



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

VARIANTI ALLA S.S. N.14 "TRIESTINA" DEI CENTRI ABITATI DI CAMPALTO E TESSERA IN COMUNE DI VENEZIA

VARIANTE DI CAMPALTO

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' ALLA V.I.A.

L'APPALTATORE

INTERCANTIERI VITTADELLO SPA
Responsabile di Commessa
Direttore Tecnico e Procuratore
Ing. Dario Pangallo



I PROGETTISTI

PROGEVI SRL
Direttore Tecnico
Ing. Fiorenzo Rosso
Ordine Ing. di Padova Sez. A n° 4351



PROTECO ENGINEERING SRL
Direttore Tecnico
Arch. Roberto Giacomo Davanzo
Ordine Arch. di Venezia n° 1638



COORDINATORE DEL GRUPPO SPECIALISTICO ESTENSORE DELLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Arch. Roberto Giacomo Davanzo
Ordine Arch. di Venezia n° 1638

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. P. GUALANDI

VISTO: IL RESPONSABILE COORDINAMENTO
CENTRO NORD

Ing. N. DINNELLA

PROTOCOLLO

DATA

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPVE03 E 1401

NOME FILE

P00IA00AMBRE03_E.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE
ELAB. P00IA00AMBRE03

E

--

E	EMISSIONE	02/2016	DAVANZO R.G.	LEVORATO A.	ROSSO F.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	2
2	OGGETTO E MOTIVAZIONI DELLO SCREENING	4
3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO.....	5
3.1	LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA.....	5
3.1.1	<i>Il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC).....</i>	5
3.1.2	<i>Il Nuovo Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (nuovo PTRC).....</i>	9
3.1.3	<i>Il Piano d'Area della Laguna di Venezia (PALAV).....</i>	12
3.1.4	<i>Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Venezia (PTCP)</i>	13
3.1.5	<i>La Rete Natura 2000 e le aree naturali protette</i>	16
3.2	LA PIANIFICAZIONE LOCALE.....	17
3.3	COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON GLI STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE	22
4	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	23
4.1	INQUADRAMENTO GENERALE	23
4.1.1	<i>L'ambito di intervento</i>	23
4.1.2	<i>Sintesi dell'iter progettuale</i>	23
4.1.3	<i>Criteri utilizzati per la progettazione esecutiva.....</i>	24
4.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	27
4.2.1	<i>Caratteristiche principali dell'opera</i>	27
4.2.2	<i>Varianti rispetto al progetto definitivo.....</i>	28
4.2.2.1	<i>Rotatoria Ovest.....</i>	28
4.2.2.2	<i>Canale Morosina</i>	29
4.2.3	<i>Modifica della risoluzione dell'interferenza con il collettore fognario del Consorzio Veritas</i>	29
4.3	TECNOLOGIE COSTRUTTIVE E OPERE D'ARTE.....	30
4.3.1	<i>Attraversamento di via Gobbi</i>	32
4.3.2	<i>Tratto all'aperto con muri ad "U".....</i>	37
4.3.3	<i>Tratto tra diaframmi e puntoni definitivi.....</i>	38
4.3.4	<i>Tratto in galleria artificiale all'interno dei pozzi ellittici</i>	39
4.4	IMPIANTI	40
4.4.1	<i>Caratteristiche illuminotecniche di progetto.....</i>	40
4.4.2	<i>Caratteristiche degli impianti progettati</i>	41
4.4.2.1	<i>Corpi illuminanti.....</i>	41
4.4.2.2	<i>Sostegni</i>	43
4.4.2.3	<i>Linee di alimentazione.....</i>	43
4.4.2.4	<i>Impianti di messa a terra</i>	44
4.4.2.5	<i>Quadri elettrici</i>	44
4.4.2.6	<i>Sistema di telecontrollo e gestione remota</i>	44
4.5	OPERE DI MITIGAZIONE	45
5	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE.....	48
5.1	LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	48
5.2	GEOLOGIA.....	50

5.2.1	<i>Inquadramento morfologico e paleografico.....</i>	50
5.2.2	<i>Litologia.....</i>	51
5.2.3	<i>Modello geologico – stratigrafico</i>	52
5.2.3.1	<i>Tratto in galleria.....</i>	54
5.2.3.2	<i>Tratto in rilevato e Rotatorie</i>	55
5.3	SISMICITÀ.....	55
5.3.1	<i>Premesse.....</i>	55
5.3.2	<i>Sismicità storica dell'area veneziana</i>	56
5.3.3	<i>Caratterizzazione dinamica dei terreni.....</i>	58
5.3.4	<i>Analisi di risposta sismica locale</i>	59
5.4	IDROGRAFIA, IDROGEOLOGIA	61
5.4.1	<i>La rete idrografica superficiale.....</i>	61
5.4.2	<i>Idrogeologia</i>	63
5.5	TERRE	68
5.5.1	<i>Analisi storica del sito.....</i>	68
5.5.2	<i>Indagini in sito e caratterizzazione chimica delle terre</i>	69
5.5.3	<i>Bilancio movimenti terra</i>	73
5.5.4	<i>Gestione delle terre e rocce da scavo</i>	74
5.5.4.1	<i>Cave, discariche e impianti di riciclaggio inerti.....</i>	74
5.6	VIABILITÀ E TRAFFICO	76
5.6.1	<i>Rete viaria.....</i>	76
5.6.2	<i>Piano Generale del Traffico Urbano del comune di Venezia.....</i>	78
5.6.3	<i>Carichi viari e livelli di congestione</i>	79
5.6.4	<i>Incidentalità</i>	81
5.6.5	<i>Strategie del PGTU e programmazione interventi.....</i>	83
5.6.6	<i>Dati di progetto e di valutazione</i>	85
5.7	RUMORE.....	86
5.7.1	<i>Metodologia seguita nella redazione dello studio previsionale acustico.....</i>	86
5.7.2	<i>Riferimenti normativi.....</i>	86
5.7.3	<i>Classificazione acustica comunale</i>	87
5.7.4	<i>Caratterizzazione area di intervento</i>	87
5.7.4.1	<i>Individuazione dei recettori</i>	88
5.7.4.2	<i>Rilevazioni fonometriche eseguite</i>	89
5.7.5	<i>Clima acustico determinato dalla realizzazione del progetto.....</i>	90
5.7.5.1	<i>Stime dei flussi di traffico ai fini delle simulazioni.....</i>	90
5.7.5.2	<i>Simulazioni</i>	91
5.8	VIBRAZIONI	96
5.8.1	<i>Problematiche d'impatto e attività previste.....</i>	96
5.8.2	<i>Analisi dei potenziali effetti negativi</i>	97
5.8.3	<i>Quadro di riferimento normativo</i>	99
5.8.3.1	<i>Esposizione umana alle vibrazioni.....</i>	101
5.8.3.2	<i>Danni agli edifici</i>	105
5.8.4	<i>Approccio metodologico in fase di costruzione e di esercizio</i>	107
5.8.4.1	<i>Spettri di emissione delle macchine ed attrezzature di cantiere.....</i>	109
5.8.4.2	<i>Propagazione delle vibrazioni tra sorgente e ricettore</i>	111

5.8.4.3 Metodologia di calcolo.....	114
5.8.4.4 Attenuazioni o amplificazioni nella struttura degli edifici.....	115
5.8.5 <i>Mitigazione delle vibrazioni durante i lavori di costruzione</i>	117
5.8.6 <i>Impatti potenziali durante la fase di esercizio della nuova strada</i>	119
5.8.6.1 Mitigazione delle vibrazioni durante la fase di esercizio.....	123
5.9 ATMOSFERA.....	123
5.9.1 <i>Riferimenti legislativi</i>	123
5.9.2 <i>Elementi qualitativi</i>	124
5.9.2.1 Il contesto territoriale.....	124
5.9.2.2 Il monitoraggio ARPAV.....	125
5.9.3 <i>Misure di contenimento degli inquinanti attivate dall'Amministrazione Comunale di Venezia nel periodo 2014 - 2015</i>	138
5.9.4 <i>Monitoraggio puntuale in relazione all'intervento</i>	138
5.9.4.1 Durata e ubicazione delle campagne di misura.....	139
5.9.4.2 Dati rilevati.....	139
5.9.5 <i>Impatti potenziali</i>	144
5.10 SISTEMA INSEDIATIVO E USO DEL SUOLO.....	146
5.11 INQUADRAMENTO DELL'AGROSISTEMA.....	147
5.12 MATRICI BIOTICHE.....	149
5.12.1 <i>Ecosistema</i>	149
5.12.2 <i>Vegetazione</i>	150
5.12.3 <i>Fauna</i>	150
5.13 VALENZE STORICO CULTURALI E PAESAGGISTICHE.....	151
5.13.1 <i>Caratteri morfologici e strutturali del paesaggio</i>	152
5.13.2 <i>Sistema vincolistico</i>	154
5.13.3 <i>Paesaggio e valori culturali</i>	157
5.13.3.1 Le dinamiche evolutive del territorio nella successione delle carte storiche.....	157
5.13.3.2 Caratteri paesaggistici.....	160
5.13.3.3 Elementi di connotazione storico - identitaria.....	162
5.13.3.4 Effetti della realizzazione dell'intervento.....	163
5.13.4 <i>Archeologia</i>	166
6 ELEMENTI DI VALUTAZIONE.....	170
6.1 MATRICI.....	170
6.1.1 <i>Costruzione delle matrici</i>	170
6.1.1.1 Matrice degli impatti.....	170
6.1.1.2 Matrice qualitativa.....	173
6.2 ANALISI SWOT.....	175
7 MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	178

SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA

Soggetto proponente: ANAS S.p.A.

Redazione dello Studio Preliminare Ambientale:

Pro.Tec.O. engineering s.r.l.

San Donà di Piave

30027, Via Cesare Battisti, 39

tel. +39 0421 54589 - fax 0421 54532

arch. Roberto Giacomo Davanzo,

coordinamento generale, beni storici, archeologia, paesaggio, agenti fisici

ing. Enrico Musacchio,

suolo e sottosuolo, geologia, vibrazioni, matrici idriche

arch. Maurizio Cossar - dBAcustica,

studio previsionale acustico

dott. Francesco Finotto,

pianificazione, vincoli, socioeconomia

dott. agr. Alice Morandin,

ecologia e matrici biotiche

dott. Davide Scarpa,

valutazione incidenza ambientale

dott. Alberto Azzolina,

cartografia e banche dati

Progevi s.r.l.

Limena

35010, Via Unità d'Italia, 14

tel. +39 049 8657311

ing. Fiorenzo Rosso,

coordinamento progettazione

Descrizione opere in progetto:

Costruzione della variante alla Strada Statale 14 – Triestina per la circonvallazione del centro abitato di Campalto in Comune di Venezia.

Localizzazione:

Comune di Venezia, località Campalto.

Amministrazioni interessate:

Comune di Venezia

Città Metropolitana di Venezia

MIBAC - Segretariato regionale per i Beni Culturali del Veneto

MIBAC - Soprintendenza beni archeologici del Veneto

MIBAC - Soprintendenza belle arti e paesaggio per Venezia e Laguna

1 PREMESSA

L'area metropolitana di Venezia rappresenta uno snodo fondamentale della rete dei collegamenti, sia stradale che autostradale, del Nord-Est, fungendo da cerniera per i traffici da e per il Sud del paese nonché da collegamento diretto tra l'Italia e l'est europeo. All'interno di tale rete viaria, la strada statale S.S. 14 *"della Venezia Giulia"* costituisce un'importante direttrice di collegamento tra le province di Venezia, Udine, Gorizia, Trieste e il territorio sloveno.

Il tratto veneto della statale, si configura quale strada di collegamento tra i più importanti centri della terraferma veneziana e del Veneto Orientale, caratterizzata da importanti volumi di traffico, sia di lunga percorrenza che locali, in relazione ai quali le caratteristiche del tracciato e della sede stradale non risultano più sufficienti a garantire il transito in condizioni di sicurezza.

La statale, infatti, presenta attualmente, nel tratto di interesse, numerose discontinuità funzionali dovute alla connotazione urbana assunta dall'asse in corrispondenza degli attraversamenti dei tessuti insediativi di Campalto e Tessera, caratterizzati da una situazione di perenne congestione per la sovrapposizione dei traffici interni e soprattutto dei flussi di attraversamento.

Il progetto della variante, oggetto del presente studio, costituisce pertanto la soluzione alle suddette criticità, realizzando una viabilità di cintura con la quale si razionalizzano e si ridistribuiscono i traffici veicolari, disincentivando il traffico di media-lunga percorrenza all'interno dei centri abitati e ricorrendo ad un percorso diversificato.

L'intervento, ricadente totalmente nel territorio Comunale di Venezia, in località Campalto, è inserito, altresì, negli strumenti di pianificazione di area vasta (Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana) e urbanistica.

Lo strumento urbanistico vigente del comune di Venezia per l'area in esame è la *"Variante al Piano Regolatore Generale per l'area significativa di Campalto"* approvata con D.G.R. del 02.11.2010, pubblicata sul BUR n. 86 del 23/11/2010.

Il progetto dell'intervento è stato redatto sulla base del progetto preliminare, approvato con disposizione del Presidente dell'ANAS del 05.08.2008 ed in considerazione delle istanze presentate da parte di Comune, Regione e Sovrintendenza ai Beni Ambientali e Culturali nel corso dei lavori della Conferenza dei Servizi, conclusasi con decreto di autorizzazione del progetto emesso dal Provveditorato in data 04.11.2010.

In considerazione delle richieste di modifiche e integrazioni presentate in sede di Conferenza dei Servizi da parte degli Enti, è stato perfezionato il progetto definitivo, approvato con dispositivo dell'Amministratore Unico dell'ANAS del 17.01.2012, in attuazione della determinazione di approvazione n. 106 del 13.01.2012.

La variante di Campalto è territorialmente individuabile quale asse stradale passante Est-Ovest al centro abitato di Campalto, destinata ad intercettare il traffico di attraversamento avente

origine e destinazione al di fuori delle pertinenze urbane, evitando che gravi sulla viabilità locale.

Le previsioni future consistono nel dare continuità alla variante e risolvere le criticità derivanti anche dall'attraversamento di Tessera, ad Est di Campalto, attraverso la realizzazione di un secondo by-pass in corrispondenza di tale centro abitato. La variante complessiva alla SS 14 di Campalto e Tessera, infatti, consentirebbe di allontanare il traffico di attraversamento dalla viabilità di quartiere e locale, e di collegare il centro di Venezia con l'area aeroportuale, in considerazione delle previsioni urbanistiche già localizzate negli strumenti di pianificazione. Il Comune di Venezia ha avviato, infatti, la procedura di approvazione della Variante al P.R.G. per il "Quadrante di Tessera".

Il presente Studio Preliminare Ambientale, unitamente alla Relazione Tecnica di progetto costituisce la documentazione allegata all'istanza di *Verifica di assoggettabilità alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale*, secondo quanto contemplato dal D.Lgs. 152/2006 e ss. mm. e ii., come meglio dettagliato al capitolo successivo.

2 OGGETTO E MOTIVAZIONI DELLO SCREENING

La procedura di *Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale*, ai sensi dell'art. 20 del D. Lgs. 152/2006, Parte II^a, Titolo III^o, viene attivata dal soggetto proponente al fine di verificare la necessità di sottoporre il progetto della Variante alla Strada Statale n. 14 – Triestina, relativa alla realizzazione del by-pass viabilistico dell'insediamento urbano di Campalto, in comune di Venezia, in quanto trattasi di opera infrastrutturale rispondente alle caratteristiche di cui alla lettera g) *strade extraurbane secondarie*, punto 7. *Progetti di infrastrutture*, di cui all'Allegato IV – Parte II del citato D. Lgs. 152/2006.

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Il Quadro di Riferimento Programmatico ha lo scopo di ricostruire lo scenario pianificatorio dell'area interessata dalla variante in progetto e di analizzarne le relazioni con il quadro di riferimento normativo della pianificazione regionale, provinciale e comunale.

Gli strumenti di pianificazione analizzati sono:

- a livello regionale: il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.) vigente, il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento adottato, il Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana (P.A.L.A.V.) e la Rete Natura 2000 e le aree protette;
- A livello provinciale: Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.);
- A livello comunale: il Piano di Assetto del Territorio del Comune di Venezia (P.A.T.).

3.1 LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

3.1.1 Il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC)

Il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.) vigente è stato adottato con D.G.R. 7090 del 23/12/86 e definitivamente approvato con D.G.R. 250 del 13/12/91 ed è stato oggetto di modifica con D.G.R. n. 461 e 462 del 18/11/92 e D.G.R. n. 1063 del 26.07.2011.

La finalità del P.T.R.C. è di delineare gli obiettivi e le linee organizzative del territorio regionale nonché le strategie e le azioni volte alla loro realizzazione. Il piano si propone di favorire lo sviluppo complessivo del sistema sociale ed economico e garantisce la salvaguardia delle zone di particolare interesse ambientale, attraverso l'individuazione, il rilevamento e la tutela di un'ampia gamma di categorie di beni culturali e ambientali come previsto dalla L. n. 431 del 8 agosto 1985 (concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale).

Il P.T.R.C. vigente si articola in 4 principali sistemi:

- Sistema ambiente;
- Sistema insediativo
- Sistema produttivo
- Sistema relazionale

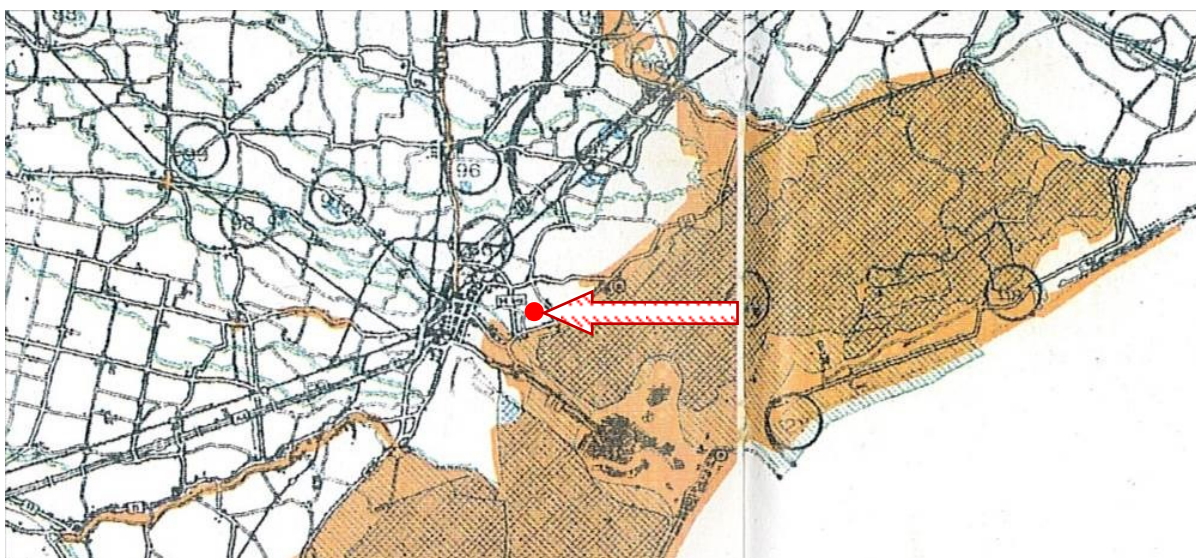
Con riferimento al P.T.R.C. vigente, l'analisi ha riguardato le diverse tavole di seguito menzionate:

La Tavola n.1: "Difesa del suolo e degli insediamenti" identifica la zona di ubicazione dell'intervento come area soggetta a scolo meccanico.



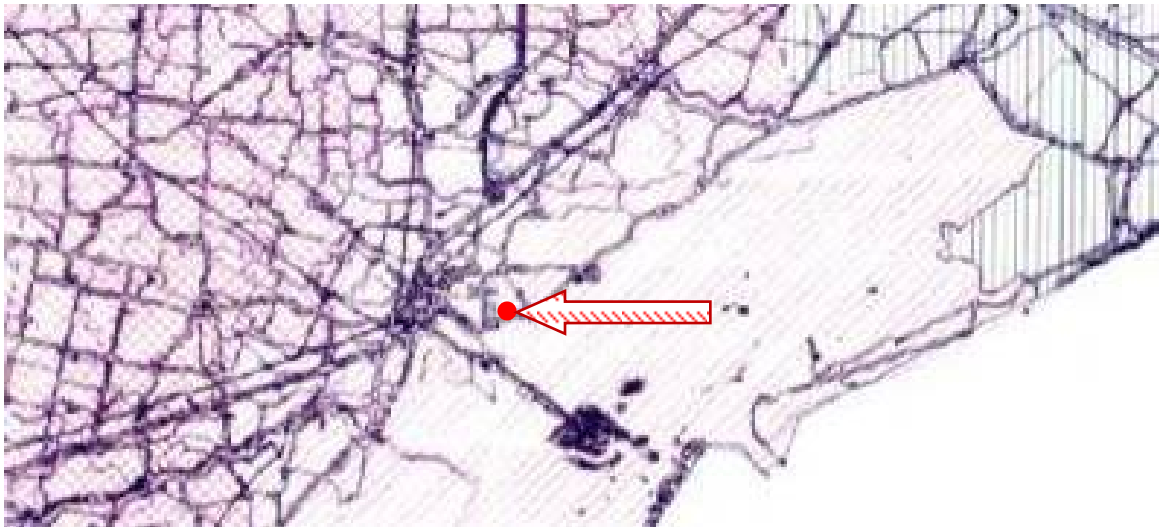
Estratto P.T.R.C. Vigente, Tav. 1

La Tavola n. 2.: “*Ambiti naturalistico-ambientali e paesaggistici di livello regionale*” identifica le aree naturali d’interesse regionale, le aree di tutela paesaggistiche, zone umide e zone selvagge, quindi zone ad alta sensibilità ambientale (art. 19 N.d.A.) che sono sottoposte a tutela secondo il D.Lgs. 42/2004. L’ambito d’interesse si colloca ai margini dell’area di tutela paesaggistica della “Laguna di Venezia”.



Estratto P.T.R.C. Vigente, Tav. 2.

Tavola n. 3.: “*Integrità del territorio agricolo*”, la tavola identifica la situazione del territorio agricolo classificandolo in conformità a quattro voci differenti: “Buona integrità del territorio agricolo”, “ambito ad eterogenea integrità”, “ambito con compromessa integrità”, “ambiti di alta collina e montagna” (art. 23 N.d.A.) L’intervento è collocato in zona classificata come “ambito ad eterogenea integrità” nella quale è necessario prestare particolare attenzione ai sistemi ambientali cercando di mantenere le risorse e l’organizzazione agricola del territorio.



Estratto P.T.R.C. vigente, Tav. 3

La Tavola n. 4.: “Sistema insediativo ed infrastrutturale storico e archeologico”, l'intervento non rientra in nessun ambito di classificazione della presente tavola.



Estratto P.T.R.C. vigente, Tav. 4.

La Tavola n. 5:” Ambiti per la istituzione di parchi e riserve regionali naturali ed archeologici ed aree di tutela paesaggistica”, l'intervento non rientra in nessun ambito di classificazione della presente tavola.



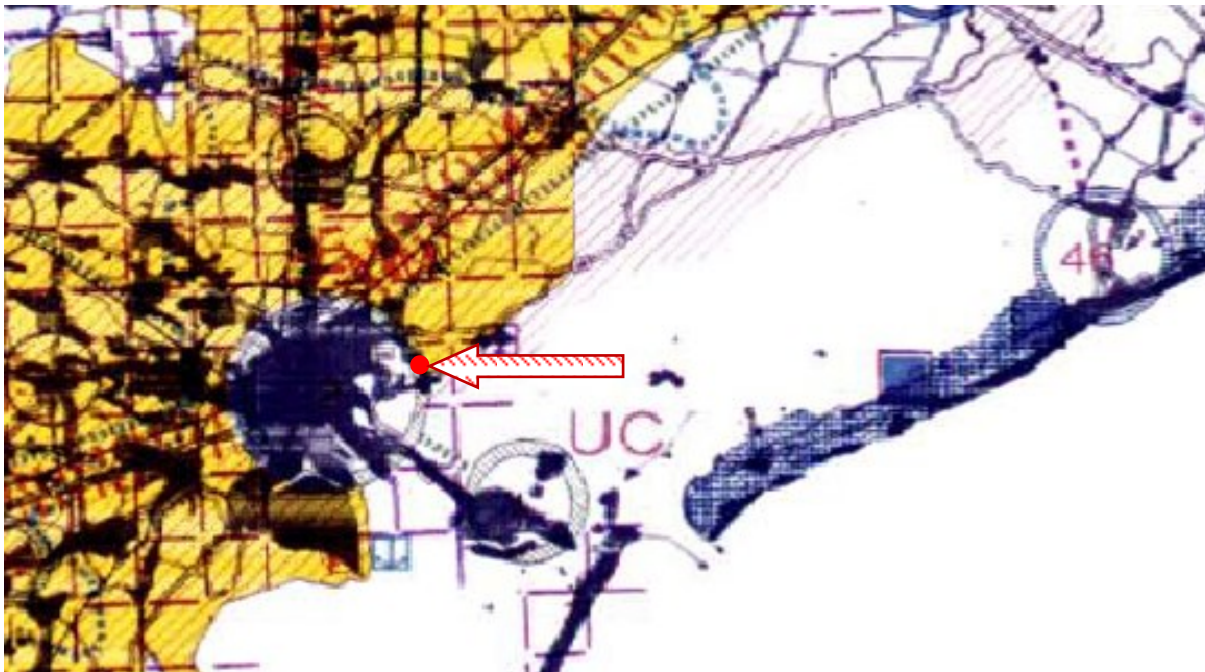
Estratto P.T.R.C. vigente, Tav. 5.

La Tavola n. 6: “Schema della viabilità primaria – itinerari regionali e interregionali” indica che non è toccata da particolari disposizioni.



Estratto P.T.R.C. vigente, Tav. 6.

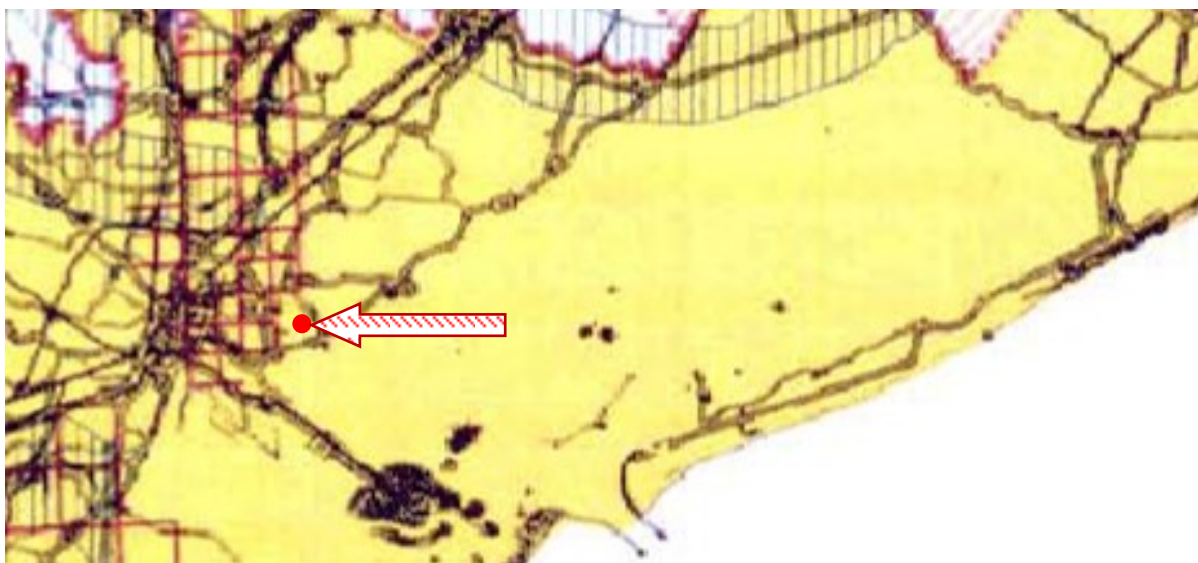
Tavola n. 7: “Sistema insediativo”, l’area rientra all’interno del contesto metropolitano e tra i “poli residenziali di primo rango” della municipalità di Mestre.



Estratto P.T.R.C. vigente, Tav. 7.

Tavola n. 8: “Articolazioni del Piano”, l’intervento si colloca all’interno dell’area soggetta al Piano

d'Area denominato PALAV.



Estratto del P.T.R.C. vigente, Tav. 8.

3.1.2 Il Nuovo Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (nuovo PTRC)

La Giunta Regionale in data 17 febbraio 2009, con D.G.R. n.372, ha adottato il nuovo Piano Territoriale Regionale di Coordinamento e successivamente con D.G.R. n. 427 del 10 aprile 2013 è stata adottata la variante P.T.R.C. (2009) con l'attribuzione della valenza paesaggistica. Il nuovo strumento di governo del territorio mira a proteggere e disciplinare il territorio per migliorarne la qualità della vita in un'ottica di sviluppo sostenibile e in coerenza con le politiche di sviluppo europee che mirano alla tutela del paesaggio, contrastare i cambiamenti climatici e accrescere la competitività.

Gli ambiti di intervento del P.T.R.C. sono:

- *Paesaggio*: il P.T.R.C. intende valorizzare il rapporto tra territorio e paesaggio limitando l'uso di strumenti vincolistici favorendo l'elaborazione di politiche attive di rigenerazione ambientale;
- *Città*: il piano adottato intende dare nuovo ruolo alle città a seguito dell'istituzione delle città metropolitane. Il P.T.R.C. mira a favorire il legame tra territorio e insediamenti urbani sviluppando strategie rivolte all'accrescimento dell'attrattività sociale e economica di tali contesti a livello nazionale ed europeo.
- *Montagna*: se ne riconosce la fragilità e allo stesso tempo il valore ambientale e culturale della montagna. Il piano mira a preservare la biodiversità e incoraggiare politiche di auto-sostenibilità energetica.
- *Uso del suolo*: il piano mira a gestire il processo di urbanizzazione proponendo misure atte a proteggere gli spazi aperti e la matrice agricola del territorio.
- *Biodiversità*: il piano sostiene la tutela e l'accrescimento della diversità biologica adottando

misure volte a coinvolgere il settore dell'agricoltura tutelando i prati, pascoli e praterie esistenti.

- *Energia e risorse naturali*: il piano mira a razionalizzare l'uso delle risorse energetiche attraverso l'uso di risorse rinnovabili per la produzione di energia, il risparmio e la conservazione dell'acqua, la riduzione degli inquinanti nel suolo, aria e acqua. Le politiche puntano a contrastare il cambiamento climatico.
- *Mobilità*: riguardo alla mobilità il piano intende governare il rapporto tra infrastrutture e il sistema insediativo regionale cogliendo l'opportunità della presenza di corridoi plurimodali.
- *Sviluppo economico*: con riferimento all'economia il nuovo strumento si pone l'obiettivo di promuovere lo sviluppo e la competitività del settore industriale e turistico regionale.
- *Crescita socio-economica*: Il piano mira a promuovere la crescita sociale e culturale attraverso processi concertativi e la promozione delle peculiarità del territorio in grado di disegnare il "Terzo" Veneto.

Dalla relazione del P.T.C.R. emerge l'importanza attribuita al principio di sostenibilità che permea tutte le tematiche sopra riportate e che mira a contenere la crisi ambientale globale. Lo sviluppo sostenibile non va inteso solamente come questione di qualità ambientale o del contenimento nell'uso delle risorse energetiche fossili bensì come un percorso di trasformazione del rapporto tra società locale ed ecosistema.

Il P.T.C.R. (2009), riguardo al contesto di inserimento del nuovo intervento viabilistico, racchiude l'area di Campalto nella "polarità urbana principale" di Mestre, riconoscendo l'insediamento urbano quale "polo di sviluppo insediativo urbano".



Relazione illustrativa P.T.R.C. adottata - Schema grafico ricognitivo.

Dall'analisi delle Tavole del P.T.R.C. emerge che l'area oggetto d'intervento si colloca all'interno di un "area di agricoltura periurbana", ai sensi dell'art. 8 delle N.d.A. si rimanda alla pianificazione territoriale e urbanistica sotto-ordinata il compito di garantire la compatibilità

dell'intervento rispetto alle attività agricole esistenti.



Estratto del PTRC adottato, Tav. 1a.

In relazione alla Tavola n. 2 della “*Biodiversità*” l’area di interesse si colloca a distanza dall’ambito di paesaggio lagunare. È inoltre indicato che, in prossimità dell’area oggetto d’intervento, è presente un corridoio ecologico. Il P.T.R.C. rimanda alle province la definizione delle azioni necessarie al miglioramento delle funzionalità ecologica degli habitat e delle specie presenti nei corridoi ecologici (art. 25 NdA).



Estratto del PTRC adottato, Tav. 2

3.1.3 Il Piano d'Area della Laguna di Venezia (PALAV)

Il *Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana* (P.A.L.A.V.) è uno strumento di pianificazione esteso a 17 comuni dell'area veneziana (Campagna Lupia, Camponogara, Cavallino Treporti, Chioggia, Codevigo, Dolo, Jesolo, Marcon, Martellago, Mira, Mirano, Mogliano Veneto, Musile di Piave, Quarto d'Altino, Salzano, Spinea, Venezia), approvato dal Consiglio Regionale del Veneto, con delibera n. 70 del 9 Novembre 1995, ai sensi dell'art. 3 della L.R. 61/85, variato con delibera n. 70 del 21 Ottobre 1999.

Il piano d'area individua le aree assoggettate o da assoggettare a particolare disciplina, nella fattispecie, che riguardano in particolare il "*sistema ambiente*". I criteri che hanno orientato la definizione spaziale del P.A.L.A.V. sono stati, da un lato, unificare le aree che rappresentano una rete di relazioni quotidiane tra i poli di Mestre, Marghera e Venezia in termini di servizi e lavoro, mentre dall'altro, le aree in stretta relazione con il sistema ambientale della Laguna di Venezia.

I temi affrontati in sede di stesura delle Norme tecniche di Attuazione del PALAV sono stati i seguenti:

- Sistema ambientale lagunare e litoraneo;
- Sistema ambientale della terraferma;
- Sistema dei beni storico culturali;
- Unità del paesaggio agrario;
- Sistema insediativo e produttivo;
- Sistema relazionale;
- Sistema dei corridoi afferenti la SS 309 - *Romea* e la SS 14 - *Triestina*.

In particolare dalla Tavola n. 2-25 "Sistema e ambiti di progetto - Campalto" del P.A.L.A.V. si evidenzia come l'area oggetto della variante, della presente relazione, sia collocato esternamente rispetto all'area di interesse paesaggistico ambientale di cui S.S. 14 "Triestina" ne rappresenta il margine. Nelle Norme Tecniche di Attuazione si danno particolari indicazioni a riguardo dell'area di Campalto, posta tra Via Orlanda e Via della Libertà, rimandando alla strumentazione urbanistica comunale il compito di prevedere interventi di riqualificare l'area, quale porta di accesso alla città di Venezia (art. 21 N.T.A.). Inoltre, si fa particolare menzione alla riqualificazione delle aree limitrofe al corridoio viario della S.S. 14 "Triestina".



Estratto del P.A.L.A.V., Tav. 2-25.

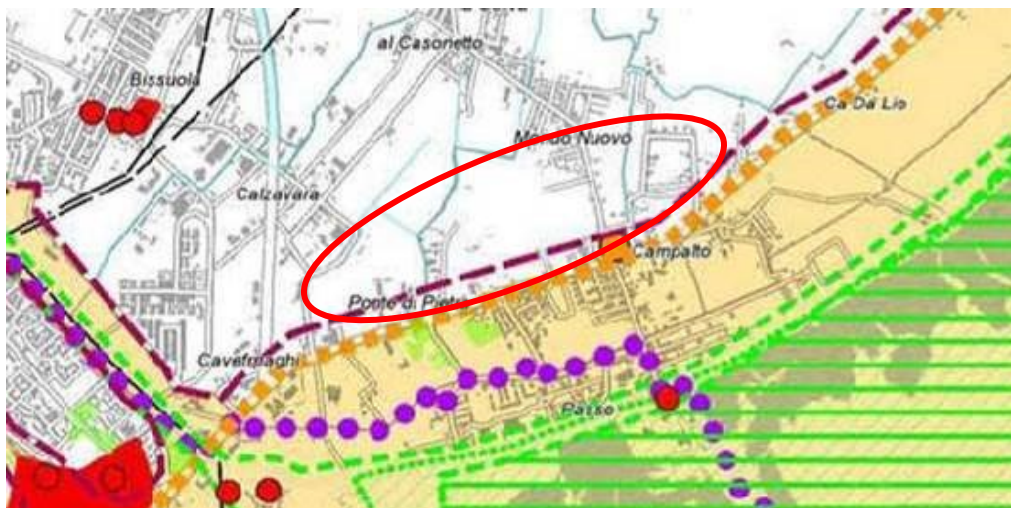
3.1.4 Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Venezia (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Venezia (P.T.C.P.) è stato approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 3359 del 30 dicembre 2010 dalla Regione Veneto e in seguito con Delibera del Consiglio Provinciale n. 47 del 5 giugno del 2012 e n. 64 del 30 dicembre 2014 sono stati adeguati gli elaborati secondo le prescrizioni del DGR n. 3359.

Il P.T.C.P. si sviluppa secondo cinque temi:

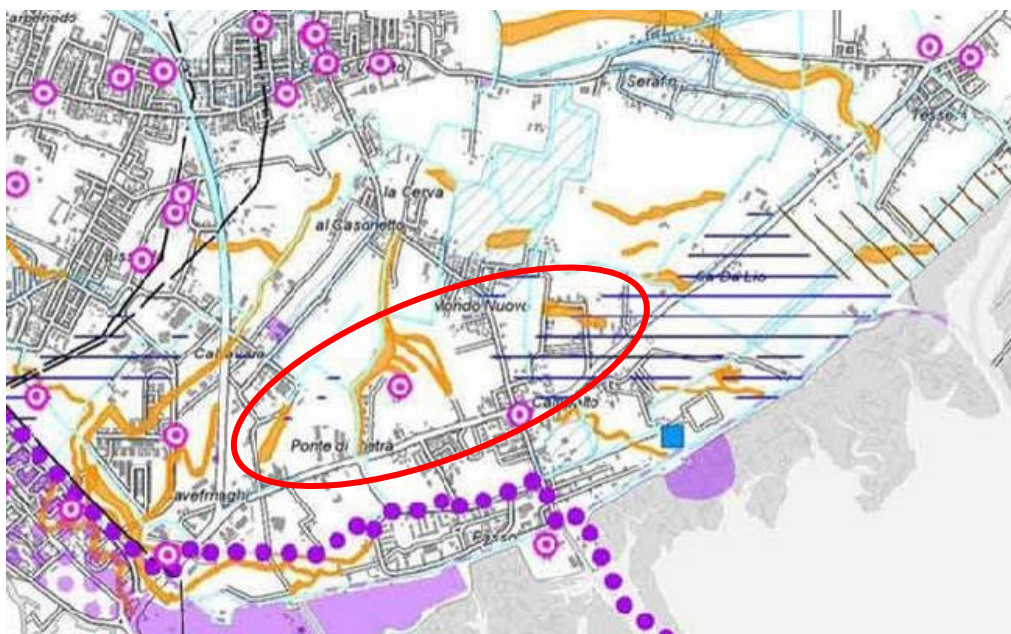
- Vincoli
- Fragilità
- Ambientale
- Insediativo-infrastrutturale
- Sistema del paesaggio.

Dall'analisi della Tavola n. 1 "*Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale*" si evidenzia come il tracciato della S.S. 14 "Triestina" sia sottoposta completamente a Vincolo archeologico ai sensi del D.Lgs. 42/2004, viceversa il tracciato della variante ne è incluso solamente nei tratti iniziali e finali localizzati nelle rotatorie. Da indicazioni del P.T.C.P. è rimandato al P.A.T. (Piano di Assetto del Territorio) il compito di individuare gli ambiti, le zone e gli elementi di rilevanza archeologica e le relative disposizioni di tutela (Art. 43 delle N.d.A.). Inoltre, le zone poste a sud della S.S. 14 "Triestina" rientrano in ambito sottoposto a Vincolo paesaggistico ai sensi del D.Lgs. 42/2004, corrispondenti all'area di tutela della Laguna di Venezia, da indicato del P.T.R.C. (art. 33 N.d.A.).



Estratto P.T.C.P., Tav. 1.

La Tavola n. 2 “*Carta delle fragilità*” non evidenzia particolari prescrizioni, salvo la presenza di un impianto di comunicazione elettronica radiotelevisiva. Secondo le direttive del P.T.C.P. eventuale modifica dell’attuale posizione delle linee elettriche, resasi necessaria nel caso d’interferenza con il nuovo tratto viabilistico, deve preferirsi in posa con cavo interrato in particolar modo se la soluzione alternativa ricade in area soggetta a vincolo paesaggistico. Il P.T.C.P. inoltre afferma che, nella scelta del nuovo tracciato per la linea elettrica si debba preferire i corridoi infrastrutturali esistenti (art. 34 delle N.d.A.).



Estratto P.T.C.P., Tav. 2.

L’estratto della Tavola n. 3 “*Sistema ambientale*” mostra la presenza di un “*Corridoio ecologico di area vasta*” (art. 28 NdA) che si colloca lungo il primo tratto del progetto di variante che si colloca a est di Via Gobbi. Il P.T.C.P. prevede che i Piani Regolatori Comunali in caso di interventi di trasformazione urbanistica, infrastrutturale ed edilizia, a prescindere dalla loro localizzazione, possano partecipare all’attuazione di corridoi ecologici attraverso l’applicazione dei principi di compensazione, perequazione e attraverso la riqualificazione ambientale

connessa alla creazione di crediti edilizi.



Figura 1 Estratto P.T.C.P., Tav. 3.

La Tavola “Sistema insediativo - infrastrutturale” n. 4 del P.T.C.P. indica la SS 14 “Triestina” come “Strada commercio” dando direttive da definirsi in fase di P.A.T. . In tali ambiti il Piano Comunale mira, attraverso specifici indirizzi, alla riqualificazione economico-produttiva, al miglioramento della dotazione di servizi, la riorganizzazione del servizio pubblico locale e la soluzione di specifiche criticità idrauliche e ambientali che riguardano il presente territorio (art. 50 N.T.A.).



Estratto P.T.C.P., Tav. 4.

La Tavola n. 5 “Sistema del paesaggio” indica l’ambito di tutela del Sito Unesco “Venezia e la sua Laguna” e delle aree di *Macchia boscata* in corrispondenza di un tratto terminale del

tracciato della variante in progetto.



Estratto P.T.C.P., Tav. 5.

3.1.5 La Rete Natura 2000 e le aree naturali protette

La Rete Natura 2000 identifica una rete ecologica con estensione europea sottoposta a particolare tutela. La sua istituzione ha la finalità di mantenere nel lungo periodo gli habitat e specie di flora e fauna minacciate a scala comunitaria. Il principio alla base dell'istituzione della rete è la conservazione della biodiversità.

Le aree inserite nella Rete Natura 2000 sono state istituite ai sensi della Direttiva "Uccelli" 79/409/CEE e la Direttiva "Habitat" Direttiva 92/43/CEE. L'intera rete si compone di Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale) e S.I.C. (Siti di Importanza Comunitaria). In questo momento la Regione Veneto conta complessivamente 128 siti di Rete Natura 2000 con 62 ZPS e 102 SIC in alcuni casi coincidenti.

L'area oggetto d'intervento si colloca rispettivamente a distanza di 1 km dall'area S.I.C. IT3250031 "Laguna superiore di Venezia" e dall'area Z.P.S. IT3250046 della "Laguna di Venezia".

Entrambi i siti si trovano ad una distanza dal tracciato di progetto variabile fra i 600 e i 1.000 ml.

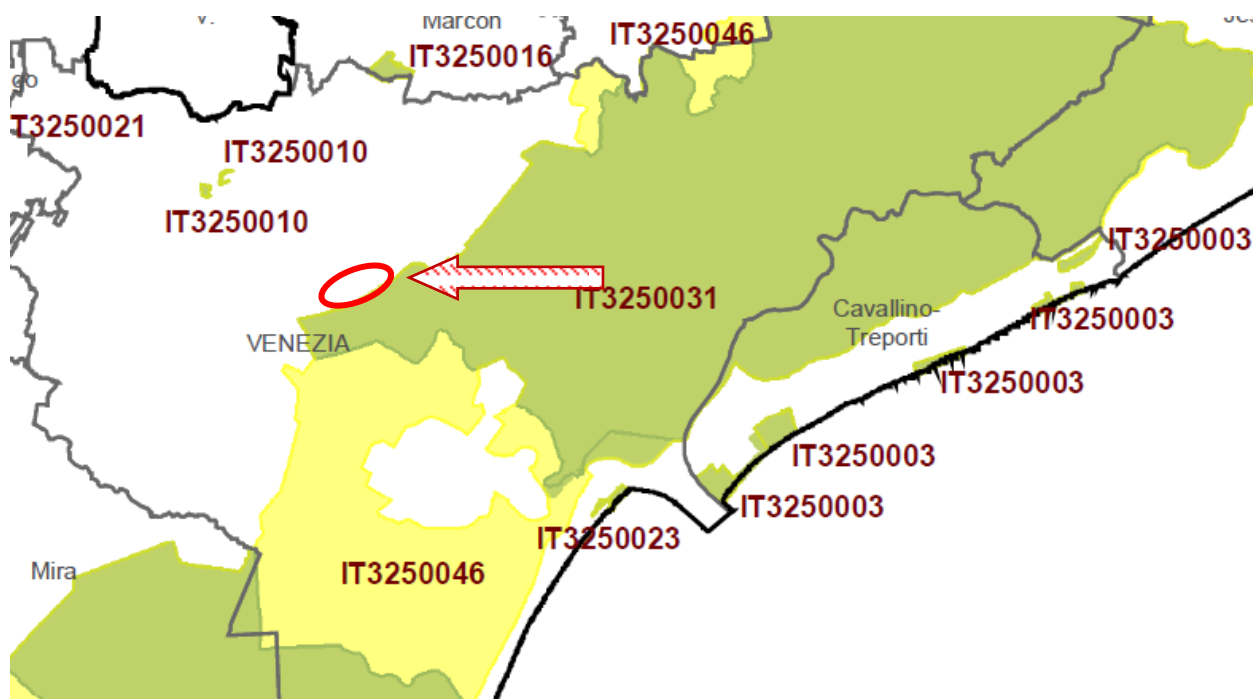
In sede di "Variante al Piano Regolatore Generale per l'area significativa di Campalto" è stata esperita opportuna procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale (VINCA), al fine di valutare i possibili e potenziali effetti negativi, che la realizzazione delle opere previste dallo strumento pianificatorio potrebbero causare agli habitat e/o alle specie animali e vegetali, di cui

alle sopracitate direttive comunitarie. Nell'ambito della suddetta procedura, sono state individuate due "azioni" portatrici di incidenze significative: la pista ciclabile, denominata nella Variante medesima quale "*Itinerario lagunare*" e la sistemazione dell'area del *Passo di Campalto*, escludendo pertanto la realizzazione della variante alla SS 14 quale possibile intervento portatore di effetti negativi.

Con riferimento alle conclusioni della suddetta relazione per la valutazione di incidenza e in considerazione della distanza del nuovo tracciato stradale di progetto dai siti Natura 2000, si ritiene che l'intervento non induca ripercussioni sugli equilibri preesistenti e sullo stato di conservazione degli stessi.

Tuttavia, in ottemperanza a quanto contemplato dalle DGR Veneto, attuative dei protocolli di analisi e verifica in materia specifica di incidenza ambientale, in concomitanza con la redazione del presente studio è stata eseguita specifica verifica eseguita secondo le modalità e i contenuti prescritti dalla DGRV 2299/2014, la cui documentazione si produce in allegato alla presente e dalla quale è risultata la non necessità a sottoporre l'intervento alla procedura di valutazione.

Si segnala che non sono presenti nell'ambito di studio aree naturali protette ai sensi della Legge 394/91.



Estratto Carta Rete Natura 2000, Regione Veneto.

3.2 LA PIANIFICAZIONE LOCALE

Il Piano di Assetto del Territorio (PAT) è stato approvato con conferenza decisoria del 30 settembre 2014 e con delibera della Giunta della Provincia di Venezia n. 128 del 10 ottobre 2014 ne stata ratificata l'applicazione. Il precedente Piano Regolatore Generale, per le parti compatibili con il PAT (rappresentate nelle tavole contenute in "Compatibilità PRG-PAT"),

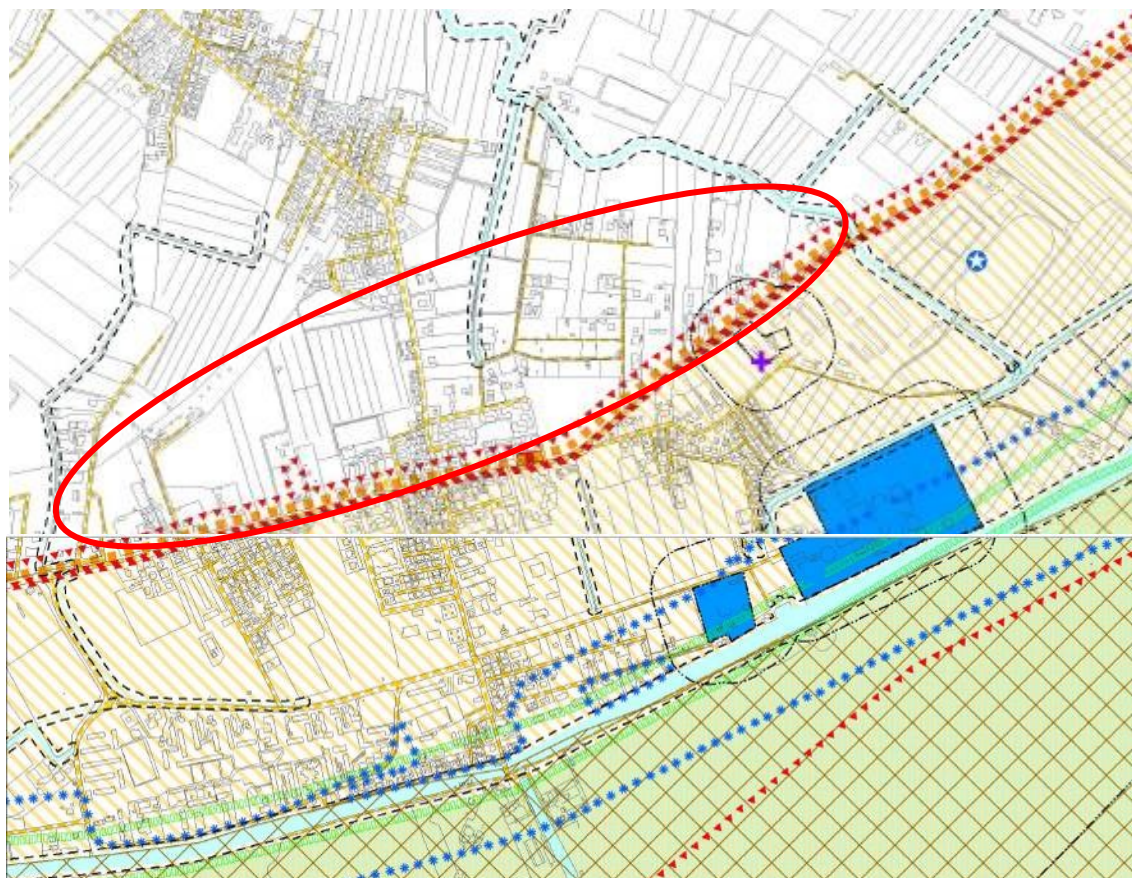
diventa il piano degli interventi (Art. 48 Comma 5 L.R. 11/2004).

Si riportano di seguito le previsioni del PAT secondo le seguenti cartografie:

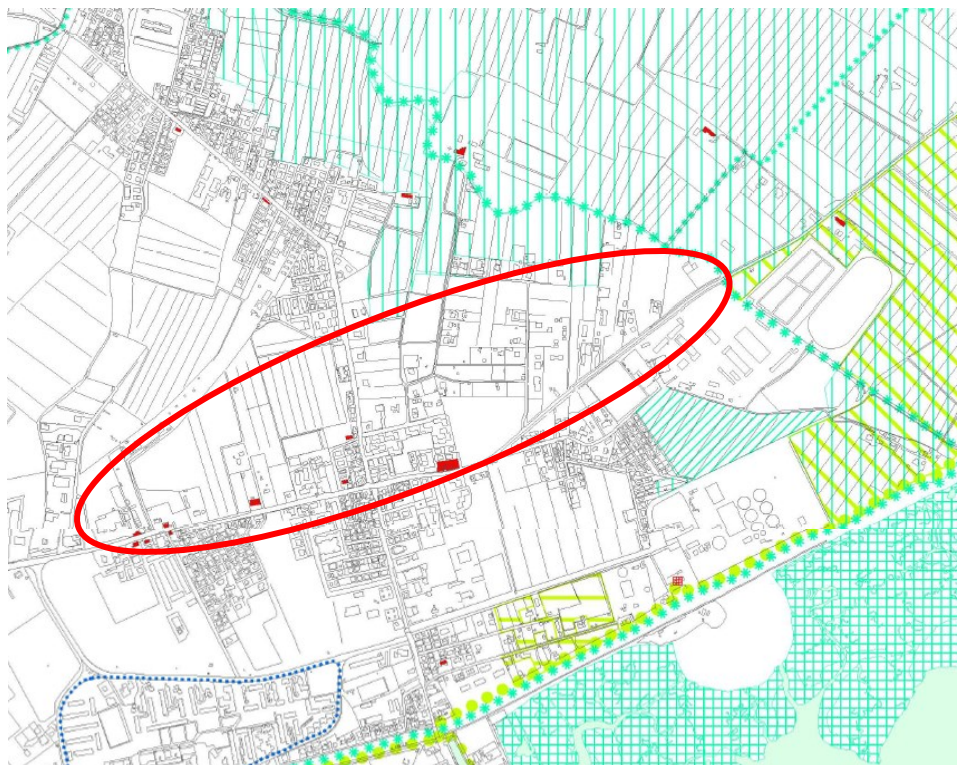
- Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale;
- Carta delle Invarianti;
- Carta delle fragilità;
- Carta delle Trasformabilità.

L'intervento oggetto del presente studio è collocato all'interno dell'*Ambito Territoriale Omogeneo 4 - Frangia Urbana Est*. Di ogni ambito, il P.A.T. identifica gli interventi di miglioramento rivolti alla riqualificazione urbana e territoriale, gli ambiti territoriali a cui attribuire obiettivi di tutela, riqualificazione e valorizzazione, nonché i parametri teorici di dimensionamento (art. 25 NTA).

La Tavola 1 "*Vincoli e della pianificazione territoriale*", quale carta a carattere ricognitivo, identifica gli edifici o parti del territorio sottoposte a particolari vincoli derivanti da disposizioni legislative e normative della pianificazione sovraordinata. La figura sotto riportata indica la presenza del vincolo archeologico e paesaggistico posto sulle aree a sud della S.S. 14 "Triestina", nel tratto di Via Orlanda. Inoltre, il tracciato di via Orlanda è indicato quale *Strada Romana*, come rilevato dai piani sovraordinati del PTRC e PTCP e riportati nei paragrafi precedenti (art. 10 N.d.A.).

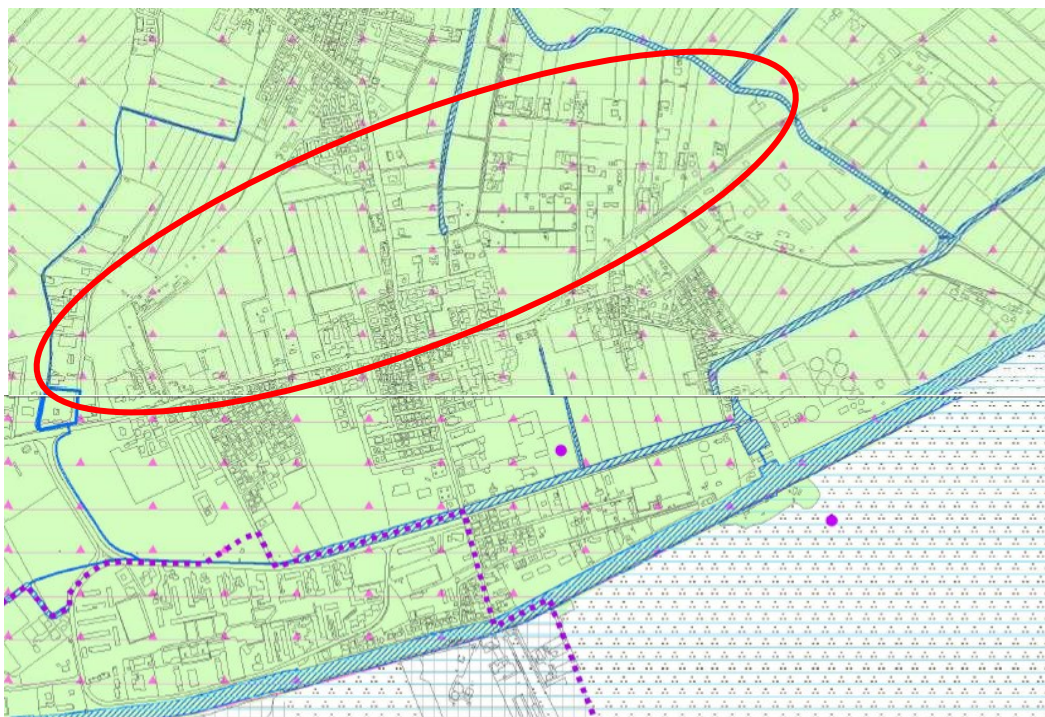


Estratto Carta dei Vincoli e delle Trasformabilità, Tav. 1.3.



Estratto Carta delle Invarianti, Tav. 2.

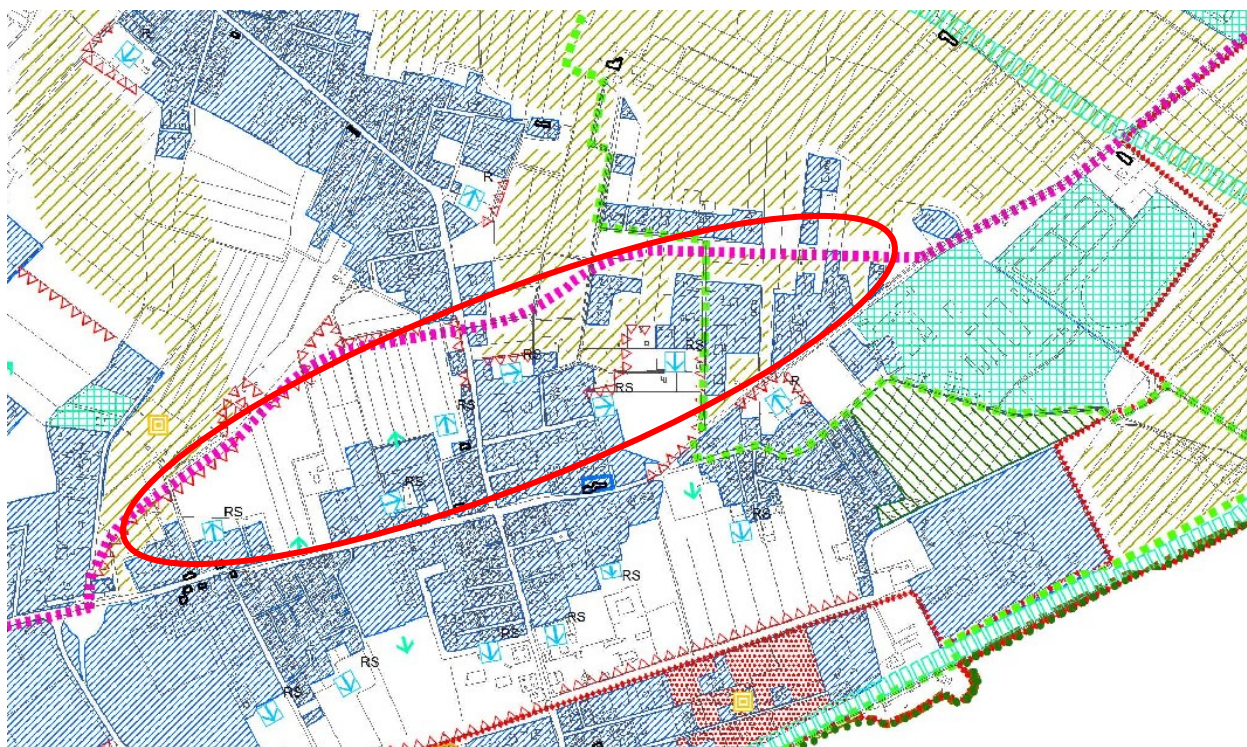
La Tavola 2 “*Carta delle Invarianti*”, di cui è riportato un estratto di seguito, evidenzia l’area est di Via Gobbi (arteria di collegamento tra l’insediamento urbano di Campalto e Favaro Veneto) come d’interesse ambientale quale connessione ecologica in terreno agricolo. Secondo l’art. 12 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAT è compito del Piano degli Interventi (P.I.) definire eventuali interferenze generate dai futuri interventi nei confronti degli spazi naturali e correggerle. La Tavola evidenzia gli edifici rilevanti per il loro valore storico monumentale (art. 21 N.T.A.) la cui presenza non è disturbata dal presente progetto di Variante.



Estratto Carta delle fragilità, Tav. 3

La Tavola 3 “*Carta delle Fragilità*” mostra lo stato dei suoli ai fini della loro edificabilità, in relazione alle caratteristiche idrologiche e idrogeologiche. Inoltre, la tavola evidenzia particolari aree critiche che, dal punto di vista ambientale, sono da valorizzare. Nella presente Tavola l’area oggetto d’intervento presenta suoli idonei all’edificabilità (art. 15 NTA). L’area è indicata come soggetta a dissesto idrogeologico, per cui si rimanda al Piano degli Interventi (PI) la previsione di realizzare o meno opere di integrazione rivolte ad aumentare la capacità di invaso (art. 16 NTA).

La variante in oggetto alla SS 14, è indicata nella Tavola n. 4a “*Carta della Trasformabilità*” come “*Viabilità di connessione urbana e territoriale*”, in questa sede tale definizione indica le principali direttrici di connessione che il PAT intende perseguire, spetta poi al Piano degli Interventi (P.I.) definire l’esatto tracciato e le specificità tecniche progettuali.



