botaniche.

Di seguito si riporta la carta delle Categorie forestali della provincia di Verona con un dettaglio sulle formazioni presenti nei pressi dell'area del depuratore. Le formazioni presenti sono classificate come *Saliceti ed altre formazioni riparie*.



FIGURA 3.5.2.3: Carta delle categorie forestali della Prov. Verona.

TABELLA 3.5.2.1: Specie vegetali erbacee coltivate, anche saltuariamente, nel territorio.

<i>Allium</i> spp.	<i>Dacus</i> spp.	<i>Petroselinum sativum</i>	<i>Oryza sativa</i>	<i>Eruca sativa</i>
<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Arachis hypogaea</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Pisum</i> spp.	<i>Cucumis melo</i>
<i>Asparagus officinalis</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Poa</i> spp.	<i>Avena</i> spp.	<i>Fragaria</i> spp.
<i>Raphanus sativus</i>	<i>Glycine max</i>	<i>Secale cereale</i>	<i>Brassica</i> spp.	<i>Heliantus annuus</i>
<i>Solanum</i> spp.	<i>Capsicum annuum</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Sortghum</i> spp.	<i>Cichorium</i> spp.
<i>Lactuca</i> spp.	<i>Spinacia</i> spp.	<i>Citrullus vulgaris</i>	<i>Lolium</i> spp.	<i>Trifolium</i> spp.
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Cucurbita</i> spp.	<i>Medicago sativa</i>	<i>Triticum durum</i>
<i>Cynara cardunculus</i>	<i>Nicotiana</i> spp.	<i>Vicia faba</i>	<i>Zea mais</i>	<i>Ocimum basilicum</i>

TABELLA 3.5.2.2: Principali specie vegetali arboree ed arbustive, spontanee e coltivate, presenti nel territorio.

<i>Acer campestre</i>	<i>Juniperus communis</i>	<i>Prunus</i> spp.	<i>Actinidia chinensis</i>	<i>Laburnum anagyroides</i>
<i>Pyrus</i> spp.	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Larus nobilis</i>	<i>Quercus</i> spp.	<i>Celtis australis</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Malus</i> spp.	<i>Rosa</i> spp.
<i>Corylus avellana</i>	<i>Morus</i> spp.	<i>Salix</i> spp.	<i>Crataegus oxycantha</i>	<i>Picea abies</i>
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Euonymus europaeus</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Ulmus</i> spp.	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Platanus hybrida</i>	<i>Viburnum lantana</i>	<i>Juglans regia</i>	<i>Populus</i> spp.	<i>Vitis</i> spp.

TABELLA 3.5.2.3: Specie vegetali erbacee antropofile rilevate nel territorio.

<i>Achillea millefolium</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Rorippa sylvestris</i>	<i>Avena fatua</i>	<i>Humulus lupulus</i>
<i>Rubus</i> spp.	<i>Aristolochia clematitis</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Alopecurus myosuroides</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Sambucus ebulus</i>	<i>Bromus squarrosus</i>	<i>Vicia sativa</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Bromus sterilis</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Solanum dulcamara</i>	<i>Bryonia dioica</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Sonchus asper</i>	<i>Calystegia sepium</i>	<i>Parietaria officinalis</i>	<i>Sorghum halepense</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Stellaria media</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Symphytum officinale</i>
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Eupatorium cannabinum</i>

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

<i>Trifolium</i> spp.	<i>Poa trivialis</i>	<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Galium mollugo</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Veronica persica</i>	<i>Gallium spurium</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>

Per un'analisi di maggior dettaglio si riporta un elenco delle specie rilevate nei pressi del sito natura 2000 da parte della sezione di Botanica del Museo Civico di Rovereto, a firma del dott. Prosser, del Dott. Bertolli e Dott.ssa Tomasi.

<i>SPECIE</i>	<i>LISTA ROSS.</i>	<i>SPECIE</i>	<i>LISTA ROSS.</i>
<i>Acalypha virginica</i> L.		<i>Alnus glutinosa</i> (L.) P. Gaertn.	
<i>Acer negundo</i> L.		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	
<i>Aegopodium podagraria</i> L.		<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.		<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	
<i>Agrostis capillaris</i> L.		<i>Artemisia campestris</i> L.	
<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande		<i>Asparagus officinalis</i> L.	
<i>Aster novi-belgi</i> L.		<i>Bromus erectus</i> Huds.	
<i>Ballota nigra</i> L. subsp. <i>meridionalis</i> (B [Ⓡ] g.) B [Ⓡ] g.		<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.		<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	
<i>Bidens frondosa</i> L.		<i>Cardamine impatiens</i> L.	
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.		<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	
<i>Bromus diandrus</i> Roth agg.		<i>Carex hirta</i> L.	
<i>Celtis australis</i> L.		<i>Clematis recta</i> L.	
<i>Centaurea nigrescens</i> Willd. subsp. <i>nigrescens</i>		<i>Cornus sanguinea</i> L.	
<i>Centaurea stoebe</i> L.		<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	
<i>Chaerophyllum temulum</i> L.		<i>Cucubalus baccifer</i> L.	LC
<i>Chelidonium majus</i> L.		<i>Cyperus flavescens</i> L.	LC
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		<i>Cyperus flavescens</i> L.	LC
<i>Cyperus flavescens</i> L.	LC	<i>Equisetum palustre</i> L.	
<i>Cyperus longus</i> L.	LC	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	
<i>Daucus carota</i> L.		<i>Euonymus europaea</i> L.	
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.		<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould		<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	
<i>Equisetum arvense</i> L.		<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	
<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.	CR	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	LC
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) [Ⓡ] ü. L [Ⓡ] Áve		<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F. Blake	
<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub		<i>Hedera helix</i> L.	
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.		<i>Helianthemum canum</i> (L.) Baumg.	
<i>Festuca rubra</i> L.		<i>Helianthus tuberosus</i> L.	
<i>Ficus carica</i> L.		<i>Humulus lupulus</i> L.	
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr.		<i>Juncus inflexus</i> L.	
<i>Impatiens balfourii</i> Hook. f.		<i>Lepidium virginicum</i> L.	
<i>Iris pseudacorus</i> L.		<i>Ligustrum vulgare</i> L.	
<i>Iris pseudacorus</i> L.		<i>Ligustrum vulgare</i> L.	
<i>Juncus articulatus</i> L.		<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	
<i>Juncus compressus</i> Jacq.		<i>Lycopus europaeus</i> L.	
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		<i>Parietaria officinalis</i> L.	
<i>Lythrum salicaria</i> L.		<i>Paspalum paspaloides</i> (Michx.) Scribner	
<i>Mentha aquatica</i> L.		<i>Pastinaca sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.		<i>Persicaria dubia</i> (Stein) Fourr.	
<i>Morus alba</i> L.		<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	
<i>Ononis spinosa</i> L. s. l.		<i>Phalaris arundinacea</i> L.	
<i>Phleum pratense</i> L.		<i>Pimpinella saxifraga</i> L. [incl. subsp. <i>minor</i> (Spreng)]	

SPECIE	LISTA ROSS.	SPECIE	LISTA ROSS.
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.		<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i>	
<i>Poa palustris</i> L.		<i>Prunus mahaleb</i> L.	
<i>Populus alba</i> L.		<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	
<i>Populus nigra</i> L.		<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	
<i>Prunella vulgaris</i> L.		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	
<i>Rosa canina</i> L.		<i>Saponaria officinalis</i> L.	
<i>Rubus caesius</i> L.		<i>Scabiosa triandra</i> L.	
<i>Rubus ser. Discolores</i> (P.J. M. ¹ ller) Focke		<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soj ¹ ik subsp. <i>australi</i>	
<i>Salix alba</i> L.		<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	
<i>Salix triandra</i> L.		<i>Solidago canadensis</i> L.	
<i>Sambucus nigra</i> L.		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	
<i>Sonchus arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>		<i>Typha latifolia</i> L.	
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.		<i>Ulmus minor</i> Mill.	
<i>Symphytum officinale</i> L.		<i>Urtica dioica</i> L.	
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.		<i>Valeriana officinalis</i> L.	
<i>Teucrium montanum</i> L.		<i>Veronica beccabunga</i> L.	
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link		<i>Vitis vinifera</i> L. s.l.	
<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.		<i>Xanthium italicum</i> Moretti	
<i>Trifolium fragiferum</i> L.			

Tra specie rilevate nei pressi dell'area di indagine l'unica specie classificata in pericolo critico è *Euphorbia seguieriana* Neck. Si riporta di seguito il dettaglio delle aree analizzate e degli habitat rilevati.

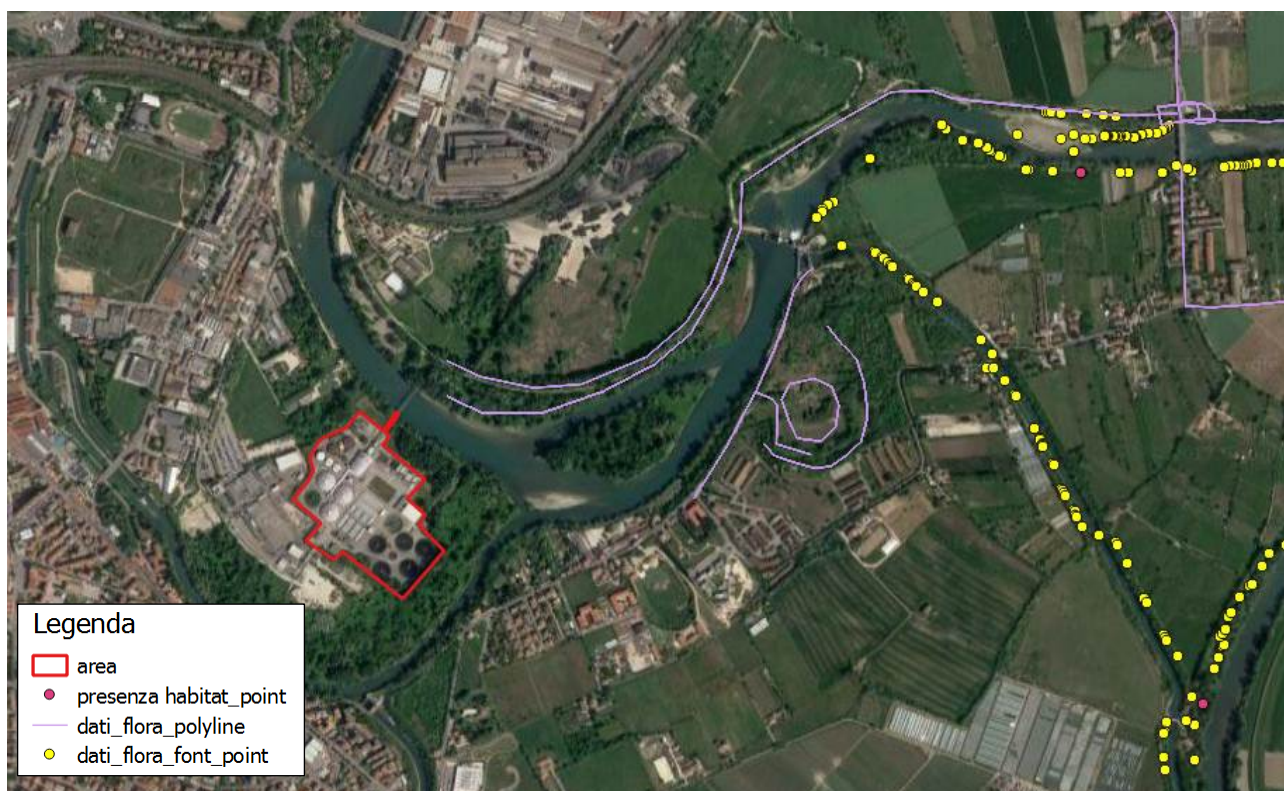


FIGURA 3.5.2.4: Aree indagate per i rilievi floristici e localizzazione degli habitat rilevati.

3.5.2.1 VALORE NATURALISTICO DELL'AREA DI PROGETTO

L'indice di naturalità della vegetazione (IVN di Pizzolotto e Brandmayr, 1996) si usa per descrivere lo stato della vegetazione presente in un territorio soggetto ad una valutazione.

L'IVN associa la vegetazione indicata dall'uso del suolo ad una scala di valori ordinati in base al grado di modificazione antropica subita nel tempo. La scala di valori della naturalità si estende dalla classe "0" per le situazioni con influsso antropico massimo ed arriva a "10c" per le condizioni più naturali.

I valori che identificano il grado di naturalezza possono essere raggruppate in quattro principali categorie: Vegetazione antropogena (da 0 a 4), Vegetazione seminaturale (da 5 a 7), Vegetazione subnaturale (da 8 a 9) e Vegetazione naturale (10a, 10b, 10c).

Questo indice può essere interpretato considerando tre principali categorie: "Elevato"- Vegetazione ad elevata naturalità ($IVN \geq 0,70$); "Medio"- Vegetazione subnaturale e seminaturale ($0,40 \leq IVN < 0,70$); "Basso"- Vegetazione dominata da tipi antropogeni ($IVN < 0,40$).

Classe di naturalità	Tipologia vegetazionale	Categoria uso del suolo	Livello II - CCS
0	Suolo privo di vegetazione per cause antropogene	• Tessuto urbano continuo.	11
		• Tessuto urbano discontinuo • Aree industriali o commerciali • Reti stradali e ferrovie e spazi accessori	12
		• Piazzali di cava • Specchi d'acqua di cave attive • Discariche	13
1	Colture agrarie e verde artificiale	• Risaie • Vigneti • Frutteti e frutti minori • Terreni non in coltivazione • Aree con baracche	14
		• Altre aree sportive e ricreative • Orticoltura in pieno campo • Seminativi in aree non irrigue • Serre	21
		• Seminativi in aree irrigue	51
2	Colture da legno	• Pioppeti • Altri impianti di arboricoltura da legno • Specchi d'acqua artificiali	22
3	Filari e boschi artificiali Vegetazione ruderale di ambiente fortemente disturbato	• Spazi seminaturali inseriti all'interno di cave attive • Aree degradate • Robinieti • Filari arborei • Imoschimenti a conifere	/
4	Vegetazione erbacea infestante	• Siepi (erbaceo/arbustive) • Coltivi abbandonati	/

Classe di naturalità	Tipologia vegetazionale	Categoria uso del suolo	Livello II - CCS
5	Vegetazione erbacea post-culturale, prati falciabili	<ul style="list-style-type: none"> Prati stabili Praterie naturali falciabili Popolamenti alto-erbacei di colonizzazione Canali 	23 24
6	Vegetazione arborea ed arbustiva di ricolonizzazione e imboschimenti con specie autoctone	<ul style="list-style-type: none"> Formazioni arbustive di ricolonizzazione Imboschimenti Aree rinaturalizzate in corrispondenza di ex cave Specchi d'acqua derivanti da cave rinaturalizzate 	/
7	Vegetazione erbacea di habitat sottoposti a stress ecologico naturale con pesante ingressione di specie esotiche	<ul style="list-style-type: none"> Rocce nude Sabbie e ghiaioni Greti Formazioni erbacee e/o arbustive a dominanza di igrofite 	31 32
8	Vegetazione arbustiva di habitat sottoposti a stress ecologico naturale	<ul style="list-style-type: none"> Formazioni erbaceo/arbustive xerofile stabili Saliceti arbustivi Lanche 	/
9	Boschi a composizione specifica naturale modificata da usi recenti o in atto	<ul style="list-style-type: none"> Boschi misti collinari 	/
10	Vegetazione climax o prossima al climax	<ul style="list-style-type: none"> Formazioni arboree riparie a dominanza di Salix alba Alneti e formazioni arboree igrofile delle lanche Formazioni arboree planiziali Popolamenti vegetali acquatici 	/

L'area interessata dalle compagini di progetto è un depuratore e, dunque, ricade in "Suolo privo di vegetazione per cause antropogene": l'indice di naturalità della vegetazione risulta essere BASSO.

Si rileva comunque la presenza di una fascia boscata nei pressi del depuratore nell'area di scarico delle acque. In tale area quindi la vegetazione assume diverse caratteristiche rispetto a quelle interessate dalla presenza del depuratore, essendo classificabile come: "Filari e boschi artificiali Vegetazione ruderale di ambiente fortemente disturbato": l'indice di naturalità della vegetazione presente nei pressi dello scarico è dunque BASSO.

Lungo il fiume Adige la vegetazione presente presenta invece un indice di naturalità più elevato dovuto alla presenza di formazioni arboree e arbustive assimilabili a formazioni igrofile di rilievo, quali Saliceti arborei e arbustivi classificabili come "Vegetazione arbustiva di habitat sottoposti a stress ecologico naturale", con un grado di naturalità "ALTO".

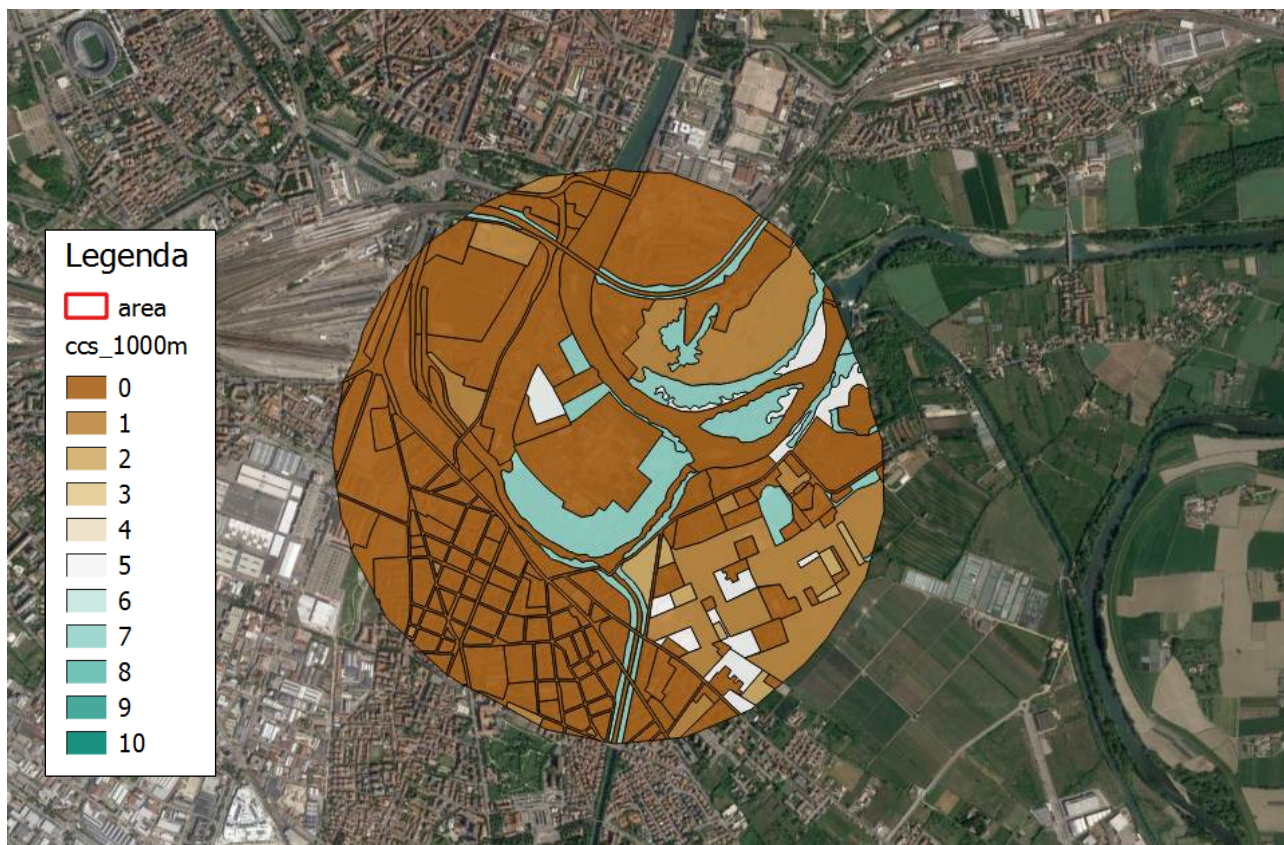


FIGURA 3.5.2.1.1: Valore naturalistico della vegetazione presente in riferimento alla Carta di Copertura del Suolo.

Di seguito si riportano delle foto dell'area in esame e delle vicine formazioni vegetazionali.



FIGURA 3.5.2.1.2: Foto: Vista vegetazione dal depuratore



FIGURA 3.5.2.1.3: Foto : Vegetazione nei pressi dello scarico



FIGURA 3.5.2.1.4: Foto : Vegetazione del Fiume Adige vista dallo scarico

3.5.3. FAUNA PRESENTE NELL'AREA DI INDAGINE

La fauna reperibile, sia stanziale sia di passo, è quella comunemente gravitante negli ambienti agrari e antropici della pianura veneta.

Nel comprensorio comunale, come già evidenziato per la flora, gli studi faunistici compiuti evidenziano una fauna fortemente condizionata dall'elevato livello di antropizzazione degli ambienti (soprattutto legata all'agricoltura intensiva oltre che a fenomeni di urbanizzazione territoriale).

Il popolamento stanziale risulta relativamente impoverito in termini di specie di particolare interesse faunistico; tra le specie migratorie, diversamente, è possibile la presenza temporanea di alcune specie di rilievo faunistico, in particolare presso le aree umide associate al vicino SIC.

Le aree relativamente omogenee da un punto di vista faunistico e che formano ecosistemi specifici, sono riportate di seguito.

- 3) Aree dei centri abitati d'intensa e recente urbanizzazione e caratterizzate da una dinamica di trasformazione accentuata. Il tipo di urbanizzazione presenta struttura poco idonea per la fauna con verde urbano poco diffuso. Le specie animali presenti sono soprattutto il piccione torraio (*Columba livia*), il passero (*Passer italiae*) ed il merlo (*Turdus merula*), oltre che a prevedibili colonie di topi, ratti ed animali d'affetto.
- 4) Aree della piana alluvionale ad agricoltura intensiva; il popolamento faunistico di queste aree è ridotto. La scarsità di alberi e arbusti ha contribuito ad impoverire la fauna, rappresentata da un numero limitato di specie.

3.5.3.1 AVIFAUNA

Per un inquadramento complessivo dell'avifauna potenzialmente presente nel comprensorio veronese si fa riferimento al Nuovo Atlante degli Uccelli nidificanti in Provincia di Verona, attualmente in corso di realizzazione.

A circa venti anni dalla realizzazione del primo atlante degli uccelli nidificanti in provincia di Verona, questo nuovo progetto si prefigge di rendere più attuale la conoscenza dell'avifauna veronese attraverso la realizzazione di questo ulteriore atlante, che può essere considerato l'aggiornamento del precedente. Nello stesso anno è iniziata la ricerca anche per la realizzazione di un atlante degli uccelli svernanti in provincia.

Di seguito viene riportata una check-list dell'avifauna potenzialmente reperibile e nidificante nel territorio in esame, compilata in base a quanto riportato nell'*Atlante degli uccelli nidificanti in Provincia di Verona (1983-1987)* di Paolo de Franceschi e nelle carte di distribuzione riportate nel Piano faunistico venatorio relative alla tavoletta UTM 10x10 chilometri.

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

TABELLA 3.5.3.1.1: elenco, non esaustivo, delle principali specie di uccelli nidificanti nell'area vasta di indagine (fonte: Atlante degli uccelli nidificanti in Provincia di Verona (1983-1987) di Paolo de Franceschi ed Aggiornamento Anno 2005) e carte di distribuzione del Piano faunistico venatorio.

SPECIE	NIDIFICAZIONE			CARTA DELLE VOCAZIONI FAUNISTICHE DEL VENETO (FONTE PFV)
	certa	probabile	possibile	CARTA DI DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE nell'area d'esame
GHEPPIO (<i>Falco tinnunculus</i>)			X	nidificante
STARNA (<i>Perdix perdix</i>)	X			nidificante
QUAGLIA (<i>Coturnix coturnix</i>)	X			nidificante
FAGIANO (<i>Phasianus cholchius</i>)	X			nidificante
PORCIGLIONE (<i>Rallus aquaticus</i>)			X	n.d.
GALLINELLA D'ACQUA (<i>Gallinula chloropus</i>)	X			nidificante
BECCACCIA (<i>Scolopax rusticola</i>)	X			svernante
TORTORA DAL COLLARE ORIENTALE (<i>Streptopelia decaocto</i>)	X			nidificante
TORTORA (<i>Streptopelia turtur</i>)		X		nidificante
CUCULO (<i>Cuculo canorus</i>)	X			nidificante
CIVETTA (<i>Athene noctua</i>)	X			nidificante
ALLOCCO (<i>Strix aluco</i>)	X			nidificante
RONDONE (<i>Apus apus</i>)	X			nidificante
MARTIN PESCATORE (<i>Alcedo atthis</i>)			X	assente
UPUPA (<i>Upupa epops</i>)	X			n.d.
TORCICOLLO (<i>Jynx torquilla</i>)	X			n.d.
PICCHIO VERDE (<i>Picus viridis</i>)		X		n.d.
PICCHIO ROSSO MAGGIORE (<i>Picoides major</i>)			X	n.d.
ALLODOLA (<i>Alausa arvensis</i>)	X			nidificante
TOPINO (<i>Riparia riparia</i>)			X	n.d.
RONDINE (<i>Hirundo rustica</i>)	X			nidificante
BALESTRUCCIO (<i>Delichon urbica</i>)	X			nidificante
BALLERINA BIANCA (<i>Motacilla alba</i>)	X			n.d.
PETTIROSSO (<i>Erithacus rubecula</i>)	X			nidificante
USIGNOLO (<i>Luscinia megarhynchos</i>)	X			n.d.
CODIROSSO (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)		X		n.d.
SALTIMPALO (<i>Saxicola torquata</i>)		X		n.d.
MERLO (<i>Turdus merula</i>)	X			sedentaria
USIGNOLO DI FIUME (<i>Cettia cetti</i>)			X	n.d.
CANNAIOLA VERDOGNOLA (<i>Acrocephalus palustris</i>)		X		n.d.
CANNAIOLA (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)		X		n.d.
CAPINERA (<i>Sylvia atricapilla</i>)	X		X	nidificante

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

TABELLA 3.5.3.1.1: elenco, non esaustivo, delle principali specie di uccelli nidificanti nell'area vasta di indagine (fonte: Atlante degli uccelli nidificanti in Provincia di Verona (1983-1987) di Paolo de Franceschi ed Aggiornamento Anno 2005) e carte di distribuzione del Piano faunistico venatorio.

SPECIE	NIDIFICAZIONE			CARTA DELLE VOCAZIONI FAUNISTICHE DEL VENETO (FONTE PFV)
	certa	probabile	possibile	CARTA DI DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE nell'area d'esame
GHEPPIO (<i>Falco tinnunculus</i>)			X	nidificante
STARNA (<i>Perdix perdix</i>)	X			nidificante
QUAGLIA (<i>Coturnix coturnix</i>)	X			nidificante
FAGIANO (<i>Phasianus cholchius</i>)	X			nidificante
PORCIGLIONE (<i>Rallus aquaticus</i>)			X	n.d.
GALLINELLA D'ACQUA (<i>Gallinula chloropus</i>)	X			nidificante
BECCACCIA (<i>Scolopax rusticola</i>)	X			svernante
TORTORA DAL COLLARE ORIENTALE (<i>Streptopelia decaocto</i>)	X			nidificante
TORTORA (<i>Streptopelia turtur</i>)		X		nidificante
CUCULO (<i>Cuculo canorus</i>)	X			nidificante
CIVETTA (<i>Athene noctua</i>)	X			nidificante
ALLOCCO (<i>Strix aluco</i>)	X			nidificante
RONDONE (<i>Apus apus</i>)	X			nidificante
MARTIN PESCATORE (<i>Alcedo atthis</i>)			X	assente
UPUPA (<i>Upupa epops</i>)	X			n.d.
TORCICOLLO (<i>Jynx torquilla</i>)	X			n.d.
PICCHIO VERDE (<i>Picus viridis</i>)		X		n.d.
PICCHIO ROSSO MAGGIORE (<i>Picoides major</i>)			X	n.d.
ALLODOLA (<i>Alausa arvensis</i>)	X			nidificante
TOPINO (<i>Riparia riparia</i>)			X	n.d.
RONDINE (<i>Hirundo rustica</i>)	X			nidificante
BALESTRUCCIO (<i>Delichon urbica</i>)	X			nidificante
BALLERINA BIANCA (<i>Motacilla alba</i>)	X			n.d.
PETTIROSSO (<i>Erithacus rubecula</i>)	X			nidificante
USIGNOLO (<i>Luscinia megarhynchos</i>)	X			n.d.
CODIROSSO (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)		X		n.d.
SALTIMPALO (<i>Saxicola torquata</i>)		X		n.d.
MERLO (<i>Turdus merula</i>)	X			sedentaria
USIGNOLO DI FIUME (<i>Cettia cetti</i>)			X	n.d.
CANNAIOLA VERDOGNOLA (<i>Acrocephalus palustris</i>)		X		n.d.
CANNAIOLA (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)		X		n.d.
CAPINERA (<i>Sylvia atricapilla</i>)	X		X	nidificante

Impianto di Depurazione delle Acque Reflue Urbane in Via. B. Avesani, Verona (VR)

OCCHIOGOTTO (<i>Sylvia melanocephala</i>)	Progetto Ambiente di Calcinia Luisa & C. S.a.s. - via Valcerea, 3 - 37014 Castelnuovo d. G. (VR)			
STERPAZZOLA (<i>Sylvia communis</i>)	Pagina 157 di 226			n.d.
LUI' PICCOLO (<i>Phylloscopus collubita</i>)	X			n.d.
PIGLIAMOSCHE (<i>Muscicapa striata</i>)	X			nidificante

3.5.3.2 RETTILI E ANFIBI

Di seguito si riporta l'elenco degli anfibi potenzialmente presenti nel territorio comunale di Sommacampagna sulla base delle specie censite nell'“Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Veneto (Bonato, Fracasso, Pollo, Richard, Semenzato)” ed in base all'idoneità dell'habitat secondo i criteri stabiliti dalla REN (Rete Ecologica Nazionale).

Non sono state prese in considerazione le specie per cui veniva segnalata una idoneità nulla e gli habitat segnalati sono quelli con il più alto livello di idoneità per la specie considerata e che contemporaneamente caratterizzano l'area di studio.

TABELLA 3.5.3.2.1: Anfibi e rettili potenzialmente presenti nell'area vasta di studio. Tabella realizzata attraverso la consultazione dell'“Atlante degli anfibi e dei rettili del Veneto”.

	NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE	HABITAT
ANFIBI	<i>Rana esculenta</i>	Rana verde	Corsi d'acqua anche temporanei
	<i>Rana latastei</i>	Rana di Lataste	Bosco planiziario con farnia e carpino bianco, ricco sottobosco e falda affiorante
	<i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	Aree con vegetazione scarsa e corpi d'acqua
	<i>Bufo bufo</i>	Rospo comune	Corpi e corsi d'acqua e vegetazione limitrofa
	<i>Hyla intermedia</i>	Raganella italiana	Corpi e corsi d'acqua e vegetazione limitrofa
	<i>Anguis fragilis</i>	Orbettino	Zone con sufficiente copertura erbacea ed interstizi e rifugi al suolo
RETTILI	<i>Lacerta bilineata</i>	Ramarro occidentale	Vegetazione a sclerofille, aree di transizione cespugliato-bosco
	<i>Podarcis muralis</i>	Lucertola muraiola	Edificato urbano discontinuo, aree con vegetazione sparsa
	<i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	Nelle campagne e nei giardini, sia in terreni rocciosi, secchi e soleggiati, sia in luoghi più umidi come le praterie e le rive dei fiumi.
	<i>Natrix tessellata</i>	Natrice tassellata	Corpi e corsi d'acqua e vegetazione limitrofa
	<i>Natrix natrix</i>	Natrice dal collare	Corpi e corsi d'acqua e vegetazione limitrofa
	<i>Zamenis longissimus</i>	Saettone comune	Ambiente forestali ed arbustati a latifolia

Tutte le specie considerate sono autoctone. Di seguito si riporta in tabella un estratto del “Repertorio faunistico” fornito dal Ministero per la Tutela dell'Ambiente e il Territorio, dove è stata riportata la correlazione fra fauna e normativa nazionale (legge 157/92), Convenzioni comunitarie (Bernina, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e direttive internazionali (79/409 e 92/ 43) le quali tutelano, a differenti livelli, alcune di tali specie..

TABELLA 3.5.3.2.2: Tabella e stato di conservazione delle specie potenzialmente presenti nell'area vasta di indagine.

specie_lat	specie_it	IUCN ²	
		Lista Rossa degli Anfibi e dei Rettili del Veneto	IUCN Red List
<i>Anguis fragilis</i>	Orbettino	LC – Non minacciato	LC
<i>Bufo bufo</i>	Rospo comune	VU - vulnerabile	Vu
<i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	LC – Non minacciato	LC
<i>Elaphe longissima</i>	Saettone	LC – Non minacciato	LC
<i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	LC – Non minacciato	LC

² Lista Rossa degli Anfibi e dei Rettili del Veneto, sottoregione “pianura”.