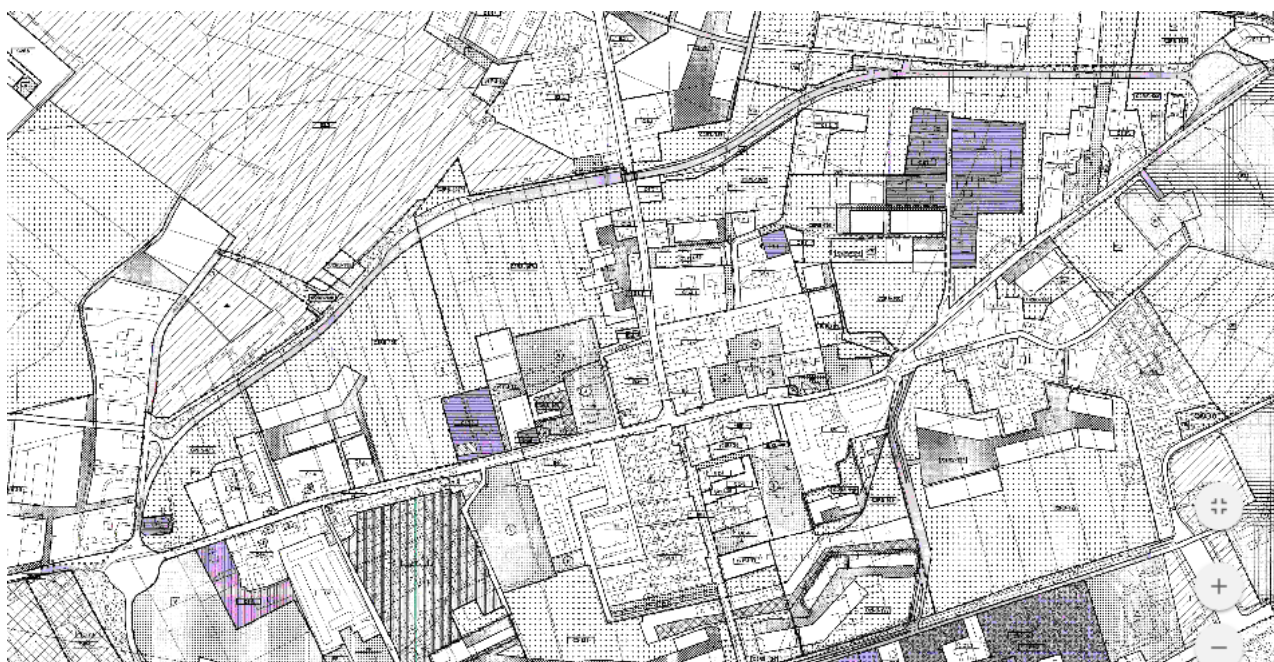
Estratto del PAT, Tav. 4a - Trasformabilità.

Il PAT, nella Tavola sopraindicata, richiama i piani sovraordinati (PTRC e PTCP), indicando le aree d’interesse paesaggistico identificate dal PTCP come “*Corridoio ecologico di area vasta*”, localizzata ad est dell’arteria di collegamento tra gli abitati di Favaro Veneto e Campalto (via Gobbi) riportata nella Tavola 4a come “*Aree preferenziali per interventi di riqualificazione ambientale, di forestazione e di ricostruzione del paesaggio agrario*”.

Tali aree sono collocate ai margini dei centri insediativi e in alcuni casi possono fungere da cintura urbana verde, da base di appoggio per la transizione lungo corridoio ecologici oppure di ricolonizzazione del territorio antropizzato (art. 39 N.T.A.). La disciplina rimanda al Piano degli Interventi l’ammissibilità di nuovi interventi nelle presenti aree e ne definisce specifiche disposizioni per le aree limitrofe. Nella fattispecie tale area è soggetta all’attraversamento della

presente Variante solamente nella parte terminale ma si rimanda alla tavola del P.I. (descritto di seguito) per eventuali precisazioni. Inoltre nella Tavola rappresentata di seguito sono indicati i percorsi naturalistici, ambientali e paesaggistici ad uso prevalentemente della mobilità lenta (art. 35 N.T.A.).

L'area inoltre è sottoposta alla Variante al Piano Regolatore Generale per l'area significativa di Campalto, approvata con proposta di modifica con D.G.R.V. n. 264 del 9 febbraio 2010 e approvata definitivamente con D.G.R. n. 2553 del 2 novembre 2010. Tale revisione parziale all'ex P.R.G.C., individua il tracciato della Variante alla SS 14 in progetto, per la quale fornisce indicazioni di massima sulle relative specificità progettuali. L'intervento proposto ha la finalità di dare attuazione alle indicazioni del Piano d'Area del P.A.L.A.V. (artt. 21 e 47 delle N.T.A.) garantendo uno sgravio del traffico circolante nell'insediamento di Campalto, assegnando a via Orlanda il ruolo di viale urbano di Campalto. Con la Tavola P1 della V.P.R.G. per l'area significativa di Campalto, viene indentificato il tracciato di massima della nuova arteria che bypassa appunto il centro di Campalto. Le Norme Tecniche di Attuazione prevedono, a garanzia delle zone residenziali limitrofe, la presenza di aree destinate a verde di arredo stradale da realizzare ai lati del nuovo tracciato stradale (art. 10 N.T.A.).



Estratto VPRG per l'area significativa di Campalto, Tavola P1-13.

Oltre alla pianificazione urbanistica specifica, il comune di Venezia è dotato del Piano Generale del Traffico Urbano, la disamina del quale, per le implicazioni di carattere specialistico e l'attinenza delle misure contemplate dalla programmazione con le considerazioni sullo scenario esistente, viene trattata nel presente documento all'interno del Quadro di Riferimento Ambientale, capitolo specifico "5.6 – VIABILITÀ E TRAFFICO", al quale si rimanda puntualmente.

Oltre alla pianificazione urbanistica specifica, il comune di Venezia è dotato del Piano Generale del Traffico Urbano, la disamina del quale, per le implicazioni di carattere specialistico e

l'attinenza delle misure contemplate dalla programmazione con le considerazioni sullo scenario esistente, viene trattata nel presente documento all'interno del Quadro di Riferimento Ambientale, capitolo specifico "5.7 – VIABILITÀ E TRAFFICO", al quale si rimanda puntualmente.

3.3 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON GLI STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE

Per quanto descritto nei paragrafi del presente capitolo 3 e nel successivo 5.7, l'intervento, non solo risulta compatibile con gli atti della pianificazione territoriale sovraordinata, ma costituisce attuazione concreta di quanto contemplato dalla pianificazione locale, tale quindi da costituire un significativo avanzamento della realizzazione degli assetti infrastrutturali e insediativi previsti dalla pubblica amministrazione nel disegno del territorio di pertinenza.

4 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

4.1 INQUADRAMENTO GENERALE

4.1.1 L'ambito di intervento

Il centro abitato di Campalto è collocato sul quadrante orientale del territorio di terraferma del comune di Venezia, in fregio al bordo lagunare della Laguna Superiore di Venezia ed in prossimità all'aeroporto internazionale Marco Polo di Tessera.

La configurazione attuale della rete viaria di riferimento è basata su un sistema di arterie storiche, tra cui la SS 14 e nuove infrastrutture, costruite nel corso degli ultimi decenni, che hanno conferito un nuovo assetto alla terraferma veneziana in relazione alla conformazione del sistema dei collegamenti del Nord-Est, senza tuttavia riuscire a risolvere definitivamente alcune criticità ascrivibili a situazioni di congestione, vivibilità dei centri urbani ed efficienza nell'ambito della sicurezza.

Nel disegno strategico dell'amministrazione locale, è previsto l'allontanamento del traffico di attraversamento dalla viabilità di quartiere e locale, attraverso la definizione di una gerarchia di strade rispondente ad un livello di efficienza e sicurezza più adeguato, sia riguardo alla conformazione fisica degli assi stradali medesimi che in relazione alle caratteristiche dei tessuti insediativi attraversati.

Sulla base di tale gerarchia, l'intero tracciato della SS 14 bis è classificato quale asse di scorrimento, mentre la SS. 14 "Triestina" è declassata ad asse interquartiere, dall'intersezione con la SS 14 bis alla località Cà Noghera, con l'eccezione dei tratti esterni ai centri abitati di Tessera e Campalto.

4.1.2 Sintesi dell'iter progettuale

Nel periodo Marzo – Giugno 2008 è stato redatto dalla Direzione Centrale Progettazione dell'ANAS il progetto preliminare dell'intervento oggetto del presente studio, i cui criteri progettuali sono stati formulati sulla scorta delle indicazioni fornite dal Compartimento della Viabilità per il Veneto e dal Comune di Venezia, derivanti dall'esito dei tavoli di concertazione svoltisi nel corso del 2005 con gli Enti Locali interessati. Si è tenuto conto, inoltre, delle considerazioni di orientamento generale e delle linee di indirizzo tecnico-progettuale contenute in uno Studio di Fattibilità promosso dal Comune di Venezia e nel progetto preliminare del Marzo 2005 promosso dal Compartimento ANAS medesimo.

Tutti i pareri, autorizzazioni e nulla osta alla realizzazione dell'opera sono stati acquisiti in sede di Conferenza di Servizi indetta dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque - Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Veneto, il Trentino Alto Adige ed il Friuli Venezia Giulia, per l'espletamento della procedura d'Intesa Stato - Regione, di cui all'art. 81 D.P.R. 24 luglio 1977 n. 616, come modificato dal D.P.R. 18 aprile 1994 n. 383, e

attraverso richieste di pareri agli Enti interessati.

L'Intesa Stato - Regione è stata perfezionata con provvedimento autorizzativo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque – Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Veneto - il Trentino Alto Adige ed il Friuli Venezia Giulia n. 12.225 in data 4 novembre 2010.

I criteri alla base del progetto definitivo, utilizzati al fine di rappresentare al meglio il compromesso fra le differenti esigenze ambientali e territoriali dell'area interessata e quelle tecniche e funzionali dell'infrastruttura, sono di seguito elencati:

- coerenza con gli strumenti di programmazione territoriale e urbanistica;
- articolazione della rete stradale secondo una gerarchia funzionale;
- compatibilità con i più generali obiettivi di sviluppo economico, di equilibrio territoriale e di salvaguardia dell'ambiente;
- inserimento dell'opera da un punto di vista planimetrico e altimetrico nella orografia dei luoghi;
- consenso dei territori interessati alla realizzazione dell'opera.

Al termine delle suddette consultazioni è stato redatto da ANAS il progetto definitivo dell'opera, che è stato successivamente posto a base di gara con procedura di appalto integrato comprendente la progettazione esecutiva.

4.1.3 Criteri utilizzati per la progettazione esecutiva

La redazione del progetto esecutivo ha avuto come dati di riferimento il progetto definitivo e l'offerta di gara presentata dall'Appaltatore.

Il Progetto Definitivo ha delineato il tracciato della nuova viabilità, individuando gli interventi più rilevanti per l'inserimento della nuova arteria nel tessuto urbano preesistente: l'attraversamento di via Gobbi, le due rotatorie ad inizio e fine tracciato, l'intersezione con via Martello a Campalto. L'intervento sul quale è stata posta la maggiore attenzione progettuale, per le numerose problematiche realizzative e per la necessità di ridurre al minimo le interferenze con i sottoservizi dell'abitato, è rappresentato dall'attraversamento di via Gobbi. Tale asse viario costituisce l'arteria portante dell'abitato in direzione Nord-Sud ed il collegamento del tessuto urbano stesso, alla viabilità intercomunale (SS 14 Triestina) ed alle infrastrutture della Città Metropolitana di Venezia. Pertanto, risulta di grande importanza progettuale definire una soluzione realizzativa che, in sostituzione della realizzazione di un sottopassaggio con trincea aperta, permettesse di non chiudere la strada, onde non interrompere le reti di trasporto pubblico prive di percorsi alternativi e per la salvaguardia dei numerosi servizi sotterranei a rete esistenti.

Il progetto definitivo posto a base di gara, pur risolvendo tecnicamente i problemi posti dalla

presenza di falda affiorante e dalle interferenze sotto il sedime di via Gobbi, ha mostrato alcuni aspetti di inevitabile “impatto” con il tessuto urbano, le cui conseguenze avrebbero comportato rilevanti disagi agli abitanti di circa 2/3 dell’agglomerato di Campalto, durante l’intero corso dei lavori.

Tale circostanza è emersa chiaramente a seguito dell’approfondimento degli studi sulle caratteristiche della viabilità locale e sulle esigenze socioeconomiche del territorio avvenuto per la progettazione esecutiva.

Al riguardo, basti considerare che le linee dei mezzi pubblici per il servizio di zona non avrebbero avuto alcuna possibilità di utilizzare percorsi alternativi sulle esistenti vie Morosina e Casilina e sulle altre strade perimetrali, tali da poter mantenere sostanzialmente inalterate le aree servite durante l’interruzione di via Gobbi. Infatti, i percorsi pedonali per il raggiungimento del servizio di trasporto pubblico avrebbero dovuto allungarsi di una distanza compresa tra 400 e 1.000 metri, oltre al prolungamento (raddoppio) del percorso degli stessi mezzi pubblici all’interno dell’abitato di Campalto.

Per altro verso, anche i mezzi pesanti, destinati alle attività commerciali presenti sul tratto di via Gobbi interferito dal nuovo asse stradale, non avrebbero avuto la possibilità di penetrare nell’abitato, a causa della mancanza di adeguate piazzole di manovra, ovvero di percorsi d’uscita, con grave pregiudizio della rete minuta delle attività commerciali locali.

Inoltre, il Comune di Venezia, condividendo appieno l’utilità dell’opera e del suo inserimento nel tessuto urbano esistente, ha segnalato alla Stazione Appaltante alcune criticità in ordine alle fasi costruttive delle opere di che trattasi. Considerato che via Gobbi costituisce l’unico collegamento fra gli abitati di Favaro e Campalto ed i servizi primari (scuole, centro sanitario, centro sportivo ed altro), il solo asse viario di agevole transito per i mezzi pubblici (6 corse ora nelle due direzioni) diretti a Campalto e Favaro - ma anche a Venezia da entrambe le località - il Comune di Venezia ha chiesto di percorrere soluzioni costruttive alternative, che non comportassero la chiusura della strada e che, piuttosto, ne consentissero l’utilizzo durante l’intera durata dei lavori.

Sulla base di tali osservazioni, con il chiaro intento di mitigare l’impatto dell’opera sul tessuto sociale nel corso dei lavori, nonché di migliorare alcuni altri aspetti d’inserimento ambientale dell’opera, il progetto esecutivo ha introdotto il requisito di preservazione dell’intera via Gobbi per tutta la durata dei lavori. Ciò ha comportato la scelta di una soluzione di attraversamento completamente in sotterraneo, che ha il vantaggio di non richiedere opere specifiche per la ricollocazione dei sottoservizi, i quali potranno rimanere in loco senza alcun pregiudizio.

L’unica soluzione possibile è stata individuata nell’attraversamento della strada esistente in sotterraneo, tramite l’impiego innovativo della tecnica del “*Pipe Arch*” e quindi senza alcuna interruzione del traffico né di spostamento dei diversi sottoservizi interferenti. Per ottenere tale scopo - dopo aver dovuto obbligatoriamente escludere le ipotesi di realizzare un collegamento

di superficie delle zone intercluse attraverso una nuova viabilità provvisoria, a causa della necessità di ulteriori espropri e di nuove autorizzazioni di Enti terzi, è stata adottata la suddetta tecnologia per la realizzazione del sottopassaggio di via Gobbi, la quale consente di realizzare efficaci opere provvisorie che diverranno poi definitive.

Con la soluzione adottata, si sono pertanto ridotte le lavorazioni altrimenti necessarie per la risoluzione delle interferenze dei sottoservizi di via Gobbi (due condotte in pressione dell'Italgas, due condotte fognarie del Consorzio Veritas, due condotte per acqua potabile di Veritas, oltre a illuminazione pubblica e scarico acque piattaforma stradale), eliminando in tal modo, oltre ai costi conseguenti, anche le incertezze connesse al rispetto dei tempi per l'esecuzione di lavorazioni da parte degli enti terzi interferiti.

Di contro, il mantenimento di tutta la rete di sottoservizi, e della sede stradale, senza soluzione di continuità, ha imposto la revisione e l'approfondimento della livelletta stradale, con un evidente "appesantimento" di tutti gli interventi di salvaguardia degli scavi e delle strutture preesistenti prossime alla zona dei lavori.

Sempre nel rispetto del miglior inserimento socio-ambientale della nuova opera all'interno del tessuto preesistente, sono state studiate ed introdotte delle variazioni di tracciato piano altimetrico nelle rotonde est ed ovest, che consentiranno, a parità di caratteristiche prestazionali della strada, di migliorarne la funzionalità e di ridurre l'impatto con le attività circostanti.

Infatti, la nuova collocazione e definizione geometrica della rotonda Ovest ha consentito, tra l'altro, di ridurre/eliminare l'acquisizione di aree attualmente interessate da attività industriali e di ottimizzare le opere necessarie per la risoluzione delle interferenze con enti terzi nonché per la sistemazione idraulica della zona.

A proposito della sistemazione idraulica generale dell'opera, con l'approfondito studio dei recapiti e delle portate dei diversi collettori superficiali della zona, sono stati affrontati e risolti i problemi che gli enti gestori hanno sollevato in diverse circostanze anche nel corso della redazione del Progetto Esecutivo.

In definitiva, ferme restando le caratteristiche funzionali e prestazionali del tracciato stradale, si è operato con le seguenti finalità, fortemente avvertite dal territorio e raggiunte attraverso una puntuale valutazione dell'efficacia di ogni intervento e dell'effetto di ogni struttura, sia essa provvisoria che definitiva:

1. ridurre sostanzialmente l'impatto dei lavori sul territorio e i disagi per gli abitanti di Campalto, escludendo ogni interruzione della viabilità e dei servizi esistenti su via Gobbi e riducendo drasticamente la necessità di allontanamento del materiale scavato (eliminazione di circa 4.000 viaggi di autocarri a/r dal cantiere per i luoghi di conferimento del terreno scavato);
2. ridurre sostanzialmente l'impatto dei lavori sull'ambiente, trovando, nell'ambito degli stessi

lavori, ogni più opportuna forma di impiego e riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi;

3. realizzare un'opera che potesse migliorare l'inserimento ambientale complessivo dell'opera, mitigando l'impatto acustico e visivo nella zona più prossima all'abitato mediante l'approfondimento della sede stradale in corrispondenza delle abitazioni.
4. Durante la fase di avvio della redazione del progetto esecutivo, inoltre, si sono raccolte tutte le informazioni utili a migliorare l'inserimento dell'opera in oggetto nel contesto in parte antropizzato e ad individuare tutte le possibili soluzioni atte a ridurre il disagio ambientale per le popolazioni durante la fase realizzativa dell'opera.

Nella redazione del progetto esecutivo si è inoltre tenuto conto delle richieste di ottimizzazione rispetto al progetto definitivo ricevute da parte di Enti Terzi coinvolti.

4.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

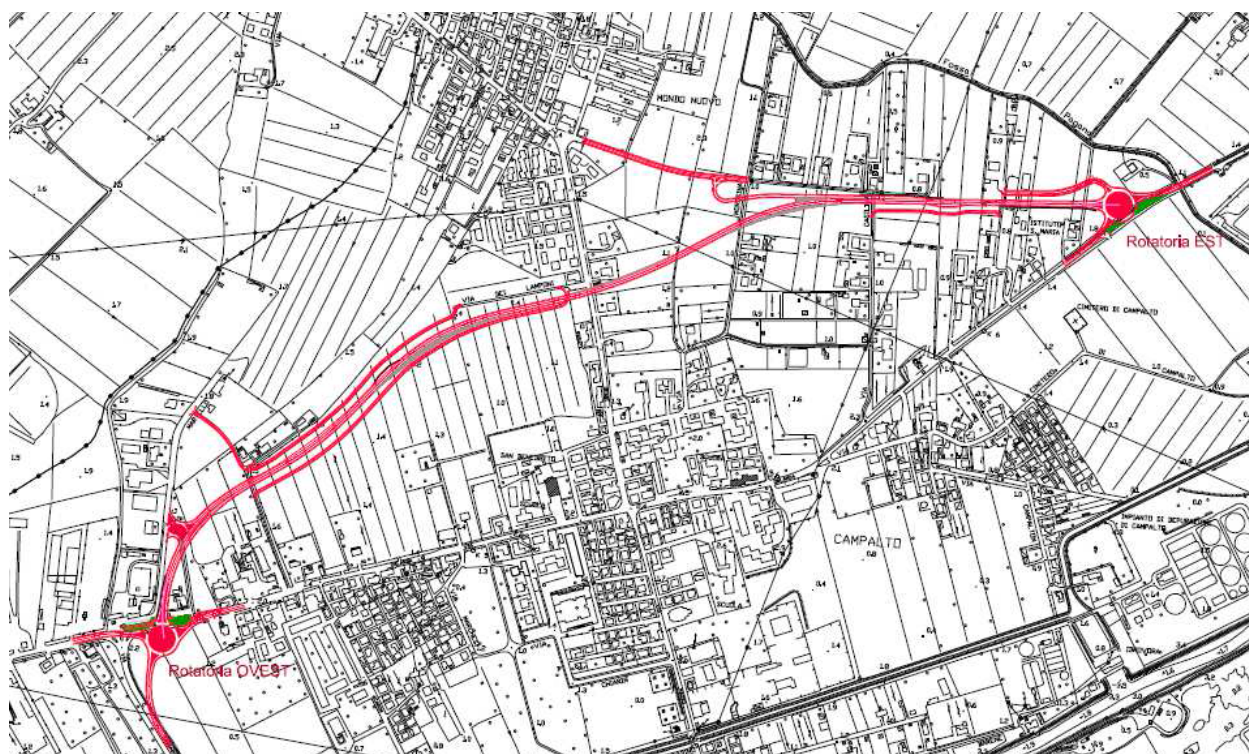
4.2.1 Caratteristiche principali dell'opera

L'intervento consiste nella realizzazione di una nuova bretella viaria di bypass del centro abitato di Campalto, in comune di Venezia. La nuova viabilità costituirà una variante del tracciato della Statale 14 "della Venezia Giulia", nel tratto declassato a strada comunale che è compreso fra i centri abitati di Campalto e Tessera (con l'esclusione del tratto fra i centri abitati ma esterno ad essi). L'opera ha lo scopo di deviare il traffico di attraversamento diretto a Venezia e a Trieste, alleggerendo il carico di veicoli non diretti al centro abitato di Campalto per consentire migliore fruibilità della viabilità interna. La nuova viabilità da un lato ridurrà i tempi di percorrenza del tratto di statale compreso fra le località di Campalto e Tessera, per i flussi di traffico di solo attraversamento, ed al contempo consentirà il miglioramento dei flussi locali verso i centri abitati. Con riferimento al D.M. 05.11.2001, facente parte dei dispositivi normativi da osservare, all'asse principale in oggetto è stata attribuita la categoria C1, con velocità di progetto di 60 - 100 km/h. Pertanto, la larghezza complessiva della piattaforma stradale sarà di ml 10,50, con larghezza delle corsie di ml 3,75 e banchine di ml 1,50. La variante di by-pass avrà una lunghezza complessiva di circa 2 km.

La geometria dell'asse planimetrico è stata realizzata sulla base dell'asse proposto con il progetto definitivo dell'opera ed è costituito da una sequenza di curve circolari con l'inserimento di elementi di raccordo a curvatura variabile. Rispetto a tale progetto, l'andamento planimetrico del progetto definitivo è stato confermato ottimizzando alcuni punti per rispondere alla normativa vigente. La pendenza trasversale nei tratti in rettilineo è stata posta pari al 2,5% , nei tratti in curva il valore è determinato, come da norma, sulla base del raggio e della velocità di progetto. secondo quanto riportato al paragrafo 5.2.4 della normativa. Il progetto delle rotatorie è stato invece redatto in conformità al D.M. 18.04.2006.

Di seguito si riporta una corografia generale dell'intervento, realizzata su base CTR, nella quale sono riportate anche le bretelle di collegamento alle viabilità secondarie intersecate o

comunque connesse.



Corografia dell'intervento su base Carta Tecnica Regionale.

4.2.2 Varianti rispetto al progetto definitivo

4.2.2.1 Rotatoria Ovest

La Rotatoria Ovest ha subito una traslazione plano-altimetrica verso Tessera, in accoglimento alle indicazioni ricevute dall'ANAS, per risolvere le problematiche connesse all'esercizio del deposito di bombole del gas sito in prossimità dell'incrocio con via Carlo Martello e migliorare le condizioni di accesso allo stesso, alle unità abitative e alle attività industriali e commerciali ubicate in corrispondenza della rotatoria stessa. La soluzione progettuale adottata consiste in uno spostamento verso Tessera della rotatoria, che consente di evitare interferenze con il vicino deposito di bombole di gas e contestualmente una riduzione del rischio di contenziosi con le ditte interessate.

Nel riposizionare la rotatoria Ovest si è avuto cura di interessare comunque solo particelle e ditte già coinvolte nel procedimento espropriativo in atto e di compensare le maggiori superfici necessarie verso Tessera con la riduzione/eliminazione delle superfici non più necessarie verso Mestre.

A seguito dello spostamento della rotatoria verso Ovest, si è avuta necessità di procedere con una diversa organizzazione del sistema di raccolta delle acque, prima collegato al sistema di smaltimento esistente di via Sabbadino in modo diverso, con l'introduzione di alcuni tombini per l'attraversamento della viabilità esistente e di una ricalibrazione degli interventi previsti sul canale Cavergnaghi.

4.2.2.2 Canale Morosina

La realizzazione della nuova arteria stradale prevede il passaggio sotto via Gobbi mediante una galleria in parte naturale ed in parte artificiale collegata da due rampe di accesso. La rampa in direzione Tessera interseca il canale Morosina ed il collettore adiacente interrompendone la continuità. Nel progetto definitivo era prevista la demolizione del collettore e la risagomatura del tratto di canale interrotto dalla realizzazione della strada, con inversione dell'attuale pendenza di scorrimento dell'acqua ed il suo collegamento al canale di valle posto a sud, in adiacenza alla strada Morosina.

I responsabili del Consorzio di bonifica Acque Risorgive hanno esposto alcune criticità in merito all'attuale assetto idrogeologico del territorio, in riferimento alla prevista sistemazione idraulica del Canale Morosina elaborata nella fase di progettazione definitiva.

In risoluzione alle problematiche emerse, si è pertanto previsto di estendere l'intervento di riprofilatura e risistemazione del canale in direzione sud, fino all'intersezione con via Orlanda.

In conformità a quanto previsto nel progetto definitivo, nel canale riprofilato viene immessa l'acqua proveniente dall'impianto di sollevamento della galleria e lo stesso viene utilizzato anche per la laminazione necessaria per garantire l'invarianza idraulica.

Il volume di laminazione viene realizzato mediante un bacino di forma allungata con argini in terra di altezza variabile da 50 a 90 cm, base superiore di 1,00 ml e scarpate 1/3 lato esterno 3/2 lato interno. In asse al bacino è previsto un canale di altezza variabile da 50 a 80 cm, base minore di 1,00 ml e scarpe 3/2 e lunghezza di 76 ml. La superficie del bacino è pari a 1.005 m² con un volume massimo immagazzinabile pari a 1031 m³.

Oltre alla realizzazione del bacino di laminazione in ingresso al Morosina si prevede di riprofilare il canale fino all'attraversamento in corrispondenza di via Orlanda mediante piccoli abbassamenti del fondo dell'alveo, da eseguirsi sia in corrispondenza del tratto in affiancamento a via Morosina, sia in alcuni punti a valle per conferire una pendenza univoca al canale stesso, eliminando così i tratti in contropendenza.

In considerazione dello stato dei luoghi, la riprofilatura del canale è stata prevista senza necessità di maggiori occupazioni rispetto alle aree già oggetto di esproprio.

L'ampliamento dell'intervento richiesto dal consorzio ha determinato l'esecuzione anche di un attraversamento sotto alla via Morosina effettuato mediante uno scatolare 2,00 x 1,00 ml; in tale tratto verranno predisposte le canalizzazioni per la risoluzione delle interferenze con le condotte di acquedotto (D60) e metano.

4.2.3 *Modifica della risoluzione dell'interferenza con il collettore fognario del Consorzio Veritas*

Onde evitare che il collettore fognario esistente su via Gobbi debba essere sostituito da una condotta in pressione con relativo impianto di sollevamento, il progetto esecutivo propone di

variare la soluzione prevista dal progetto definitivo per il collettore fognario di Veritas.

Nel corso delle riunioni avute con i responsabili di Veritas, durante la fase di redazione del progetto esecutivo, è emerso che ogni minimo intervento sull'attuale condotta fognaria potrebbe non essere sufficiente, vista la vetustà della stessa ed il precario stato di conservazione e di efficienza, per escludere ed evitare possibili cedimenti della stessa in fase di esecuzione dei lavori di attraversamento.

In considerazione di quanto sopra, per la sola condotta del DN 500 con funzionamento a gravità, si è prevista, al fine di scongiurare possibili danneggiamenti durante le attività di preconsolidamento e di scavo, la deviazione in una zona non interessata dalla realizzazione della galleria naturale sul lato Tessera e di riallacciarsi alla condotta esistente subito dopo la tratta interessata dalla galleria naturale.

L'adozione di tale scelta progettuale consente la riduzione dell'approfondimento della livelletta stradale, quindi degli scavi sotto via dei Gobbi ed il contenimento dei lavori previsti per le opere provvisorie propedeutiche all'esecuzione dei lavori.

La condotta viene deviata con un tratto di by-pass costituito da due rami ortogonali alla condotta esistente ed un ramo parallelo che sovrappassa il pozzo per la realizzazione della dima della galleria naturale. Questo tratto è realizzato mediante posizionamento della condotta in PEAD, all'interno di una trave a V precompressa poggiante sui cordoli delle opere di sostegno dello scavo per il pozzo. Nella fase dei lavori di scavo delle opere stradali, la struttura a V ha un funzionamento a ponte. Una volta eseguiti i lavori di realizzazione della galleria naturale e di quella artificiale, la struttura di scavalco e la condotta restano inglobate nel terreno di riempimento della trincea, al di sopra della calotta di ricoprimento della galleria artificiale.

4.3 TECNOLOGIE COSTRUTTIVE E OPERE D'ARTE

L'intervento in progetto si compone essenzialmente di due tratti in rilevato stradale convenzionale, separati da un tratto in trincea e galleria artificiale in corrispondenza dell'opera d'arte principale, costituita dal sottopassaggio di via Gobbi.

Il progetto è caratterizzato dall'impiego di tecnologie tradizionali per quanto riguarda la realizzazione dei tratti in rilevato, con adozione di metodologie consolidate quali la stabilizzazione a calce del sottofondo e la realizzazione del rilevato mediante stesa di inerti con opportuna stratificazione. Per le parti in trincea e galleria artificiale sono state al contrario adottate tecnologie di uso meno frequente ed accorgimenti specifici, idonei a risolvere i problemi derivanti dalle varianti progettuali introdotte rispetto al progetto definitivo al fine di rendere utilizzabile via Gobbi durante l'intero periodo dei lavori, con lo scopo, non secondario, di evitare anche interferenze con le fondazioni dei fabbricati esistenti nei pressi del luogo di intervento.

Come accennato l'attività di progettazione delle opere all'interno delle Rampe A e B è

interamente condizionata dall'approfondimento degli scavi per la realizzazione del sottopasso di Via Gobbi.

La scelta delle opere provvisorie di sostegno degli scavi è volta al contrasto ed alla limitazione degli spostamenti laterali delle paratie e per tale motivo si è preferito il ricorso a supporti costituiti da puntoni di rigidità adeguata, in modo da permettere un rapido contrasto delle spinte laterali prodotte dal terreno e dall'acqua. Anche il pozzo ellittico è stato ideato per ridurre gli spostamenti laterali del terreno ed evitare la posa di puntoni di contrasto. Al contrario le paratie tirantate, avrebbero interferito con le fondazioni degli edifici circostanti, quindi, le strutture di contrasto delle spinte, oltre che assicurare la stabilità degli scavi, assicurano la minore interazione possibile con le strutture fondazionali degli edifici prossimi all'area d'intervento. Anche la forma ellittica dei pozzi prossimi a via Gobbi, è stata dettata dalla limitazione del campo degli spostamenti.

Lo scopo della realizzazione di una galleria naturale, al posto del classico *cut and cover* per l'attraversamento di via Gobbi, è quello di non arrecare disturbo al traffico veicolare ed infatti le operazioni di scavo non provocheranno l'interruzione dei flussi viabilistici su tale asse stradale. A tale proposito, il sistema di consolidamenti scelto è stato quello di un doppio arco a 360° di micropali sub-orizzontali, ancorati all'interno di una struttura rigida come quella di una dima in c.a., in modo tale da isolare completamente lo scavo della galleria naturale, limitando la subsidenza all'intorno ed in superficie, stimata dell'ordine di qualche millimetro. Si è scelto, inoltre, di consolidare il fronte mediante 157 fori attrezzati con n. 2 vlv/m da cui verranno realizzate iniezioni con malte cementizie da lato Mestre a Lato Tesserà, in modo che, una volta demoliti i pali della dima, si ottenga la necessaria sicurezza durante le operazioni di scavo, assicurando la stabilità del fronte.

La parte all'aperto, ovviamente, è stata progettata in funzione delle altezze di scavo e in particolare in funzione delle spinte idrauliche, che hanno reso necessario uno spessore importante delle strutture in calcestruzzo e, per un tratto, il ricorso a puntoni con supporti definitivi.

Particolare attenzione è stata posta nel progetto delle impermeabilizzazioni, sia per le provvisorie - come quelle realizzate in *jet grouting* o con iniezioni di malte cementizie per assicurare sicurezza e stabilità degli scavi - che per quelle definitive relative all'impermeabilizzazione delle opere d'arte. Lo scopo infatti sia in fase provvisoria sia in fase definitiva oltre che alla stabilità e la durabilità delle opere è stato quello di arrecare il meno disturbo possibile alle condizioni idrogeologiche preesistenti in modo da contrastare fenomeni di consolidamento all'intorno degli scavi.

Nei paragrafi che seguono si illustrano le tecnologie adottate per i singoli interventi puntuali nel tratto in trincea e in galleria artificiale.

4.3.1 Attraversamento di via Gobbi

La soluzione del progetto definitivo prevedeva, per l'attraversamento di via Gobbi, la realizzazione di un tratto in galleria artificiale da realizzarsi con il sistema costruttivo *tipo Milano*, pertanto con interruzione della strada per l'intera durata dei lavori. Tale sistema, cosiddetto perché utilizzato per la costruzione della linea 1 della metropolitana di Milano, consiste nella interruzione della viabilità, realizzazione di scavi per lo spostamento dei sottoservizi, costruzione delle paratie laterali di piedritto della galleria, scavo a cielo aperto fra i piedritti e successiva realizzazione della soletta di copertura, con ripristino finale della strada per consentirne l'utilizzo. La galleria viene poi completata attraverso lo scavo in sotterraneo fra i piedritti e il getto della platea in calcestruzzo sul fondo della galleria, con la realizzazione della sede stradale e dei relativi arredi ed impianti di illuminazione ed evacuazione dell'acqua.

Questa metodologia costruttiva imponeva però l'interruzione del traffico sulla viabilità per il periodo necessario alla costruzione dell'opera e al riguardo il progetto definitivo non chiariva in che modo sarebbe stata realizzata la viabilità alternativa da utilizzarsi durante l'esecuzione dei lavori di cui sopra. Le potenziali viabilità alternative avrebbero potuto essere individuate nelle strade più prossime esistenti, dotate un grado di percorribilità adeguato, ma, considerati i percorsi, con un notevole aumento dei tempi di percorrenza e conseguente prolungamento del disagio a tutta la durata dei lavori.

Nella figura che segue si individuano le viabilità alternative che avrebbero potuto essere utilizzate per evitare il transito su via Gobbi.

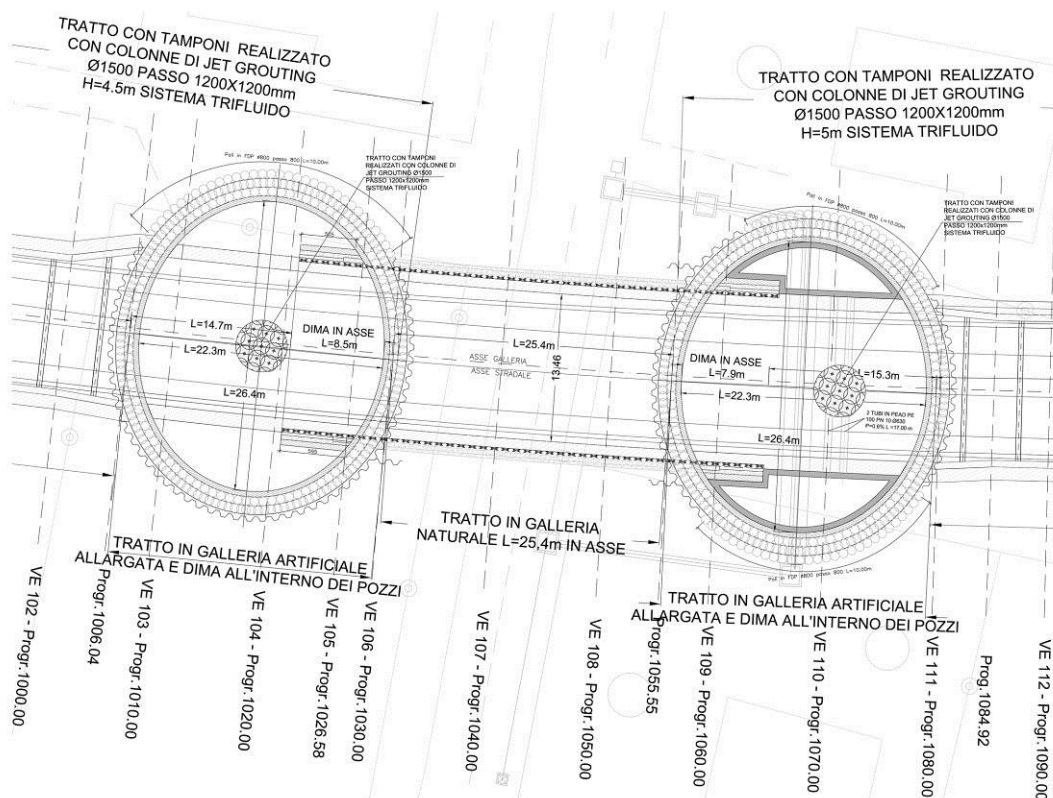


Planimetria ortofotografica con indicazione degli itinerari alternativi a via Gobbi, in caso di intransitabilità della medesima.

Come si desume chiaramente dalla figura, l'allungamento dei percorsi sarebbe risultato improponibile (6 - 7 km), anche prevedendo di realizzare un bypass interno al centro abitato, trovando viabilità alternative di adeguate dimensioni e capacità, le soluzioni possibili avrebbero comportato notevoli disagi, tanto per la tortuosità dei percorsi che per l'impossibilità di utilizzare

mezzi pubblici, se non dopo aver percorso a piedi notevoli distanze e comunque con un aggravio del disagio per il transito dei mezzi di rifornimento alle attività commerciali esistenti insediate nell'agglomerato urbano.

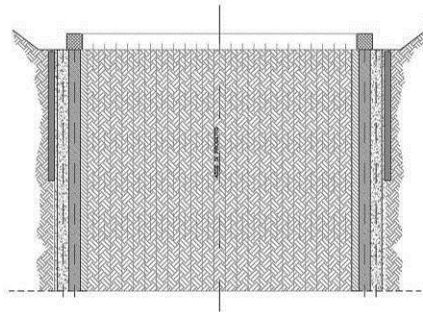
La soluzione proposta con il progetto esecutivo, prevede invece che l'attraversamento in ambito urbano di via Gobbi venga realizzato attraverso la costruzione di una galleria naturale della lunghezza circa 25 ml, tramite l'impiego della tecnica del "*Pipe Arch*", senza interruzione del traffico e senza la necessità di spostamento dei vari sottoservizi interferenti. Questa tecnologia richiede l'esecuzione di due pozzi verticali di opportune dimensioni e profondità a monte e a valle della galleria. Preventivamente alla realizzazione dei pozzi saranno infisse palancole metalliche e pali FDP (Full Displacement Piles, a compressione laterale del terreno) a protezione degli edifici circostanti. A tergo delle palancole ad opportuna distanza sarà eseguita una ulteriore fila di pali trivellati del tipo FDP del diametro di 800 mm e della lunghezza di 25 ml disposti lungo il perimetro ellittico del pozzo. Saranno realizzati con apposito utensile a compressione laterale del terreno e successivo getto di calcestruzzo con inserimento a spinta dell'armatura metallica nel calcestruzzo fresco. Successivamente, tra pali FDP e palancole, e tra pali FDP a protezione degli edifici, e pali FDP del pozzo, verranno eseguite colonne di jet grouting (sfalsate rispetto ai pali e con interasse di 600 mm) del diametro di 800 mm e di 25 ml di lunghezza. Al termine verrà realizzato, sempre mediante jet grouting, un tappo di fondo per il pozzo dello spessore di 5,00 ml, onde evitare il sifonamento e garantire impermeabilità rispetto alle infiltrazioni d'acqua dovute alla presenza della falda.



Planimetria pozzi ellittici da realizzare per l'attraversamento di via Gobbi.

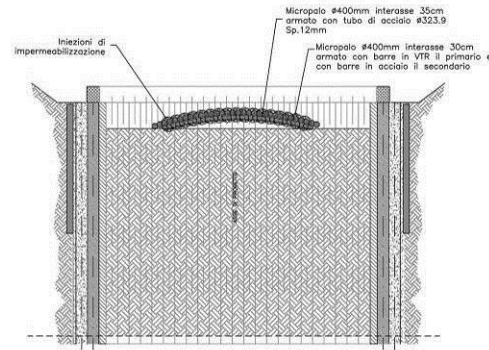
FASE 1

- Realizzazione delle opere provvisionali relative ai pozzi di approccio ai due imbocchi della galleria naturale. Si rimanda all'elaborato specifico per le fasi del pozzo



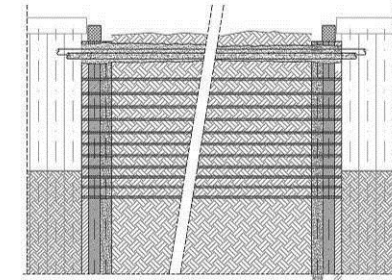
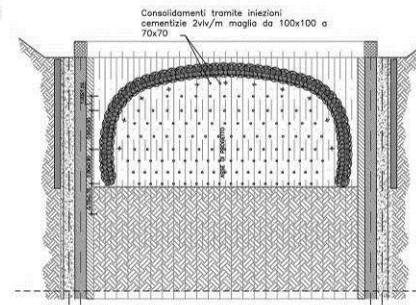
FASE 2

- Esecuzione dello scavo di ribasso per sottomurazione all'interno dei pozzi di approccio per campi di 1m
- Durante le fasi di ribasso alle quote corrispondenti verranno eseguiti i corrispondenti consolidamenti della dima/galleria naturale
- Esecuzione delle iniezioni di impermeabilizzazione suborizzontali
- Esecuzione della prima coronella di pali suborizzontali in cls armato con barre in VTR/acciaio
- Esecuzione dei consolidamenti mediante tubi di acciaio della seconda coronella
- Esecuzione di parte dei drenaggi



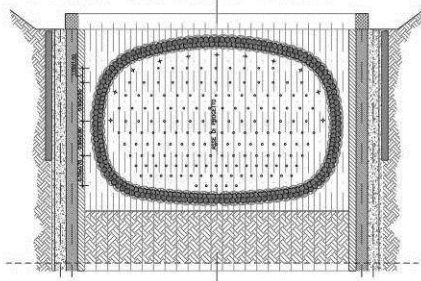
FASE 3

- Esecuzione dello scavo di ribasso per sottomurazione all'interno dei pozzi di approccio per campi di 1m
- Durante le fasi di ribasso alle quote corrispondenti verranno eseguiti i corrispondenti consolidamenti della dima/galleria naturale costituiti da iniezioni con malte cementizie
- Esecuzione delle iniezioni di impermeabilizzazione suborizzontali
- Esecuzione della prima coronella di pali suborizzontali in cls armato con barre in VTR/acciaio
- Esecuzione dei consolidamenti mediante tubi di acciaio della seconda coronella
- Esecuzione dei drenaggi fino al piano dei centri



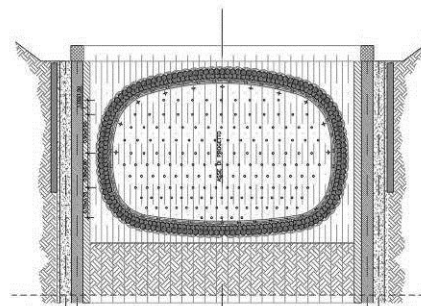
FASE 4

- Esecuzione dello scavo fino al piano di posa della soletta della dima
- Completamento delle iniezioni di impermeabilizzazione
- Completamento delle iniezioni di consolidamento al fronte
- Completamento dei micropali della prima coronella armati in VTR/acciaio
- Completamento dei micropali con tubi di acciaio della seconda coronella



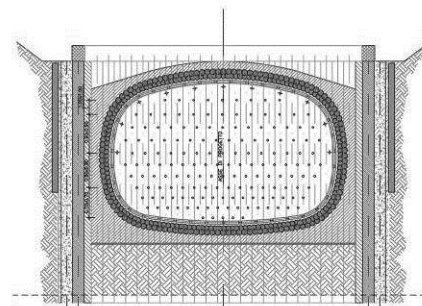
FASE 5

- Posa in opera della centina della dima
- Posa dello spritz beton



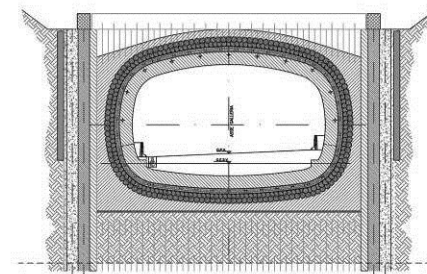
FASE 6

- Getto della dima in c.a.



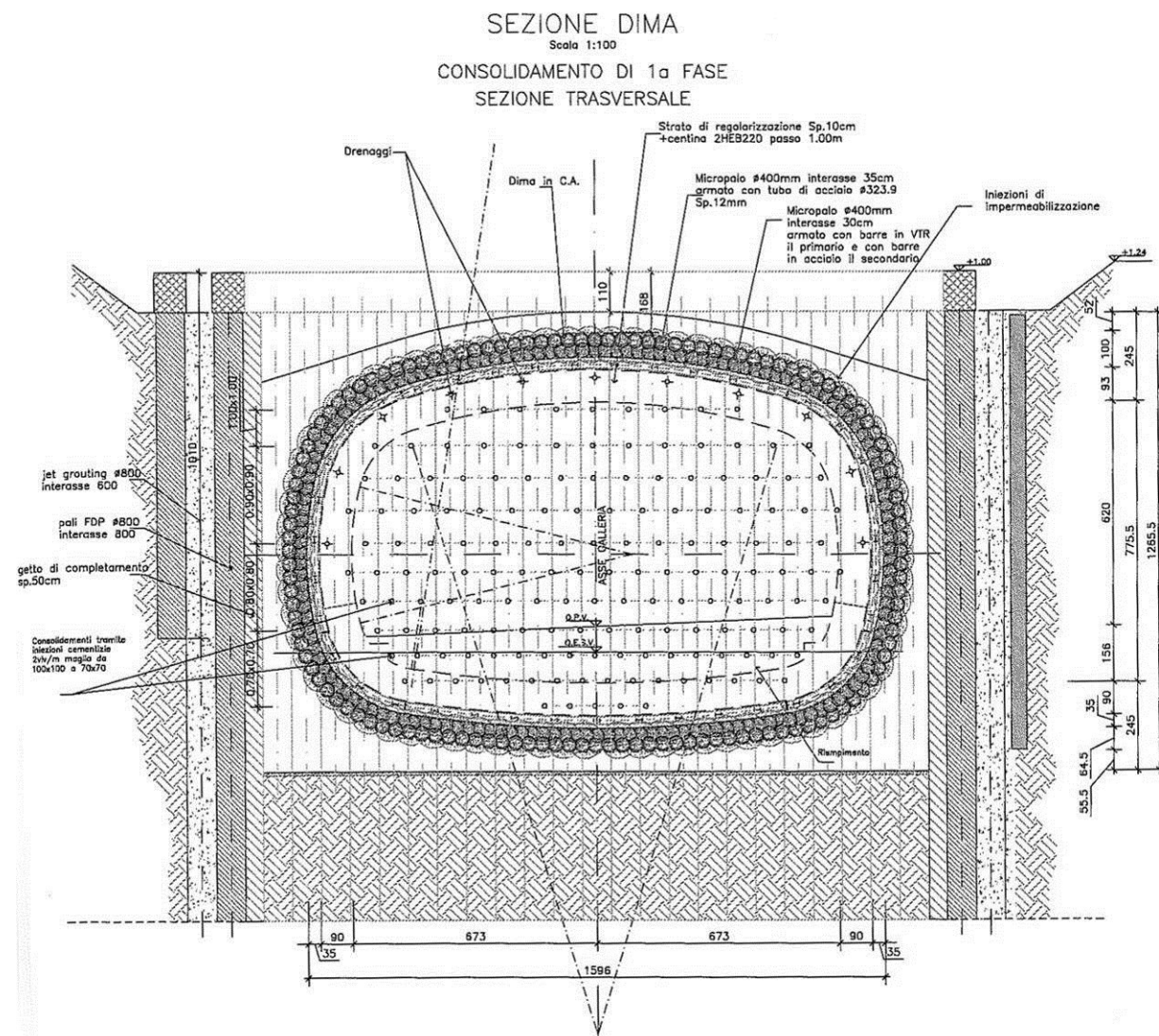
FASE 7

- Posa dell'impermeabilizzazione
- Realizzazione del rivestimento in c.a. del concio d'attacco



Fasi di realizzazione della dima per la costruzione della galleria artificiale di attraversamento di via Gobbi.

Ultimate pareti e tappo di fondo, saranno rimosse le palancole provvisionali e si inizierà lo scavo all'interno del pozzo, eseguito per strati dello spessore di 1 ml. Partirà quindi la realizzazione delle contropareti in calcestruzzo armato di rivestimento interno del pozzo, per conci della medesima altezza. Le fasi appena descritte saranno ripetute fino a raggiungere il fondo del pozzo. Contestualmente alla realizzazione delle pareti di rivestimento saranno realizzati consolidamenti, sul lato Mestre e sul lato Tessera, relativi alla dima di attacco ed alla galleria naturale per il sotto-attraversamento di via Gobbi.

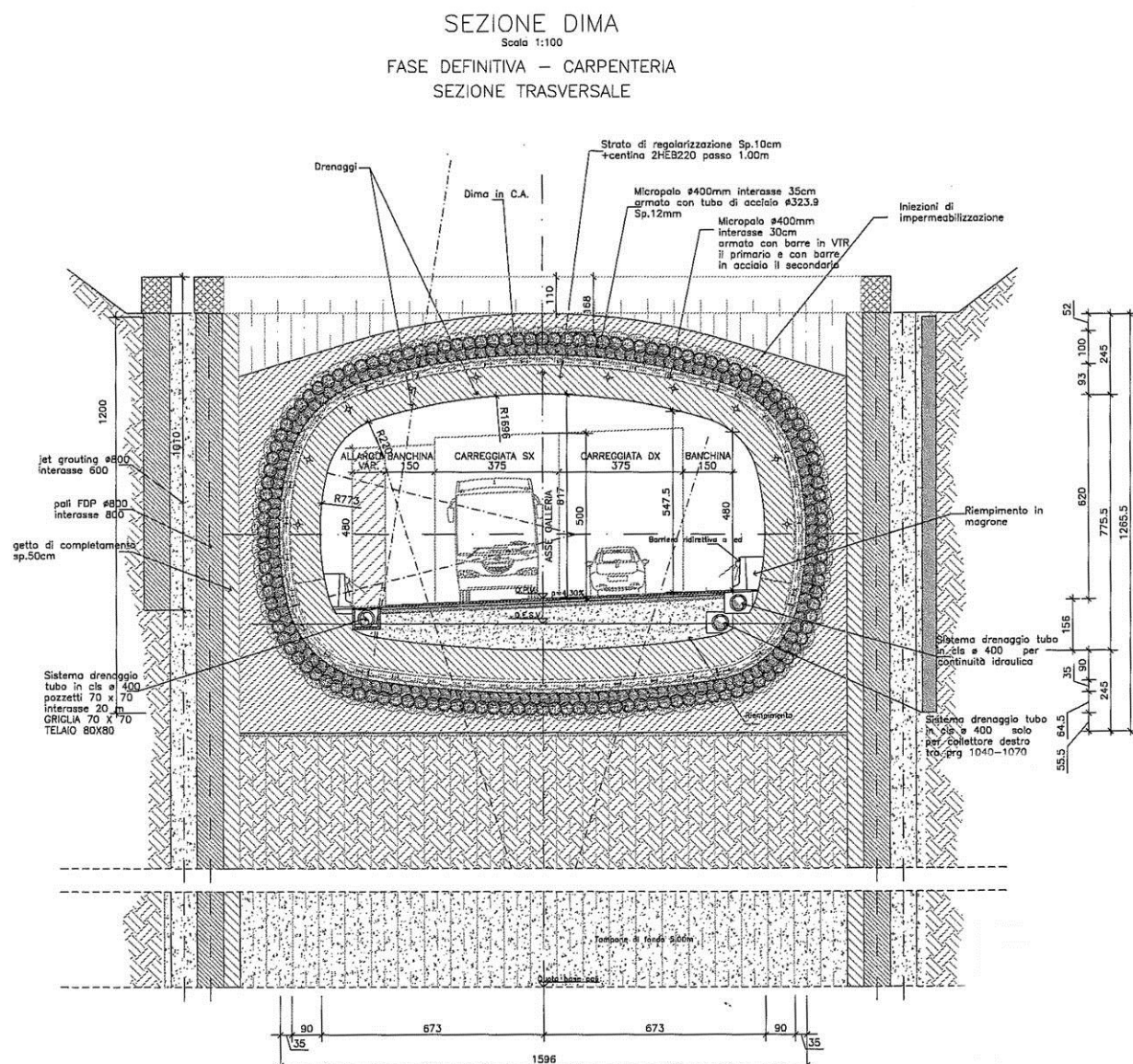


Sezione trasversale della dima della galleria nella fase di consolidamento iniziale.

Una volta realizzati i pozzi, alle opportune quote sarà progressivamente realizzata la dima per la costruzione della galleria artificiale. La dima sarà costituita da una doppia fila di pali suborizzontali in calcestruzzo armato (con acciaio e anche con VTR) del diametro di 400 mm ad interasse di 350 mm per la coronella più esterna e di 300 mm per quella interna disposti lungo il perimetro ellittico che definisce la sezione trasversale esterna della galleria. Prima della realizzazione dei pali verranno eseguite iniezioni di impermeabilizzazione suborizzontali.

Infine, la coronella interna verrà consolidata mediante tubi di acciaio.

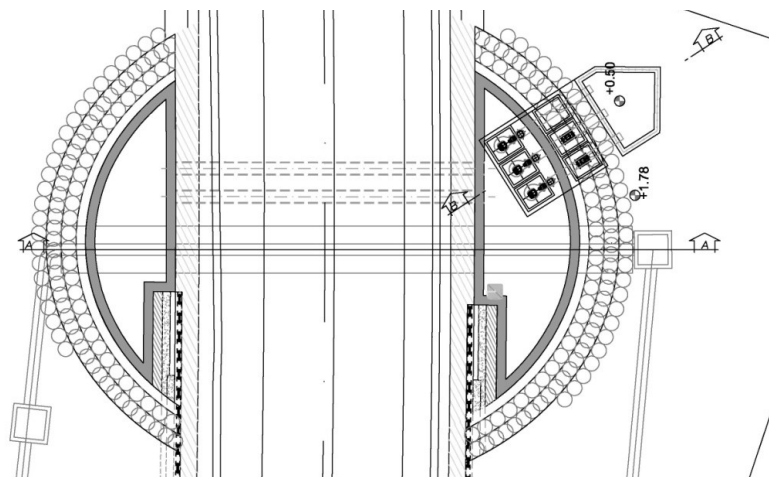
All'interno della sezione della dima saranno eseguite iniezioni di consolidamento del terreno mediante iniezioni di malta cementizia con maglia di ml 1,00 x 0,70.



Sezione trasversale della dima della galleria nella fase definitiva.

La soluzione prospettata, a causa degli spessori delle opere provvisorie necessarie, comporta ovviamente un approfondimento della livelletta stradale in corrispondenza dell'attraversamento di via Gobbi rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo. Conseguentemente, anche le rampe di accesso dovranno raccordarsi alle nuove quote di fondo, pertanto il progetto esecutivo ha apportato tutte le necessarie modifiche.

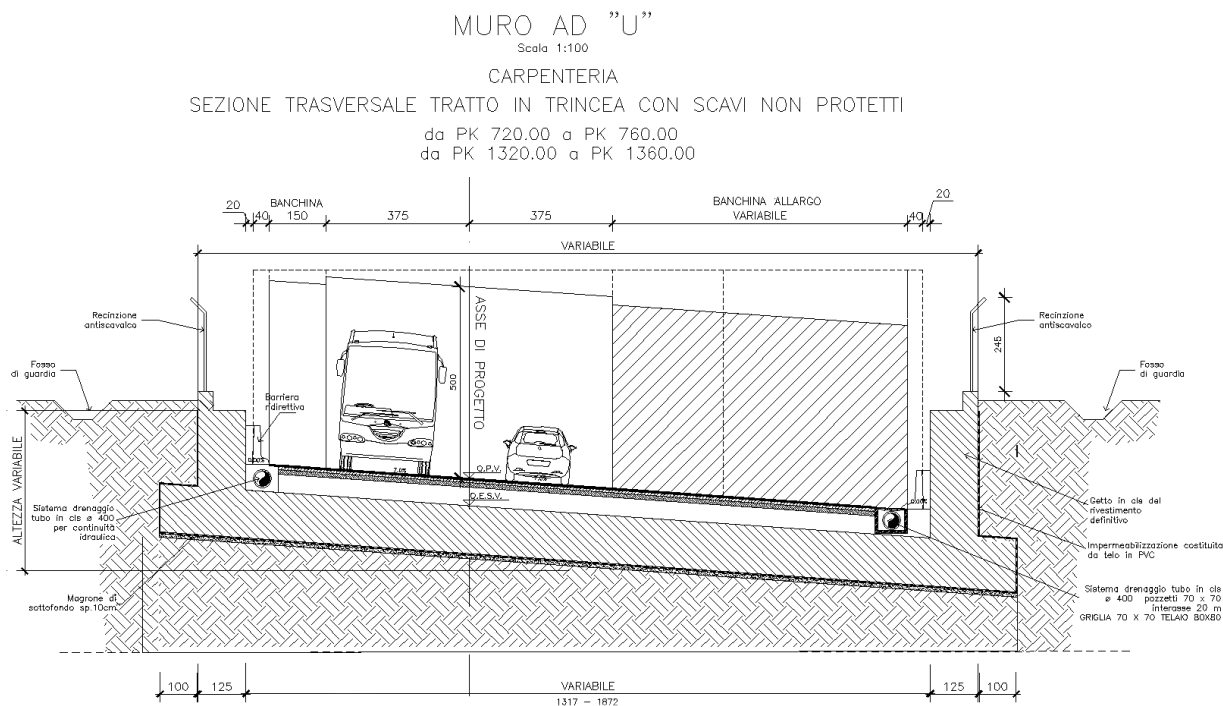
Nella figura seguente è riportata la posizione della vasca di smaltimento delle acque meteoriche per il tratto in trincea, ubicata all'interno del pozzo ellittico sul lato di Tessera del sottopassaggio. Le acque saranno convogliate mediante pompaggi all'esterno verso il canale Morosina ed il bacino di laminazione ricavato in fregio allo stesso.



Pianta del pozzo ellittico del lato Tessera con ubicazione della vasca di smaltimento delle acque meteoriche.

4.3.2 Tratto all'aperto con muri ad "U"

Nei tratti terminali del sottovia, per il sostegno delle pareti laterali di scavo, è sufficiente realizzare dei muri laterali a sbalzo dalla fondazione. Essi presentano, in corrispondenza del solettone di base, delle alette che permettono di contrastare la sottospinta prodotta dall'acqua. Gli scavi possono essere realizzati a cielo aperto, oppure sorretti da palancole contrastate da puntoni in acciaio, in relazione all'altezza del fronte di scavo. Per un tratto che va dalla fine della galleria artificiale, realizzata tra palancole e pali Ø 800 mm e per un'altezza dello scavo che va da circa 11,5 a 8 ml, i muri saranno contrastati da puntoni definitivi. Nei tratti a maggior profondità la stabilità del fondo scavo è assicurata da un tampone di fondo realizzato con jet grouting tri-fluido 1.500 mm maglia 1.200 x 1.200 mm.



Sezione tipo in corrispondenza della trincea in presenza di scavo non protetto.

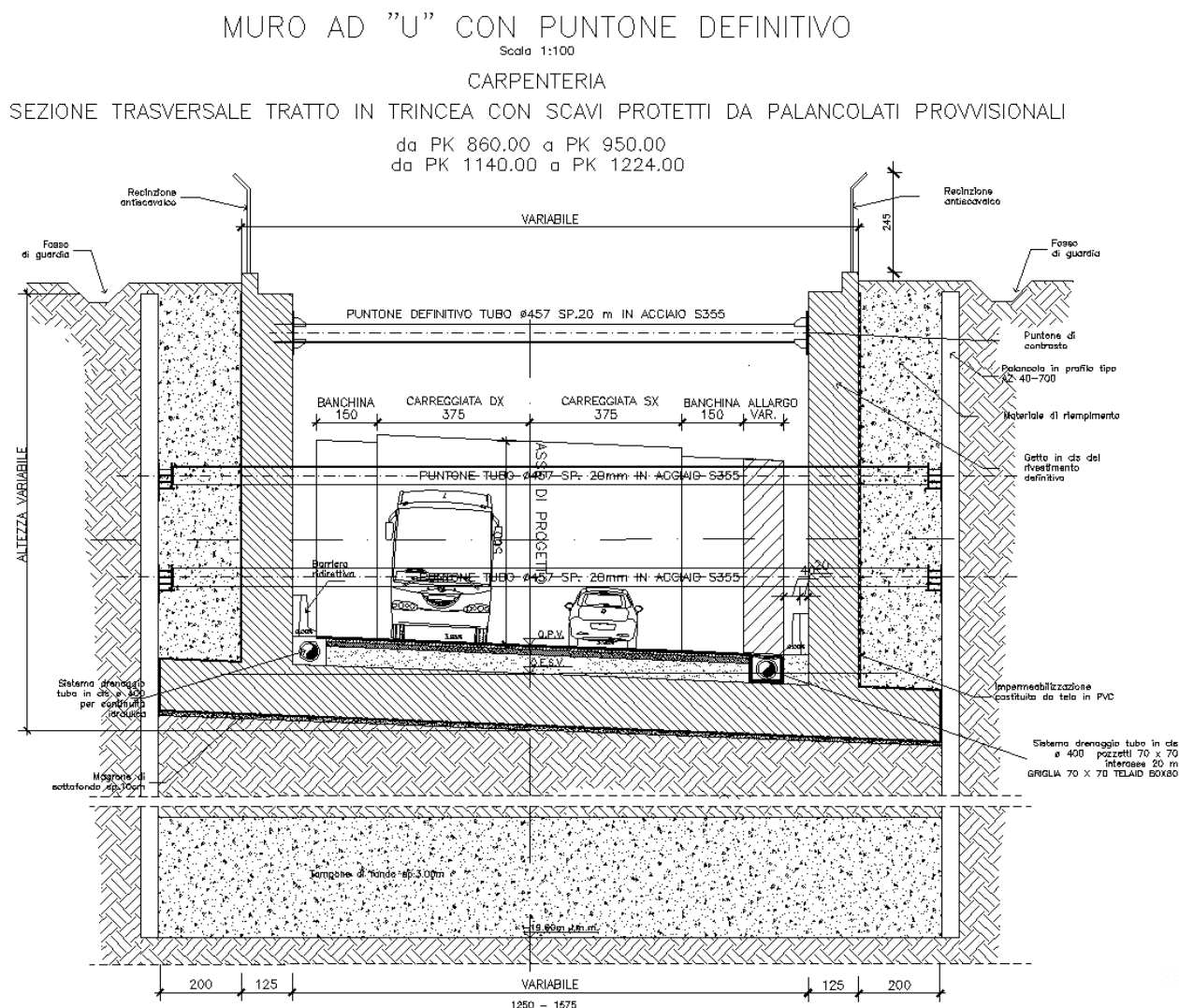
4.3.3 Tratto tra diaframmi e puntoni definitivi

Nelle zone dove la trincea risulta più profonda verranno realizzate delle paratie di diaframmi di spessore 120 cm e profondità 19 ml. I diaframmi saranno collegati in testa da una trave di collegamento 100 x 180 cm.

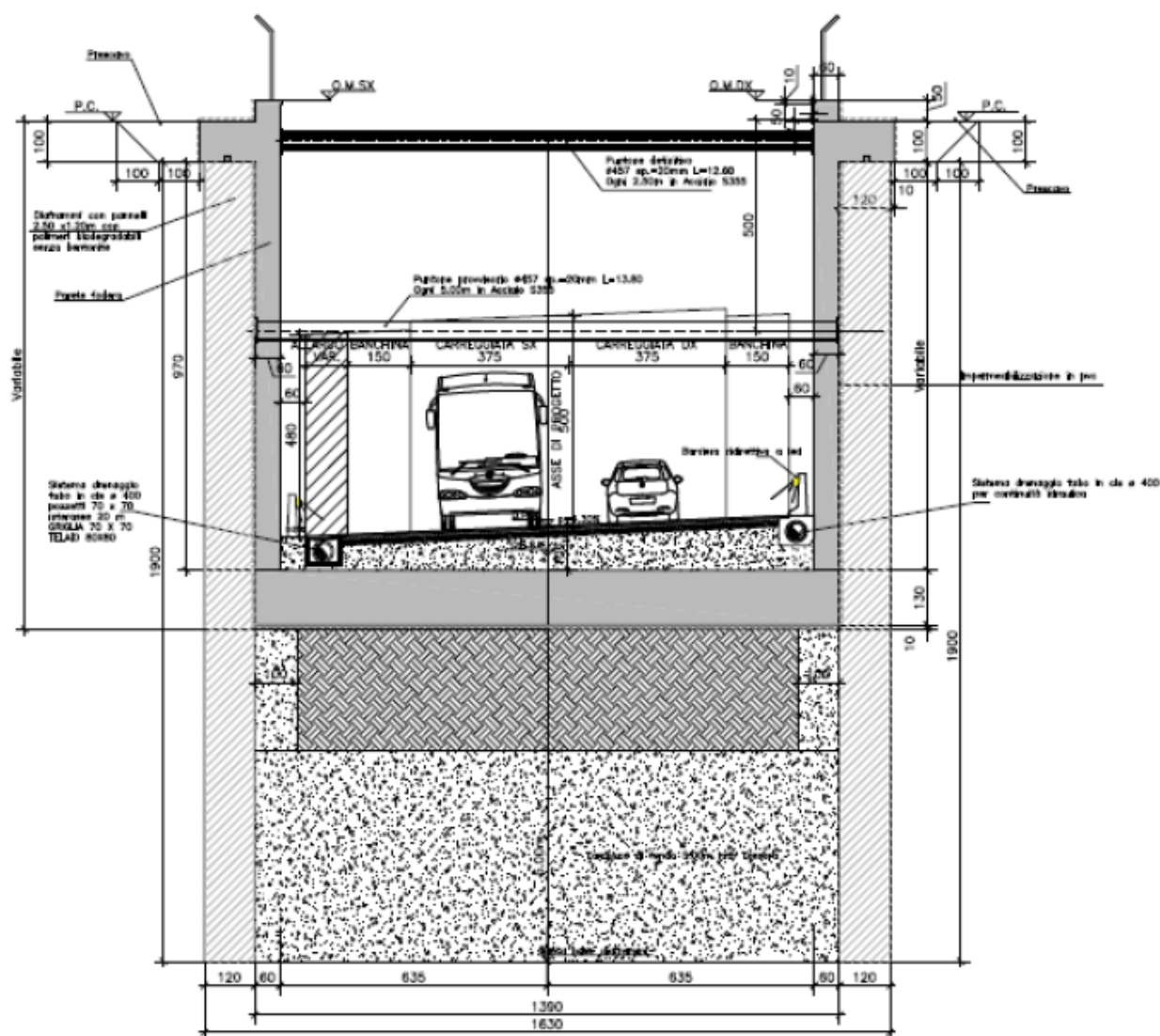
I puntoni nella fase di ribasso saranno posti:

- in corrispondenza della trave di testa ad interasse 5m, questi a lungo termine diventeranno definitivi
- a quota di circa 5 m dal piano campagna ad interasse 2.5m, cioè in corrispondenza di ogni elemento di diaframma, saranno di tipo provvisori e verranno rimossi una volta terminati gli scavi.

All'interno i diaframmi presentano un rivestimento in c.a. costituito da un solettone di base di altezza 130 cm ed una coperta laterale di 60 cm. La stabilità del fondo scavo sarà assicurata da un tampone di fondo realizzato con jet grouting trifluido F 1500 mm maglia 1.200 x 1.200 mm.



Sezione tipo in corrispondenza della trincea in presenza di scavo protetto con evidenza dei puntoni provvisori e definitivi.

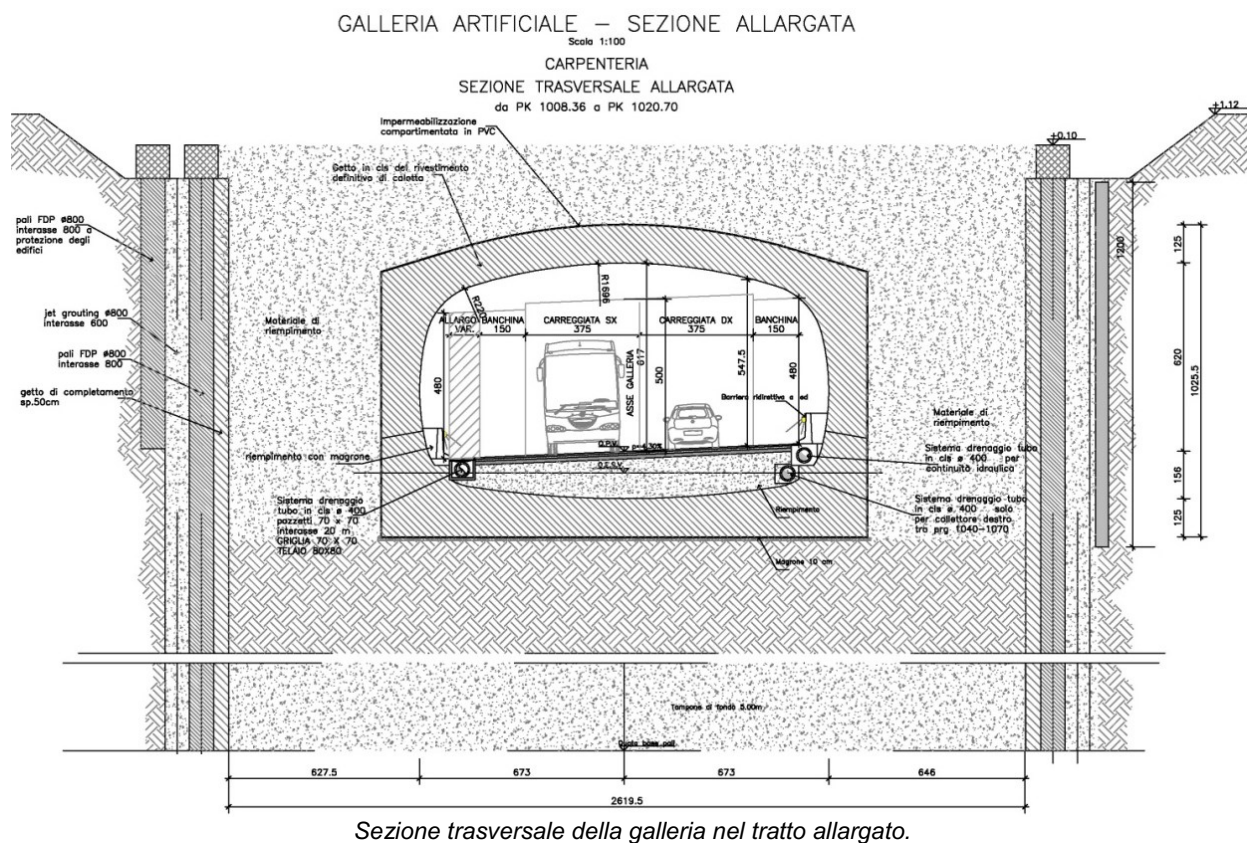


Sezione tipo in corrispondenza della trincea in presenza di scavo protetto con evidenza dei puntoni definitivi.

4.3.4 Tratto in galleria artificiale all'interno dei pozzi ellittici

All'interno dei pozzi e quale struttura di collegamento tra la dima/concio d'attacco della galleria naturale e la galleria artificiale, realizzata tra paratie di pali e palancole con puntoni provvisori, verrà realizzato un tratto di galleria artificiale allargata gettata in opera che, sul lato Mestre sarà ritombata su tutti i lati, mentre sul lato Tessera, sarà gettata ai lati contro le vasche di smaltimento delle acque meteoriche.

La stabilità del fondo scavo è assicurata da un tampone di fondo realizzato con jet grouting trifluido F1.500 mm, maglia 1.200 x 1.200 mm.



4.4 IMPIANTI

Il progetto dell'intervento prevede la realizzazione dell'impianto di illuminazione stradale e dell'impianto di eliminazione delle acque meteoriche della tratta interrata relativa al sottopasso di via Gobbi. L'impianto di gestione della camera delle pompe contempla un semplice quadro elettrico di comando e controllo locale delle macchine installate (pur a norma e con idonee caratteristiche e dispositivi), l'impianto di illuminazione delle rotatorie e degli svincoli propone invece l'impiego di tecnologie innovative. Per l'illuminazione, infatti, si ricorrerà alla tecnologia LED, che consente l'ottenimento di un risparmio energetico e permette una regolazione efficace della luminosità, in grado di garantire condizioni di illuminamento ottimali in tutte le zone servite. Si contempla, inoltre, il comando ed il telecontrollo dell'impianto ad onde convogliate, attraverso le medesime linee di alimentazione, il che consentirà anche una riduzione dei cablaggi.

4.4.1 Caratteristiche illuminotecniche di progetto

La classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica è definita dalla norma UNI 11248:2012 dell'ottobre 2012, che ha sostituito la precedente versione del 2007.

La norma, in particolare, individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, la sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una

categoria illuminotecnica.

La categoria illuminotecnica di ingresso, per l'analisi dei rischi della strada in oggetto, può essere individuata in ME2, essendo classificabile quale strada extraurbana principale con limite di velocità non superiore ai 110 km/h. Nel caso specifico si potrebbe variare la categoria illuminotecnica di progetto, ai sensi della norma UNI 11248:2012, portandola alla ME3a, in quanto si è scelto di utilizzare corpi illuminanti con indice di resa dei colori superiore o uguale a 60.

Rilevato che le aree da illuminare consistono in rotatorie, svincoli e incroci, si è però ritenuto di prevedere la categoria CE2, al fine di garantire un miglior livello di illuminamento, seguendo la norma UNI 11248:2012 (paragrafo 9.2 Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti).

4.4.2 Caratteristiche degli impianti progettati

L'impianto elettrico di pubblica illuminazione, descritto in premessa, è alimentato dalla rete ENEL con corrente alternata trifase, sistema TT, a 400V 50 Hz, come classificato dalla norma italiana CEI. E' stata posta particolare attenzione nel curare l'impatto ambientale con un apposito programma di risparmio energetico, ottenuto mediante l'impiego di corpi illuminanti a LED, di apparecchiature per la riduzione del flusso luminoso, su tutti i punti luce, in modo da poter ottenere sia un risparmio notevole di energia consumata che un significativo aumento della durata degli apparecchi.

Le opere previste consistono in tutte quelle necessarie per rendere l'impianto perfettamente funzionante e rispondente alle esigenze, alle norme impiantistiche e in materia di risparmio energetico. L'impianto sarà diviso in linee originate da singoli quadri di alimentazione e controllo, direttamente collegati alla rete BT dell'ENEL, sia per l'alimentazione delle due rotatorie che dello svincolo di via Carlo Martello.

4.4.2.1 Corpi illuminanti

In conseguenza delle classificazioni illuminotecniche descritte nei paragrafi precedenti, gli apparecchi di illuminazione sono stati scelti fra quelli commerciali in grado di corrispondere a tali caratteristiche, con l'adozione di corpi illuminanti che fossero rispondenti, oltre alla normativa nazionale, anche a quella regionale.

L'impianto di illuminazione nel suo complesso sarà infatti realizzato nel rispetto dei criteri di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico previsti dalla L.R. Veneto n. 17 del 7 agosto 2009 *"Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici"* e, particolarmente, riguardo ai centri luminosi:

- gli apparecchi illuminanti avranno un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a novanta gradi ed oltre (art.

9, comma 2 punto a.);

- gli apparecchi di illuminazione che si utilizzeranno, rispetteranno il punto precedente e avranno un'efficienza delle sorgenti (leds) maggiore di 90 lumen/W (art. 9, comma 2 punto b.);
- l'impianto avrà luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e illuminamento non superiore ai livelli minimi previsti dalle norme tecniche di sicurezza ovvero in assenza di queste, valori omogenei di luminanza media mantenuta contenuta entro il valore medio di 1 cd/m² (art. 9, comma 2 punto c.);

l'impianto sarà provvisto di appositi dispositivi, applicati puntualmente su ciascun apparecchio o in generale sull'intero impianto, in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore ventiquattro (art. 9, comma 2 punto d.).

Il numero di apparecchi, il tipo e la disposizione è stata determinata con apposito software allo scopo di garantire un adeguato illuminamento tenendo conto delle destinazioni d'uso della strada e in particolare delle rotatorie, degli svincoli e degli incroci. Come già precedentemente illustrato la categoria illuminotecnica scelta è la CE2. I risultati sono stati ottenuti utilizzando un corpo illuminante tipo ARIANNA, modello LOLA, con tecnologia integrata led altamente performante, avente un consumo complessivo, comprendente le perdite dell'alimentazione, pari a 120W e un fattore di potenza $\cos > 0,90$, con una potenza totale installata di 4,2 kW; i LED utilizzati hanno una temperatura di colore di circa 4000°K.

La scelta di tali corpi illuminanti caratterizzati da una tecnologia estremamente innovativa si è fondata sulle seguenti considerazioni:

- **Sostenibilità ambientale.**

Il progetto prevede l'utilizzo di apparecchi a led, una soluzione che è consigliata dal Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel Settore della Pubblica Amministrazione ovvero Piano d'azione nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP) che definisce i Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'acquisto di Lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, l'acquisto di Apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica (Aggiornamento dei CAM adottati con DM 22 febbraio 2011; Supplemento ordinario n. 8 alla GU del 23 gennaio 2014).

- **Confronto prestazioni.**

L'utilizzo di apparecchi con fonte luminosa a luce bianca, nel nostro caso a LED 4000°K con alta resa cromatica, conformemente alla normativa UNI 11248 e un parametro di influenza che può consentire di abbassare di una categoria ciascuna classe illuminotecnica. Questo rappresenta un vantaggio, per esempio, rispetto a un impianto realizzato con lampade sodio alta pressione (SAP) o ioduri metallici (IM).

- **Regolazione del flusso luminoso.**

La soluzione a LED integra un sistema efficiente di controllo del flusso luminoso, che consente di ridurre la potenza installata nel periodo di minore utilizzo della zona. Per esempio è possibile impostare il funzionamento degli apparecchi al 50% del flusso in qualunque momento in remoto.

Il corpo illuminante sarà dotato di una alimentazione elettronica dedicata 230V 50Hz con sistema di dimmerazione, del tipo punto punto, con curve di riduzione e tempi di intervento regolabili in remoto via GSM/GPRS per una riduzione del flusso luminoso durante le ore centrali della notte (traffico ridotto) e conseguente risparmio energetico.

- **Massimo risparmio.**

Nella soluzione presentata si è scelto di utilizzare una fonte luminosa a LED sia per privilegiare la qualità della luce, sia per aumentare la durata di vita dell'impianto. Oltre al vantaggio di poter considerare una classe illuminotecnica superiore, si ottiene un notevole vantaggio sui costi di manutenzione, che saranno inferiori rispetto ad un impianto realizzato con altre tipologie di fonti luminose (SAP o IM).

4.4.2.2 Sostegni

Gli apparecchi stradali saranno installati su pali conici in acciaio zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461 con braccio di 1,5 metri; l'altezza totale del palo (con braccio) risulta essere di $H_{tot} = 10,8$ metri e un'altezza fuori terra di $H_{ft} = 10$ mt.

4.4.2.3 Linee di alimentazione

L'impianto di illuminazione è costituito da linee di alimentazione in cavo tipo N FG7OR 06/1 kV (norma CEI – UNEL 35730), entro canalizzazioni in PVC interrate, di sezione idonea a contenere la caduta di tensione (c.d.t.) entro il 5%. I cavi sono posti in cavidotto corrugato a doppia parete di diametro $D_e = 100$ mm e tale da consentirne la sfilabilità (rapporto vuoto-pieno $> 1,3$) interrato alla profondità media di 60-80 cm, eccetto per gli attraversamenti stradali in cui si raggiungerà una profondità di 130 cm, in modo tale da non indurre tensioni meccaniche pericolose sul cavo.

Il cavidotto è posizionato su un letto di sabbia e ricoperto di sabbia onde evitare che pietrame sciolto al contatto con il cavidotto possa danneggiarlo. Per evidenti motivi di sicurezza a circa 50 cm dal cavidotto, nel medesimo scavo, sarà interrato il prescritto nastro di segnalazione per cavidotti interrati di colore giallo/nero come segnalazione di sicurezza in caso di scavi inopportuni. Gli attraversamenti stradali saranno realizzati entro tubazioni metalliche. In corrispondenza di ogni sostegno verrà ricavato un pozzetto ispezionabile, in cls con chiusino in ghisa classe C250, delle dimensioni di 40x40 cm, all'interno dei quali saranno realizzate le giunzioni e le derivazioni con muffole in resina termoplastica e termoindurente e quindi i cavi verranno portati nei sostegni entro tubazioni corrugate metalliche rivestite in PVC, dn 25 mm.

Lungo la linea saranno ubicati i pozzetti di derivazione per consentire le derivazioni dei cavi di

alimentazione. Non sono previsti parallelismi tra cavi di energia e cavi di comunicazione.

Dai quadri di distribuzione e comando partiranno le linee bipolare (fase + neutro), composte da conduttori unipolari a doppio isolamento, FG7OR 06/1 kV (norma CEI – UNEL 35730), entro canalizzazioni in PVC interrate.

Tutte le linee saranno della sezione di 4mmq idonea ad assicurare una caduta di tensione abbondantemente inferiore al 5% e garantire il coordinamento con i dispositivi di protezione contro i contatti diretti e la protezione da sovraccarico e cortocircuito.

4.4.2.4 Impianti di messa a terra

L'impianto di terra non sarà necessario perché gli apparecchi sono in classe II. L'impianto di illuminazione sarà realizzato mediante apparecchi a doppio isolamento (apparecchi in classe II) che non richiederanno la messa a terra, ma anzi la messa a terra degli stessi sarebbe proibita.

E' infatti dimostrato che la probabilità che sull'involucro metallico siano riportate tensioni pericolose per l'inefficienza dell'impianto di terra è maggiore della probabilità che la messa a terra sia utile in caso di cedimento dell'isolamento doppio rinforzato.

4.4.2.5 Quadri elettrici

Un componente dell'impianto è il quadro elettrico che è posizionato vicino alla cabina; contiene i gruppi di misura e il regolatore del flusso luminoso, comprende le protezioni contro le sovracorrenti mediante n. 3 interruttori magnetici bipolari (uno per ogni fase + neutro) in modo da non oscurare completamente la strada per guasto monofase o bifase, coordinando le correnti differenziali dell'interruttore generate ($I_n = 0,3A$ con ritardo) e gli interruttori bipolari a valle con $I_n = 0,03A$.

4.4.2.6 Sistema di telecontrollo e gestione remota

Il sistema di telecontrollo che verrà installato, è il tipo *Luminibus* della AP SYSTEMS, in grado di controllare le grandezze più importanti (tensione, corrente, isolamento di fase) dei carichi elettrici gestiti (punti luce e altri utilizzatori) attraverso la tecnologia PLM e di trasmettere i dati raccolti a un centro remoto via rete GSM/GPRS.

Il sistema *Luminibus* controlla e regola ogni singolo punto luce, nello specifico si utilizzerà per telegestire gli apparecchi ARIANNA riducendone il flusso luminoso a seconda della categoria illuminotecnica di esercizio. Il sistema *Luminibus* è flessibile, perché consente di modificare nel tempo il flusso luminoso dell'apparecchio, compreso la variazione su base annua a seconda della stagionalità e dal flusso di traffico rispetto alla portata di esercizio della strada. Il collegamento avviene attraverso gli stessi cavi di alimentazione elettrica con il sistema delle onde convogliate e presenta il vantaggio di un risparmio energetico minimo del 40%, con minor costo di manutenzione.

La soluzione *Luminibus* fornisce un sistema completamente automatizzato di sorveglianza

dell'illuminazione, che monitorizza continuamente e controlla a distanza ogni punto luce, e ogni utente del sistema può controllare la condizione e modificare i parametri operativi dei punti luce da remoto.

Lo scopo dell'implementazione è quella di semplificare e facilitare la manutenzione dell'impianto e aggiungere più funzionalità all'illuminazione stradale, in modo che l'infrastruttura diventi più efficiente e meno costosa, con particolare riguardo al risparmio energetico. La soluzione proposta è costituita essenzialmente dai seguenti elementi:

- il modulo telegestione punto-punto "M³-PLN/5-B" per ogni centro luminoso, integrato con l'alimentatore elettronico del corpo illuminante;
- il concentratore dati "M³C-CB10", con installazione in ogni quadro elettrico per gestire punto-punto tutti gli apparecchi alimentati dal medesimo quadro e trasmettere e ricevere i dati con le postazioni remote.

Il modulo telegestione punto-punto (M³-PLN/5-B) rileva e immagazzina le informazioni relative alle condizioni di lavoro del corpo illuminante, attraverso sensori di tensione e corrente. Queste informazioni, insieme al codice di identificazione del modulo stesso, sono trasformate in un gruppo di "pacchetti" di dati. Il singolo modulo invia le informazioni al concentratore dati (M³C-CB10) all'interno dell'architettura, attraverso la stessa rete di cavi che provvede all'alimentazione usando un modem per onde convogliate con un segnale modulato a bassa tensione, sovrapposto alla tensione di rete. Il concentratore dati riceve e legge i dati, i quali vengono etichettati con il codice identificativo di ogni unità di controllo prima di essere immagazzinati; successivamente invia i dati presenti al computer centrale che supporta il sistema di gestione. La comunicazione il concentratore dati e il computer remoto può essere realizzata in diversi modi, come Ethernet, GSM o GPRS.

4.5 OPERE DI MITIGAZIONE

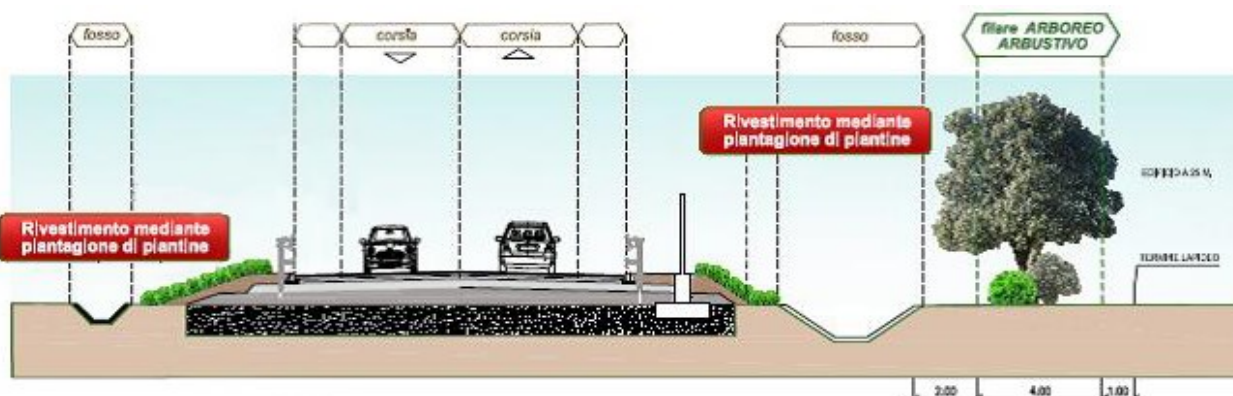
Le opere di mitigazione descritte negli elaborati di progetto, contemplano la realizzazione delle seguenti misure, previste allo scopo di attenuare gli effetti prodotti dalla realizzazione dell'infrastruttura viaria, ovvero:

- attenuazione dei disturbi relativi alla componente paesaggistica e percettivo - visiva, ricorrendo ad un'opportuna articolazione dell'arredo arboreo – arbustivo;
- compensazione la perdita di naturalità nelle aree dei fondi agrari occupati dal nuovo sedime stradale;
- attenuazione dell'effetto prodotto dalle emissioni rumorose mediante l'installazione di barriere fonoassorbenti, negli ambiti maggiormente esposti al rischio potenziale di inquinamento da rumore.

L'arredo vegetazionale contempla il ricorso ad un ventaglio di soluzioni che articolano varie situazioni, tra queste:

- il prato cespugliato;
- la fascia arboreo-arbustiva;
- il filare arboreo di *Quercus ilex* e *Quercus robur*;
- il filare arbustivo utilizzato quale superficie schermante in diversi tratti lungo il tracciato stradale;
- il filare arboreo - arbustivo.

Tale articolazione vegetazionale viene prevista interamente in aree individuate all'interno dei limiti di esproprio.



Sezione tipo delle sistemazioni previste lungo il tracciato della nuova strada.

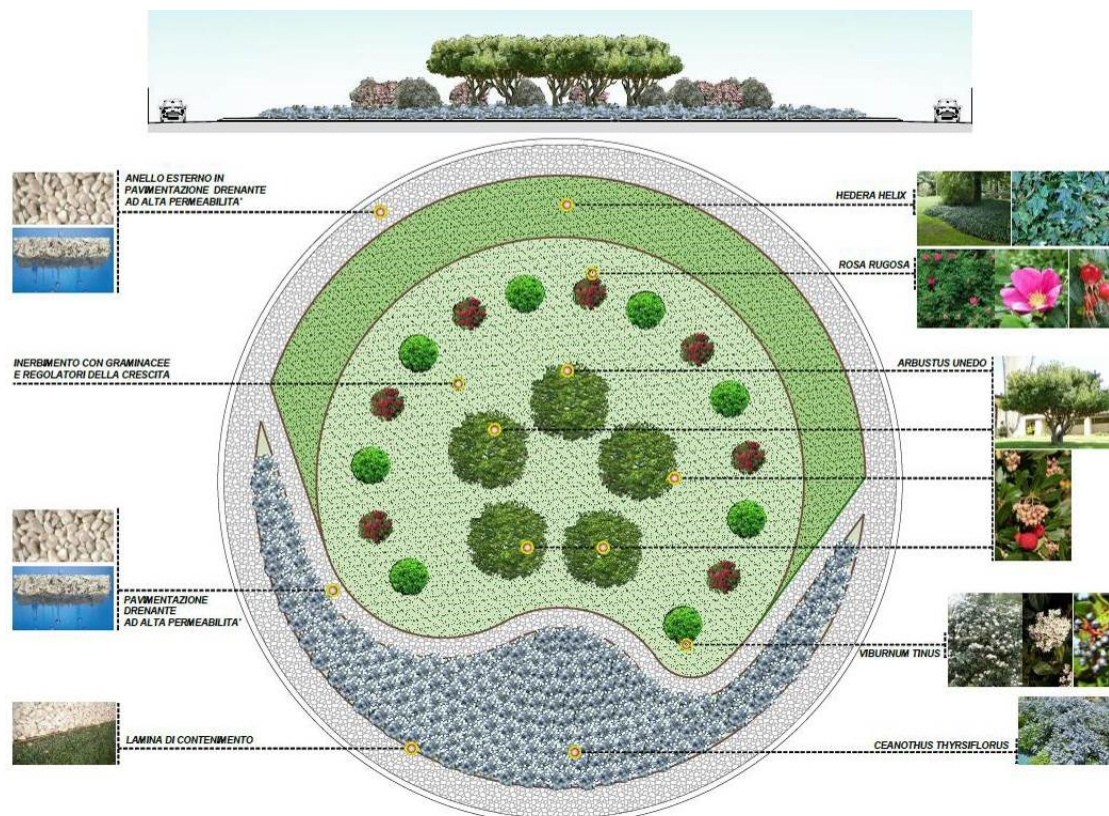
È previsto inoltre il riutilizzo dei terreni provenienti dagli scavi, attraverso la sistemazione di alcune aree reliquate con una modellazione dunosa, nonché il ricoprimento della galleria del sottopasso di via Gobbi, dove si raggiungerà uno spessore variabile di ricoprimento, compreso tra 1,00 e 3,00 ml.



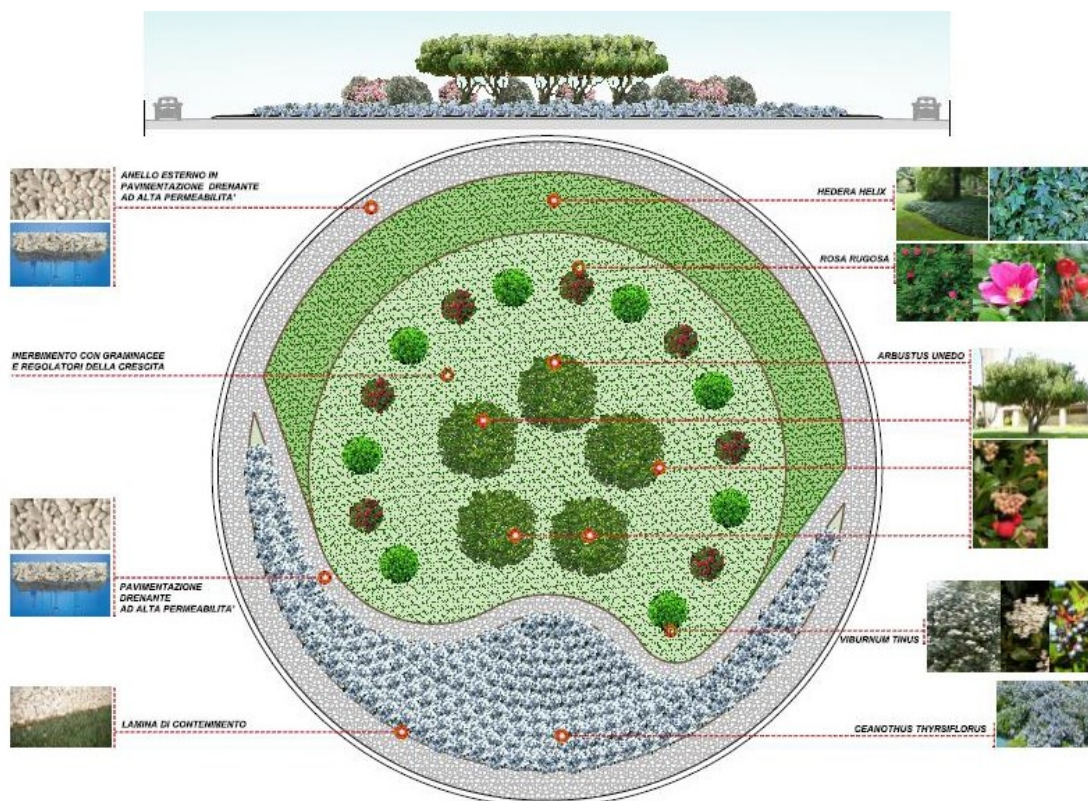
Individuazione planimetrica delle aree reliquate da risistemare con arredo arboreo-arbustivo.

Il materiale proveniente dallo scavo verrà sistemato a strati di 30 cm e compattato, le scarpate avranno una pendenza di 3/1 e la superficie del rinterro sarà rivestita di terreno vegetale, sempre proveniente dagli scavi di scotico.

Le rotonde previste in corrispondenza dei punti di connessione fra la variante del by-pass di Campalto e l'esistente SS 14, saranno anch'esse opportunamente arredate con materiali vegetazionali che conferiranno alle stesse una caratterizzazione morfologica e cromatica, tali da renderle riconoscibili quali punti di riferimento e orientamento del transito viario.



Sistemazione arboreo – arbustiva della rotatoria Est.

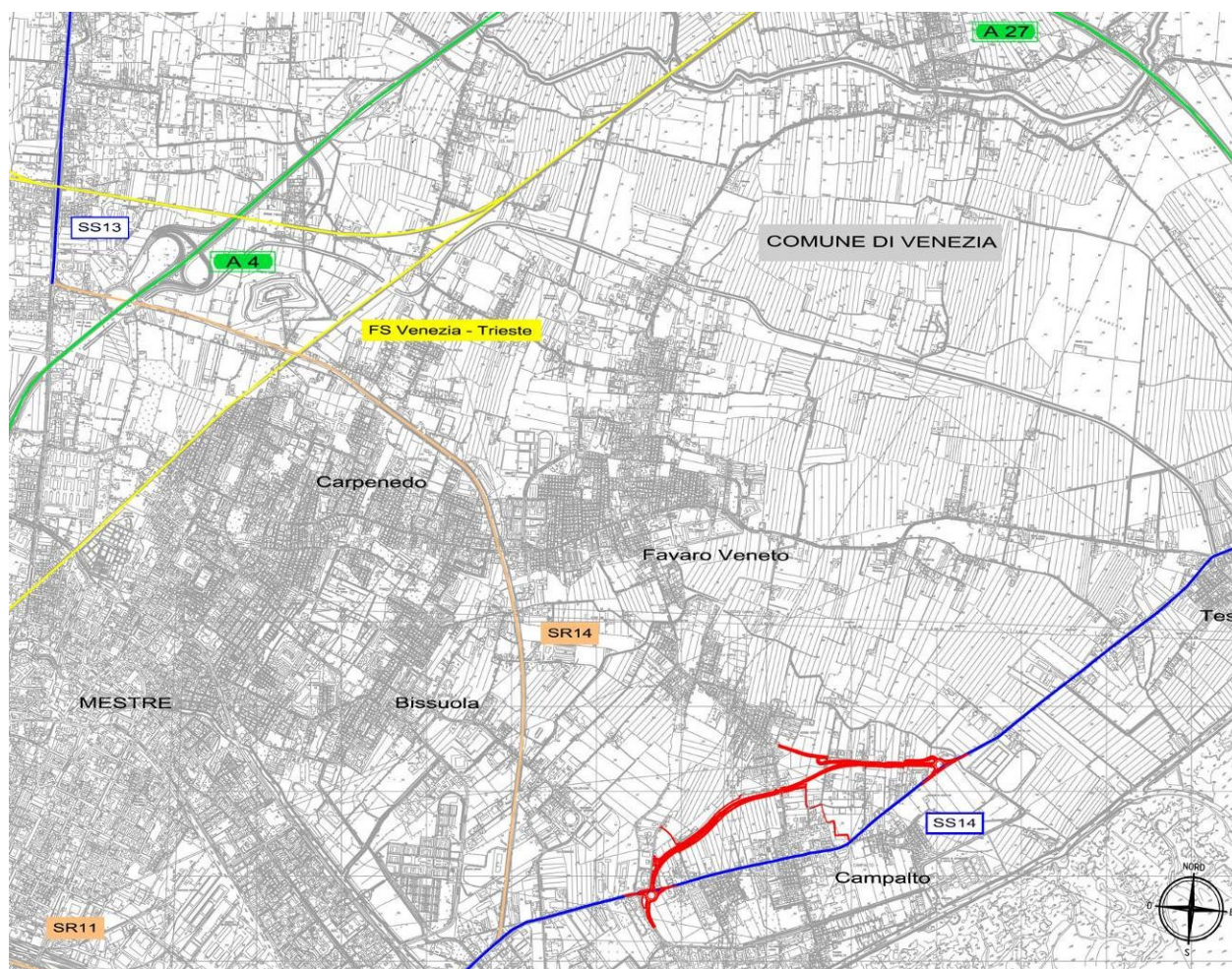


Sistemazione arboreo – arbustiva della rotatoria Ovest.

5 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

5.1 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento di cui al progetto in riferimento del presente Studio Preliminare Ambientale, riguarda la realizzazione di una variante alla Strada Statale n. 14 "Triestina", segnatamente nel territorio del comune di Venezia, in prossimità periurbana al centro di Mestre. L'intervento è funzionalmente identificabile quale un passante Est-Ovest al centro abitato di Campalto, con uno sviluppo di circa 2 km, destinato a intercettare il traffico di attraversamento, con origine e destinazione esterni all'insediamento urbano, e alleggerire così la viabilità locale.



Localizzazione intervento su base Carta Tecnica Regionale.

Il tracciato di progetto ha origine da una rotatoria in corrispondenza all'incrocio della SS 14, nel tratto specifico denominata via Orlanda, con le vie Sabbadino e Martello, prosegue quindi nella zona a nord dell'abitato di Campalto, supera in galleria l'intersezione con la strada di collegamento Campalto - Favaro Veneto (via Gobbi), attraversando zone ancora parzialmente antropizzate e a prevalente utilizzazione agricola, per terminare, rientrando sulla SS 14, subito a Est dell'abitato di Campalto, ancora con una nuova rotatoria.

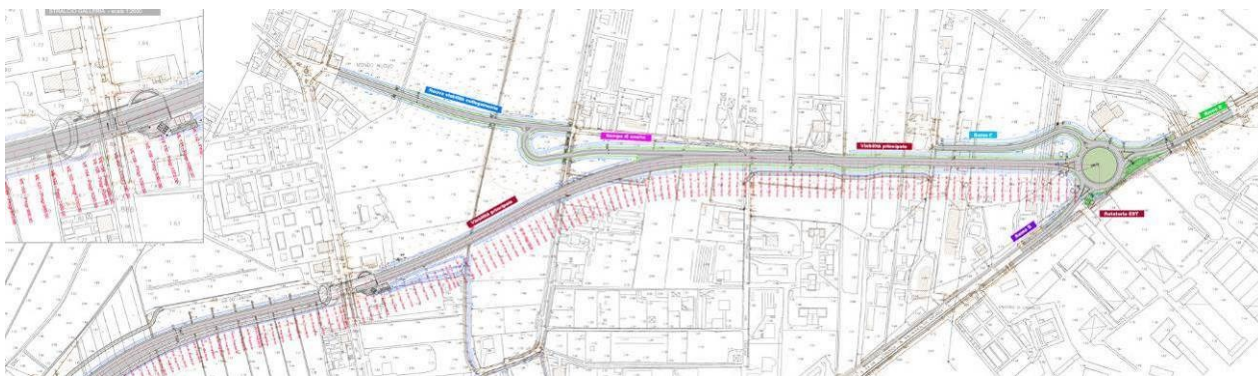


Localizzazione intervento su base ortofotografica.

Il progetto, inoltre, prevede la realizzazione di alcune altre opere di connessione al sistema territoriale circostante, consistenti nella realizzazione del raccordo con via Triestina, strada di collegamento tra Favaro Veneto e Tessera, nonché la sistemazione del canale Morosina con il parziale riprofilamento dello stesso, al fine di adeguarne le pendenze idraulicamente non idonee.



Tracciato by-pass di Campalto. Tratto SS 14 – via Gobbi. Progetto Esecutivo.



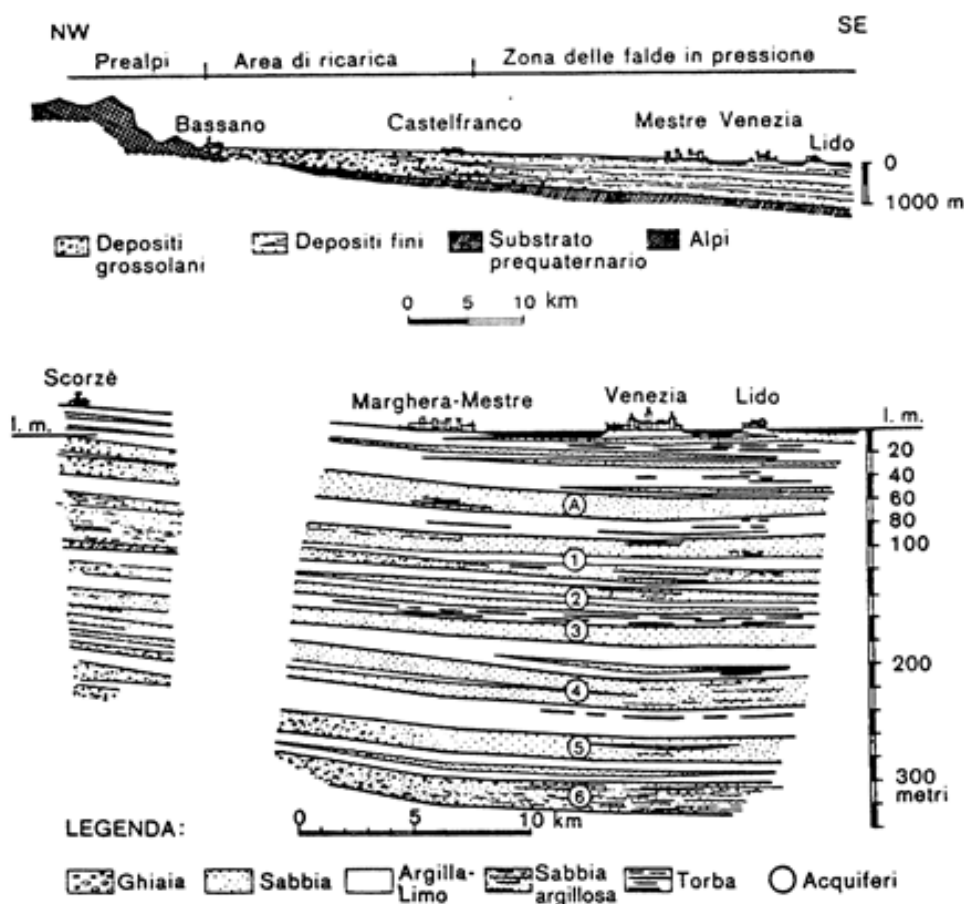
Tracciato by-pass di Campalto. Tratto via Gobbi – SS 14. Progetto Esecutivo.

5.2 GEOLOGIA

5.2.1 Inquadramento morfologico e paleografico

L'area in esame è localizzata al limite orientale della Laguna di Venezia, tra la stessa Laguna ed il Fiume Dese. Si tratta di una zona pianeggiante, con quote altimetriche del piano campagna naturale prossime o di poco superiori al livello medio del mare. Gli unici elementi di risalto morfologico, di origine antropica, sono costituiti dalle arginature dei fiumi e dai rilevati stradali.

Più in generale l'area interessata dai lavori di progetto ricade nel territorio nord-orientale della Provincia di Venezia, porzione della vasta pianura Veneta, qui caratterizzata da alluvioni quaternarie fluvioglaciali che si succedono nel sottosuolo per varie centinaia di metri (900 ÷ 1.000 ml), depositate prevalentemente dal Piave e dal Tagliamento ed in minor entità dal Sile e dal Livenza. A questi depositi continentali si intercalano ora terreni in facies marina, legati alle trasgressioni e regressioni del litorale succedutesi nel tempo, ora saltuari depositi tipici di ambienti lacustri, palustri e lagunari. Questo tratto di pianura si è quindi formato nel corso di più cicli alluvionali, durante i quali si sono alternate fasi di deposizione a fasi di erosione (cfr. sezione schematica della pianura veneta nella figura seguente).



Sezione schematica della pianura veneta e del sistema acquifero artesiano fino a 350 ml
 (Fonte: Carbognin L., 1987, Venezia, la sua Laguna, i suoi problemi,
 Atti VI Congresso Ordine Nazionale dei Geologi, Venezia).

Durante la fase di massima espansione würmiana i ghiacciai del Piave e del Tagliamento produssero enormi quantità di detriti, più grossolani a monte e più fini a valle per la diminuita energia di trasporto. Questi terreni, prevalentemente sabbiosi, limosi e argillosi, hanno dato origine alla così detta Bassa pianura.

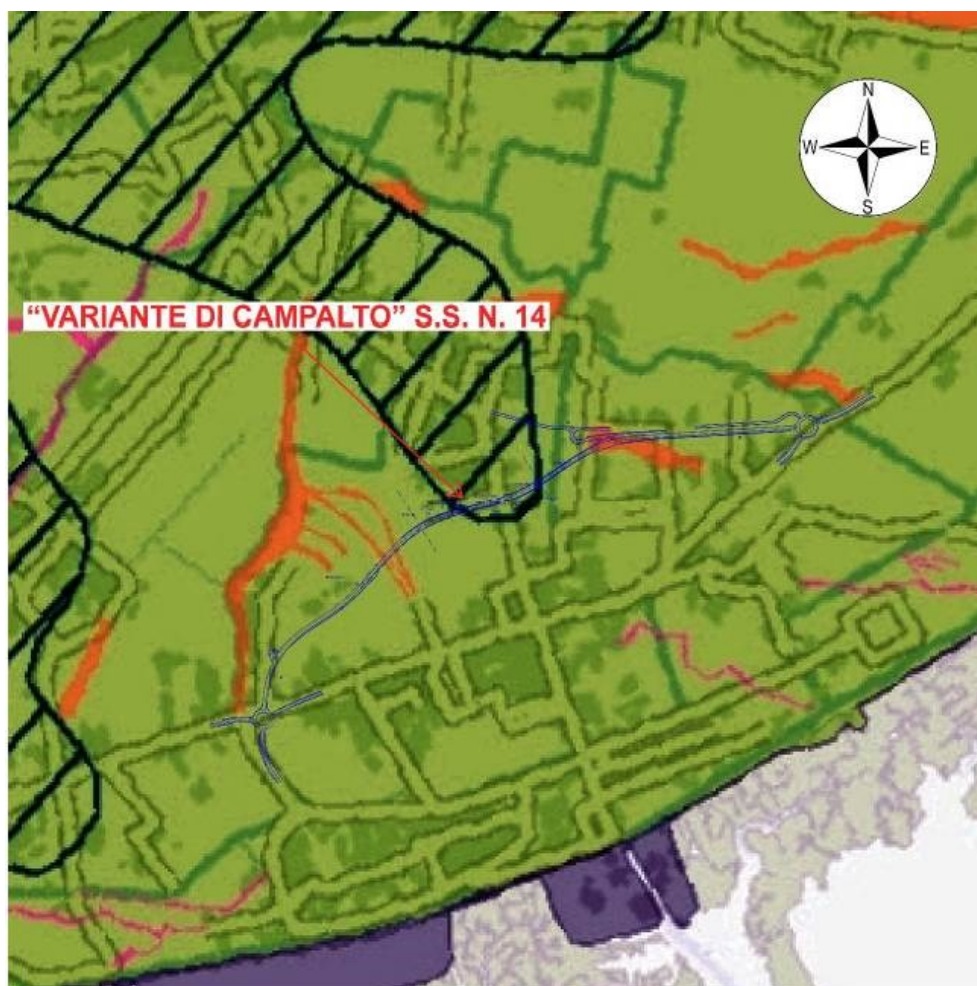
Il successivo mutare delle condizioni climatiche determinò l'arretramento dei ghiacciai (fase cataglaciale würmiana) e la conseguente diminuita portata delle correnti fluvioglaciali comportò un'intensa azione erosiva nelle zone settentrionali, più elevate, ed un'ulteriore azione di deposizione dei materiali fini sulla Bassa pianura, che continuò anche nel Postglaciale con l'accentuarsi del ritiro dei ghiacciai. In tempi più recenti, che si avvicinano alle condizioni odierne (tardo Postglaciale ed età storica), il Piave si spinse ancor più avanti verso la sua attuale foce, ma la sua intensa azione di alluvionamento e di interrimento della laguna fu impedita nei secoli scorsi dall'intervento dei Veneziani. A seguito di questi lavori la via di deflusso del Piave, che verosimilmente raggiungeva la laguna con più rami e principalmente attraverso l'attuale Piave Vecchia - Sile e l'ancor riconoscibile percorso del Canale Caligo verso il Lio Piccolo, fu deviata più ad est con l'importante opera idraulica del Taglio del Re. Anche le acque del Sile, con la realizzazione del Taglio del Sile, alla fine del XVII secolo, furono deviate dall'originale foce di Portegrandi nella Piave Vecchia - Sile, all'altezza di Capo Sile. Oggi questo canale segna il limite meridionale delle zone bonificate. Il successivo mutare delle condizioni climatiche determinò l'arretramento dei ghiacciai (fase cataglaciale würmiana) e la conseguente diminuita portata delle correnti fluvioglaciali comportò un'intensa azione erosiva nelle zone settentrionali, più elevate, ed un'ulteriore azione di deposizione dei materiali fini sulla Bassa pianura, che continuò anche nel Postglaciale con l'accentuarsi del ritiro dei ghiacciai.

In tempi più recenti, che si avvicinano alle condizioni odierne (tardo Postglaciale ed età storica), il Piave si spinse ancor più avanti verso la sua attuale foce, ma la sua intensa azione di alluvionamento e di interrimento della laguna fu impedita nei secoli scorsi dall'intervento dei Veneziani. A seguito di questi lavori la via di deflusso del Piave, che verosimilmente raggiungeva la laguna con più rami e principalmente attraverso l'attuale Piave Vecchia - Sile e l'ancor riconoscibile percorso del Canale Caligo verso il Lio Piccolo, fu deviata più ad est con l'importante opera idraulica del Taglio del Re. L'effetto di tali attività nel territorio veneziano, almeno nella parte più superficiale del deposito quaternario, per uno spessore di 60 m circa, è la formazione di orizzonti a sviluppo prevalentemente lentiforme, con grande variabilità sia orizzontale che verticale. Raramente i litotipi presenti, sabbie, limi ed argille, sono puri; più frequentemente si trovano frammisti tra loro, con una distribuzione granulometrica piuttosto ampia.

5.2.2 Litologia

A grande scala la zona in questione è compresa, nella Tav. 10 - Unità geologiche dell'Atlante Geologico della Provincia di Venezia (2011), nell'Unità di Mestre (Pleistocene sup. - Last

Glacial Maximum), descritta come “*Depositi alluvionali costituiti da limi, sabbie e argille. In superficie, le sabbie medio-fini con variabili percentuali di limo, rappresentative di facies di canale attivo, sono concentrate in corrispondenza dei dossi, dove costituiscono corpi lentiformi scarsamente interconnessi che giungono a spessori massimi di 2 - 4 m; in profondità, i corpi di canale possono essere amalgamati tra loro e produrre sequenze sabbiose spesse fino a 10 - 20 m. Gli abbondanti depositi limosi e argillosi di esondazione contengono comuni lenti di torba e orizzonti variamente organici di ambiente palustre, spessi al massimo pochi decimetri ma lateralmente continui*”.



Estratto dall'Atlante Geologico della Provincia di Venezia, 2011, Tav. 10 - Unità Geologiche.

5.2.3 Modello geologico – stratigrafico

Durante la redazione del progetto definitivo, l'Anas ha definito un modello geologico di riferimento, sulla base del quale sono state impostate le analisi di approfondimento necessarie per la progettazione esecutiva delle opere in sotterraneo, per le quali il progetto esecutivo prevede un leggero approfondimento e l'utilizzo di tecnologie costruttive diverse da quanto previsto in origine per l'opera di attraversamento di via Gobbi. Si riporta qui di seguito la descrizione del modello geologico del progetto definitivo.

Il tracciato si imposta, nella parte iniziale, dalla rotatoria sud-occidentale ubicata in corrispondenza di Via Orlanda fino all'imbocco della galleria artificiale che attraversa Via Gobbi,

su terreni essenzialmente fini, costituiti da limi argillosi grigio-bruno e nocciola, con fiamme ocracee e rare concrezioni carbonatiche millimetriche, di origine alluvionale ed appartenenti alle aree depresse nei catini interfluviali. Lo spessore massimo raggiunto da questi depositi in questo tratto è di circa 3 m.

“La galleria artificiale attraversa, procedendo dall’alto verso il basso, sabbie fini limose ocracee e limi sabbiosi marrone-giallastro appartenenti alla fascia di esondazione dei corsi d’acqua, affioranti in superficie nel tratto centrale ed al di sotto dei limi argillosi, precedentemente descritti, nel tratto iniziale; sabbia media e grossa grigio-azzurra presente da circa 5.5 m di profondità, caratterizzata da rari elementi di ghiaia media e fine grigio chiara, sub-arrotondata, da circa 8.00 m; limi argillosi ed argille con limo grigie, alternati a limi sabbiosi grigi, con punti e livelli centimetrici torbosi ed intercalazioni di livelli di sabbia fine debolmente limosa. Le prime due litofacies descritte interessano la galleria per la sua intera estensione; la litofacies argilloso-limosa ad intercalazioni sabbiose e torbose viene attraversata dall’opera solo nel tratto centrale, tra le progressive 0+940 e 1+178 circa. Passando al seguente tratto in rilevato, esso si imposta su terreni costituiti da limi sabbiosi ed argillosi di colore marrone-nocciola di modesto spessore (2 m circa). La successiva rotatoria nord-orientale, che consente la confluenza su Via Orlanda, poggia anch’essa, come quella iniziale, su limi argillosi grigio-bruno e nocciola di origine alluvionale.”

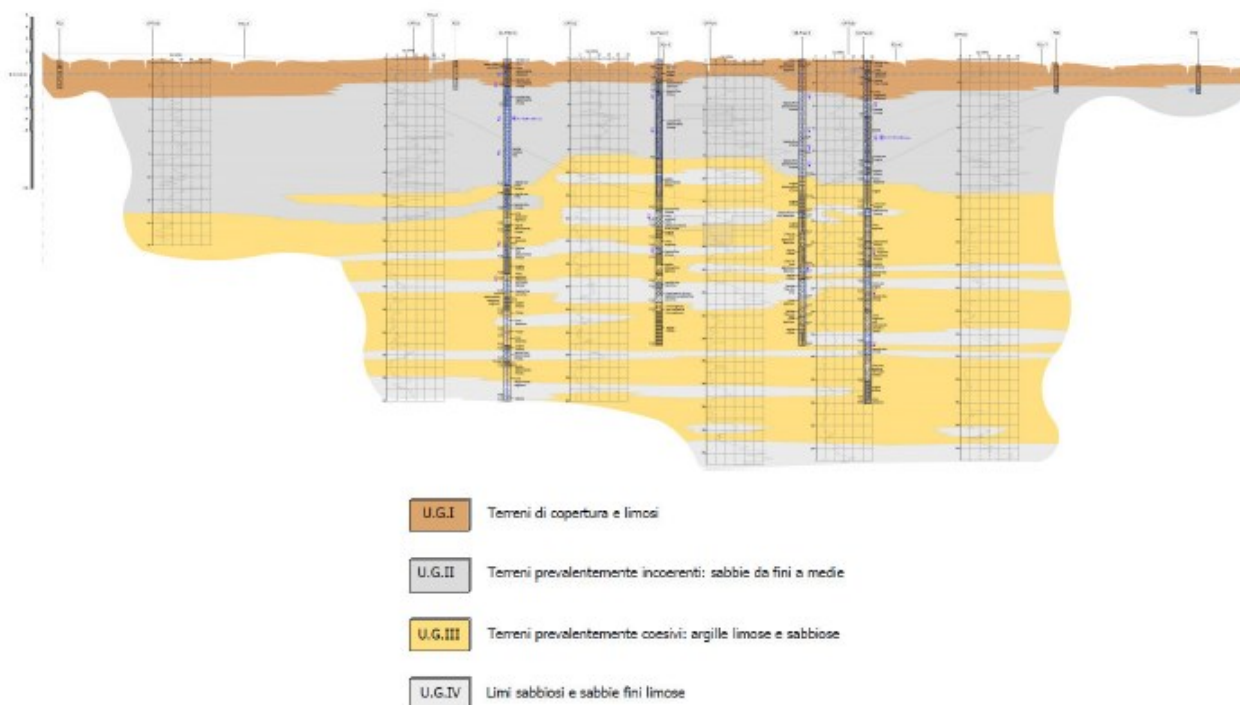
In sede di progettazione esecutiva, le indagini di dettaglio effettuate hanno consentito una definizione più fine per la zona di intervento più critica in corrispondenza della galleria ed hanno comunque in generale confermato il modello del progetto definitivo.

In particolare, in corrispondenza dei tratti in rilevato le trincee geognostiche condotte confermano il modello geologico del progetto definitivo, modello che viene confermato anche per il tratto in galleria con qualche minima variazione non di riguardo rispetto a quanto individuato nel progetto definitivo e nello specifico:

- il livello di natura prevalentemente sabbiosa individuato nel corso delle indagini del progetto definitivo sino a 8 m circa di profondità dal p.c. localmente si approfondisce sino a 12 m circa. I nuovi sondaggi e le prove di laboratorio non hanno rilevato la presenza dei rari elementi di ghiaia, la cui presenza non è stata enfatizzata ritenuta per lo più sporadica;
- la presenza di intercalazioni torbose nelle alternanze presenti al di sotto del livello di natura sabbiosa superficiale, sono risultate presenti ma di spessori ed entità molto limitate con implicazioni trascurabili ai fini geologici-geotecnici.
- Alla luce di tali indagini è stato definito il seguente modello geologico-geotecnico suddiviso in 4 unità geologiche-geotecniche (U.G.) , del tutto coerente con quello del progetto definitivo:
- U.G. I: presente al di sotto del piano campagna è presente uno strato di spessore variabile da 1 a 3 m rappresentata da terreni di copertura e di natura limosa;

- U.G. II: a seguire si rileva la presenza di uno strato di spessore 7÷10 m di terreni di natura prevalentemente incoerente costituiti da sabbie a granulometria variabile da fine a media con l'aumentare della profondità;
- U.G. III e U.G. IV: al di sotto del banco di materiale sabbioso e sino alla profondità di 33÷33.5 m dal p.c. si incontrano terreni di natura prevalentemente coesiva mediamente consistenti costituiti da argille limose e sabbiose (U.G. III) . All'interno di questo strato sono presenti frequenti intercalazioni di limo sabbioso e sabbie fini limose con spessore variabile da 0.5 m a 2 m circa e grado di addensamento medio (U.G.IV);

Utilizzando le informazioni raccolte, è stato redatto un profilo geologico – geotecnico dell'area ove sono rappresentate le unità geologiche – geotecniche individuate, riportato nella seguente figura.



Profilo con ubicazione Unità Geologiche – Geotecniche.

Le principali implicazioni di carattere progettuale delle condizioni geologiche rilevate riguardano le precauzioni da adottare per le opere in galleria e la preparazione della fondazione stradale alla base dei tratti ordinari ed in rilevato sono di seguito riassunte.

5.2.3.1 Tratto in galleria

La presenza di una prima falda superficiale sino a 10-12 m di profondità di buone potenzialità che impone per gli scavi l'adozione di paratie a tenuta idraulica e il completamento del confinamento idraulico per le aree di scavo con tappi di fondo in jet grouting o utilizzando gli strati coesivi profondi impermeabili come tappi di fondo naturali.

La falda più profonda presente nei più modesti livelli sabbiosi e limosi presenti sino a 30 m di profondità dal p.c. deve essere governata in fase di esecuzione degli scavi (con pozzi di sfioro)

al fine di garantire il grado di sicurezza richiesto dalla normativa nei confronti del pericolo del sollevamento del fondo scavo dovuto alle sottopressioni agenti alla base degli tappi di fondo in *jet grouting* o naturali

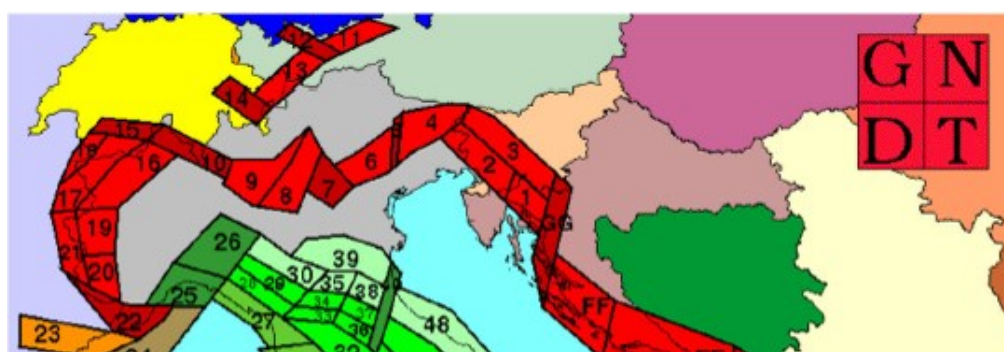
5.2.3.2 Tratto in rilevato e Rotatorie

La presenza di terreni coesivi superficiali impone per la preparazione del piano di posa dei rilevati un intervento di stabilizzazione a calce del sottofondo.

5.3 **SISMICITÀ**

5.3.1 **Premesse**

Il Nord Est italiano, dal punto di vista sismico, è contornato da molte aree sismogenetiche come si evince dalla seguente figura 12 nella quale viene riportato l'insieme delle aree sismogenetiche italiane (zonazione sismogenetica a cura del Gruppo Nazionale Difesa Terremoti). Il territorio del NordEst è bordato ad Est dall'elevata sismicità dell'area istriano-slovena (aree n. 1, 2 e 3), a Nord dall'area Friulano - Carnica (area n. 4), a Nord-Ovest dall'area di Belluno- Alpago - Cansiglio, con una propaggine verso l'Asolano - Montello (aree n. 5 e 6), da Ovest dall'area del Veronese - Lago di Garda (aree n. 7 ed 8) ed infine da Sud dell'Appennino Emiliano – Romagnolo (area n. 39).



• **Legenda**



Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia).

L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.

1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo *thrust* e transpressivi

1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o *strike-slip*



Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.

2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: *thrust* e *strike-slip*

2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di *dip-slip*

Zonazione sismogenetica ZS.4.

Questa caratterizzazione sismica è chiaramente motivata dalla costante attività sismica che si riscontra soprattutto nell'area Friulano - Carnica ma che trova importanti riscontri anche nelle

aree venete funestate, ad esempio, dai terremoti di Belluno del 1873, del Cansiglio del 1936 e di Asolo del 1695.

Negli ultimi secoli, le aree della pianura veneta sono state oggetto di forti risentimenti di sismicità indotta dalle sopramenzionate aree sismogenetiche ma non da episodi sismici direttamente originatisi nelle zone della pianura veneta o del golfo di Venezia. Notizie storiche, che si riferiscono ai primi secoli del secondo millennio d.C., descrivono una situazione ben più inquietante dato che rovinosi cataclismi sono segnalati in tutte le città venete, Venezia ed il suo litorale compresi.

Se questo insieme di conoscenze sismologiche, storico–strumentali, è alla base della valutazione della massima Intensità Macrosismica osservata per i Comuni veneziani e che raggiunge l'VIII° grado della Scala Mercalli, esso, pur tuttavia, poco dice sui più probabili periodi di ritorno di sismi la cui memoria si perde nei secoli e forse nei millenni.

5.3.2 Sismicità storica dell'area veneziana

Passando ora ad un rapido excursus sulla sismicità storica dell'area veneziana si possono riportare le scarse notizie storiche relative ai terremoti avvenuti durante il primo millennio d.C. Secondo Mercalli, nella sua opera *"I terremoti d'Italia"* (1901), negli anni 238, 243, 260 si ebbero forti terremoti che danneggiarono città quali Verona, Vicenza, Padova e quindi, con molta probabilità, anche il territorio veneziano. Un secolo più tardi, il 21 luglio del 365 o 369, un terribile terremoto, con probabile epicentro nel Bellunese, provocò forti danni a Padova, facendo crollare a Verona parte dell'Arena, cambiando il corso del Piave "giacché una grande frana gli sbarrò il letto". Anche il mare si scostò dal lido (maremoto?) e pertanto anche in questa occasione il territorio veneziano risentì fortemente del terremoto.