TABELLA 3.5.3.2.2: Tabella e stato di conservazione delle specie potenzialmente presenti nell'area vasta di indagine.

specie_lat	specie_it	IUCN ²	IUCN Red List
		Lista Rossa degli Anfibi e dei Rettili del Veneto	
<i>Hyla intermedia</i>	Raganella italiana	LC – Non minacciato	LC
<i>Lacerta bilineata</i>	Ramarro occidentale	LC – Non minacciato	LC
<i>Natrix natrix</i>	Natrice dal collare	LC – Non minacciato	LC
<i>Natrix tessellata</i>	Natrice tassellata	LC – Non minacciato	LC
<i>Podarcis muralis</i>	Lucertola muraiola	LC – non minacciato	LC
<i>Rana latastei</i>	Rana di Lataste	VU - vulnerabile	VU
<i>Rana lessonae</i>	Rana di Lessona o rana verde	LC – non minacciato	LC

TABELLA 7.5.3.2.3: Tabella e stato di conservazione delle specie potenzialmente presenti nell'area vasta di indagine.

specie_lat	specie_it	IUCN ³	IUCN Red List
		Lista Rossa degli Anfibi e dei Rettili del Veneto	
<i>Anguis fragilis</i>	Orbettino	LC – Non minacciato	LC
<i>Bufo bufo</i>	Rospo comune	VU - vulnerabile	Vu
<i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	LC – Non minacciato	LC
<i>Elaphe longissima</i>	Saettone	LC – Non minacciato	LC
<i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	LC – Non minacciato	LC
<i>Hyla intermedia</i>	Raganella italiana	LC – Non minacciato	LC
<i>Lacerta bilineata</i>	Ramarro occidentale	LC – Non minacciato	LC
<i>Natrix natrix</i>	Natrice dal collare	LC – Non minacciato	LC
<i>Natrix tessellata</i>	Natrice tassellata	LC – Non minacciato	LC
<i>Podarcis muralis</i>	Lucertola muraiola	LC – non minacciato	LC
<i>Rana latastei</i>	Rana di Lataste	VU - vulnerabile	VU
<i>Rana lessonae</i>	Rana di Lessona o rana verde	LC – non minacciato	LC

Solamente la Rana di Lataste (*Rana latastei*) e il Rospo comune (*Bufo bufo*) sono valutate come specie vulnerabili secondo la classificazione IUCN Red List.

3.5.3.3 MAMMIFERI

Non risultano presenti specie protette a norma dell'art. 2 dalla L. n. 157/92.

Per quanto riguarda gli insettivori, il popolamento dell'area include il riccio (*Erinaceus europaeus*) e specie di toporagni e crocidure dei generi *Sorex* e *Crocidura*.

Per le arvicole sono probabilmente presenti una o più specie del genere *Microtus*, mentre per i Muridae (topi e ratti) sono certamente presenti almeno una specie del genere *Apodemus* (topi selvatici), il topolino delle case (*Mus domesticus*) ed il ratto grigio o surmolotto o ratto di fogna (*Rattus norvegicus*), in particolare lungo l'intera rete di canali del comprensorio.

Tra i lagomorfi si segnala la presenza della lepre (*Lepus europaeus*); è possibile che si tratti di esemplari di immissione e riprodotti in cattività.

Per quanto concerne il popolamento di specie dell'ordine Chiroptera (pipistrelli), la situazione della distribuzione di queste specie nell'area è poco conosciuta; la ricchezza in risorse idriche superficiali rende l'area idonea alle attività trofiche dei Chiropteri, mentre la scarsità di alberi e la presenza di manufatti moderni offre pochi siti di rifugio. Per i carnivori si segnala la presenza della donnola (*Mustela nivalis*).

³ Lista Rossa degli Anfibi e dei Rettili del Veneto, sottoregione "pianura".

TABELLA 3.5.3.3.1: Lista delle specie della classe Mammalia presenti, probabili e possibili.*

Nome italiano	Nome latino	Origine	Habitat preferenziale
Riccio	<i>Erinaceus europaeus</i>	autoctona	ambienti rurali
Toporagni	<i>Genere Sorex</i>	autoctona	vario
Crocidure	<i>Genere Crocidura</i>	autoctona	vario
Pipistrelli	<i>Ordine Chiroptera</i>	autoctoni	vario
Arvicole	<i>Genere Microtus</i>	autoctona	formazioni prative
Rinolofa minore	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	autoctona	formazioni prative
Topolino delle case	<i>Mus domesticus</i>	autoctona	aree antropizzate
Topi selvatici	<i>Genere Apodemus</i>	autoctona	vario
Surmolotto	<i>Rattus norvegicus</i>	autoctona	aree antropizzate con acqua
Serotino comune	<i>Eptesicus serotinus</i>	autoctona	vario
Scoiattolo	<i>Sciurus vulgaris</i>	autoctona	aree alberate
Ratto nero	<i>Rattus rattus</i>	autoctona	aree alberate e manufatti
Lepre comune	<i>Lepus europaeus</i>	autoctona	formazioni prative
Coniglio selvatico	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	autoctona	formazioni prative
Talpa europea	<i>Talpa europaea</i>	autoctona	aree antropizzate
Donnola	<i>Mustela nivalis</i>	autoctona	vario
Faina	<i>Martes foina</i>	autoctona	vario

* Il popolamento potrebbe ospitare anche specie non indicate in tabella.

Non sono presenti specie contenute nell'allegato II e IV della Direttiva 92/43/CEE.

Si tratta di mammiferi relativamente comuni e diffusi nel territorio provinciale anche se mancano dati quantitativi al riguardo.

3.5.3.4 ITTIOFAUNA

Si riprende quanto riportato nella Relazione di Caratterizzazione e Analisi degli Ecosistemi Acquatici e Terrestri realizzato dalla soc. Coop. Bioprogramm, a firma del DR. Paolo Turin, relativa alla Realizzazione di un Impianto idroelettrico sul DMV alla diga di S. Caterina, localizzata nei pressi dell'area di indagine, in località Boschetto.

Il quadro della fauna ittica potenzialmente presente nel sito si basa sui dati dei censimenti ittici effettuati nel 2008 ai fini della realizzazione della Carta Ittica della Provincia di Verona (Confortini et al., 2008).

Sono state considerate due stazioni sul Fiume Adige: una a monte della traversa in esame, la stazione di monitoraggio n. 4 (a Nord della città di Verona) e la stazione di monitoraggio n. 41 (loc. Buri, Verona) a valle della traversa in esame.

Le specie rinvenute nella stazione n. 4, che si prende come riferimento per la definizione delle presente ittiche nel tratto a monte della traversa in esame, sono: Trota marmorata (*Salmo (trutta) marmoratus*), Cavedano (*Leuciscus cephalus*) e Cobite barbatello (*Orthrias barbatulus*).

Le specie rinvenute nella stazione n. 41, che si prende come riferimento per la definizione delle presente ittiche nel tratto a valle della traversa in esame, sono: Trota marmorata (*Salmo (trutta) marmoratus*), Temolo (*Thymallus thymallus*), Cavedano (*Leuciscus cephalus*), Sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*), Barbo comune (*Barbus plebejus*) e Ghiozzo padano (*Padogobius martensii*).

Si segnala che si tratta in tutti i casi di specie autoctone: in particolare, sono evidenziate in grassetto le specie elencate negli all. II e IV della Direttiva 92/43/CEE "Habitat".

CAMPIONAMENTO ITTICO QUALITATIVO

Il campionamento ittico qualitativo tramite elettropesca, consente la definizione dell'elenco delle specie presenti con l'espressione comunque dei risultati in termini di indice di abbondanza (I. A.) al fine di consentire anche una stima relativa delle abbondanze specifiche. Per l'attribuzione dell'indice di abbondanza specifica è stato utilizzato l'indice di abbondanza semiquantitativo (I.A.) secondo Moyle (1970) definito come segue:

- 1 – scarso (1 - 2 individui in 50 m lineari);
- 2 – presente (3 - 10 individui in 50 m lineari);
- 3 – frequente (11 - 20 individui in 50 m lineari);
- 4 – abbondante (21-50 individui in 50 m lineari);
- 5 – dominante (>50 individui in 50 m lineari).

Si è provveduto inoltre ad attribuire un indice relativo alla struttura delle popolazioni di ogni singola specie campionata per caratterizzare la struttura di popolazione secondo lo schema seguente (Turin et al., 1999):

- 1 = popolazione strutturata
- 2 = popolazione non strutturata: assenza di adulti
- 3 = popolazione non strutturata di giovani.

Il campionamento ha messo in evidenza la presenza di ben 15 specie ittiche, delle quali solo 1 è risultata alloctona (il Rodeo amaro) e 1 specie è parautoctona (Carpa).

Le specie rinvenute appartengono per lo più alle famiglie dei Salmonidi e dei Ciprinidi a conferma del fatto che l'ambiente indagato rappresenta una zona di ecotono, punto di transizione tra la zona ritrale a salmonidi e la zona a ciprinidi reofili.

Tre le 13 specie autoctone rinvenute nel tratto di indagine, si segnala la presenza del Cobite barbatello, con abbondanza elevata (più di 1 individuo a metro lineare) e popolazione ben strutturata in tutte le classi di età, specie presente nel Veneto solamente nell'alto e medio corso dell'Adige.

Tra i Ciprinidi risultano molto abbondanti anche il Gobione (*Gobio gobio*) ed il Cavedano (*Leuciscus cephalus*), con popolazioni ben strutturate. Il Barbo comune è risultato presente con abbondanza discreta e con popolazione ben strutturata. Le altre specie di Ciprinidi, Trota, Sanguinerola e Rutilo sono presenti con abbondanze medio-basse. Tra i Salmonidi la specie più abbondante e risultata la Trota fario (indice di Moyle 3), meno abbondante è risultata la Trota marmorata, ma entrambe le specie sono presenti con popolazioni ben strutturate. La terza specie di salmonidi presente, il Temolo, è risultato avere abbondanza medio-bassa e popolazione con dominanza di adulti.

La Carpa, specie parautoctona abitatore generalmente di acque tranquille, è risultata presente con scarsa abbondanza e popolazione di pochi individui adulti.

Sa segnalare la presenza di individui adulti di Luccio, esocide oggetto di immissioni da parte della Provincia e la presenza con discrete abbondanze di adulti di Lampreda padana, un agnato autoctono in forte contrazioni nel territorio regionale.

Lampreda padana (*Lethenteron zanandreai*)

È una specie praticamente stanziale, che trascorre la prima parte della sua vita, che dura 4-5 anni, in una fase larvale (la larva viene detta ammocete), vivendo infossata nel fango o nella sabbia sia per sfuggire ai possibili predatori sia per rinvenire il cibo costituito da macroinvertebrati, alghe e detrito organico;

L'ammocete è privo di occhi, la pinna caudale e quella anale si presentano poco differenziate e la bocca è priva di denti. Nella seconda fase della vita, molto più breve, la lampreda subisce una metamorfosi ed assume i caratteri tipici dell'adulto con la differenziazione degli occhi e di una bocca a ventosa circolare. In questa fase della vita ha luogo l'unica riproduzione della Lampreda padana che avviene in un nido scavato da più individui nel fondo ghiaioso e/o sabbioso di corsi d'acqua a moderata velocità di corrente; dopo il completamento della fase riproduttiva gli adulti lasciano il nido e poi muoiono.

La lampreda padana è endemica dei corsi d'acqua del versante alpino della pianura padanoveneta e vive nelle acque delle risorgive friulane della bassa pianura e della fascia pedemontana. È stata descritta per la prima volta nel 1955.

È inserita negli allegati della Direttiva Habitat e nella Lista rossa degli animali d'Italia come specie in pericolo a causa della distruzione degli ambienti fluviali e di risorgiva. Questa specie è presente in tutte le regioni italiane escluse le isole, ma è considerata una specie in declino in Italia a causa dell'alterazione degli habitat: canalizzazioni e altri interventi sugli alvei come i prelievi di ghiaia; inquinamento delle acque e abbassamento delle falde. Sembrano influire anche al suo declino i massicci ripopolamenti a salmonidi in quanto le trote immesse cacciano attivamente le lamprede, soprattutto allo stadio larvale.

Trota marmorata: (*Salmo (trutta) marmoratus*)

La trota marmorata è un salmonide dal caratteristico colore di fondo grigio-marrone, ventre grigio-bianco, a volte con riflessi giallastri, presenta le parti superiori e laterali del capo, del corpo e della coda ornati da marmoreggiature variegata, irregolari, in genere di colore più scuro rispetto al resto del corpo, unite in una soluzione di continuità che tende a risolversi talvolta in macchie scure solo ai margini inferiori dei fianchi, sul pre-opercolo e talvolta sul capo; la pinna dorsale presenta spesso una macchiettatura nera.

La marmoreggiatura negli individui giovani è meno evidente ed a volte, oltre alle normali macchie "parr", possono comparire anche delle macchioline rossastre che scompaiono progressivamente con l'età. La trota marmorata si ibrida con facilità con la trota fario, originando individui che presentano marmoreggiature discontinue, miste a punti neri o rossi in una serie molto vasta di combinazioni (Confortini et al. 2008).

È un pesce predatore di taglia grande che può raggiungere una lunghezza di 80-85 cm ed un peso di 6-7 kg. È una specie tipica di acque correnti, rispetto alla fario si localizza più a valle, occupando i tratti medi dei lunghi fiumi; predilige le acque discretamente profonde e non troppo mosse, dove si trova con facilità nelle buche o vicino ai nascondigli, costituiti da grossi massi o dalle asperità delle sponde. L'alimentazione è costituita prevalentemente da macroinvertebrati bentonici (tricotteri ed anfipodi), ma spesso si nota una tendenza all'ittiofagia con l'aumentare della taglia dei soggetti; sanguinarole e scazzoni sono le sue prede preferite (Confortini et al. 2008).

Trota fario (*Salmo [trutta] trutta*)

La trota fario è la tipica trota di torrente, agile, veloce, con corpo allungato e compresso lateralmente e ha una colorazione molto variabile, strettamente dipendente dall'ambiente in cui vive; il dorso di solito è scuro, i fianchi possono essere bruni, argentei, giallastri, grigi ornati da un gran numero di macchie, più o meno grosse, di colore nere o rosso o arancio. Originariamente la fario era la tipica abitatrice dei ruscelli montani dove si può rinvenire anche oltre i 2000 m di altitudine; i continui ripopolamenti effettuati dall'uomo hanno tuttavia contribuito a diffondere questo salmonide in altre tipologie di acque, fra cui quelle pedemontane e delle risorgive, dove la temperatura massima non superi troppo frequentemente i 18 °C.

Si tratta di un pesce che ama sostare al riparo di massi o lungo le sponde fra rami sommersi od in anfratti, uscendo in corrente solo per cacciare. È una specie territoriale ed ogni individuo difende con accanimento il proprio territorio. È questo il motivo per cui i ripopolamenti non sortiscono spesso grandi risultati se effettuati in zone già sufficientemente popolate.

L'immissione di materiale da ripopolamento della più svariata provenienza, ha peraltro comportato un completo rimescolamento delle caratteristiche genotipiche e fenotipiche del ceppo originario.

L'alimentazione è varia e comprende macrobenthos (tricotteri ed efemerotteri soprattutto) ma anche insetti adulti che la fario cattura con balzi al di fuori dell'acqua. Fanno parte della dieta anche piccoli pesci ed avannotti, anche della propria specie, ma in misura minore rispetto alla trota marmorata. Il periodo riproduttivo è in genere compreso fra Novembre e Gennaio.

Temolo (*Thymallus thymallus*)

Il Temolo è una specie distribuita nell'Europa continentale dagli Urali ai Pirenei (Nikol'skii, 1961), in Scandinavia ed in Inghilterra (Maitland, 1977). In Italia deve essere considerata autoctona nelle acque del versante alpino dell'Italia settentrionale: bacini del Po, Adige, Piave, Tagliamento e Isonzo.

È un pesce dalle abitudini gregarie, che ama acque fresche, con discreta velocità di corrente, ben ossigenate, tipiche delle regioni pedemontane o di fondovalle. Predilige i fondali sassosi o ghiaiosi, dove rinviene le larve acquatiche che costituiscono buona parte del suo nutrimento. Sale spesso in superficie per cacciare anche effimere od altri insetti alati, che cattura con una tecnica assai particolare: si posiziona quasi in verticale e sale verso l'alto lasciandosi andare alla deriva verso valle, particolare questo conosciuto dai pescatori a mosca che lo insidiano con lanci sempre a monte del punto di bollata. È una specie assai delicata e sensibile agli inquinamenti e soprattutto alla manomissione degli alvei fluviali, in particolare a quelle che derivano dalle attività di estrazione della ghiaia.

Si riproduce fra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera deponendo le uova su fondali ghiaiosi o sassosi. È una specie in forte diminuzione in tutto il suo areale, anche se in alcune zone le popolazioni cominciano ad essere sostenute con immissioni di esemplari d'allevamento. Specie localmente abbondante ad alta sensibilità ecologica e relativamente alta valenza ecologica regionale è elencata nella Lista Rossa regionale come specie "in pericolo critico".

Cavedano (*Leuciscus cephalus*)

È un ciprinide dal corpo massiccio, quasi cilindrico, allungato; la bocca piuttosto grande è rivolta verso l'alto e obliqua, dotata di labbra robuste. Le squame sono grandi, di colore brillante, provviste di una fine punteggiatura nera, quasi unita a formare una specie di reticolo. La linea laterale è molto evidente. La colorazione del dorso ha delle tonalità di grigio variabile talvolta tendente al colore bruno; i fianchi, presentano riflessi argentei o dorati e anch'essi tendono ad avere un colore variabile. Gli occhi sono grandi e di colore giallo dorato. È un pesce che popola prevalentemente le acque correnti e limpide, spingendosi a volte in profondità nella zona a trote; al tempo stesso si può rinvenire anche in acque tipicamente ciprinicole o salmastre.

Gli individui giovani tendono a mostrare tendenze gregarie formando branchi composti anche da centinaia di individui, gli adulti invece tendono ad essere più solitari. Lunghezza massima 60 cm e peso fino a 4-5 kg. La sua alimentazione è composta per lo più da larve e da insetti alati, dalle piante acquatiche alle uova e agli avannotti, spesso pratica l'ittiofagia, soprattutto negli individui di maggiori dimensioni (Confortini et al. 2008).

Specie comune a bassa sensibilità ecologica e scarsa valenza faunistica, è considerata non minacciata sul territorio regionale.

Sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*)

La Sanguinerola è una specie a distribuzione estesa comprendente gran parte dell'Europa e tutta l'Asia settentrionale (Tortonese, 1970). In Italia è presente solo al nord dove risulta autoctona. È una specie gregaria che forma gruppi di numerosi individui, talvolta frammisti a giovani pesci di altre specie. Ama le acque limpide e correnti, ben ossigenate; è diffusa dalle acque correnti di pianura sino ai torrenti montani della zona più spiccatamente salmonicola; è presente anche nei laghi di alta quota. L'alimentazione varia con la stagione ed è costituita oltre che da macroinvertebrati bentonici anche da insetti alati, che la sanguinerola cattura con piccoli balzi sopra il pelo dell'acqua. È una delle prede preferite dalle trote. Si riproduce da aprile a giugno nelle acque di pianura o di collina, anche in luglio ed agosto in quelle più fredde di montagna; la

deposizione avviene in acque poco profonde, su fondali di ghiaia; ogni femmina depone poche uova (da 200 a 600) che schiudono in circa 15-20 giorni.

È una specie sensibile agli inquinamenti ed alla manomissione ed alla regimazione degli alvei ed è in generale fase di contrazione numerica nel nostro paese. Specie rara a media sensibilità ecologica, con un discreto valore faunistici, è inserita nella Lista Rossa regionale sotto la categoria “quasi minacciata”.

Barbo comune (*Barbus plebejus*)

Le caratteristiche diagnostiche che riportiamo sono riportate da Gandolfi et al.(1991); va segnalato tuttavia che la posizione tassonomica di questa specie e di tutte le altre comprese nel genere *Barbus* sono attualmente in fase di revisione che potrebbe portare a delle sostanziali variazioni a quanto indicato in questa sede. Linea laterale con 49-82 squame con 12-18 file al di sopra e 8-12 al di sotto; pinna dorsale con 9-10 raggi di cui il primo indiviso; pinna anale con 6 raggi di cui il primo indiviso; denti faringei triseriati. Si riconosce facilmente dalla caratteristica bocca infera munita di 4 bargigli, di cui la coppia posteriore è nettamente più lunga di quella anteriore; il corpo è affusolato, con la parte ventrale quasi rettilinea e quella dorsale decisamente incurvata; è ricoperto da squame piuttosto grandi, tuttavia più piccole di quelle del barbo canino. Il capo è alquanto allungato, gli occhi sono piccoli, scuri, rivolti leggermente verso il basso. Il dorso è bruno scuro o bruno-verdastro, i fianchi sono in genere dello stesso colore con riflessi dorati, il ventre biancastro, anche se si notano sfumature cromatiche secondo l'ambiente in cui vive. Le pinne sono grigiastre o brune, ma durante il periodo della fregola possono assumere sfumature rosse o arancio.

Sono presenti numerose piccole macchie brune su tutto il corpo ed in particolare sulla pinna dorsale e su quella anale. Lunghezza massima fino a 70 cm; peso fino a 4 kg.

È una specie relativamente resistente, in grado di tollerare modeste compromissioni della qualità delle acque; risente in particolar modo delle opere antropiche che vanno ad alterare la naturalità dell'alveo ed il regime delle portate. È incluso nella categoria delle specie considerate “a minor rischio” della Lista Rossa dei pesci d'acqua dolce d'Italia ed è inserito nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE.

Triotto (*Rutilus eritrophthalmus*)

Il Triotto è una specie autoctona della regione padano-veneta ed immesso in alcuni bacini delle regioni centrali (Gandolfi & Zerunian, 1987). Si tratta di un ciprinide che predilige acque tranquille, a bassa velocità di corrente. Si dimostra in grado di adattarsi bene alle diverse condizioni ambientali, colonizzando tutta la zona del potamon, sino ai limiti delle acque salmastre. È ben distribuito anche nella zona delle risorgive ed in molte acque stagnanti. È un pesce di indole gregaria, vive in piccoli branchi per lo più lungo le rive dei corsi d'acqua con presenza di vegetazione sommersa e/o emergente. L'alimentazione è piuttosto varia ed è costituita sia da piccoli invertebrati bentonici che da materiale di natura vegetale. La riproduzione avviene in un periodo di tempo piuttosto ampio che va da maggio ad agosto, anche se i mesi principali sembrano essere giugno e luglio. Durante la riproduzione i maschi sfoggiano numerosi tubercoli nuziali di diverse grandezze sul corpo e sulle pinne; le uova, da 50 mila a 100 mila per femmina, sono molto piccole (1,5 mm o meno) e sono deposte di solito fra le idrofite ed aderiscono alle piante, alle pietre o alle rocce. Le larve si schiudono dopo pochi giorni.

La contrazione demografica delle popolazioni di trotto rilevate sul territorio regionale pone questa specie nella Lista Rossa regionale sotto la categoria “quasi minacciata”.

Luccio (*Esox lucius*)

Il Luccio è una specie ad ampia distribuzione in Europa, Asia e Nord America (Maitland, 1977); in Italia è autoctona. In considerazione del ruolo trofico occupato (predatore) nello ecosistema acquatico, il luccio non risulta mai particolarmente numeroso. Questo è un pesce molto sensibile alle modificazioni ambientali e agli inquinamenti da materiale organico e da pesticidi (Alessio, 1982). È un pesce che colonizza una vasta gamma di ambienti d'acqua dolce: dai corsi d'acqua a discreta velocità di corrente della parte media e inferiore della regione salmonicola, ai fiumi della fascia delle risorgive, a tutta la zona del potamon

spingendosi a volte anche in acque leggermente salmastre; frequenta inoltre le acque di laghi e stagni di pianura e collina. Il suo habitat preferito è costituito da luoghi ricchi di vegetazione acquatica e di sponda dove si nasconde in attesa delle prede. La tecnica di caccia del luccio è basata su slanci e guizzi improvvisi nei confronti della preda che, se mancata, non viene inseguita che per un breve tratto.

La dieta è principalmente ittiofaga; a farne le spese sono soprattutto ciprinidi (cavedani, scardole, triotti e talvolta anche altri lucci più piccoli) ma ne entrano a far parte anche macrobenthos, girini, rane, tritoni e persino piccoli uccelli acquatici e mammiferi (topi). Il luccio, ingiustamente considerato per anni come un pesce dannoso per la sua voracità, svolge invece un importantissimo ed insostituibile ruolo di selezione e controllo nello sviluppo delle varie specie ittiche che entrano a far parte della sua dieta.

La riproduzione ha luogo, a seconda della temperatura, da febbraio ad aprile; i lucci si spostano dai luoghi frequentati abitualmente alla ricerca di acque poco profonde, calme con abbondante vegetazione dove la femmina depone le uova in più riprese che possono venire fecondate anche da maschi diversi. La schiusa avviene in circa 15 giorni se la temperatura dell'acqua si mantiene fra i 10-12°C. Particolarmente importanti come sito riproduttivo sono i piccoli corsi d'acqua di risorgiva, il cui generale degrado penalizza pesantemente questa specie che attualmente è fase di netto calo numerico in tutto il suo areale di diffusione. Il luccio è minacciato dalla riduzione del livello idrico e dall'inquinamento delle acque, dall'artificializzazione degli alvei e scomparsa della vegetazione ripariale oltre che da una discreta pressione di pesca. La categoria di rischio riportata per tale specie nella Lista Rossa dei pesci d'acqua dolce del Veneto è "vulnerabile" (Turin et al. 2007).

Cobite barbatello (*Orthrias barbatulus*)

Piccolo pesce affine ai Cobitidi con la tipica forma allungata e quasi nastriforme; testa piccola; occhi piccoli; bocca minuta che si apre verso il basso circondata da tre paia di barbigli; sul capo, che è leggermente appiattito dorsalmente, risaltano le narici che sporgono con delle appendici tubolari; scaglie molto piccole immerse nella cute; livrea complessiva variabile, con marmoreggiature più o meno regolari di colore marrone sovrapposte a una colorazione fulva; pinna caudale di forma quasi rettangolare. Taglia massima: lunghezza 9-12 cm, peso 10 g. L'habitat tipico sono i torrenti di fondovalle, risorgive, fiumi pedemontani, laghi di media montagna in bassi fondali con corrente moderata, fangosi, ghiaiosi o anche ciottolosi. Di abitudini notturne vive solitario, ma con densità spesso elevate, creandosi tane tubolari scavate nel fango o sotto i ciottoli e uscendone quasi esclusivamente al crepuscolo. E' onnivoro, prevalentemente carnivoro. Raggiunge la maturazione sessuale a 2 anni. In periodo riproduttivo va da Aprile a Giugno. La femmina viene attratta dal maschio nel proprio nido, solitamente scavato sotto i ciottoli, ove depone poche centinaia di uova; queste vengono accudite dal maschio e schiudono dopo due settimane. E' una tipica delle acque correnti dei fondovalle, la specie è localmente abbondante, ma in molti casi subisce l'effetto dell'alterazione dei fondali e della qualità delle acque. Un tempo segnalato in diversi corsi d'acqua del Veneto, la sua presenza attualmente è stata accertata solo nel bacino dell'Adige.

PERIODO RIPRODUTTIVO MIGRATORIO

In questo paragrafo si vuole evidenziare il periodo migratorio-riproduttivo delle famiglie a cui appartengono le specie ittiche interessate al passaggio per pesci. La famiglia dei salmonidi a cui appartiene, tra le specie monitorate e segnalate come specie target la Trota marmorata ed il Temolo, ha come periodo riproduttivo i mesi di Novembre e Dicembre. La famiglia dei ciprinidi a cui appartengono tra le specie target Barbo comune, Cavedano, è invece caratterizzata da un periodo riproduttivo-migratorio che va dai primi di Aprile a Giugno.

FAMIGLIA	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Salmonidi											X	X
Ciprinidi reofili				X	X	X						

3.5.3.5 ATLANTE DISTRIBUTIVO DELLE SPECIE DELLA REGIONE DEL VENETO (DGR. 2200/2014)

Come ulteriore valutazione si è preso a riferimento quanto indicato nell'Atlante distributivo delle specie della Regione del Veneto allegato alla D.G.R. n. 2200 del 27 novembre 2014: nel quadrante in cui ricade l'ambito di studio (10kmE439N247 e 10kmE440N247).

Per quanto concerne le piante, fra quelle comprese negli allegati della direttiva Habitat troviamo *Anacamptis pyramidalis* e *Himantoglossum adriaticum*, specie non comprese fra le specie citate nel Formulario Standard del sito Natura 2000 in esame.

In merito alla fauna, diverse specie sono comprese negli allegati delle Direttive Habitat ed Uccelli.

Le specie faunistiche comprese negli allegati delle Direttive Habitat ed Uccelli potenzialmente presenti nell'area vasta di studio, in base a quanto riportato nell'Atlante distributivo delle specie della Regione del Veneto, sono:

SPECIE	ALLEGATI	PRIOR
<i>Acipenser naccarii</i>	II-IV 92/43/Cee	*
<i>Alauda arvensis</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Alcedo atthis</i>	I 92/43/Cee	
<i>Anas crecca</i>	IIA-IIIB 2009/147/Cee	
<i>Anas penelope</i>	IIA-IIIB 2009/147/Cee	
<i>Anas platyrhynchos</i>	IIA-IIIA 2009/147/Cee	
<i>Anas querquedula</i>	IIA 2009/147/Cee	
<i>Anas strepera</i>	IIA 2009/147/Cee	
<i>Ardea purpurea</i>	I 92/43/Cee	
<i>Austropotamobius pallipes</i>	II-V 92/43/Cee	
<i>Barbus plebejus</i>	II-V 92/43/Cee	
<i>Bufo viridis</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Calandrella brachydactyla</i>	I 92/43/Cee	
<i>Caprimulgus europaeus</i>	I 92/43/Cee	
<i>Circus aeruginosus</i>	I 92/43/Cee	
<i>Circus cyaneus</i>	I 92/43/Cee	
<i>Cobitis bilineata</i>	II 92/43/Cee	
<i>Columba livia</i>	IIA 2009/147/Cee	
<i>Columba palumbus</i>	IIA-IIIA 2009/147/Cee	
<i>Corvus cornix</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Corvus monedula</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Cottus gobio</i>	II 92/43/Cee	
<i>Coturnix coturnix</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Cygnus olor</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Emys orbicularis</i>	II-IV 92/43/Cee	
<i>Falco columbarius</i>	I 92/43/Cee	
<i>Falco peregrinus</i>	I 92/43/Cee	
<i>Fulica atra</i>	IIA-IIIB 2009/147/Cee	
<i>Gallinago gallinago</i>	IIA-IIIB 2009/147/Cee	
<i>Gallinula chloropus</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Garrulus glandarius</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Hierophis viridiflavus</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Himantopus himantopus</i>	I 92/43/Cee	
<i>Hyla intermedia</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Hypsugo savii</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Hystrix cristata</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Ixobrychus minutus</i>	I 92/43/Cee	

<i>Lacerta bilineata</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Lampetra zanandreaei</i>	II-V 92/43/Cee	
<i>Lanius collurio</i>	I 92/43/Cee	
<i>Lanius minor</i>	I 92/43/Cee	
<i>Larus ridibundus</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Lycaena dispar</i>	II-IV 92/43/Cee	
<i>Natrix tessellata</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Numenius arquata</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Perdix perdix</i>	IIA-IIIA 2009/147/Cee	
<i>Pernis apivorus</i>	I 92/43/Cee	
<i>Phasianus colchicus</i>	IIA-IIIA 2009/147/Cee	
<i>Pica pica</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Podarcis muralis</i>	IV 92/43/Cee	
<i>Rallus aquaticus</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Rana latastei</i>	II-IV 92/43/Cee	
<i>Rutilus pigus</i>	II-V 92/43/Cee	
<i>Sabanejewia larvata</i>	II 92/43/Cee	
<i>Salmo marmoratus</i>	II 92/43/Cee	
<i>Scolopax rusticola</i>	IIA-IIIB 2009/147/Cee	
<i>Streptopelia decaocto</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Streptopelia turtur</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Sturnus vulgaris</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Triturus carnifex</i>	II-IV 92/43/Cee	
<i>Turdus iliacus</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Turdus merula</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Turdus philomelos</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Turdus pilaris</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Turdus viscivorus</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Vanellus vanellus</i>	IIB 2009/147/Cee	
<i>Zamenis longissimus</i>	IV 92/43/Cee	

3.5.4. ECOSISTEMI

3.5.4.1 DESCRIZIONE DELL'ECOSISTEMA FIUME ADIGE TRA VERONA EST E BADIA POLESINE

Il Fiume Adige tra Verona est e Badia Polesine (Codice sito IT3210042) è considerato un Sito d'interesse Comunitario e si trova a diretto contatto con l'area in esame e con il progetto considerato.