Le prime notizie storiche relative a Venezia risalgono al terremoto/i del 745 e/o 754 (758 secondo Mercalli) che *"rovinò molti edifici e fu terribile per tutte le isole"*. L'attendibilità di questi, come di altri terremoti, è stata recentemente messa in discussione da Costantino Marmo nel 1989.

Per Venezia più grave fu il terremoto del 1093 che *"storse il Campagnol di S. Angelo e ne seguì addietro mortalità e carestie"*. All'inizio del secolo XII, secondo la *Storia sismica della provincia di Venezia*, di F.S. Zanon (1937), sono da annoverare due terremoti: il primo attorno all'anno 1106 (?) chiamato da Zanon terremoto di Malamocco ed il secondo del 1117 o terremoto di S. Ermagora, sempre secondo Zanon, ben noto in letteratura scientifica e generalmente attribuito alla Lombardia - Veneto (Mercalli ed in seguito Iaccarino) che raggiunse l'XI° grado della scala MCS.

Il primo, oltre che della distruzione di chiese e palazzi, fu responsabile del maremoto che sconvolse Malamocco: *"il mare, come scosso dal suo fondo, penetrando furioso per tutti i porti e le aperture della laguna superava i lidi e tutto inondava. Tante case rovesciate, tanti fondaci guasti. Un'intera isola scomparve ingoiata dai flutti, l'antica Malamocco ..."*.

Il secondo fu probabilmente molto più violento e risentito in tutta l'alta Italia ed in Svizzera e a Venezia *"fu un grandissimo tremuoto, e venne un'acqua sulfurea (metano? NdR) che appiccò fuoco alla Chiesa di S. Ermagora ..."*. Nel secolo XIV merita senza dubbio menzione il terremoto di Villaco del 1348, anch'esso dell'XI° grado, che fece rovinare molti campanili in Venezia dove gli è stata attribuita un'intensità dell'VIII grado.

Un altro aspetto riguarda l'avvento di ondate di maremoto: *"Il Canal Grande rimaneva ogni tratto asciutto in modo da lasciare vedere il fondo, mentre l'acqua si riversava ora da un lato ora dall'altro"*.

Con l'ottica di riportare solo i maggiori terremoti si menziona qui il terremoto del Friuli del 1511 del IX° - X° grado con risentimenti in Venezia del VII°-VIII° grado. Dalle cronache si apprende di distruzioni e morti in Venezia per caduta di comignoli, statue, merli ed ornamenti e case vecchie. Nei secoli seguenti sembra assistere ad una diminuzione dell'intensità dei sismi pur aumentando la quantità e l'accuratezza delle informazioni circa la sequenza delle scosse registrate nei secoli XVII e XVIII.

Anche il secolo XIX fu caratterizzato da "quiete sismica" poiché nell'area veneziana si ebbero pochi risentimenti di rilievo. L'attività sismica, proveniente dalle aree sismogenetiche limitrofe, è sempre meglio documentata.

Alcuni terremoti hanno raggiunto in Venezia il VI grado, quale il terremoto dell'Alpago del 1873 e quello di Rimini del 1875, trasmessosi con intensità maggiore del V° grado nella parte meridionale della provincia ed in Venezia ha raggiunto il III° - IV° grado. Sul finire del secolo, nel 1895, il terremoto di Lubiana fece risentire i propri effetti su tutta la provincia di Venezia con intensità del VI° grado.

Anche nel XX secolo continua la calma sismica, interrotta episodicamente da risentimenti del VI grado, come quelli dovuti ad esempio dal terremoto di Belluno (altrimenti chiamato Alpago - Sarmede) del 1936 e, più recentemente, del Friuli del 1976.

Con l'ampliamento delle Reti Sismiche nazionali e locali è possibile ora migliorare le conoscenze sismiche nel senso sia di una più precisa collocazione degli epicentri e sia nel riconoscimento e studio dell'attività sismica di mediobassa intensità, così determinante negli studi sismotettonici regionali. Anche se nel Veneto sono state installate poche stazioni sismiche, è iniziata da qualche anno la registrazione anche dei piccoli terremoti i cui epicentri sono stati localizzati nell'entroterra veneziano e nel Golfo di Venezia.

Questi fenomeni sismici, molto spesso nemmeno avvertiti dalla popolazione, possiedono, come si è sopra menzionato, una notevole importanza geodinamica poiché stanno a testimoniare l'esistenza di strutture geologiche attive come quelle che dalle Alpi si spingono fino al mare, attraversando quindi il territorio veneziano.

Recentemente (fine agosto - novembre 1997) uno sciame sismico, generalmente con Magnitudo Richter inferiore a 3, ha interessato l'area settentrionale della Provincia di Venezia.

Le scosse di maggiore intensità sono state avvertite dalla popolazione e pertanto la loro Intensità macrosismica può essere valutata come “moderata” (IV° - V° grado della scala MCS). L’area epicentrale è stata localizzata nell’area di S. Stino di Livenza - Passarella - Ceggia e la profondità ipocentrale, a seconda dei vari episodi sismici, valutata fra i 5 ed i 15 km. Questa notevole variazione dei valori di profondità ipocentrale è dovuta da un lato al fatto che i singoli terremoti dello sciame sismico si possono essere prodotti a profondità diverse, e dall’altro alla sempre difficile determinazione della profondità ipocentrale aggravata, nel presente caso, dal fatto che l’area epicentrale è situata all’esterno delle Rete Sismica della Regione Friuli-Venezia Giulia, con conseguente caduta di precisione localizzativa. A conclusione di questo excursus storico, al di là delle inevitabili inesattezze ed incompletezze storiche, riferibili ai tempi più antichi, sembra di poter affermare che da qualche secolo si stia assistendo, in questa regione, ad una calma sismica. Quest’ultima non coinvolge solo il territorio veneziano ma, ovviamente, anche le aree sismogenetiche limitrofe.

5.3.3 Caratterizzazione dinamica dei terreni

Fra le indagini condotte per la progettazione esecutiva, è stata effettuata una indagine geofisica di tipo MASV, di cui nella figura seguente si riporta il grafico di velocità delle onde sismiche di tipo S in funzione della profondità.

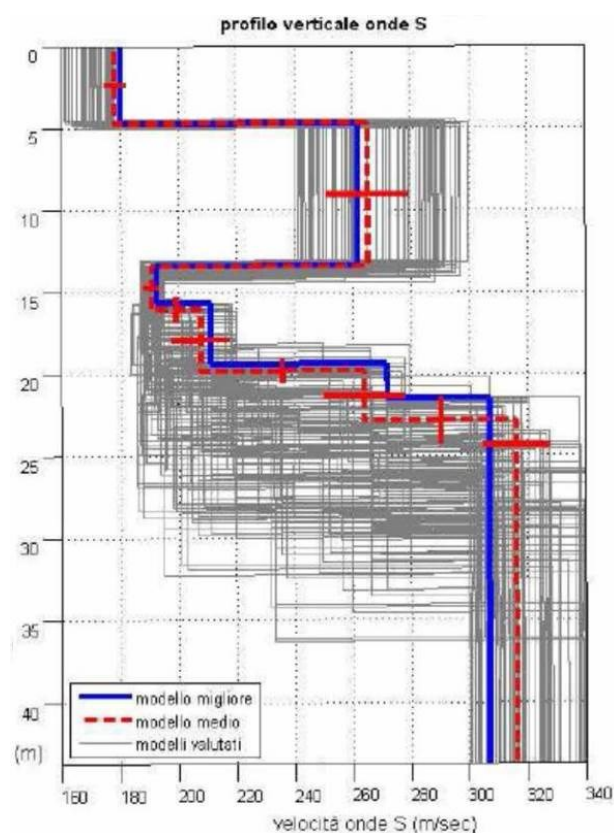


Tabella 1. Modello di velocità delle onde S per il sito in esame.

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Spessore
1	393	178	4.7
2	560	265	8.7
3	418	190	2.7
4	459	207	3.7
5	578	264	3.1
6	582	316	inf.

VS 30 = 239 m/s suolo di tipo C

Risultati della prova MASV

L’andamento delle Vs è coerente con il modello geologico-geotecnica del terreno sito in esame e porta a definire un sottosuolo di tipo C.

5.3.4 Analisi di risposta sismica locale

Con Ordinanza 5 n. 3274/2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, il Comune di Venezia è stato inserito tra le zone 4 (a bassa sismicità).

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

☐ Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Nodi del reticolo intorno al sito

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Interpolazione

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

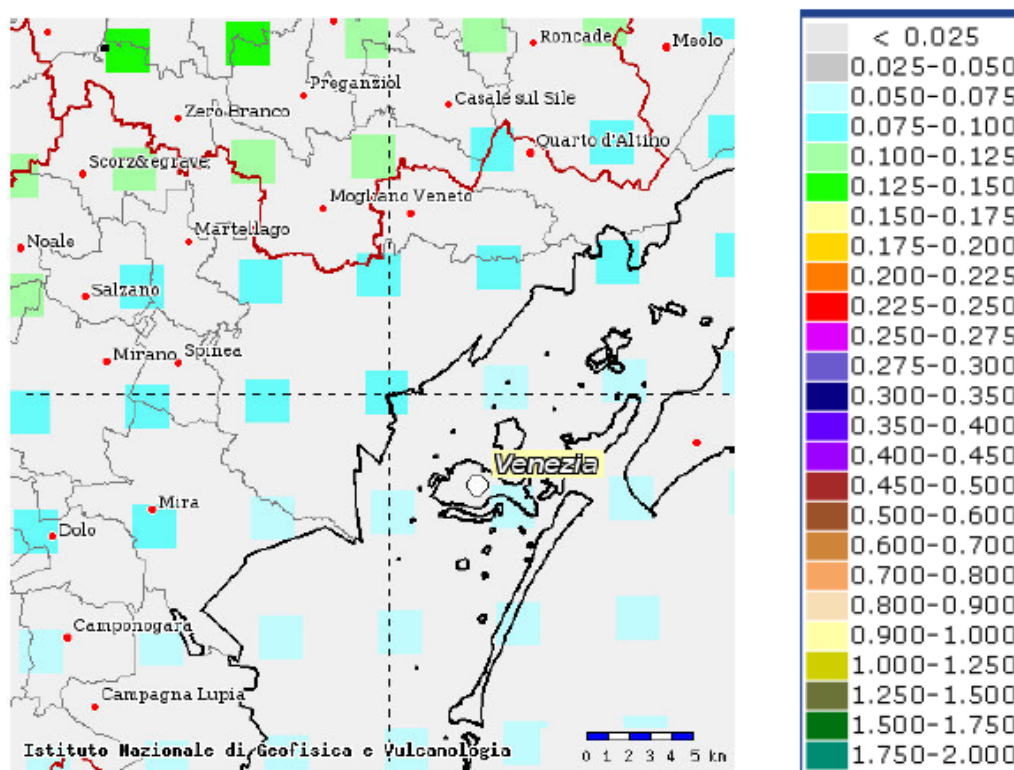
Individuazione della pericolosità del sito - Da programma sperimentale "Spettri di risposta versione 1.03"

In merito alla "pericolosità sismica di base" (Ordinanza n. 3519/2006 6 ripresa nell'Allegato A del DM 14.01.2008), la località oggetto dell'intervento risulta compresa, come da citate coordinate geografiche (Figura 14 a pagina precedente), tra punti con accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (riferita a suoli rigidi caratterizzati da VS30 > 800 m/s) di $a_g = 0,075 - 0,100$ g (cod. ID 12304, 12305 e 12526) e di $a_g = 0,050 - 0,075$ g (cod. ID 12527).

Come riportato nella relazione geotecnica, le NTC 08 prevedono un approccio prestazionale nel calcolo delle strutture e delle opere geotecniche nei confronti dell'azione sismica, con lo scopo di garantire il controllo del livello di danneggiamento.

L'azione sismica viene valutata a partire dalla cosiddetta "pericolosità sismica di base" riferita ad un sito con suolo rigido (categoria A) e superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale la pericolosità sismica di base sul territorio Italiano è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. In Figura 15 viene riportata l'accelerazione massima orizzontale a_g di riferimento su suolo rigido con possibilità di superamento pari al 10 % in 50 anni, ottenuta dal citato database.



Accelerazione massima orizzontale a_g di riferimento su suolo rigido con possibilità di superamento pari al 10% in 50 anni, (Fonte sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia).

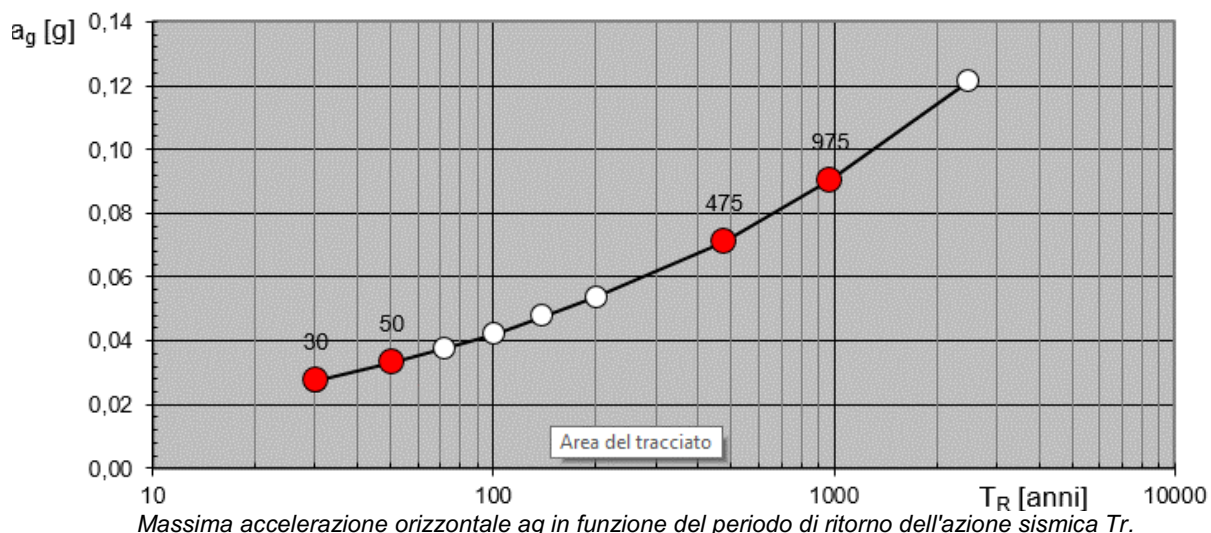
Le NTC 08 prevedono che l'azione sismica di base sia definita in funzione dello stato limite considerato sulla base della probabilità di superamento nel periodo di riferimento, come indicato nella seguente Tabella II (tabella 3.2.I NTC 08):

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 3.2.I delle NTC 08

La vita di riferimento dell'opera V_r viene determinata dal prodotto V_n (vita nominale) x c_u (coefficiente d'uso). Nel caso in esame considerando una vita nominale dell'opera di 50 anni (categoria 2: "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale") e una classe d'uso III ("Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso."), con coefficiente $c_u = 1.5$ e $V_r = 75$ anni, la pericolosità sismica di base è espressa in termini di massima accelerazione orizzontale a_g , in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica T_r .



L'accelerazione di riferimento a_g così ottenuta deve essere modificata per tener conto sia delle condizioni stratigrafiche locali che della morfologia del sito; l'accelerazione massima orizzontale di riferimento si ottiene con la seguente espressione:

$$a_{\max} = a_g \times S_s \times S_t$$

Ai fini della risposta sismica locale i terreni di fondazione sono stati assunti di categoria C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)", come rilevato dall'indagine MASW che indica una $V_{s,30}$ pari a 239 m/s.

Per il territorio in cui è ubicata la nuova infrastruttura, l'accelerazione sismica massima è stata valutata pari a 0,138 g, essendo $S_s = 1.5$ (terreno tipo C) e $S_t = 1$ (categoria topografica T1), pertanto sostituendo tutti i parametri nella relazione precedente si ottiene infatti $a_{\max} = 0.092g \times 1.5 \times 1 = 0.138 g$.

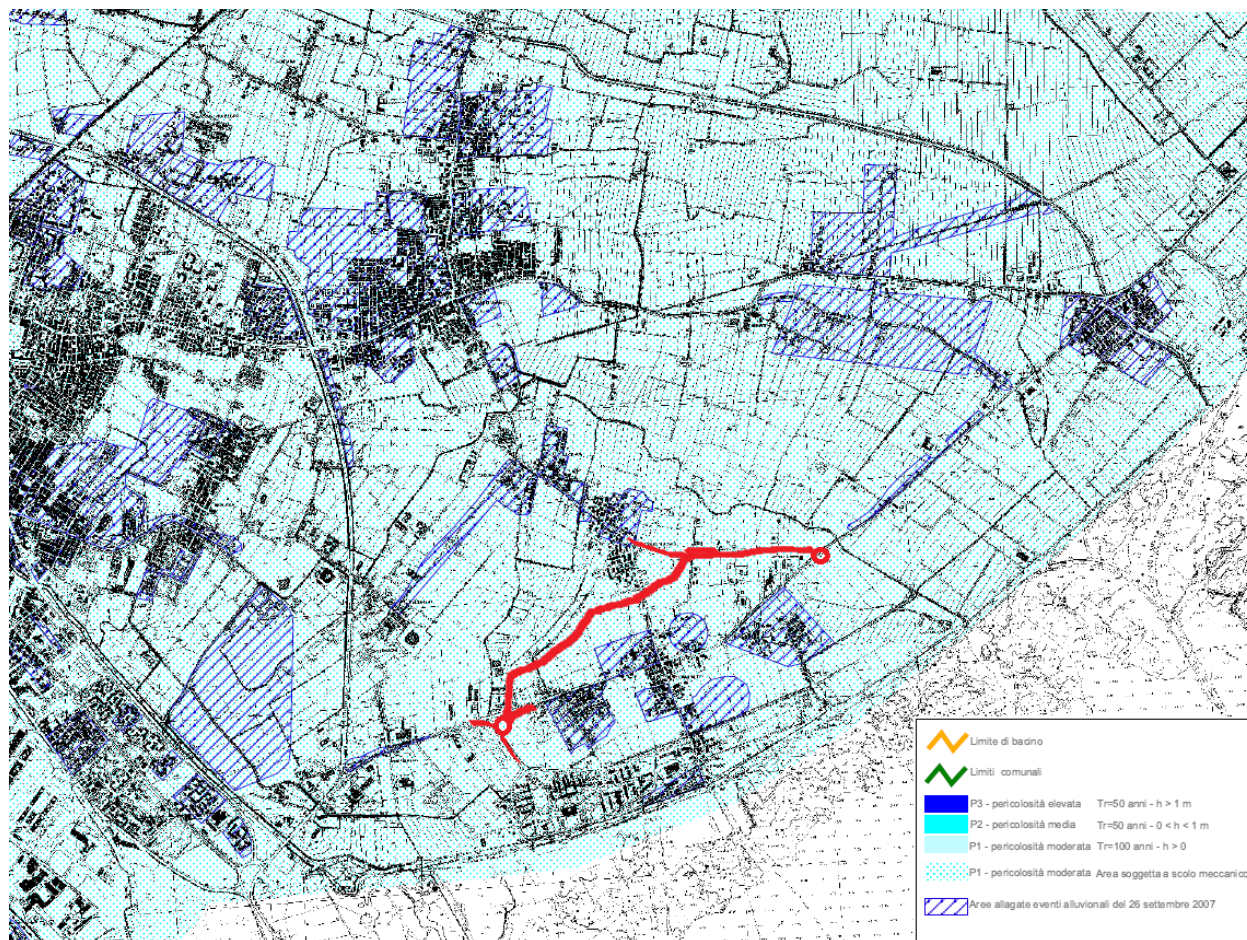
5.4 IDROGRAFIA, IDROGEOLOGIA

5.4.1 La rete idrografica superficiale

La nuova infrastruttura si colloca poco a nord della Laguna di Venezia, in comune di Venezia e precisamente fra le località di Campalto e Tessera. L'ambito di intervento rientra completamente nel comprensorio dell'Autorità di Bacino del Bacino Scolante in Laguna di Venezia, che ha redatto un Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico del Bacino per ora adottato dalla Regione Veneto.

Il territorio ove sorgerà la nuova infrastruttura viaria è stato classificato nel PAI a *pericolosità idraulica moderata P1* perché soggetto a scolo meccanico. Nella cartografia di piano, della quale si riporta uno stralcio nella figura che segue, sono evidenziate anche le zone allagate

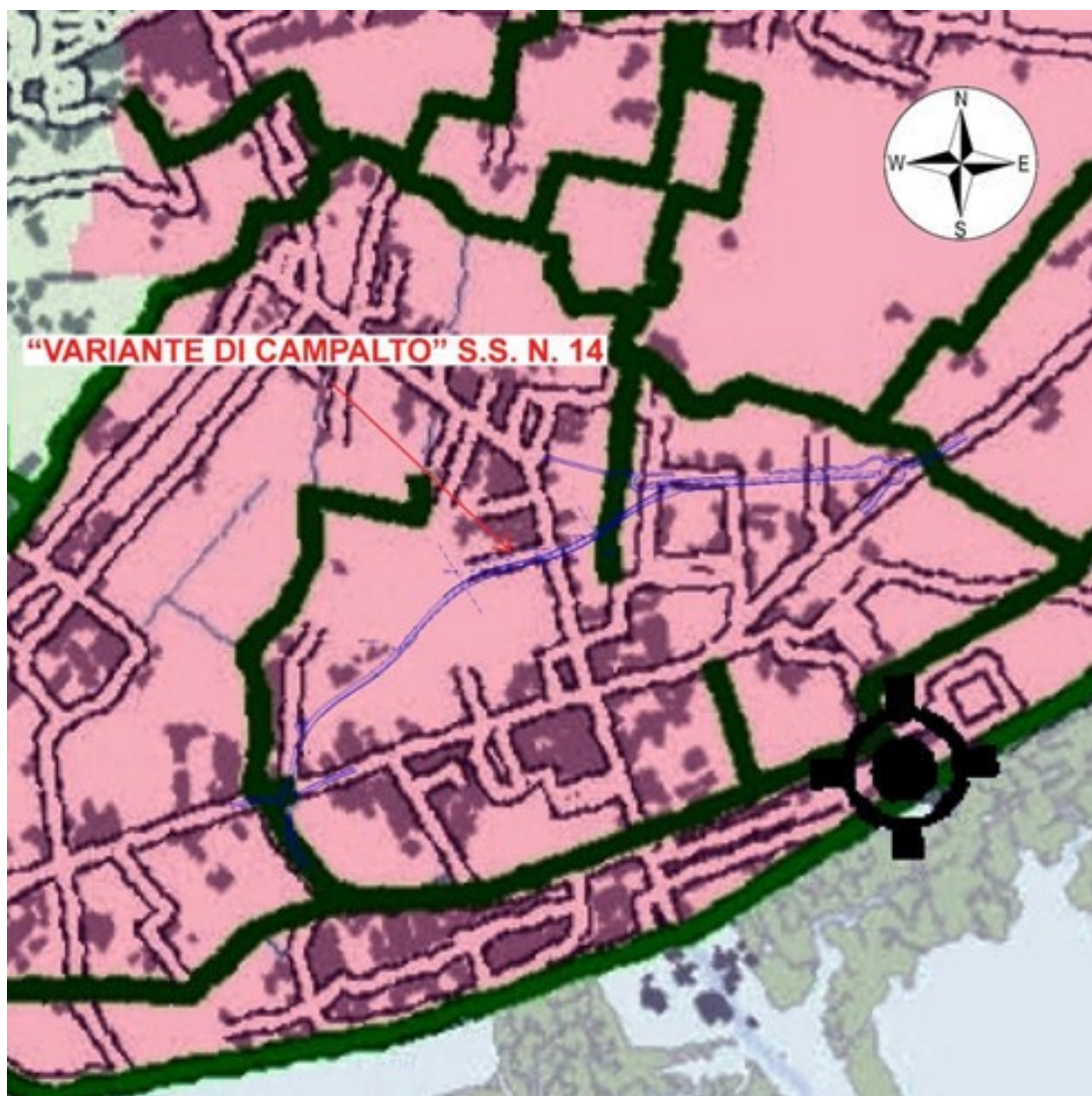
nel corso dell'intenso dell'evento meteorico del 26 settembre 2007 che ha investito il territorio di Mestre e Venezia mettendo in crisi le reti di scolo dell'area.



*Piano di Assetto Idrogeologico - Carta della pericolosità idraulica
(Fonte: Autorità di Bacino del Bacino scolante in Laguna di Venezia).*

Come si desume dalla figura sopra riportata, il tracciato stradale si è interno alla zona a pericolosità moderata di classe P1 per assoggettamento a scolo meccanico e non interferisce con le zone allagate durante l'evento meteorico del 2007. Allo stesso tempo, nella cartografia non vengono riportate zone di attenzione (zone pericolose derivanti da indicazioni di Consorzi di Bonifica e altri Enti non ancora classificate in termini di pericolosità). Pertanto, considerata la normativa di piano, non sussistono limitazioni significative legate alla pericolosità idraulica per le opere progettate.

Dal punto di vista della rete di bonifica, il sito di intervento risulta compreso in un'area completamente assoggettata a scolo meccanico, caratterizzata da sistemazione della rete scolante a scoline e capofossi, tributari di una rete di canali principali di maggiori dimensioni. Nella zona in esame il canale principale è l'Osellino, che scorre in prossimità del margine lagunare e costituisce il canale di macchina dell'impianto idrovoro che smaltisce in Laguna le acque di bonifica. L'Ente competente per territorio è il Consorzio Acque Risorgive.



*Rete principale di bonifica nella zona di intervento - in verde i canali maggiori ed il fiume Dese nella parte superiore dell'immagine; in viola il tracciato dell'opera
(Fonte: Atlante Geologico della Provincia di Venezia, Tav. 5 Idrografia e Bonifica Idraulica).*

5.4.2 Idrogeologia

Attraverso le misure effettuate anche di recente nella strumentazione piezometrica installata in occasione dell'esecuzione dei sondaggi è stata confermata la presenza nella zona in esame di una falda nei livelli superficiali ad una quota di $0,5 \div 1$ m dal piano campagna.

Lo stesso livello freatico, con direzione da nord-ovest a sud-est, emerge in corrispondenza dei numerosi fossi di scolo, oltre che evidentemente in corrispondenza della laguna (cfr. Figura 6, a scala maggiore rispetto all'originale).

In relazione alle variazioni litologiche descritte nei precedenti paragrafi, è nota comunque la presenza di un sistema multi falda più in profondità, con livelli piezometrici localizzati a quote diverse.



Stralcio Carta Isofreatica (Fonte Regione Veneto).

Per la falda superficiale non si escludono possibili oscillazioni conseguenti agli apporti meteorici ed alla regimazione imposta dal Consorzio di Bonifica mentre, per la distanza dalla laguna di 700 – 800 metri, si presume modesta (se non trascurabile) un'influenza sullo stesso livello di falda delle maree.

Pur con le difficoltà di ricostruire l'andamento della superficie freatica a livello locale, si può comunque confermare una direzione di flusso verso la Laguna, per cui la galleria in progetto, che si trova ortogonale a tale direzione, rappresenta un minimo ostacolo ai moti di filtrazione.

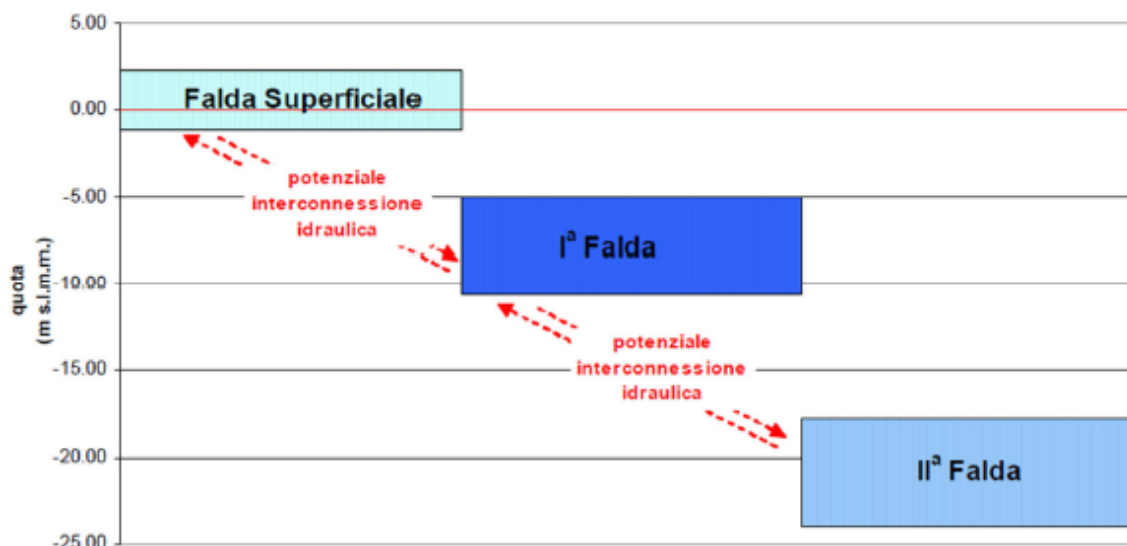
Si ricorda, come già riportato nella relazione geotecnica, che in prossimità dell'area in oggetto è stato di recente completato dal Magistrato alle Acque di Venezia un complesso studio (MAV - 2007 – Modello interpretativo della dinamica degli acquiferi nella zona di Porto Marghera (VE)) che ha approfondito le caratteristiche idrodinamiche degli acquiferi nella zona.

L'area in oggetto è caratterizzata da un sistema multifalde: il modello idrogeologico generale elaborato considera una prima falda superficiale nei terreni di riporto e nel primo orizzonte deposizionale sabbioso-limoso più superficiale che non sempre è stato rilevato con continuità. I suddetti livelli deposizionali sono definiti, con riferimento alla nomenclatura di uso comune e consolidato nell'area di Mestre e Marghera, rispettivamente R1 e A. Localmente tali livelli possono essere interconnessi e collegati formando un unico acquifero.

Successivamente è stata individuata la prima falda che alloggia nel livello deposizionale C che rappresenta il primo vero e proprio orizzonte incoerente dotato di una certa continuità spaziale.

Più in profondità si trova la seconda falda in corrispondenza dei livelli deposizionali E e E' ovvero alternanze di orizzonti sabbie fini e limi (E) e limi sabbiosi e argillosi (E') sede di un acquifero confinato dotato di spessori e continuità spaziale di una certa rilevanza.

Nella seguente figura si riporta il posizionamento medio di tali acquiferi.



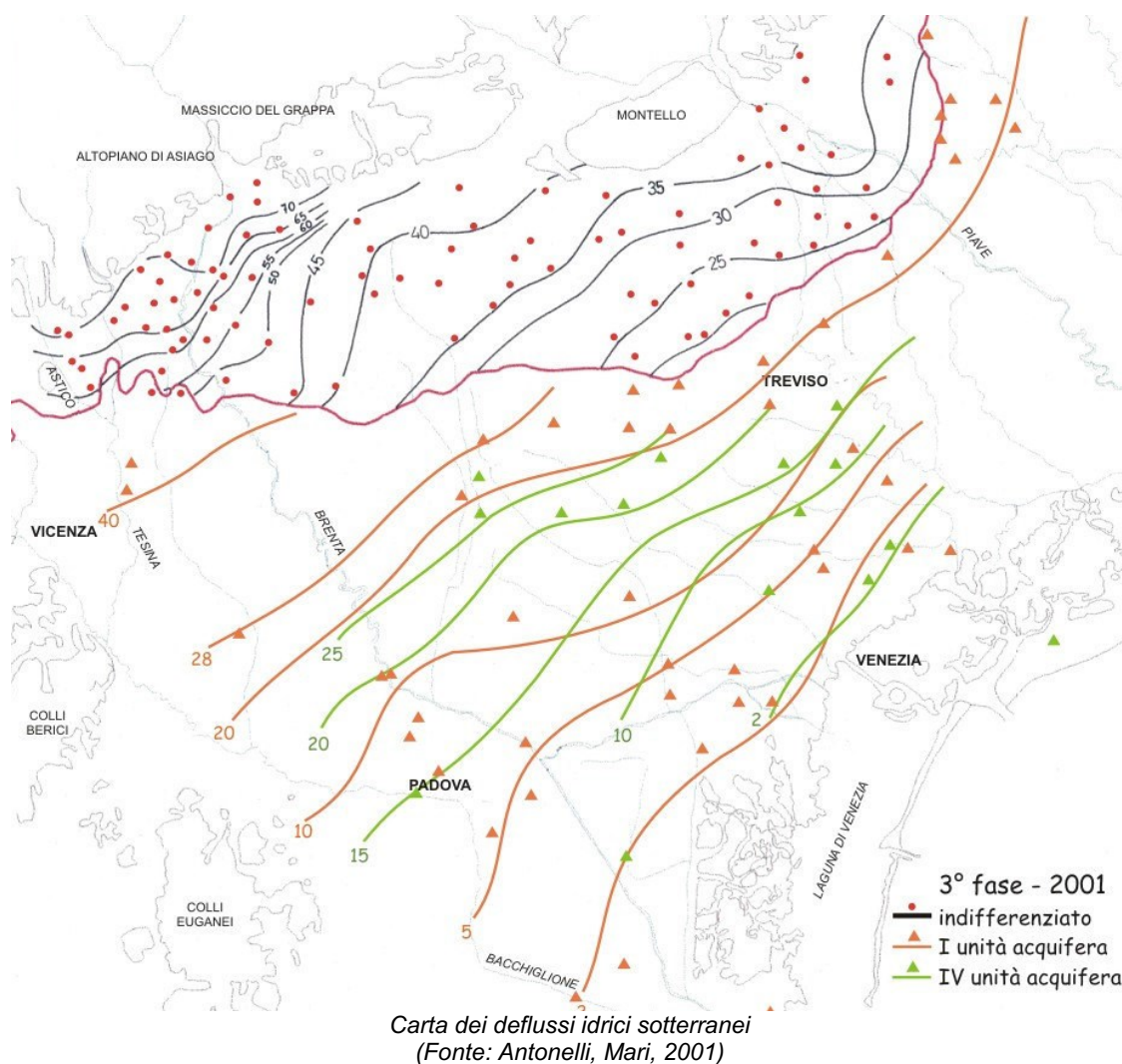
Posizionamento dei 3 acquiferi rispetto al medio mare

(Fonte Magistrato Alle Acque di Venezia, MAV, Modello interpretativo della dinamica degli acquiferi nella zona di Porto Marghera, 2007).

Nell'area specifica di intervento non si rileva una netta discontinuità tra l'acquifero superficiale e il primo, con la presenza di un significativo banco continuo di livelli sabbiosi di medio alta permeabilità (U.G. II), presenti sino a 10÷15 m di profondità dal piano campagna, ovvero ci si trova nella condizioni in cui la falda superficiale e la prima falda formano un unico acquifero. Più in profondità (UG IV) si ritrovano livelli di sabbie fini e limi sede della seconda falda.

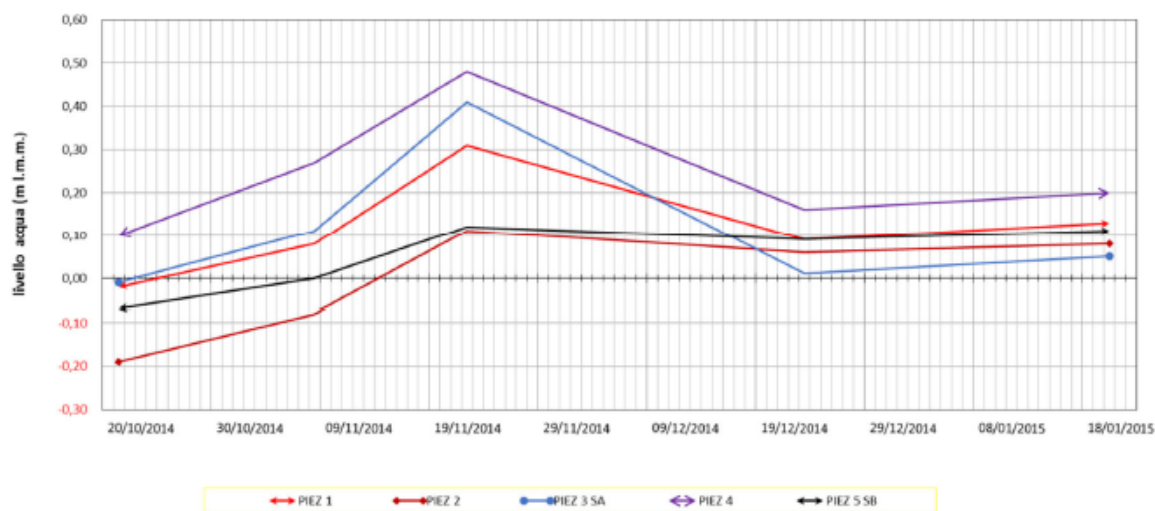
A livello locale i livelli di natura prettamente coesiva e impermeabile creano un sistema di falde differenziate, mentre a scala maggiore è riconosciuto che tali falde sono interconnesse.

Gli studi più recenti su scala regionale (Antonelli, Mari, 2001) evidenziano la sostanziale corrispondenza nell'assetto del deflusso sotterraneo in tutte le unità acquifere individuate nel dominio idrogeologico centrale della pianura veneta, compreso tra i fiumi Brenta e Piave (Figura 8). E' evidente che le direzioni prevalenti del deflusso sotterraneo nel sistema multi-falde della pianura (6 livelli acquiferi principali rilevati) mantengono un assetto prevalentemente normale alla linea di costa lagunare. Tali considerazioni sono coerenti con quelle riportate nella carta isofreatica della Regione Veneto scala 1:100.000 riportata nella relazione geologica.



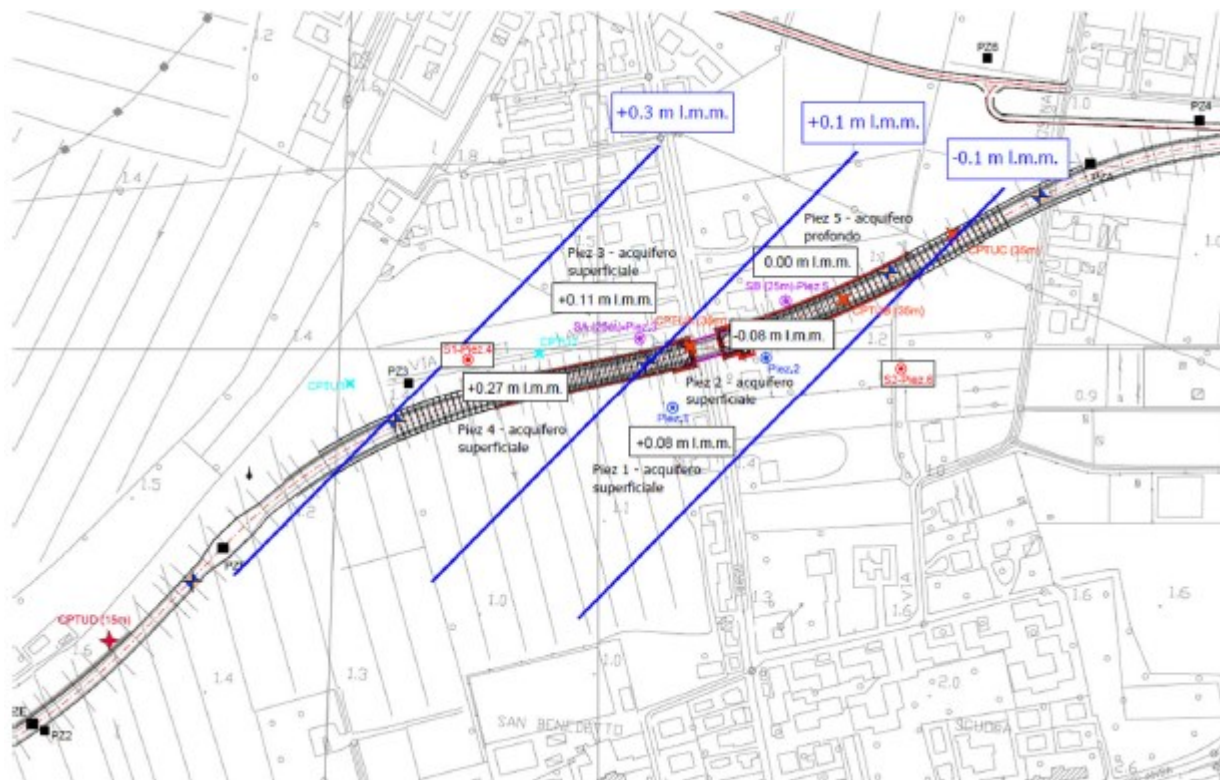
Per definire le quote e l'andamento della falda nell'area in oggetto nel corso della campagna di indagine integrativa del 2014 sono stati, come già detto, messi in opera n. 4 piezometri in corrispondenza dell'acquifero più superficiale (Piez. 1÷4) e uno in corrispondenza di quello più profondo (Piez. 5); nella figura che segue sono riportate le letture ad oggi disponibili.

SS 14 Variante Campalto (VE)



Letture ai piezometri.

Si riporta la planimetria dell'area in esame con le linee isopiezometriche, con riferimento ai rilievi condotti in sito.



Planimetria con isopiezometriche. Riferimento lettura 8-11-2014

nel corso dei sondaggi sono state condotte prove di permeabilità di tipo Lefranc a carico variabile negli strati di natura prevalentemente incoerente. Le prove hanno fornito i seguenti valori:

U.G. II - Terreni prevalentemente incoerenti: sabbie da fini a medie. Falda superficiale e 1° falda

- Indagini Geotecnica Veneta:

S1 (z = 5.00÷5.50 m) $k = 3.06 \times 10^{-4}$ m/s

S2 (z = 6.50÷7.00 m) $k = 7.47 \times 10^{-6}$ m/s

- Indagini Vicenzetto:

SA (z = 5.00÷5.50 m) $k = 4.89 \times 10^{-6}$ m/s

SA (z = 7.50÷8.00 m) $k = 1.32 \times 10^{-5}$ m/s

SB (z = 4.00÷4.50 m) $k = 6.61 \times 10^{-6}$ m/s

SB (z = 8.50÷9.00 m) $k = 1.07 \times 10^{-5}$ m/s

U.G. IV – Limi sabbiosi e sabbie fini limose 2° falda

- Indagini Vicenzetto:

SA (z = 14.00÷14.50 m) $k = 2.37 \times 10^{-6}$ m/s

Per i terreni di natura prevalentemente coesiva (argille limose e sabbiose) si riportano i valori del coefficiente di permeabilità k ricavato dalle prove edometriche di laboratorio, relativo

all'intervallo tensionale di interesse:

S1 - Campione 1 ($z = 11.80 \div 12.40$ m)

$k = 2.41 \times 10^{-9}$ m/s ($s'v = 80$ kPa)

$k = 1.34 \times 10^{-9}$ m/s ($s'v = 160$ kPa)

S2 - Campione 2 ($z = 11.70 \div 12.30$ m)

$k = 6.94 \times 10^{-10}$ m/s ($s'v = 80$ kPa)

$k = 4.26 \times 10^{-10}$ m/s ($s'v = 160$ kPa)

I dati di letteratura riportano i seguenti coefficienti di permeabilità:

- banco sabbioso superficiale (U.G: II, Falda superficiale e prima falda) $k = 1 \times 10^{-4}$ m/s $\div 1 \times 10^{-5}$ m/s;
- intercalazioni sabbioso limose (U.G: IV, Seconda falda) $k = 5 \times 10^{-5}$ m/s $\div 5 \times 10^{-6}$ m/s.

5.5 TERRE

Il progetto della “*Variante di Campalto*” è dotato di una *Relazione sulle terre e rocce da scavo* riportante i risultati delle indagini relative alle caratterizzazioni eseguite, mediante apposite indagini ed analisi, ai sensi della normativa vigente, in particolare, oltre al D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.:

- D.Lgs. 10 agosto 2012, n. 161 “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”;
- Articoli 41 e 41 bis della legge 09.08.2013 n. 98 “Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia”;
- Circolare n. 397711 del 29.09.2013 Regione del Veneto;
- Circolare n. 88720 del 28.02.2014 del Direttore del Dipartimento Ambiente della Regione del Veneto.

5.5.1 Analisi storica del sito

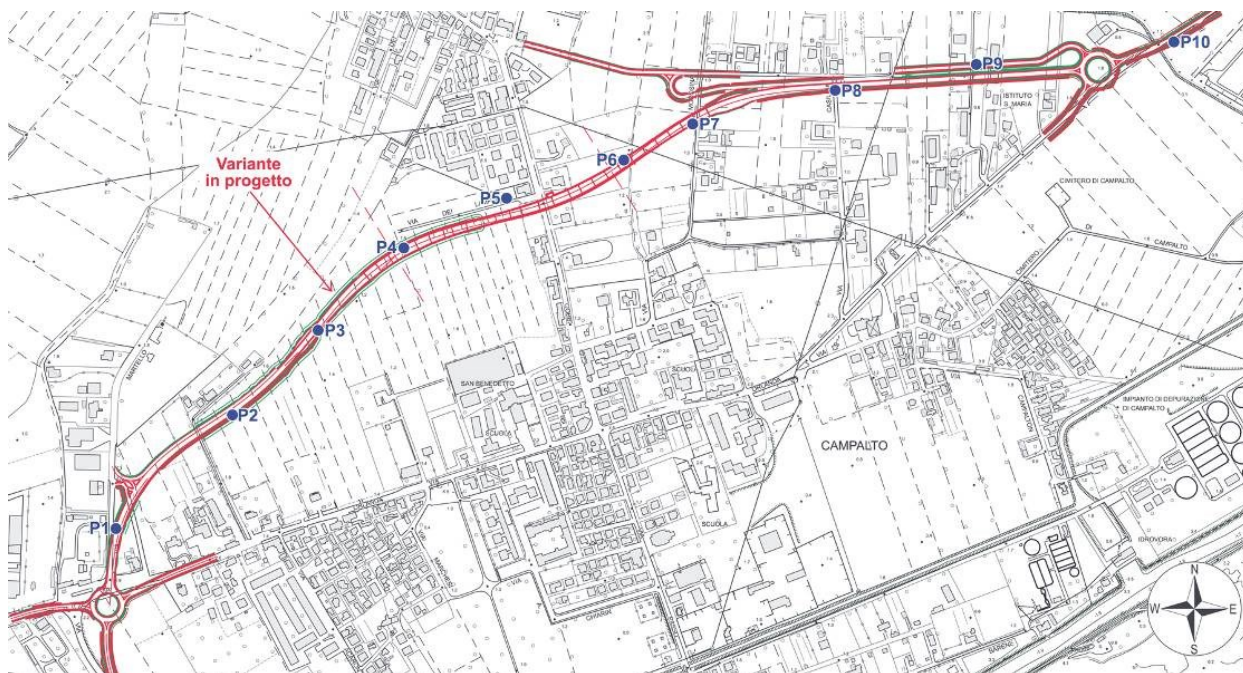
Sull'area, contestualmente all'esecuzione delle indagini in sito e del prelievo dei campioni è stata eseguita un'indagine storico-antropica, dalla quale è emerso quanto segue:

- l'area di intervento è attualmente inserita in un contesto agricolo, a verde territoriale e residenziale e non risulta essere stata caratterizzata da attività di tipo produttivo;
- non sono emersi possibili indizi di fonti di pressione ambientale, in particolare:
 - non sono presenti serbatoi e/o cisterne interrate, sia dismessi che in uso e che contengano o abbiano contenuto idrocarburi e/o sostanze etichettate di cui alla Direttiva 67/548/CE e ss.mm.ii.;
 - l'area non è stata e non è interessata da attività rientranti fra quelle di cui al D.M. 185/89 e al D.M. 471/99, riguardante i siti contaminati;
 - nell'area non sono presenti e non vi sono stati impianti assoggettati alla disciplina del D.Lgs. n. 334/99 e ss.mm.ii.;

- nell'area non risulta che siano insediati o fossero insediati impianti di smaltimento, trattamento e/o recupero di rifiuti;
- l'area non è e non è stata interessata da procedimenti di bonifica ex. art. 17 del D.Lgs. n. 22/97 e/o art. 242 del D.Lgs. n. 152/06 e ss.mm.ii..

5.5.2 Indagini in sito e caratterizzazione chimica delle terre

Sul tracciato della strada di progetto, è stata eseguita nel 2014 una campagna di indagine che ha contemplato l'esecuzione di 10 pozzetti esplorativi, spinti alla profondità di 2 ml dal p.c., ad eccezione del pozzetto n. 10 che è stato fermato alla profondità di 1 ml dal p.c. causa la presenza di cavi elettrici.



Ubicazione dei pozzi di prelievo eseguiti nella campagna di caratterizzazione delle terre 2014.

In alcuni pozzetti, alla profondità variabile da 1 e 2 ml circa dal p.c., è stata rilevata la presenza della falda superficiale.

Per ogni pozzetto sono stati prelevati campioni per l'esecuzione di analisi chimiche e per le prove geotecniche di laboratorio. In particolare nelle stesse indagini sono state incontrate le seguenti successioni stratigrafiche riepilogative, non rilevando alcun tipo di contaminazione:

Pozzo n. 1 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1756734,3, lat. 5042180,5)		
profondità	descrizione	tipo
0,00 ml	Argilla limosa marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,50 ml	Argilla limosa nocciola chiara	<i>Depositi coesivi</i>
0,90 ml 2,00 ml	Sabbia limosa o debolmente limosa giallo nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>

Pozzo n. 2 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1756928,7, lat. 5042370,2)

profondità	descrizione	tipo
0,00 ml	Argilla limosa debolmente sabbiosa marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,50 ml	Argilla limosa nocciola	<i>Depositi coesivi</i>
0,90 ml 2,00 ml	Sabbia limosa nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>

Pozzo n. 3 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1757071,7, lat. 5042511,5)		
profondità	descrizione	tipo
0,00 ml	Argilla limosa debolmente sabbiosa marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,50 ml	Argilla limosa nocciola	<i>Depositi coesivi</i>
0,80 ml	Argilla limosa grigio nocciola	<i>Depositi coesivi</i>
1,80 ml 2,00 ml	Limo sabbioso nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>

Pozzo n. 4 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1757214,7, lat. 5042649,0)		
profondità	descrizione	tipo
0,00 ml	Argilla limosa debolmente sabbiosa marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,25 ml	Argilla limosa nocciola	<i>Depositi coesivi</i>
1,70 ml	Limo argilloso grigio	<i>Depositi coesivi</i>
2,00 ml 2,20 ml	Sabbia grigia	<i>Depositi incoerenti</i>

Pozzo n. 5 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1757386,1, lat. 5042732,1)		
profondità	descrizione	tipo
0,00 ml	Argilla limosa debolmente sabbiosa marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,50 ml	Argilla limosa nocciola	<i>Depositi coesivi</i>
1,60 ml 2,00 ml	Sabbia limosa nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>

Pozzo n. 6 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1757581,8, lat. 5042795,8)		
profondità	descrizione	tipo
0,00 ml	Sabbia con limo nocciola scuro	<i>Terreno vegetale</i>
0,35 ml	Sabbia limosa nocciola chiaro	<i>Depositi incoerenti</i>
1,80 ml	Sabbia debolmente limosa grigio nocciola chiaro	<i>Depositi incoerenti</i>
1,70 ml 2,00 ml	Argilla limosa grigia	<i>Depositi coesivi</i>

Pozzo n. 7 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1757696,7, lat. 5042856,1)		
profondità	descrizione	tipo
0,00 ml	Limo argilloso sabbioso marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,50 ml	Sabbia debolmente limosa nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>
1,50 ml 2,00 ml	Argilla limosa con lenti sabbiose giallo nocciola	<i>Depositi coesivi</i>

Pozzo n. 8 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1757934,5, lat. 5042912,3)		
--	--	--

<i>profondità</i>	<i>descrizione</i>	<i>tipo</i>
0,00 ml	Argilla limosa marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,50 ml	Argilla limosa giallo nocciola	<i>Depositi coesivi</i>
0,80 ml	Sabbia debolmente limosa giallo nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>
1,50 ml 2,00 ml	Sabbia limosa grigio nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>

Pozzo n. 9 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1758170,1, lat. 5042955,4)		
<i>profondità</i>	<i>descrizione</i>	<i>tipo</i>
0,00 m	Argilla limosa debolmente sabbiosa marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,40 m	Argilla limosa giallo bruna	<i>Depositi coesivi</i>
0,80 m	Argilla limosa sabbiosa nocciola	<i>Depositi coesivi</i>
1,00 m 2,00 m	Sabbia debolmente limosa giallo nocciola	<i>Depositi incoerenti</i>

Pozzo n. 10 (Gauss-Boaga, fuso est, long. 1758499,9, lat. 5042993,1)		
<i>profondità</i>	<i>descrizione</i>	<i>tipo</i>
0,00 m	Limo argilloso sabbioso marrone	<i>Terreno vegetale</i>
0,20 m	Limo argilloso sabbioso marrone	<i>Depositi coesivi</i>
0,60 m 1,00 m	Limo argilloso nocciola	<i>Depositi coesivi</i>

Ai fini della caratterizzazione analitica, sono stati prelevati n. 10 campioni di terreno, le cui analisi, effettuate dal laboratorio LAB CONTROL s.r.l. di San Martino di Venezze, hanno riguardato i seguenti parametri:

- Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Nichel, Piombo, Rame e Zinco.;
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Policlorobifenili (PCB).

Dette analisi, per i sopra elencati analitociti, hanno accertato valori inferiori ai limiti dei valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alla tabella 1, allegato 5 alla parte IV^a del D.Lgs. n. 152/2006, per le zone a verde e residenziali (colonna A), ad esclusione del parametro Arsenico, che risulta superiore ai limiti di colonna A e, comunque, inferiore ai valori della medesima tabella per le zone ad uso commerciale ed industriale (colonna B).

			Arsenico mg/Kg	Cadmio mg/Kg	Cromo mg/Kg	Cromo VI mg/Kg	Nichel mg/Kg	Piombo mg/Kg	Rame mg/Kg	Zinco mg/Kg	IPA mg/Kg	PCB mg/Kg	Idrocarburi pesanti mg/Kg
Limiti normativi colonna A, tab. 1 all. 5 parte IV del D.Lgs 152/2006			20	2	150	2	120	100	120	150	10	0.06	50
Trincea	Campione	Prof. (m)											
P1	201407792	0,00 - 1,00	29.0	-	13.9	-	12.7	30.0	17.6	102.0	-	-	39.0
P2	201407793	0,00 - 1,00	32.0	-	12.7	-	13.3	15.0	10.7	63.0	-	-	44.0
P3	201407794	0,00 - 1,00	30.0	-	23.0	-	22.0	19.9	18.1	97.0	-	-	36.0
P4	201407795	0,00 - 1,00	34.0	-	23.0	-	18.8	28.0	15.3	105.0	-	-	38.0
P5	201407796	0,00 - 1,00	31.0	-	17.8	-	16.2	27.0	29.0	86.0	-	-	44.0
P6	201407797	0,00 - 1,00	4.3	-	7.5	-	6.9	-	7.5	28.0	-	-	35.0
P7	201407798	0,00 - 1,00	7.4	-	9.9	-	8.3	7.5	10.8	37.0	-	-	35.0
P8	201407799	0,00 - 1,00	26.0	-	11.1	-	11.5	9.6	11.5	46.0	-	-	36.0
P9	201407800	0,00 - 1,00	16.6	-	19.5	-	17.0	24.0	22.0	79.0	-	-	36.0
P10	201407801	0,00 - 1,00	8.9	-	14.0	-	11.3	13.1	12.4	60.0	-	-	41.0

Va precisato che il superamento delle CSC di cui sopra, per quanto riguarda il metalloide Arsenico, è da considerarsi *valore di fondo naturale* dell'area e, come in molta parte del territorio della pianura e dell'alta pianura veneta, è probabilmente da ricondursi alla composizione dei terreni (presenza di argille) e all'utilizzo agricolo degli stessi. Inoltre, l'area appartiene al contesto geologico dell'Unità deposizionale del Brenta ed in particolare nella bassa pianura antica, caratterizzata da terreni dei quali è ben noto un più alto contenuto di Arsenico.¹

Relativamente ai valori di fondo naturale, la Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al D.M. 161/2012, evidenzia quanto segue:

“Qualora si rilevi il superamento di uno o più limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV^a del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., è fatta salva la possibilità del proponente di dimostrare, anche avvalendosi di analisi e studi pregressi già valutati dagli Enti, che tali superamenti sono dovuti a caratteristiche naturali del terreno o da fenomeni naturali e che di conseguenza le concentrazioni misurate sono relative a valori di fondo naturale. In tale ipotesi, l'utilizzo dei materiali da scavo sarà consentito nell'ambito dello stesso sito di produzione o in altro sito diverso rispetto a quello di produzione, solo a condizione che non vi sia un peggioramento della qualità del sito di destinazione e che tale sito sia nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale.”

Per quel che riguarda la metodologia di campionamento seguita, la scelta di limitare l'indagine al primo metro di terreno è stata adottata, sia in considerazione che tale strato è il più esposto ad eventuali contaminazioni, sia per la presenza a 1 – 2 metri di profondità della falda freatica

¹ Cfr. *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto*, ARPAV, 2011.

che può diluire le concentrazioni e quindi condizionare l'esito delle analisi.

A tale riguardo si ricorda che in sede esecutiva verrà prelevato un campione di terreno ogni 3.000 m³ di terreno scavato e stoccato nei siti di deposito per un totale di 40 campionamenti (che sommati ai 10 già eseguiti produrranno un totale di 50 campionamenti in accordo coi volumi movimentati).

In riferimento agli analiti Berillio e Vanadio si ricorda che il documento "Gestione delle terre e rocce da scavo" dell'ARPAV è stato recentemente aggiornato in data 31.12.2014, mentre le indagini sono state programmate ed eseguite nell'ottobre 2014, quando ancora non era prevista l'analisi dei citati analiti. Al riguardo si precisa che i futuri campionamenti da eseguirsi in corso d'opera dovranno comprendere i suddetti analiti e quindi il set-panel delle analisi dovrà essere conseguentemente integrato.

5.5.3 Bilancio movimenti terra

Il bilancio delle movimentazioni delle terre provenienti dagli scavi per la realizzazione dell'opera sono sintetizzati nella seguente tabella, dalla quale si evince il sostanziale pareggio fra le voci di produzione delle terre e quello del riutilizzo delle medesime, salvo una limitata parte da conferire a discarica in quanto proveniente da scassi stradali.

Bilancio terre e rocce da scavo (m³)	
Volume proveniente dagli scavi	148.012,24
Volume riutilizzato nell'ambito del cantiere e delle opere da realizzare	145.272,39
Volume da conferire a discarica	2.739,85
Volume inerti da approvvigionare in cava	0

La tabella che segue è stata elaborata per il dettaglio delle voci di bilancio, correlando le medesime alle voci di computo metrico con il quale sono state stimate le quantità dei materiali provenienti dagli scavi e reimpiegati nei riporti.

SCAVI			
Art. CM	Descrizione	quantità da CM m³	Riutilizzabilità
A.1.01	Scavo sbancamento in materie di qualsiasi natura	102.246,22	% per voce A.2.06.a; % per voci A.2.07.a e 02.02.003b
B.1.01	Scavo fondazione a sez. obblig. in materie ecc.- profondità < 2 m	27.562,17	% per voci A.2.07.a e 02.02.003b
NP.ES.09	Scavo in presenza di interventi conservativi	3.847,08	% per voce A.2.06.a;
NP.ES.61	Scavo a pozzo - Superficie da 80,01 a 120 mq, roccia < 25 % fino a 10 ml	10.044,20	% per voce A.2.06.a;
	Scavo a pozzo - Superficie da 80,01 a 120 mq, roccia < 25 % tra 10,01 - 15 ml	3.083,57	% per voce A.2.06.a;
NP.ES.62	Scavo a sez. obblig. su pertinenze stradali per posa PVC dim 0,30 x 0,60	1.229,00	conferimento a discarica
TOTALE SCAVI		148.012,24	

RIPORTI - RIUTILIZZO IN SITO		
Art. CM	Descrizione	quantità da CM m ³
A.2.06.a	Sistemazione a rilevato materiali gruppi A1, A2-4, A2-5, A3	28.332,35
A.2.07.a	Sistemazione a rilevato senza compattamento solo stesa in strati	87.181,31
02.02.003.b	Sistemazione in rilevato o riempimento - senza compattazione	17.524,94
ZNP23	Stabilizzazione a calce o cemento in sito	12.233,79
	TOTALE RIPORTI	145.272,39
MATERIALE A DISCARICA		
		quantità da CM m ³
	TOTALE A CENTRO RECUPERO INERTI O DISCARICA	2.739,85

5.5.4 Gestione delle terre e rocce da scavo

Alla luce delle caratterizzazioni chimico-fisiche eseguite sui materiali provenienti dagli scavi dei lavori in progetto, le terre risultano idonee al riutilizzo in cantiere o nelle zone caratterizzate dalle medesime concentrazioni di fondo naturale.

I materiali da scavo provenienti dai lavori di sbancamento saranno riutilizzati in cantiere per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati e, allo scopo di consentirne il reimpiego sull'intero ambito d'intervento, saranno realizzate opportune aree di deposito temporaneo intermedio, in attesa della loro sistemazione definitiva.

Il terreno vegetale di tipo limoso argilloso proveniente dallo sbancamento dei primi 15 ÷ 30 cm di terreno sarà accantonato per il reimpiego nella realizzazione delle aiuole e delle aree verdi compreso il rinverdimento delle scarpate dei rilevati e degli arginelli.

5.5.4.1 Cave, discariche e impianti di riciclaggio inerti

Le cave di inerti che in caso di necessità potranno essere utilizzate sono le seguenti:

- ditta Superbeton, cava di Volpago del Montello (Tv) distanza 50 km dal cantiere;
- ditta Mosole, cava di Borgo Busco in comune di Arcade (Tv) distanza 45 km;
- ditta Inerti Camalò, cava di Spresiano (Tv) distanza 45 km.

La discarica per il conferimento di inerti è identificata invece in quella della ditta TERRA a Castagnole in comune di Paese (Tv) distanza 43 Km dal cantiere.

Per il recupero inerti sono state invece individuate le seguenti destinazioni

- ancora la ditta TERRA, impianto recupero inerti, sempre a Castagnole - Paese (Tv);
- e ancora l'impianto recupero inerti della medesima sopraelencata ditta Superbeton di Volpago del Montello (Tv).



Localizzazione del cantiere e delle cave.



Localizzazione del cantiere, delle discariche e degli impianti di recupero inerti.

Le autorizzazioni ad operare dei suddetti impianti sono state verificate e copia dei relativi atti sono state allegate alla documentazione di progetto.

Le tecniche di scavo previste non influenzano la qualità dei materiali scavati, sia per il tratto in trincea che per quello in galleria, ad eccezione del materiale di scavo per la realizzazione dei diaframmi in c.a. gettati in opera, che però non è incluso nel bilancio terre di cui sopra, in quanto verrà smaltito separatamente. Particolare attenzione sarà data alle matrici di riporto che dovessero risultare in seguito ai lavori di scavo, infatti, così come specificato nella circolare n. 88720 del 28/02/2014 del Direttore del Dipartimento Ambiente della Regione del Veneto, che riprende l'art. 41 della Legge n. 98 del 09.08.2013, se si prevede il riutilizzo in sito delle matrici di riporto, sussiste *“l'obbligo di dimostrare, attraverso l'esecuzione del test di cessione, la tollerabilità ambientale dei soli materiali da riporto oltre che la loro ulteriore caratterizzazione, in relazione alla destinazione urbanistica dell'area con riferimento alle colonne A o B dell'Allegato V, al Titolo V, alla Parte IV, del D.lgs. n. 152/2006”*.