Inquadramento generale e paesaggistico del sottoraggruppamento "Fiume Adige"

Il sottoraggruppamento "Fiume Adige" comprende, appunto, due tratti fluviali sostanzialmente omogenei per quanto riguarda i caratteri ambientali: il SIC IT3210043 si colloca nella parte nord-occidentale del territorio comunale di Verona a monte del tratto cittadino, mentre il SIC IT3210042 si trova nella sud-orientale a valle dello stesso.

In entrambi i casi il sito si sviluppa linearmente lungo il corso del fiume, attraversando un territorio densamente abitato e sfruttato per l'agricoltura. La complessità delle azioni necessarie al mantenimento della sicurezza idraulica ha portato alla realizzazione, lungo ampi tratti del fiume, di imponenti opere di difesa idraulica di varia tipologia (muri o rilevati in terra) che hanno avuto un'impronta prettamente "ingegneristica", mettendo in secondo piano gli aspetti legati alla conservazione dell'ecosistema fluviale. Gli interventi di artificializzazione del corso del fiume hanno, quindi, talvolta compromesso la componente

vegetale originaria, che, fino ai primi decenni del secolo scorso, presentava sia a monte che a valle della città di Verona nuclei boscati anche di dimensioni considerevoli.

Valori naturalistici del sottoraggruppamento “Fiume Adige”

Le rive sono coperte da una vegetazione piuttosto densa e più o meno continua, anche se spesso pressoché lineare, formata da boschetti di salici e pioppi (91E0 *), molto spesso alterati dalla presenza di robinia e platano, inframmezzati da ampie distese di cespugli e incolti caratterizzati dalla presenza di rovi e altra vegetazione ruderale. Un discorso a parte meritano gli isolotti, come ad esempio l'Isola del Pestrino, piccoli lembi di terra circondati dalle acque del fiume, che, proprio perché inaccessibili, conservano ancora una discreta naturalità e un modesto grado di antropizzazione, con la presenza di pioppi (*Populus* sp. Pl.), salice bianco (*Salix alba*) e ontano nero (*Alnus glutinosa*). La vegetazione strettamente acquatica è praticamente assente dal corso dell'Adige e se si eccettuano i lembi di canneti a cannuccia di palude (*Phragmites australis*) ancora presenti, lo stesso discorso vale per le comunità erbacee riparie, che rivestono un ruolo fondamentale nella funzionalità ecologica dei corsi d'acqua e costituiscono gli elementi funzionali e strutturali dei biocorridoi della rete ecologica.

Anche la fauna vertebrata risente in modo cospicuo delle attuali condizioni del fiume e dell'assetto dei territori circostanti. Ciò nonostante, l'area in ogni stagione ospita un'avifauna interessante, con anatidi, rapaci e laridi. Il popolamento ittico dell'Adige ha subito dal secolo scorso ad oggi profonde modificazioni, soprattutto a causa degli interventi a fini idroelettrici e dell'inquinamento, che hanno portato ad un'estrema rarefazione di specie indigene, un tempo abbondanti, come lo Storione (*Acipenser sturio*), il Cobite barbatello (*Barbatula barbatula*), il Gobione (*Gobio gobio*), il Temolo (*Thymallus thymallus*) e lo Scazzone (*Cottus gobio*). Proprio per questo motivo, occorre fare particolare attenzione alle introduzioni, talvolta anche involontarie, di specie alloctone (come ad esempio la Trota Fario) che possono entrare in competizione con il popolamento ittico naturale, aumentandone la vulnerabilità. Risulta molto rara anche la Lampreda padana (*Lethenteron zanandreaei*), in grave rarefazione.

Di seguito si riporta un'analisi specifica del SIC IT3210042, nella quale vengono descritti gli habitat e le specie presenti. I dati sono tratti dal Formulario Standard del sito, dalla cartografia realizzata dalla Regione Veneto e da bibliografia di settore.

Descrizione generale del SIC

Tale SIC, uno degli ultimi SIC istituiti dalla Regione Veneto, è caratterizzato dalla presenza di ampie fasce ripariali, con vegetazione igrofila arboreo-arbustiva e da qualche residua zona golenale, con la presenza di associazioni di pioppi (*Populus* spp.) e salici (*Salix* spp.), con saltuario inserimento di robinia (*Robinia pseudoacacia*) e l'isolata presenza di essenze arbustive.

L'attuale condizione fitosanitaria delle cenosi presenti denota una situazione di abbandono culturale con la conseguente presenza di necromassa non asportata e l'entrata di specie infestanti (*Rubus* spp., *Hedera helix*).

Nell'area di studio la vegetazione potenziale è rappresentata da formazioni boschive planiziarie del quercocarpinetto, con presenza di farnia (*Quercus robur*), e formazioni boschive igrofile (*Salicetum albae* – *Populetum albae*) presso i corsi d'acqua.

Il tratto fluviale in questione riveste notevole importanza per varie entità legate alle acque correnti non troppo rapide. Potrebbe rivestire importanza per la specie *Petromyzon marinus* non più segnalata dal 1987. Gli elementi di Vulnerabilità del sito sono individuati nei cambiamenti della idrodinamica fluviale e modifiche in alveo.



FIGURA 3.5.4.1.1: Individuazione del sito Natura 2000 più vicino (SIC IT3210042) e dell'area d'intervento (in rosso) su ortofoto.

Tale SIC, uno degli ultimi SIC istituiti dalla Regione Veneto, è caratterizzato dalla presenza di ampie fasce ripariali, con vegetazione igrofila arboreo-arbustiva e da qualche residua zona golenale, con la presenza di associazioni di pioppi (*Populus spp.*) e salici (*Salix spp.*), con saltuario inserimento di robinia (*Robinia pseudoacacia*) e l'isolata presenza di essenze arbustive.

L'attuale condizione fitosanitaria delle cenosi presenti denota una situazione di abbandono colturale con la conseguente presenza di necromassa non asportata e l'entrata di specie infestanti (*Rubus spp.*, *Hedera helix*).

Nell'area di studio la vegetazione potenziale è rappresentata da formazioni boschive planiziarie del quercocarpineto, con presenza di farnia (*Quercus robur*), e formazioni boschive igrofile (*Salicetum albae* – *Populetum albae*) presso i corsi d'acqua.

Tipi di habitat presenti nell'Allegato I della Direttiva Habitat:

HABITAT	FONTE
3220: Fiumi alpini con vegetazione riparia erbacea	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario Standard
3260: Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del <i>Ranunculion fluitantis</i> e <i>Callitricho-Batrachion</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario Standard • Cartografia degli Habitat e habitat di specie
6430: Bordure planiziali, montane e alpine di megafornie idrofile	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario Standard
91EO *: Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario Standard • Cartografia degli Habitat e habitat di specie

3220: Fiumi alpini con vegetazione riparia erbacea

Frase diagnostica dell'habitat in Italia: Comunità pioniera di piante erbacee o suffruticose con prevalenza di specie alpine che colonizzano i greti ghiaiosi e sabbiosi dei corsi d'acqua a regime alpino. Le stazioni sono

Impianto di Depurazione delle Acque Reflue Urbane in Via. B. Avesani, Verona (VR)

Progetto Ambiente di Calcina Luisa & C. S.a.s. - via Valcerea, 3 - 37014 Castelnuovo d. G. (VR)

caratterizzate dall'alternanza di fasi di inondazione (nei periodi di piena dovuti alla fusione delle nevi e nelle fasi di morbida) e disseccamento (generalmente in tarda estate).

Combinazione fisionomica di riferimento: *Epilobium fleischeri*, *Calamagrostis pseudophragmites*, *Astragalus sempervirens*, *Dryas octopetala*, *Gypsophila repens*, *Rumex scutatus*, *Saxifraga aizoides*, *S. bryoides*, *Trifolium pallescens*. *Aethionema saxatile*, *Agrostis gigantea*, *Anthyllis vulneraria ssp. alpestris*, *Artemisia campestris*, *Aster bellidiastrum*, *Buphthalmum salicifolium*, *Campanula cochleariifolia*, *Cerinthe glabra*, *Chlorocrepis staticifolia*, *Chondrilla chondrilloides*, *Dryas octopetala*, *Epilobium dodonaei*, *Erigeron acris*, *Erucastrum nasturtiifolium*, *Euphorbia cyparissias*, *Fumana procumbens*, *Hieracium piloselloides*, *Hippophaë rhamnoides*, *Leontodon hispidus subsp. hyoseroides*, *L. berinii*, *Myricaria germanica*, *Orobanche flava*, *Oxytropis pilosa*, *Petasites paradoxus*, *Pritzelago alpina*, *Salix eleagnos*, *S. purpurea*, *S. daphnoides*, *Scrophularia juratensis*, *S. canina*, *Tozzia alpina*, *#Trifolium saxatile*, *Tussilago farfara*.

Dinamiche e contatti: Sono formazioni ad alta dinamica in grado di rigenerarsi velocemente dopo fenomeni di piena. Il forte dinamismo morfogenetico fluviale cui sono sottoposte ne blocca l'evoluzione verso le comunità legnose riparie, ma contemporaneamente crea nuove superfici su cui questo tipo di habitat si può dinamicamente rinnovare. Le comunità di questo habitat ospitano spesso plantule di specie legnose che indicano la direzione della naturale evoluzione dei popolamenti la cui permanenza è determinata dalla ricorrenza stagionale degli episodi alluvionali. In queste situazioni l'habitat può regredire fino a determinare la presenza di ghiaie fluviali prive di vegetazione. Questo habitat rappresenta stadi dinamici durevoli ad alte quote; più in basso è in stretta relazione con gli habitat 3230 "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Myricaria germanica*" e 3240 "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix elaeagnos*" che esprimono stadi più evoluti in cui diventa prevalente la vegetazione arbustiva a *Myricaria germanica* (3230) o arboreo-arbustiva a *Salix elaeagnos* e *Hippophaë rhamnoides* (3240). Il sottotipo 24.221, della classe *Thlaspietea rotundifolii*, è in contatto catenale con i cuscinetti a *Dryas octopetala* (habitat 4060 "Lande alpine e boreali"), con i magredi più primitivi del 62A0 "Formazioni erbose secche della regione submediterranea orientale (*Scorzoneretalia villosae*)" e con i ghiaioni e detriti di falda dell'habitat 8120 "Ghiaioni calcarei e scisto-calcarei montani e alpini (*Thlaspietea rotundifolii*)".

3260: Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculon fluitantis* e *Callitricho-Batrachion*

Frase diagnostica dell'habitat in Italia: Questo habitat include i corsi d'acqua, dalla pianura alla fascia montana, caratterizzati da vegetazione erbacea perenne paucispecifica formata da macrofite acquatiche a sviluppo prevalentemente subacqueo con apparati fiorali generalmente emersi del *Ranunculon fluitantis* e *Callitricho-Batrachion* e muschi acquatici. Nella vegetazione esposta a corrente più veloce (*Ranunculon fluitantis*) gli apparati fogliari rimangono del tutto sommersi mentre in condizioni reofile meno spinte una parte delle foglie è portata a livello della superficie dell'acqua (*Callitricho-Batrachion*). Questo habitat, di alto valore naturalistico ed elevata vulnerabilità, è spesso associato alle comunità a *Butomus umbellatus*; è importante tenere conto di tale aspetto nell'individuazione dell'habitat. La disponibilità di luce è un fattore critico e perciò questa vegetazione non si insedia in corsi d'acqua ombreggiati dalla vegetazione esterna e dove la limpidezza dell'acqua è limitata dal trasporto torbido.

Combinazione fisionomica di riferimento: *Ranunculus trichophyllus*, *R. fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*, *R. aquatilis*, *R. circinatus* (*Padania, Puglia e Sicilia*), *R. muricatus*, *R. rionii* (*Lago di Garda*), *R. baudotii*, *Zannichellia palustris*, *Z. obtusifolia*, *Potamogeton spp.* (tra cui *P. schweinfurthii*, presente in Italia solo in Sardegna), *Myriophyllum spp.*, *Callitriche spp.*, *Isoetes malinverniana#* (*endemica padana*), *Sium erectum*, *Fontinalis antipyretica*, *Alopecurus aequalis*, *Butomus umbellatus*, *Glyceria maxima*, *G. fluitans*, *Groenlandia densa*, *Hottonia palustris*, *Baldellia ranunculoides*, *Utricularia minor*, *Ceratophyllum submersum*, *Hippuris vulgaris*, *Najas minor*, *Sagittaria sagittifolia*, *Vallisneria spiralis*, *Nuphar luteum*, *Ceratophyllum demersum*, *Cardamine amara*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Sparganium erectum*, *Apium nodiflorum*, *Scapania undulata*.

Dinamiche e contatti: Vegetazione azonale stabile. Se il regime idrologico del corso d'acqua risulta costante, la vegetazione viene controllata nella sua espansione ed evoluzione dall'azione stessa della corrente. Ove venga meno l'influsso della corrente possono subentrare fitocenosi elofitiche della classe *Phragmiti-*

Magnocaricetea e, soprattutto in corrispondenza delle zone marginali dei corsi d'acqua, ove la corrente risulta molto rallentata o addirittura annullata, si può realizzare una commistione con alcuni elementi del Potamion e di Lemnetaea minoris che esprimono una transizione verso la vegetazione di acque stagnanti (habitat 3150 "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition"). Viceversa, un aumento molto sensibile della corrente può ridurre la capacità delle macrofite di radicare sul fondale ciottoloso e in continuo movimento.

6430: Bordure planiziali, montane e alpine di megaforie idrofile

Frase diagnostica dell'habitat in Italia: Comunità di alte erbe a foglie grandi (megaforie) igrofile e nitrofile che si sviluppano, in prevalenza, al margine dei corsi d'acqua e di boschi igro-mesofili, distribuite dal piano basale a quello alpino.

Combinazione fisionomica di riferimento: Per il sottotipo planiziale-collinare (37.7): *Glechoma hederacea*, *G. hirsuta*, *Epilobium hirsutum*, *Filipendula ulmaria*, *Petasites hybridus*, *Cirsium oleraceum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *C. temulum*, *C. aureum*, *Aegopodium podagraria*, *Alliaria petiolata*, *Geranium robertianum*, *Silene dioica*, *Lamium album*, *Lysimachia punctata*, *Lythrum salicaria*, *Crepis paludosa*, *Angelica sylvestris*, *Mentha longifolia*, *Eupatorium cannabinum*, *Scirpus sylvaticus*, *Senecio nemorensis* agg., *Calystegia sepium*, *Aconitum degenii*, *Cirsium palustre*, *Juncus conglomeratus*, *J. effusus*, *Lathyrus laevigatus*, *Lysimachia vulgaris*, *Phalaris arundinacea*, *Poa remota*, *Stemmacantha rhapontica*, *Thalictrum aquilegifolium*, *T. lucidum*, *Arctium tomentosum*, *Symphytum officinale*, *Barbarea vulgaris*, *Eupatorium cannabinum*, *Myosoton aquaticum*, *Galium aparine*, *Ranunculus ficaria*, *R. repens*, *Arctium* sp. pl., *Lamium maculatum*, *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Aconitum variegatum*, *Peucedanum verticillare*, *Thalictrum flavum*, *Alliaria petiolata*, *Dipsacus pilosus*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Rubus caesius*, *Heracleum sphondylium*, *C. lutetiana*, *Lapsana communis*. Per il sottotipo montano-alpino (37.8): *Aconitum lycoctonum* (agg.), *A. napellus* (agg.), *Geranium sylvaticum*, *Trollius europaeus*, *Adenostyles alliariae*, *Peucedanum ostruthium*, *Cicerbita alpina*, *Digitalis grandiflora*, *Calamagrostis arundinacea*, *Cirsium helenioides*, *Doronicum austriacum*, *Achillea macrophylla*, *Cirsium carniolicum*, *Eryngium alpinum**, *Deschampsia caespitosa*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus idaeus*, *Senecio cordatus*, *S. cacaliaster*, *Alchemilla* sp., *Crepis pyrenaica*, *Delphinium dubium*, *Pedicularis foliosa*, *P. hacquetii*, *Phyteuma ovatum*, *Poa hybrida*, *Cerinthe glabra*, *Geum rivale*, *Pleurospermum austriacum*, *Ranunculus platanifolius*, *Tozzia alpina*, *Athyrium distentifolium*, *Hugueninia tanacetifolia*, *Stellaria nemorum*, *Saxifraga rotundifolia*, *Athyrium filix-femina*, *Viola biflora*, *Veratrum album*, *Ranunculus aconitifolius*, *Circaea alpina*, *Carduus personata*, *Festuca flavescens*, *Cirsium alsophilum*, *Chaerophyllum hirsutum* subsp. *elegans*, *Tephrosia balbisiana*, *Heracleum sphondylium* subsp. *elegans*, *Epilobium alpestre*, *Delphinium elatum* subsp. *helveticum*, *Cortusa matthioli*, *Betula pubescens*, *Poa hybrida*, *Stemmacantha rhapontica*, *Thalictrum aquilegifolium*,

Dinamiche e contatti: La diversità di situazioni (sono coinvolte almeno tre classi di vegetazione in questo codice), rende difficili le generalizzazioni. In linea di massima questi consorzi igro-nitrofilo possono derivare dall'abbandono di prati umidi falciati, ma costituiscono più spesso comunità naturali di orlo boschivo o, alle quote più elevate, estranee alla dinamica nemorale. Nel caso si sviluppino nell'ambito della potenzialità del bosco, secondo la quota, si collegano a stadi dinamici che conducono verso differenti formazioni forestali quali querceto-carpineti, aceri-frassineti, alneto di ontano nero e bianco, abieteti, faggete, peccete, lariceti, arbusteti di ontano verde e saliceti. I contatti catenali sono molto numerosi e articolati e interessano canneti, magnocariceti, arbusteti e boschi paludosi, praterie mesofile da sfalcio. I megaforbieti subalpini sono spesso in mosaico, secondo la morfologia di dettaglio, con varie comunità erbacee ed arbustive.

91EO *: Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)

Frase diagnostica dell'habitat in Italia: Foreste alluvionali, ripariali e paludose di *Alnus* spp., *Fraxinus excelsior* e *Salix* spp. presenti lungo i corsi d'acqua sia nei tratti montani e collinari che planiziali o sulle rive dei bacini lacustri e in aree con ristagni idrici non necessariamente collegati alla dinamica fluviale. Si sviluppano su suoli alluvionali spesso inondati o nei quali la falda idrica è superficiale, prevalentemente in macroclima temperato ma penetrano anche in quello mediterraneo dove l'umidità edafica lo consente.

Combinazione fisionomica di riferimento: *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *A. cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Salix alba*, *Salix fragilis*, *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Angelica sylvestris*, *Arisarum proboscideum* (endemica dell'Italia peninsulare), *Betula pubescens*, *Cardamine amara*, *C. pratensis*, *Carex acutiformis*, *C. pendula*, *C. remota*, *C. strigosa*, *C. sylvatica*, *Cirsium oleraceum*, *C. palustre*, *Equisetum telmateja*, *Equisetum spp.*, *Festuca gigantea*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium sylvaticum*, *G. palustre*, *Geum rivale*, *Humulus lupulus*, *Leucocjum aestivum*, *L. vernum*, *Lysimachia nemorum*, *L. nummularia*, *Petasites albus*, *P. hybridus*, *Populus nigra*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus ficaria*, *Rubus caesius*, *Sambucus nigra*, *Scutellaria galericulata*, *Solanum dulcamara*, *Stachys sylvatica*, *Stellaria nemorum*, *Ulmus glabra*, *U. minor*, *Urtica dioica*, *Viburnum opulus*, *Cladium mariscus*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Thelypteris palustris*, *Salix arrigonii*, *Ilex aquifolium*, *Carex microcarpa*, *Hypericum hircinum subsp. hircinum*, *Hedera helix subsp. helix*, *Carex riparia*, *Carex elongata*, *Thelypteris palustris*, *Salix cinerea*, *Matteuccia struthiopteris*, *Osmunda regalis*, *Caltha palustris* (rarissima in pianura), *Adoxa moschatellina*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Fraxinus angustifolia*, *Carex elata*, *Carex elongata*, *Carex riparia*, *Thelypteris palustris*, *Dryopteris carthusiana*, *Frangula alnus*, *Salix cinerea*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Geum rivale*, *Caltha palustris*, *Chaerophyllum hirsutum ssp. villarsii*.

Dinamiche e contatti: I boschi ripariali e quelli paludosi sono per loro natura formazioni azonali e lungamente durevoli essendo condizionati dal livello della falda e dagli episodi ciclici di morbida e di magra. Generalmente sono cenosi stabili fino a quando non mutano le condizioni idrologiche delle stazioni sulle quali si sviluppano; in caso di allagamenti più frequenti con permanenze durature di acqua affiorante tendono a regredire verso formazioni erbacee (ciò che non avviene per le ontanete paludose che si sviluppano proprio in condizioni di prolungato alluvionamento); in caso di allagamenti sempre meno frequenti tendono ad evolvere verso cenosi forestali mesofile più stabili. Rispetto alla zonazione trasversale del fiume (lungo una linea perpendicolare all'asse dell'alveo) le ontanete ripariali possono occupare posizione diverse. Nelle zone di montagna si sviluppano direttamente sulle rive dei fiumi, in contatto catenale con le comunità idrofile di alte erbe (habitat 6430 "Bordure planiziali, montane e alpine di megaforbie idrofile") e con la vegetazione di greto dei corsi d'acqua corrente (trattata nei tipi 3220 "Fiumi alpini con vegetazione riparia erbacea", 3230 "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Myricaria germanica*", 3240 "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix elaeagnos*", 3250 "Fiumi mediterranei a flusso permanente con *Glaucium flavum*", 3260 "Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculion fluitantis* e *Callitricho-Batrachion*", 3270 "Fiumi con argini melmosi con vegetazione del *Chenopodion rubri p.p.* e *Bidention p.p.*", 3280 "Fiumi mediterranei a flusso permanente con il *Paspalo-Agrostidion* e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba*", 3290 "Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il *Paspalo-Agrostidion*"). In pianura questi boschi ripariali si trovano normalmente, invece, lungo gli alvei abbandonati all'interno delle pianure alluvionali in contatto catenale con i boschi ripariali di salice e pioppo. Lungo le sponde lacustri o nei tratti fluviali dove minore è la velocità della corrente, i boschi dell'habitat 91E0* sono in contatto catenale con la vegetazione di tipo palustre riferibile agli habitat 3110 "Acque oligotrofe a bassissimo contenuto minerale delle pianure sabbiose (*Littorelletalia uniflorae*), 3120 "Acque oligotrofe a bassissimo contenuto minerale su terreni generalmente sabbiosi del Mediterraneo occidentale con *Isoetes spp.*", 3130 "Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoeto-Nanojuncetea*", 3140 "Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara spp.*", 3150 "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*", 3160 "Laghi e stagni distrofici naturali" e 3170 "Stagni temporanei mediterranei". Verso l'esterno dell'alveo, nelle aree pianeggianti e collinari, i boschi ripariali sono in contatto catenale con diverse cenosi forestali mesofile o termofile rispettivamente delle classi *Querco-Fagetea* e *Quercetea ilicis*, verso cui potrebbero evolvere con il progressivo interrimento. In particolare possono entrare in contatto catenale con i boschi termofili a *Fraxinus oxycarpa* (91B0 "Frassineti termofili a *Fraxinus angustifolia*"), i boschi a dominanza di farnia (habitat 9160 "Querceti di farnia o rovere subatlantici e dell'Europa Centrale del *Carpinion betuli*") e le foreste miste riparie a *Quercus robur* dell'habitat 91F0 "Foreste miste riparie di grandi fiumi a *Quercus robur*, *Ulmus laevis* e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia* (*Ulmion minoris*)". Contatti possono avvenire anche con le praterie dell'habitat 6510 "Praterie magre da fieno a bassa altitudine *Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*". In montagna sono invece in contatto con le praterie dell'habitat 6520 "Praterie montane da fieno" o con le foreste di forra del *Tilio-Acerion* (habitat 9180 "Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del *Tilio-Acerion*"). In stazioni montane

fresche si osserva la normale evoluzione delle alnete di *Alnus incana* verso boschi più ricchi di abete rosso (climax della peccata montana).

Nelle schede del Formulario Standard del SIC IT3210042 non sono indicate PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC, come non sono indicati MAMMIFERI, ANFIBI, RETTILI e INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II Direttiva 92/43/EEC. Le specie elencate si riferiscono esclusivamente agli UCCELLI ed ai PESCI. Di seguito si riportano le tabelle con le specie incluse nell'Allegato II della Direttiva "Habitat" e nell'Allegato I della Direttiva "Uccelli" e ss.mm.ii individuate in Formulario Standard.

Tutela e protezione della componente floro-faunistica

Per quanto riguarda le specie di flora e fauna riportate nel formulario, è stata analizzata la normativa di tutela di riferimento e il livello di pericolo di alcune di queste, così come determinato dall'IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura). Le informazioni ottenute sono riassunte nelle tabelle seguenti.

Dalle Liste Rosse elaborate dall'organizzazione IUCN, recentemente aggiornate (*World Conservation Monitoring Centre 1996. 2003 IUCN Red List of Threatened Species. Consultabili su www.redlist.org*), il WWF Italia ha tratto la "Lista rossa dei vertebrati italiani", a cura di Calvario E., Sarrocco S., (Eds.), 1997 (Rif.: WWF Italia. Settore Diversità Biologica. Serie Ecosistema Italia. DB6).

Nel sito non sono segnalati uccelli a rischio; per contro numerosi pesci presenti nel fiume, non inseriti nel formulario standard, sono oggetto di minaccia come ad esempio:

- Lampetra (o *Lethenteron zanandreae*) (Lampreda padana) categoria di rischio EN (Endangered – Specie minacciata) (la specie non è segnalata nell'ultimo aggiornamento dell'IUCN ma nella guida alla fauna d'interesse comunitario direttiva habitat 92/43/cee che contiene i dati dell'IUCN fino al 2002);
- *Acipenser naccarii* (Storione cobice) categoria di rischio VU (Vulnerable – Vulnerabile);
- *Salmo marmoratus* (Trota marmorata);
- *Alosa fallax* (Cheppia);
- *Rutilus pigus* (Pigo) categoria di rischio DD (Data Deficient – Dati insufficienti);
- *Chondrostoma genei* (Lasca);
- *Barbo plebejus* (Barbo);

Podogobius martensi (Ghiozzo padano) classificati nella categoria LR (Low Risk - Basso rischio).

3.5.4.2 DESCRIZIONE DELL'ECOSISTEMA "AGRICOLO" E "FASCIA BOSCATO-SIEPE"

Una struttura territoriale destinata alla produzione agricola può essere formata da elementi con diversi gradi di stabilità ecologica. Il "campo", destinato alla produzione agricola vera e propria, seminativi a rotazione, colture poliennali, prati permanenti ecc., costituisce un elemento "poco stabile" per diversi motivi:

- 1) l'uomo, nell'interesse di riservare per sé tutto il prodotto ha semplificato al massimo la catena trofica naturale, ed è quindi costretto ad usare "erbicidi e pesticidi" (energie esterne all'ecosistema naturale);
- 2) il ciclo delle coltivazioni è annuale, spezza quindi la "successione naturale" che porterebbe ad uno stadio climax e quindi al massimo della stabilità. Anche questa stabilizzazione (disturbo) avviene mediante l'immissione di energia succedanea.

In sostanza il tipo di territorio formato prevalentemente da campi a coltura poliennale, costituiti essenzialmente da vigneti e frutteti, tipico delle colture specializzate presenti nell'area in esame, vive in quanto l'uomo immette energia esterna (non naturale) in misura eccedente l'energia fornita dal raccolto.

Gli elementi, fasce, siepi, filari di vegetazione naturale e/o naturaliforme costituiscono elementi con maggiore stabilità, e la loro eventuale esistenza all'interno della struttura agricola non è direttamente funzionale alla produzione agricola ma, in senso ecologico, aumentano la stabilità complessiva del sistema.

Costituiscono pertanto elementi di maggior stabilità e rappresentano elementi significativi di biodiversità all'interno della matrice paesistica formata prevalentemente da campi a coltura poliennale, costituiti essenzialmente da vigneti e frutteti. Tra questi tipi fondamentali di elementi componenti si instaura un reciproco rapporto per cui:

- Vegetazione naturale e campo, elementi principali di qualsiasi struttura territoriale non sono elementi separabili in quanto elementi vegetali naturali o naturaliformi.

Tra siepe e campo si instaura un sistema source-sink: è il caso di un mosaico rurale come quello presente nell'area analizzata in cui possono verificarsi certe concentrazioni di uccelli attratti da abbondante cibo nei campi, ma queste popolazioni non possono riprodursi in questi ambienti e, per altro, gli ambienti forestali ove di solito si riproducono sono indisponibili o limitati. La siepe in questo caso funziona da patch source.

Ecologicamente non esiste una linea netta di divisione tra campo ed elementi naturali, sviluppandosi piuttosto una zona ecotonale definibile come zona di transizione tra elementi paesaggistici diversi. Queste zone, come è noto, sviluppano una grande attività biologica e svolgono un ruolo rilevante.

Proprio attraverso le fasce ecotonali si sviluppano, infatti, i maggiori flussi di energia: acqua, spore, semi, animali, ecc. che fluiscono da un elemento all'altro del mosaico ambientale. Relativamente al territorio in questione, le fasce ecotonali risultano essere ridotte in superficie al limite inesistenti poiché gli eventuali elementi naturali, come le siepi delle fasce ripariali, sono costretti ai margini dei campi.

Sebbene l'agro-ecosistema della pianura veronese possieda una sua unitarietà, al suo interno sono distinguibili diversi habitat e/o biotopi quali:

- i campi a coltura annua, caratterizzati dalla presenza prevalente di un'unica specie vegetale, che varia di anno in anno, provocando modifiche, con medesima periodicità, delle altre specie vegetali ("infestanti"), animali (fitofagi e loro utilizzatori) e fungine, con particolare sviluppo di alcune specie di fitofagi e saprofagi. Gli output di materia ed energia sono molto elevati, favoriti anche dalle periodiche lavorazioni dei terreni che, oltre ad eliminare la flora spontanea, provocano l'interramento della sostanza organica e una sua più rapida ossidazione.
- i campi a coltura poliennale, costituiti essenzialmente da vigneti, frutteti, che permangono anche per 10÷30 anni sul medesimo terreno, favorendo quindi l'instaurarsi di biocenosi relativamente più stabili, anche se comunque caratterizzate da una elevata semplificazione e da predominanti influssi antropici.
- le piante arboree isolate o a filari, che hanno caratteristiche simili all'habitat sopra descritto, ma una situazione nettamente più instabile per la limitata estensione e la forte influenza dei biotopi limitrofi.

L'azione umana può modificare, e spesso modifica, gli habitat e i biotopi dell'agroecosistema, trasformandoli l'uno nell'altro attraverso la variazione delle colture, l'impianto o la soppressione della vegetazione arborea e le opere di bonifica, anche a livello aziendale.

È quindi opportuno considerare l'agroecosistema nel suo complesso evitando differenziazioni tra i sottosistemi che assumono solo valore transitorio e comunque non possiedono le necessarie caratteristiche di completezza e stabilità.

Le caratteristiche ecologiche dell'agroecosistema nel territorio esaminato non presentano sostanziali differenze con quelle tipiche degli agroecosistemi che possono realizzarsi in condizioni analoghe. L'agroecosistema è invece completamente diverso dall'ecosistema naturale che dovrebbe essere presente nell'area in esame in assenza di intervento umano.

Poiché l'ecosistema è un insieme di relazioni tra la componente abiotica e quella biotica, il valore della sensibilità ecosistemica, dunque, deriva dalla correlazione dei valori di qualità e vulnerabilità della componente vegetale, della comunità ornitica nidificante e dei fattori abiotici come per esempio la protettività nei confronti della falda acquifera sottostante da parte della componente vegetale dell'ecosistema.

Il valore della sensibilità dell'ecosistema agricolo è stato quindi ipotizzato essere uguale al solo valore della componente faunistico/vegetazionale presente; nel caso specifico quindi BASSO.

3.5.5.

3.5.5. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

La valutazione dell'impatto sulla matrice vegetazione, fauna ed ecosistemi è stata effettuata a partire dal loro stato attuale e tiene conto delle variazioni associate alla realizzazione del progetto qui oggetto di valutazione.

La fase di cantiere non è stata considerata dal momento che tale fase non produce significativi effetti che possano compromettere tale matrice.

La definizione dell'impatto su ogni singola componente deriva principalmente dall'analisi dei fattori di impatto (per es.: occupazione di suolo, asportazione di vegetazione, ingombro spaziale, immissione di inquinanti in acque superficiali, emissione in atmosfera di inquinanti, emissione di rumore e vibrazioni, etc.) e dallo stato della componente espresso in termini di valore di sensibilità all'impatto.