La capacità della discarica inerti indicata è confrontata con i volumi previsti nel progetto nella tabella sottoriportata, nell'ipotesi cautelativa che il materiale non sia avviato ai centri di riciclaggio.

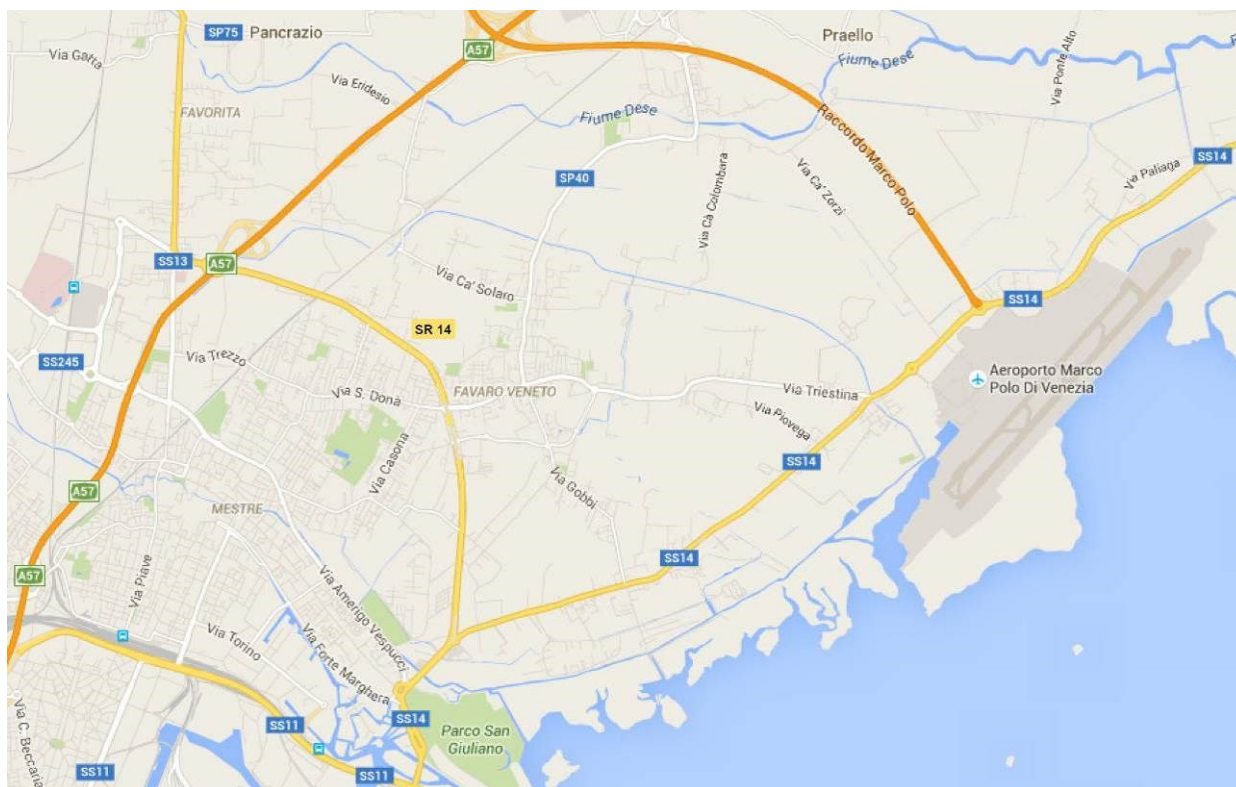
Volume da conferire a discarica risultante dal CM	2.740 m ³
Disponibilità discarica inerti TERRA discarica inerti a Castagnole (Tv)	54.000 m ³

5.6 VIABILITÀ E TRAFFICO

5.6.1 Rete viaria

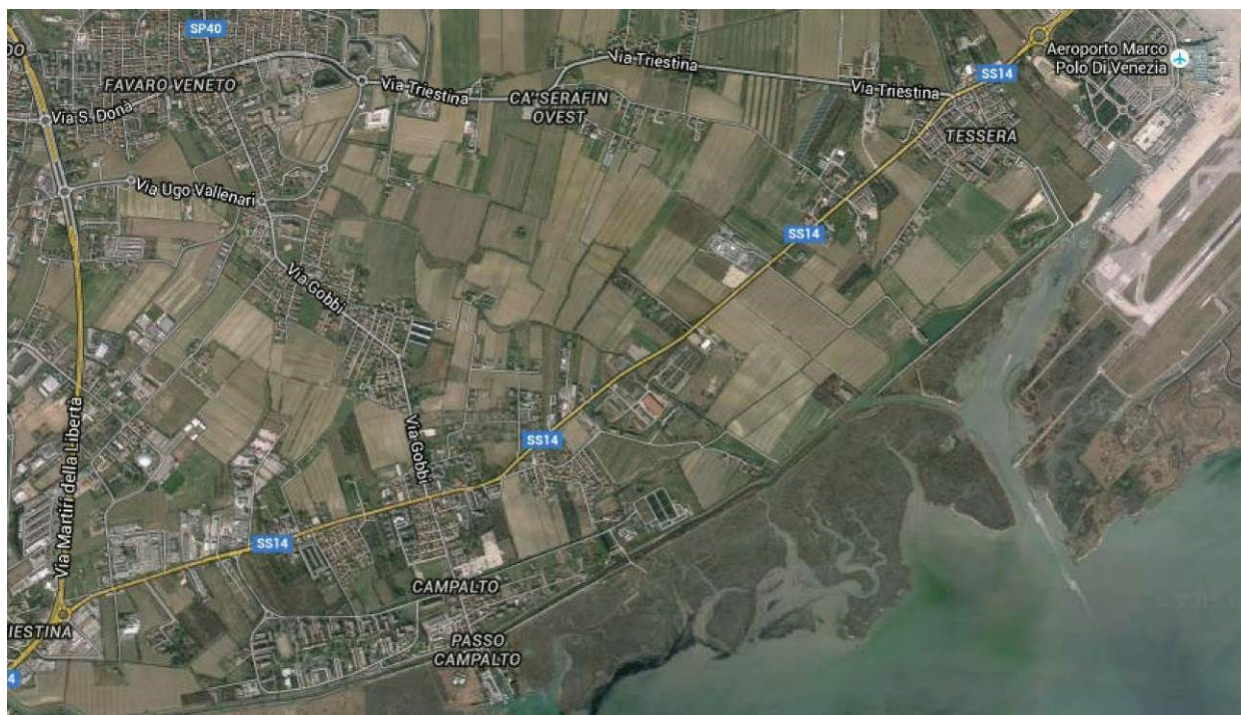
Il centro abitato di Campalto è posto all'estremità inferiore di una rete viaria riferibile a una maglia quadrangolare, definita nella parte superiore dalla A57, già tangenziale di Mestre, la SR 14 a occidente, già SS 14 bis, dalla bretella di collegamento la tangenziale e SS 14 “Triestina” a oriente (raccordo con l'aeroporto Marco Polo). Sui vertici di tale figura sono collocati, elencandoli in senso orario: lo svincolo A57 del Terraglio; lo svincolo fra A27/A57/bretella di raccordo dell'aeroporto; la connessione fra quest'ultima e la SS 14; lo svincolo fra SR 14 e SS 14 (Parco San Giuliano).

Dentro tale figura quadrangolare, una viabilità minore di gerarchia locale collega i vari centri abitati e, nella parte più meridionale, gli insediamenti di Favaro Veneto, Campalto e Tessera.



Schema dell'impianto di riferimento viario.

La configurazione della rete viaria è caratterizzata da arterie che confluiscono e attraversano i centri abitati, tra cui Mestre, Marghera, Carpenedo, Chirignago, Zelarino, Cipressina, Favaro, Dese, Tessera, Campalto, tutti fortemente radicati sulle direttrici stradali storiche e perciò suscettibili a fenomeni di congestione e promiscuità funzionale della rete stradale.



L'attraversamento dei centri abitati delle arterie stradali nel quadrante orientale della terraferma di Venezia.

Più in generale, l'area metropolitana di Venezia, raffigura il nodo fondamentale della rete

stradale e autostradale del Nord-Est del paese, svolgendo un ruolo di cerniera degli assi di collegamento per i traffici con il Sud del paese e l'est europeo. All'interno di tale rete viaria, la strada statale SS 14 "della Venezia Giulia", o "Triestina", costituisce un'asse portante del collegamento fra le province di Venezia, Udine, Gorizia, Trieste e il territorio sloveno.

Il tratto veneto della SS 14, che collega centri di notevole importanza della Venezia orientale e del litorale alto adriatico, è caratterizzata da importanti volumi di traffico, sia di lunga che di breve percorrenza, per i quali le attuali caratteristiche del tracciato e della sede stradale non sono sufficienti a garantire in condizioni di sicurezza adeguate alla quantità e modalità dei flussi di traffico. La strada, infatti, presenta discontinuità funzionali dovute alla configurazione urbana assunta negli attraversamenti dei centri abitati di Campalto e Tessera, caratterizzati dalla congestione dovuta alla sovrapposizione dei traffici interni con quelli di attraversamento.

5.6.2 Piano Generale del Traffico Urbano del comune di Venezia

Il PGTU di Venezia è stato adottato con deliberazione G.C. n. 1975 del 16/12/1999 e approvato in via definitiva con Del. C.C. n. 92 del 28 maggio 2002. Successivamente, l'A.C. ha avviato il processo di aggiornamento ai sensi delle Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico (D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285. *Nuovo codice della strada*), giungendo all'adozione di un nuovo PGTU con Del. di G.C. n. 265 del 23.05.2014, che attualmente è in fase di approvazione. Tale opera di aggiornamento ha presupposto l'accertamento dell'attuazione del piano vigente e la verifica di coerenza dello stesso agli indirizzi programmatici più recenti, tenendo perciò conto degli strumenti adottati dal 2002 ad oggi. In particolare:

- il Programma Urbano dei Parcheggi (PUP), approvato nel 1996 e più volte aggiornato, da ultimo nel 2013;
- il Biciplan I, II e III fase, approvati rispettivamente nel 2006, 2010 e 2012;
- il Piano del Trasporto Pubblico Urbano del Comune di Venezia (PTPU), approvato nel 2008;
- il Piano Urbano della Mobilità (PUM), approvato nel 2010;
- il Piano di Assetto del Territorio (PAT), adottato nel 2012;
- le Linee Programmatiche di Mandato 2010/2015 e la Relazione Previsionale e Programmatica 2013.

Gli obiettivi generali dell'azione di aggiornamento del PGTU, ferma restando la validità del PUT nel suo complesso, sono quelli di seguito indicati:

- monitoraggio e valutazione degli effetti derivanti dall'attuazione degli interventi previsti (feedback);
- verifica del patrimonio conoscitivo;
- verifica della coerenza rispetto ai più recenti indirizzi di programmazione assunti dall'Amministrazione;
- individuazione di temi progettuali e scenari d'intervento;
- verifiche tecniche dell'impatto a scala urbana delle proposte di piano;

- formulazione del programma degli interventi da attuare nel breve periodo.

L'aggiornamento del PGTU conferma l'impianto strategico del Piano vigente, individuando, fra le altre, le seguenti linee d'azione:

1) Riqualficazione ambientale:

- a. Estendere nel territorio comunale gli ambiti riservati alla mobilità lenta, con interventi a favore della pedonalità e della ciclabilità, della sicurezza stradale e di una migliore fruibilità dello spazio urbano.*
- b. Riqualficare, in termini di fruibilità e di qualità ambientale, l'ambito del centro storico, le aree centrali e/o urbanisticamente significative riducendo il traffico veicolare con una pedonalizzazione o regolamentazione a zona a traffico limitato, garantendo in ogni caso l'accessibilità ai normali fruitori (residenti e operatori economici) prevalentemente mediante il trasporto pubblico.*
- c. Migliorare la sicurezza stradale attraverso puntuali interventi sugli attraversamenti e sulle intersezioni pericolose.*

(...)

4) Circolazione veicolare:

- a. Fluidificare la circolazione veicolare lungo la rete stradale principale, attraverso l'adeguamento della capacità delle intersezioni ai flussi veicolari in transito e/o l'eliminazione della sosta a bordo strada.*
- b. Assumere misure atte a proteggere l'area centrale da flussi di attraversamento impropri.*
- c. Consentire un uso efficiente a scala urbana della rete super stradale portante.*
- d. Mitigare l'impatto degli assi stradali radiali di ingresso in città sui quartieri esterni attraversati.²*

5.6.3 Carichi viari e livelli di congestione

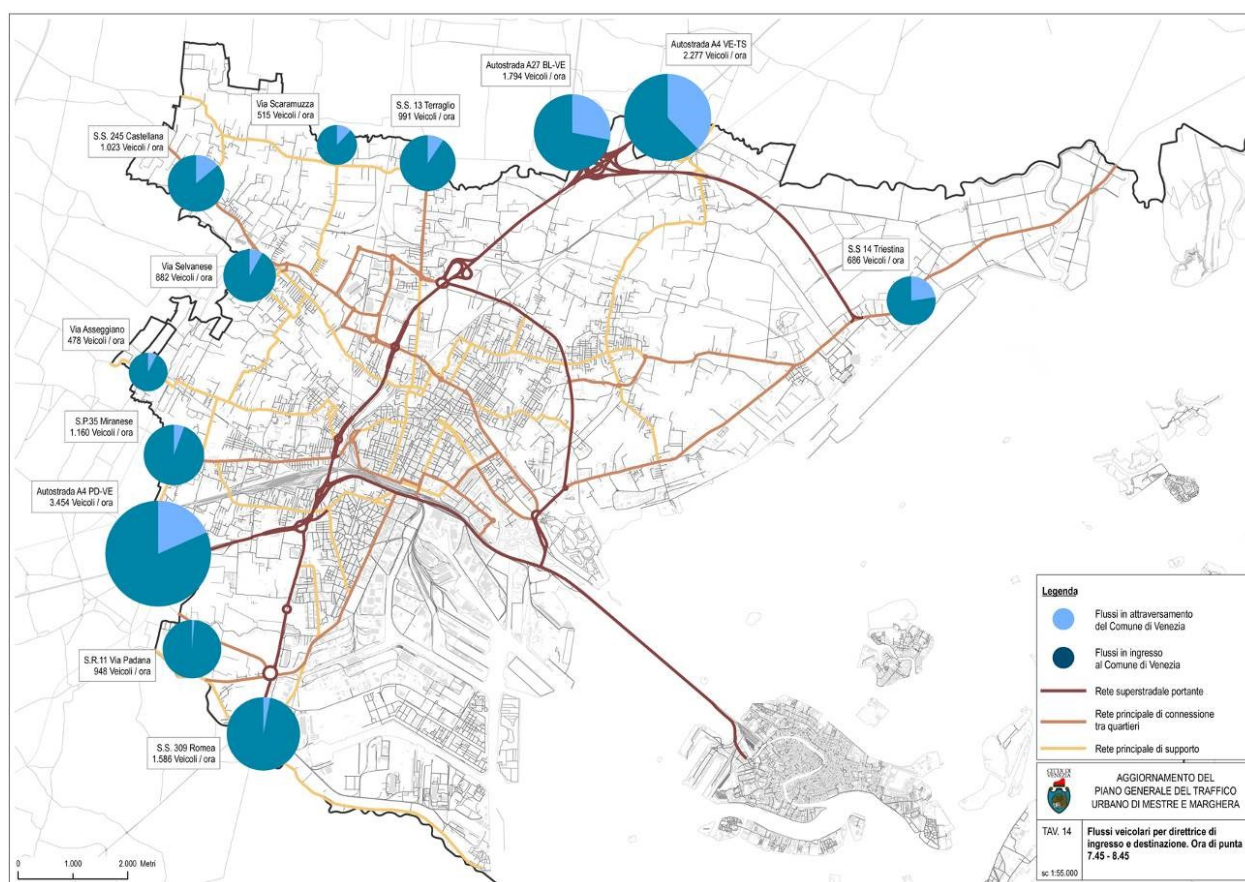
Il PGTU fornisce utili elementi di dimensionamento dei carichi del traffico veicolare, da cui si possono estrarre i dati riferibili all'ambito territoriale interessato dalla realizzazione della nuova infrastruttura oggetto del presente studio.

In particolare, per quanto riguarda le valutazioni sull'andamento annuale del traffico a Venezia, in assenza di un sistema di monitoraggio dei flussi a postazioni di rilievo fisse e quindi di una metodologia consolidata, con la campagna di rilevazione del 2012, si conferma una generalizzata riduzione complessiva dei flussi rispetto al 2002, prodotta dagli importanti interventi eseguiti nel frattempo sia sulla grande rete infrastrutturale (Passante Autostradale, spostamento dei caselli), che sulla rete locale, nonché, infine, dovuta in parte anche alla crisi

² Comune di Venezia, Piano Generale del Traffico Urbano - STATO DI ATTUAZIONE E AGGIORNAMENTO. Relazione Tecnica, pag. 17.

economica in atto.

Tuttavia, i dati raccolti per l'aggiornamento del PGTU, evidenziano una certa attrattività non solo del centro di Mestre, ma anche di tutte le restanti zone dove insistono attività terziarie e produttive. Circa il 45% del traffico esterno diretto al comune di Venezia proviene dal versante ovest, il 35% dal versante nord, il 16% dal versante est, il 4% dal versante sud. In riferimento alla frequenza e al motivo degli spostamenti, si osserva che circa il 54% è di tipo sistematico, ovvero con frequenza giornaliera, mentre il 31% è occasionale e in maggioranza finalizzato al raggiungimento del luogo di lavoro (54%). Una quota interessante è quella relativa a movimenti per affari professionali (19%) o per servizi familiari o personali (14%).



*Tavola 14 del PGTU del comune di Venezia.
 Rappresentazione dei flussi veicolari per direttrice di ingresso e destinazione nell'ora di punta 7,45 – 8,45.*

Considerando la componente di traffico pesante, nelle sezioni di rilievo esterne, distinguendo i caselli autostradali e gli svincoli della tangenziale separatamente dalle arterie extraurbane storiche, si registra su queste ultime un traffico bidirezionale pesante inferiore al 5%, misurato nell'intervallo bi-orario di punta del mattino 7.30 - 9.30. Si evidenzia però l'eccezione costituita dalla SS14 - via Triestina, dove si registra una quota di tale componente pari al 12% misurata nel medesimo intervallo.³

In riferimento all'analisi dei livelli di congestione stradale, riguardo al *Sistema di accesso all'area*

³ Sono esclusi dalla categoria del traffico commerciale: i furgoni, gli autocarri leggeri e gli autobus di linea, mentre si comprendono gli autobus turistici.

centrale di Mestre viene evidenziata, sulla S.S. 14 – via Orlanda, una criticità alta nei pressi del centro abitato di Campalto e nei pressi dell'intersezione semaforica in accesso alla bretella A27.⁴ Nella Tavola 21 – Criticità, sottoriportata, si evidenzia il tratto di via Orlanda – SS 14 in prossimità dell'incrocio semaforizzato con via Gobbi, dove la criticità indicata dall'Indice di congestione della rete⁵ è evidenziata come

- livello Medio/Alto, nel tratto ad Est del semaforo, quindi relazionato ai flussi in direzione di Mestre;
- con livello Alto, per il tratto ad Ovest del semaforo, quindi con riferimento ai flussi in uscita da Mestre e con direzione Aeroporto.

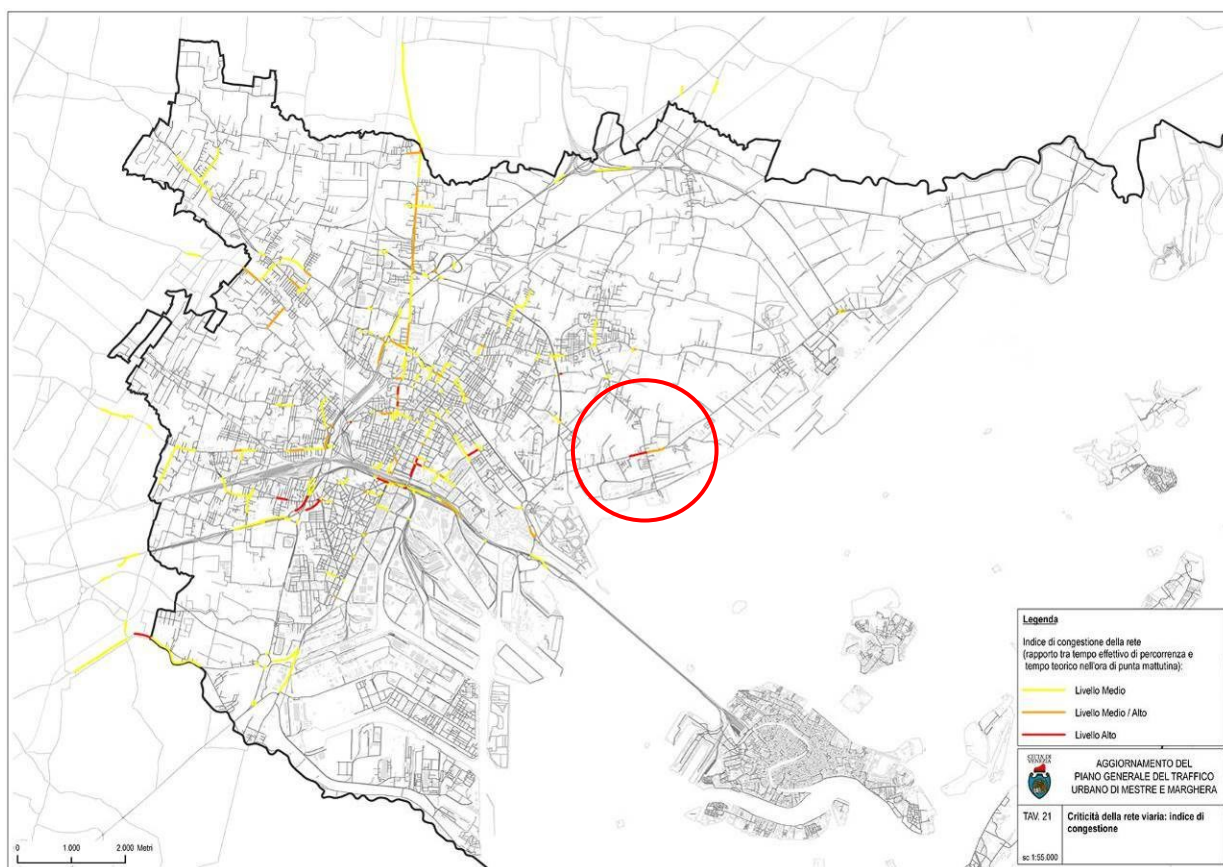


Tavola 21 del PGTU del comune di Venezia. Rappresentazione delle criticità della rete viaria.

5.6.4 Incidentalità

La documentazione del PGTU contiene anche elementi di analisi relativi all'incidentalità, dai quali si ricava che via Orlanda (SS 14, nel tratto fra San Giuliano e Campalto), nella classifica delle strade più pericolose nel periodo 2008 – 2012, si pone al 2° posto, come si evince dalla tabella seguente:

Classifica delle strade più pericolose 2008 - 2012⁶

⁴ Ibidem, pag. 71.

⁵ Indice di congestione della rete = rapporto tra tempo effettivo di percorrenza e tempo teorico nell'ora di punta mattutina.

⁶ Tabella estrapolata dall'analoga contenuta nella Relazione Tecnica del PGTU, pag. 77.

Strada	Media incidenti/anno	Illesi	Feriti	Decessi	Indice di concentrazione (*)	Livello di pericolosità (**)
VIA ORLANDA	34	188	168	1	basso	pericoloso

(*) = rapporto tra numero di incidenti e lunghezza della strada

(**) = rapporto tra numero di incidenti e numero di feriti e decessi

In particolare nella tratta di interesse per il presente studio si ricavano i seguenti dati ⁷:

Riferimento via 1	Riferimento via 2	N. incidenti 2008-2012	Mezzi coinvolti	Di cui pesanti	Illesi	Feriti	Decessi
Via Orlanda	Via Porto di Cavernago	28	16	1	34	33	0
Via Triestina	Viale Galileo Galilei	22	18	0	30	15	0

I dati sono anche opportunamente cartografati nella *Tavola n. 16 – Incidentalità 2008-2012* del PGTU, di seguito riportata.

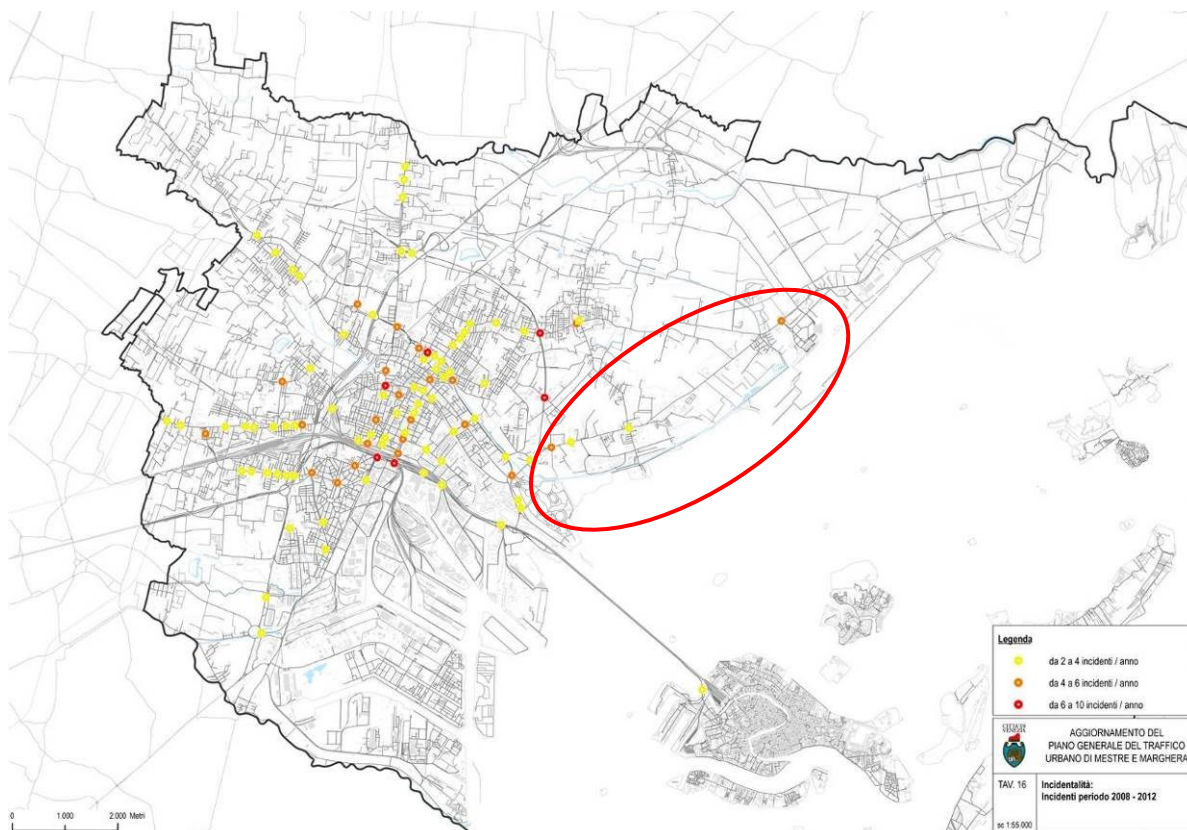


Tavola 16 del PGTU del comune di Venezia. Incidentalità: Incidenti 2008 – 2012.

Seppure dal confronto dei dati 2002 – 2012, l'incidentalità media sia in netto miglioramento, la frequenza e il numero degli eventi registrati restano comunque all'ordine del giorno, soprattutto nel tratto stradale della SS 14 in attraversamento del centro abitato di Campalto, dove la promiscuità dei percorsi e degli attraversamenti ciclo-pedonali con i flussi di traffico veicolare, favorisce situazioni di evidente pericolosità.

⁷ Tabella Distribuzione stradale del numero di incidenti per il periodo 2008 – 2012, estrapolata dall'analoga contenuta nella Relazione Tecnica del PGTU, pag. 76.

5.6.5 Strategie del PGTU e programmazione interventi

L'aggiornamento del PGTU del comune di Venezia, a seguito dei risultati del monitoraggio, dell'analisi dello stato di attuazione e degli orientamenti assunti coerentemente con gli obiettivi programmatici prevede diversi linee d'intervento, tra cui, oltre alla riqualificazione ambientale, la classificazione delle strade, la definizione degli schemi circolazione e la riorganizzazione delle intersezioni.

In relazione alle criticità rilevate, per l'ambito territoriale di riferimento, sono previsti i seguenti interventi di miglioramento infrastrutturale che interessano via Orlanda – SS 14.

1. Moderazione del traffico:

- messa in sicurezza accesso Veritas via Orlanda, con l'obiettivo di migliorare la circolazione e diminuire il sovraccarico accentuato dal transito dei mezzi di servizio all'area Veritas;
- rotatoria via Orlanda – Cimitero, consistente nella messa in sicurezza dell'incrocio posto in curva e con innesto di via Cimitero su via Orlando piuttosto angolato. L'intervento è proposto quale porta di accesso all'area moderata di Campalto.
- riassetto incrocio via Orlanda - via Triestina, Sebbene si valuti positivamente la riorganizzazione indicata dal PPTU di Favaro, che prevede per l'incrocio un intervento di riqualificazione complessiva al fine di "rendere le geometrie di intersezione meno veloci, garantendo il rispetto dei limiti di velocità per l'ambito urbano" 19 e la fruibilità in sicurezza da parte di pedoni e ciclisti, tuttavia ulteriori valutazioni e considerazioni consigliano maggiormente la soluzione a rotatoria che meglio risponde alle finalità della moderazione.

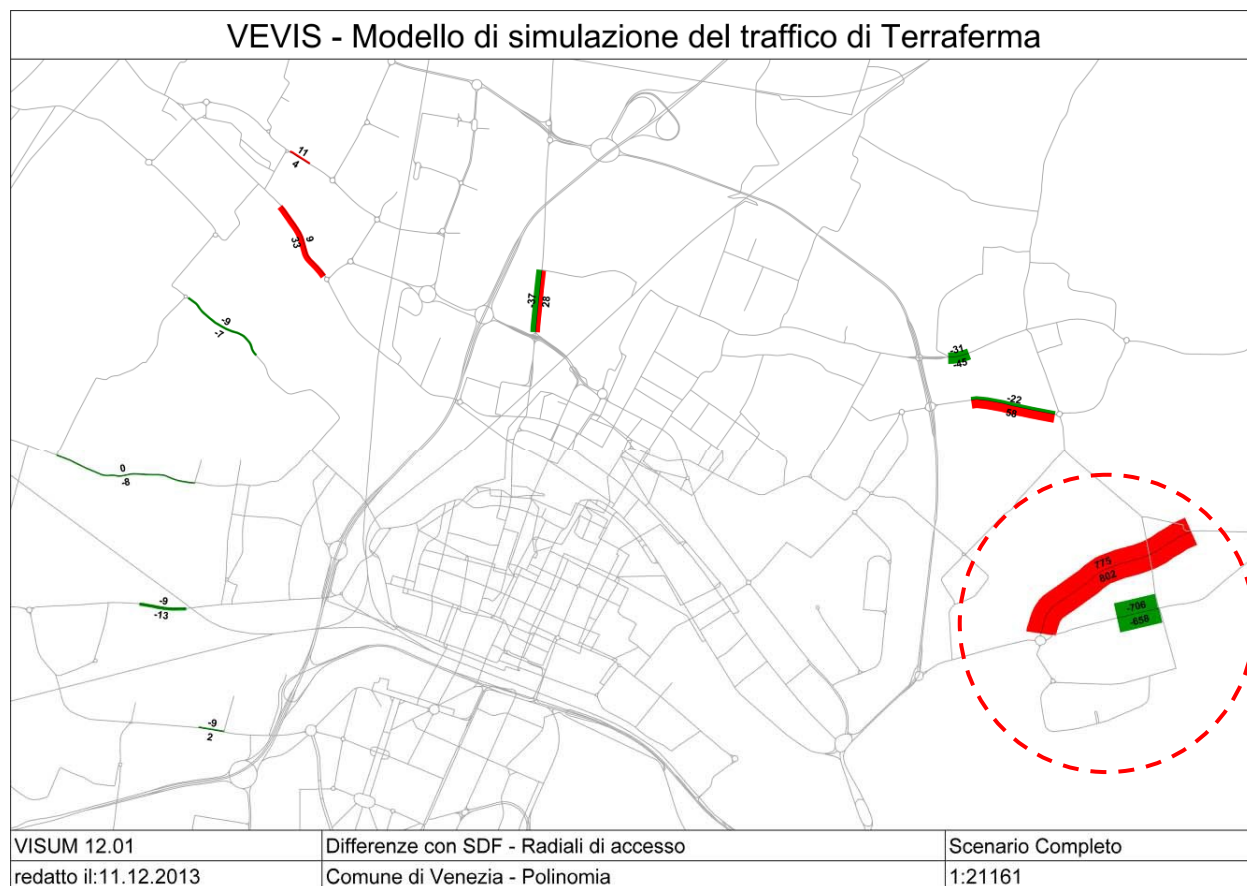
L'intervento, da eseguirsi su tratto di strada statale (S.S. 14) che attraversa un centro abitato con popolazione inferiore ai 10.000 abitanti (Tessera) richiede, ai sensi del NCdS, che siano concertati con l'ente proprietario della strada – in questo caso con il gestore Anas S.p.A. – le modalità ed i tempi, con costi a carico dell'ente.

2. Circolazione veicolare:

oltre agli interventi di riassetto della circolazione, il piano evidenzia anche gli *"Interventi infrastrutturali di prossimo avvio"*, valutati per la loro utilità al miglioramento complessivo della circolazione nella terraferma veneziana, primo fra tutti il **By-pass di Campalto**, del quale viene testualmente evidenziata la considerazione, da parte di Anas, Comune e Regione, quale opera *"...essenziale per deviare il traffico fuori dal centro abitato di Campalto, facilitare le vie di accesso alla città lagunare avvicinandola alla terraferma, e servire il flusso automobilistico che interessa la zona aeroportuale. L'opera è di competenza di ANAS e prevede un tracciato sviluppato in trincea, con sezione a una corsia per senso di marcia, innesti a rotatoria sulla via Orlanda e un collegamento in uscita su via Gobbi."*

Nelle simulazioni degli scenari di traffico modificati dalla realizzazione degli interventi sopramenzionati, posti a confronto con la situazione esistente al 2013, sono state modellate le

situazioni relative agli assi radiali di accesso a Mestre, evidenziando in colore rosso gli incrementi di flusso e in colore verde le riduzioni rispetto ai valori attuali.



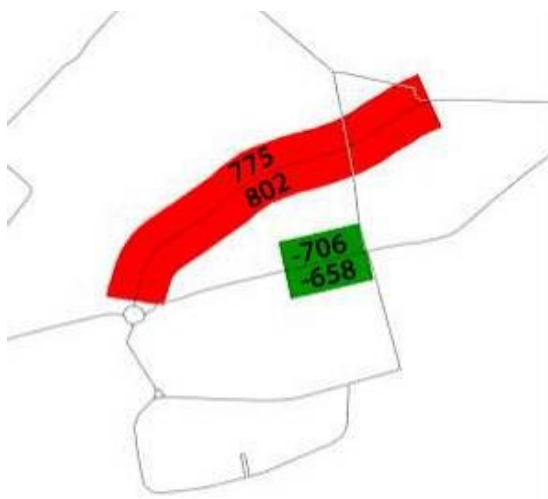
*Estratto dalla Relazione Tecnica del PGU del comune di Venezia.
 Differenziali di traffico tra scenario e stato di fatto, pag. 160.*

Come si vede, le variazioni nel quadrante orientale sono significative, prodotte dagli effetti positivi della variante di Campalto, dal completamento della Vallenari, con la conseguente sostanziosa riduzione dei flussi veicolari che attraversano Campalto, lungo la via Orlanda e di quelli che attraversano Favaro lungo la Triestina.

In particolare, sulla variante di Campalto, la simulazione ipotizza un transito complessivo medio orario di 1.577 veicoli, suddiviso in n. 775 veicoli/eq in direzione Mestre e n. 802 nel senso opposto, verso l'aeroporto. Ne consegue che, per differenza, il carico residuo comunque caricato su via Orlanda, nel tratto di Campalto, rimarrebbe di n. 69 veicoli/eq in direzione di Mestre – Venezia e di n. 144 veicoli/eq nel verso opposto, in direzione aeroporto.

Lo scenario esistente, deducibile dai suddetti dati, porta quindi a considerare il carico di partenza su via Orlanda - SS 14 nel tratto di Campalto pari a 844 (775 + 69) veicoli in direzione Mestre e di 946 (802 + 144) veicoli in direzione aeroporto.

Nella figura che segue si riporta il particolare ingrandito del dettaglio relativo alla schermata simulativa di cui all'immagine precedente.



Ingrandimento dell'immagine precedente riguardante il by-pass di Campalto.

5.6.6 Dati di progetto e di valutazione

In base a quanto riferito nelle relazioni progettuali, il progetto della variante alla SS 14 di Campalto, venne a suo tempo elaborato sulla scorta dei dati ricavabili dal precedente PGTU e quindi rilevati ed analizzati nel 2002, ottenendo un dimensionamento delle diverse componenti di attraversamento, di ingresso e di uscita che stimavano in:

- veicoli equivalenti la componente di attraversamento in direzione aeroporto, tra le 7,30 e le 9,30 e di 1050 tra le 17,30 e le 19,30;
- 850 veicoli equivalenti in direzione Mestre, nell'arco orario compreso tra le 7.30 e le 9.30 e di 900 nell'arco orario tra le 17,30 e le 19,30.

La componente di penetrazione ai centri di Campalto e Favaro Veneto veniva stimata, relativamente alle medesime fasce orarie, rispettivamente in 450 veicoli equivalenti per via Passo Campalto, nella somma di 630 veicoli equivalenti provenienti dall'intersezione di via Gobbi e 460 veicoli equivalenti da Tessera in direzione di Favaro.

Complessivamente, dall'analisi dei dati relativi alle singole intersezioni veniva evidenziato, in corrispondenza di via Sabbadino, una rilevante componente di traffico uscente in direzione Venezia (491 su 1.047 veicoli equivalenti nell'intervallo orario 7,30 - 9,30), nonché quella entrante al Villaggio Laguna (359 su 1.710 veicoli equivalenti nell'intervallo orario 17,30 - 19,30).

In sede di elaborazione del presente studio, stante le sensibili differenze riscontrabili fra i dati 2002 e quelli di cui all'aggiornamento del PGTU del 2014, si è ovviamente fatto riferimento a questi ultimi anche per quanto attiene agli studi di dettaglio, qual è quello della valutazione di impatto acustico, per la quale si rimanda allo specifico capitolo e agli allegati relativi.

Per quanto riguarda le considerazioni inerenti gli effetti prodotti dalla realizzazione dell'opera in relazione alla specifica tematica del traffico veicolare, si evidenzia l'importanza della stessa al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi posti dalla programmazione del comune di Venezia, volta al miglioramento dei livelli di servizio viario, alla risoluzione delle criticità

esistenti, anche in riferimento alla sicurezza, e, in generale, all'innalzamento della qualità ambientale complessiva del territorio comunale.

5.7 RUMORE

In concomitanza con la redazione del presente Studio Preliminare Ambientale è stata condotta anche una verifica di impatto acustico, redatta secondo le linee guida ARPAV di cui alla Deliberazione del Direttore Generale n. 3 del 29 Gennaio 2008 e nel rispetto della normativa vigente in materia. Detto studio acustico, a firma del tecnico competente dott. arch. Maurizio Cossar, si allega alla presente documentazione.

5.7.1 Metodologia seguita nella redazione dello studio previsionale acustico

Lo studio ha articolato una metodologia operativa che contempla tre fasi di studio:

- la caratterizzazione della situazione attuale (ante-operam), consistente nell'analisi del clima acustico attuale e nella definizione delle sorgenti esistenti riferibili alle emissioni prodotte dal traffico. La metodologia di misura seguita è consistita nell'esecuzione di una serie di rilievi fonometrici, all'interno o in prossimità dell'area oggetto di intervento, effettuando anche un conteggio dei flussi veicolari, confrontati poi con i dati disponibili nelle banche dati tenute dagli enti gestori delle strade. In particolare, sono stati eseguiti una serie di monitoraggi a tempo parziale in posizioni adeguatamente distanti dalle sorgenti stradali, al fine di stimare i differenti contributi delle sorgenti individuate,
- caratterizzazione e stima delle sorgenti sonore di progetto, che è consistita nella valutazione delle modificazioni alle sorgenti rumorose determinate dalla realizzazione dell'intervento progettato, tenuto conto anche delle caratteristiche delle emissioni attese durante il periodo di costruzione della nuova infrastruttura. Sulla base di tali dati è stato determinato l'incremento del rumore complessivo e la modifica del clima acustico attesa.
- verifica del rispetto dei limiti di legge e della compatibilità acustica dell'intervento programmato rispetto alla classificazione dell'area ed ai limiti vigenti.

Al completamento delle suddette fasi di studio, ne risulta pertanto valutata previsionamente l'efficacia dei provvedimenti mitigativi proposti dall'intervento, con l'indicazione delle modifiche da apportarvi per ottenerne la completa efficienza.

5.7.2 Riferimenti normativi

Le norme e le disposizioni di legge seguite per l'esecuzione dello studio acustico sono sinteticamente le seguenti:

- legge n. 447/95 "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*";
- delibera DDG ARPAV n. 3/2008 contenente le *linee guida per la redazione dei documenti di impatto e clima acustico*;

- DM Ambiente 16.03.98 “*Tecniche di rilevazione e di Misura dell'inquinamento acustico*”;
- DPR n. 142 del 30.03.2004 “*Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447*”.

In particolare, le disposizioni di tale ultimo decreto si applicano (art.3):

- a) alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;
- b) alle infrastrutture di nuova realizzazione.

L'intervento oggetto della valutazione riguarda la realizzazione di una nuova infrastruttura in Variante alla SS 14 – Triestina, che risulta classificata quale strada di tipo C1 (extraurbana secondaria). Per tipo di strade il DPR 142 prescrive una fascia di pertinenza acustica della profondità di 250 ml, fissando i limiti nel periodo di riferimento diurno e notturno, rispettivamente in 65 e 55 dB(A), in corrispondenza di tutti i recettori ad esclusione di scuole, ospedali, case di cura e di riposo, per i quali sono stabiliti limiti rispettivamente pari a 50 dB(A), in periodo di riferimento diurno e 40 dB(A) in periodo di riferimento notturno. Tali limiti valgono esclusivamente per il rumore prodotto dalla infrastruttura stradale, mentre al di fuori delle fasce di pertinenza acustica devono essere rispettati i limiti di zona stabiliti dalla classificazione acustica comunale.

5.7.3 Classificazione acustica comunale

Il Comune di Venezia è dotato di Piano di Classificazione Acustica del territorio, nel quale sono fissati i valori massimi dei livelli sonori tollerabili nelle diverse zone secondo le prescrizioni del DPCM 01.03.1991, della Legge 26.10.1995 n. 447 e del DPCM 14.11.1997:

Classe di destinazione d'uso del territorio	Valori limite di immissione dB(A)	
	Diurno (06.00 - 22.00)	Notturmo (22.00 - 06.00)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

L'ambito territoriale interessato dal progetto ricade in un contesto di tipo misto ed interessa prevalentemente aree di classe III e, limitatamente, un'area di classe II e IV.

5.7.4 Caratterizzazione area di intervento

Al fine di caratterizzare acusticamente l'area di riferimento della nuova infrastruttura, sono state individuate le principali sorgenti di rumore presenti, la cui fonte principale è dovuta al traffico

sulle strade di contorno, dove il contributo rumoroso è differenziato in relazione alle posizioni di misura. I flussi di traffico sono risultati costanti durante l'intero periodo della giornata, con lieve incremento nelle ore di punta; i flussi in periodo notturno, invece, appaiono sensibilmente ridotti. Detti flussi sono stati rilevati contestualmente alle campagne di misura. Anche il livello complessivo della rumorosità di fondo è influenzato dalle strade di contorno, oltre che dalla presenza di alcune attività produttive.

5.7.4.1 Individuazione dei recettori

Dai sopralluoghi effettuati in loco, sono stati rilevati i recettori potenzialmente soggetti al disturbo acustico arrecato dalla nuova infrastruttura. La maggior parte dei recettori individuati sono costituiti da edifici a carattere residenziale o misto. Sono stati anche individuati dei recettori di tipo scolastico per i quali sono indicati limiti inferiori.



Censimento dei ricettori censiti nello studio acustico allegato.

Pur non essendo stato possibile condurre una campagna di misura maggiormente prolungata nel tempo, al fine di caratterizzare i livelli di rumore prodotti dalle infrastrutture stradali esistenti in differenti periodi di stagionalità, ai fini delle simulazioni si sono confrontati i dati dei flussi di traffico direttamente rilevati, con quelli rilevati dal Comune di Venezia in una campagna di monitoraggio del rumore e del traffico stradale condotta sulla stessa infrastruttura nel 2013 e con quelli utilizzati nella redazione del PGTU del 2002.

Per la valutazione relativa al progetto si sono considerati i dati maggiormente penalizzanti (rilevati dal Comune di Venezia), opportunamente ridistribuiti su tutte le infrastrutture. Per i flussi di traffico relativi al periodo di riferimento notturno, in assenza di valori direttamente rilevati su un campione significativo, ci si è basati su altri studi che indicano una riduzione percentuale

media di flussi pari a circa il 25% rispetto al periodo diurno, corrispondente a una riduzione di circa 10 dB, coerente con la riduzione dei valori limite per i due periodi di riferimento di cui sopra.

I rilievi dei flussi direttamente rilevati sono stati utilizzati per la taratura del modello di calcolo.

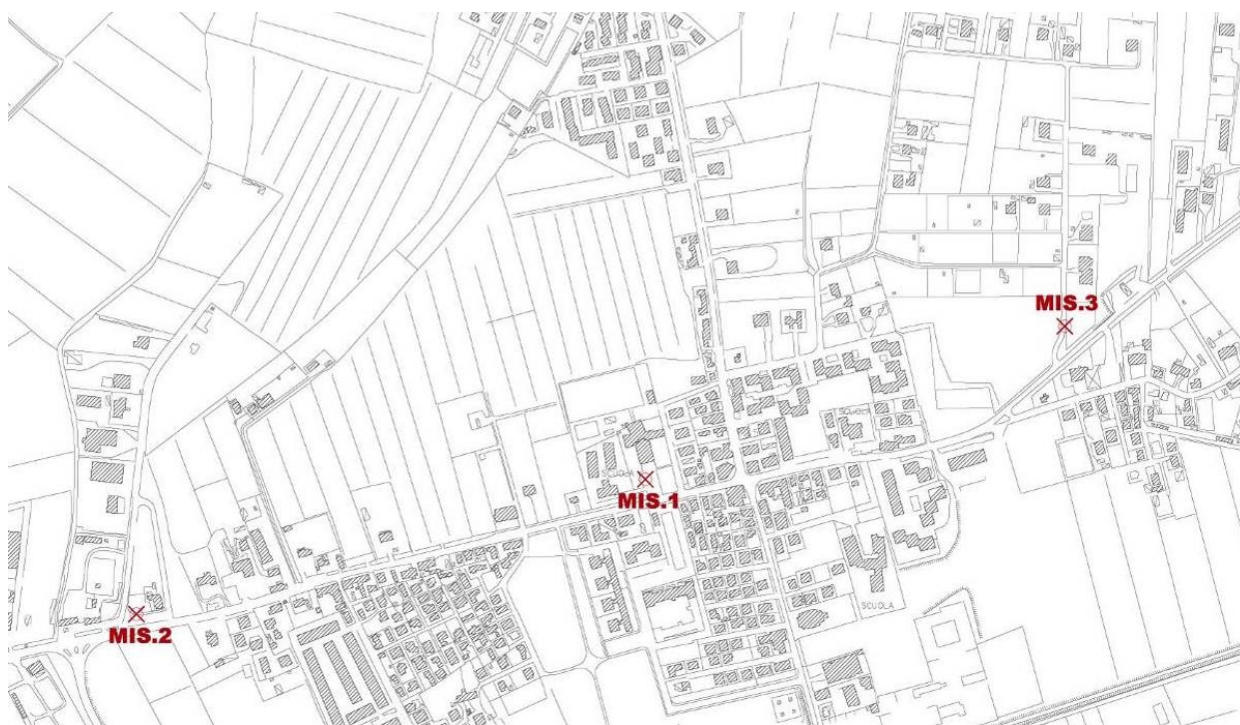
Il contributo delle singole sorgenti non risulta direttamente valutabile. Il contributo dovuto alle strade di contorno è stato quindi valutato nel complesso, ipotizzando i singoli contributi proporzionali ai flussi di traffico che le interessano.

5.7.4.2 Rilevazioni fonometriche eseguite

Le specifiche delle misure eseguite sono le seguenti:

- 1) **Misura n. 1** del 04.02.2016, nella fascia oraria 10:00 - 11:00, con stazione posta a margine della SS 14, a circa 25 metri dal ciglio stradale (misurazione di 20 minuti con rilievo dei flussi di traffico sulle strade di contorno visibili).
- 2) **Misura n. 2**, del 04.02.2016, fascia oraria 11:00 - 12:00, con stazione collocata a margine della SS 14, a circa 15 metri dal ciglio stradale (misurazione di 20 minuti con rilievo dei flussi di traffico sulle strade di contorno visibili).
- 3) **Misura n. 3**, del 04.02.2016, fascia oraria 11:00 - 13:00, con punto di misura posto a margine della SS 14, a circa 30 metri dal ciglio stradale (misurazione di 20 minuti con rilievo dei flussi di traffico sulle strade di contorno visibili).

Le schede di rilevazione sono allegate in calce allo studio acustico a sua volta allegato al presente documento.



Ubicazione delle stazioni di misura utilizzate per le rilevazioni dello studio acustico allegato.

I risultati di maggior rilevanza, ai fini della valutazione del clima acustico, caratterizzanti lo scenario di ante-operam, sono i seguenti.

Misura	Descrizione	Periodo	Durata misura	Laeq dB(A) Totale	Laeq dB(A) Utile
1	Campo libero, a circa 25 metri da SS 14	Diurno	20'00''	62.5	62.5
2	Campo libero, a circa 15 metri da SS 14	Diurno	20'00''	63.1	63.1
3	Campo libero, a circa 30 metri da SS 14	Diurno	20'00''	61.6	61.6

Da tali dati si deduce la dipendenza del livello di rumore dalla distanza rispetto alle principali sorgenti stradali, con un generale sostanziale rispetto dei valori di emissione per la sorgente stradale SS 14 all'interno della fascia di pertinenza acustica e con possibili superamenti in prossimità della stessa in presenza di recettori sensibili.

5.7.5 Clima acustico determinato dalla realizzazione del progetto

5.7.5.1 Stime dei flussi di traffico ai fini delle simulazioni

Al fine di poter ipotizzare il clima acustico complessivo post intervento nei periodi di riferimento diurno e notturno, si confrontati i dati direttamente rilevati con quelli del Comune di Venezia opportunamente ridistribuiti anche sulla strada oggetto di nuova realizzazione. Tali dati risultano quelli maggiormente penalizzanti tra quelli disponibili.

I dati direttamente rilevati sono stati invece utilizzati unicamente ai fini della taratura del modello di calcolo.

5.7.5.1.1 Stima del flusso di traffico esistente

Stima flussi di traffico su SS 14 - via Orlanda, nel periodo di riferimento DIURNO

- da rilievi condotti:

Direzione Mestre 374 Veicoli/ora con 7,7% di mezzi pesanti

Direzione Trieste 336 Veicoli/ora con 5,6% di mezzi pesanti

TOTALE entrambe le direzioni 710 Veicoli/ora con 6.7% di mezzi pesanti.

- dati Comune di Venezia:

Direzione Mestre 844 Veicoli/ora

Direzione Trieste 946 Veicoli/ora

TOTALE entrambe le direzioni 1.790 Veicoli/ora. Non sono note le percentuali di mezzi pesanti.

Stima flussi di traffico su SS 14 - via Orlanda, nel periodo di riferimento NOTTURNO

- dati Comune di Venezia:

Direzione Mestre 211 Veicoli/ora con 1% di mezzi pesanti

Direzione Trieste 237 Veicoli/ora con 1% di mezzi pesanti

Per le simulazioni si sono utilizzati, quali valori dello stato attuale, quelli del Comune di Venezia, risultati maggiormente penalizzanti e mantenendo le percentuali di mezzi pesanti direttamente rilevate. Per il periodo notturno si è utilizzata una percentuale di veicoli pari al 25% (dato da letteratura) con una percentuale di mezzi pesanti dell'1%.

5.7.5.1.2 Stima del traffico di progetto

Dalla relazione progettuale relativa ai flussi veicolari risultano stimati i seguenti carichi:

- Variante alla SS 14 – Periodo di riferimento DIURNO
Direzione Mestre 775 Veicoli/ora con 7,7% di mezzi pesanti
Direzione Trieste 802 Veicoli/ora con 5,6% di mezzi pesanti
TOTALE entrambe le direzioni 1.577 Veicoli/ora.
- Residuo SS 14 via Orlanda – Periodo di riferimento DIURNO:
Direzione Mestre 69 Veicoli/ora con 7,7% di mezzi pesanti
Direzione Trieste 144 Veicoli/ora con 5,6% di mezzi pesanti
TOTALE entrambe le direzioni 213 Veicoli/ora.
- Variante alla SS 14 – Periodo di riferimento NOTTURNO
Direzione Mestre 194 Veicoli/ora con 1% di mezzi pesanti
Direzione Trieste 200 Veicoli/ora con 1% di mezzi pesanti
TOTALE entrambe le direzioni 394 Veicoli/ora.
- Residuo SS 14 via Orlanda – Periodo di riferimento NOTTURNO:
Direzione Mestre 17 Veicoli/ora con 1% di mezzi pesanti
Direzione Trieste 36 Veicoli/ora con 1% di mezzi pesanti
TOTALE entrambe le direzioni 53 Veicoli/ora.

Dove si sono mantenute le percentuali di mezzi pesanti direttamente rilevate sullo stato attuale. Per il periodo di riferimento notturno si è utilizzata una percentuale di veicoli pari al 25% (dato da letteratura), con una percentuale di mezzi pesanti pari al 1%.

5.7.5.2 Simulazioni

Per le valutazioni del clima acustico oggetto dello studio si è utilizzato un modello di calcolo e di mappatura delle simulazioni ottenuto mediante un software dedicato, IMMI 5.2, con l'utilizzo di un database integrato, verificato mediante preliminare calcolo su singoli ricettori, coincidenti con i punti di misura strumentale, al fine di verificare le eventuali discordanze rispetto ai valori direttamente misurati.

L'accuratezza del calcolo è fissata in un valore ± 2 dB(A), conformemente alla norma di riferimento ISO 9613.

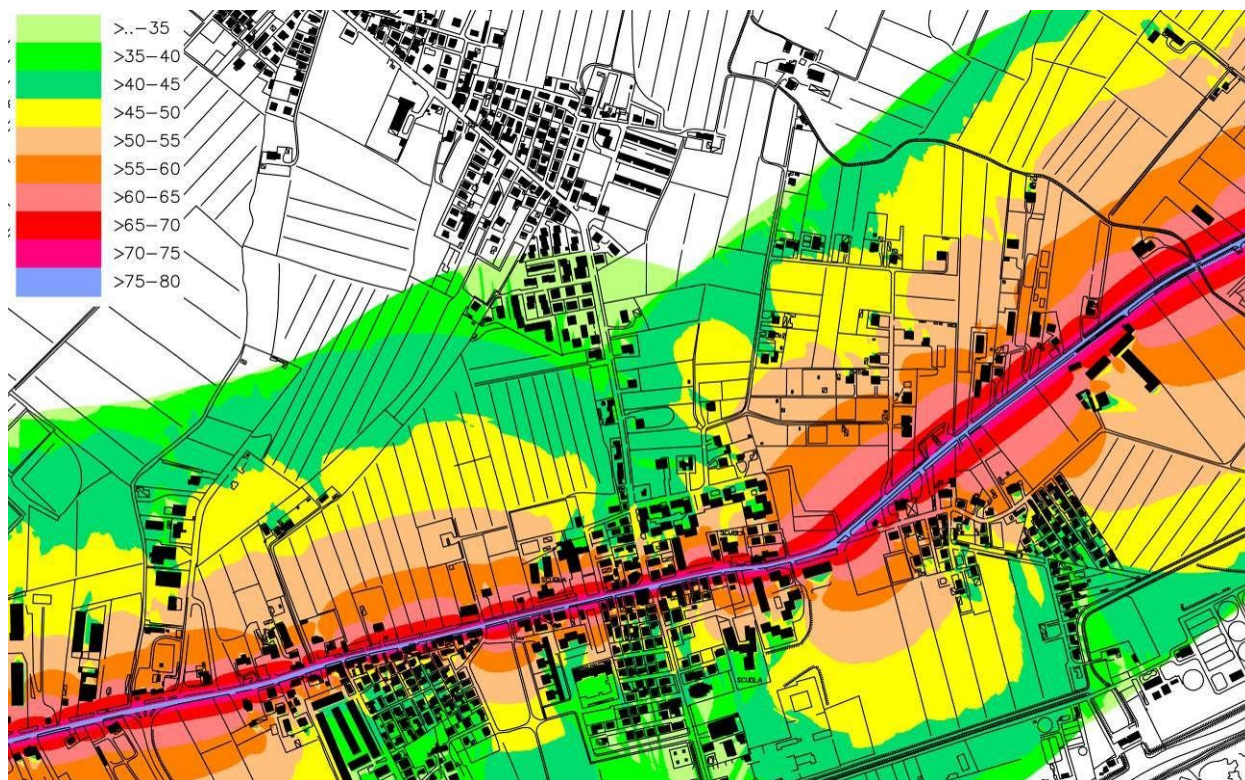
Il modello è stato altresì verificato eseguendo, in via preliminare, una verifica utilizzando i dati relativi all'ante operam, relativamente ai flussi rilevati e confrontando i risultati della simulazione con i valori direttamente misurati strumentalmente, accertando la correttezza della taratura del modello.

Sulla scorta dei risultati delle suddette verifiche, puntualmente descritte nell'allegato Studio Acustico, si può quindi ritenere valido il risultato ottenuto con il modello di simulazione ed estenderlo alla situazione ante e post intervento per ottenere una mappatura complessiva dell'area.

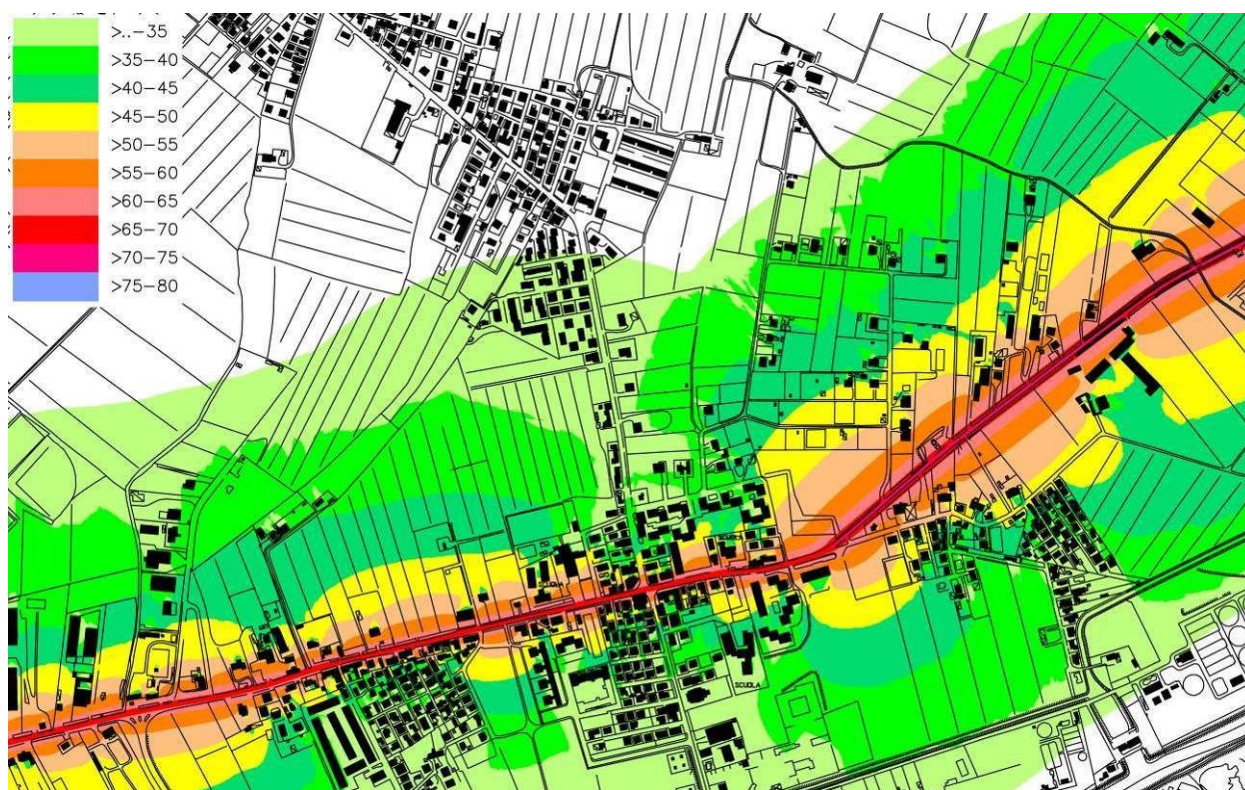
5.7.5.2.1 Simulazioni del clima acustico Ante Opera

I dati utilizzati per la simulazione, nei periodi di riferimento diurno e notturno, sono quindi quelli del Comune di Venezia e le relative mappe simulative sono rispettivamente riportate negli Allegati 1 e 2 dello Studio Acustico.

La simulazione restituisce livelli di emissioni in superamento dei limiti per la fascia pertinenza acustica in corrispondenza di molti recettori residenziali. Tali superamenti dipendono dalla prossimità degli edifici alla sorgente stradale ed in generale entro i primi 15 metri di distanza da questa. Superamenti risultano anche in corrispondenza delle strutture scolastiche prossime all'infrastruttura. I dati puntuali sono riportati nelle tabelle contenute nello Studio Acustico.



Mappa dell'isolivello sonoro simulato Laeq (dBA) a quota + 4,00 – Ante Opera diurno.



Mapa dell'isolivello sonoro simulato Laeq (dBA) a quota + 4,00 – Ante Opera notturno.