L'area in cui ricade l'impianto di depurazione in esame, risulta localizzata in località Basso Acquar nel Comune di Verona; caratteristica fondamentale dell'area in esame è la vicinanza della medesima al Fiume Adige. Parte di quest'ultimo è classificata come sito d'importanza comunitaria (SIC), censito nel territorio Provinciale di Verona, denominato: "Fiume Adige tra Verona Est e Badia Polesine" (IT3210042).

Tale ambiente rappresenta quello principalmente interessato dal funzionamento del depuratore dal momento che le acque depurate vengono immesse nel fiume Adige e dal momento che la vegetazione associata a tale corpo idrico è quella potenzialmente interessata dagli effetti legati alla realizzazione del progetto.

I caratteri chimico fisici dell'ambiente acquatico sono molto diversi rispetto a quelli dell'ambiente terrestre; basti pensare che la densità dell'acqua è 775 volte maggiore di quella dell'aria, con le intuibili implicazioni sugli adattamenti imposti agli organismi che vi devono vivere.

La radiazione solare vi penetra con difficoltà, causa soprattutto la forte riflessione; la zona fotica si estende dunque solo per qualche decina di metri in profondità, con forte dominanza della luce verde.

L'acqua è sempre ricca di soluti, che condizionano la composizione della biocenosi; la quale, in retroazione, ne modifica la qualità chimica per mezzo dell'assunzione, dell'escrezione e della mineralizzazione. Tra gli elementi disciolti solo l'azoto e il fosforo possono riuscire limitanti per difetto. Il pH è un fattore determinante della qualità dei sistemi acquatici; è pressoché costante nei mari e negli oceani (circa 8), varia invece cospicuamente nei fiumi e nei laghi (da 3 a 10). Tra l'altro, la fotosintesi determina un aumento della concentrazione d'ossigeno e del pH, mentre la respirazione e la decomposizione possono provocare condizioni di anaerobiosi.

I fattori ecologici che maggiormente influiscono sulla variabilità di questo ambiente sono la composizione chimica, la torbidità, la velocità della corrente, la conformazione dell'alveo e la temperatura dell'acqua. Tutti i caratteri del corso d'acqua subiscono cospicui cambiamenti dalla sorgente alla foce, secondo i caratteri del clima delle regioni attraversate, quelli dei suoli e delle rocce incisi dall'alveo; da ciò l'impossibilità di un inquadramento ecologico e biocenotico di valore generale di questo bioma.

In linea generale, l'ambiente fluviale del Fiume Adige è costituito da più ecosistemi interconnessi, tanto più variabili e diversi quanto maggiormente differenziate appaiono le condizioni geomorfologiche, idrauliche e la struttura e l'utilizzo degli ecosistemi terrestri circostanti

Nello specifico, la vegetazione presente nell'area oggetto di studio è ascrivibile alle associazioni del *Salicetum elaeagni* sulle superfici di deposito grossolano calcareo più recente e del *Salicetum albae* sulle alluvioni acquitrinose a sedimenti calcarei misti, sabbioso-ghiaiosi.

- Il *Salicetum elaeagni* è una associazione a fisionomia arbustiva, di macchia, tipica dei letti ghiaiosi, caratterizzati da una forte oscillazione della falda con conseguente aridità estiva. Essa popola in genere il corso superiore dei torrenti e fiumi su letti ghiaiosi o ghiaioso-sabbiosi a falda superficiale, ove si possono verificare periodi di aridità estiva prolungantisi anche per 3-4 mesi, ai quali seguono periodiche

sommersioni. Alla sua formazione concorrono: *Salix elaeagnos*, *Salix daphnoides*, *Salix purpurea*, *Hippophae rhamnoides*.

• Il *Salicetum albae* è una associazione tendenzialmente mesotermofila del Piano Basale, tipica su alluvioni calcaree. Essa tende a costituire formazioni forestali quasi pure, con presenza sporadica nello strato arboreo di *Populus nigra*, *Populus alba*, *Populus canescens*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus oxycarpa*, mentre lo strato arbustivo è costituito da *Salix purpurea*, *Salix elaeagnos*, *Salix daphnoides*, *Salix triandra*.

La vegetazione presente nell'intorno dell'area in esame, risulta caratterizzata, quindi, da un Elevato Indice di Naturalità, che corrisponde ad un elevato grado di sensibilità

Si evidenzia ancora che l'insieme delle compagini in esame si colloca a circa 950 m. dalla perimetrazione del SIC "Fiume Adige tra Verona Est e Badia Polesine" (IT3210042), tuttavia il funzionamento del depuratore ha un'incidenza diretta sul sito dal momento che l'acqua depurata viene immessa all'interno del corpo idrico.

Tutto ciò premesso, i possibili elementi d'impatto su tale ecosistema e sulla flora e fauna ad esso correlati, censiti nell'area in esame, derivati dall'attività in esame, sono riconducibili dunque alla fase di gestione dell'impianto stesso e valutabili in termini di:

1. distruzione della vegetazione di interesse conservazionistico dell'ecosistema presente nell'area di studio;
2. perdita / frammentazione di habitat e di habitat di specie dell'ecosistema presente nell'area di studio;
3. disturbo o danneggiamento della fauna caratteristica dell'ecosistema presente nell'area di studio;

Riunite dunque tutte le informazioni sul progetto riguardante l'impianto di depurazione "Città di Verona" (per maggiori dettagli si rimanda al progetto) qui oggetto di valutazione, analizzate le caratteristiche dell'ecosistema presente nell'area d'insediamento del medesimo, ed alla luce dei risultati delle matrici ambientali precedentemente svolte nel presente studio, si riporta una valutazione degli impatti.

DISTRUZIONE DELLA VEGETAZIONE DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO

STATO ATTUALE

Non è prevista la distruzione della vegetazione di interesse conservazionistico, inoltre non è prevista la perdita / frammentazione di habitat e di habitat di specie presenti all'interno dell'ecosistema in esame, in particolare delle "Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*", "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)" e "Bordure planiziali, di megaforie igrofile". Si evidenzia che in fase di esercizio sono state previste tutte le misure costruttive necessarie ed a norma di legge per scongiurare la possibilità di un'emissione incontrollata del refluo prodotto dall'attività dell'impianto.

In fase di esercizio il depuratore non comporta alcun intervento a carico della vegetazione di interesse conservazionistico dal momento che il ciclo di trattamento delle acque è localizzato in ambienti altamente controllati e impermeabilizzati. Un eventuale rottura dell'impianto infatti non porterebbe alla distruzione di vegetazione di rilevanza naturalistica.

Alla luce dei sopralluoghi vegetazionali effettuati infatti detta vegetazione risulta localizzata avarie centinaia di metri di distanza rispetto al depuratore. In ogni caso si è comunque calcolata la possibilità che l'immissione in Adige di acque contaminate comporti un danno alla vegetazione localizzata a valle dell'impianto.

TABELLA 3.5.5.1: Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Vegetazione.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'impianto stesso) ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità della risorsa è considerata Elevata dal momento che è presente un Sito Natura 2000 che risente direttamente dello scarico del depuratore.	1,00
Estensione (E)	L'estensione dei possibili effetti è legata al trasporto di acqua del corpo idrico, ed è considerato ad Area Vasta.	1,00

Impianto di Depurazione delle Acque Reflue Urbane in Via. B. Avesani, Verona (VR)

Progetto Ambiente di Calcina Luisa & C. S.a.s. - via Valcerea, 3 - 37014 Castelnuovo d. G. (VR)

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

Pericolosità (H)	Le acque di scarico del depuratore non contengono elementi nocivi per la vegetazione.	0,25
Danno (D = L + V + E + H)		3,25
Probabilità (P)	Il depuratore scarica costantemente le acque trattate.	1,00
Rischio (P x D)		3,25
Peso Ponderato K = NI x K ₀	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la conservazione della vegetazione.	- 8,00
Impatto Ambientale IA = R x K	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 26,00

FASE DI CANTIERE

In fase di cantiere non si prevedono interventi a carico della vegetazione dal momento che le cantierizzazioni saranno realizzate all'interno dell'area del depuratore su terreni impermeabilizzati.

STATO DI PROGETTO

In fase di esercizio allo stato di progetto il depuratore comporta gli stessi potenziali effetti rispetto allo stato di fatto, tuttavia i nuovi adeguamenti tecnologici comporteranno una riduzione della carica inquinante nelle acque immesse nel fiume Adige, migliorando la qualità delle acque e quindi gli ambienti ad esse associati. Viene quindi diminuita la pericolosità della risorsa immessa.

TABELLA 3.5.5.2: Applicazione del metodo di Valutazione degli impatti sulla Vegetazione.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'impianto stesso) ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità della risorsa è considerata Elevata dal momento che è presente un Sito Natura 2000 che risente direttamente dello scarico del depuratore.	1,00
Estensione (E)	Considerato il miglioramento qualitativo delle acque di scarico è stato considerato che i possibili effetti sulla vegetazione si possano estendere entro l'ambito locale.	0,75
Pericolosità (H)	Le acque di scarico del depuratore, dopo gli interventi di progetto, non contengono elementi potenzialmente nocivi per la vegetazione.	0,25
Danno (D = L + V + E + H)		3,25
Probabilità (P)	Il depuratore scarica costantemente le acque trattate.	1,00
Rischio (P x D)		3,25
Peso Ponderato K = NI x K ₀	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la conservazione della vegetazione.	- 8,00
Impatto Ambientale IA = R x K	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 24,00

PERDITA E FRAMMENTAZIONE DI HABITAT E DI HABITAT DI SPECIE

STATO ATTUALE

In seguito ai sopralluoghi effettuati nell'area di intervento, non sono stati individuati habitat o habitat di specie che vengano influenzati dalla realizzazione del progetto.

Allo stato attuale il funzionamento del depuratore ha effetti diretti su eventuali habitat e habitat di specie presenti all'interno del sito Natura 2000 Fiume Adige tra Verona est e Badia Polesine posto 950 m ca. a valle dello scarico dell'impianto. Gli habitat presenti all'interno del SIC sono infatti legati alla risorsa idrica che caratterizza il Fiume Adige.

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

Come nel paragrafo precedente di valuta il possibile danno derivante dall'immissione di acqua non conforme ai limiti di legge a monte del Sito Natura 2000.

TABELLA 3.5.5.3: Applicazione del metodo di Valutazione degli impatti relativi alla Perdita e Frammentazione di Habitat e di Habitat di Specie.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'impianto stesso) ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità della risorsa è considerata Elevata dal momento che è presente un Sito Natura 2000 che risente direttamente dello scarico del depuratore.	1,00
Estensione (E)	L'estensione dei possibili effetti è legata al trasporto di acqua del corpo idrico, ed è considerata ad Area Vasta.	1,00
Pericolosità (H)	L'elevato carico delle acque di scarico può essere considerato nocivo per gli habitat e gli habitat di ambiente fluviale di specie acquatiche.	0,50
Danno (D = L + V + E + H)		3,50
Probabilità (P)	Il depuratore scarica costantemente le acque trattate.	1,00
Rischio (P x D)		3,50
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la conservazione degli habitat	-8,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 28,00

FASE DI CANTIERE

In fase di cantiere non si prevedono interventi a carico di habitat e habitat di specie dal momento che le cantierizzazioni saranno realizzate all'interno dell'area del depuratore su terreni impermeabilizzati.

STATO DI PROGETTO

La realizzazione del progetto in esame non comporta alcuna variazione nel livello idrico del fiume Adige, invece produce una alterazione dello stato chimico dei fluidi depurati che vengono immessi nel corpo idrico. I nuovi adeguamenti però comportano un miglioramento del processo di depurazione riducendo i livelli di *Escherichia coli* presenti a fine ciclo e riducendo la potenziale carica inquinante che può compromettere la qualità delle acque del fiume. Si riduce la pericolosità della risorsa immessa nel fiume Adige.

TABELLA 3.5.5.4: Applicazione del metodo di Valutazione degli impatti relativi alla Perdita e Frammentazione di Habitat e di Habitat di Specie.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'impianto stesso) ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità della risorsa è considerata Elevata dal momento che è presente un Sito Natura 2000 che risente direttamente dello scarico del depuratore.	1,00
Estensione (E)	Considerato il miglioramento qualitativo delle acque di scarico è stato considerato che i possibili effetti sugli habitat si possano estendere entro l'ambito locale.	0,75
Pericolosità (H)	Le acque di scarico del depuratore, dopo gli interventi di progetto, non contengono elementi potenzialmente nocivi per gli habitat di ambiente fluviale di specie acquatiche.	0,25
Danno (D = L + V + E + H)		3,25
Probabilità (P)	Il depuratore scarica costantemente le acque trattate.	1,00

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

TABELLA 3.5.5.4: Applicazione del metodo di Valutazione degli impatti relativi alla Perdita e Frammentazione di Habitat e di Habitat di Specie.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
	Rischio ($P \times D$)	3,25
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la conservazione degli habitat	-8,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE ($-30 < I_A \leq 0$)	- 24,00

DISTURBO O DANNEGGIAMENTO DELLA FAUNA CARATTERISTICA

STATO ATTUALE

In riferimento al disturbo o danneggiamento della fauna peculiare al sito in esame, ovvero l'ittiofauna del Fiume Adige (descritta precedentemente), questo risulta intimamente legata alle modifiche idrologiche (sia qualitative che quantitative) in grado di compromettere il sito oggetto di studio. Allo stato di fatto l'impianto di depurazione comporta l'immissione di acque nel fiume Adige non conformi ai limiti normativi imposti dalla normativa vigente. A questo proposito si valuta che dal punto di vista dell'ittiofauna i composti che maggiormente ne possono influenzare lo stato di conservazione sono quantità di componenti batteriologiche oltre la soglia.

In riferimento a ciò si riprende quanto riportato nel capitolo relativo alla qualità delle acque superficiali, secondo cui gli indici LIM-ECO e LIM presentano valutazioni buone nel fiume Adige, e per i quali non si ravvisano condizioni di alterazioni significative nelle componenti chimiche che possano compromettere la vita dell'ittiofauna.

In ogni caso è stato valutato il possibile impatto che il depuratore potrebbe avere sull'ittiofauna in caso di mantenimento delle condizioni attuali.

TABELLA 3.5.5.5: Applicazione del metodo di Valutazione degli impatti relativi al disturbo o danneggiamento della fauna caratteristica.

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'impianto stesso) ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità della risorsa è considerata Elevata dal momento che è presente un Sito Natura 2000 che risente direttamente dello scarico del depuratore.	1,00
Estensione (E)	I possibili effetti sulla fauna caratteristica si possano estendere oltre il chilometro dal punto di scarico.	1,00
Pericolosità (H)	L'elevato carico delle acque di scarico può essere considerato nocivo per l'ittiofauna fluviale.	0,50
	Danno ($D = L + V + E + H$)	3,50
Probabilità (P)	Il depuratore scarica costantemente le acque trattate.	1,00
	Rischio ($P \times D$)	3,50
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità (Bassi indici LIMeco e LIM), ed interessa una risorsa Strategica, quale è la conservazione dell'ittiofauna presente.	-8,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE ($-30 < I_A \leq 0$)	- 28,00

FASE DI CANTIERE

La fase di cantiere non comporta alcuna alterazione sulla qualità delle acque immesse nel fiume Adige, tantomeno comporta una variazione del tirante idrico presente nel fiume. L'impatto è valutato nullo.

STATO DI PROGETTO

Il progetto in esame prevede l'adeguamento tecnologico del depuratore città di Verona mediante la realizzazione delle seguenti unità:

- Grigliatura Acque di Sfiore;
- Defosfatazione Chimica;
- Disinfezione con Acido Peracetico;
- Comparto Biologico Vasca n. 6.

Tali adeguamenti comporteranno indubbi benefici dal punto di vista ambientale dal momento che si rendono necessari al fine di adeguarsi alle normative vigenti: Determinazione provinciale n. 2996 del 28/06/2013 e successiva Determinazione provinciale n. 2621/17 del 23/06/2017, attuale normativa Nazionale (D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.) e Regionale (*Piano di Tutela delle Acque*, art. 6, comma 1a).

Gli interventi in esame comportano una riduzione della quantità di fosforo presente nelle acque di scarico di 1 mg/L, una riduzione di azoto al valore massimo di 10 mg/l e la riduzione di Escherichia coli a valori inferiori a 5.000 UFC/ 1000 ml.

Tali interventi ridurranno il carico inquinante delle acque di scarico e comporteranno quindi un benefico effetto sulla qualità acque del fiume Adige.

TABELLA 3.5.5.6: *Applicazione del metodo di Valutazione degli impatti relativi al disturbo o danneggiamento della fauna caratteristica.*

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'impianto stesso) ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità della risorsa è considerata Elevata dal momento che è presente un Sito Natura 2000 che risente direttamente dello scarico del depuratore.	1,00
Estensione (E)	Considerato il miglioramento qualitativo delle acque di scarico è stato considerato che i possibili effetti sulla fauna caratteristica si possano estendere entro l'ambito locale.	0,75
Pericolosità (H)	Le acque di scarico del depuratore, dopo gli interventi di progetto, non contengono elementi potenzialmente nocivi per gli habitat di ambiente fluviale di specie acquatiche.	0,25
Danno (D = L + V + E + H)		3,25
Probabilità (P)	Il depuratore scarica costantemente le acque trattate.	1,00
Rischio (P x D)		3,50
Peso Ponderato K = NI x K₀	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la conservazione degli habitat	-8,00
Impatto Ambientale IA = R x K	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 24,00

3.6. PAESAGGIO

In Italia le direttive della Convenzione europea per il Paesaggio sono state recepite nel *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio* con il D. Lgs. n. 42 del 2004, che ha assorbito l'intera legislatura precedente in materia, introducendo peraltro due fondamentali innovazioni: i nuovi piani e l'autorizzazione paesaggistica.

Con il D.P.C.M. 12/12/2005 si definiscono inoltre "le finalità, i criteri di redazione, i contenuti della relazione paesaggistica che correde, congiuntamente al progetto d'intervento che si propone di realizzare ed alla relazione di progetto, l'istanza di autorizzazione paesaggistica..".

Una relazione paesaggistica contiene dunque tutti gli elementi necessari alla verifica della compatibilità paesaggistica di un intervento mediante le descrizioni dello stato dei luoghi ante operam e post operam, comparando gli effetti dell'inserimento dell'intervento proposto di cui inoltre si specificano dettagliatamente le caratteristiche.

Un metodo di analisi e lettura scientifica del paesaggio ante operam che evidenzia l'identità del luogo attraverso i caratteri dominanti del contesto. La procedura messa a punto nella trattazione del capitolo si articola nelle seguenti fasi:

- l'individuazione e delimitazione dell'ambito di interferenza paesaggistica;
- l'indagine sui caratteri geometrici (linea, forma, trama), materici (grana, visibilità), colore (tonalità, contrasti);
- ed emergenze che caratterizzano il territorio.

L'analisi del paesaggio è pertanto stata determinata attraverso le seguenti procedure:

- Analisi del Quadro Programmatico: consiste nella verifica dei vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici che insistono su una determinata area;
- *Analisi del Contesto Paesistico* e della relativa incidenza sul grado di naturalità presente nel sistema. Pertanto vengono valutati gli elementi che permettono di caratterizzarne lo stato dei luoghi e le risposte per il controllo e la tutela degli stessi. Vengono conseguentemente evidenziati eventuali punti di particolare sensibilità o criticità, per i quali nella successiva fase di sintesi sarà necessario andare ad individuare le interazioni con i fattori di pressione caratterizzanti le altre componenti ambientali.
- *Analisi di tipo Qualitativo*: viene effettuata attraverso la valutazione degli aspetti paesaggistici, tra i quali la rilevanza per il valore intrinseco delle componenti o caratteri compositivi, qualità visiva, rarità a diverse scale territoriali, tipicità, sacralizzazione storica, artistica, letteraria, importanza come risorsa economica e sociale, fruizione turistica tradizionale, etc. e un esame dell'evoluzione storica del paesaggio, attraverso le condizioni naturali e umane che lo hanno generato, visivo - percettivo fissate sul concetto di percezione visiva intesa come strumento essenziale per individuare gli elementi peculiari che caratterizzano il paesaggio.

3.7.2 VINCOLI AMBIENTALI, ARCHEOLOGICI, ARCHITETTONICI, ARTISTICI E STORICI

L'analisi dei vincoli ambientali con l'inserimento dell'opera è stata effettuata attraverso la consultazione della seguente normativa:

- Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.) della Regione Veneto;
- Piano d'Area Quadrante Europa (P.A.Q.E.) – piano d'area vasta ambito veronese;
- Piano Territoriale Provinciale (P.T.P.C.) della Provincia di Verona;
- Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Verona;
- Piano Regolatore Generale (P.R.G.) del Comune di Verona.

Si riportano di seguito i vincoli che regolamentano il territorio in esame.

P.T.R.C. Il sedime del depuratore *Città di Verona* non risulta inserito all'interno di Aree Naturali Protette né in nessun particolare contesto o ambito individuato dallo strumento di piano analizzato.

La Tavola 7 del P.T.R.C: "*Sistema insediativo*" inserisce l'area d'interesse nei seguenti ambiti:

- area metropolitana (dal 1981);
- polo urbano intermedio di secondo rango.

La Tavola 4 del P.T.R.C. “*Sistema insediativo ed infrastrutturale Storico ed Archeologico*”, non evidenzia ambiti o zone vincolate per l’area in esame.

Il Depuratore ricade all’interno della *Fascia di Ricarica degli Acquiferi* ed in fregio ad un *Ambito Naturalistico di livello Regionale* come l’area limitrofa al corso del Fiume Adige, e viene quindi assoggettato alle prescrizioni e vincoli contenuti negli articoli relativi presenti nelle norme tecniche di attuazione del piano territoriale.

P.A.Q.E. Il P.A.Q.U.E. inserisce la zona del depuratore (Tav 3) negli “*Ambiti di interesse paesistico ambientale*” e nelle vicinanze di “*Paleoalvei*” regolamentati rispettivamente dagli artt. 61 e 63:

Art. 61 - *Ambiti di interesse paesistico-ambientale*. [omissis] In sede di adeguamento sono consentite limitate espansioni degli insediamenti esistenti purché compatibili con i valori ambientali. [omissis] Non è ammessa l’apertura di nuove cave o discariche. E’ fatto salvo in ogni caso quanto già autorizzato alla data di adozione del presente piano.

Articolo 63 - *Paleoalvei*. [omissis] Eventuali interventi edilizi ed urbanistici devono rispettare i segni fisici che indicano la presenza del paleoalveo.

Verso tali ambiti il progetto in esame si può ritenere compatibile essendo il medesimo un adeguamento tecnologico di un insediamento esistente.

Non sono previste interazioni tra il progetto in esame ed i paleoalvei esistenti, in quanto non sarà attuato alcun ampliamento di superficie insediativa degli impianti di trattamento su di essi, poiché l’ampliamento tecnologico previsto si basa sulla prevalentemente sulla redistribuzione dei volumi dell’impianto esistente, che dunque non subirà modifiche dimensionali.

P.T.C.P. Il P.T.C.P. della Provincia di Verona inserisce il depuratore in aree a periodico ristagno idrico. Lo stesso risulta invece esterno alle aree tutelate, a parchi naturali o biotopi di particolare interesse o altre zone di interesse ambientale, storico-culturale o agricolo.

La Tavola 3b “*Carta del Sistema Ambientale*” evidenzia che una parte del depuratore risulta in fregio ad un *Corridoio Ecologico*. Su tali ambiti:

- non è ammessa la realizzazione di nuove edificazioni;
- gli interventi di modificazione di attività produttive potranno interessare solo le attività di tipo artigianale a basso impatto ambientale;
- devono essere attuati interventi di mitigazione degli insediamenti civili e produttivi esistenti, al fine di incrementare la funzionalità ecologica dell’intero territorio di propria competenza;
- il recupero degli edifici esistenti è permesso esclusivamente per finalità legate alla fruizione naturalistica e culturale;
- la riqualificazione delle cave dismesse è ammessa esclusivamente ricorrendo alla creazione di biotopi artificiali (aree umide) mediante la diversificazione della morfologia delle sponde;
- il riuso delle strutture aziendali agricole è consentito esclusivamente per le attività legate alla agricoltura biologica;
- nelle fasce di rispetto stradale e nelle aree di pertinenza fluviale è ammessa esclusivamente l’impianto di siepi continue e di filari alberati al fine di creare una contiguità con il territorio agricolo circostante;
- le aree umide di origine naturale ed antropica dovranno essere destinate al recupero e alla valorizzazione ai fini della fruizione ambientale.

Non sono previste interazioni tra il progetto in esame ed i corridoi ecologici esistenti, in quanto non sarà attuato alcun ampliamento di superficie insediativa degli impianti di

trattamento su di essi , poiché l'adeguamento tecnologico previsto si basa sulla prevalentemente sulla redistribuzione dei volumi dell'impianto esistente, che dunque non subirà modifiche dimensionali significative, con il fine di incrementare il livello delle prestazioni ambientali e di processo.

P.A.T. IL P.A.T. di Verona inserisce il depuratore all'interno degli "Ambiti di urbanizzazione consolidata" (art. 50 delle Norme di Attuazione) e a della "Fascia di Ricarica degli Acquiferi" (art. 32 delle N.d.A.).

L'area risulta in fregio ad Ambiti dei Parchi o per la formazione dei Parchi e delle riserve naturali di interesse comunale (Articolo 59). In particolare: *03 Ambito del Fiume Adige Sud*.

Poiché il progetto di adeguamento tecnologico non comporta ampliamenti areali del sedime del depuratore, la realizzazione delle opere dallo stesso previste non comporta significative interazioni con l'ambito del "Parco Fiume Adige Sud", in quanto le stesse comportano un significativo miglioramento della qualità delle acque dello scarico nel corso d'acqua.

Il P.A.T. inserisce inoltre l'area nell'ATO n. 04: *Città della Trasformazione – VR/Sud*. Nel complesso si tratta di un'area densamente antropizzata: i comparti residenziali (Santa Lucia, Golosine e Borgo Roma) e quello produttivo (ZAI storica) che la caratterizzano presentano caratteri insediativi omogenei tipici delle funzioni ai quali sono adibiti.

P.R.G. La destinazione urbanistica prevedeva inizialmente che l'area in esame fosse divisa in due zone: Z19 "Verde pubblico o sportivo" e Z25 "Zone fieristiche, annonarie e per servizi tecnici". Successivamente, con determinazione della Provincia di Verona n. 3838/04 del 26/06/2004, l'intera area è stata inserita all'interno della zona Z25.

Su tale ambito non sussistono vincoli o limitazioni alla realizzazione delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico del depuratore.

3.7.3 MORFOLOGIA, STRUTTURA STORICA, INSEDIATIVA E INFRASTRUTTURALE

CARATTERI MORFOLOGICI

Il sistema ambientale del Comune di Verona entro cui si sviluppa il nucleo insediativo urbano, si caratterizza per la notevole eterogeneità ecosistemica dovuta alla particolare collocazione geografica ed ad un'escursione altitudinale che va dai 30 m della pianura, agli oltre 600 m della zona pedemontana.

Gli elementi principali di tale sistema sono le dorsali collinari, che orlano la città a nord, il fiume Adige, lungo le cui rive si è sviluppato il centro storico della città, e la pianura a sud del corso del fiume.

Lo storico utilizzo dei fondi a fini agricoli, ha lasciato in gran parte luogo ad una graduale transizione verso la semplice residenza. In conseguenza di ciò, soprattutto nelle porzioni collinare di pertinenza della Valpantena, la lettura del paesaggio soffre, soprattutto verso il fondovalle, di numerosi elementi detrattori: capannoni industriali, insediamenti zootecnici, nuclei insediativi residenziali.

Molto spesso l'antropizzazione non rispetta le morfologie e le vocazioni del territorio, conferendo all'insieme connotati di disordine urbanistico.

L'Adige, altro elemento forte del paesaggio, sia nel tratto urbano che extraurbano, condiziona fortemente le forme del territorio, sia con il suo attuale sviluppo, sia grazie ai suoi antichi percorsi che hanno lasciato traccia di sé con paleovalvei e terrazzamenti fluviali. Di questi ultimi il più notevole è quello che si sviluppa a valle della città, da San Michele ed alla cui base affiorano acque di risorgiva.

L'ambito pianiziale, costituito per lo più dalle alluvioni del grande conoide atesino, è quello che maggiormente ha sofferto delle trasformazioni antropiche e, di conseguenza, quello che in minor misura presenta connotati di pregio ed originali. Vi si è diffusa la maggior parte delle attività produttive locali, sia agricole, sia estrattive, sia industriali, favorite dalla conformazione geografica e dall'accessibilità dei luoghi.

Gli elementi del paesaggio che conservano legami con le originarie fisionomie coincidono con quelli che hanno valore naturalistico e precedentemente descritti: gli ambiti di risorgiva e la rete di corsi d'acqua che da esse origina. Da tali ambiti residuali occorre partire, per procedere alla riqualificazione del contesto, includendo aree produttive abbandonate come quelle estrattive esaurite, che potranno in tal modo acquisire nuove funzioni di miglioramento ambientale.

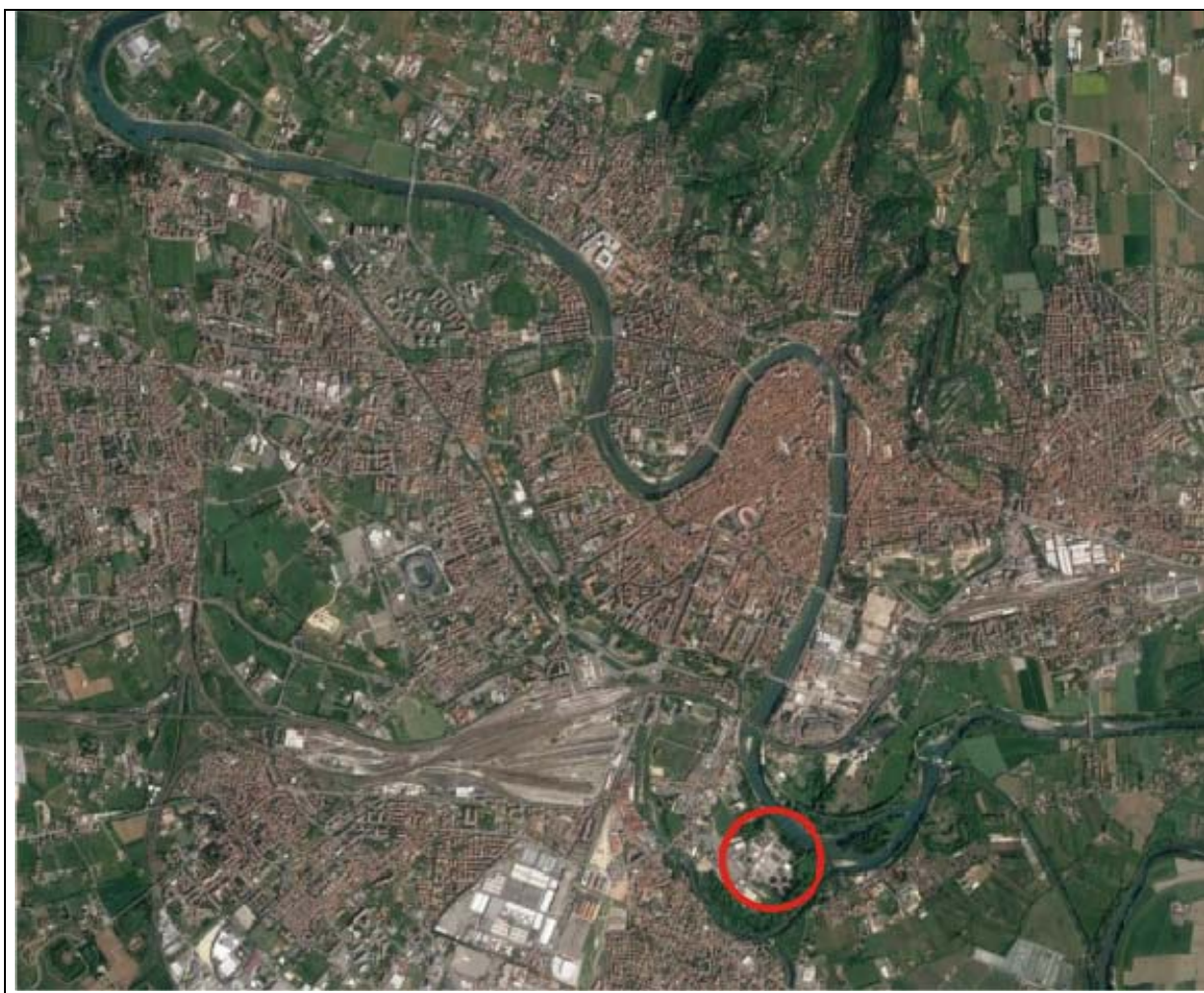


FIGURA 3.7.3.1: Foto aerea della città di Verona (fonte: Google Earth Pro), con evidenziata l'area in esame.