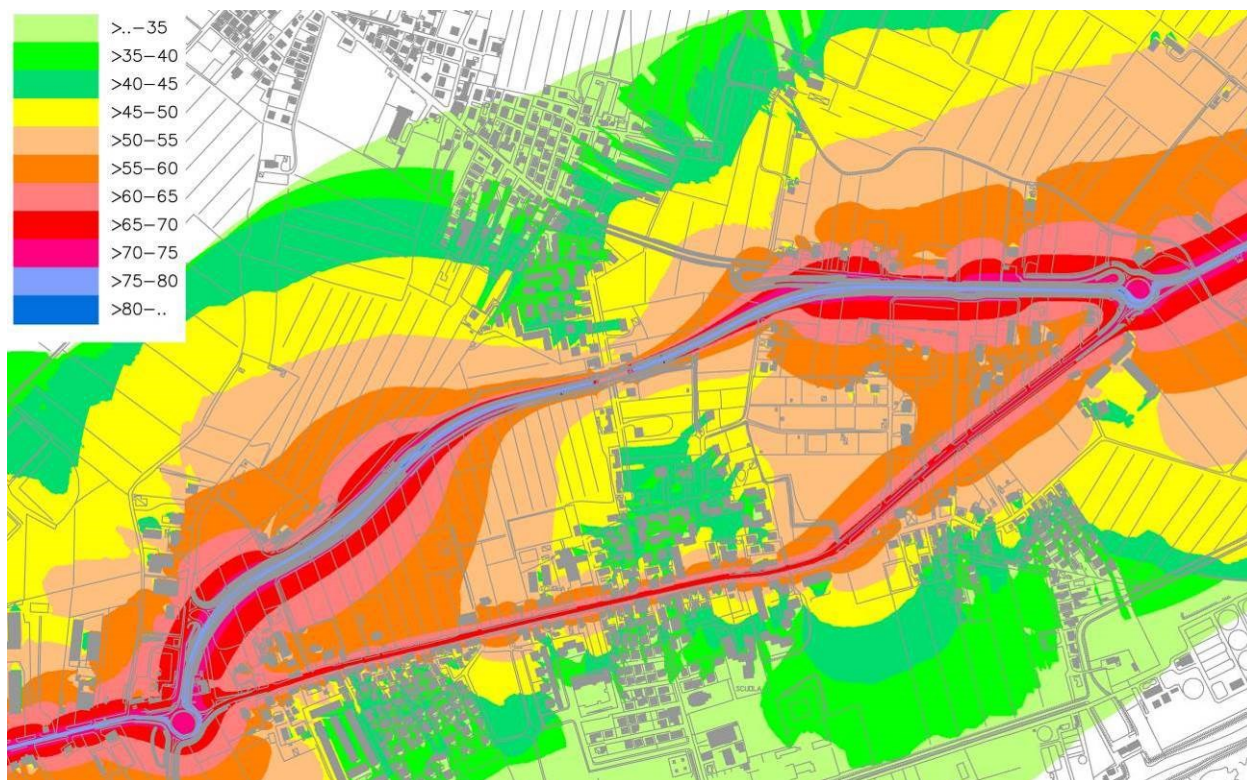
5.7.5.2.2 Simulazioni del clima acustico Post Opera

Le simulazioni di post opera sono state eseguite tenendo conto anche dell'apporto fornito dai provvedimenti mitigativi contenuti nel progetto, consistenti nell'installazione di barriere acustiche fonoassorbenti poste a margine della strada, aventi altezza pari a cm 250 e sviluppo variabile, il cui posizionamento è riportato nella figura seguente.

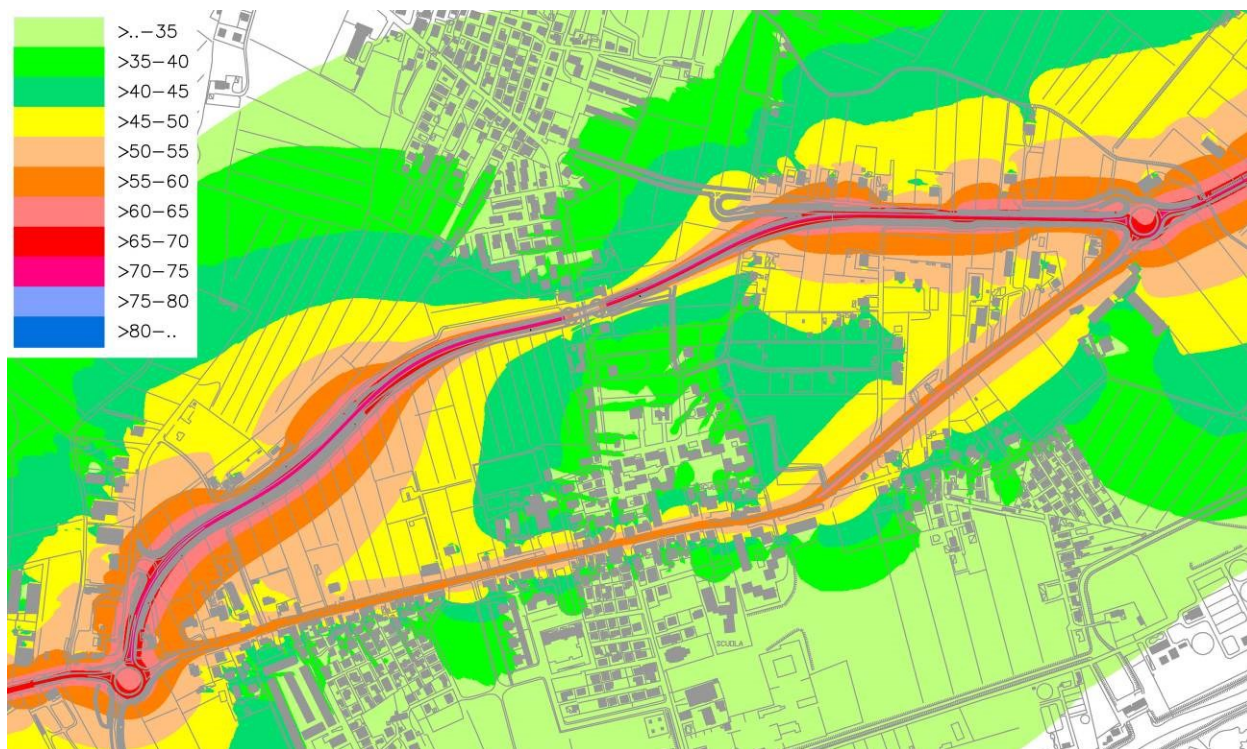


Ubicazione delle barriere acustiche di progetto (in giallo la parte di tracciato in trincea).

I risultati delle simulazioni di post opera, diurno e notturno, sono contenuti rispettivamente negli allegati 3 e 4 allo Studio Acustico.



Mappa dell'isolivello sonoro simulato Laeq (dBA) a quota + 4,00 – Post Opera diurno.



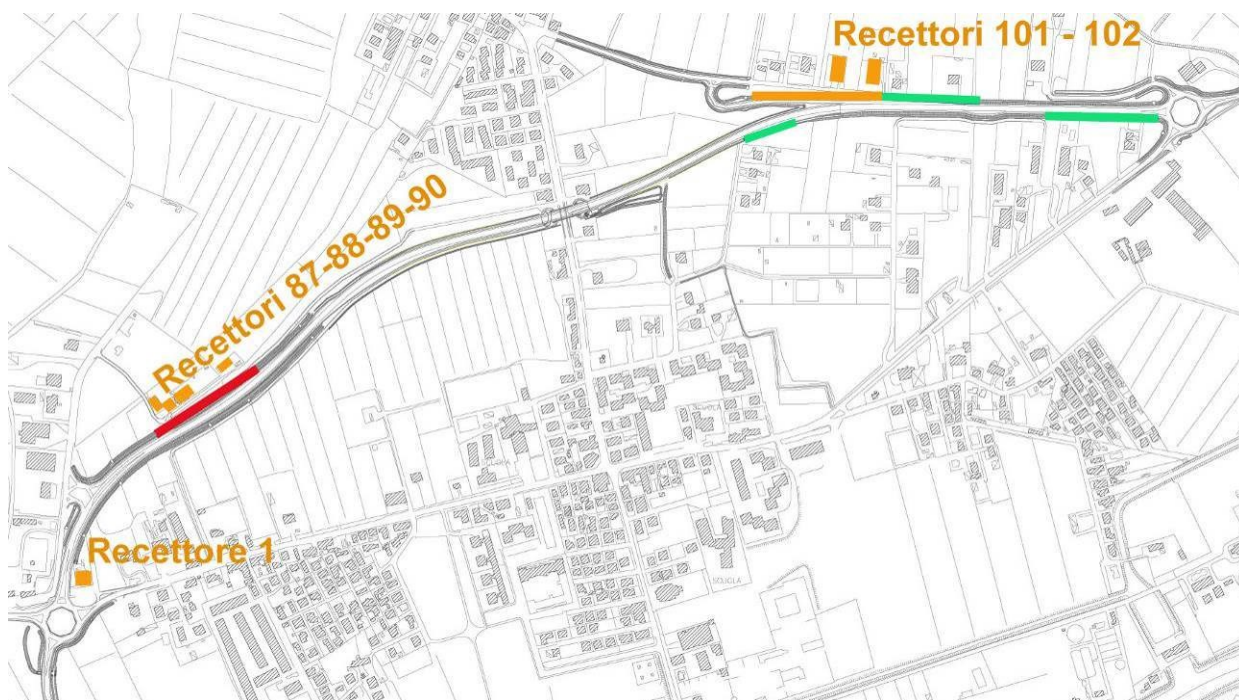
Mappa dell'isolivello sonoro simulato Laeq (dBA) a quota + 4,00 – Post Opera notturno.

Lo studio acustico, in conclusione evidenzia i seguenti aspetti:

- il progetto apporta notevoli miglioramenti in corrispondenza di tutti i recettori posti lungo la SS 14 - via Orlanda, con sostanziale rispetto dei limiti di pertinenza acustica in tutte le

posizioni;

- alcuni possibili superamenti persistono ancora rispetto ai recettori scolastici soggetti a limiti inferiori, comunque con sensibili decrementi dei livelli pari a circa 10 dB;
- anche per i recettori posti lungo il nuovo tracciato appaiono rispettati i valori previsti entro la fascia di pertinenza acustica, considerando il contributo delle mitigazioni previste;
- fa eccezione il recettore R1 posto in prossimità della rotatoria di progetto su via Carlo Martello (rotatoria Ovest), presso la quale non appare possibile un intervento di schermatura con barriere acustiche, che impedirebbe la visibilità in accesso alla rotatoria, dove pertanto si suggerisce un intervento diretto sull'isolamento acustico della parte residenziale (adeguamento dei serramenti esterni), come previsto dal DPR 142/2004 art. 6 comma 2;
- al fine di rimuovere le criticità comunque rilevate con le simulazioni dello studio acustico, **è opportuno adeguare il progetto delle mitigazioni acustiche**, apportando le seguenti correzioni:
 - 1) per proteggere le abitazioni lungo via Casilina anche al piano primo, dove usualmente trovano collocazione locali adibite a camere da letto, **occorre aumentare l'altezza della barriera portandola a 3,50 ml**;
 - 2) per proteggere i recettori R101 e R102 **la barriera deve essere prolungata di circa 120,00 ml**;
 - 3) Per proteggere i recettori R87, R88, R89 e R90, lungo il nuovo tracciato, deve essere **realizzata una barriera di altezza pari ad almeno 2,50 ml e con lunghezza pari a circa 180,00 ml**.



Interventi di adeguamento al progetto delle mitigazioni acustiche.

5.8 VIBRAZIONI

5.8.1 Problematiche d'impatto e attività previste

I problemi determinati dalle vibrazioni prodotte in fase di cantiere possono derivare da emissione dirette di vibrazioni dovute alle lavorazioni e da emissione di rumore a bassa frequenza, in relazione ai fattori causali e agli effetti riassunti nella tabella seguente.

Fattori causali e impatti potenziali

<i>Problematiche</i>	<i>Principali Fattori Causali</i>	<i>Effetti Potenziali</i>
Emissione vibrazioni	Demolizioni strutture esistenti in cemento armato o banchi di roccia con martelli pneumatici, martelloni. Scavi con mezzi meccanici. Riporti con mezzi meccanici. Compattazione sottofondi rilevati effettuata con vibrocompattatori o rulli. Transito di mezzi pesanti.	Vibrazioni trasmesse dal terreno agli elementi strutturali degli edifici, con emissione di rumore per via solida.
Emissione rumore a bassa frequenza	Macchine operatrici nell'area di cantiere.	Vibrazioni elementi strutturali (vetri, suppellettili) con emissione di rumore in corrispondenza delle frequenze di risonanza.

I parametri fisici necessari per impostare un calcolo di previsione della componente vibrazioni sono numerosi; quelli più importanti sono i seguenti:

- Caratteristiche dello spettro di emissione della sorgente (mezzi di cantiere, auto, camion etc.) in funzione del tipo di tracciato.
- Variazione dello spettro di emissione del mezzo in funzione della velocità.
- Variazione del livello di vibrazione in funzione della distanza del ricettore dalla sorgente.
- Variazione del livello di vibrazione in funzione della tipologia delle fondazioni degli edifici da prendere in esame.
- Propagazione delle vibrazioni all'interno dei suddetti edifici.
- Trasformazione della vibrazione strutturale dell'edificio in rumore interno.

In generale gli aspetti che intervengono nel condizionare l'importanza del disturbo vibro-acustico negli edifici ricettori sono principalmente i seguenti (vedi tabella seguente):

Fattori e modalità di influenza nella trasmissione delle vibrazioni

<i>Fattori</i>	<i>Modalità di influenza</i>
Natura e caratteristiche del terreno.	La propagazione delle vibrazioni è favorita dalla rigidità e conseguente maggiore o minore elasticità del terreno.
Distanza tra piano-quota cantiere/piano futuro del traffico stradale urbano e fondazioni.	Gli effetti delle vibrazioni tendono a svanire all'aumentare della distanza dalla loro fonte di origine.
Caratteristiche delle fondazioni degli edifici.	La perdita di energia all'interfaccia fra fondazione e terreno è molto più grande di quella che si

	verifica nella massa del fabbricato che su di essa insiste, in altre parole quanto più grande è la capacità portante – tanto maggiore è l'energia di vibrazione che può essere assorbita. Le perdite di accoppiamento dipendono anche dal tipo di fondazione.
Caratteristiche strutturali degli edifici.	Le vibrazioni trasmesse all'edificio dipendono dalla massa dello stesso e saranno minori quanto maggiore sarà la massa del medesimo.

Occorre inoltre tenere presente gli effetti che le vibrazioni di una certa entità producono:

- Vibrazioni che creano disturbo alle persone, le quali percepiscono un tremolio che si propaga lungo il corpo;
- Vibrazioni che possono arrecare danno alle strutture edilizie con la formazione di crepe sull'intonaco, sul pavimento o con l'insorgere di danni più gravi;
- Vibrazioni che possono indurre rumori indesiderati alle basse frequenze all'interno delle abitazioni, o rumori secondari quali tintinnio di oggetti.

La sorgente di vibrazione può eccitare modi diversi di vibrazione in relazione alla direzione, intensità e frequenza della forza trasmessa al terreno ed in relazione alle caratteristiche meccaniche del mezzo solido. La perturbazione elastica raggiungerà l'edificio attraverso le fondazioni, producendo i propri effetti in ragione dell'intensità dell'emissione e interessando uno spettro di conseguenze che variano dal disturbando alle persone occupanti l'edificio, al danno causato alle strutture (muri di tamponamento, divisori, ecc.). L'effetto sulle strutture e sulle persone dipende dal modo di propagazione ed in particolare dall'intensità delle componenti verticale ed orizzontale. L'attenuazione dell'onda elastica nel terreno è determinata dalle costanti elastiche e di smorzamento del terreno stesso, dal modo di propagazione e dal tipo di sorgente.

5.8.2 Analisi dei potenziali effetti negativi

Per produrre un effetto significativo, le sorgenti di vibrazioni devono essere prossime agli edifici (in genere a non più di qualche decina di metri).

Per quanto concerne gli effetti, le vibrazioni negli edifici possono costituire un disturbo per le persone esposte e, se di intensità elevata, possono arrecare danni architettonici o strutturali agli edifici stessi.

Sorgenti di vibrazione quali attività di cantiere e traffico stradale, possono essere causa di disturbo per gli abitanti di edifici oltre alla possibile causa di potenziali danni alle strutture, soprattutto in presenza di edifici particolarmente critici (per conformazione strutturale e/o per utilizzo).

In generale, danni strutturali all'edificio nel suo insieme attribuibili a fenomeni vibratorii sono estremamente rari e quasi sempre derivano dal concorso di altre cause. Affinché le vibrazioni possano arrecare danni strutturali è comunque necessario che le vibrazioni raggiungano livelli tali da comportare fastidio e disturbo negli abitanti.

Altre forme di danno riguardano livelli vibrazionali definiti “di soglia”, che, senza compromettere la sicurezza strutturale degli edifici, ne possono determinare una riduzione del valore d’uso. I danni di soglia si presentano sotto forma di fessure nell’intonaco, accrescimenti di fessure già esistenti, danneggiamenti di elementi architettonici.

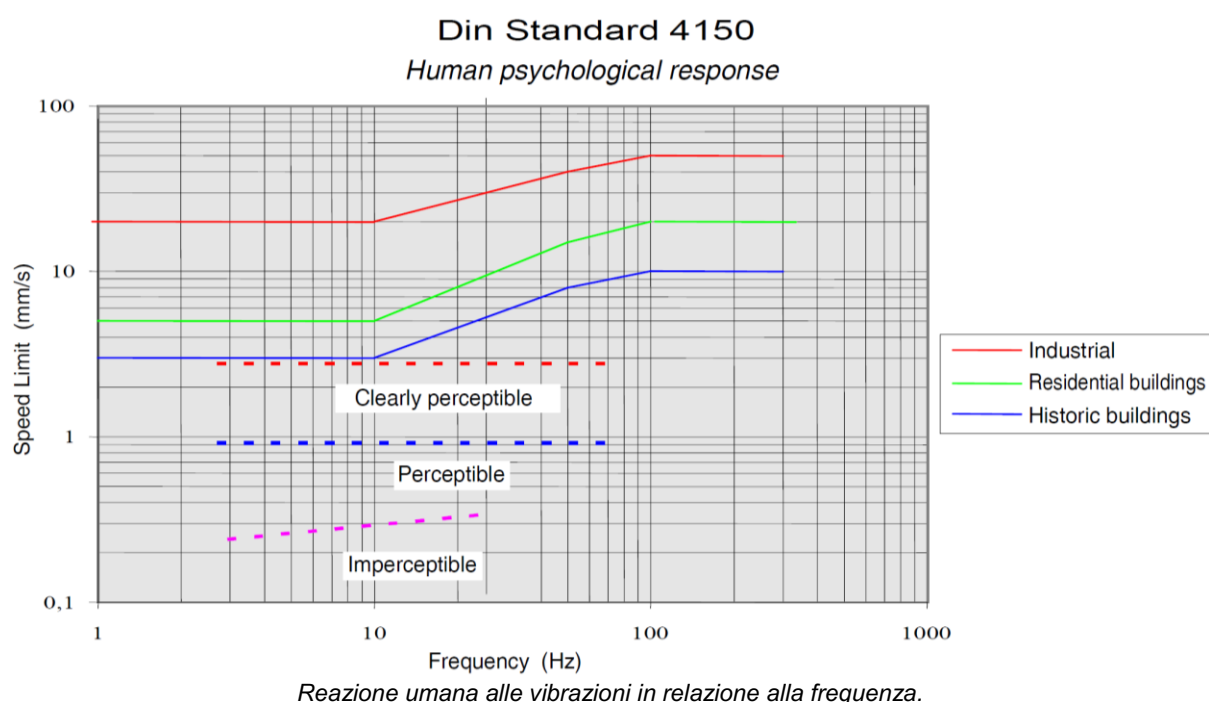
Le vibrazioni possono essere anche causa di danneggiamenti o malfunzionamenti di apparecchiature all’interno degli edifici. Particolare attenzione occorre prestare alla valutazione di tali effetti per edifici sensibili come gli ospedali dove, nelle sale operatorie, ad esempio, vibrazioni strutturali potrebbero comportare effetti negativi sulle attività da svolgere.

In generale, la norma UNI 9916 pur non fornendo limiti ben definiti, indica una guida relativa al metodo di valutazione degli effetti dei fenomeni vibratori sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

La norma classifica le definizioni di danno in funzione degli effetti che le vibrazioni provocano agli edifici secondo la seguente terminologia:

- danno di soglia: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici intonacate o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazione di fessure filiformi nei giunti a malta delle costruzioni in mattoni e in calcestruzzo;
- danno minore: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o pezzi di intonaco di muri a secco; formazione di fessure in blocchi di mattoni o di calcestruzzo;
- danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nelle colonne di supporto; apertura di giunti; serie di fessure nella muratura.

Nella figura seguente si riporta lo schema previsto dalla norma tedesca, DIN Standard 4150, in riferimento alla percezione psicologica dell’uomo relativamente alle vibrazioni strutturali



Nella tabella successiva sono riportate le definizioni delle 4 classi in cui è suddivisa la percezione in relazione alla velocità delle emissioni:

<i>Class level</i>	<i>Velocity (mm/s)</i>	<i>Psychological sensitivity (statistical reaction in humans)</i>
1	> 3.0	Annoying
2	> 1.0	Clearly perceptible
3	> 0.3	Perceptible
4	< 0.3	Imperceptible

Definizione delle classi di impatto ambientale delle vibrazioni (DIN 4150).

5.8.3 Quadro di riferimento normativo

Esistono numerose norme tecniche, emanate in sede internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo e del danno in edifici interessati da fenomeni vibrazionali.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 “*Evaluation of human exposure to whole body vibration / Continuous and shockinduced vibration in buildings (1 to 80 Hz)*”. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma **UNI 9614** “*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*”. Tale norma valuta la percezione umana del fenomeno vibratorio e la “soglia di disturbo” in ambiente residenziale.

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla **UNI 9916** “*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*”, norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui vengono richiamate le norme DIN 4150 e BS 7385. La norma fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici (rischio di danni strutturali), con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

Perché possano accadere danni strutturali devono verificarsi fenomeni vibratorii molto intensi, che possono instaurarsi solo a seguito dell'azione di speciali macchine da cantiere progettate in modo da far vibrare volutamente i manufatti: fra esse assumono particolare rilevanza i rulli compattatori vibranti, le macchine per la infissione di pali di fondazione mediante battitura, ed i sistemi di infissione delle palancole mediante vibratore idraulico. I livelli di vibrazioni a cui, secondo la norma UNI 9916, comincia a verificarsi un minimo rischio di piccole lesioni (cavillature di intonaci, etc.) sono indicati, per edifici particolarmente delicati, al di sopra dei 2-5 mm/s di velocità di vibrazioni. Tali livelli non sono raggiungibili ne' dal normale traffico veicolare su una infrastruttura di trasporto, ne' dalle attività di cantierizzazione “normali”, e restano possibili solo quando entrano in azione le macchine dotate di vibratorii sopra esemplificate, o quando si fa uso di esplosivi.

Prima di presentare i valori limite suggeriti dalle diverse normative, è necessario introdurre le grandezze fisiche usate al fine di quantificare gli effetti vibratorii sull'uomo e sulle strutture

edilizie.

Per fenomeni vibratori si intendono i moti delle strutture (in questo caso edili) a frequenze comprese fra 1 e 80 Hz. Normalmente la caratterizzazione viene effettuata in termini di valore medio efficace (RMS) della velocità (in mm/s) oppure della accelerazione (in mm/s²): si usa solitamente la velocità per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici, e l'accelerazione (ponderata) per valutare la percezione umana.

Per la misurazione, si utilizzano normalmente accelerometri, che ovviamente forniscono il livello di accelerazione, o "geofoni", che forniscono un segnale proporzionale alla velocità.

È tuttavia agevole convertire i valori di accelerazione a nei corrispondenti valori di velocità v , nota la frequenza f , tramite la relazione: $v = a/2 \pi f$.

Convenzionalmente, in analogia con le analisi del rumore, sia i valori di velocità che quelli di accelerazione vengono valutati sulla scala dei dB, tramite le relazioni:

$$L_{acc} = 20 \log \frac{a}{a_0} \quad \text{dove } a_0 = 0.001 \frac{mm}{s^2} = 10^{-6} \text{ m/s}^2$$
$$L_{vel} = 20 \log \frac{v}{v_0} \quad \text{dove } v_0 = 1 \cdot 10^{-6} \frac{mm}{s}$$

Va osservato che, un determinato evento vibrazionale dà luogo, in generale, a valori in dB di accelerazione e velocità del tutto diversi, dipendentemente dalle frequenze interessate.

Si può osservare che normalmente un calibratore per accelerometri fornisce un valore di accelerazione RMS pari a 10 m/s², ad una frequenza di 159.15 Hz (cosicché $2 \cdot \pi \cdot f$ risulta pari a 1000 rad/s). Tale segnale di calibrazione corrisponde dunque ad una velocità di vibrazione di 10 mm/s. Il livello di accelerazione L_{acc} risulta pari a 140 dB e il livello di velocità risulta pari anch'esso a 140 dB.

Si evidenzia, però, che la corrispondenza dei due livelli si verifica solo a tale particolare frequenza (che difatti viene usata dal calibratore proprio a tale scopo), mentre in generale, a frequenze più basse, il livello di velocità è più elevato del livello di accelerazione, visto che la frequenza si trova al denominatore nella formula di conversione: a 40 Hz, ad esempio, ad un livello di accelerazione di 100 dB corrisponde un livello di velocità di 112 dB.

L'uso del filtro di ponderazione, impiegato per valutare gli effetti sull'uomo dei fenomeni vibratori, porta a valori in dB di accelerazione ponderata ancora diversi dai "semplici" livelli di accelerazione e di velocità, sebbene sia possibile passare dall'uno all'altro con semplici operazioni matematiche. Proseguendo nell'esempio sopraindicato (livello di accelerazione di 100 dB a 40 Hz), si scopre che il livello di accelerazione ponderata è significativamente inferiore, risultando infatti pari a 83 dB.

È necessario dunque prestare molta attenzione allorché si esprima l'entità di un fenomeno vibrazionale nella scala dei dB, occorre sempre esplicitare se si tratta di un valore in dB di

velocità, di accelerazione, oppure di accelerazione ponderata.

5.8.3.1 Esposizione umana alle vibrazioni

5.8.3.1.1 Norma ISO 2631/2

La ISO 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a_{rms} definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove $a(t)$ è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione.

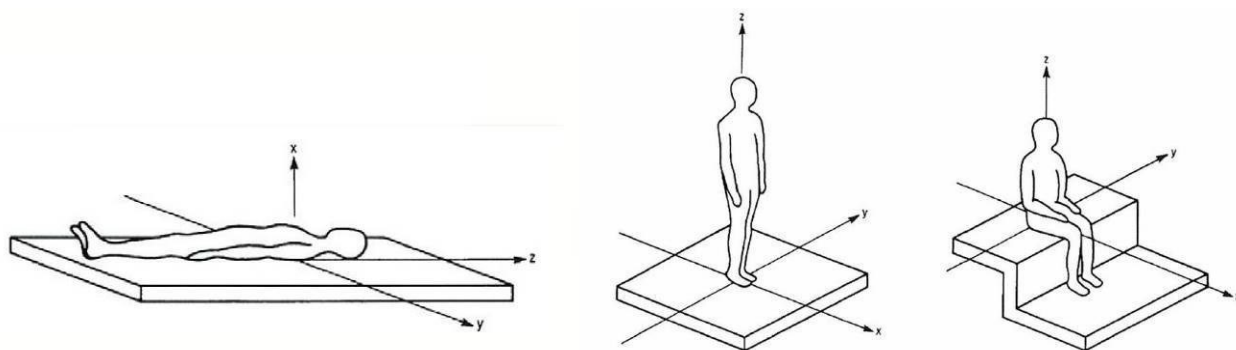
La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava), che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X, Y e alla combinazione dei tre assi (i valori numerici delle curve base sono riportati nella tabella nella figura seguenti).

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

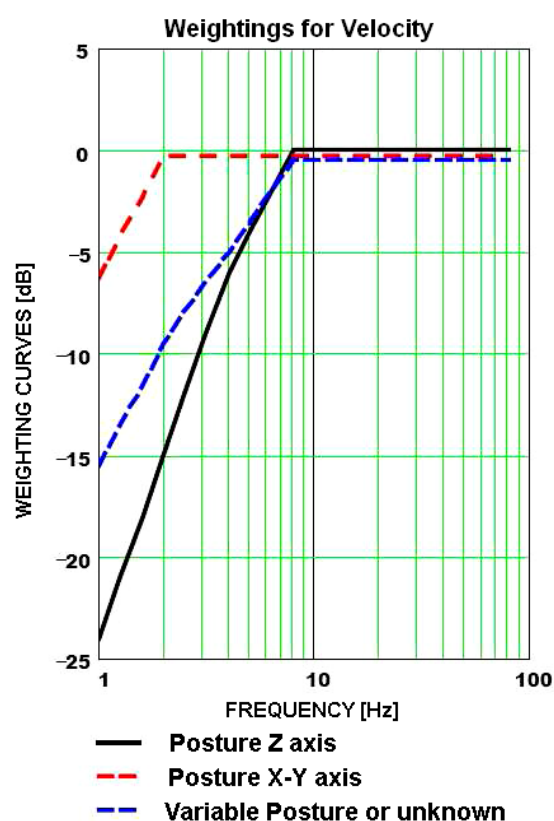
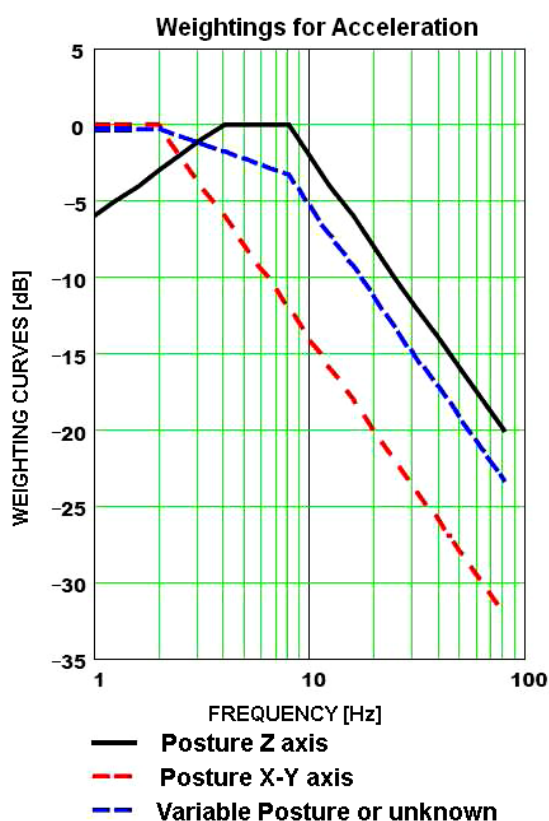
Valori numerici per le curve di ponderazione.

Frequency [Hz]	Acceleration in $m/s^2 \cdot 10^{-3}$		
	Axis Z	Axes X-Y	Combined Axes
1	10.00	3.60	3.60
1.25	8.90	3.60	3.60
1.6	8.00	3.60	3.60
2	7.00	3.60	3.60
2.5	6.30	4.51	3.72
3.15	5.70	5.68	3.87
4	5.00	7.21	4.07
5	5.00	9.02	4.30
6.3	5.00	11.40	4.60
8	5.00	14.40	5.00
10	6.30	18.00	6.30
12.5	7.81	22.50	7.80
16	10.00	28.90	10.00

20	12.50	36.10	12.50
25	15.60	45.10	15.60
31.5	19.70	56.80	19.70
40	25.00	72.10	25.00
50	31.30	90.20	31.30
63	39.40	114.00	39.40
80	50.00	144.00	50.00



Rappresentazione delle tre componenti spaziali in riferimento alla posizione del corpo umano.



Curve di ponderazione (ISO 2631-2) per le vibrazioni lungo gli assi orizzontali e verticali con frequenze 1 Hz-80 Hz.

5.8.3.1.2 Norma UNI 9614

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite

dipendenti dal periodo di riferimento (giorno, dalle 7:00 alle 22:00, e notte, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614 si configura come più restrittiva.

La norma UNI 9614 riguarda le metodologie di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici stessi. La misura della vibrazione viene effettuata al fine di una sua valutazione in termini di disturbo alle persone.

All'interno della norma si fa specifico riferimento alle cause di vibrazioni che oltre a quelle naturali (fenomeni sismici, attività di cantiere, ecc.) possono essere legate ad attività umane quali il traffico di veicoli su gomma e su rotaia.

Nell'appendice alla norma (che non costituisce parte integrante della norma stessa) vengono riportate le modalità di valutazione delle misure eseguite insieme a dei valori di riferimento (valori e livelli limite).

Nell'appendice della norma UNI 9614, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante e non costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nella Tabella 4.

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

DESTINATION OF USE	Level (dB pa)		Acceleration (mm/s ²)		Velocity (mm/s)	
	Z Axis	XY Axes	Long.	Crossing	Long.	Crossing
Critical areas	74	71	5.0	3.6	0.10	0.28
Residential buildings (night)	77	74	7.0	5.0	0.14	0.40
Residential buildings (day)	80	77	10.0	7.2	0.20	0.56
Offices	85	83	20.0	14.4	0.40	1.10
Factories	92	89	40.0	28.8	0.80	2.20

Valori e livelli limite di accelerazione (UNI 9614 - DIN 4150-2).

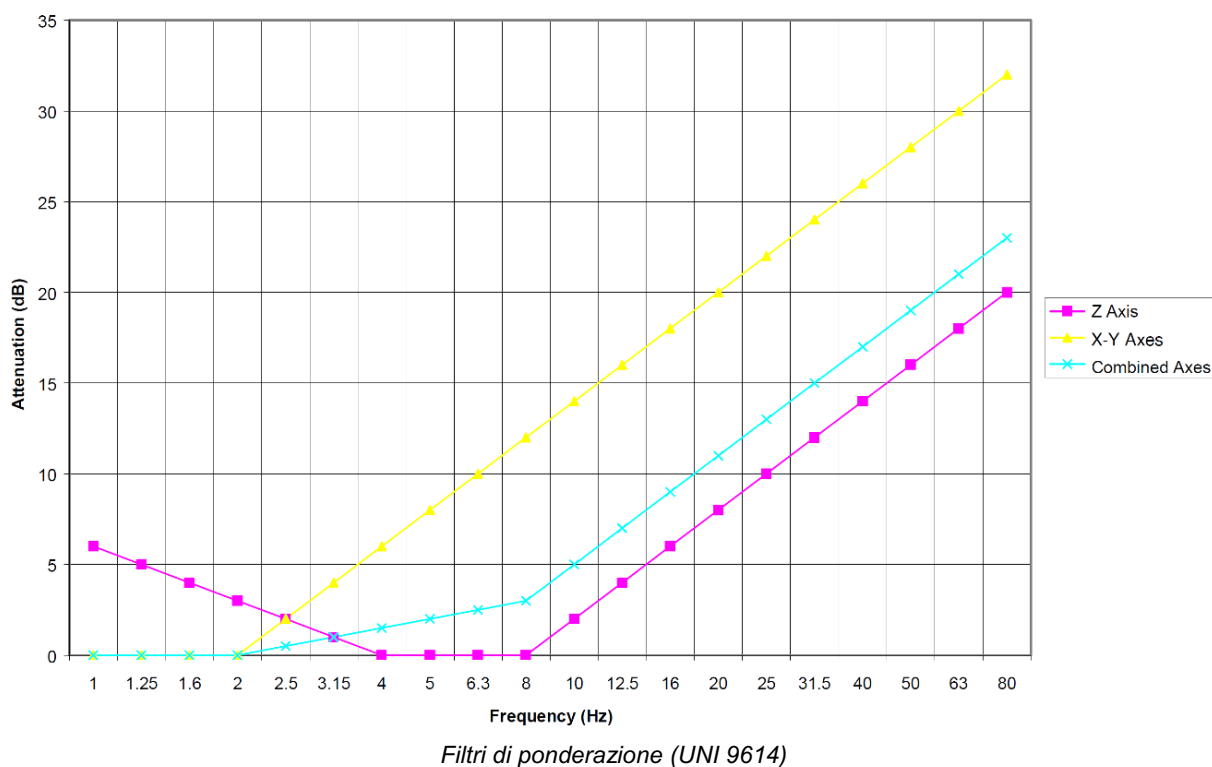
I filtri di ponderazione, da applicare al segnale di accelerazione rilevato, portano in conto che la sensibilità dell'uomo alle vibrazioni dipende dalla frequenza delle stesse. In questo senso, i filtri di ponderazione, frequenza per frequenza, rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo.

Poiché la sensibilità dell'uomo alle vibrazioni dipende anche dalla direzione di propagazione della stessa, nel corpo i filtri sono riportati separatamente per vibrazioni lungo l'asse z e lungo gli assi x e y. Nel caso la postura del soggetto esposto non sia nota viene indicato un filtro apposito (assi combinati).

Frequency (Hz)	Z Axis (dB)	X-Y Axes (dB)	Unknown posture (dB)
1	6	0	0

1.25	5	0	0
1.6	4	0	0
2	3	0	0
2.5	2	2	0.5
3.15	1	4	1
4	0	6	1.5
5	0	8	2
6.3	0	10	2.5
8	0	12	3
10	2	14	5
12.5	4	16	7
16	6	18	9
20	8	20	11
25	10	22	13
31.5	12	24	15
40	14	26	17
50	16	28	19
63	18	30	21
80	20	32	23

Nella figura che segue si riporta l'andamento grafico dei valori riportati nella tabella precedente.



La norma UNI 9614 definisce infine il valore numerico del limite di accettabilità per edifici residenziali, corrispondente ad un valore del livello di accelerazione complessiva, ponderata secondo asse generico, pari a 74 dB per il periodo notturno e a 77 dB per il periodo diurno. Si è pertanto adottato come limite di accettabilità il valore diurno di 77 dB, ad eccezione degli edifici “particolarmente sensibili” per i quali si adotta come limite (sia diurno che notturno) il valore stesso della soglia di percezione, che è pari a 71 dB.

Tale limite è da intendersi riferito al livello di accelerazione (ponderata per asse generico) rilevata sul pavimento degli edifici, quindi in presenza dei fenomeni di

attenuazione/amplificazione propri dell'edificio stesso, i livelli di accelerazione al suolo tali da non indurre il superamento del valore limite all'interno degli edifici dovranno essere più bassi di alcuni dB (tipicamente almeno 10 o 12).

La valutazione del disturbo sulle persone è anche oggetto di una nuova norma UNI, la 11048 del marzo 2003. In base a tale norma, per valutare l'impatto vibrazionale di una infrastruttura come quella qui analizzata, occorre impiegare sempre la curva di ponderazione per asse generico. La nuova norma specifica in maggior dettaglio le caratteristiche del filtro di ponderazione, fornendo i valori nominali e le tolleranze ammesse per lo stesso anche al di fuori dell'intervallo di frequenza "standard" da 1 ad 80 Hz.

5.8.3.2 Danni agli edifici

5.8.3.2.1 *Norma UNI 9916*

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui vengono richiamate anche le norme DIN 4150 (parte 3) e BS 7385.

Secondo la UNI 9916, la grandezza fisica che meglio rappresenta il potenziale lesivo del fenomeno vibratorio non è l'accelerazione, ma la velocità di vibrazione. Volendo però ricondursi ad un'unica scala di valutazione in dB, facendo gli opportuni calcoli si scopre che fra livelli di accelerazione ponderata e livelli di velocità esiste la seguente relazione (questo a qualsiasi frequenza maggiore o uguale a 8 Hz):

$$L_{a_w, \text{lim}} = L_{v, \text{lim}} - 29$$

La norma UNI 9916 indica come valori di velocità minimi per produrre danni strutturali minori (fessurazioni di intonaci, cavillature) in edifici residenziali, il valore di velocità di vibrazione di 5 mm/s; si ottiene dunque:

$$L_{a_w, \text{lim}} = L_{v, \text{lim}} - 29 = 20 \log \left[\frac{5}{10^{-6}} \right] - 29 = 134 - 29 = 105 \text{ dB}$$

Tale valore è decisamente più elevato dei livelli di accelerazione ponderata che è usuale riscontrare a seguito del traffico stradale, che può in alcuni casi arrivare o superare di qualche dB i limiti di disturbo (77 dB nel periodo diurno per edifici residenziali), ma rimane sempre perlomeno 25 dB inferiore rispetto al suddetto limite di danno strutturale.

Qualche problema di rispetto del limite suddetto (105 dB) può aversi unicamente durante specifiche attività di cantiere, peraltro di breve durata, quali ad esempio l'infissione mediante vibratore idraulico di palancole in acciaio, oppure la battitura dei pali di fondazione, oppure, ancora, l'impiego in strade urbane strette di grossi rulli compattatori vibranti di tipo

“autostradale”. Adottando tecniche alternative alle suddette (ad esempio, trivellazione di micropali al posto dell’infissione di palancole, utilizzo di pali trivellati di fondazione anziché di pali battuti, utilizzo di rulli compattatori non vibranti) anche le attività di cantiere rimangono comunque al di sotto dei limiti di danno strutturale, pur superando i limiti di disturbo alle persone, allorché si fa impiego di macchine movimento terra o similari.

La normativa definisce, quale parametro di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni, il massimo valore (o di picco) delle componenti delle velocità di vibrazione (V_x , V_y , V_z), definito come *Peak Component Particle Velocity* (p.c.p.v.):

$$V_{picco} = \max (\max V_x, \max V_y, \max V_z)$$

oppure il massimo valore (o di picco) del vettore velocità nel suo complesso istante per istante definito come *Peak Particle Velocity* (p.p.v.):

$$V_{picco} = \max \left[\sqrt{V_x^2(t) + V_y^2(t) + V_z^2(t)} \right]$$

valutati alla fondazione (basamento) e sui solai ai vari piani.

Va comunque sottolineato che in questo caso la composizione cartesiana viene fatta sui valori istantanei delle velocità, non sui valori medi efficaci, come invece si fa per la valutazione del disturbo alle persone. Infine, si va a memorizzare il valore massimo di picco della forma d’onda, che in genere è significativamente più elevato del valore medio efficace della stessa. Tale valore è ricavabile dalla velocità massima r.m.s. attraverso la moltiplicazione di quest’ultima per il fattore di cresta F. Tale parametro, esprime il rapporto tra il valore di picco e il valore efficace. Per onde sinusoidali si assume $F = 1.414$ (ovvero 3 dB); in altri casi si possono assumere valori maggiori. Nei casi più critici (ed es. esplosioni di mina) F può raggiungere il valore 6.

Si riporta integralmente la Tabella 6 della norma UNI 9916.

Cat.	Types of constructions	Speed of vibration in mm/s*			
		Measurement at the foundation			Measurement at the last floor
		Frequency ranges (Hz)			Various frequencies
		< 10	10 ÷ 50	50 ÷ 100 **	
1	Buildings used for commercial purposes, industrial buildings and similar	20	20 ÷ 40	40 ÷ 50	40
2	Residential buildings and similar	5	5 ÷ 15	15 ÷ 20	15
3	Buildings very sensitive to vibrations, not included in the previous categories and of great intrinsic value	3	3 ÷ 8	8 ÷ 10	8

* Is the maximum of the three components of the velocity at the point of measurement.

** For frequencies greater of 100 Hz may apply the values in this column.

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.p.v.) al fine di valutare l’azione delle vibrazioni di breve durata sugli edifici (UNI 9916 - DIN 4150-3).

Ai fini pratici si verifica, a tutte le frequenze, che il limite di disturbo per le persone è

sistematicamente parecchio più restrittivo del limite di danno strutturale.

A tale Tabella 6 si rifà in pratica anche la norma DIN 4150, parte 3^a, che considera tre classi di edifici e prevede la misurazione e il controllo del livello di vibrazione, sia in fondazione (per tutte e tre le componenti) che ai piani superiori, con particolare riferimento al piano più elevato per la componente orizzontale. Tali misurazioni forniscono un quadro della risposta globale dell'edificio; sono inoltre necessarie misurazioni relative alla risposta dei solai ai singoli piani, che possono essere limitate alla misurazione della componente verticale della velocità, registrata al centro del solaio. I valori di riferimento sono distinti per vibrazioni di breve durata (cioè tali da escludere problemi di fatica e amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata) e per vibrazioni permanenti.

5.8.4 Approccio metodologico in fase di costruzione e di esercizio

L'approccio metodologico per stimare l'entità delle vibrazioni indotte nei recettori (ovvero gli edifici) durante la fase di cantiere ed una valutazione in termini di disturbo alle persone (norma UNI 9614) e di danni agli edifici (UNI 9916, DIN 4150-3) dovrebbe procedere come segue :

1. Individuazione degli edifici potenzialmente impattati. Per edificio potenzialmente impattato (di seguito EPI) si intende un qualunque edificio utilizzato dalla popolazione situato ad una distanza dall'area dei cantieri di costruzione della nuova autostrada inferiore ai 90 ml.
2. Analisi del progetto della strada con relative sezioni nelle tratte in corrispondenza degli EPI.
3. Analisi delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione in corrispondenza degli EPI.
4. Elenco delle macchine di cantiere impiegate nella costruzione della strada in corrispondenza degli EPI.
5. Analisi ed adozione di dati forniti disponibili, riguardanti gli spettri delle vibrazioni generati dalle macchine di cantiere che vengono impiegate.
6. Stima dei livelli vibratori in superficie utilizzando, al fine di valutare le attenuazioni dovute alla propagazione delle onde nel terreno, le formulazioni proposte in letteratura.
7. Reperimento di dati di letteratura inerenti la propagazione delle vibrazioni all'interno degli edifici, in modo tale da ottenere relazioni di trasferimento dei livelli di accelerazione tra esterno e interno edificio per varie tipologie di edifici.
8. Stima della vibrazione all'interno degli edifici mediante applicazione alla sorgente delle funzioni di trasferimento di cui ai punti precedenti.
9. Valutazione delle vibrazioni presenti all'interno degli EPI mediante confronto con i limiti indicati dalle normative di riferimento.
10. Individuazione delle criticità e degli eventuali interventi di mitigazione.

Per ogni EPI vanno riportate su apposite schede dedicate le seguenti informazioni:

- Codice identificativo (con riferimento alle planimetrie di censimento dei recettori)
- Progressiva chilometrica rispetto alla futura tratta stradale
- Lato di ubicazione dell'edificio rispetto alla linea
- Distanza planimetrica dal limite della tratta autostradale (intesa come distanza minima e distanza media)
- Destinazione d'uso
- Numero dei piani fuori terra
- Stato di conservazione
- Tipologia costruttiva.

Considerando la modalità di utilizzazione e la tipologia d'uso degli EPI, i valori di vibrazione individuati nel modello previsionale vanno confrontati con le soglie di disturbo previste dalla normativa per la relativa tipologia di edifici.

Contestualmente devono essere precisate le caratteristiche dimensionali e costruttive dell'infrastruttura in relazione a ciascun EPI e devono essere individuate le caratteristiche dinamiche dei terreni e del sottosuolo.

Si deve quindi individuare l'elenco delle attrezzature di cantiere da impiegare, esaminandone le relative caratteristiche tecniche influenti sulle emissioni vibrazionali, esemplificativamente come riportato nella tabella seguente:

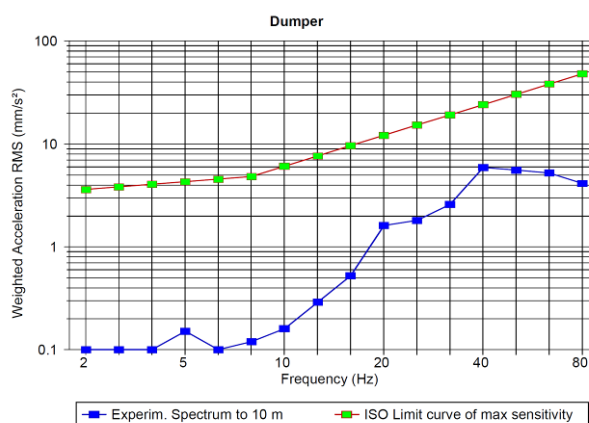
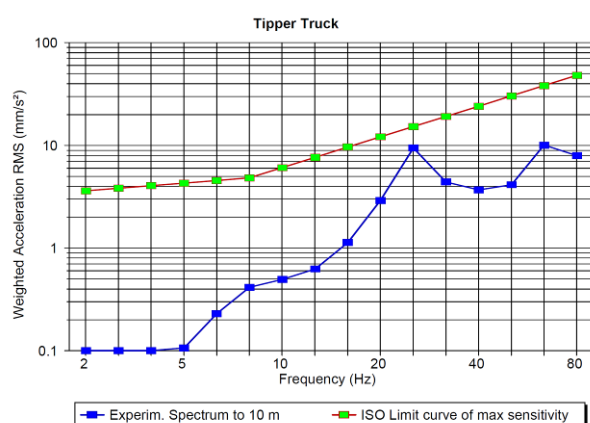
No.	Equipment Type and Characteristics	Min. Number Required for Section
1	Bull Dozer, 30 ton	3
2	Excavator, Wheel/Track, 0.7~1,2 m ³	3
3	Motor Grader, 12G or 14G	2
4	Wheel Loader, 0.7~1.2 m ²	3
5	Bored Pile Driving Equipment Set capable diameter 1200 mm of cast in-situ concrete pile (including R.C.D. System)	1
6	Vibro Roller, 6~15 ton	1
7	Tandem Roller, 6~15 ton	1
8	Tire Roller, 6~15 ton	1
9	Dump Truck, 15 ton	According to the cycle time
10	Water Truck, 8ton	2
11	Tamping Roller	2
12	Batching Plant	1
13	Concrete Pump Car	2
14	Concrete Mixer Truck, 6m ³	According to the cycle time
15	C/Crane or H/Crane, 45ton	6
16	Air Compressor, 375CFM/600CFM	2
17	Generator, 50kw	2
18	Asphalt Concrete Spreader/Paver	1

19	Asphalt Concrete Plant, 120 ton/hour min.	1
20	Power Broom	1
21	Crane, Crawler/Hydro/Tire	From time to time
22	T/Trailer, 60 ton	1
23	F/Lift, 10 ton	1
24	Cargo Truck, 8 ton	2

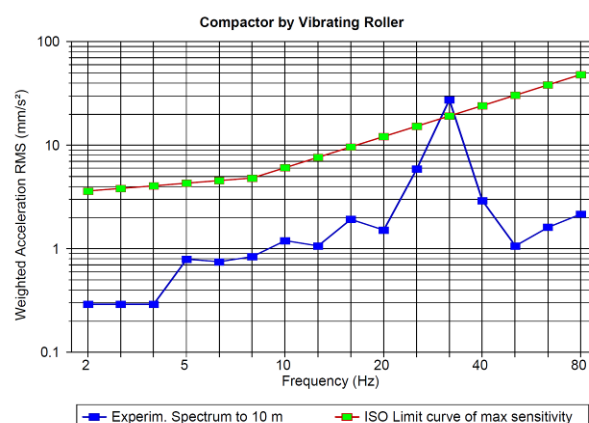
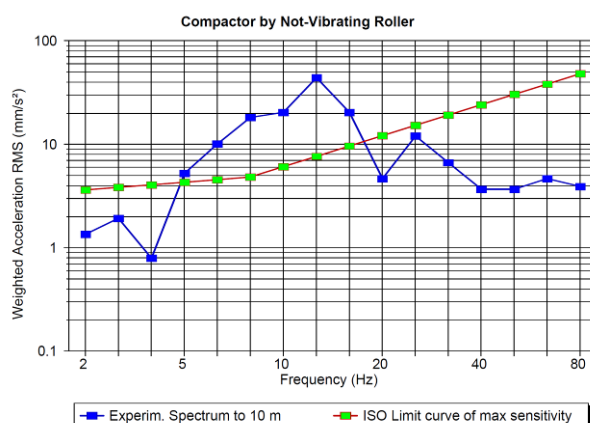
5.8.4.1 Spettri di emissione delle macchine ed attrezzature di cantiere

Le emissioni di vibrazione in fase di costruzione sono ampiamente variabili in relazione al tipo di attrezzatura/macchina operatrice impiegata, al contesto di utilizzazione e all'operatore.

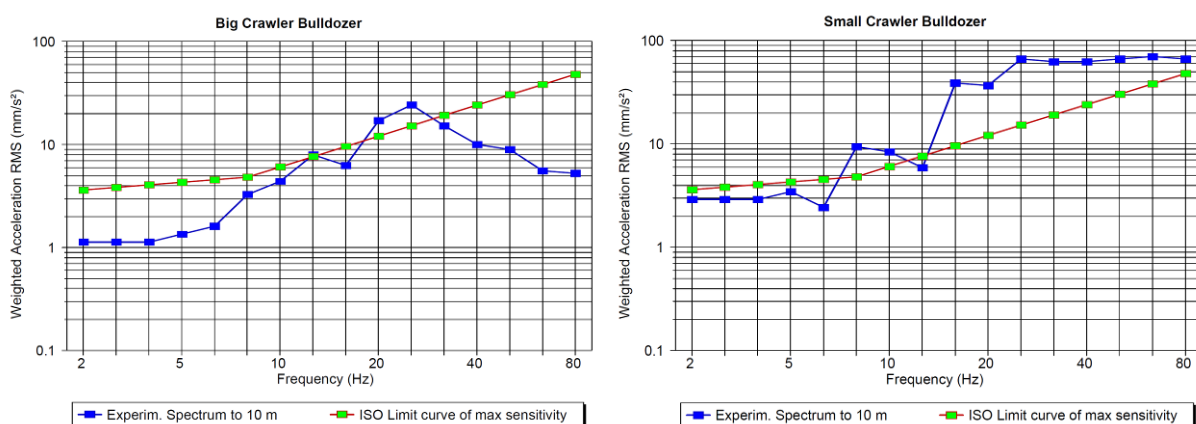
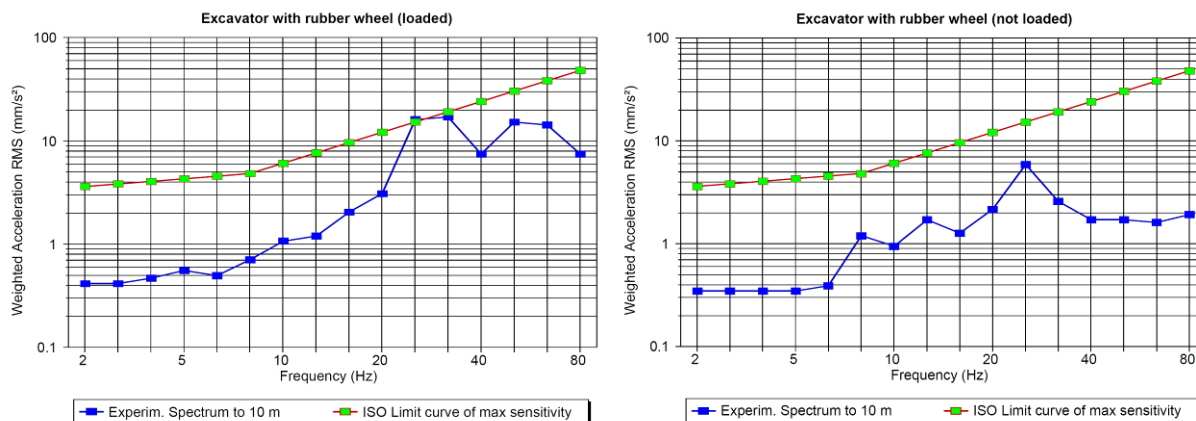
Le figure sottostanti mostrano esemplificativamente gli spettri di emissione tra 1 Hz e 80 Hz prodotti da alcune macchine impiegate nei cantieri stradali (misurati a 10 o 20 m dalla sorgente,) con sovrapposta la curva limite di percettibilità secondo UNI 9614. Tali esempi possono costituire un utile riferimento per individuare le caratteristiche emissive dei macchinari.



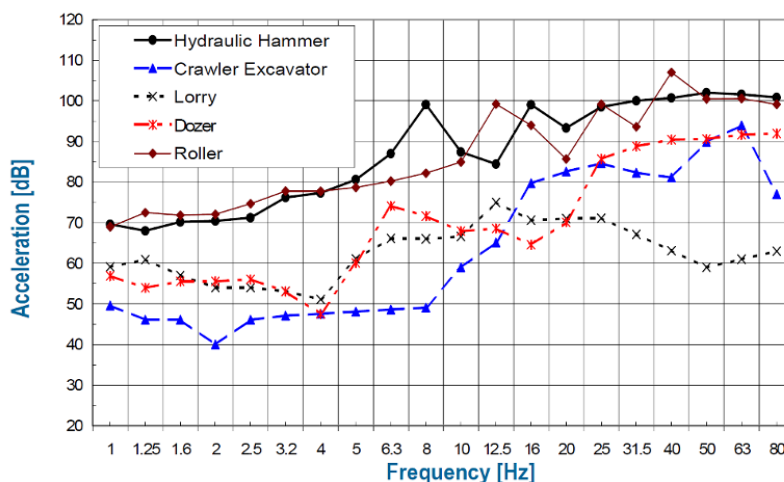
Spettro emissivo delle vibrazioni delle macchine: Camion ribaltabile e Dumper.



Spettro emissivo delle vibrazioni delle macchine: Rullo non vibrante e Rullo vibrante.

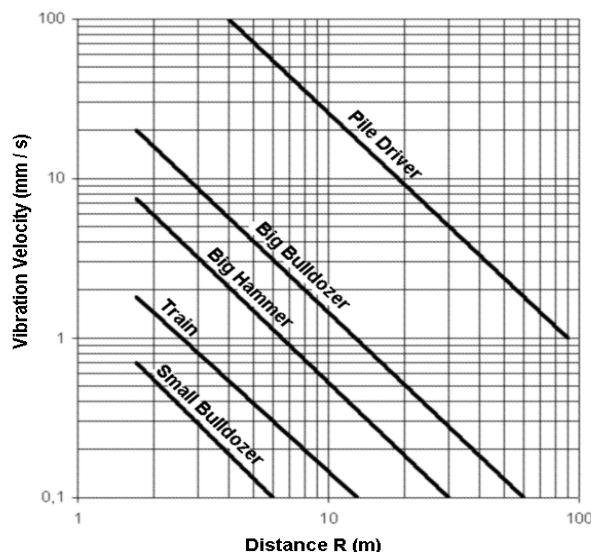


Nella figura seguente si riportano gli spettri di emissione di alcuni macchinari di cantiere misurati a 5 ml di distanza dalla sorgente, dove si può notare che l'Hydraulic Hammer (martello pneumatico) e il Drum Roller (Rullo) sono i macchinari maggiormente impattanti, con livelli di accelerazione emessa intorno ai 100 dB per buona parte dello spettro.



Nella figura che segue si riportano invece le curve di decadimento della velocità di vibrazione

per alcuni tipi di macchine da cantiere.



Decadimento della velocità di vibrazione di alcune macchine.

5.8.4.2 Propagazione delle vibrazioni tra sorgente e ricettore

Allorché viene imposto sul terreno un prefissato livello di vibrazioni, lo stesso si propaga nel terreno circostante, subendo tuttavia una attenuazione dipendente dalla natura del terreno, dalla frequenza del segnale, e dalla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto. Si deve distinguere fra tre tipi principali di onde che trasportano energia vibrazionale:

- Onde di compressione (onde P), che si propagano nel terreno con velocità:

$$V_p = [(\lambda + 2G)/\rho]^{0.5}$$

dove : ρ =densità, λ , G = costanti di Lamè; (G chiamato anche modulo di taglio);

- Onde di taglio (onde S), con velocità:

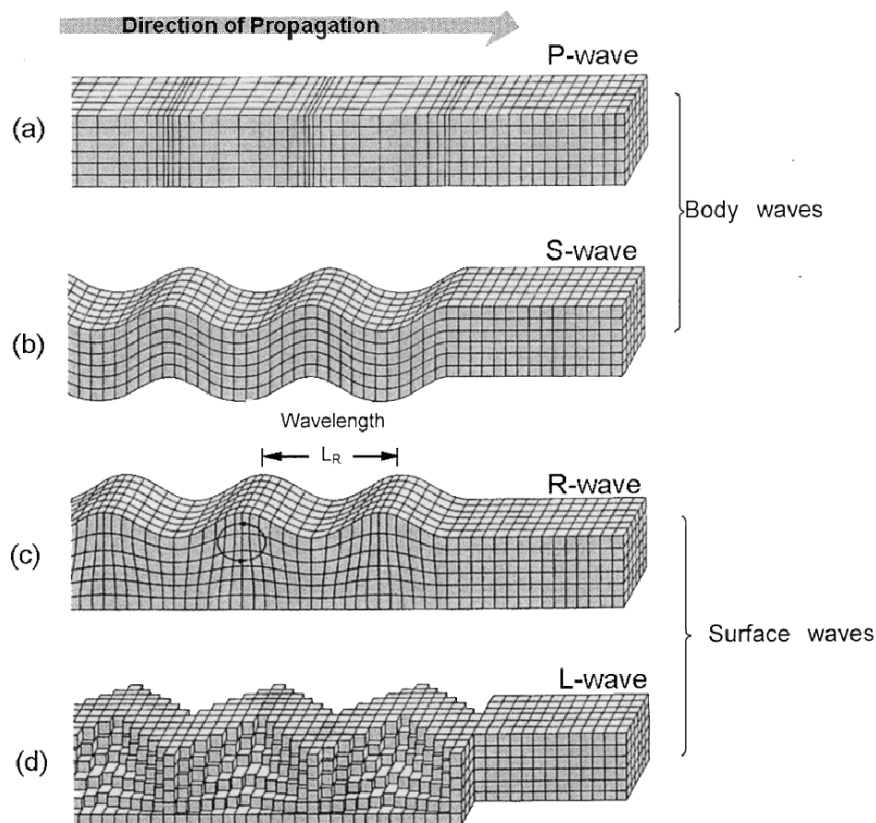
$$V_s = [G/\rho]^{0.5}$$

- Onde di superficie (orizzontali, onde R, e verticali, onde L), con velocità :

$$V_R = f(v)V_s$$

dove $f(v)$ = funzione del coefficiente di Poisson che varia da 0,87 ($v=0$), 0,92 ($v=0,25$) a 0,955 ($v=0,5$).

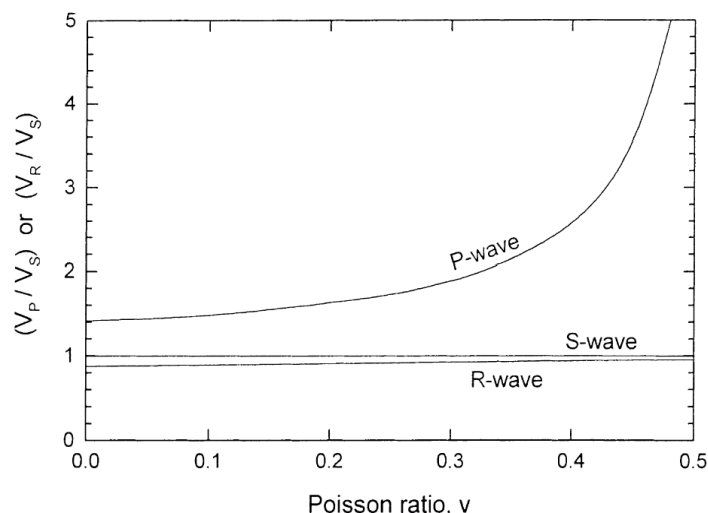
I primi due tipi sono onde di volume (*body-wave*), mentre le onde di superficie, come dice il nome, si propagano sull'interfaccia fra due strati con diverse proprietà meccaniche, principalmente quindi sulla superficie di separazione fra terreno ed aria. La figura seguente mostra schematicamente i diversi tipi di onde.



Vari tipi di onde di volume e di superficie.