CARATTERI STORICI

Il nucleo urbano di Verona ha origini antichissime ove il primo insediamento organizzato è di epoca romana. Racchiusa nell'ansa del fiume Adige, la città, sorge intorno alla metà del I secolo a.C. sulla riva destra dell'Adige, protetta e quasi circondata dal fiume su tre lati (Nord-Ovest-Est) e chiusa a

Sud dalle mura. A Nord, oltre l'ansa del fiume, è inoltre protetta dalla collina e in epoca medioevale- scaligera fu ulteriormente difesa dalla cortina di mura che termina a Castel San Felice.

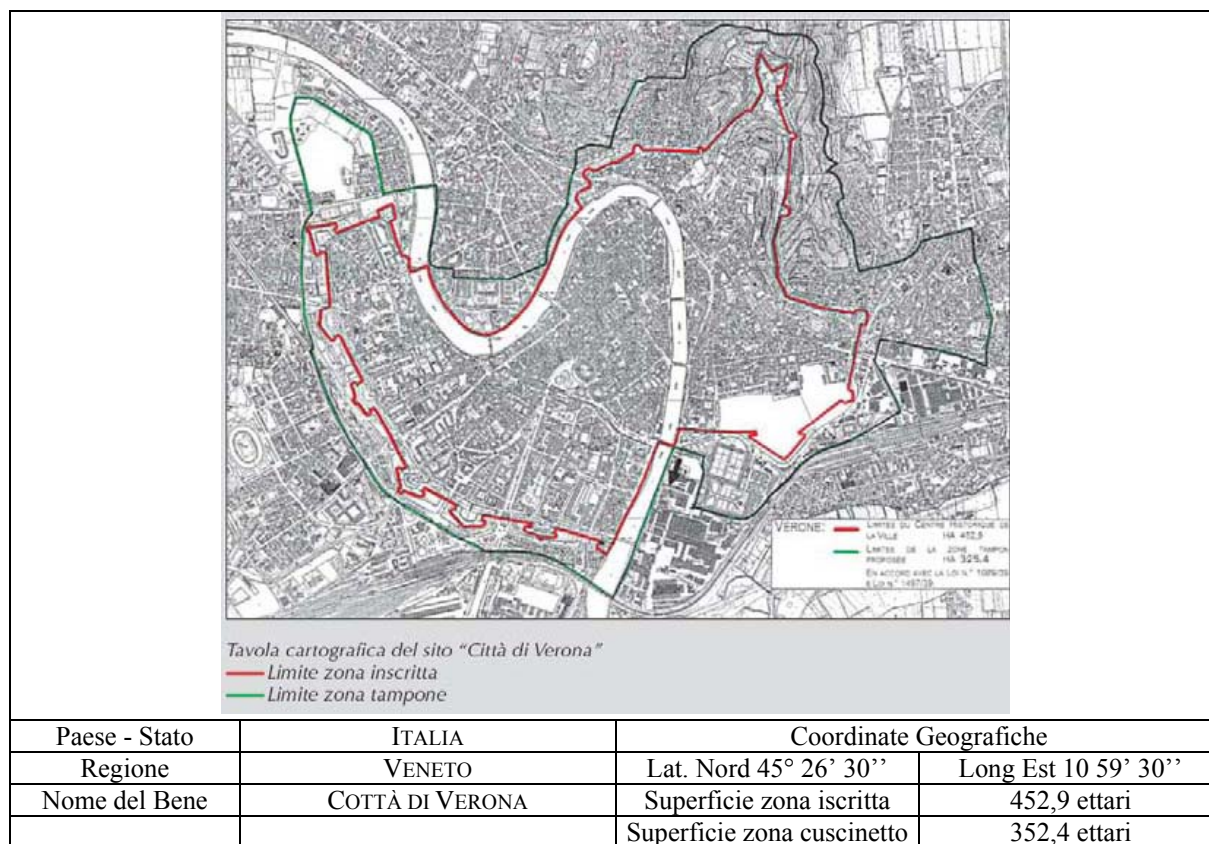


FIGURA 3.7.3.2: Carta dell'UNESCO.

L'espansione è avvenuta forzatamente fuori dal perimetro antico della città, verso la pianura, lasciando pressoché intatta la sua configurazione originaria.

In tale quadro il tessuto urbano mantiene, pur nella notevole pregressa espansione, una sua organicità anche nei quartieri periferici. Eccezione è costituita dal comprensorio di "Verona Sud" formato dai quartieri posti ai lati delle ZAI storica: Santa Lucia e Borgo Roma, che soffrono di diffuse situazioni di degrado e di scarsa identità storica. L'area è inserita all'interno di un comparto produttivo della Città di Verona.

La prima edificazione del settore produttivo avviene invece nei primi anni del secolo scorso, quando, per la posizione privilegiata data la vicinanza ai nuovi impianti della stazione ferroviaria di Porta Nuova, sorgono i Magazzini Generali e la Manifattura Tabacchi.

Nel primo dopoguerra è stata istituita, con Dgl 579/48, la Zona Agricolo-Industriale, cui seguono i trasferimenti dal centro, della Fiera, Foro Boario e Macello.

I successivi PRG del 1957 e del 1975 hanno stabilito definitivamente la direttrice di sviluppo produttivo della città nella zona sud.

Negli ultimi decenni la principale destinazione funzionale prevalentemente produttiva è stata parzialmente sostituita da attività commerciali e di servizio.

BENI STORICI E CULTURALI

Il 30 novembre 2000 la XXIV Assemblea Plenaria del World Heritage Committee (W.H.C.) iscrive Verona nella World Heritage List (W.H.L) con la denominazione "City of Verona" (Città di Verona) e la seguente motivazione:

“La storica città di Verona, fondata nel I secolo a.C., ha conosciuto periodi d’espansione nel XIII e XIV secolo sotto il dominio della famiglia degli Scaligeri e dal XV al XVII secolo sotto la Repubblica di Venezia. Costituisce, inoltre, un eccezionale esempio di piazzaforte. Verona ha conservato un notevole numero di monumenti antichi, di epoca medioevale e del Rinascimento. E’ una città di cultura e di arte”.

Il centro storico di Verona è stato iscritto nella Lista del Patrimonio Mondiale UNESCO sulla base dei seguenti criteri:

- Criterio (ii): Per la sua struttura urbana e per la sua architettura, Verona è uno splendido esempio di città che si è sviluppata progressivamente e ininterrottamente durante duemila anni, integrando elementi artistici di altissima qualità dei diversi periodi che si sono succeduti;
- Criterio (iv): Verona rappresenta in modo eccezionale il concetto della città fortificata in più tappe caratteristico della storia europea.

I beni storici e culturali della città di Verona sono innumerevoli, e sarebbero pagine e pagine per elencarli e descriverli tutti.

A titolo esemplificativo, ma assolutamente non esaustivo, basta citare alcuni monumenti, suddividendoli per periodo.

EPOCA ROMANA

Grazie a Cesare Verona ottenne, nel 49 a.C., la cittadinanza romana e, tramite la *Lex Roscia*, le venne attribuito il rango di *municipium* e concesso un agro di ben 3.700 km²: il municipio poté quindi fregiarsi del nome di *Res Publica Veronensium*.

Durante il periodo repubblicano Verona si sviluppò e la sua economia crebbe: in questo periodo la città, ormai spostata nell'ansa dell'Adige, cominciò a ingrandirsi e ammodernarsi. Durante il periodo imperiale la città divenne un nodo strategico ancora più importante, poiché fu utilizzata come base temporanea per le legioni. Sotto l'imperatore Vespasiano la città raggiunse l'apice della ricchezza e dello splendore: l'ultima grande opera, nel I secolo, fu l'Arena, costruita poiché la città, che aveva ormai superato i 25.000 abitanti, aveva bisogno di un grande edificio per permettere a tutti gli abitanti di assistere agli spettacoli. Altre testimonianze architettoniche più significative che testimoniano questo periodo sono il Teatro Romano, l'arco dei Gavi, la basilica di San Zeno. Diffuse testimonianze dell'epoca romana si rinvengono in quasi tutti i quartieri del centro storico cittadini, e buona parte rimangono nascoste dai sedimenti che le diverse fasi di demolizione e ricostruzione della città hanno ricoperto.

Verona si trovò poi investita anche dalle invasioni barbariche, essendo il primo baluardo dell'Italia alle discese dal nord Europa. Per questo l'imperatore *Gallieno*, nel 265, fece allargare le mura della città fino a includervi l'Arena, fortificandola in soli sette mesi.

MEDIO EVO

Sotto Teodorico il Grande Verona divenne un centro militare di primaria importanza e fu la sede preferita del re: Teodorico restituì alla città il suo antico splendore e rialzò le mura semidistrutte dalle precedenti incursioni barbariche. Successivamente i Longobardi interruppero il breve dominio bizantino (ripristinato in seguito alla sconfitta degli Ostrogoti nella Guerra gotica) sulla città, che fu capitale d'Italia sino al 571, quando la sede della corte longobarda fu spostata a Pavia. Verona rimase comunque capitale di un importante ducato longobardo e una delle principali città della Langobardia Maior accanto a Milano, Cividale e Pavia. A Verona il 15 maggio 589 fu celebrato il matrimonio tra Autari, re dei Longobardi, e la cattolica Teodolinda, figlia del Duca dei Bavari.

Il dominio dei Longobardi su Verona e gran parte dell'Italia durò ancora per quasi due secoli, fino alla caduta dei Franchi. E proprio a Verona, nel 774, Carlo Magno venne a capo dell'ultima resistenza dei Longobardi, guidata dal figlio di Desiderio, Adelchi: il principe cercò rifugio all'interno della città, prima di essere costretto alla fuga, segnando la fine del Regno longobardo. Alla caduta dei Longobardi corrispose la nascita dell'Impero carolingio con l'incoronazione di Carlo Magno (800); questi assegnò al figlio Pipino la parte longobarda dell'Impero. La città fu spesso meta degli imperatori carolingi, che vi soggiornarono anche per lunghi periodi, e ospitò numerose diete.

Negli anni successivi al 1000 l'Italia settentrionale fu sconvolta da numerose guerre, ma Verona rimase sempre fedele agli imperatori del Sacro Romano Impero durante tutta la lunga lotta per le investiture con il Papato. La nascita del Comune si ebbe nel 1136 con l'elezione dei primi consoli, mentre andavano delineandosi due partiti che in seguito sarebbero stati chiamati dei guelfi e dei ghibellini. Verona fu in un primo tempo particolarmente colpita dalla lotta tra queste due fazioni, anche perché nel contado si trovavano le maggiori forze del partito guelfo (con massimi esponenti i conti di Sambonifacio), mentre la città era prevalentemente ghibellina (tra i maggiori esponenti i Montecchi, resi famosi dal dramma Romeo e Giulietta di Shakespeare).

Verona fu anche sede papale per cinque anni. Papa Lucio III nel 1181 stabilì in città la Curia Pontificia e alla sua morte, nel 1185, venne sepolto nel coro del Duomo. Nel Conclave che si tenne a Verona nello stesso anno fu eletto Papa Urbano III. Urbano era risoluto a scomunicare l'imperatore Federico Barbarossa ma i veronesi, temendo ritorsioni da parte di Federico, protestarono contro un tale procedimento preso all'interno delle loro mura al punto che Urbano, nel 1186, decise di trasferirsi insieme alla Curia a Ferrara, dove morì pochi mesi dopo.

Le continue dispute tra le fazioni avverse vennero infine a cessare nel 1223, quando Ezzelino III da Romano ottenne il potere su Verona. All'inizio la reggenza ezzeliniana fu pacifica, ma, dopo voci insistenti di un attacco guelfo, egli fece imprigionare numerosi esponenti guelfi della città e riuscì ad ottenere il titolo di "vicario imperiale in Italia": da quel momento iniziò un lungo periodo di battaglie e di saccheggi di città e castelli guelfi, che cercavano di tenergli testa. Lo stesso imperatore Federico II, che gli concesse il vicariato, cominciò a preoccuparsi della prepotenza di Ezzelino III, ma questi continuò nell'opera di espansione territoriale, e perfino papa Alessandro IV promosse una crociata contro Ezzelino, che infine venne catturato, e morì poco dopo. Alla sua morte Verona fu l'unica città sotto il suo dominio a non finire in mano ai guelfi.

A Verona infatti la fazione ghibellina mantenne il potere e, con Mastino I della Scala, la città passò in forma non traumatica da Comune a Signoria. Fu in particolare con Cangrande I della Scala, signore illuminato e rispettato, che la città riscoprì un nuovo periodo di splendore e importanza, tanto che Dante dedicò a lui l'intera cantica del Paradiso nella Divina Commedia. Il suo potere si estese su buona parte dell'Italia settentrionale: divenne signore di Verona, Vicenza, Montagnana, Padova, Belluno, Feltre, Monselice, Bassano, Treviso, oltre che vicario imperiale di Mantova e capo della fazione ghibellina in Italia. La Signoria Scaligera, ormai padrona di tutto il Veneto di terraferma, preoccupava molto Venezia, però la politica espansionistica di Verona verso est fu interrotta dalla improvvisa morte di Cangrande a soli 38 anni, pochi giorni dopo la conquista di Treviso, secondo la tradizione a causa di una congestione presa bevendo da una fonte fredda in occasione della conquista di Treviso, mentre un'autopsia del 2004 ha individuato nella salma pesanti tracce di veleno. La prematura e inaspettata morte di Cangrande della Scala lasciò la Signoria senza discendenti diretti e il potere venne preso dal nipote Mastino II della Scala, che, con l'acquisizione di Lucca, allargò la signoria fino sul Mar Tirreno. Tale espansione territoriale preoccupò gli stati confinanti e provocò la formazione di una lega promossa dalla Repubblica di Venezia a cui aderirono Visconti, Carraresi, Estensi e Gonzaga, contro i quali l'esercito veronese combatté due grandi battaglie prima della resa definitiva.

La Signoria scaligera subì quindi un ridimensionamento territoriale e venne indebolita da discordie fra le famiglie influenti. Essa venne infine occupata dai Visconti. Il dominio visconteo fu rigido ma di breve durata, finché, approfittando della morte di Gian Galeazzo Visconti, Francesco II da Carrara, con l'aiuto di fuoriusciti scaligeri tra cui Guglielmo della Scala, entrò in città nella notte tra il 7 e l'8 aprile 1404. Pochi giorni dopo, il 17 aprile, Guglielmo della Scala morì in circostanze non chiarite e Francesco II da Carrara il 24 maggio 1404 si proclamò Signore di Verona. Venezia approfittò del malcontento dei veronesi e dei disordini che continuavano dentro la città, così il suo esercito, aiutato in parte anche dalla cittadinanza, il 22 giugno 1405, riuscì a entrare in città e a chiudere la breve parentesi Carrarese.

L'alto medioevo ha lasciato a Verona pochi ricordi, a causa del devastante terremoto del 3 gennaio 1117 che ebbe come epicentro proprio il veronese, e vide la città fortemente danneggiata. A causa del terremoto crollò addirittura parte dell'anello esterno dell'Arena, lasciandone in piedi solo una porzione, che fu danneggiata ulteriormente in un successivo terremoto nel 1183, creando così l'attuale suggestiva forma dell'Arena con la sua "ala". Inoltre molti palazzi e quasi tutte le chiese, i monasteri e i monumenti vennero seriamente danneggiati, se non distrutti: questo fatto ha lasciato lo spazio per una forte diffusione del romanico come stile della ricostruzione.

I principali monumenti sono dunque databili successivamente al XII secolo. In particolare questo periodo vide un grande sviluppo di edifici di culto, il più famoso dei quali è forse la basilica di San Zeno, considerata uno dei capolavori del romanico in Italia, e legata all'omonima abbazia, di cui rimangono la torre e alcuni chiostri. Importante è anche il Duomo, il cui nome sarebbe più propriamente cattedrale di Santa Maria Matricolare, nato dalle ceneri di due chiese paleocristiane crollate per colpa del terremoto.

Quello scaligero è stato un periodo positivo per Verona sotto il profilo urbanistico: esso infatti ha visto la costruzione di molti edifici e monumenti tutt'oggi visibili. Il centro storico (in particolare piazza Erbe, piazza dei signori e piazza San Zeno) presenta edifici nati durante la Signoria, come il palazzo del Podestà, che venne abitato certamente da Alberto I della Scala, e fu probabilmente adibito a dimora dei signori della città. Nel palazzo trovarono ospitalità anche molti uomini illustri, tra cui spiccano personalità di primo piano come Dante e Giotto, che durante il suo soggiorno eseguì, secondo Giorgio Vasari, alcuni ritratti di Cangrande I, che però sono andati perduti. Altro importante palazzo scaligero è il palazzo di Cansignorio, la cui costruzione venne decisa da Cansignorio, terminato probabilmente nel 1363. Questo edificio originariamente era un palazzo-fortezza, dotato di tre grandi torri agli angoli del fabbricato. In alcuni scritti è chiamato anche Palazzo Grande, proprio per la sua imponenza. Del palazzo originario rimane un solo torrione, risistemato durante i lavori del 1882, mentre il resto dell'edificio risale al XVI secolo.

Importantissimo fu il sistema difensivo costruito dagli Scaligeri, che faceva perno su Castelvecchio, fatto costruire da Cangrande II della Scala insieme al ponte Scaligero. Il castello venne costruito tra il 1354 e il 1376, e concepito non tanto per la difesa della città da nemici, ma come difesa verso i cittadini stessi; infatti il ponte Scaligero originariamente aveva la funzione di facilitare un'eventuale fuga del signore verso la Germania, dove regnava il genero di Cangrande II, Ludovico il Bavaro. Il ponte Scaligero venne costruito nell'arco di tre anni, tra il 1354 e il 1356, e la sua robustezza gli consentì di passare indenne cinque secoli di storia, fino alla notte del 24 aprile 1945, quando, alla fine della seconda guerra mondiale, i tedeschi, per coprire la ritirata, fecero saltare tutti i ponti di Verona. La sua robustezza è dovuta all'ampiezza delle arcate e alla mole dei piloni, studiati in modo da resistere alla diversa forza d'urto dell'Adige nei vari punti dell'ansa: infatti verso Castelvecchio, dove passa la maggior mole d'acqua, l'arcata è più lunga rispetto alle altre due, e i piloni sono più grossi.

EPOCA MODERNA

Il 24 giugno 1405 vi fu la dedizione di Verona a Venezia, sotto cui la città godette di un lungo periodo di pace che si perpetuò sino al 1509, quando la Repubblica Veneta venne attaccata dalle potenze della lega di Cambrai.

Conclusasi la guerra della Santa Alleanza, ricominciò per Verona un nuovo periodo di pace che sarebbe finito non per la guerra, ma per una malattia devastante: la peste, portata in Italia nel 1630 da soldati tedeschi. La città era piena di corpi che venivano bruciati o gettati nell'Adige per mancanza di spazio. Per la città fu un vero disastro: basti pensare che nel 1626 erano stati censiti 53.333 abitanti, che si erano ridotti a 20.738 alla fine del contagio: morì dunque ben più della metà della popolazione. Il numero di abitanti tornò a un livello simile solo alla fine del Settecento (nel 1793 erano 49.000).

Il XVI secolo vide comunque un rifiorire dell'economia e la costruzione di chiese e di palazzi importanti. In questo periodo di rinascita artistica e culturale nacque anche la famosa tecnica dei concerti di campane alla veronese, oltre a decine di accademie che determinarono un fiorire di attività culturali di dimensione europea.

In particolare, protagonista assoluto del XVI secolo fu l'architetto veronese Michele Sanmicheli, che abbellì Verona di numerosi palazzi, e venne scelto dalla Serenissima per la costruzione delle porte d'ingresso alla città. Porta Nuova è un esempio dello stile sanmicheliano: eretta tra il 1535 e il 1540, la sua posizione andava a generare l'importante corso Porta Nuova, che si conclude ai portoni della Bra. Le due facciate sono costruite in ordine dorico: quella verso la città in tufo, mentre la facciata rivolta verso la campagna in pietra bianca. La porta è importante anche storicamente perché durante una serie di rivolte, dette Pasque Veronesi, contro le guarnigioni napoleoniche, rimasero intrappolati all'interno circa duecento soldati francesi, che avevano cercato di difendere la porta.

Ci fu successivamente anche la costruzione di porta Palio, tra il 1542 e il 1557, che, nonostante la minore importanza rispetto porta Nuova, appare più interessante sotto il profilo culturale e artistico: di pianta rettangolare, verso l'esterno presenta tre archi con colonne doriche, all'interno cinque archi, ognuno munito di due colonne. La facciata esterna riprende schemi compositivi desunti dal teatro romano di Verona.

Vi è poi Porta San Zeno, conclusa nel 1542, la cui facciata Sanmicheli ha interpretato come un arco di trionfo, con colonne di ordine ionico, e molte decorazioni (come medaglie, stemmi e fregi). In questo caso come materiale sono stati utilizzati, oltre a pietra bianca, anche mattoni rossi, molto utilizzati soprattutto negli edifici scaligeri.

Nel maggio del 1796, durante la Campagna d'Italia, gli austriaci vennero sconfitti in Piemonte dal generale Napoleone Bonaparte, e dovettero darsi a una precipitosa ritirata sino al Trentino, mentre Napoleone e le idee rivoluzionarie francesi andavano a sconvolgere la tranquillità dei veronesi: gli austriaci in ritirata infatti occuparono Peschiera, violando la neutralità veneta, e Napoleone ne approfittò per occupare a sua volta Peschiera e per entrare successivamente a Verona.

Nel 1797 Napoleone, con il Trattato di Campoformio, cedette la città agli austriaci, dopo che la stessa aveva tentato una coraggiosa rivolta antifrancese, le Pasque Veronesi, durante la quale i veronesi mostrarono il loro valore contrastando le incursioni di pattuglie francesi e sopportando il cannoneggiamento della città, che non riuscì però a resistere all'assedio di 15.000 soldati. Col successivo Trattato di Lunéville Verona venne divisa in due lungo il corso dell'Adige: la parte destra ai francesi, la sinistra (che i francesi chiamarono dispregiativamente Veronette, da cui il nome Veronetta) agli austriaci, e così rimase fino al 1805 quando questi ultimi cedettero l'intero Veneto alla Francia. Con il Congresso di Vienna del 1815 Verona passò stabilmente in mano austriaca e lo resterà fino al 1866, diventando il vertice strategicamente più importante del Quadrilatero, area di maggiore importanza militare nella strategia asburgica, il quale doveva

fungere da cuscinetto contro gli assalti dei Piemontesi, che miravano alla conquista del Lombardo-Veneto austriaco.

Verona fu sotto servitù militare per tutto il periodo in cui vi fu la dominazione austriaca, per cui lo sviluppo edilizio privato fu scarso, a fronte però di un grande sviluppo delle strutture militari. In particolare furono ricostruiti e potenziati tutti i bastioni (che erano stati semidistrutti dai francesi) e venne creata ex novo un'impenetrabile rete di forti, in particolare a ovest della città (rivolti verso il crescente stato sabauda) e sul colle San Pietro.

Uno degli edifici che può riassumere il pensiero architettonico asburgico è l'arsenale Franz Josef I, gigantesco complesso militare, con un perimetro di 392 metri per 176 metri, e munito di numerose torri di guardia; composto da nove edifici, sul lato maggiore si trova l'edificio di comando, internamente si trovano tre isolati destinati agli uffici amministrativi e progettuali, e ai loro lati trovano posto magazzini e scuderie. L'arsenale si ispira all'architettura tedesca, ma anche allo stile neogotico, stili fino ad allora lontani alla realtà veronese, tanto che vennero utilizzati in parte mattoni rossi nella costruzione, materiale molto utilizzato nell'epoca scaligera, in modo da non allontanare troppo lo stile architettonico da quello cittadino.

Simile all'arsenale nell'architettura è il Castel San Pietro, una caserma ispirata in parte ai castelli tedeschi. Nell'edificio erano presenti le camerate per l'esercito, alloggi e uffici per gli ufficiali, depositi e officine. Il piazzale davanti a Castel San Pietro poteva essere utilizzato dall'artiglieria per colpire la città dall'alto in caso di guerra (o rivolta).

Due palazzi importanti, costruiti inizialmente a uso civile e per chiudere piazza Bra, anche se poi utilizzati dall'esercito asburgico, sono il palazzo della Gran Guardia e palazzo Barbieri, originariamente chiamato Palazzo della Gran Guardia Nuova. La costruzione del palazzo della Gran Guardia è stata molto lunga e travagliata, iniziata già nel XVII secolo. Nel 1848 i lavori erano ancora in corso, e furono fermati perché l'edificio venne utilizzato dall'esercito austriaco durante la prima guerra d'indipendenza. La Gran Guardia fu finalmente conclusa nel 1853. Grazie alla sua mole e alla sua forma è riuscita a tenere testa all'Arena, che si trova a poche decine di metri di distanza, oltre i giardini di piazza Bra. Palazzo Barbieri è un edificio in stile neoclassico progettato dall'ingegnere Giuseppe Barbieri; la sua costruzione iniziò nel 1836 e venne portata a termine nel 1848. Durante l'occupazione austriaca il palazzo fu adibito prevalentemente a usi bellici e solo dopo l'unione del Veneto al Regno d'Italia si scelse, per la sua importanza e la sua centralità, di destinarlo a sede degli uffici comunali.

La storia di Verona italiana ebbe inizio il 16 ottobre 1866 con la conquista del Veneto da parte dei Savoia a seguito della terza guerra di indipendenza: di qui in avanti la città passò un periodo di relativa tranquillità, turbato però da una crisi economica che durò fin dopo la seconda guerra mondiale e che ebbe come principale conseguenza l'emigrazione di centinaia di migliaia di veronesi. Nel 1882 Verona fu colpita da una tremenda alluvione, e l'Adige allagò buona parte della città, così, negli anni successivi, per proteggere la città da altre piene, vennero edificati i cosiddetti muraglioni, e la città dovette così rinunciare a uno dei suoi aspetti più caratteristici, di "città che viveva sull'acqua".

Durissima fu la parentesi della seconda guerra mondiale, durante la quale fu una delle città più colpite dai bombardamenti, con 11.627 vani completamente distrutti e 8.347 gravemente danneggiati. Dopo la caduta del fascismo Verona, sede di cinque ministeri e di importanti comandi tedeschi, era infatti diventata centro nevralgico della Repubblica Sociale Italiana. Il processo di Verona, intentato contro Galeazzo Ciano e altri gerarchi fascisti, accusati di aver tramato con Badoglio per far arrestare Mussolini, decretò la loro esecuzione sommaria nel poligono di forte Procolo, non lontano dalle rive dell'Adige.

CONCLUSIONI

La città di Verona racchiude innumerevoli tracce storico culturali, tanto che, nel 2000 è stata iscritta nella world Heritage List (W.H.L.) dell'UNESCO.

L'area in esame, situata esternamente al nucleo urbano storico, non presenta alcun tipo di traccia, e pertanto, dal punto di vista storico e culturale, presenta uno scarso valore.

3.7.4 DINAMICHE PAESAGGISTICHE E STRUMENTI URBANISTICI

L'individuazione delle componenti strutturanti, caratterizzanti e qualificanti di un territorio comporta l'identificazione e la rappresentazione delle componenti fisiche, naturali e antropiche su esso. È stata condotta una valutazione partendo dalla verifica dello stato attuale dei luoghi, mediante sopralluoghi e successivamente attraverso l'analisi delle indicazioni redatte per l'area in esame dagli strumenti urbanistici

L'area di progetto è individuata dal P.A.T. di Verona come area che ospita Impianti di Depurazione (art. 20 del P.A.T).

Inoltre rientra all'interno delle aree di ricarica degli acquiferi (art. 3.2 PAT), *aree a rischio idraulico nel Bacino dell'Adige* in riferimento ai P.A.I.

Interessa per una minima parte il Vincolo Paesaggistico D. Lgs 42/2004 – *Corsi d'acqua e Zone Boscate* (art. 4).



FIGURA 3.7.4.1: Stralcio della Tavola dei Vincoli – PATI del Comune di Verona.

3.7.5 UNITÀ DI PAESAGGIO

Per la definizione degli obiettivi locali e la precisazione delle conseguenti scelte progettuali di carattere strutturale e strategico, il P.A.T. suddivide il territorio comunale in ambiti geografici definiti sulla base degli specifici caratteri ambientali, insediativi e funzionali, denominati Ambiti Territoriali Omogenei (A.T.O.). La disciplina di ciascun A.T.O. fa riferimento alle relative risorse culturali, naturali, paesaggistiche, agricole, insediative, funzionali e produttive del territorio.

La metodologia usata per l'individuazione delle ATO è stata, in primo esame, quella dell'analisi dei tessuti urbani in funzione della loro complessità ed articolazione.

Successivamente gli ambiti determinati sono stati adattati con le indicazioni che parallelamente venivano dalla VAS. Le zone sono perciò definite in funzione di un'organizzazione urbanistico/edilizia la cui omogeneità è la risultante di più processi, fra cui la formazione storica e le sue successive fasi di trasformazione, il rapporto tra la tipologia edilizia e il lotto edificato, il rapporto dimensionale e formale fra spazi pubblici e privati, la prevalenza di una o più funzioni urbanistiche significative.

Il progetto per ampliamento ricade nell'Ambito territoriale A.T.O. n. 4: "Città della trasformazione - VR sud". E' costituito dalla vasta area, quasi interamente urbanizzata, che si sviluppa a Sud Ovest di Verona su una superficie di 13.719.580 mq.

Questa è delimitata a nord dal parco ferroviario di Porta Nuova e dall'ansa del fiume Adige in corrispondenza dell'isola del Pestrino, ad ovest dalla linea ferroviaria Verona - Bologna, a sud dall'Autostrada A4 Milano - Venezia, mentre ad est i margini sono meno riconoscibili dal punto di vista morfologico, ma, di fatto, si attestano sull'asta di Via Palazzina.

Al suo interno comprende due comparti chiaramente distinti, quello centrale della ZAI storica, a funzione prevalentemente produttiva, e quello formato dai quartieri di Santa Lucia, Golosine e Borgo Roma, a forte valenza residenziale, facente parte della città esterna.



FIGURA 3.7.5.1: localizzazione area di progetto all'interno dell'ATO n. 04 del PAT di Verona.

La maggior parte del territorio dell'ATO n. 04 è inserita nella fascia dell'alta pianura veronese caratterizzata da un substrato prevalentemente ghiaioso che ospita, a partire dalla profondità di qualche decina di metri dalla superficie, una potente falda libera.

La porzione nord - orientale dell'ATO n. 04 ricade all'interno della piana di divagazione a meandri dell'Adige, in corrispondenza della quale la topografia locale si deprime (anche i toponimi ne sono influenzati: è la zona di Basso Acquar) e ancora evidenti sono i paleoalvei e gli alvei parzialmente abbandonati dell'Adige, ai quali si sovrappone il sistema dei canali artificiali (Camuzzoni, Milani e del Consorzio dell'Alto Agro Veronese).

Il fiume Adige, dopo aver attraversato la città entro imponenti argini artificiali, scorre qui entro sponde parzialmente naturali che rappresentano, in caso di piena, il primo punto di rotta a valle della città: l'area infatti è contrassegnata da un rischio idraulico classificato, dalla competente Autorità di Bacino, da moderato a molto elevato.

Nel complesso l'area in esame è densamente antropizzata, con residue porzioni rurali interstiziali o sfrangiate verso sud - est; la presenza nella zona sud dell'ATO n. 04 del Forte Azzano e dei resti del Forte Tomba consentono di dare completezza al sistema dell'"anello verde" della città delle aree di ammortizzazione e, nel frattempo, tutelare e valorizzare i manufatti di architettura militare. I comparti residenziali (Santa Lucia, Golosine e Borgo Roma) e produttivo (ZAI storica) che la caratterizzano presentano caratteri insediativi omogenei tipici delle funzioni ai quali sono adibiti.

TABELLA 3.7.5.1: Sintesi ATO n. 04 "Città della Trasformazione - VR Sud".

Comparto Produttivo	All'interno dell'ATO n. 4 sono presenti: il depuratore dei reflui urbani "Città di Verona", al cui interno è ubicata una centrale di produzione elettrica di recupero, l'ecocentro di AMIA S.p.A., il servizio di teleriscaldamento per il quartiere di Santa Lucia, due centrali di trasformazione elettrica AT / MT in area ZAI storica al confine con il quartiere di Golosine, al quale afferiscono alcuni elettrodotti ad alta tensione.
Definizione mappa delle criticità	Nell'ATO n. 4 è presente il Depuratore di Basso Acquar.
Politiche e Strategie	Nello specifico il PAT lega le opportunità di ampliamento dell'impianto di depurazione presente nell'ambito alla realizzazione di uno specifico studio di fattibilità, riferito in particolare alle problematiche di natura idrogeologica caratteristiche dell'area.

Il progetto di adeguamento tecnologico non prevede alcun tipo di ampliamento del sedime entro cui è insediato il depuratore.