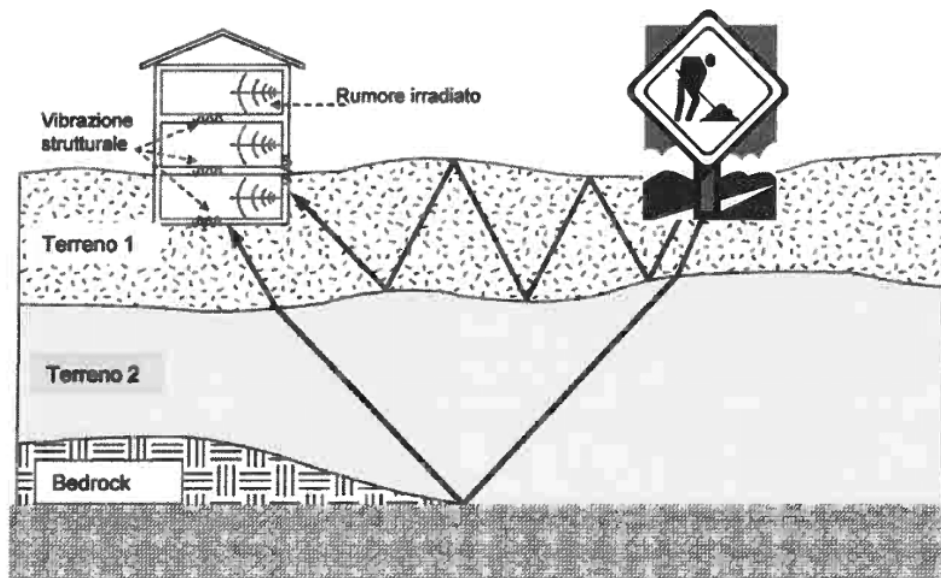
Nella pratica, a livello di piano campagna, si può ritenere che vi sia predominio delle onde di superficie, in particolare di tipo R che corrono sull'interfaccia suolo-aria; mentre, nel caso di fondazione profonda (ad es. pali), si hanno anche onde di compressione e di taglio e le onde di superficie tendono a correre sulle superfici di separazione fra strati diversi del terreno.

Va inoltre osservato che la velocità di propagazione dei diversi tipi di onde non è la stessa: le onde di compressione (onde P) sono le più veloci, mentre le onde di taglio e di superficie viaggiano con velocità più basse, in dipendenza del valore del modulo di Poisson del terreno. La figura successiva mostra il rapporto fra velocità di propagazione delle onde P ed R, riferito alla velocità di propagazione delle onde di superficie S.



Velocità relativa delle onde P e delle onde R rispetto alle onde S.

Nello schema seguente è evidenziato un esempio delle dinamiche di interazione sorgente-ricevitore attraverso il mezzo di propagazione (terreno).



Esemplificazione dell'interazione sorgente-ricevitore mediante il mezzo di propagazione.

Nel caso di valutazione previsionale dell'impatto vibrazionale di sorgenti ancora da realizzare, semplici formule analitiche consentono un calcolo approssimato dell'attenuazione delle vibrazioni a seguito della propagazione nel terreno. Esistono inoltre tabelle e grafici che consentono di stimare parametricamente le attenuazioni o le amplificazioni causate dalle varie componenti strutturali degli edifici. Combinando queste informazioni, è possibile addivenire, con una certa approssimazione (tipicamente +/- 5 dB) ad una stima dei livelli di vibrazioni che si svilupperanno nelle zone più esposte degli edifici potenzialmente impattati. Tenuto conto dell'incertezza suddetta, si può comunque valutare se la prevista sorgente di vibrazione risulta potenzialmente impattante, oppure se la stessa è sicuramente accettabile.

Il livello di vibrazione, in corrispondenza di un ricettore ad una distanza "x" dal punto in cui opera un'attrezzatura di cantiere, è pari al livello alla distanza di riferimento "x₀", diminuito della somma delle attenuazioni che si verificano nel terreno tra x₀ e x:

$$L(x) = L(x_0) - \sum iA_i$$

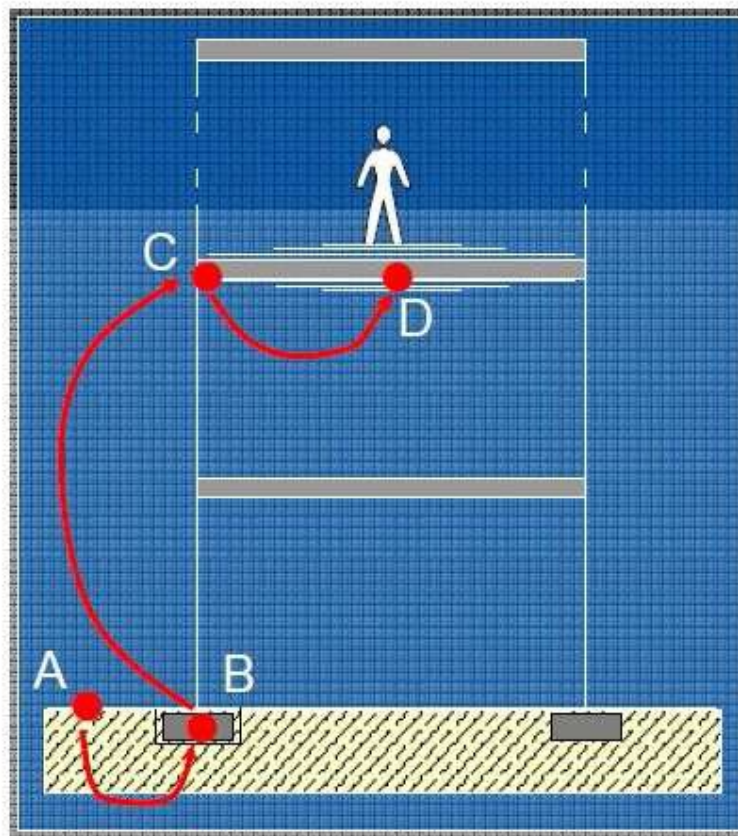
Il livello di base **L(x₀)** è generalmente ricavato da misure sperimentali a distanze comprese tra 2 m e 25 m. Le componenti di attenuazione e amplificazione delle vibrazioni all'interno del terreno e sull'edificio, introdotte nel modello di calcolo come valori medi, riguardano:

- attenuazione geometrica, in relazione al tipo di sorgente e di onda;
- attenuazione per dissipazione interna del terreno;
- attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno.

Mentre i primi 3 punti sopra riportati si riferiscono ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo, risulta importante valutare anche le modalità di propagazione

delle vibrazioni dall'esterno dell'edificio al suo interno. A tale scopo, è utile suddividere il problema complessivo in tre fenomeni, come evidenziato nella figura seguente:

- attenuazione dovuta all'accoppiamento terreno-fondazione;
- attenuazione dovuta alla propagazione in direzione verticale nel corpo dell'edificio (da piano a piano);
- amplificazione determinata dai solai.

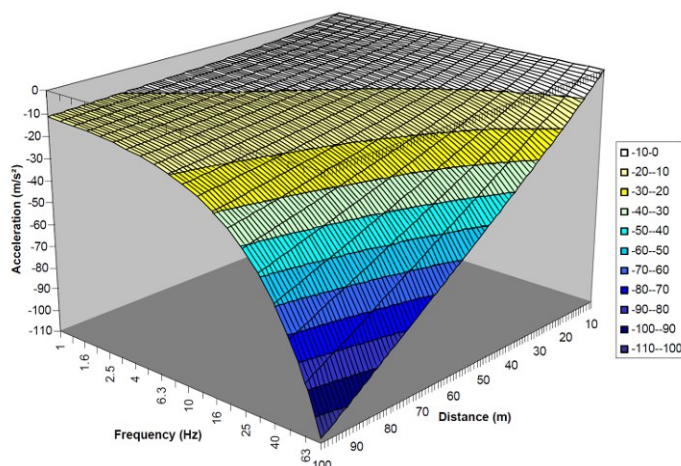


Schema della propagazione terreno-edificio.

5.8.4.3 Metodologia di calcolo.

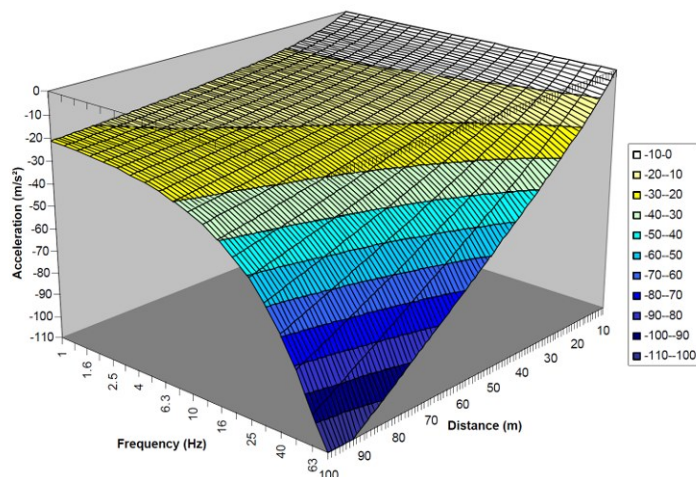
Per la valutazione delle varie modalità di attenuazione si possono applicare sistemi di calcolo che tengono in considerazione anche le variazioni in base al tipo di onda (per l'attenuazione geometrica) e quelle dovute al tipo di terreno (per l'attenuazione dovuta all'assorbimento del medesimo). Le formule da applicare per il calcolo consentono di rappresentare i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che risulta dipendente dalla frequenza, dalle caratteristiche meccaniche del materiale (e dunque dalla velocità di propagazione) e dal fattore di perdita del mezzo. Ciò fa sì, che le alte frequenze si estinguano dopo un breve percorso, mentre le frequenze più basse si propagano a distanze maggiori.

A titolo illustrativo, la figura seguente mostra l'attenuazione del livello di accelerazione in funzione della distanza dalla sorgente e della frequenza, dove si può osservare che a bassa frequenza l'attenuazione è modesta, anche a distanze notevoli, mentre a frequenze più elevate, a qualche decina di metri di distanza dalla sorgente, le attenuazioni sono molto grandi.



Mitigazione in funzione della frequenza e della distanza per onde di superficie.

Nel caso invece di propagazione a partire da sorgente profonda, ipotizzando un terreno ancora omogeneo e con le stesse caratteristiche meccaniche dell'esempio su descritto, si ha una propagazione che mostra una più rapida attenuazione con la distanza, come mostrato dalla che segue.



Mitigazione in funzione della frequenza e della distanza per onde di volume.

Un ulteriore fenomeno di cui si deve tener conto è quello che sorge se nel terreno si hanno superfici di separazione fra strati con diversa impedenza meccanica (attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno): una quota di energia viene riflessa da tali superfici di discontinuità e non viene quindi percepita al di là di esse. In particolare, se l'eccitazione avviene al di sotto dello strato superficiale sopra consolidato, l'interfaccia, fra esso ed il terreno incoerente sottostante, riduce l'ampiezza delle vibrazioni che riescono ad attraversare l'interfaccia medesima. Questo fenomeno può però non essere tenuto in considerazione, a favore di un maggiore margine di cautela nell'interpretazione dei dati delle simulazioni.

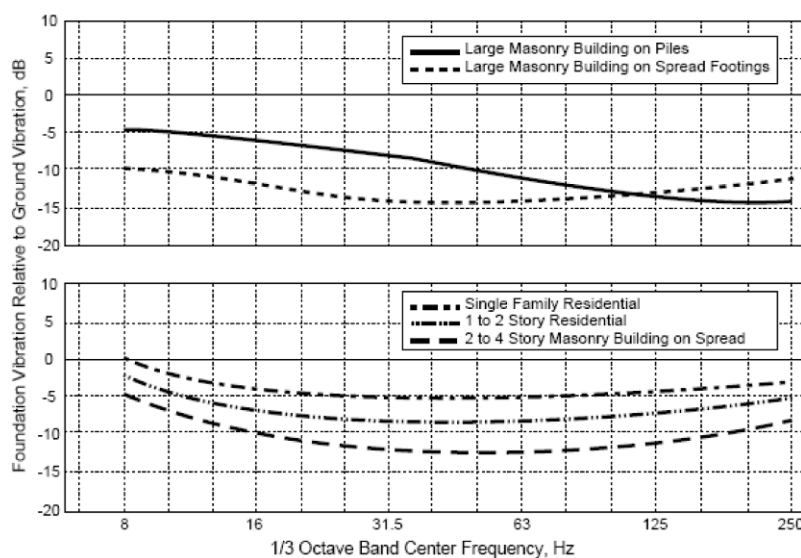
5.8.4.4 Attenuazioni o amplificazioni nella struttura degli edifici.

In presenza di edifici, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione di vario genere, accade che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi possono presentare sia attenuazioni, sia amplificazioni rispetto ai livelli sul terreno.

In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno

pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi. Detto fenomeno è condizionato dalla tipologia delle fondazioni (a platea, su plinti isolati, su travi rovesce, su pali, etc.). Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente di 0 dB alle basse frequenze, sino alla frequenza di risonanza della fondazione.

Per le altre tipologie di fondazioni possono essere utilizzate curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione della fondazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno. L'attenuazione per perdita di accoppiamento terreno-fondazione è illustrata, per varie categorie di edifici, nella figura sotto riportata (nell'ordine: grandi edifici in muratura su pali, in muratura su platee, edifici unifamiliari, edifici residenziali a 1-2 piani e a 2-4 piani in muratura su platea).



Diagrammi delle perdite di accoppiamento per i vari tipi di edifici.

Va inoltre tenuta in conto la correzione per la perdita dovuta alla propagazione della vibrazione da piano a piano. L'ampiezza della vibrazione decresce propagandosi dalla fondazione ai piani più alti. La vibrazione dovrebbe attenuarsi di 2÷3 dB per piano su tutto lo spettro. La figura successiva mostra il campo di variabilità tipico di tale attenuazione interpiano.

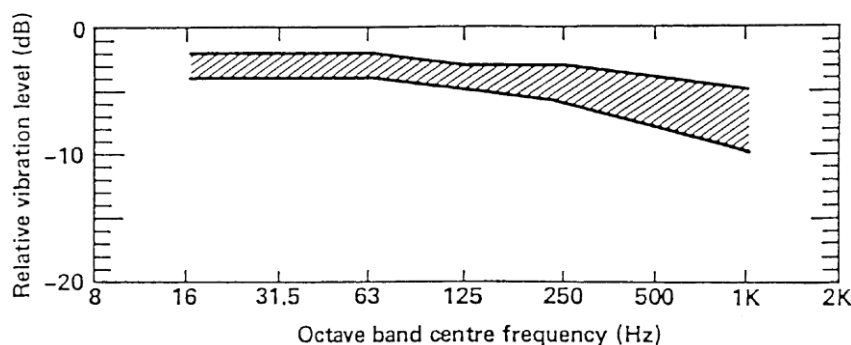


Diagramma dell'attenuazione delle vibrazioni tra un piano e l'altro.

Va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, in

particolare dei solai: allorché la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli presenti alla base della stessa.

Infatti la vibrazione che si propaga nella struttura portante dell'edificio fino al solaio in cui si svolgono le attività umane rispetto alle quali si valuta il raggiungimento della soglia di disturbo, viene ad essere amplificata per effetto della flessibilità dei solai, in funzione della loro luce e del materiale con cui sono realizzati.

Anche per la valutazione di tali effetti possono essere applicate metodologie di calcolo analitico che permettono di stimare in maniera approssimata per ciascun edificio, note le sue caratteristiche costruttive, l'eventuale effetto di attenuazione/amplificazione massima raggiunto.

5.8.5 Mitigazione delle vibrazioni durante i lavori di costruzione

Dall'analisi dei dati di progetto risulta che, lungo il tracciato, sono sicuramente presenti alcune criticità in termini di disturbo alle persone residenti durante le attività di costruzione per la realizzazione della nuova strada, soprattutto nell'ambito relativo alla costruzione dell'opera d'arte costruttivamente più impegnativa, riguardante la galleria in corrispondenza dell'attraversamento di via Gobbi.

Quanto all'impatto vibrazionale, valutato in termini di velocità delle vibrazioni, viste le tecnologie e le modalità costruttive che saranno impiegate, esso dovrebbe essere piuttosto basso ovunque e comunque tale da non provocare danni alle strutture nelle vicinanze del cantiere.

Alla luce delle considerazioni che precedono, e tenuto conto del fatto che la trasmissione delle vibrazioni al suolo è un effetto collaterale difficile da ridurre nel settore delle costruzioni, non si sente la necessità di misure specifiche per la mitigazione delle vibrazioni prodotte dalle macchine durante i lavori di costruzione della nuova viabilità.

Disposizioni esecutive sono ovviamente possibili. Esse sono legate alla scelta delle macchine da costruzione, e soprattutto al modo di condurre i mezzi di cantiere dal personale. La valutazione effettuata in questo senso, è certamente molto conservatrice, e indubbiamente una accurata sorveglianza e un monitoraggio delle attività di costruzione ridurranno notevolmente l'impatto delle vibrazioni.

Di conseguenza, per le macchine da costruzione l'unica limitazione tecnica delle vibrazioni che può essere utilizzata con sicurezza è quella di mantenere le macchine stesse ad una opportuna distanza dai ricettori, e l'impiego delle macchine in modo accorto, evitando di imporre alle stesse sollecitazioni estreme.

Il rilascio delle vibrazioni in fase di costruzione, soprattutto in corrispondenza degli edifici prossimi alla zona di attraversamento di via Gobbi, può essere ridotto ricorrendo all'impiego di macchine operatrici gommate, piuttosto che a quelle cingolate, limitando al minimo indispensabile l'uso di rulli ed anche escludendo in modo assoluto l'impiego di quelle vibranti.

Inoltre, in presenza di situazioni di rischio, e sempre nei casi di fabbricati a minima distanza dei lavori, in eventuali operazioni di demolizione possono essere impiegati attrezzi fresanti o altri sistemi di minore impatto.

Si evidenzia che nell'ambito della realizzazione della galleria di attraversamento di via Gobbi, il progetto prevede l'espropriazione dell'edificio interferito dalla fascia di 15 ml dal ciglio della nuova strada, ciò porta a considerare tale immobile (v. figura sotto, edificio evidenziato in azzurro) quale "bersaglio" più diretto dell'emissione vibrazionale prodotta dal cantiere e sito idoneo a poter monitorare in continuo le fasi potenzialmente più attive delle lavorazioni, onde consentire l'adozione di eventuali provvedimenti correttivi a tutela degli altri edifici prossimi al cantiere.



*Interferenze della fascia di 15 ml dal ciglio strada con edifici esistenti.
Tratto di attraversamento di via Gobbi.*

Si evidenzia che, rispetto alle soluzioni tecnico costruttive previste dal progetto per la realizzazione della galleria, le fasi di lavorazione in cui si può facilmente verificare l'insorgenza di disturbi e di superamento della soglia di percezione, sono quelle relative all'infissione delle palancole che, tuttavia, rispetto all'intero sviluppo delle lavorazioni relative a detta opera d'arte, rappresentano un periodo di limitata estensione. Allorché non sia possibile intervenire alla fonte e qualora, gli effetti delle emissioni siano tali da non rendere possibili altre soluzioni, si può intervenire lungo il cammino di propagazione: se infatti si realizza una significativa discontinuità nelle proprietà geomeccaniche del terreno, una certa quota dell'energia vibrazionale non supera l'interfaccia fra i due "mezzi" con proprietà diverse, e viene riflessa indietro. Il fenomeno avviene in egual misura nel caso si realizzi artificialmente una discontinuità su un piano verticale, scavando una trincea di adeguata profondità ed estensione longitudinale, che viene riempita di un materiale avente densità molto diversa da quella del terreno circostante (solitamente inferiore, quale argilla espansa, vermiculite, o altro inerte "leggero").

Poiché la realizzazione di una trincea di spessore adeguato dà luogo a due superfici di discontinuità "in serie", si ottiene una attenuazione doppia, e conseguentemente una trincea

ben dimensionata può dar luogo ad attenuazioni di 6-10 dB. Se però la trincea viene scavata a breve distanza dall'edificio ricettore da proteggere, sovente lo scavo porta a problemi maggiori di quelli che si cerca di eliminare: in particolare un escavatore in azione a breve distanza dal ricettore causa vibrazioni cospicue lui stesso, ed inoltre lo scavo della trincea comporta una perturbazione dello stato tensionale del terreno, che tende a rilasciarsi, favorendo moti di subsidenza delle fondazioni dell'edificio. Esso conseguentemente può manifestare lesioni strutturali di gravità ed estensione rilevanti, mentre il fenomeno vibratorio che si voleva attenuare ben difficilmente avrebbe potuto raggiungere livelli tali da produrre danni strutturali di tale entità.

Nel caso non sia possibile intervenire alla fonte o lungo il cammino di propagazione, restano disponibili, in casi estremi, gli interventi al ricettore. Gli interventi di consolidamento attuabili partono dalle fondamenta, ove si possono realizzare berlinesi di micropali tutt'attorno all'edificio, immorsandolo con gli strati profondi del terreno, solitamente non interessati dalla propagazione dei fenomeni vibratorii. Dopo avere realizzato tale consolidamento, inoltre non sono più da temere cedimenti delle fondazioni, per cui si possono realizzare trincee tutt'attorno, come descritto precedentemente.

5.8.6 Impatti potenziali durante la fase di esercizio della nuova strada

La propagazione delle onde vibrazionali, durante la fase di esercizio della nuova infrastruttura, può essere ipotizzata con le seguenti caratteristiche:

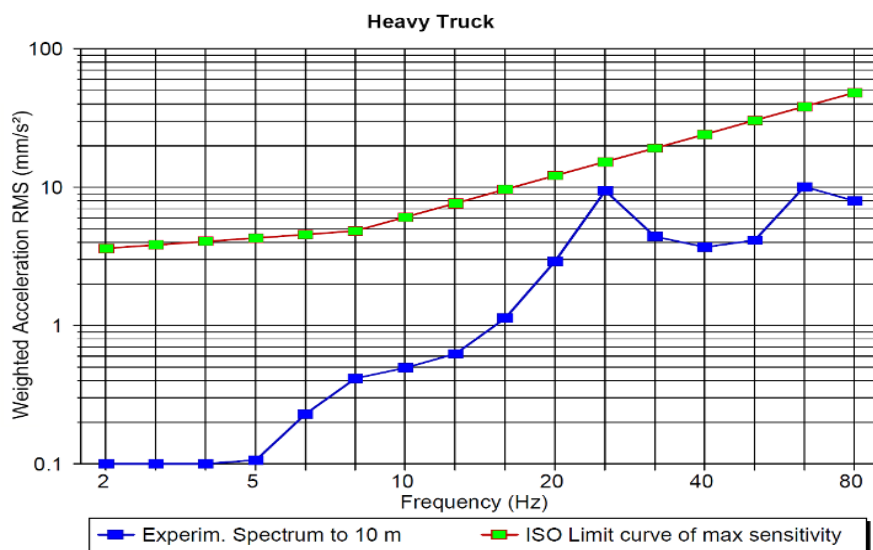
- la strada è considerata come una sorgente emittente la cui lunghezza corrisponde alla lunghezza del veicolo;
- la propagazione dell'energia vibrazionale avviene sulla superficie del suolo per mezzo di onde di Rayleigh, la cui ampiezza decresce esponenzialmente in direzione verticale, perpendicolarmente alla superficie del suolo;
- l'effetto delle onde primarie, secondarie e di Love è trascurato;
- ogni sorgente emette energia vibrazionale in superficie in modo omnidirezionale.

Sulla base delle valutazioni eseguite si può considerare quanto segue:

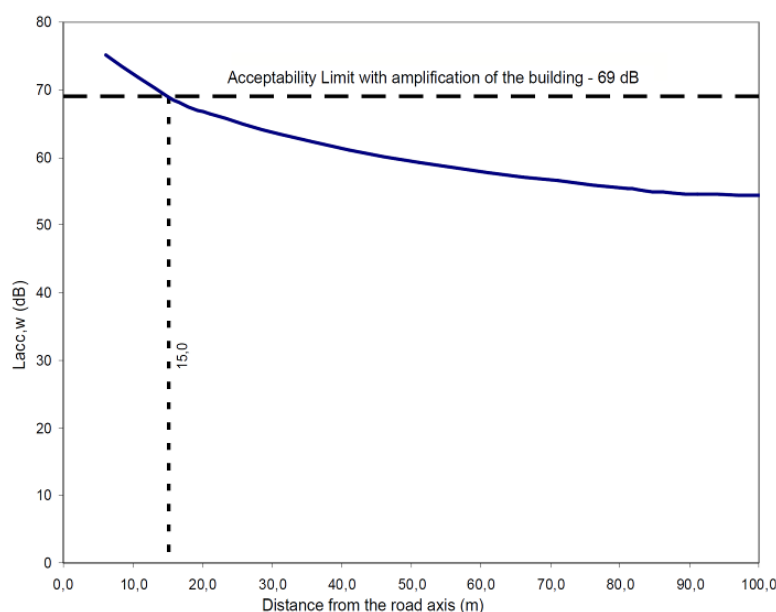
- la determinazione della sorgente vibrazionale può basarsi su rilievi strumentali reperibili dalla bibliografia specializzata;
- il livello di accettabilità potrebbe definirsi nella misura di 69 dB, ottenuto considerando il valore di 74 dB, che rappresenta il limite notturno per gli edifici residenziali, desunto dalla norma UNI9614, e il valore di 5 dB relativo ad eventuali amplificazioni per effetto dei solai;
- si propone di trascurare l'effetto del traffico leggero (auto e furgoni), il quale già alla distanza di 3 metri dal ciglio dell'arteria stradale è inferiore al limite di accettabilità di cui al punto precedente;
- si deve invece considerare il traffico pesante, prendendo come rappresentativo un mezzo di trasporto con livello di vibrazione non ponderato, associato al singolo evento (SEVL – Single

Event Vibration Level) pari a $SEVL_{truck} = 80$ dB alla distanza di 10 m e alla velocità di 90km/h;

Lo spettro di emissione di un veicolo pesante può reperirsi nella bibliografia specializzata⁸, dove si trovano dati sperimentali sull'emissione di vibrazioni da parte di svariati tipi di mezzi, tra cui quello relativo a un camion pesante, che si riporta nella figura sottostante.



Sulla base dei dati relativi alla velocità di propagazione delle onde di superficie e del fattore di smorzamento, utilizzando lo spettro tipico di emissione del mezzo pesante e la legge di propagazione tarati sperimentalmente, è possibile estrapolare la legge di variazione del livello di accelerazione ponderata in funzione della distanza dalla strada, che è mostrata graficamente nella figura seguente.



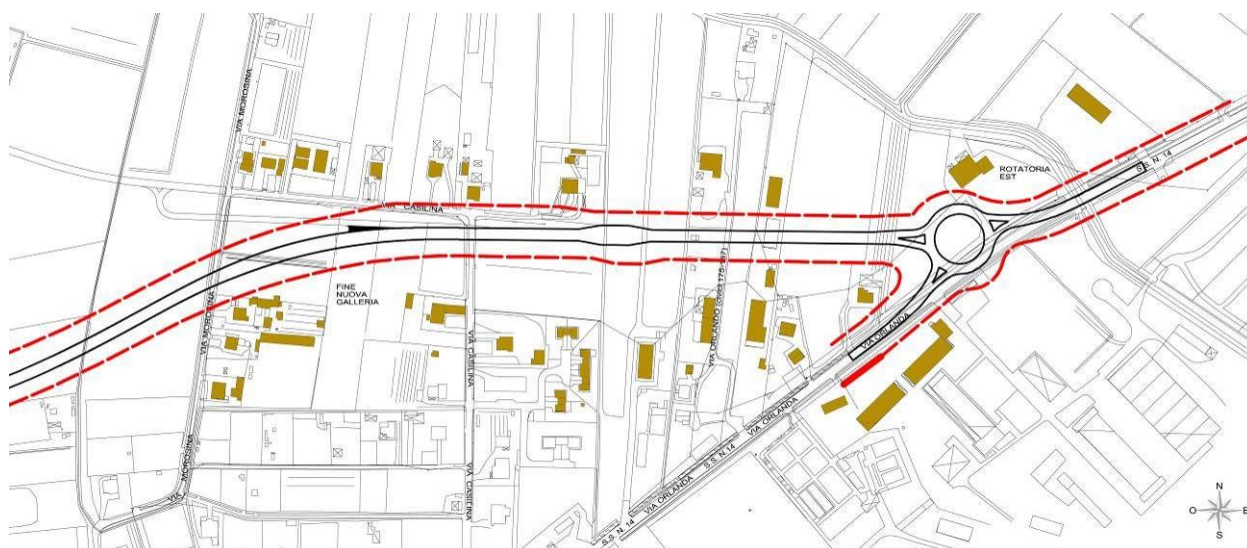
⁸ L.H. Watkins, *Environmental impact of roads and traffic*, London 1981.

Livello di accelerazione massimo in funzione della distanza

Per i tratti di viabilità a raso, si ritiene ragionevole una propagazione dei livelli di vibrazione superiore al limite di accettabilità (69 dB), entro una fascia di 15 - 16 metri dal ciglio della carreggiata esterna della strada.



Interferenze della fascia di 15 ml dal ciglio strada con edifici esistenti. Tratto Rotatoria Ovest – via Gobbi.



Interferenze della fascia di 15 ml dal ciglio strada con edifici esistenti. Tratto via Gobbi - Rotatoria Est.

Nel tratto interessato dalla strada, la maggior parte degli edifici a destinazione residenziale in fregio e a raso rispetto alla nuova infrastruttura, sono collocati a distanze superiori alla fascia di

15 - 16 metri di cui sopra, ad eccezione, per una lieve sovrapposizione d'angolo, dell'edificio posto in prossimità dell'incrocio fra via Orlanda e via Carlo Martello, che però trattasi di un manufatto a destinazione non residenziale, seppure annesso ad una palazzina con tale utilizzo.



Dettaglio dell'interferenza della fascia di 15 ml dal ciglio della nuova strada con l'annesso del fabbricato esistente in prossimità della nuova rotonda Ovest su via Orlanda.

Gli edifici che invece ricadono all'interno della suddetta fascia, sono quelli posti a ridosso dell'attraversamento di via Gobbi, dove però la nuova strada corre in galleria e ad una quota con profondità superiore agli 8,00 ml.

E' noto che il traffico stradale e autostradale non rappresenta, a meno di situazioni locali "anomale", una sorgente vibrazionale significativa in termini di livello. Il rotolamento dei pneumatici su un manto stradale rugoso o liscio non genera energia sufficiente a far emergere problemi di rispetto normativo in corrispondenza dei ricettori.

In altre esperienze, si svolte misure triassiali *real time* in prossimità di tracciati autostradali in esercizio, a 9 ml di distanza dal ciglio della carreggiata autostradale, con rilievo del transito dei mezzi pesanti ed utilizzando una strumentazione in allestimento mobile e modalità di acquisizione conforme UNI9614 e ISO 2631-2. L'analisi delle misure ha evidenziato che il transito caratterizzato dai massimi livelli è associato ad un veicolo pesante per il quale è stato rilevato un livello equivalente di accelerazione asse Z pari a 54.5 dB e un livello massimo di 59.7 dB. Valori molto minori sono invece stati rilevati per gli assi di propagazione orizzontale X e Y. La massima energia vibrazionale è concentrata nell'intervallo di frequenza 12.5-16 Hz, ben lontano dai valori di risonanza dei solai di civile abitazione tipicamente posizionati tra 40-50 Hz.

Per analogia con la piattaforma stradale in progetto e con il tipo di pavimentazione, tenuto altresì conto del profilo della livelletta che verrà realizzata, si può ritenere che l'emissione vibrazionale in fase di esercizio non dovrebbe costituire fonte di impatto.

5.8.6.1 Mitigazione delle vibrazioni durante la fase di esercizio

Allo scopo di mantenere, durante la fase di esercizio dell'infrastruttura, le emissioni vibrazionali al di sotto delle soglie di disturbo, sarà opportuno che il manto stradale sia sempre assoggetto alle opportune azioni manutentive che consentano di conservarne le caratteristiche di continuità, evitando perciò la formazione di discontinuità, ammaloramenti, ormaie o quant'altro possa determinare la generazione di azioni dinamiche in grado di sollecitare il corpo stradale e il terreno sottostante, con conseguente propagazione laterale delle vibrazioni.

5.9 *ATMOSFERA*

5.9.1 *Riferimenti legislativi*

La norma quadro in materia di qualità dell'aria e controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal Decreto Legislativo n.155/2010, Testo Unico sulla qualità dell'ambiente, che attua la Direttiva 2008/50/CE. Il nuovo decreto ha abrogato il D.Lgs. n.351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il D.Lgs. n.183/2004 e il DM 261/2002), senza tuttavia apportare modifiche ai valori limite/obiettivo per gli inquinanti già normati da leggi precedenti. Esso contiene le definizioni di valore limite, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO₂, NO_x, SO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni, sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente. Inoltre individua nelle Regioni le autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e stabilisce, quindi che per le aree nelle quali vengono constatati superamenti dei valori limite, siano redatti piani finalizzati al risanamento della qualità dell'aria.

Di recente sono stati emanati il DM Ambiente 29 novembre 2012 che, in attuazione del D.Lgs. n. 155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria e il D.Lgs. n. 250/2012 che modifica ed integra il precedente D.Lgs. definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei COV, composti organici volatili. Il riferimento normativo per il giudizio della qualità dell'aria è dunque costituito dal D.Lgs. 155/2010, aggiornato dal D.Lgs. 250/2012, che ha fissato il margine di tolleranza (MDT) da applicare, ogni anno, al valore limite annuale per il PM_{2.5} (25 µg/m³, in vigore dal 1 gennaio 2015). Nel presente documento si fa riferimento al "*Rapporto Annuale 2014*" sulla Qualità dell'aria nel comune di Venezia, emesso a cura di ARPAV e del comune di Venezia e consultabile nella sezione specifica del sito istituzionale ARPAV.

I valori limite per la protezione della salute umana, degli ecosistemi, della vegetazione e dei valori obiettivi, secondo la normativa vigente, sono elencati, per ciascun parametro di inquinante, nella tabella seguente.

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO ₂	Soglia di allarme*	Media 1 h	500 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
	Limite di 24 h per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³
NO ₂	Soglia di allarme*	Media 1 h	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
NO _x	Limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
PM ₁₀	Limite di 24 h per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM _{2.5}	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	11 giugno 2008: 30 µg/m ³ 1 gennaio 2014: 26 µg/m ³ 1 gennaio 2015: 25 µg/m ³
CO	Limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m ³
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1.0 ng/m ³
C ₆ H ₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5.0 µg/m ³
O ₃	Soglia di informazione	Media 1 h	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	Media 1 h	240 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	120 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio**	6000 µg/m ³ h
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio**	18000 µg/m ³ h da calcolare come media su 5 anni
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20.0 ng/m ³
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6.0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5.0 ng/m ³

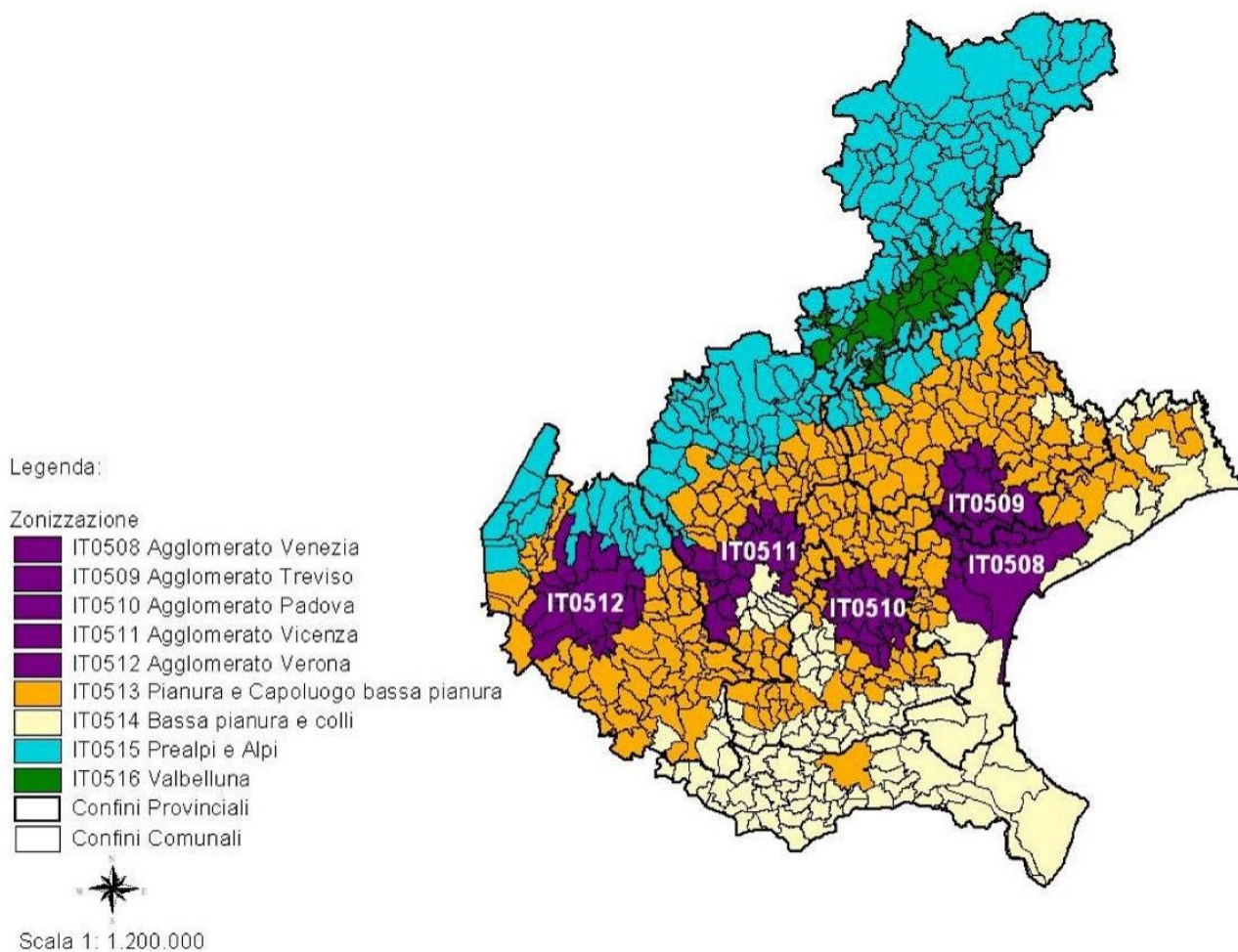
* Il superamento della soglia deve essere misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

** Per AOT40 (espresso in µg/m³ h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale.

5.9.2 Elementi qualitativi

5.9.2.1 Il contesto territoriale

L'analisi del contesto deriva dalle valutazioni e stime effettuate in sede di proposta di classificazione delle realtà comunali approvata con DGR 2130 del 23.10.2012, dove sono identificati gli ambiti che risentono degli effetti dovuti alle pressioni antropiche, in relazione alle caratteristiche geomorfologiche e climatiche del territorio regionale.



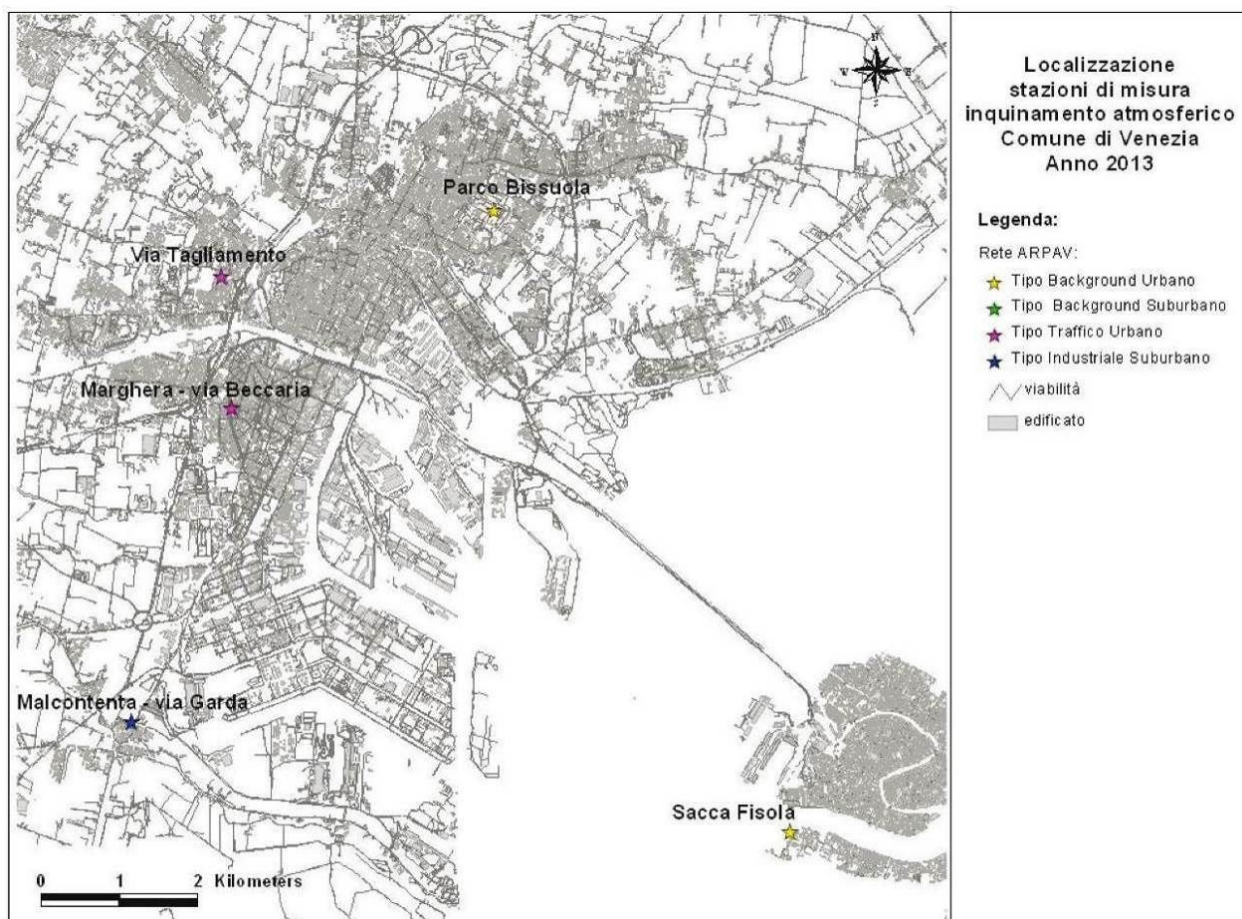
Zonizzazione qualità dell'aria secondo D.G.R.V. 2130 del 23.10.2012.

La classificazione individua 5 agglomerati, corrispondenti alle aree urbane di Venezia, Treviso, Padova, Vicenza e Verona, e 4 macro aree definite da caratteristiche fisico-geografiche assimilabili. Il territorio del comune di Venezia, secondo tale zonizzazione, rientra nell'ambito classificato quale: **IT 0508 – Agglomerato Venezia**

5.9.2.2 Il monitoraggio ARPAV

Il monitoraggio della qualità dell'aria in comune e provincia di Venezia è di competenza di ARPAV che la effettua su tutto il territorio regionale. La documentazione più recente è, come detto, quella riferita al report dell'anno 2014, nel quale, oltre a riportare i dati di qualità dell'aria per l'anno 2014, si fornisce, laddove la serie storica delle centraline lo consente, l'analisi dei trend degli inquinanti per stazione dal 2004 al 2014. Tali analisi pluriennali sono utili a comprendere le variazioni dei livelli degli inquinanti nel medio termine, evidenziando possibili criticità o miglioramenti che non sono immediatamente visibili dai dati riferiti ad un singolo anno.

La rilevazione viene eseguita mediante una rete di centraline, fisse (suddivise in tipi di fondo o *background*, di traffico o *hotspot* e industriali) e mobili, dislocate in vari punti del territorio comunale, come rappresentato nella figura seguente:



Ubicazione delle stazioni di misura fisse appartenenti alla rete regionale ARPAV nel comune di Venezia, riferita al 2013, ma operativa anche nel 2014.

(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

Come si vede, nel territorio del comune di Venezia al 31.12.2014 sono presenti quattro stazioni fisse appartenenti alla rete regionale, oltre alla stazione di traffico urbano aggiuntiva posta in via di Marghera – via Beccaria, richiesta e finanziata dall'Amministrazione Comunale per il secondo anno consecutivo.

Gli inquinanti analizzati, in ciascuna stazione nel 2014, sono evidenziati nella figura seguente:

Stazione	Tipo	INQUINANTI												IPA	Metalli
		SO2	NOX	CO	O3	H2S	BTEX a	BTEX m	PM2.5 m	PM2.5 a	PM10 m	PM10 a			
Parco Bissuola - Mestre	BU	○	○		○		○		○		○	○	○	○	○
Sacca Fisola - Venezia	BU	○	○		○	○						○			○
Via Tagliamento - Mestre	TU	○	○	○								○			
Via Beccaria - Marghera	TU		○	○								○			
Via Lago di Garda - Malcontenta	IS	○	○	○					○		○		○	○	○

Legenda:

a = metodo automatico

m = metodo manuale

















- = analizzatori presenti durante l'anno 2014
- = analizzatori utilizzati a spot durante l'anno 2014
- = analizzatori dismessi durante l'anno 2014
- = analizzatori attivati durante l'anno 2014

Strumentazione della rete ARPAV e inquinanti monitorati nel 2014.





(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

Dal documento ARPAV sopracitato, in sintesi, considerando i trend di variazione della qualità dell'aria nel decennio 2004-2014 emerge il quadro efficacemente rappresentato nella tabella

seguente:

Parametro	Anni considerati	Trend	Criticità 2014
Biossido di zolfo (SO ₂)	2003-2014		
Monossido di carbonio (CO)	2003-2014		
Biossido di azoto (NO ₂)	2004-2014		
Ozono (O ₃)	2003-2014		
Benzene (C ₆ H ₆)	2003-2014		
Benzo(a)pirene	2003-2014		
Particolato atmosferico (PM ₁₀ e PM _{2.5})	2003-2014		
Metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb)	2003-2014		

Legenda

Tendenza nel tempo		Criticità	
In miglioramento		Criticità assente, situazione positiva	
Stabile o oscillante		Criticità moderata o situazione incerta	
In peggioramento		Criticità elevata	

Valutazione andamento e criticità degli inquinanti atmosferici monitorati al 2014.
 (Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

5.9.2.2.1 Sintesi delle rilevazioni disaggregate per ciascun inquinante

Dal Report 2014 sopracitato, si ricavano gli elementi di qualificazione puntuale rilevata per ciascun inquinante, allo scopo di comprendere e chiarire la sintesi valutativa espressa dalle figure soprariportate.

- **SO₂ – Biossido di Zolfo**

Trattasi di un gas incolore, irritante, non infiammabile, tossico: fortemente irritante per gli occhi e per le vie respiratorie; per inalazione può causare edema polmonare ed una prolungata esposizione può portare alla morte. Gli ossidi di zolfo sono i tipici inquinanti delle aree urbane e industriali, dove l'alta densità insediativa ne favorisce l'accumulo, soprattutto in presenza di scarso ricambio d'aria. Le criticità spesso sono rilevate nella stagione fredda, quando le fonti di combustione sono incrementate dal riscaldamento domestico.

Nel periodo 2003 – 2014, nel comune di Venezia, l'inquinante è sempre risultato al di sotto della soglia di allarme ed i valori limite orario e giornaliero, ad eccezione di 2 ore di superamento del valore limite orario di 350 µg/m³ (da non superare più di 24 volte all'anno)

rilevate in via Bottenigo a Marghera nel 2005. La tendenza della serie storica volge alla stabilizzazione dei valori medi su concentrazioni inferiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, confermando il fatto che il biossido di zolfo non costituisce un inquinante primario critico. La sostituzione dei combustibili, quali gasoli o oli, con gas metano, unitamente alla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili, hanno contribuito a ridurre le emissioni di questo gas a valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.

- **CO – Monossido di Carbonio**

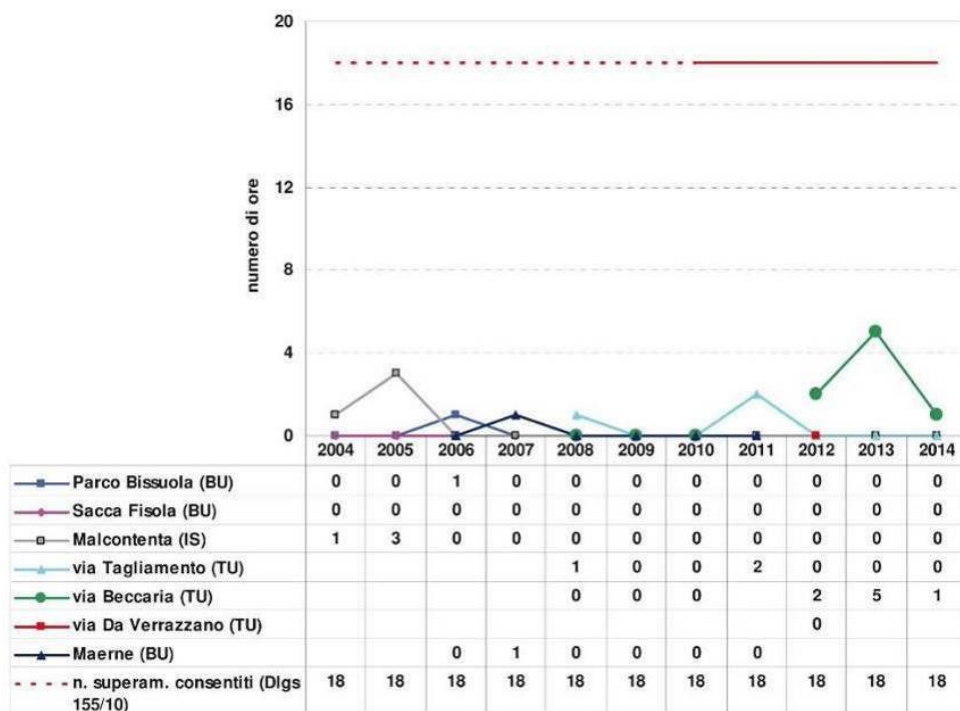
Gas velenoso, inodore, incolore e insapore, è prodotto dalla combustione incompleta dei combustibili organici (carbone, olio, legno, carburanti). È molto tossico e conduce ad uno stato di incoscienza che può portare alla morte per asfissia. È prodotto dagli scarichi automobilistici, soprattutto da motori alimentati a benzina, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio, dalle fonderie. La concentrazione in aria ambiente, durante la giornata, è principalmente prodotta dal traffico veicolare.

Dal 2003 al 2014 le concentrazioni di monossido di carbonio misurate in Comune di Venezia (Stazioni di Parco Bissuola e via Tagliamento a Mestre e Malcontenta) hanno sempre rispettato il valore limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$. La serie storica, per l'area urbana di Venezia, tende alla stabilizzazione dei valori su concentrazioni medie inferiori a $1 \text{ mg}/\text{m}^3$, non costituendo, pertanto, un inquinante che desti preoccupazione.

- **NO₂ – Biossido di Azoto**

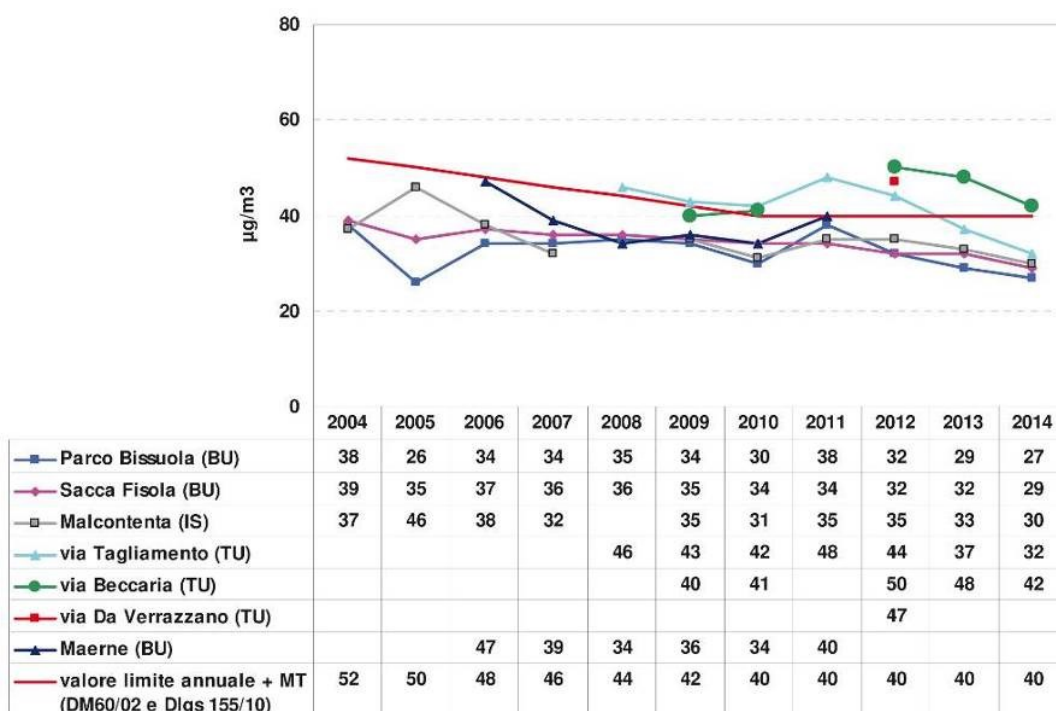
Gas di colore rosso-bruno, ha odore pungente e soffocante se presente a temperatura ambiente in alte concentrazioni. Molto tossico, è fortemente irritante delle vie polmonari; può provocare danni irreversibili, è un forte agente ossidante e contribuisce alla formazione di particolato secondario e di ozono. È prodotto da tutte le reazioni di combustione, principalmente provenienti da autoveicoli (diesel), centrali termoelettriche e dal riscaldamento domestico. La concentrazione in aria dipende dai flussi di traffico, dalle modalità di dispersione e dalle reazioni fotochimiche in atmosfera.

La serie storica riportata nella figura seguente evidenzia superamenti del valore limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valido dal 2010 e prima con un margine di tolleranza. Si è trattato solo di eventi sporadici e comunque sempre in numero inferiore al limite massimo consentito di 18 volte per anno. Nel 2009 e nel 2010 non sono stati registrati superamenti. Nel 2011 e nel 2012 sono state misurate due ore di superamento, rispettivamente presso la stazione di via Tagliamento e presso la stazione di via Beccaria a Marghera. Nel 2013 e nel 2014 sono state misurate, rispettivamente, cinque ore e un'ora di superamento (il giorno 12.12.2014) presso la stazione di via Beccaria.



Numero di superamenti del valore limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

Il superamento del limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aumentato del margine di tolleranza, è stato costantemente registrato nella stazione di traffico urbano di via Tagliamento, dal 2008 al 2012. Nel 2013 e nel 2014 il limite è stato superato solo in via Beccaria a Marghera. Le medie annuali di NO_2 del 2014 sono inferiori rispetto a quelle del 2013 in tutte le stazioni e in particolare nelle stazioni di traffico di via Tagliamento e via Beccaria. Nella maggior parte delle stazioni, la media annuale 2014, è il valore minimo registrato negli ultimi undici anni.

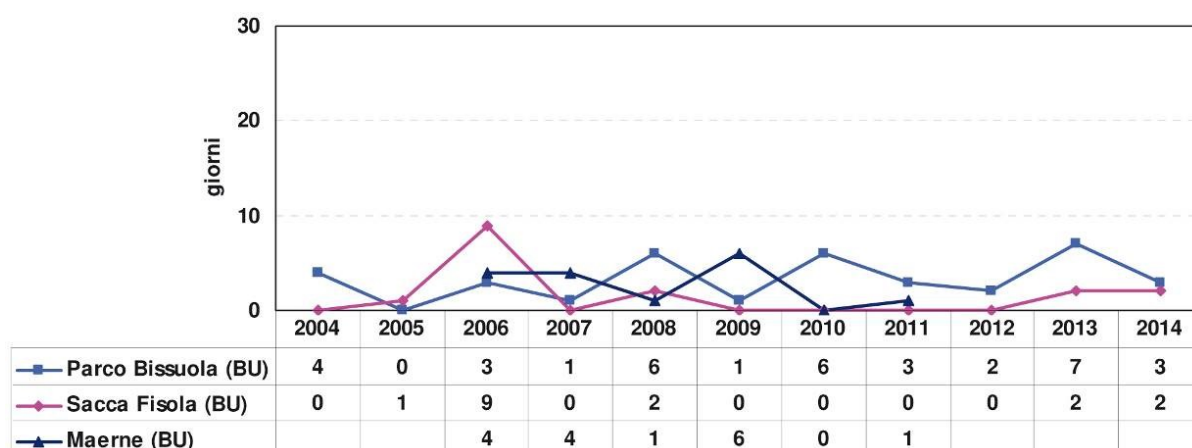


Confronto tra concentrazioni medie annuali di NO_2 rispetto al valore limite di protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aumentato del margine di tolleranza
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

• 03 – Ozono

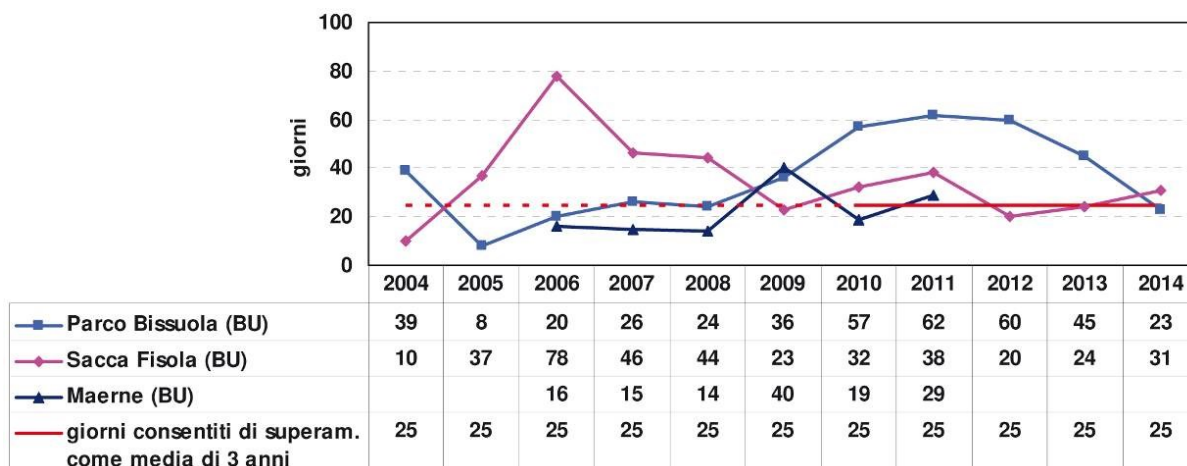
Gas bluastro dall'odore leggermente pungente e fortemente irritante per le mucose. È un energico ossidante ed un gas altamente velenoso per gli esseri viventi. Tipico inquinante secondario, si forma in atmosfera dalle reazioni fotochimiche che interessano alcuni inquinanti precursori, prodotti dai processi di combustione. Le concentrazioni in ambiente, quindi, tendono ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno e nelle ore più calde della giornata.

Nella figura che segue è indicato l'andamento dei giorni di superamento della soglia di informazione per gli anni compresi tra il 2004 ed il 2014, in 3 stazioni di monitoraggio. La stazione di Maerne, pur non appartenendo alla rete comunale veneziana, storicamente costituisce un riferimento nella valutazione dell'andamento dell'inquinante. Si conferma un andamento variabile dovuto all'effetto indotto dalla variabilità di vento e calore delle stagioni estive.



Giorni di superamento della soglia di informazione per l'O₃ di 180 µg/m³
 (Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

La soglia di allarme oraria è stata superata nel mese di luglio 2006 a Sacca Fisola (2 giorni), nel mese di luglio del 2007 in via Bottenigo (1 giorno) e a Maerne (1 giorno). La soglia non è più stata superata negli anni successivi. Riguardo al valore obiettivo per la protezione della salute umana di 120 µg/m³, l'andamento dei superamenti è simile a quello della soglia di informazione. Dal 2012 al 2014 la stazione Parco Bissuola ha registrato mediamente 43 giorni di superamento del valore obiettivo, perciò è stato superato più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni. Il valore obiettivo non è stato superato presso la stazione di Sacca Fisola a Venezia (media nel triennio pari a 25 superamenti), ciononostante in tale stazione si osserva un leggero incremento del numero di giorni di superamento nell'ultimo triennio. I frequenti superamenti del valore obiettivo di 120 µg/m³ pongono l'ozono tra gli inquinanti critici ed è quindi necessario ridurre le fonti emissive dei suoi precursori.

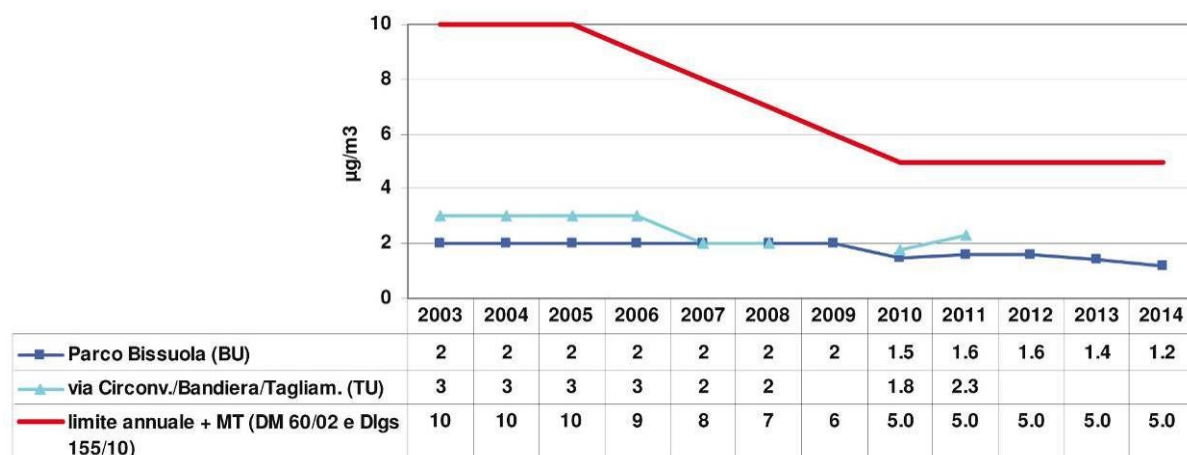


Numero giorni di superamento del valore obiettivo dell'O₃ di 120 µg/m³, da non superare più di 25 gg/anno come media su 3 anni (Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

• C₆H₆ – Benzene

È un idrocarburo aromatico liquido, incolore e dotato di odore caratteristico, la cui inalazione in quantità elevate può portare al decesso. Quantità più basse possono generare sonnolenza, vertigini, tachicardia, mal di testa, tremori, stato confusionale o perdita di coscienza. È anche classificato quale agente cancerogeno.

È un componente tipico delle benzine e, pertanto, gli autoveicoli ne rappresentano la principale fonte di emissione; circa l'85% è disperso in aria con i gas di scarico, mentre il 15% si diffonde per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento. La concentrazione in aria dipende quindi dall'intensità dei flussi di traffico presenti.