3.7.6 IL SITO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La potenzialità di progetto del depuratore Città di Verona, aggiornata alla nuova definizione di abitante equivalente, risulta pari a: 369.000 abitanti equivalenti. L'impianto tratta i reflui civili e industriali confluenti nella rete fognaria dei Comuni di Verona, Negrar, Grezzana e Buttapietra. È entrato in regolare servizio nel 1983, e attualmente tratta una portata media giornaliera pari a circa 75.000 mc Sorge a sud sud-est della città coprendo una superficie di circa 110.000 m².

La pianificazione degli interventi da effettuare sull'impianto di depurazione ha suddiviso in due fasi, soprattutto per ragioni di contenimento dell'impegno finanziario:

- Fase I: Interventi prioritari e adeguamento tecnologico della sezione di trattamento dei rifiuti liquidi;
- Fase II: Interventi di completamento.

Il progetto in esame costituisce la sola fase I e prevede la realizzazione delle seguenti unità:

- Grigliatura Acque di Sfiore;
- Defosfatazione Chimica;
- Disinfezione con Acido Peracetico, costituita dalla realizzazione di una vasca e di un dosatore di acido peracetico;
- Implementazione del comparto Biologico, con la realizzazione di una nuova vasca.

Per maggiori dettagli si rimanda alla documentazione progettuale, allegata fuori testo alla presente relazione.

3.7.7 QUALITÀ, CONSISTENZA E GRADO DI SENSIBILITÀ DEL PAESAGGIO

La costruzione di un edificio, di un manufatto, di una strada, tende sempre a produrre un'alterazione sulla situazione paesaggistico-ambientale preesistente. Il fatto non va di per se letto in luce negativa: la storia di un territorio antropizzato è contraddistinta da modifiche attuate nel tempo.

Dato che le attrezzature di servizio sono indispensabili alla vita delle città e che per tale motivo debbono essere costruite, esse inevitabilmente modificheranno la situazione urbanistico territoriale in cui andranno a collocarsi: il problema sta dunque nello scegliere correttamente l'area per l'inserimento di queste opere e nel creare il giusto rapporto fra le stesse ed il territorio circostante.

Nel caso specifico degli impianti di progetto sono inseriti all'interno dell'attuale impianto di depurazione delle acque e di fatto si tratta di complessi tecnologici integrativi di dimensioni ridotte, quasi completamente interrati, il cui impatto planivolumetrico assume una relativa importanza anche visivamente.

In prevalenza gli impianti di depurazione vengono localizzati in prossimità di corsi d'acqua. Ciò per l'evidente motivo che l'acqua depurata deve essere devoluta ad un corpo idrico ricettore.

Particolarmente delicato risulta l'inserimento dell'impianto nei casi in cui le condizioni morfologiche e naturali permettono la visione del complesso tecnologico da lontano.

In questi casi, siccome non è possibile rifugiarsi nel classico stratagemma di nascondere, il buono o il cattivo inserimento paesaggistico dipenderà dal livello qualitativo della soluzione architettonica e della validità di quella urbanistica.

Come ultima considerazione generale va aggiunto che, quando si costruisce in ambienti caratterizzati dal prevalere degli elementi naturali, l'inserimento dovrebbe essere tale da permettere all'opera di adeguarsi alle condizioni preesistenti farne corpo unico con il corpo naturale sottolineandone le caratteristiche, adeguandosi all'orografia, e inserendosi all'interno delle attuali strutture di impianti esistenti.

Nel caso in esame l'intero impianto di depurazione risulta circondato da una fitta e rigogliosa vegetazione di tipo arboreo ed arbustivo, che maschera la vista di maggior parte delle sue strutture da qualsiasi punto di vista. Emergono, anche se di poco, le parti sommitali degli edifici più alti da alcune angolazioni. Detti edifici però non sono oggetto di intervento. Le opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico presentano sopraelevazioni estremamente contenute (da 0,50 a 3,0 m dal p.c. e non risulteranno visibili. L'unica eccezione è costituita dall'unità di grigliatura delle acque di sfioro, che sarà realizzata in prossimità del punto di sbocco del canale di scarico nel fiume Adige. Tale posizione però è difficilmente visibile in quanto la sponda di scarico, in destra idrografica, non è raggiungibile, mentre quella in sinistra idrografica risulta consente di raggiungere la riva solo in alcuni punti circoscritti. L'opera inoltre risulta di modestissime dimensioni.

3.7.8 DESCRIZIONE DEL CONTESTO PAESAGGISTICO

Immediatamente ad Sud del centro della città di Verona, all'interno della piana di divagazione a meandri dell'Adige, l'area in oggetto è confinante a nord con il Fiume stesso.

Un impianto di depurazione delle acque può essere assimilato ad un'industria: è organizzato su un ciclo di depurazione; a tale ciclo corrispondono manufatti e macchinari con una loro precisa funzione; il lavoro segue modi e tempi stabiliti.

Nel caso specifico l'impianto è localizzato in prossimità del corso d'acqua e si affaccia su uno spazio aperto, contraddistinto dalla presenza della vegetazione di ripa o anche da zone golenali con prati e alberature cedue, e da altre forme industriali quali il centro di raccolta dell'azienda municipalizzata AMIA.



FIGURA 3.7.8.1: Foto aerea dell'impianto (fonte www.google.it/maps).

3.7.9 GRADO DI SENSIBILITÀ DELL'AREA

L'area in esame non rileva connotazioni di particolare rilevanza, esso non assume tuttavia un particolare valore morfologico e storico. Il sito non interessa aree tutelate dal punto di vista storico, naturalistico, insediativo e produttivo.

L'area risulta inserita secondo il P.R.G. di Verona in un'area classificata come "Z25: "Zone Fieristiche, Annonarie e per Servizi Tecnici", mentre per il P.A.T. l'area è individuata come zona che ospita Impianti di Depurazione.

La vegetazione spontanea, nell'immediato intorno della zona di studio, è praticamente assente nell'area insediata, occupata dai fabbricati e aree attinenti all'attività. Lungo i confini esterni e nelle vicinanze si è invece sviluppata una fascia boscata, individuata dal P.A.T. come ambito di interesse paesistico ambientale - (zone boscate - art.4).

RILEVANZE NATURALISTICHE E PAESAGGISTICHE

Nel contesto paesaggistico considerato e nell'area di intervento, sono stati analizzati gli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale, che hanno evidenziato che l'area oggetto d'intervento non è interessata da alcun tipo di valenza storico culturale e paesaggistico ambientale.

Il PTRC, nell'area specifica in esame, evidenzia che l'ambito territoriale del Comune di Verona è attraversato dal corso del fiume Adige. Questo è individuato come *Ambito Naturalistico* e regolato da prescrizioni e divieti inseriti nell'art. 19 delle N.d.A. del PTRC. "Direttive per la tutela delle

risorse naturalistico - ambientali” ove individua un “Sistema degli ambiti naturalistico ambientali e paesaggistici di livello regionale”.

Si evince che, secondo il P.T.R.C., nell'area specifica in esame non risulta inserita in nessun particolare contesto o ambito segnalato dal piano territoriale di coordinamento esaminato.

Lo studio paesistico attribuisce dunque all'area in esame un grado di sensibilità basso.

3.7.10 ELEMENTI DI ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

QUALITÀ, CONSISTENZA E GRADO DI SENSIBILITÀ DELL'ANALISI VISIVA - ANALISI VISIVA DELL'AREA STUDIO

Il paesaggio, allo stato attuale, si presenta relativamente compromesso dalla presenza delle attuali strutture dell'impianto.

Il depuratore è collocato in uno spazio con un campo visivo limitato, in quanto risulta mascherato per quasi l'intera linea di confine dalla vegetazione esistente. La vista da ovest è invece mascherata dagli impianti e fabbricati ad uso tecnologico dell'azienda AMIA.



FIGURA 3.7.10.1: Vista aerea dell'area in esame e zone limitrofe (fonte www.google.it/maps).

3.7.11 DEFINIZIONE DEGLI IMPATTI PAESAGGISTICA

GRADO DI INCIDENZA DELL'AREA

Impianto di Depurazione delle Acque Reflue Urbane in Via. B. Avesani, Verona (VR)

Progetto Ambiente di Calcina Luisa & C. S.a.s. - via Valcerea, 3 - 37014 Castelnuovo d. G. (VR)

Il grado di incidenza dell'impianto sul sito in esame è da ritenersi medio basso in quanto le strutture e le opere di cui è dotato sono per la maggior parte esistenti.

Il progetto in esame è costituito dall'adeguamento tecnologico ed autorizzativo dell'impianto, tramite l'inserimento di nuove sezioni che consentiranno di adeguare il depuratore alle esigenze emerse durante gli ultimi anni a causa sia delle modifiche normative in materia ambientale e, nel contempo darà modo di rispondere alle esigenze del territorio.

Poiché le caratteristiche del paesaggio derivano dall'azione di fattori naturali e/o antropici e dalle loro interrelazioni, s'introduce il termine *Ecologia del Paesaggio*, intendendo con questo lo studio del paesaggio in considerazione delle interazioni tra ecosistemi, umani e naturali utilizzate per poter indirizzare gli interventi di trasformazione territoriale nella direzione della risoluzione dei numerosi squilibri ambientali che sono stati prodotti dall'azione umana.

La visione del contesto deriva pertanto dall'analisi dei seguenti aspetti:

1. *Qualità Ambientale/Antropica*, che deriva principalmente dall'evoluzione e dalla stratificazione nel tempo delle attività umane;
2. *Qualità Percettiva*, che deriva dalla percezione che si ha osservando un'opera.

L'attuale stato dei luoghi evidenzia la presenza di un'area ad elevato tasso insediativo, prevalentemente adibito ad uso industriale/artigianale, circondato sui lati esterni (ad eccezione della zona occidentale) da una fascia naturale, costituita prevalentemente da vegetazione riparia e spondale, a sua volta delimitata da corsi d'acqua.

La presenza della vegetazione, di tipo arboreo ed arbustivo, limita significativamente la percezione delle aree antropizzate, anche perché l'area stessa e tutte le zone limitrofe si sviluppano lungo una morfologia pianeggiante. Non sono infatti presenti punti di vista altimetricamente sopraelevati che consentano una visione panoramica dell'intero contesto.

Quindi da punti di vista esterni ai luoghi non è possibile percepire la presenza di un'area urbanizzata, mentre dall'interno di quest'ultima l'intera percezione dei luoghi cambia, a favore di un'elevata antropizzazione.

3.7.12 METODOLOGIA DI ANALISI DEGLI IMPATTI

L'analisi delle influenze ambientali sulla componente paesaggistica riguarda la trasformazione morfologica del territorio, la modificazione di elementi paesaggistici, la fruibilità dell'area e la visibilità dell'opera.

L'impatto visivo, dato dalla somma delle azioni che determinano i fattori di impatto "*occupazione di suolo*" e "*ingombro spaziale dell'area*", è però certamente attenuato dalla realizzazione dell'intervento a fianco di un contesto paesaggistico già antropizzato.

INCIDENZA SULLA QUALITÀ, CONSISTENZA E GRADO DELLE STRUTTURE VEGETALI E DEGLI ELEMENTI PAESAGGISTICI CARATTERISTICI

L'obiettivo principale che si pone la tesi ecologica è costituito dalla necessità di conservare la stabilità ambientale.

Uno degli indici più utilizzati per la misurare la stabilità ambientale, o meglio l'equilibrio del sistema biologico, è la Biopotenzialità territoriale (BTC), la cui unità di misura è Mcal/m²/anno, strettamente legata al metabolismo degli ecosistemi.

Nella tabella seguente si riporta una classificazione che considera la diversa capacità di auto equilibrio a seconda dell'ecosistema indagato.

TABELLA 3.7.12.1: Classi di stabilità di un ecotessuto mediterraneo (INGEGNOLI, 1992).

Classi	Descrizione	BTC (Mcal/m ² /anno)
A (Bassa)	Prevalenza di sistemi con sussidio di energia (industrie e infrastrutture, edificato) o a bassa metastabilità (aree nude, affioramenti rocciosi).	<< 0,5
B (medio-bassa)	Prevalenza di sistemi agricoli-tecnologici (prati e seminativi, edificato sparso), ecotopi naturali degradati o dotati di media resilienza (incolti erbacei, arbusteti radi, corridoi fluviali privi di vegetazione arborea).	0,5 – 1,5
C (media)	Prevalenza di sistemi agricoli seminaturali (seminativi erborati, frutteti, vigneti, siepi) a media resistenza di metastabilità.	1,5 – 2,5
D (medio-alta)	Prevalenza di ecotopi naturali a media resistenza e metastabilità (arbusteti paraclimacici, vegetazione pioniera), filari, verde urbano, rimboschimenti, impianti da arboricoltura da legno, pioppeti.	2,5 – 3,5
E (alta)	Prevalenza di ecotopi senza sussidio di energia, seminaturali (boschi cedui) o naturali ad alta resistenza e metastabilità: boschi del piano basale e submontano, zone umide.	>> 3,5

ECOLOGIA DEL PAESAGGIO, ANALISI DEI POSSIBILI IMPATTI

L'applicazione dell'Indice di *Biopotenzialità Territoriale (Btc)* consente di valutare il livello di equilibrio dell'area studio e di stimarne le oscillazioni in seguito alle trasformazioni previste. La grandezza *Biopotenzialità Territoriale (Btc)* è funzione del metabolismo degli ecosistemi e ne misura in un certo modo il livello di naturalità di equilibrio paesaggistico. La valutazione di questa grandezza, ed in particolare la stima delle oscillazioni in seguito alle trasformazioni indotte dal progetto, chiariscono attraverso un indice numerico l'importanza ed il senso di tali mutamenti.

Si ritiene in generale che quanto più alto è il valore di *Btc*, tanto maggiore è la capacità di auto mantenimento del paesaggio. Nella valutazione di impatto ambientale, il *Btc* viene utilizzato, quindi, anche per valutare il grado di stabilità dell'area in oggetto e la sua 'resistenza' a subire modificazioni in seguito agli effetti delle trasformazioni innescate dall'inserimento del progetto.

Il parametro *Btc* dell'area specifica mantiene una classe *A bassa*, in prevalenza di sistemi con sussidio di energia (industrie e infrastrutture, edificato). Che equivale ad un mantenimento basso della qualità paesaggistica.

INCIDENZA SULLA QUALITÀ, CONSISTENZA E GRADO DI SENSIBILITÀ DELLA PERCEZIONE VISIVA DEL PAESAGGIO

L'analisi visiva del paesaggio si basa sull'analisi delle sue componenti in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, per evidenziarne il grado di sensibilità.

La sensibilità paesaggistica è un concetto che permette di relazionare l'opera di progetto con l'ambiente: l'impatto di una determinata opera localizzata in una specifica area sarà direttamente proporzionale, in gravità, alla qualità del paesaggio dell'area stessa. La loro valutazione richiede la verifica degli impatti visuali, delle mutazioni dell'aspetto fisico e percettivo delle immagini e di ogni possibile fonte di inquinamento visivo.

ANALISI PREVISIVA ANTE E POST-OPERAM

Per verificare anche dal punto di vista visivo l'interferenza delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico sul paesaggio si è proceduto alla realizzazione di simulazioni di inserimento paesaggistico in cui vengono riportate la situazione prima dell'intervento e quella ad intervento ultimato.



FIGURA 3.7.12.1: Simulazione di inserimento paesaggistico - **Stato Attuale** (Fase Ante Operam).



FIGURA 3.7.12.2: Simulazione di inserimento paesaggistico - **Stato di Progetto** (Fase Post Operam).

Nel territorio esaminato, sono stati individuati i punti sensibili, cioè le aree entro le quali l'opera di progetto è percepita, delimitando così planimetricamente la porzione di territorio in cui deve essere valutato l'impatto visivo e la distanza entro cui si denota il grado di visibilità. Questa operazione è illustrata nella successiva figura che individua l'area che contiene i punti di vista da cui è possibile osservare l'opera, per valutare cioè quanto l'opera è effettivamente visibile.

Partendo dalla Carta Tecnica Regionale 1997 e sovrapposta la foto aerea del sito, sono state considerate alcune schematizzazioni come la vegetazione esistente e gli agglomerati di edifici vengono considerati schermi di dimensione in larghezza pari al loro ingombro in piano sulla perpendicolare al raggio di proiezione e di altezza sufficiente a fungere da ostacolo rispetto ad un osservatore posto sul piano di campagna.

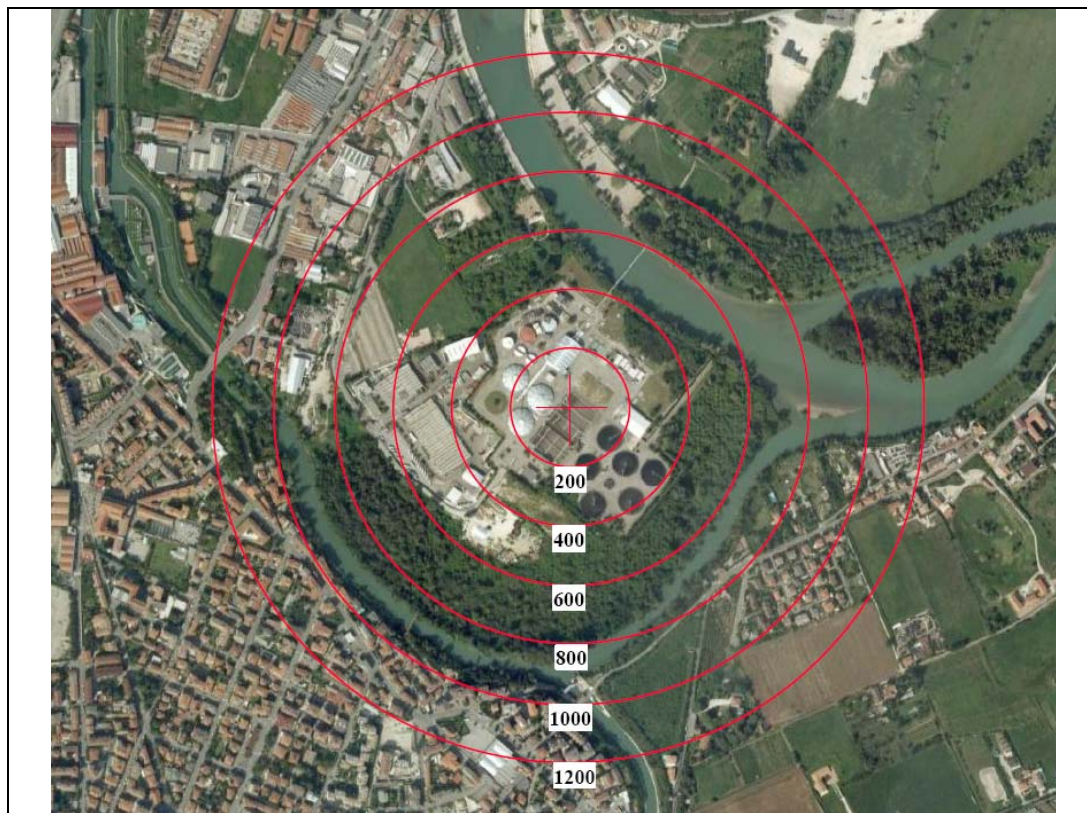


FIGURA 3.7.12.3: **Grado di Visibilità.**

Il grado di Rilevanza visiva che il progetto causa sulla componente ambientale, è stato determinato usando il seguente grado di naturalità e qualità paesaggistica riportato nella seguente tabella.

TABELLA 3.7.12.2: *Criteria per l'assegnazione del Punteggio di Rilevanza, relativi alle seguenti Matrici Ambientali: Paesaggio qualità visiva.*

Livello di Importanza (dell'Aspetto Ambientale/singola Attività)	Grado di visibilità	Qualità visiva Punti sensibili	Rilevanza	Punteggio
Pregevole	0 – 200m	Interesse storico	Altamente Rilevante	4
Considerevole	>=100 m	Centri abitati	Rilevante	3
Relativo	100m- 1km	Punti viabilistici	Scarsamente Rilevante	2
Trascurabile	100m- 2 km	irrilevanti	Non Rilevante	1

L'area d'indagine, allo stato attuale è visibile:

- da punti irrilevanti (aree antropizzate zone industriali - artigianali) con un grado di visibilità intorno ai 400 m, per cui il livello d'importanza risulta non rilevante;
- da punti viabilistici con un grado di visibilità intorno ai 800/1200 m, per cui il livello d'importanza risulta relativo e non rilevante: Da tali distanze però, vista la morfologia pianeggiante del territorio e la presenza di una cortine arborea/arbustiva lungo il perimetro del depuratore, la visibilità risulta notevolmente limitata;
- da centri abitati con un grado di visibilità intorno ai 1000 m, per cui il livello d'importanza risulta considerevole ma non rilevante. Come evidenziato nel punto precedente, da distanze, vista la morfologia pianeggiante del territorio e la presenza di una cortine arborea/arbustiva lungo il perimetro del depuratore, la visibilità risulta notevolmente limitata.

Con l'inserimento delle opere di progetto, essendo collocate all'interno dell'impianto stesso, le aree di visibilità non mutano.

La vista è limitata e non si sono individuati particolari punti sensibili tranne per chi si colloca all'interno dell'impianto stesso, per cui l'impatto visivo dell'opera sul paesaggio risulta evidentemente trascurabile.

3.7.13 ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

Gli impatti valutati riguardano i seguenti aspetti:

- Qualità Ecologica del Paesaggio;
- Qualità Visiva del Paesaggio

STATO ATTUALE

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo di valutazione degli impatti indotti sul paesaggio dalla presenza del depuratore allo stato attuale.

TABELLA 3.7.13.1: *Qualità Ecologica del Paesaggio - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.*

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	Il depuratore è presente da decenni ed è destinato a permanere per il medio lungo periodo	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area è già influenzata dalla presenza dell'impianto stesso.	0,25
Estensione (E)	L'area di influenza è concentrata all'interno dell'impianto	0,25
Pericolosità (H)	Il materiale conferito all'Impianto è stato considerato come nocivo per la componente paesaggistica in esame	0,50
Danno (D = L + V + E + H)		2,00
Probabilità (P)	Il depuratore esiste fisicamente	1,00
Rischio (P x D)		2,00
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Anche in caso non fossero realizzate le opere in progetto, l'impatto sulla Qualità Ecologica del Paesaggio indotto dalla presenza del depuratore è a lungo termine, reversibile, di media intensità, ed interessa una risorsa comune, nel contesto entro cui è inserito.	- 4,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 8,00

TABELLA 3.7.13.2: *Qualità Visiva del Paesaggio - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.*

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
-----------	-------------------------	---------------------

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

TABELLA 3.7.13.2: *Qualità Visiva del Paesaggio - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.*

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	Il depuratore è presente da decenni ed è destinato a permanere per il medio lungo periodo	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area è già influenzata dalla presenza dell'impianto stesso.	0,25
Estensione (E)	L'area di influenza è concentrata all'interno dell'impianto	0,25
Pericolosità (H)	Il materiale conferito all'Impianto è stato considerato come nocivo per la componente paesaggistica in esame	0,50
Danno (D = L + V + E + H)		2,00
Probabilità (P)	Il depuratore esiste fisicamente	1,00
Rischio (P x D)		2,00
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Anche in caso non fossero realizzate le opere in progetto, l'impatto sulla Qualità Ecologica del Paesaggio indotto dalla presenza del depuratore è a lungo termine, reversibile, di media intensità, ed interessa una risorsa strategica, dal punto di vista della qualità visiva del paesaggio.	- 8,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 16,00

FASE DI CANTIERE

La fase di cantiere, che comporta la realizzazione di scavi di lieve entità, e la realizzazione di opere di esigue dimensioni, considerata la scarsa visibilità dei punti dove saranno ubicati tali interventi, non è stata considerata nella valutazione degli impatti, Questi rimarranno, di fatto, invariati, rispetto all'attuale stato delle cose.

STATO DI PROGETTO

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo di valutazione degli impatti indotti sul paesaggio dalla presenza del depuratore nella nuova conformazione prevista dal progetto di adeguamento tecnologico.

TABELLA 3.7.13.3: *Qualità Ecologica del Paesaggio - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.*

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	L'ampliamento del depuratore e la permanenza del depuratore stesso, ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area è già influenzata dalla presenza dell'impianto stesso.	0,25
Estensione (E)	L'area di influenza è concentrata all'interno dell'impianto	0,25
Pericolosità (H)	Il materiale conferito all'Impianto è stato considerato come nocivo per la componente paesaggistica in esame	0,50
Danno (D = L + V + E + H)		2,00
Probabilità (P)	L'ampliamento avverrà all'interno dell'attuale impianto e risulta relativamente probabile l'influenza con l'ambiente circostante.	0,75
Rischio (P x D)		1,50
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di media intensità, ed interessa una risorsa Comune, in quel contesto.	- 4,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 6,00

TABELLA 3.7.13.4: *Qualità Visiva del Paesaggio - Applicazione del metodo di Valutazione degli Impatti.*

Parametro	Elementi di Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	L'ampliamento del depuratore e la permanenza del depuratore stesso, ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area è già influenzata dalla presenza dell'impianto stesso	0,25
Estensione (E)	L'area di influenza è concentrata all'interno dell'impianto	0,25
Pericolosità (H)	Il materiale conferito all'Impianto è stato considerato come nocivo per la componente paesaggistica in esame	0,50
Danno (D = L + V + E + H)		2,00
Probabilità (P)	L'ampliamento avverrà all'interno dell'attuale impianto e risulta poco probabile l'influenza con l'ambiente circostante.	0,50
Rischio (P x D)		1,00
Peso Ponderato $K = NI \times K_0$	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa intensità, ed interessa una risorsa Strategica, in quel contesto.	- 8,00
Impatto Ambientale $IA = R \times K$	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 8,00

3.7. SALUTE PUBBLICA

Le componenti della salute umana interessate dall'ampliamento di un depuratore sono fondamentalmente quelle sollecitate dalle emissioni in atmosfera e rumorose derivanti dalle attività di depurazione. In seconda battuta vi possono essere dei rischi legati a sversamenti accidentali nel suolo e sottosuolo di elementi inquinanti, per rottura di vasche o di tubazioni.

Pertanto nel presente capitolo si analizzeranno i rischi attribuibili alla contaminazione dell'aria, all'aumento del rumore e al rischio di inquinamento accidentale delle acque superficiali, oltre a stilare un quadro generale della situazione attuale della salute pubblica.

3.7.1. RISCHI DA CONTAMINAZIONE DELL'ARIA

Il meccanismo d'azione delle emissioni in atmosfera è studiato da lungo tempo e le concentrazioni attualmente ammissibili sono normate dalla legge italiana che impone il rispetto di valori limite per la tutela della salute. Tuttavia, è da sottolineare che la normativa è un giusto compromesso fra la tutela della salute e quanto è possibile ottenere in termini di contenimento con gli attuali strumenti tecnici a disposizione, senza compromettere le attività produttive e commerciali.

Per la stima dei rischi attribuibili all'inquinamento atmosferico è più opportuno non far riferimento alle normative, quanto piuttosto ai modelli messi a disposizione dalla comunità scientifica e validati a livello internazionale. A tale riguardo l'OMS ha prodotto numerose linee guida sia per la stima dei rischi attribuibili che per il calcolo dei casi indotti da eventuali variazioni della contaminazione dell'aria.

Nel presente elaborato si fa riferimento ai seguenti documenti:

- Air Quality Guidelines – Global update 2005. Particulate Matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, licenziato da WHO- Europe nel 2006;
- Methodology for assessment of Environmental burden of disease. WHO, Geneva 2000
- Global Burden of Disease and Risk Factors. WHO 2002 ;
- Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution, Report of a working group, Bilthoven, Netherlands 20-22-november 2000. European Centre for Environment and Health;
- Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Report on a WHO working group, Bonn, Germany 13-15 January 2003.

L'esposizione all'inquinamento atmosferico è associata ad un ampio spettro di effetti sulla salute, sia acuti che cronici e varia dalla semplice irritazione delle vie aeree fino alla probabile morte di soggetti particolarmente suscettibili. In generale la frequenza degli eventi è inversamente proporzionale alla severità (figura seguente).

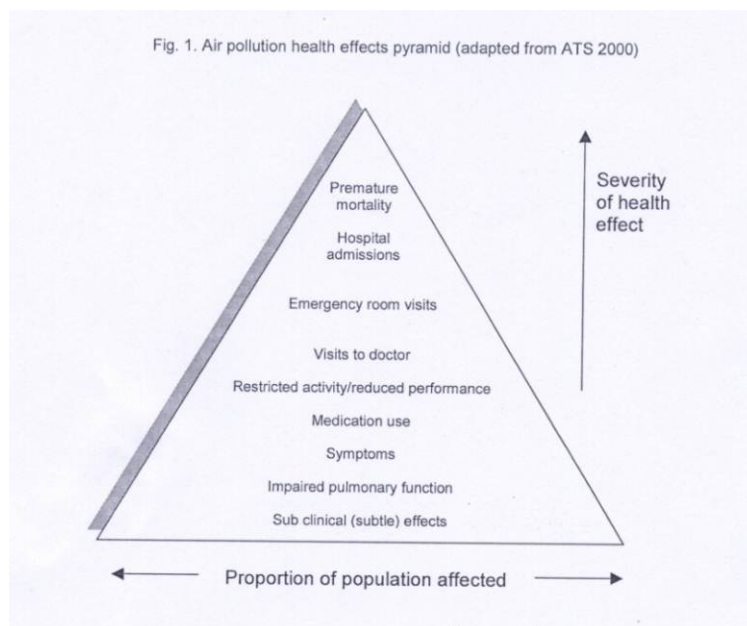


FIGURA 3.7.1.1: *Frequenza degli eventi di malattia.*

Alcuni effetti sono difficilmente dimostrabili in quanto soggetti ad ampia variabilità sia di reale comparsa dei sintomi, sia in rapporto alla diversa sensibilità individuale degli esposti.

In tabella 3.9.1.1 sono riportati per l'Europa e per i Paesi industrializzati, di cui fa parte l'Italia i dati relativi alla quota di mortalità e il numero di morti attribuibili all'inquinamento atmosferico, stimati dall'OMS e relativi alle patologie ad esso correlabili.

TABELLA 3.7.1.1: *Frazione attribuibile e numero di morti attribuibili all'inquinamento atmosferico (da Global Burden of Disease and Risk Factors. WHO 2002 , chapter 4).*

	Europa/Asia		Paesi industrializzati	
	Maschi	femmine	Maschi	femmine
<i>Cancro trachea bronchi polmoni</i>				
frazione attribuibile	4%	4%	3%	3%
totale morti attribuibili	5.000	1.000	8.000	4.000
<i>Malattie cardiopolmonari</i>				
frazione attribuibile	2%	2%	2%	2%
totale morti attribuibili	37.000	41.000	31.000	33.000
<i>Mortalità totale</i>				
frazione attribuibile	1%	2%	1%	1%
totale morti attribuibili	42.000	42.000	39.000	37.000

Nel presente studio si può ritenere che la frazione di morti attribuibili all'inquinamento atmosferico sia sovrapponibile a quella dei Paesi industrializzati e quindi stimabile intorno al 3%, al 2% e all' 1% rispettivamente per la mortalità per cancro trachea, bronchi e polmone, per la mortalità da patologie cardiopolmonari e per la mortalità totale: a tali valori si fa riferimento nel presente studio.

Polveri sottili

Il valore di PM10 al quale si stima che non siano associati effetti sulla salute è di 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Global Burden of Disease, Comparative Quantification of Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors, pag 244). L'OMS Europa propone come valore guida 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annuale e 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio giornaliero da non superare per più di 3 giorni l'anno: a questi livelli di contaminazione non dovrebbero essere osservati effetti sulla salute, sia di tipo acuto che cronico (Air Quality Guidelines, Global update 2005, pag. 175).

Attualmente si ritiene che il modello predittivo più idoneo per stimare gli effetti delle variazioni di contaminazione sia di tipo lineare semplice. In tabella seguente sono riportati i coefficienti di incremento dei casi in rapporto all'incremento della contaminazione da PM10.

TABELLA 3.7.1.2: Valori di riferimento dei coefficienti per il calcolo dei casi attribuibili in rapporto alle modificazioni della contaminazione da PM10.

Variabile	Incremento
Aumento di morti totali per incremento di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM ₁₀	0,6%
Aumento di morti malattie respiratorie per incremento di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM ₁₀	1,3%
Aumento di morti malattie cardiovascolari per incremento di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM ₁₀	0,9%

Ossidi di azoto

In studi di popolazione il biossido di azoto è stato associato con effetti cronici ed acuti.

Il valore guida stabilito dall'OMS per la concentrazione media annua, per altro recepito anche dalla normativa italiana, è di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: tale valore, nelle attuali condizioni, è un compromesso fra la minimizzazione degli effetti dell'esposizione cronica e la possibilità di raggiungerlo con le tecnologie a disposizione. Vi è da sottolineare che risulta difficile con gli studi a disposizione scorporare l'effetto del biossido di azoto da quello degli altri inquinanti che vengono liberati dalle medesime sorgenti (ad esempio polveri sottili).

In esperimenti condotti sull'uomo, la concentrazione alla quale sembra si verificano effetti acuti è stata stimata superiore a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre una meta-analisi condotta su studi ecologici riporta un valore di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio orario: tale valore, recepito dalle normative nazionali sembra di garanzia per la tutela da effetti acuti.

Attualmente, a causa della difficoltà di separare il contributo del biossido di azoto da quello di altri inquinanti non sono disponibili dati relativamente all'incremento di casi di malattia in rapporto all'incremento della contaminazione specifica.

Odori

All'attualità non esistono studi che mettono in relazione l'aumento di concentrazioni di odori con un aumento della mortalità.

Sicuramente la presenza o meno di odori sgradevoli è correlata con una sensazione di wellness (benessere) o meno. La qualità della vita sarà tanto migliore quanto minore è la presenza di odori molesti anche per poche ore al giorno.

3.7.2. RISCHI DA RUMORE

L'impatto del rumore sulla salute umana può essere distinto in rapporto al tipo di esito di cui può essere responsabile. L'evento più frequente per la popolazione generale è il senso di disturbo e fastidio dato dalla rumorosità ambientale e da eventuali picchi di rumore impreveduti e di breve durata; effetti meno frequenti ma più severi possono essere individuati nella perdita della funzionalità uditiva negli esposti: questo evento è chiaramente legato ad esposizioni a livelli elevati quali raramente si possono verificare nell'ambiente aperto al di fuori di particolari aree industriali dove si svolgono lavorazioni pesanti; infine il rumore diffuso può essere alla base di un aumento di patologie cardiovascolari nella popolazione generale. In una consensus conference di un gruppo di lavoro OMS-Europa, svoltosi a Berna (Svizzera) nel dicembre 2005, sono stati analizzati i diversi effetti. In tabella vengono riportati i valori di stima dell'aumento del rischio cardiovascolare per soggetti esposti a diversi valori di pressione sonora equivalente (Quantifying burden of disease from environmental noise: second technical meeting report. Berna, Svizzera 15-16 dicembre 2005. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2007).

TABELLA 3.7.2.1: Stima del grado di associazione tra rumore da traffico veicolare e incidenza di infarto del miocardio, ottenuta con studi prospettici.

	Rumore da traffico stradale $L_{A,eq}$ giornaliero [dB(A)]				
	≤60	61-65	66-70	71-75	76-80
Odds ratio	1.00	1.05	1.09	1.19	1.47
IC95%	--	(0.86-1.29)	(0.90-1.34)	(0.90-1.57)	(0.79-2.76)

Per quanto attiene il disturbo del sonno, l'OMS riporta come i valori guida 30 dBA,eq entro le abitazioni e 45 dBA,eq nell'ambiente esterno.

3.7.3. RISCHI DA INQUINAMENTO POTENZIALE DI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE DI FALDA

La contaminazione del suolo e conseguentemente del sottosuolo e della falda freatica in esso contenuta, può avvenire sostanzialmente in due modi: in maniera incidentale e puntiforme nel caso del suolo, in maniera profonda nel caso di sottosuolo e falda.

I responsabili principali del possibile inquinamento del suolo risultano le attività agro-zootecniche ed industriali, soprattutto se condotte in maniera dissennata e non rispettosa delle severe norme legislative di prevenzione previste. Nel caso del progetto in studio il rischio di inquinamento è per lo più connesso con l'eventuale perdita di grassi, oli o carburanti da parte dei mezzi d'opera che opereranno sul fondo in oggetto durante la fase di coltivazione. In ogni caso si ritiene che tale possibilità sia remota, laddove vengano prese le dovute precauzioni, previste in ogni caso dal progetto tecnico dell'opera.

I potenziali rischi connessi alla contaminazione del suolo sono fondamentalmente di due tipi: la contaminazione dello strato superficiale del suolo che è lo strato di terreno in cui si sviluppa e trova nutrimento l'apparato radicale dei vegetali; la contaminazione del sottosuolo con conseguente penetrazione in profondità e quindi con possibile penetrazione nelle falde e successiva contaminazione delle stesse.

Appare evidente come l'inquinamento di una falda acquifera comporti ben maggiori problemi rispetto all'inquinamento del suolo; infatti mentre per quest'ultimo la bonifica o il divieto del consumo dei suoi prodotti può risolvere anche se parzialmente il problema, l'inquinamento delle falde acquifere rende spesso problematico, se non impossibile il loro utilizzo.

La contaminazione del sottosuolo è quindi strettamente connessa con l'inquinamento delle acque (intese nel termine più ampio e cioè sia per quanto concerne quelle utilizzate ad uso irriguo sia per quelle utilizzate o da utilizzarsi per il consumo umano); appare infatti palese che non può esservi la seconda forma d'inquinamento se non si sia verificata la prima.

Va in ogni caso ricordato che la risorsa idrica utilizzata per fini idropotabili viene estratta dal sottosuolo a profondità elevate (oltre i 150 m di profondità dal piano campagna), questo proprio per ovviare ai problemi connessi con eventuali sversamenti superficiali di inquinanti, per lo più connessi con le attività zoo-tecniche presenti nel territorio. Pertanto un eventuale inquinamento della falda presente nel primo sottosuolo dell'area investigata non comporterebbe problematiche relative alla salute pubblica, se non per quanto riguarda le eventuali colture insistenti sull'area stessa.

Le possibili patologie insorgenti dalla contaminazione del suolo e sottosuolo possono variare in un intervallo che va da sensazioni di malessere a reazioni d'ipersensibilità, all'insorgenza di malattie cronico degenerative e/o tumorali.

Nel nostro caso le precauzioni adottate nel caso di rotture o perdite di vasche e tubazioni fanno sì che il rischio conseguente sia del tutto trascurabile.

3.7.4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE DAL PUNTO DI VISTA DELLA SALUTE UMANA

Lo scopo di questo paragrafo è di evidenziare, sostanzialmente, quali siano la mortalità e le cause di morte principali nel Comune di Verona.

Si sono utilizzati gli atlanti regionali della mortalità. I dati sono relativi al periodo 1981 – 2000⁵.

Nella popolazione del Veneto le malattie che colpiscono il sistema cardiocircolatorio costituiscono la prima causa di morte negli anziani e adulti, dopo le neoplasie, mentre i tumori maligni sono la prima causa nelle fasce di età comprese tra i 25 e i 64 anni per le femmine e tra i 45 e i 64 anni per i maschi.

Nella pubblicazione menzionata si stabilisce che tra i principali fattori di rischio sia per le malattie del sistema circolatorio (infarti ed ischemie, principalmente) sia per le malattie dell'apparato respiratorio (neoplasie, asma, BPCO) si registra il mix di inquinanti presenti nell'atmosfera, soprattutto polveri fini e ossido di azoto.

Le figure riportate in questo capitolo mostrano la mappatura in scala cromatica (variazioni del blu per i maschi e rosso per le femmine) dell'insorgenza di malattie del sistema circolatorio e dell'apparato respiratorio per il ventennio 1981-2000. Per ognuna delle cause di morte sono stati calcolati e rappresentati i valori del tasso di mortalità standardizzato SMR (Standardized Mortality Ratio), uniformati mediante lo stimatore CAR, che ha l'utilità di correggere l'instabilità dei valori dovuta al basso numero di eventi in alcune aree, fornendo perciò lo stimatore BMR (Bayesian Mortality Ratio). Se lo stimatore BMR è maggiore di 100 significa che in un dato comune, la mortalità per quel tipo di malattia è superiore alla media regionale, per cui presumibilmente un tasso di mortalità relativamente alto.

Il comprensorio territoriale analizzato comprende il comune di Verona.

Le tabelle seguenti e le figure di seguito mostrano i decessi causati da malattie circolatorie nella regione Veneto. I dati rientrano nella media regionale per il comune di Verona. (ND: non determinata).

TABELLA 3.9.4.1: *Mortalità per malattie del sistema circolatorio nel ventennio 1981-2000 - maschi*

Malattie del sistema circolatorio - maschi (1981-90)				
	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	90-98
Malattie del sistema circolatorio - maschi (1991-00)				

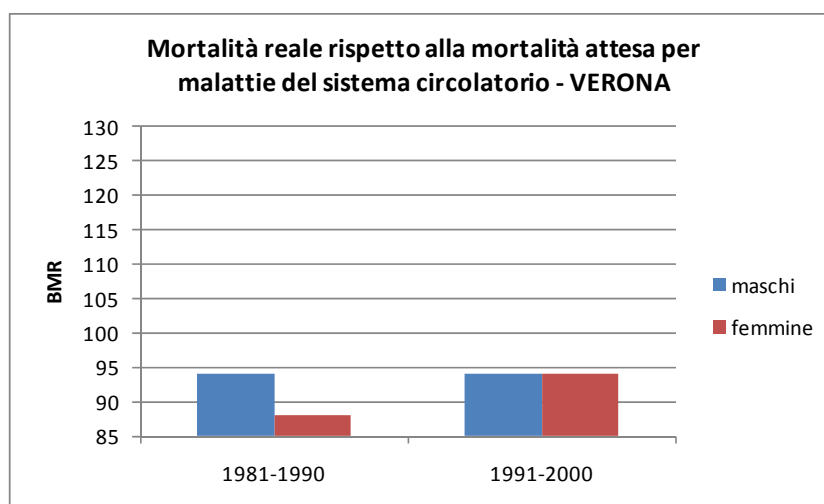
⁵ Atlante di mortalità regionale. Regione del Veneto, anni 1991-2000.

TABELLA 3.9.4.1: *Mortalità per malattie del sistema circolatorio nel ventennio 1981-2000 - maschi*

	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	90-98

TABELLA 3.9.4.2: *Mortalità per malattie del sistema circolatorio nel ventennio 1981-2000 - femmine*

Malattie del sistema circolatorio - femmine (1981-90)				
	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	< 90
Malattie del sistema circolatorio - femmine (1991-00)				
	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	90-98



Per quanto riguarda la mortalità da malattie del sistema cardio-circolatorio si registra, per quasi la totalità del comprensorio, una mortalità pressoché costante nei due decenni considerati con stimatore BMR sempre minore di 100 per cui nel comune, la mortalità leggermente inferiore è superiore alla media regionale; in lieve aumento la mortalità delle donne nel decennio 91-00 rispetto al decennio precedente.

Le tabelle seguenti e le figure 2.9/III e 2.9/IV mostrano i decessi causati da malattie respiratorie nella regione Veneto. Anche qui lo stimatore BMR appare sempre minore di 100, quindi i dati rientrano nella media regionale per il comune di Verona.

TABELLA 3.9.4.3: *Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio nel ventennio 1981-2000 - maschi*

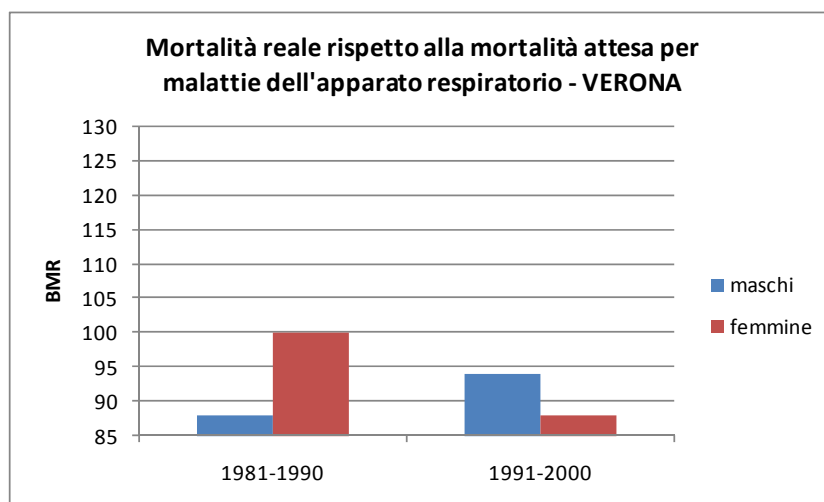
Malattie dell'apparato respiratorio - maschi (1981-90)				
	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	<90
Malattie dell'apparato respiratorio - maschi (1991-00)				

TABELLA 3.9.4.3: Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio nel ventennio 1981-2000 - maschi

	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	90-98

TABELLA 3.9.4.4: Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio nel ventennio 1981-2000 - femmine

Malattie dell'apparato respiratorio - femmine (1981-90)				
	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	98-102
Malattie dell'apparato respiratorio - femmine (1991-00)				
	Decessi osservati	Decessi attesi	SMR	BMR
Verona	ND	ND	ND	<90



Malattie del sistema circolatorio (ICD IX 390.0 - 459.9)

MASCHI
BMR
■ > 120
■ 110 - 120
■ 102 - 110
■ 98 - 102
■ 90 - 98
■ < 90

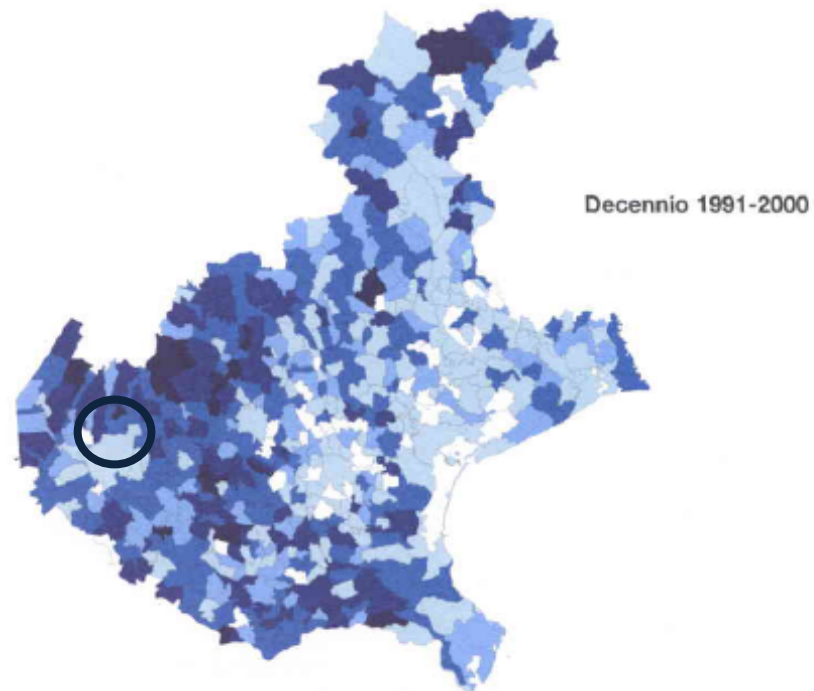
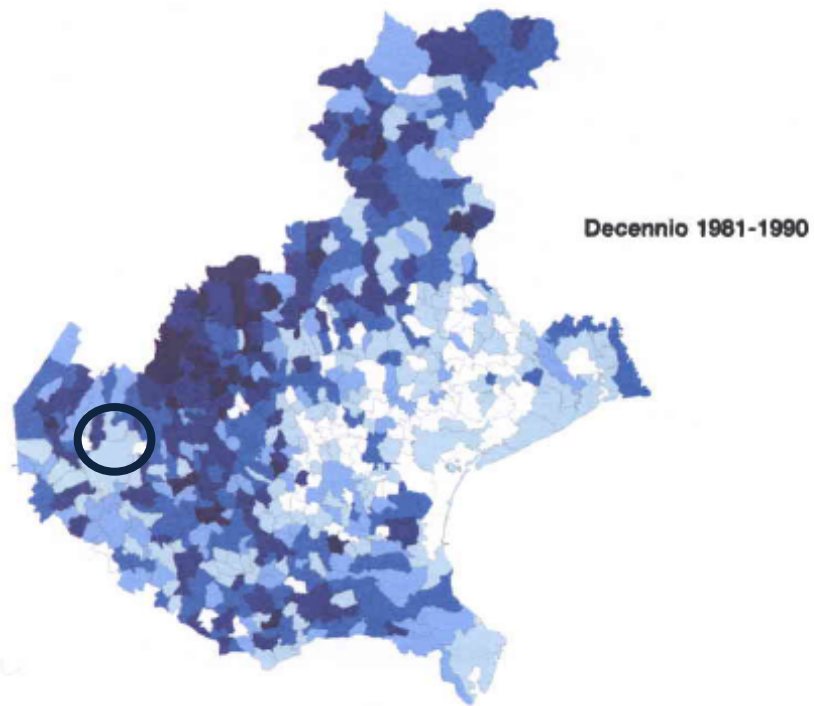


FIGURA 3.9.4.1: *malattie circolatorie – maschi.*

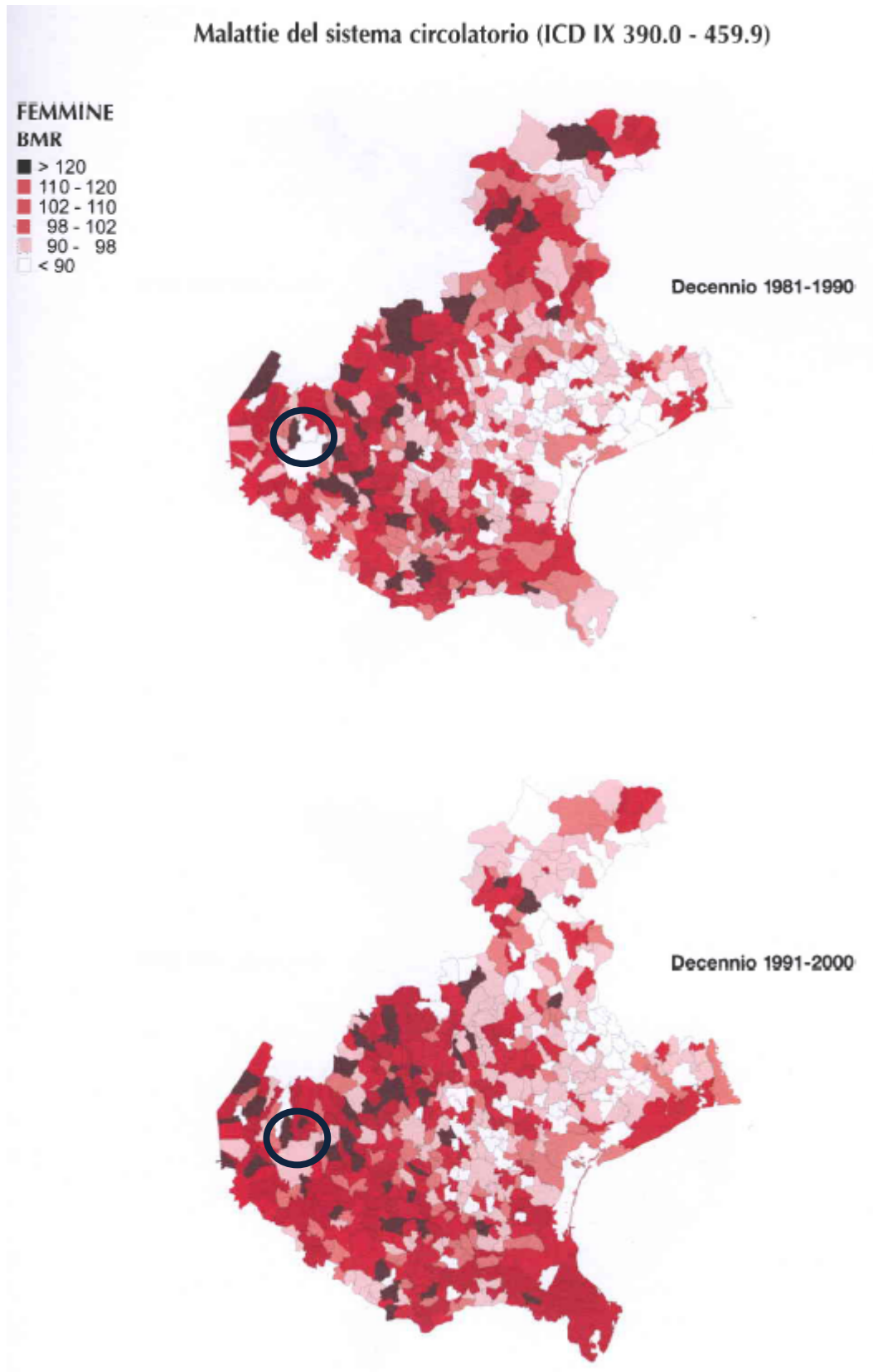


FIGURA 3.9.4.2: malattie circolatorie – femmine.

Malattie dell'apparato respiratorio (ICD IX 460.0 - 519.9)

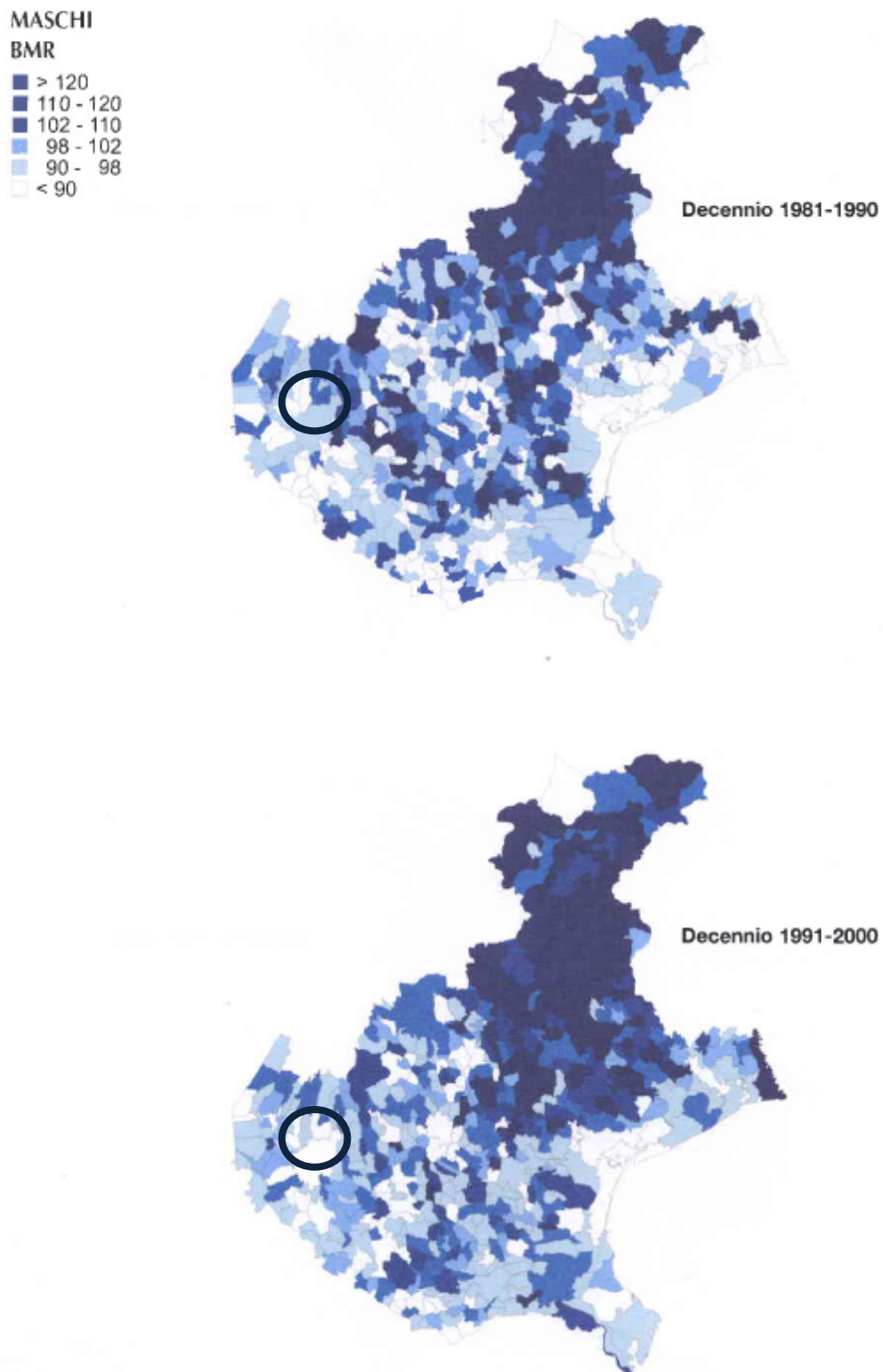


FIGURA 3.9.4.3: malattie dell'apparato respiratorio – maschi.

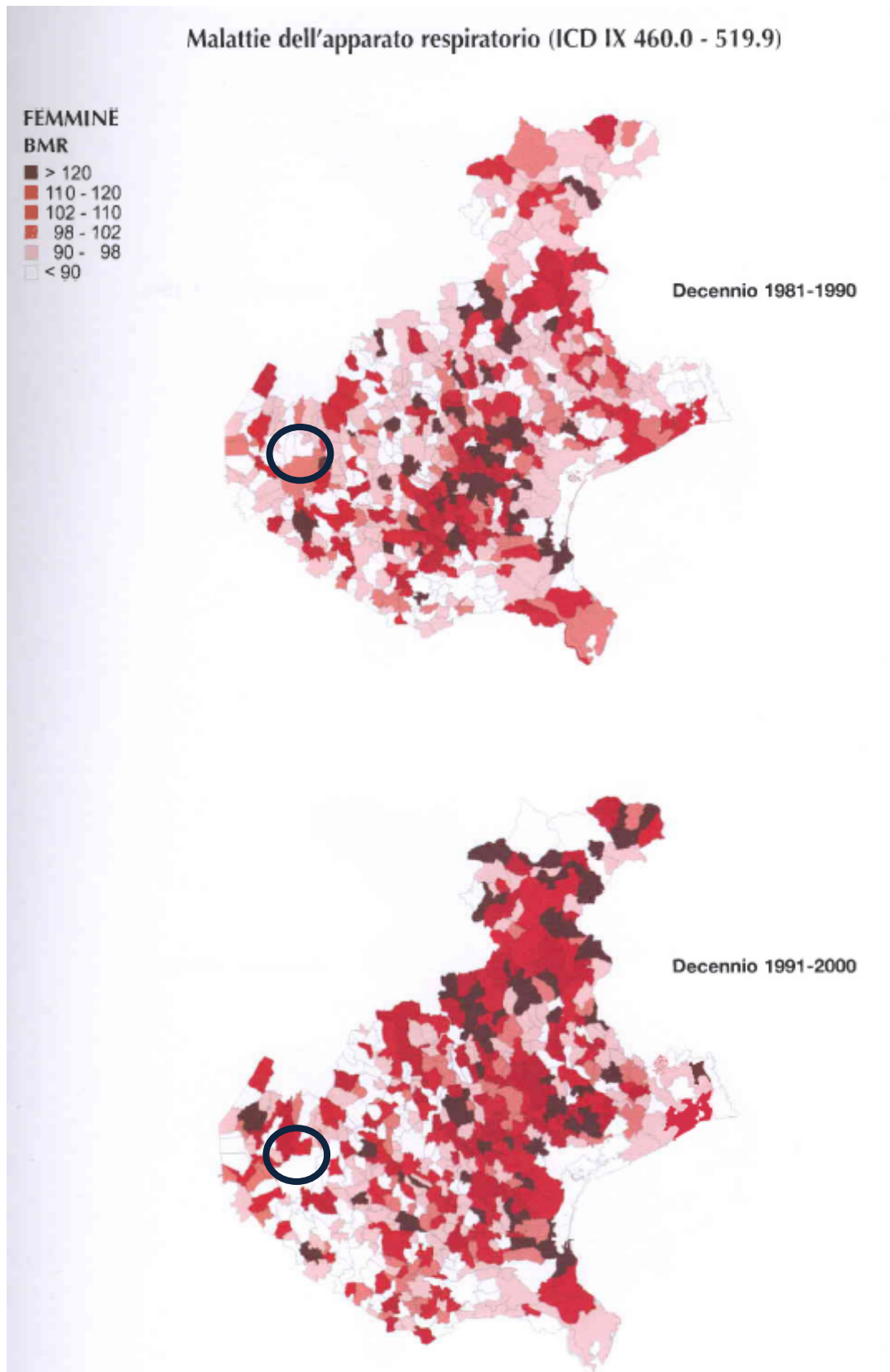


FIGURA 3.9.4.4: malattie dell'apparato respiratorio – femmine.

3.7.5. ANALISI DEGLI IMPATTI ATTESI

I potenziali rischi per la salute pubblica derivanti dall'ampliamento di un impianto di depurazione, sono, principalmente:

- Rischi da inquinamento potenziale del suolo;
- Rischi da contaminazione dell'aria;
- Rischi da rumore.

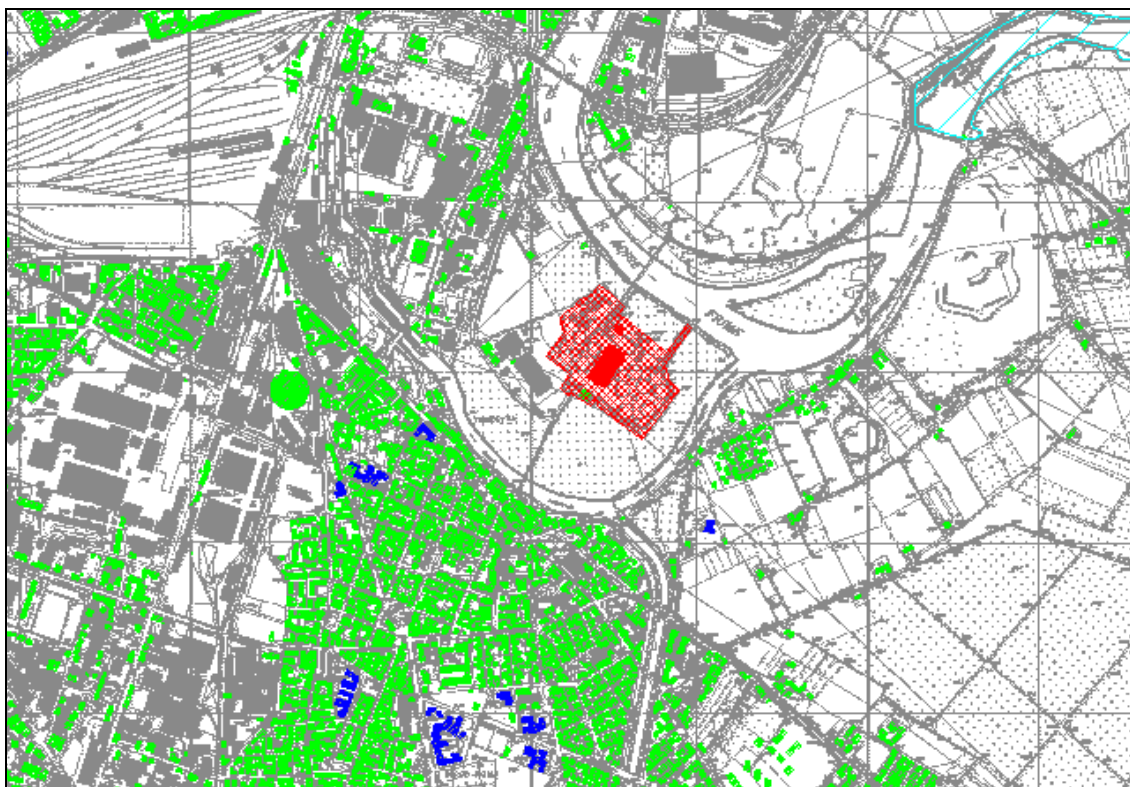


FIGURA 3.7.5.1: posizione dei recettori (in verde) rispetto all'area di impianto (in rosso).

3.7.5.1 RISCHI DA INQUINAMENTO POTENZIALE DI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE DI FALDA

La perdita di grassi, oli o carburanti da parte dei mezzi d'opera utilizzati, che opereranno su di un'area priva del terreno vegetale di copertura, comporta una probabilità di contaminazione del suolo, del sottosuolo e della falda in esso contenuta.

Queste situazioni possono verificarsi con maggiore probabilità e frequenza in caso di utilizzo di mezzi in cattive condizioni, di mancanza di un adeguato programma di manutenzione, quando il personale addetto ai lavori non ha ricevuto adeguata formazione sugli accorgimenti necessari a non provocare sversamenti e a verificare il buono stato dei mezzi, e quando la direzione lavori e i responsabili delle attività di cantiere non fanno rispettare questo modus operandi, che, dato il tipo di intervento ed il contesto ambientale entro cui esso viene realizzato, assume un'importanza significativa.

La zona di lavorazione e stoccaggio dei rifiuti è totalmente pavimentata con calcestruzzo armato: in tale zona si esclude la possibilità di trasmissione al suolo di qualsivoglia sostanza inquinante.

Per quanto riguarda le altre zone non pavimentate, è permesso il solo transito degli automezzi; la contaminazione del suolo (e conseguentemente del sottosuolo e della falda) può avvenire sostanzialmente in due modi:

- 1) *Contaminazione incidentale e puntiforme*: riveste scarso interesse trattandosi di un problema di semplice soluzione purché vi sia un piano di prevenzione e di sicurezza efficace e che lo stesso sia attuato con tempestività ed efficienza; è pertanto sufficiente predisporre i seguenti accorgimenti: delimitare l'area eventualmente contaminata, raccogliere tempestivamente il rifiuto accidentalmente sversato e contestualmente isolare il rifiuto;
- 2) *Contaminazione profonda*: i contaminanti possono, per diffusione, per diluizione o con altre modalità chimico fisiche, inquinare zone relativamente vaste ed essere assorbite dall'apparato radicale, ritrovarsi nell'apparato fogliare ed entrare di conseguenza nel circuito alimentare. Inoltre gli inquinanti, dilavati e diffusi, possono penetrare nel sottosuolo con conseguente, inevitabile, inquinamento, dopo un lasso variabile di tempo, delle falde acquifere;

Per quanto concerne il suolo ed il sottosuolo, si consiglia, nel caso si verificasse un'emergenza con spandimento di inquinanti (es. guasto di un mezzo d'opera oppure incidente di automezzi con sversamento di sostanze liquide), l'utilizzo di materiale assorbente e/o la raccolta del suolo eventualmente contaminato; i suddetti materiali (possibile identificazione con la Dec.2000/532/CE e s.m.i. CER 150203 oppure 150203: comunque da definire in fase di attività) verranno così adeguatamente raccolti e smaltiti in appositi centri autorizzati. In ogni caso verranno garantite le seguenti operazioni, al fine di evitare ogni possibile tipo di inquinamento per la falda sottostante l'attività dell'impianto:

- le riparazioni e/o manutenzioni ordinarie dei mezzi verranno effettuate in una officina coperta ed adeguatamente pavimentata;
- regolamentazione del traffico per evitare incidente tra mezzi.

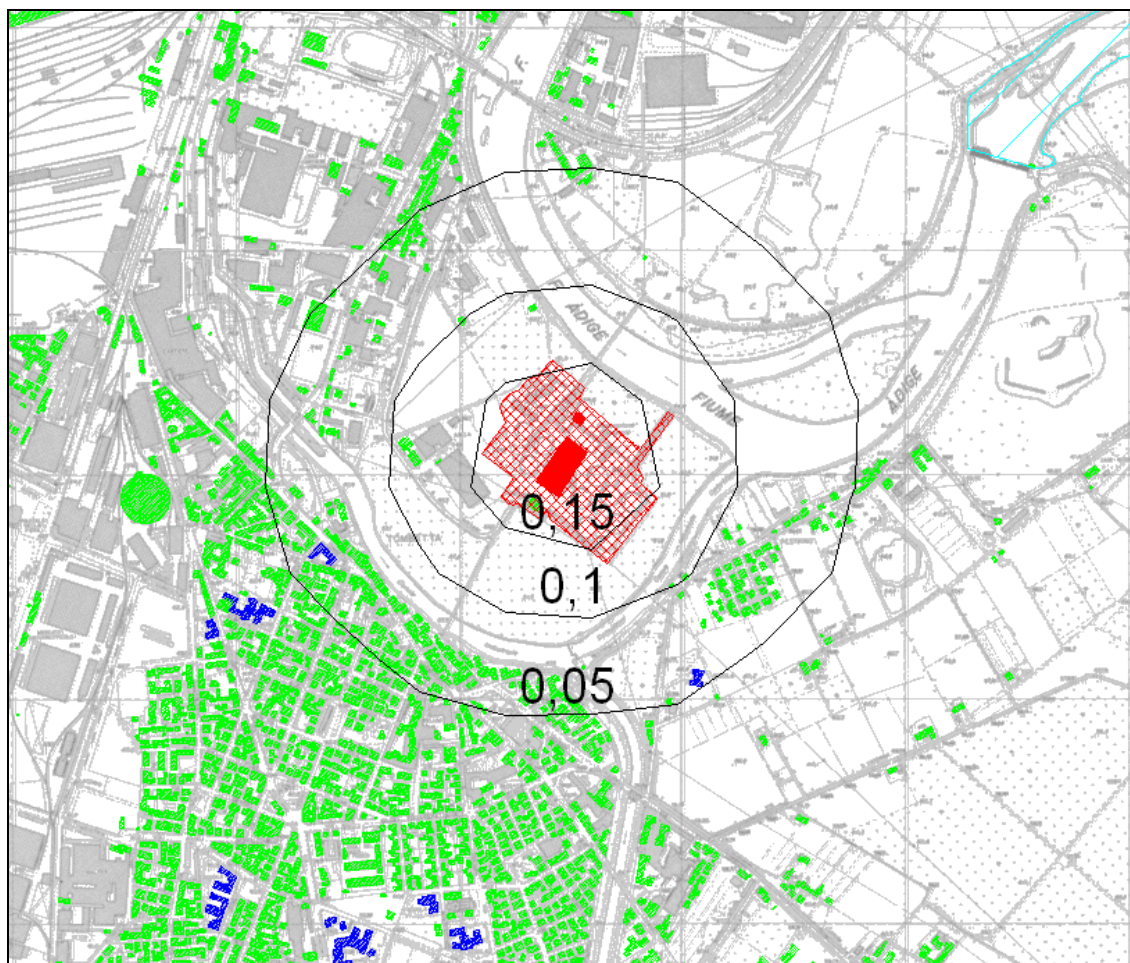
Per quanto concerne la falda sotterranea, va ricordato che la risorsa idrica utilizzata per fini idropotabili viene estratta dal sottosuolo a profondità elevate (oltre i 150 m di profondità dal piano campagna), questo proprio per ovviare ai problemi connessi con eventuali sversamenti superficiali di inquinanti, per lo più connessi con le attività zoo-tecniche presenti nel territorio. Pertanto anche un eventuale inquinamento della falda presente nel primo sottosuolo dell'area investigata non comporterebbe problematiche relative alla salute pubblica.

Concludendo, considerato che la probabilità che avvenga un significativo sversamento di inquinanti da parte degli automezzi, se la gestione dell'attività è svolta a regola d'arte, è prossima allo 0, che nel caso di contaminazione superficiali verranno prontamente asportati i volumi contaminati e che la falda superficiale non è utilizzata a scopi idropotabili, è possibile affermare che il rischio effettivo per la salute pubblica derivante dall'inquinamento di suolo, sottosuolo e falda è assolutamente nullo.

3.7.5.2 RISCHI DA CONTAMINAZIONE DELL'ARIA

Ossidi di azoto

Così come detto precedentemente, anche per il biossido di azoto si prescrive un limite medio annuale a protezione dai rischi cronici sulla salute umana, pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La figura 3.7.5.2.1 mostra come non vi sia incremento di tale valore in nessuno dei recettori indicati.

FIGURA 3.7.5.2.1: Andamento del valore medio orario della concentrazione di NO₂, sui recettori.

3.7.5.3 RISCHI DA RUMORE

Tutte le attrezzature utilizzate nel ciclo produttivo del depuratore sono mosse da motori elettrici, sottoposti a regolare manutenzione.

Questi mettono in azione alcuni bracci meccanici all'interno delle vasche che contengono i reflui da trattare, insufflano aria all'interno delle unità di ossigenazione, azionano il vaglio in ingresso, ecc. I rumori prodotti da tali dispositivi, anche se azionati contemporaneamente, risultano molto contenuti e non percepibili già a dieci metri dal confine dell'area dell'impianto.

La realizzazione dei nuovi elementi impiantistici previsti dal progetto di adeguamento tecnologico non comporta inoltre variazioni di rilievo rispetto all'attuale stato dei luoghi. Pertanto l'impatto atteso in fase progettuale risulta nullo

3.7.5.4 CONCLUSIONI

Nei prossimi punti si riportano i risultati delle valutazioni relative agli impatti indotti dal depuratore nelle tre fasi temporali, sulla Salute Pubblica.

STATO ATTUALE

Allo stato attuale le possibili interferenze sulla salute degli addetti ai lavori e, in senso più lato, degli esseri umani, indotte dalla presenza del depuratore e dalle attività di gestione dello stesso

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

possono derivare da eventi ordinari (contaminazione dell'aria) o straordinari (contaminazione del suolo).

TABELLA 3.7.5.4.1: Schema riassuntivo degli Impatti sulla Salute Pubblica derivanti da rischi di contaminazione dell'aria.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'esercizio dell'impianto) ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una vulnerabilità media per quanto riguarda la Salute Pubblica.	0,50
Estensione (E)	L'area di influenza significativa è interna al comparto stesso, e, in particolari situazioni, può interessare anche le aree limitrofe	0,50
Pericolosità (H)	Le emissioni in atmosfera indotte dalla gestione del depuratore sono potenzialmente nocive per la salute umana.	0,50
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,50
Probabilità (P)	L'esercizio del depuratore comporta emissione di odori e composti gassosi nell'atmosfera.	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,20
Peso Ponderato (K = $N_i \times K_0$)	Impatto a lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la Salute Pubblica.	-8,00
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 20,00

TABELLA 3.7.5.4.2: Schema riassuntivo degli Impatti sulla Salute Pubblica derivanti da rischi di inquinamento potenziale del suolo.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio, costituita dalla presenza del depuratore e dal suo esercizio ha una durata stimata superiore ad 1 anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'eventuale vulnerabilità della zona viene neutralizzata dall'impermeabilizzazione e dal sistema di captazione e successivo trattamento delle acque di pioggia. Inoltre l'area presenta una vulnerabilità bassa per quanto riguarda la Salute Pubblica	0,25
Estensione (E)	L'evento viene controllato tutto all'interno del comparto	0,25
Pericolosità (H)	Sversamenti accidentali potrebbero contenere elementi tossico-nocivi per la salute pubblica.	0,75
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,25
Probabilità (P)	Se vengono seguiti scrupolosamente i protocolli di manutenzione e gestione la probabilità di accadimento di un evento del genere sono nulle. Viene considerata una probabilità bassa in via cautelativa.	0,25
<i>Rischio (R = P x D)</i>		0,56
Peso Ponderato (K = $N_i \times K_0$)	Impatto a Breve Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la Salute Pubblica.	-4,00
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 2,25

FASE DI CANTIERE

Descrizione Attività, Opere Esistenti e di Adeguamento, con Valutazione degli Impatti - PARTE 2

La fase di cantiere, rispetto allo stato attuale, comporta emissione di particolato e gas di combustione da parte dei mezzi d'opera e, nelle sole fasi di scavo, un maggiore rischio di contaminazione del suolo. Si riportano di seguito i risultati delle valutazioni effettuate.

TABELLA 3.7.5.4.1: Schema riassuntivo degli Impatti sulla Salute Pubblica derivanti da rischi di contaminazione dell'aria.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio (ovvero l'esercizio dell'impianto e la movimentazione dei mezzi per la realizzazione delle opere) ha una durata di pochi mesi.	0,50
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una vulnerabilità media per quanto riguarda la Salute Pubblica.	0,50
Estensione (E)	L'area di influenza significativa è interna al comparto stesso, e, in particolari situazioni, può interessare anche le aree limitrofe	0,50
Pericolosità (H)	Le emissioni in atmosfera indotte dalla gestione del depuratore e dai mezzi per la realizzazione delle opere sono potenzialmente tossiche per la salute umana.	0,75
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,25
Probabilità (P)	Nella fase di cantiere si sommeranno le emissioni provenienti dall'esercizio del depuratore con quelle immesse dai mezzi d'opera	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,25
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto a breve Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la Salute Pubblica.	-4,00
Impatto Ambientale (I _A =R x K)	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 9,00

TABELLA 3.7.5.4.2: Schema riassuntivo degli Impatti sulla Salute Pubblica derivanti da rischi di inquinamento potenziale del suolo.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di potenziale rischio, costituita dalla presenza di aree interessate da scavi, può avere durata massima di alcuni mesi.	0,50
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità del suolo a superfici di scavo aperte è elevata	1,00
Estensione (E)	L'evento di contaminazione del suolo si nelle aree di scavo si può sviluppare tutto all'interno del comparto	0,25
Pericolosità (H)	Sversamenti accidentali di oli, grassi o carburante potrebbero contenere elementi tossico-nocivi per la salute pubblica.	0,75
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,50
Probabilità (P)	La probabilità che si possa verificare uno sversamento nelle aree di scavo è molto bassa	0,25
<i>Rischio (R = P x D)</i>		0,63
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto a Breve Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica, quale è la Salute Pubblica.	-4,00
Impatto Ambientale (I _A =R x K)	TRASCURABILE (- 30 < I_A ≤ 0)	- 2,50

STATO DI PROGETTO

Una volta realizzate le opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico, i rischi per la salute umana risulteranno gli stessi che caratterizzano lo stato attuale.

3.8. CONCLUSIONI

La tabella seguente riassume i risultati delle valutazioni riportate nei capitoli precedenti.

TABELLA 3.10.1: Sintesi degli Impatti indotti dalla presenza e dall'esercizio del Depuratore.

Matrice Ambientale	Impatto / Valore					
	Attuale		Cantiere		Progetto	
Atmosfera						
Emissione di Odori	-11,00	Tr.	//	//	-11,00	Tr.
Emissione di Macroinquinanti Gassosi	-12,00	Tr.	//	//	-12,00	Tr.
Suolo e Sottosuolo						
Sottrazione di Suolo e Sottosuolo	//	//	-10,00	Tr.	//	//
Modificazione dell'Assetto Geomorfologico	//	//	-1,25	Tr.	//	//
Contaminazione di Suolo e Sottosuolo	//	//	-0,88	Tr.	-0,44	Tr.
Acque Superficiali						
Alterazione del Regime Idraulico	-13,60	Tr.	-13,60	Tr.	-13,60	Tr.
Alterazione della Qualità delle Acque Superficiali	-35,00	Med.	-35,00	Med.	-22,00	Tr.
Acque Sotterranee						
Contaminazione delle acque sotterranee	-3,75	Tr.	-5,00	Tr.	-3,75	Tr.
Sfruttamento della risorsa	-32,00	Tr.	-32,00	Tr.	-32,00	Tr.
Flora, Fauna ed Ecosistemi						
Danneggiamento della Vegetazione	-28,00	Tr.	//	//	-24,00	Tr.
Perdita/Frammentazione Habitat e Habitat di Specie	-28,00	Tr.	//	//	-24,00	Tr.
Disturbo/Danneggiamento Fauna Caratteristica	-28,00	Tr.	//	//	-24,00	Tr.
Paesaggio						
	-8,00	Tr.	//	//	-6,00	Tr.
	-16,00	Tr.	//	//	-8,00	Tr.
Salute Pubblica						
Danni derivanti da contaminazione dell'aria	-20,00	Tr.	-9,00	Tr.	-20,00	Tr.
Danni derivanti da inquinamento del suolo	-2,25	Tr.	-2,50	Tr.	-2,25	Tr.
<i>VALORE MEDIO</i>	14,85		6,83		12,69	
LEGENDA						
E.V.A. = elevata Valenza Ambientale		Tr. = Trascurabile				
B. = Buono		M. = Medio				

TABELLA 3.10.1: Sintesi degli Impatti indotti dalla presenza e dall'esercizio del Depuratore.

Matrice Ambientale		Impatto / Valore		
		Attuale	Cantiere	Progetto
P. = Positivo		E. = Elevato		
L. F. = Lievemente Favorevole		E. E. = Estremamente Elevato		

Dall'analisi complessiva degli impatti indotti sulle diverse componenti ambientali, nei tre scenari valutati, emerge quanto segue:

- L'impatto di maggiore rilevanza emerso riguarda lo scarico delle acque depurate nel fiume Adige che, allo stato attuale e per tutta la fase di cantiere, risulta di Media intensità ($I = -35,00$). Una volta realizzate le opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico però si assiste ad un significativo miglioramento. L'impatto indotto risulta infatti trascurabile ($I = -22,00$);
- Come era prevedibile, la fase che comporta minori interazioni con l'ambiente circostante è quella di cantiere, principalmente per la sua breve durata, e per l'esigua consistenza delle opere da realizzare;
- Nel complesso il valore medio degli impatti riscontrabili dopo la realizzazione delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico risulta inferiore rispetto a quello rilevato nell'attuale conformazione del depuratore ($I_{\text{MEDIO_PROGETTO}} = 12,69 < I_{\text{MEDIO_ATTUALE}} = 14,85$). Questo dimostra che la realizzazione delle opere previste dal progetto di adeguamento tecnologico, oltre che necessaria, comporta anche dei benefici in termini di impatti complessivi sull'ambiente circostante.

4. BIBLIOGRAFIA

4.1. *ATMOSFERA*

- (1972) Bulletin of American Meteorology Society, vol.18,
- A.P.A.T. (2003), "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria"
- A.P.A.T. (2003), "Metodi di misura delle misure olfattive"
- A.R.P.A.V. (2000): "La Caratterizzazione Climatica" Quaderni per l'Ambiente Veneto.
- A.R.P.A.V. (2000): "Rapporto sugli Indicatori Ambientali del Veneto".
- A.R.P.A.V. (2006), "Rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Verona"
- A.R.P.A.V. (2008), "Rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Verona"
- A.R.P.A.V. (2008), "Bollettino dati meteorologici orari"
- Bendoricchio G., Jorgensen S.E., (2003), "Fundamentals of Ecological Modelling", Elsevier
- Capelli L. et al. (2009), "Predicting odour emissions from wastewater treatment plants by means of odour emission factors", Water Research 43
- CTN-ACE (2004), "I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni"
- EMEP/CORINAIR (2006), "Emission Inventory Guidebook"
- Gambolati G., (1997), "Lezioni di metodi numerici", Cortina
- Giarola S. (2003), "WinDimula 2.0: descrizione delle equazioni utilizzate nel modello"
- Osmotech srl (2009), "Campagna di misurazioni olfattometriche presso il depuratore Città di Verona"
- Pasquill F. (1974) "Atmospheric Diffusion", Wiley and Sons
- Stephenson T. et al., (2006) "Impact of variable emission rates on odour modelling at WWTW's"
- Stuetz R. et al., (2001), "Odours in wastewater treatment", IWA Publishing
- US-EPA, (1994) "Air emission models for waste e wastewater"
- US-EPA, (2001) "AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors"

4.2. *ACQUA*

- Hydrologic Modelling System HEC-HMS, Technical reference manual; U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center; Year 2000.
- River Analysis System HEC-RAS, Technical reference manual; U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center; Year 2002.
- Meccanica dei fluidi, Enrico Marchi e Antonello Rubatta, UTET.
- Technical Report 55; Soil Armanini A., Principi di Idraulica Fluviale, Cosenza: Editoriale Bios, 1999; Conservation Service (SCS).
- Armanini A., Principi di Idraulica Fluviale, Cosenza: Editoriale Bios, 1999.
- Antonelli R. (1989): "Stato delle Conoscenze sui Rapporti tra il Fiume Adige e le Falde Idriche dell'Alta Pianura Veronese" Nuove prospettive di ricerca. Atti del Conv. "Il Fiume Adige", pp. 123-133, Verona.
- Antonelli R., Stefanini S (1982): "Nuovi Contributi Idrogeologici ed Idrochimici sugli Acquiferi dell'Alta Pianura Veronese" Mem. Sc. Geol., Vol. 35, pp. 35-67, Padova.

- Beretta G. P. (1992): "Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee: tecniche per lo studio e la progettazione degli interventi di prevenzione, controllo, bonifica e recupero" Pitagora Editrice Bologna.
- Bianucci G., Ribaldone Bianucci E. (1977): "Il trattamento delle acque residue industriali e agricole". Hoepli, Milano.
- Bixio V. (1989): "Indagini idrologiche per la redazione dei piani generali di bonifica e di tutela del territorio rurale". Unione Regionale Veneta delle Bonifiche e delle Irrigazioni.
- Celico P. (1988): "Prospezioni Idrogeologiche" Liguori Editore S.r.l. Napoli.
- Chiesa G. (1994): "Idraulica delle acque di falda". Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Civita M. (1994): "Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria e pratica" Pitagora Editrice Bologna.
- Civita M., De Maio M. (1997): "SINTACS: un sistema parametrico per la valutazione e la cartografia della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento – Metodologia e automatizzazione" Pitagora Editrice Bologna.
- Crema G. C. (1996): "Risanamento dei suoli e degli acquiferi alluvionali: manuale dell'ambientalista" Pitagora Editrice Bologna.
- Da Deppo L., Datei C. e Salandin P. (1994): "Sistemazione dei corsi d'acqua". Istituto di Idraulica Giovanni Poleni, Milano.
- Dal Prà , De Rossi P., Furlan F., Siliotti A. e Zangheri P. (1991): "Il Regime delle Acque Sotterranee nell'Alta Pianura Veronese" Società Cooperativa Tipografica, Padova.
- Dal Prà , De Rossi P., Siliotti A. e Sottani A. (1989): "Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige" CNR e Dipartimento di Geologia dell'Università di Padova.
- Dell'Anno P. (2000): "La tutela delle acque dell'inquinamento" Collana Ambiente e Territorio, Maggioli Editore.
- Di Rosa G. (2000): "Rischio Idrogeologico e Difesa del Territorio" Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Francani V. (1997): "Idrogeologia Generale e Applicata – Geologia Applicata 2" Città Studi Edizioni UTET Libreria S.r.l. Torino.
- Gisotti G., Benedini M. (2000): "Il Dissesto Idrogeologico" Carocci Editore S.p.A., Roma.
- Hamill L., Bell F.G. (1992): "Acque sotterranee: ricerca e sfruttamento". Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Prati L. (2001): "Inquinamento Idrico". Ipsoa, Milano.
- Sorbini L. (1993): "Geologia, Idrogeologia e Qualità dei principali acquiferi veronesi" Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (IIa serie), sezione Scienze della Terra n° 4.

4.3. SUOLO SOTTOSUOLO

- Carte Geologiche, Geomorfologiche, Idrogeologiche, Podologiche e Relazioni Geologiche del comune di Verona:
- PALEOIDROGRAFIA TARDOQUATERNARIA DELLA PIANURA VENETA SUD OCCIDENTALE ED L'USO SIGNIFICATO IN UNA ROCOSTRUZIONE PAEOCLIMATICA – a cura di B. Marcolongo – Consiglio Nazionale delle Ricerche – Progetto Strategico "Clima ed Ambiente dell'Area Mediterranea – Sottoprogetto Telerilevamento – 1987.

- CARTA DEI SUOLI DEL VENETO (scala 1:250.000) – a cura dell'ARPAV Centro Agroambientale, Osservatorio regionale Suolo – 2005
- IL REGIME DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'ALTA PIANURA VERONESE - AA.VV. Memorie di Scienze Geologiche dell'Università di Padova, VOL. XLVIII, pagg. 155-183, Padova 1991
- MODELLO SISMOTETTONICO DELL'ITALIA ORIENTALE, AA.VV.- CNR Rendiconto n. 1 (GNDT U.R.1.4 Sismo tettonica delle Alpi), Trieste 1987
- RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE della Provincia di Verona – anno 2002, 2004, 2006 e 2007
- PROSPEZIONI IDROGEOLOGICHE (VOL. I e II) - Pietro Celico – Liguori Editore-2000
- LE CARTE DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO Teoria e Pratica – Massimo Civita - Pitagora Editrice Bologna - 1994
- Carta della vulnerabilità degli acquiferi - AA.VV. – in PIANO TUTELA DELLE ACQUE della Regione del Veneto (2005)
- PEDOLOGIA - Andrea Giordano – UTET - 1999
- MANUALE PER LE INDAGINI AMBIENTALI IN SITI CONTAMINATI – AA.V.V.- in APAT Manuali e Linee Guida 43/2006 – a cura dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici - Ministero dell'Ambiente - Roma
- PROVE GEIOTECNICHE IN SITO (3a edizione) – Ferruccio Cestari – Edizioni Geo-Graph Segrate - 2005
- LA SISTEMAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – Vito Ferro – Mc Graw-Hill – 2002
- FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN (5th edition) – J. E. Bowles – Mc Graw – Hill 1997
- Azzaroli A., Cita M. B. (1982): “Geologia Stratigrafica” Cisalpino-Goliardica Editore, Milano.
- Basso F. (1995): “Difesa del Suolo e Tutela dell'Ambiente” Pitagora Editrice, Bologna.
- Bell F. G. (2001): “Geologia Ambientale – Teoria e Pratica”. Zanichelli Edizioni, Bologna.
- Bini A., Scesi L. (1992): “Geologia Applicata: minerali, rocce e loro proprietà tecniche” Città Studi S.c.r.l., Milano.
- Blatt H. (1997): “Our Geologic Environment” Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Boccaletti M., Tortorici L. (1987): “Appunti di Geologia Strutturale” Scienze della Terra - 4. Pàtron Editore. Bologna.
- Carta Geologica d'Italia. (1968): “ Foglio 49: Verona”. 2a Edizione, Napoli.
- Castellarin A. (1982): “Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1 : 200.000” CNR, P. F. Geodinamica. Roma.
- Desio A. (1985): “Geologia applicata all'Ingegneria” Terza Edizione, Editore Ulrico Hoepli, Milano.
- De Zanche V., Sorbini L. e Spagna V. (1977): “Geologia del Territorio del Comune di Verona” Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (IIa serie), Sezione Scienze della Terra N° 1.
- Hallam A. (1981): “Interpretazione delle Facies e Stratigrafia” Pitagora Editrice, Bologna.
- Martinis B. (1988): “Geologia Ambientale” Collezione Scienze della terra. Utet, Torino.
- Regione Veneto (1990): “Carta Geologica del Veneto, scala 1 : 250.000. Una storia di cinquecento milioni di anni”. Segreteria Regionale per il Territorio. Venezia.
- Scaglioni A. (1991): “Elementi di Geologia Agraria” Geo-Graph Editore, Segrate (MI).

- Sorbini L., Accorsi C. A., Bandini Mazzanti M., Forlani L., Gandini F., Meneghel M., Rigoni A., Sommaruga M. (1984): "Geologia e Geomorfologia di una porzione della pianura a Sud-Est di Verona" Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (IIa serie), sezione Scienze della Terra n° 2.
- Benini G. (1990): "Sistemazioni Idraulico-Forestali". Collana di Scienze Forestali e Ambientali. Utet Edizioni, Torino.
- Castiglioni G. B. (1979): "Geomorfologia" UTET Editore, Torino.
- Dramis F., Bisci C. (1998): "Cartografia Geomorfologica: Manuale di Introduzione al Rilevamento ed alla Rappresentazione degli Aspetti Fisici del Territorio" Pitagora Editrice, Bologna.
- Marchetti M. (2000): "Geomorfologia Fluviale" Pitagora Editrice, Bologna.
- Panizza M. (1992): "Geomorfologia". Pitagora Editrice, Bologna.
- Panizza M. (1988): "Geomorfologia Applicata: Metodi di applicazione alla Pianificazione Territoriale e alla Valutazione di Impatto Ambientale" La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Regione Veneto (1987): "Carta delle Unità Geomorfologiche, scala 1 : 250.000. Le Forme del Territorio". Segreteria Regionale per il Territorio. Venezia.

4.4. FLORA FAUNA

- AMENDOLA G., ANTONELLI A., ARCHIBUGI F., BARBERO G., BEATO F., BISOGNO P., CORIGLIANO E., FIENGO G., KARRER F., MAGGI M., MARINI R., MARTINELLI F., PALAZZO A., RYDZY J., SARTORI S., STATERA G., WILDE V.L., (1991), "La valutazione di impatto ambientale – Un approccio integrato" a cura di Fulvio Beato, Franco Angeli S.r.l., Milano.
- BASSO F. (1995), "Difesa del suolo e tutela dell'ambiente", Pitagora Editrice Bologna.
- GISOTTI G., BRUSCHI S. (1990), "Valutare l'ambiente – Guida agli studi di impatto ambientale" La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- GUIDA ALLA FAUNA D'INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE. Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione per la Protezione della Natura
- Spagnesi M., L. Serra (a cura di), 2003 – "Uccelli d'Italia". Quad. Cons. Natura, 16, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Rossi W., 2002 – "Orchidee d'Italia. Quaderni di Conservazione della Natura", 15. Min. Ambiente e della Tutela del Territorio - Istituto Nazionale Fauna Selvatica;
- L.Susmel, 1997 – "Principi di Ecologia", ed. CLEUP;
- R. Vismara, "Ecologia applicata", ed. Hoelpli;
- R. Cossu, "Fenomeni d'inquinamento delle acque", 1998 ed. Image Padova;
- A. Ghetti, "Idraulica", 1985 ed. Cortina;
- G. Bendoricchio, "Fundamentals of Ecological modelling", 2003 ed. Elsevier
- "La vegetazione Forestale del Veneto – Prodromi di tipologia forestale" di R. Del Favero ed altri (1990)
- "Biodiversità e indicatori nei tipi forestali del Veneto" di R. Del Favero ed altri (1999);
- Provincia di Verona RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE 2010;
- Informazioni biologiche tratte da siti Internet
- www.regioneveneto.it
- www.arpa.veneto.it

- www.animalieanimali.net
- www.birdinitaly.net
- www.ibimet.cnr.it
- www.inrete.ch
- www.istitutoveneto.it
- www.lifetrebbia.it

4.5. ECOSISTEMI

- Provincia di Milano LINEE GUIDA PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA LUNGO I CORSI D'ACQUA Ed Guerini ed Associati
- Provincia Autonoma di Trento – Arpa- MACROINVERTEBRATI DEI CORSI D'ACQUA ITALIANI
- Provincia di Verona RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE
- Istituto Ricerca sulle acque –CNR- INDICE BIOTIPO ESTESO I.B.E.
- I FIORI Fabbri Editori
- GLI UCCELLI Fabbri Editori
- LA FLORA ACQUATICA Fabbri Editori
- I MAMMIFERI Fabbri Editori
- GLI ALBERI Fabbri Editori
- APAT, 2007. IFF 2007, Indice di Funzionalità Fluviale. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, Roma.
- ARPAV, 2010. Rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Verona, Anno 2010.
- ARPAV, 2008. Rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Verona, Anno 2008.
- ARPAV, 2006. Rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Verona, Anno 2006.
- ARPAV, 2004. Rapporto sullo stato dell'ambiente della Provincia di Verona, Anno 2004.
- F. SARTORI, 1998. Biondicatori ambientali. Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano.
- G. SANSONI, 2005. Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia autonoma di Trento, Trento.
- P. F. GHETTI, 2001. Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia autonoma di Trento, Trento.
- S. CAMPAIOLI, P.F. GHETTI, A. MINELLI e S. RUFFO, 1994. Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane. Vol I-II. Provincia Autonoma di Trento.
- APAT, Ministero dell'ambiente e Tutela del Territorio e APPA. 2007. IFF 2007, Indice di Funzionalità Fluviale. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, Roma.
- APAT, IRSA-CNR, 2003. Metodi analitici per le acque. Volume 3, Sezioni 6000-7000-8000-9000. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, Roma.

4.6. PAESAGGIO

- AA.VV.(1997)- "Dossier. La V.I.A. in Italia: stato dell'arte e prospettive", Genio Rurale n°371997
- Amendola G., Antonelli A., Archibugi F., Barbero G., Beato F., Bisogno P., Corigliano E., Fiengo G., Karrer F., Maggi M., Marini R., Martinelli F., Palazzo A., Rydzy J., Sartori S., Statera G., Wilde V.L., (1991), "La valutazione di impatto ambientale. Un approccio integrato" a cura di Fulvio Beato, Franco Angeli S.r.l., Milano
- Amministrazione Provinciale di Vicenza – Assessorato al Territorio (1998) – “Piano Territoriale Provinciale”.
- Amm. Provinciale di Verona, Piano territoriale provinciale. Il sistema Garda – Baldo, Verona 1997;
- Bonomi, Il distretto del piacere, Torino, 2000;
- E, Turri – S. Ruffo, L'Adige, Verona;
- T. C. i., Veneto, Milano, 1991;
- Amministrazione Provinciale di Verona, Assessorato alla Tutela Faunistico Ambientale, Oasi provinciali per la protezione della fauna selvatica, Verona;
- Bacci M., Nardini A. (2000) – “Dalla Valutazione di Impatto Ambientale alla Valutazione Integrata Partecipativa” Edizioni Cantagalli, Siena.
- Bacci M., Nardini A. (2000) – “Dalla Valutazione di Impatto Ambientale alla Valutazione Integrata Partecipativa” Edizioni Cantagalli, Siena.
- Bazzani G., Grillenzoni M., Malagoli C., Ragazzoni A. (1993) – “Valutazione delle Risorse Ambientali”, Edagricole, Bologna.
- Bonfanti P., Sigura M.:(1996), "Analisi del paesaggio rurale: un caso di studio." Agrigusiness Management & Ambiente, 1
- Cardora P. (1994) "Indirizzi metodologici nell'analisi e nella valutazione della qualità visiva del paesaggio", Genio Rurale, n.7-8, Edagricole, Bologna
- Falini P. Ciardini F. (1985), "La qualità visiva del paesaggio: metodi e tecniche di valutazione", Agricoltura Ambiente, gennaio, Roma
- Farina A. (1993), "L'ecologia dei sistemi ambientali". Cleup Editrice, Padova
- Gisotti G.(1987), "Principi di geopedologia", Calderini, Bologna
- Gisotti G., Bruschi S. (1990) "Valutare l'ambiente. Guida agli studi di impatto ambientale" La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Ingegnoli V.(1980) "Ecologia e progettazione" ed. Cusl, Milano