Confronto fra le concentrazioni medie annuali di benzene, in riferimento al valore limite annuale di 5 µg/m³, aumentato del margine di tolleranza (Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

In figura seguente sono riportati gli andamenti medi dei valori di benzene registrati dal 2003 al 2014, in riferimento al valore limite annuale di 5 µg/m³, aumentato del margine di tolleranza prescritto. La media del 2009 della stazione di traffico urbano di via Circonvallazione non è però statisticamente rappresentativa dell'intero anno, perché la stazione, pur attiva dal 1985 è stata dismessa nel giugno 2009 e perciò non è stata riportata nel grafico. Nel 2010 e nel 2011 il monitoraggio è stato eseguito presso altre stazioni di

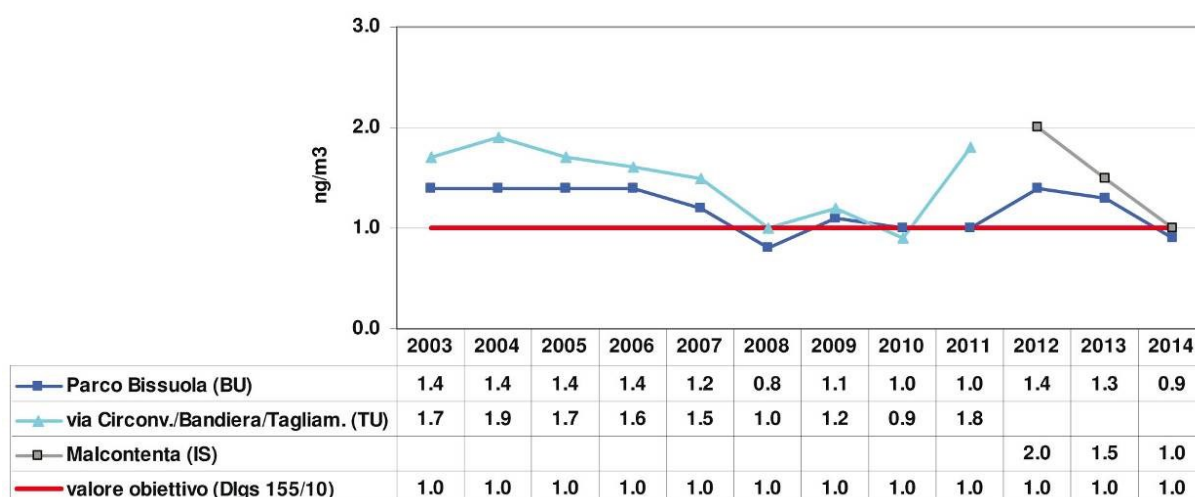
traffico urbano, collocate rispettivamente in via F.lli Bandiera e in via Tagliamento. Dal 2012 è stato mantenuto il monitoraggio del benzene solo presso la stazione di Parco Bissuola, in ottemperanza al D.Lgs. 155/2010. Il grafico evidenzia la leggera diminuzione della concentrazione presso le stazioni di traffico urbano e la stabilizzazione dei valori medi ambientali su concentrazioni inferiori a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si tratta di valori medi sempre inferiori al valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal D.Lgs. 155/10 e valido dal 2010.

- **Benzo(a)pirene**

È un composto organico costituito da 5 anelli aromatici condensati, appartenente alla famiglia degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) ed è utilizzato quale indicatore del potere cancerogeno degli IPA totali, che derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche. La fonte più importante di origine antropica è costituita dalle emissioni veicolari, degli impianti termici, delle centrali termoelettriche, degli inceneritori e degli impianti industriali con processi di combustione. Il benzo(a)pirene, determinato nella frazione PM_{10} , mostra una forte variabilità stagionale con concentrazioni maggiori nei mesi invernali.

Nella figura seguente è riportato il confronto tra le medie annuali della concentrazione di benzo(a)pirene registrate fra 2003 e 2014, in riferimento al valore obiettivo di $1.0 \text{ ng}/\text{m}^3$. La media annuale 2009 della stazione di traffico urbano si riferisce alle concentrazioni presso la stazione di via Circonvallazione (dismessa a giugno del 2009) e di via Tagliamento (Traffico Urbano); nel 2010 e 2011 le stazioni utilizzate sono state, rispettivamente, quelle di via F.lli Bandiera (Traffico Urbano) e di via Tagliamento, dove dal 2012 il monitoraggio è stato interrotto in adeguamento al D.Lgs. 155/2010, mentre è stata attivata la stazione collocata a Malcontenta.

Il grafico mostra il graduale e significativo trend di diminuzione della concentrazione dal 2004 al 2010 e lo stabilizzarsi delle medie annuali su valori prossimi al valore obiettivo di $1.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ fissato dal D.Lgs. 155/10. Nel 2011 la media annuale delle concentrazioni rilevate presso la stazione di traffico urbano di via Tagliamento è aumentata a $1.8 \text{ ng}/\text{m}^3$ e nel 2012 è risultata superiore al valore obiettivo di $1.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ in entrambe le stazioni utilizzate per la misurazione dell'inquinante. La rilevazione effettuata a Malcontenta per la prima volta nel 2012 ($2.0 \text{ ng}/\text{m}^3$) rimane la più alta mai rilevata in provincia di Venezia e pari al doppio del valore obiettivo. Nel 2013 è risultata pari a $1.3 \text{ ng}/\text{m}^3$ a Parco Bissuola e di $1.5 \text{ ng}/\text{m}^3$ a Malcontenta; nonostante la lieve diminuzione rispetto al 2012, le medie annuali sono quindi ancora superiori al valore obiettivo presso entrambe le stazioni, confermando la criticità rappresentata dall'inquinante. Nel 2014 si è verificato un ulteriore decremento delle concentrazioni medie annuali fino a $0.9 \text{ ng}/\text{m}^3$ a Parco Bissuola e $1.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ a Malcontenta, valori dunque inferiori o uguali al valore obiettivo.

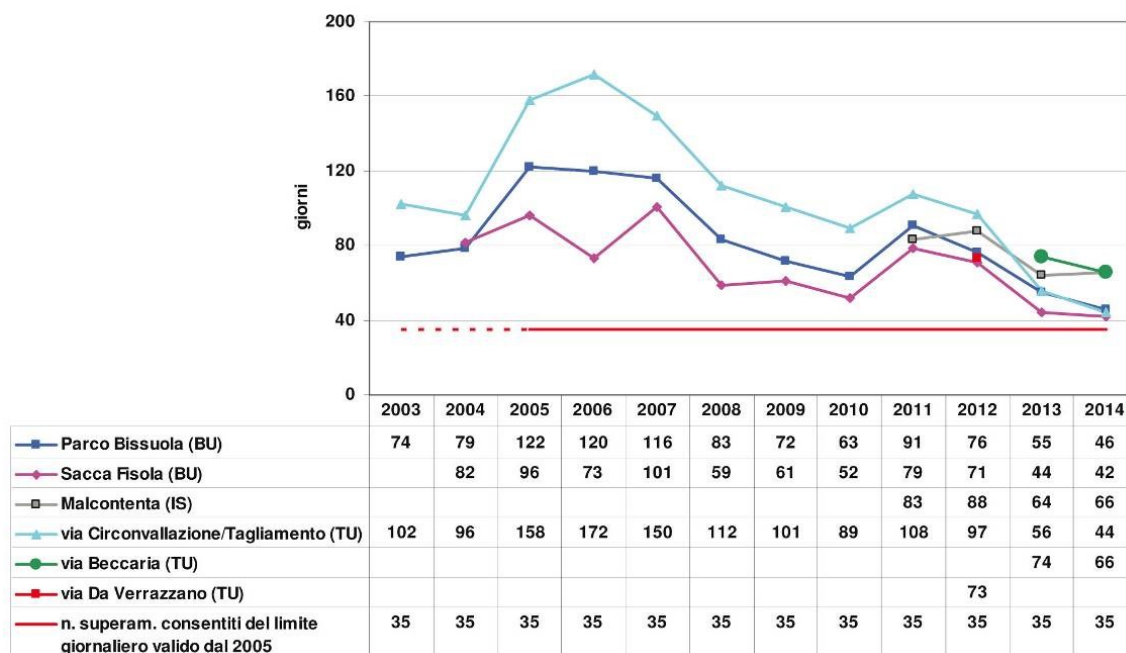


Confronto fra le concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene, in riferimento al valore obiettivo di 1.0 ng/m³,
 (Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

- **Particolato atmosferico PM₁₀ e PM_{2.5}**

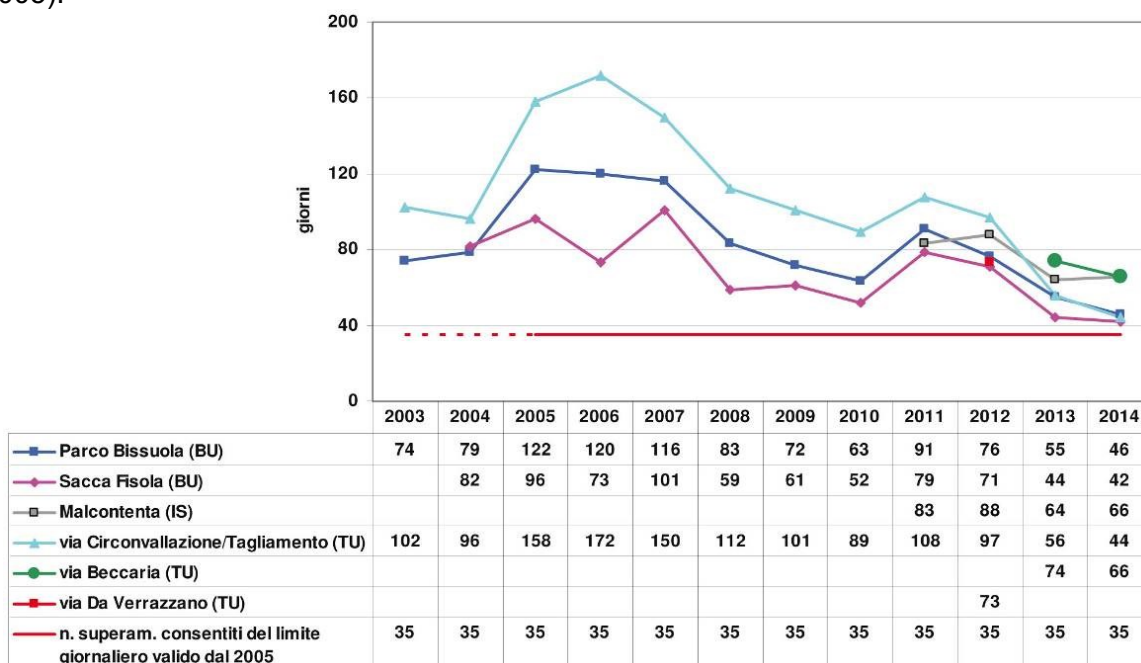
Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da una serie di reazioni fisiche e chimiche). La caratterizzazione del particolato sospeso si basa, oltre che sulla quantificazione della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche, anche sulla dimensione media delle particelle, che determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e dunque la conseguente pericolosità. Fanno parte del particolato primario le particelle carboniose derivate dai processi di combustione e dalle emissioni dei motori (prevalentemente diesel); fanno invece parte del particolato secondario le particelle originate durante i processi fotochimici che portano alla formazione di ozono e di particelle di solfati e nitrati (soprattutto di ammonio), derivanti dall'ossidazione di SO₂ e NO₂ rilasciati durante vari processi di combustione. Le fonti antropiche sono essenzialmente le attività industriali, il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento, dacché si verifica una forte variabilità stagionale con concentrazioni maggiori nei mesi freddi, in presenza di scarsa dispersione degli inquinanti e, per alcune sorgenti, dalle maggiori quantità di emissioni.

Nelle figure seguenti si riportano le serie storiche, 2003 - 2014, dei dati rilevati di PM₁₀, rispettivamente riferite alla frequenza di superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ e alla concentrazione media annuale misurate presso le stazioni di Parco Bissuola, Sacca Fisola, Malcontenta, via Tagliamento (che dal 2009 ha sostituito via Circonvallazione), via Beccaria a Marghera e via Da Verrazzano (solo per il 2012). Sostanzialmente, rispetto al numero di giorni di superamento, si evidenzia un generale miglioramento, con dei picchi di peggioramento negli anni 2005 - 2006 e 2011, regredito poi a partire dal 2012, tranne che a Malcontenta.



Confronto dei superamenti del valore limite giornaliero del PM₁₀
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

Per quanto riguarda le medie annuali, il grafico che rappresenta le concentrazioni medie annuali di PM₁₀ evidenzia un trend tendenziale volto alla diminuzione generalizzata, più o meno in tutte le stazioni, al di sotto della soglia del valore limite annuale di 40 µg/m³ (dal 2005).

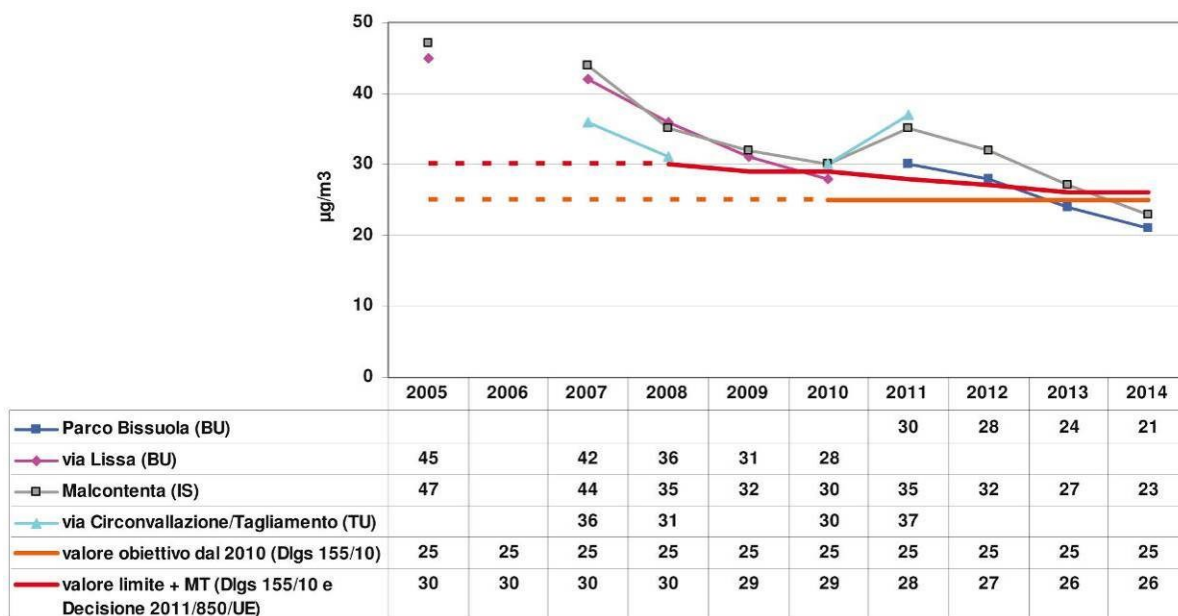


Confronto concentrazioni medie annuali PM₁₀
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

Nel 2005, in anticipo sulle prescrizioni normative, ARPAV ha avviato il monitoraggio continuativo del PM_{2.5} nelle stazioni di Mestre – via Lissa e Malcontenta; nel 2007 in via Circonvallazione e nel 2011 al Parco Bissuola. Successivamente, a seguito dell’emanazione del D.Lgs. 155/10, nel 2011 e nel 2012 sono stati sospesi i monitoraggi via Lissa e via Tagliamento, mentre negli ultimi anni sono state monitorate con continuità le stazioni di

Parco Bissuola a Mestre e Malcontenta.

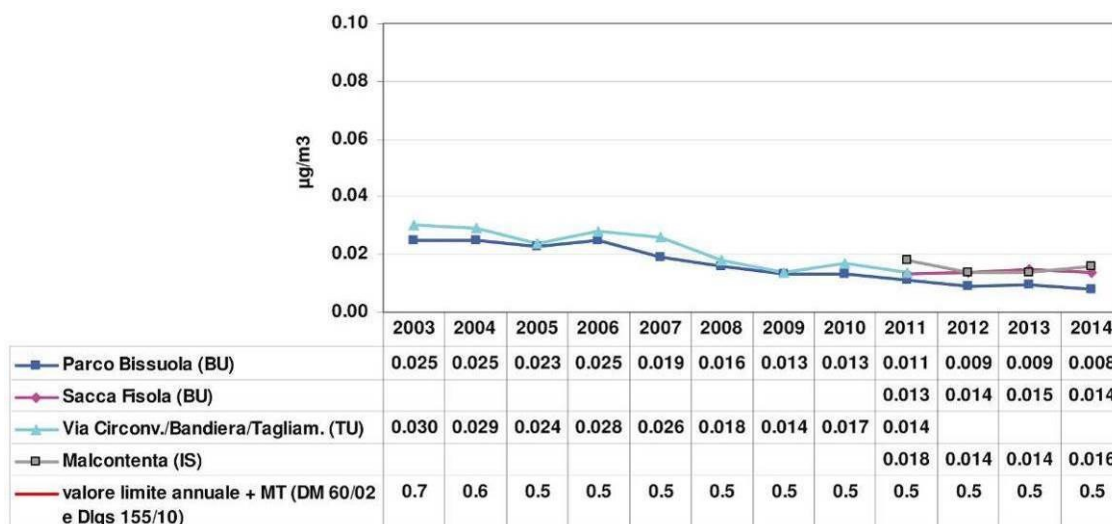
Dal confronto delle concentrazioni medie annuali, in riferimento al valore limite annuale di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere al 1 gennaio 2015, con un margine di tolleranza decrescente di anno in anno (D.Lgs. 155/10 e Decisione 2011/850/UE), analogamente al parametro PM10, si osserva una progressiva diminuzione delle concentrazioni medie dal 2005 al 2010, una ripresa della crescita nel 2011 di 5 - 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e un nuovamente una diminuzione nel 2012 di 2-3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, confermata nel 2013 e nel 2014 da una ulteriore diminuzione di 3-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per ciascun anno. Tali decrementi, in entrambe le stazioni del comune di Venezia, hanno prodotto nel 2014 il rispetto del valore limite annuale di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, fissato quale obiettivo da raggiungere al 1 gennaio 2015. In considerazione delle criticità riscontrate negli anni precedenti, il PM_{2.5} rimane comunque un parametro da osservare con particolare attenzione.



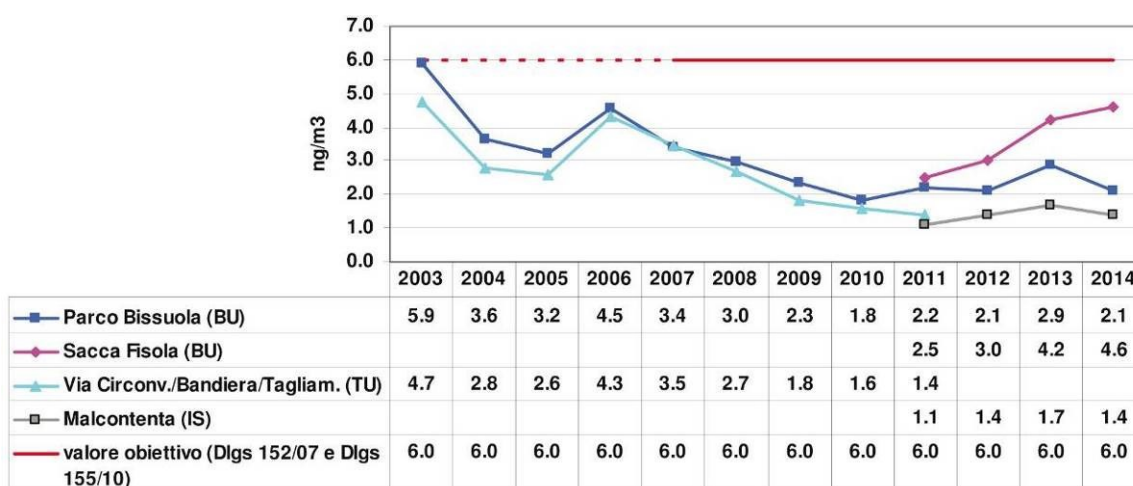
Confronto concentrazioni medie annuali PM_{2.5}
 (Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

- Pb, As, Cd, Ni – Metalli pesanti**

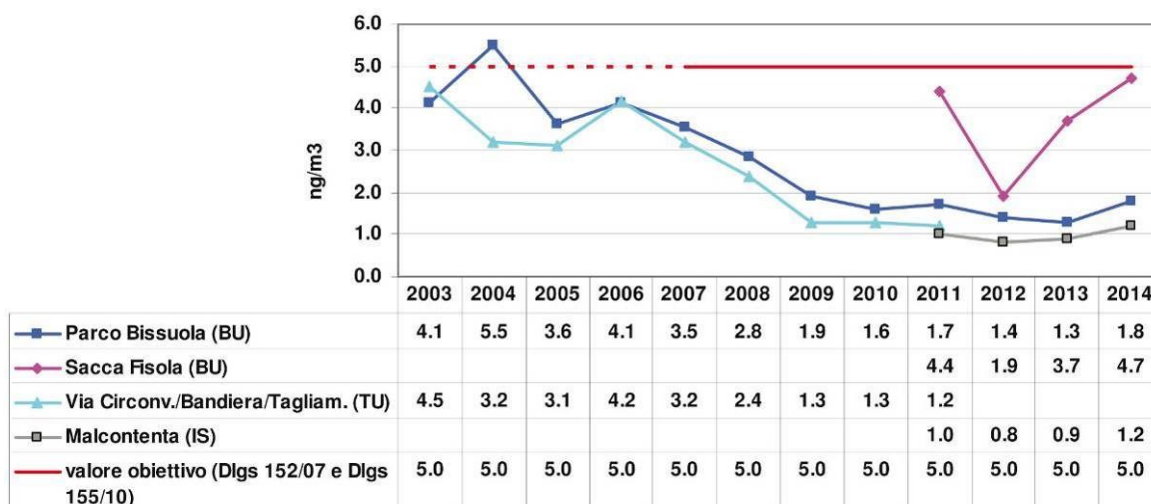
Presenti nel particolato atmosferico, dimensione delle particelle cui sono associati e composizione chimica dei metalli pesanti, dipendono fortemente dalla tipologia delle sorgenti emissive. Il piombo e altri metalli pesanti sono tossici e spesso cancerogeni, mutageni e teratogeni. Oltre che da fonti produttive ascrivibili ad attività industriali (vetrerie, fonderie, raffinerie, ecc.), sono riconducibili anche alla produzione energetica, all'incenerimento di rifiuti e all'attività agricola. Le figure seguenti mostrano l'andamento dei valori medi annuali dei metalli pesanti rilevati (Pb, As, Cd, Ni), che sono risultati tutti inferiori ai valore limite annuale o al valore obiettivo (in vigore dal 2007).



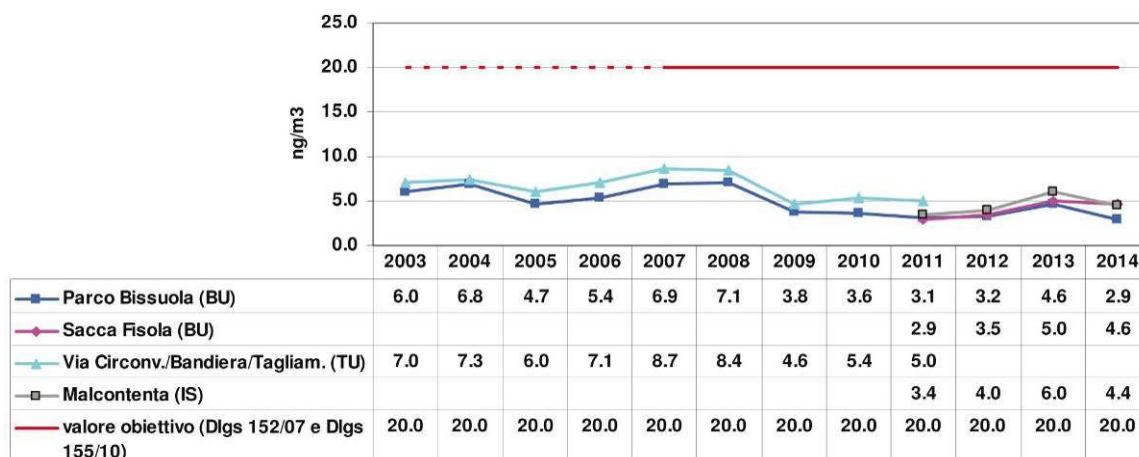
Confronto concentrazioni medie annuali di Piombo, riferite al valore limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).



Confronto concentrazioni medie annuali di Arsenico, riferite al valore obiettivo di $6.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ (dal 2007)
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).



Confronto concentrazioni medie annuali di Cadmio, riferite al valore obiettivo di $5.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ (dal 2007)
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).



Confronto concentrazioni medie annuali di Nichel, riferite al valore obiettivo di 20.0 ng/m³ (dal 2007)
(Fonte: ARPAV - Comune di Venezia. Report Annuale 2014).

5.9.2.2.2 Considerazioni conclusive del monitoraggio ARPAV 2014

I trend evolutivi degli inquinanti atmosferici nel territorio comunale di Venezia, valutati sulla scorta del monitoraggio della qualità dell'aria svolta dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia nel 2014, raffrontati con i dati degli anni precedenti e con i criteri normativi vigenti, sinteticamente portano alle seguenti conclusioni:

- per il *biossido di zolfo* (SO₂), *monossido di carbonio* (CO) e *benzene* (C₆H₆) non sono stati rilevati superamenti dei valori limite negli ultimi anni; allo stato attuale perciò questi inquinanti non presentano particolari criticità.
- maggior attenzione deve aversi per gli *ossidi di azoto* (NO_x), *ozono* (O₃), *particolato atmosferico* (PM₁₀ e PM_{2.5}) e *benzo(a)pirene*; in particolare per gli *ossidi di azoto* (NO_x), precursori dell'ozono e componenti importanti dello smog fotochimico che contribuisce alla formazione di particolato secondario, pur a fronte della tendenziale riduzione delle concentrazioni medie.
- Si continuano a registrare occasionali superamenti della soglia di informazione e dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana dell'ozono (O₃), pur a fronte di condizioni meteo favorevoli al rimescolamento degli inquinanti.
- Il particolato, sia del tipo PM₁₀ che PM_{2.5}, costituisce ancora elemento di criticità, a causa dell'elevato numero di superamenti del valore limite giornaliero e per la caratteristica delle polveri fini di veicolare altre specie chimiche, quali IPA e metalli pesanti.
- Rimane l'esigenza di proseguire il monitoraggio degli IPA, particolarmente pericoloso per la salute e di valutare attentamente le fonti principali di immissione, traffico e tutti i processi di combustione, compresi gli impianti a biomassa e la combustione domestica della legna.
- I metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb), pur presentando in generale valori medi annui inferiori ai valori obiettivo, richiedono comunque attenzione, in particolare arsenico e cadmio in riferimento alle specifiche fonti di emissione presenti nel territorio comunale (processi di fusione di vetrerie artistiche, particolarmente a Murano).

5.9.3 Misure di contenimento degli inquinanti attivate dall'Amministrazione Comunale di Venezia nel periodo 2014 - 2015

Il rapporto 2014 sulla qualità dell'aria nel comune di Venezia, si conclude con un capitolo illustrante le principali azioni promosse dall'Amministrazione Comunale per il contenimento delle emissioni in atmosfera nel biennio 2014 - 2015. Sinteticamente esse sono consistite in:

- n. 2 provvedimenti di limitazione della circolazione veicolare, il primo dal 7 gennaio al 30 aprile, il secondo dal 3 novembre al 12 dicembre, entrambi con divieto di circolazione ai veicoli Euro 0-benzina e Euro 1 e 2-diesel. In totale, le giornate di divieto di circolazione dei veicoli non catalizzati sono state, nel 2014, ben 109, ripetendo sostanzialmente gli analoghi periodi degli anni precedenti, particolarmente 2012 e 2013, quando rispettivamente le giornate di sospensione sono state 112 e 108.
- È stata emanata un'ordinanza di limitazione ulteriore rispetto alla normativa nazionale per l'esercizio degli impianti termici, oltre al divieto delle combustioni all'aperto, riducendo a 19 gradi centigradi la temperatura nelle case, negli uffici, nelle scuole e negli edifici assimilabili e a 17 gradi la temperatura negli edifici produttivi, oltre all'obbligo di spegnimento degli impianti alimentati da combustibili liquidi o solidi dalle ore 16 alle ore 18 di ogni giorno.
- È stato implementato il servizio di *car sharing*, avviato già nel 2001, con una maggiore offerta di veicoli e di punti di ritiro/consegna.
- Mantenimento del servizio di *bike sharing*, attivato dal 2010, in analogia con il servizio veicolare.
- Il lavaggio delle strade, attivato quale misura emergenziale a partire dal 2006, è stato effettuato per 4 mesi con frequenza settimanale o quindicinale, interessando le principali arterie viarie della terraferma mediante l'impiego di mezzi lavastrade e spazzatrici meccaniche, assistiti da personale netturbino.
- Implementazione del servizio tram effettivo e ottimizzazione delle linee di trasporto pubblico su gomma. Nel 2014 sono inoltre proseguiti i lavori di estensione della linea tranviaria fino a Venezia.
- Mantenimento del servizio People Mover fra il terminale automobilistico del Tronchetto e Piazzale Roma.
- Prosecuzione dell'attività di controllo degli impianti termici ad uso civile al fine di verificare di verificare l'esecuzione delle operazioni di controllo e manutenzione previste dalla legge, che comportano migliori livelli di efficienza energetica e contestuale riduzione delle emissioni di sostanze e gas climalteranti in atmosfera.

5.9.4 Monitoraggio puntuale in relazione all'intervento

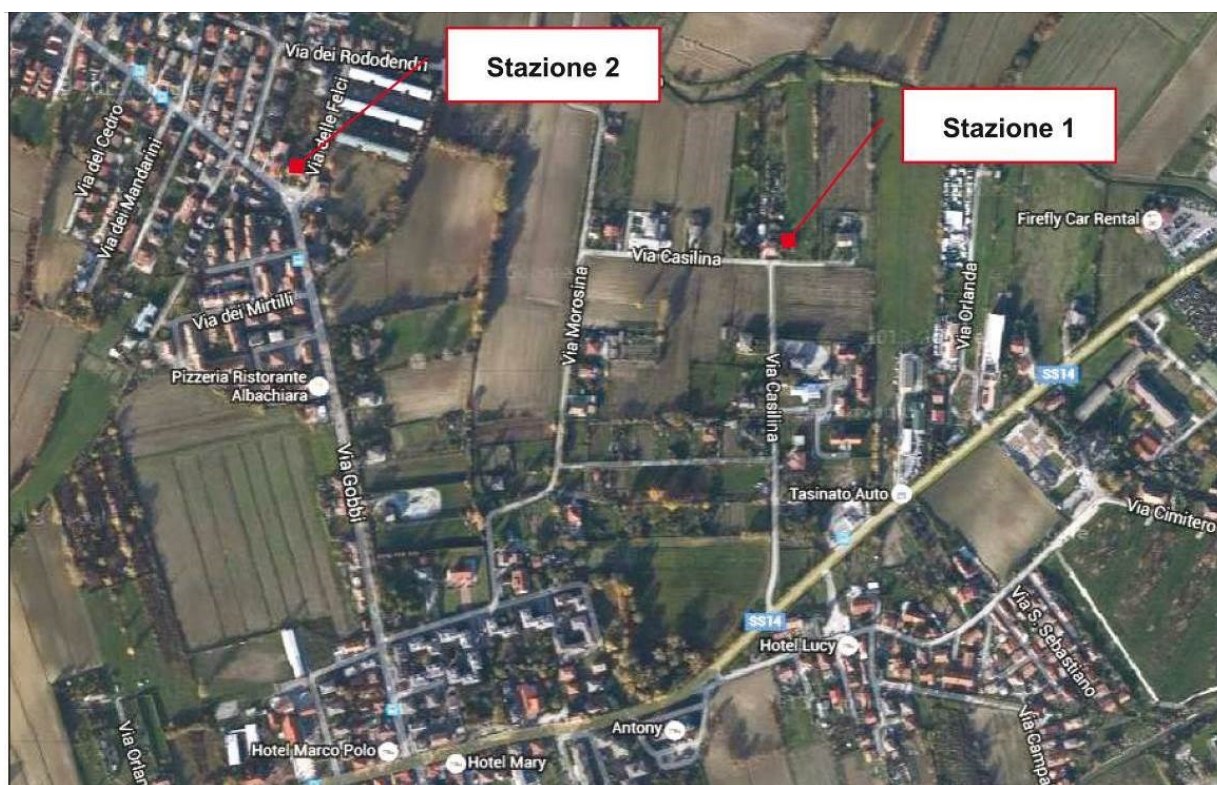
Nell'ambito della realizzazione del progetto della nuova infrastruttura è stato attivato un programma di monitoraggio che è stato completato nella prima fase corrispondente all'Ante

Opera, della quale è stato redatto un Report rendicontativo che si allega al presente studio. Tra le componenti ambientali controllate con tale programma, figura anche l'atmosfera, per la quale si sono eseguite misurazioni della qualità dell'aria mediante il ricorso ad un Laboratorio Mobile. La finalità del monitoraggio è quella di valutare le condizioni dello scenario antecedente alla realizzazione dei lavori, onde valutare, con le rilevazioni da eseguire nei medesimi punti durante le successive fasi di Corso e di Post Opera, le eventuali modificazioni che, prima la costruzione poi l'entrata in esercizio dell'infrastruttura, potrebbero produrre.

5.9.4.1 Durata e ubicazione delle campagne di misura

Il monitoraggio di Ante Opera è consistito nel campionamento in continuo per un periodo di 7 giorni eseguito su due stazioni collocate in area urbana e sub urbana in località Campalto, in siti adiacenti alla futura area di cantiere, concordati con la Direzione Lavori e corrispondenti ai siti come di seguito indicati:

- **Stazione 1:** via Casilina 24, dove le misurazioni si sono protratte dal 25 luglio sino al 31 luglio 2015;
- **Stazione 2:** angolo tra via Gobbi e via delle Felci, dove le medesime operazioni si sono svolte dal 6 agosto al 12 agosto 2015.



*Ubicazione delle stazioni di monitoraggio atmosferico su ortofoto
(Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).*

5.9.4.2 Dati rilevati

5.9.4.2.1 Parametri rilevati

Il set panel dei dati rilevati riguarda sostanzialmente i componenti inquinanti contemplati dal

D.Lgs. 155/2010 e parzialmente modificato dal D.Lgs. 250/2012:

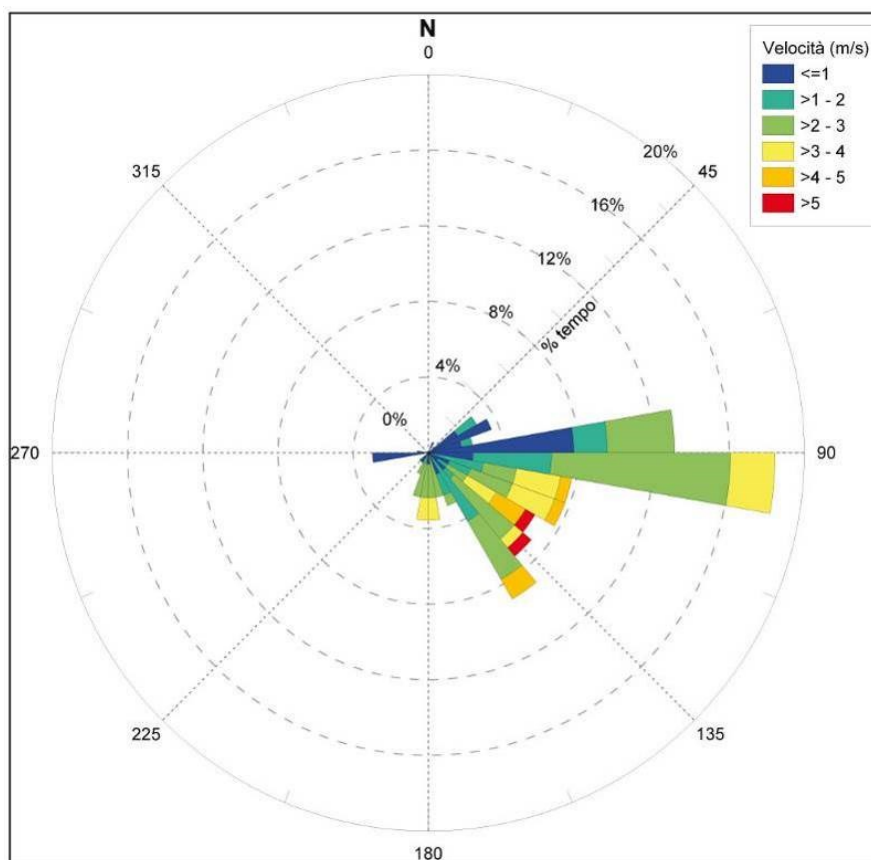
- **Inquinanti gassosi:**
Biossido di zolfo (SO₂); Monossido di Carbonio (CO); Ossidi di azoto (NO), (NO_x), (NO₂); Ozono (O₃); Benzene (C₆H₆); Toluene (CH₃C₆H₅); Xilene (C₈H₁₀).
- **Metalli pesanti:**
Piombo (Pb); Cadmio (Cd); Arsenico (As); Nichel (Ni); Mercurio (Hg).
- **Polveri**
PTS (polveri totali sospese); PM₁₀; PM_{2.5}; IPA su PM₁₀.

Contestualmente sono inoltre rilevati anche i seguenti **parametri meteorologici**: direzione e velocità del vento; temperatura esterna; umidità relativa dell'aria; pressione atmosferica; quantità di precipitazioni; radiazione totale solare.

5.9.4.2.2 Analisi dei dati

- **Condizioni atmosferiche**

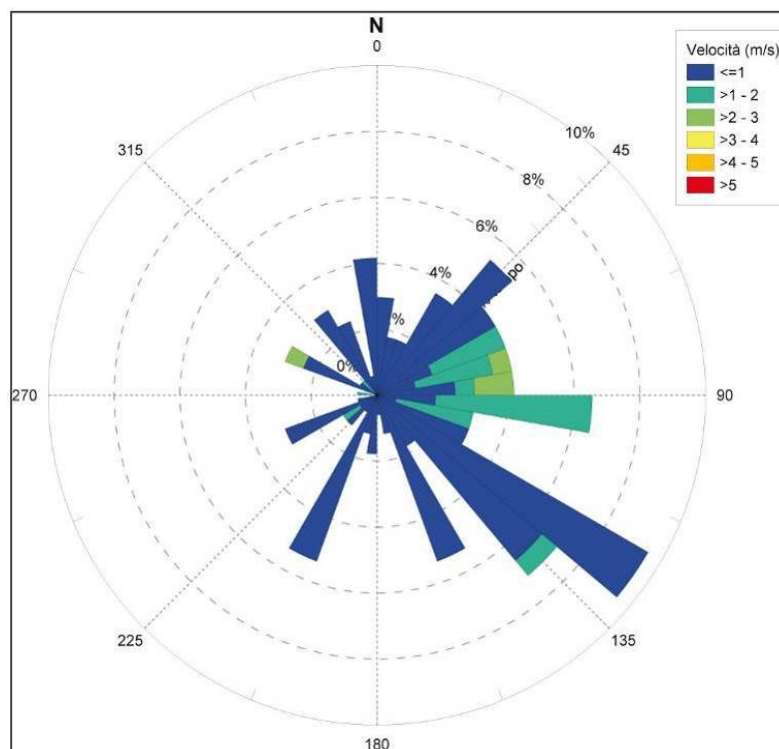
Nella rilevazione settimanale, dal 25.07.2015 al 01.06.2015, presso la Stazione ST1 in via Casilina, si è riscontrato un vento prevalente in direzione EST/SUD-EST con velocità massime raramente superiori ai 5 m/s.



*Velocità e direzione venti nella stazione di monitoraggio ST1 via Casilina
(Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).*

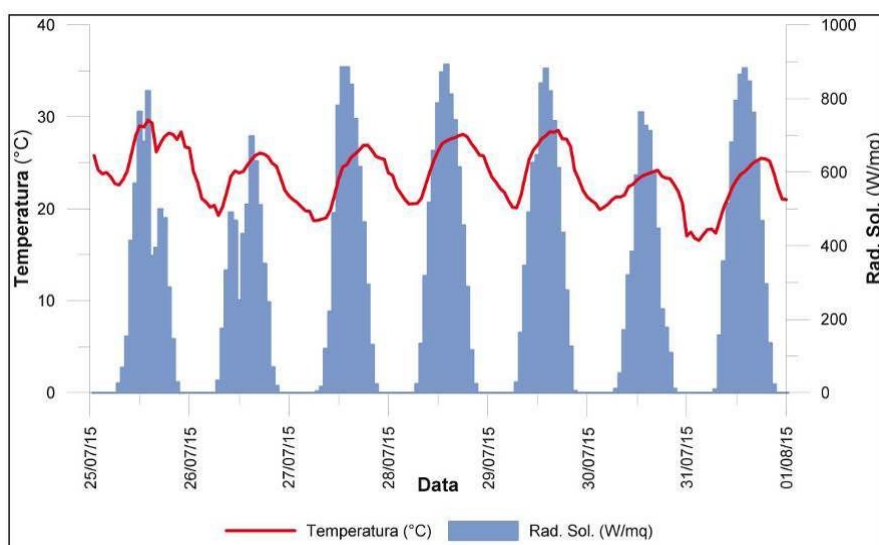
Nella stazione ST2 di via Gobbi - via delle Felci, dove la rilevazione è stata eseguita dal 06.08.2015 al 12.08.2015, è stato rilevato un vento prevalente in direzione SUD-EST della

velocità massima inferiori ai 3 m/s.

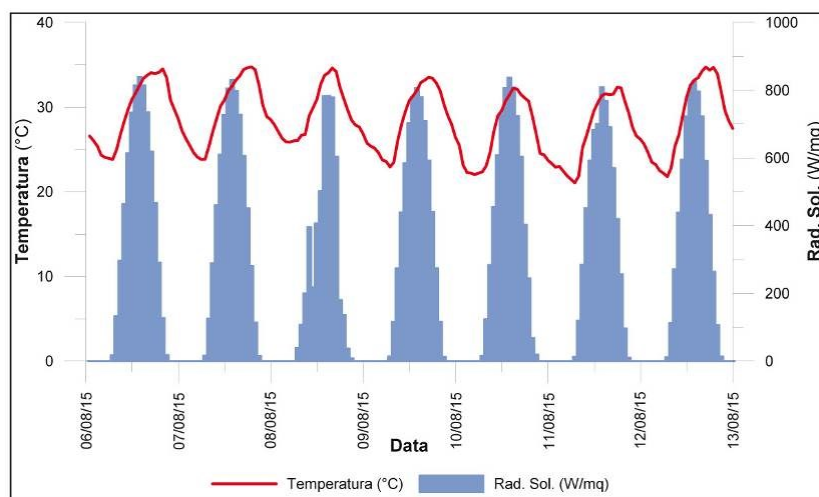


*Velocità e direzione venti nella stazione di monitoraggio ST2 via Gobbi – via delle Felci
 (Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).*

Per quanto riguarda l'andamento della temperatura e della radiazione solare, nelle due stazioni si sono riscontrati rispettivamente un valore medio complessivo di 23,6 °C, con punta massima di 29,7 °C nella ST1 e 28,4 °C, con punta massima di 34,7 °C, nella ST2.



*Andamento temperatura e radiazione solare nella stazione di monitoraggio ST1 – via Casilina
 (Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).*



*Andamento temperatura e radiazione solare nella stazione di monitoraggio ST2 via Gobbi – via delle Felci
 (Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).*

Le condizioni meteoroclimatiche rilevate, sono dunque quelle tipiche della stagione estiva e ciò ha comportato, come si vedrà nel seguito, l'enfaticizzazione quantitativa negli inquinanti più sensibili a tali condizioni climatiche, quali l'Ozono.

- ***Rilevazioni degli inquinanti***

- *Anidride solforosa – SO₂*

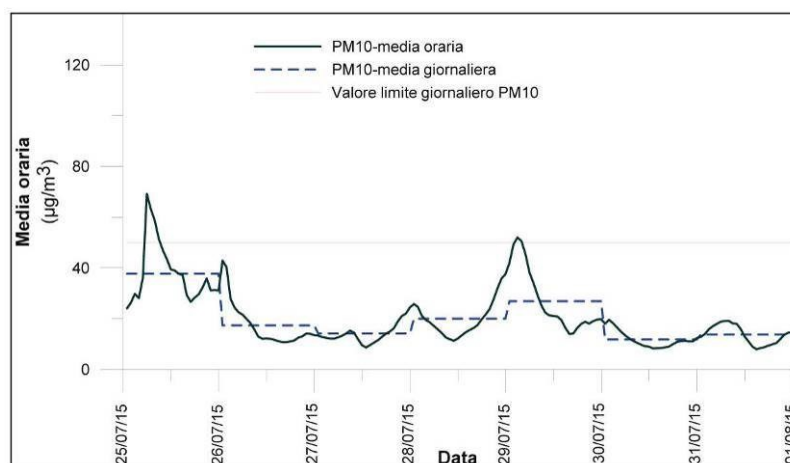
I valori misurati dell'inquinante sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità strumentale di 5 µg/mc in entrambe le stazioni per l'intera durata delle rilevazioni.

- *Ossidi di Azoto – NO_x*

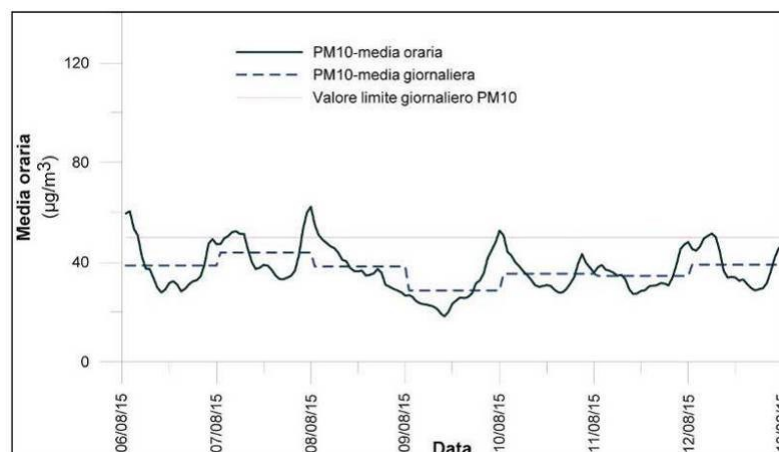
In entrambe le stazioni di misura e durante tutto il periodo delle relative rilevazioni, non si sono registrati superamenti del limite orario di concentrazione per l'NO₂.

- *Particolato PM₁₀ e PM_{2.5}*

L'andamento delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀, in entrambe le stazioni, non ha mai registrato superamenti dei valori limite previsti dalla normativa, rimanendo sempre al di sotto del limite di 50µg/mc; solo per qualche valore orario sono stati registrati valori superiori.



*Andamento del PM₁₀ nella rilevazione presso ST1 via Casilina
 (Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).*



Andamento del PM₁₀ nella rilevazione ST2 via Gobbi – via delle Felci
(Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).

PARAMETRO	UDM	ST1		ST2	
		VALORE MASSIMO	VALORE MEDIO	VALORE MASSIMO	VALORE MEDIO
PM10	ug/m ³	69.2	20.3	62.2	36.9
PM2.5	ug/m ³	0.2	0.1	1.4	0.6

Sintesi valori medi e massimi di PM₁₀ e PM_{2.5} rilevati
(Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).

- **Benzene e BTX**

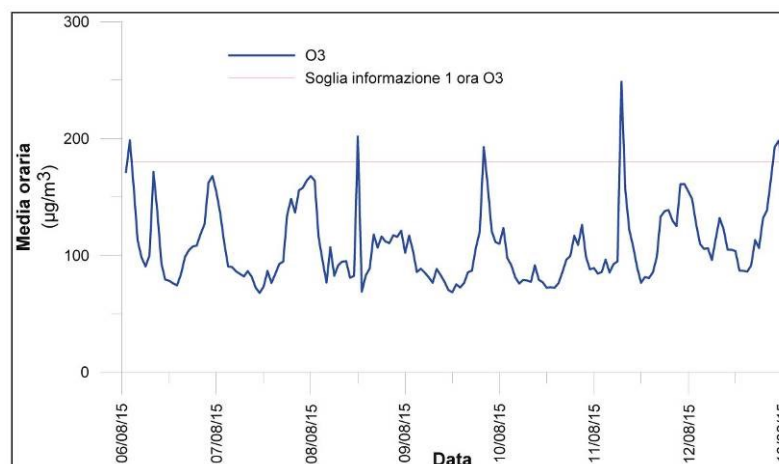
In riferimento alla media annua del Benzene, i dati rilevati non evidenziano superamenti del limite di soglia.

- **Monossido di Carbonio - CO**

Le misure non evidenziano valori elevati, né il superamento dei limiti massimi previsti della media sulle 8 ore in entrambe le stazioni.

- **Ozono – O₃**

Nella Stazione 1 i valori sono rimasti al di sotto della soglia del *Limite di Informazione*, mentre nella Stazione 2 si sono registrati alcuni superamenti sporadici, legati alle particolari condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo di misurazione.



Andamento dell'O₃ rilevato nella ST2 di via Gobbi – via delle Felci
(Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).

PARAMETRO	UDM	ST1		ST2	
		VALORE MASSIMO	VALORE MEDIO	VALORE MASSIMO	VALORE MEDIO
O3	ug/m ³	160.2	84.6	248.8	108.7

Sintesi valori medi e massimi di O₃ rilevati

(Fonte: Relazione tecnica finale del Monitoraggio Ante Operam, anno 2015, a cura di ATI GEODELTA).

- **Polveri totali – PTS. Metalli pesanti e IPA**

Le analisi eseguite sulle polveri sospese totali (PTS), rilevate durante le misurazioni nelle due stazioni, non hanno evidenziato concentrazioni rilevabili, sia per metalli pesanti che per gli IPA.

5.9.5 Impatti potenziali

Conseguentemente a quanto emerso dall'analisi dello stato di fatto, nonché in considerazione dell'attualità riguardante i frequenti superamenti dei limiti di soglia, soprattutto dei valori delle polveri sottili, nonché l'estensione territoriale del fenomeno che riguarda sostanzialmente l'intera pianura padana, si ritiene che, a buon vedere, gli effetti prodotti potenzialmente dalla realizzazione della strada oggetto dell'analisi possano essere difficilmente valutati in termini sia qualitativi che quantitativi.

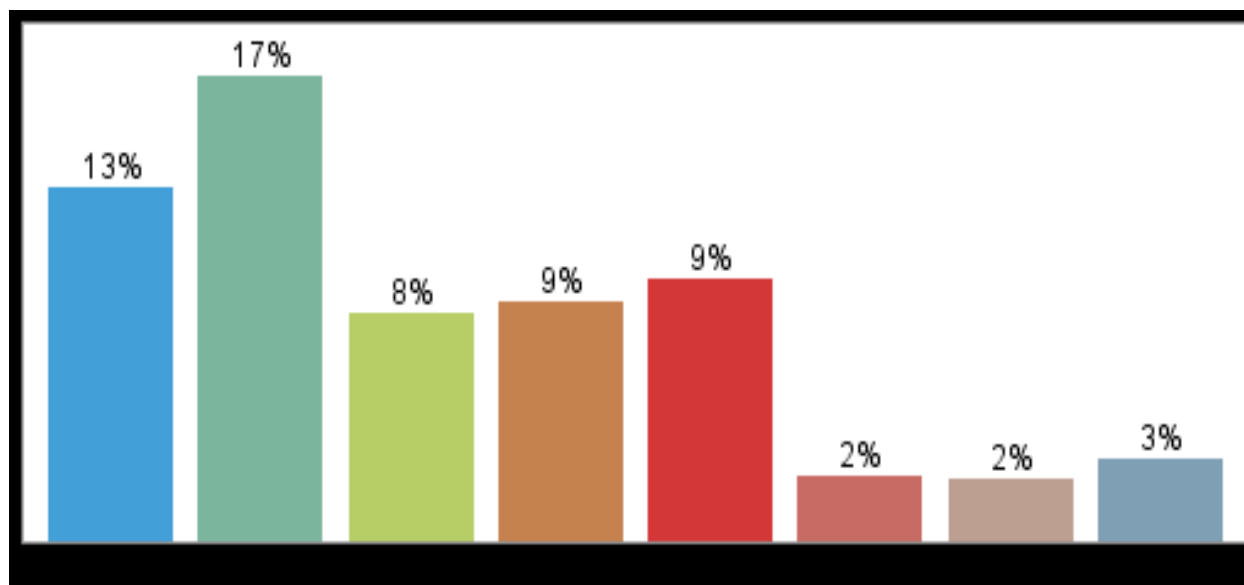
In ogni caso, considerando la fase di esercizio, la realizzazione del by-pass viabilistico di Campalto produrrà su tale insediamento un alleggerimento delle pressioni attuali, che, in relazione alla specifica matrice atmosferica, risultano quanto mai accentuate dai volumi di traffico in attraversamento del centro abitato e dal livello di congestionamento che si registra in particolare nella prossimità dell'incrocio semaforizzato esistente fra l'attuale SS 14 e via Gobbi, via Passo Campalto. La fluidificazione dei flussi di carico veicolare realizzato dalla nuova strada consentirà, nell'ambito locale, di percepire una diluizione maggiore anche delle emissioni aeriformi e quindi producendo un apporto migliorativo soprattutto per la parte insediativa collocata in fregio all'attuale SS 14.

Per quanto attiene alla fase di realizzazione dell'opera, ovvero del Corso d'Opera, è evidente che le emissioni di maggiore rilevanza prodotte dal cantiere sono quelle ascrivibili ai mezzi d'opera e alle polveri prodotte dalle lavorazioni. Nella gestione del cantiere, quindi, sarà necessario seguire un protocollo che tenga conto dei seguenti criteri:

- per quanto riguarda i mezzi d'opera, assicurare il perfetto stato di efficienza degli stessi, in modo da poter contenere al massimo le emissioni aeriformi;
- nelle giornate ventose assicurare l'umidificazione delle piste di cantiere, in modo da ridurre al minimo il sollevamento di polvere prodotto dal transito dei mezzi d'opera sulle superfici sterrate e comunque assicurare che la pavimentazione delle piste di cantiere sia efficiente e compatta. Le piste vanno periodicamente pulite e le polveri legate per evitare depositi di materiali sfusi sulla pista medesima;

- limitazione della velocità massima sulle piste di cantiere;
- negli interventi di rimozione/demolizione ricorrere possibilmente ad una scomposizione in grandi pezzi con adeguata agglomerazione delle polveri (umidificazione);
- i depositi di materiale sciolto e macerie quale il materiale non bituminoso di demolizione di superfici stradali, calcestruzzo di demolizione, sabbia ghiaiosa riciclata con frequente movimentazione del materiale devono essere adeguatamente protetti dal vento, ricorrendo, ad esempio a umidificazione dei cumuli, pareti/valli di protezione o sospensione dei lavori in caso di condizioni climatiche particolarmente avverse;
- proteggere i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dall'esposizione al vento mediante misure come la copertura con stuoie, teli o copertura verde.

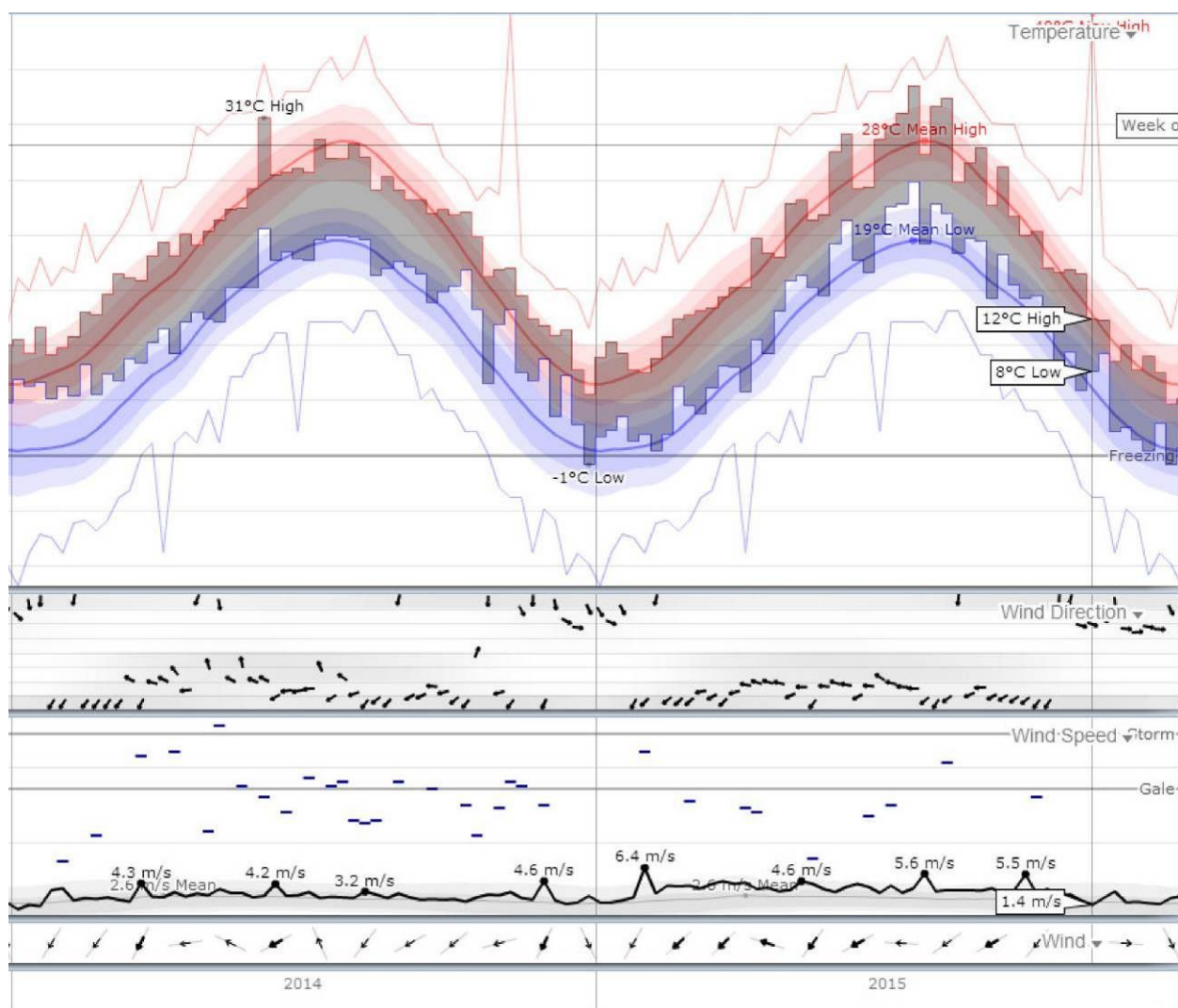
Come si vede la sensibilità del cantiere all'esposizione al vento è determinante. Per individuare gli ambiti di maggiore esposizione a tale fenomeno atmosferico, può risultare utile considerare la direzione prevalente dei venti nell'arco dell'anno. Grazie al sistema di rilevazione in continuo presente presso il vicino aeroporto internazionale Marco Polo di Tessera, è possibile disporre dello storico dei dati atmosferici reperibili sul sito www.weatherspark.com. Considerando le medie annuali, i dati mostrano una prevalenza di venti provenienti da Nord, Nord-Est ed Est.



Rappresentazione statistica della direzione prevalente dei venti durante l'anno, rilevata presso l'Aeroporto Marco Polo di Tessera (Ve) – 2015.

(Fonte: www.weatherspark.com).

Guardando la rappresentazione dei dati climatologici rappresentati sul biennio 2014 – 2015, ottenuti dalla medesima fonte sopracitata, si ha la netta conferma della rappresentazione statistica sopra raffigurata.



Rappresentazione dei dati climatici relativi a temperature e ai venti, rilevati presso l'Aeroporto di Tessera (Ve) negli anni 2014 - 2015.

(Fonte: www.weatherspark.com).

Gli ambiti circostanti all'area di cantiere, maggiormente esposti all'eventuale azione delle emissioni polverulente sono dunque quelle relative all'insediamento urbano di Campalto, soprattutto nella porzione più a nord prossima all'insediamento di Favaro. Tuttavia la collocazione della positura del nuovo asse nel corridoio prevalentemente libero posto fra Campalto e Favaro, consente di ottenere, per gran parte dello sviluppo del cantiere, una distanza apprezzabile dello stesso dal tessuto urbanizzato e, quindi, tale da consentire una minore esposizione alla dispersione delle polveri da esso provenienti.

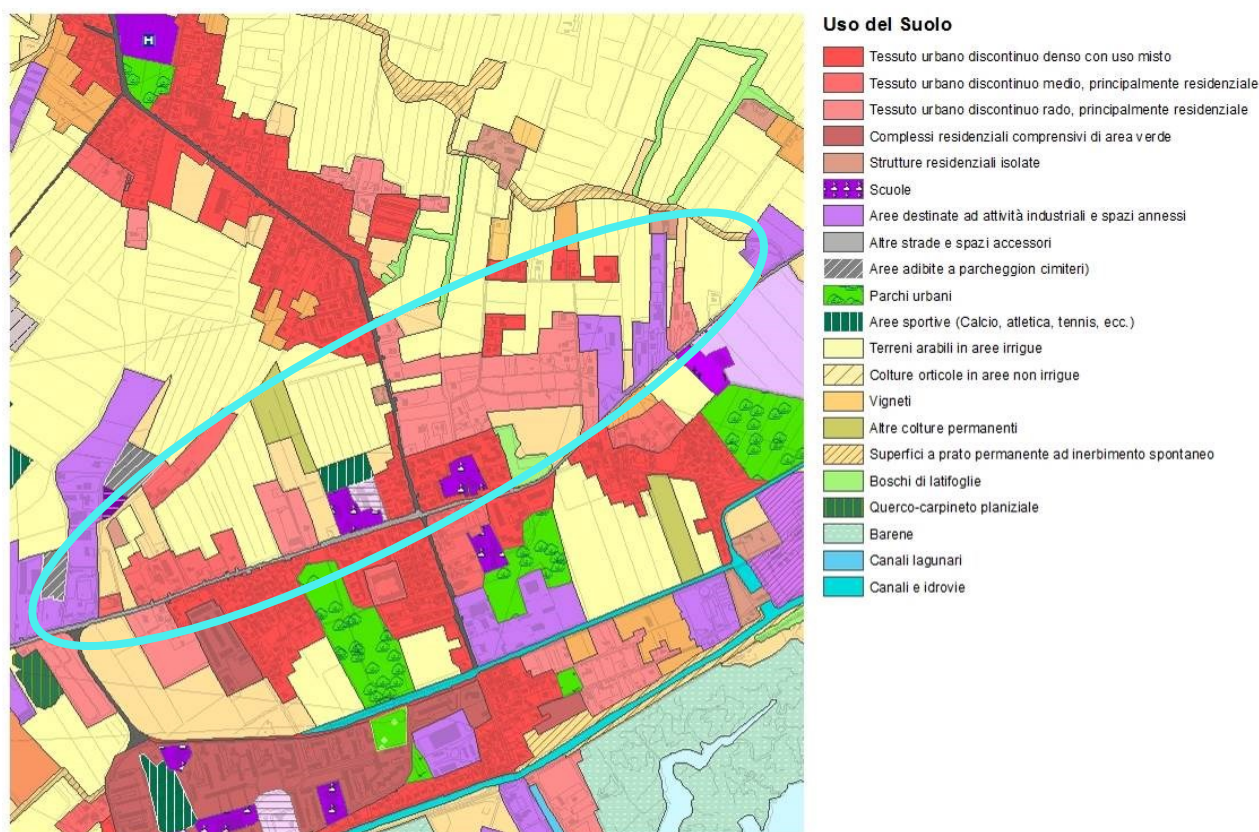
5.10 SISTEMA INSEDIATIVO E USO DEL SUOLO

Il tracciato della Variante alla S.S. 14 "Triestina" è localizzato nel territorio a nord dell'agglomerato urbano di Campalto e in gran parte in zona ad uso prevalentemente agricolo. La nuova viabilità forma una sorta di cintura al tessuto urbano della frazione di Campalto e va a garantire l'eliminazione del traffico di attraversamento del centro con conseguente migliore fruibilità delle aree a servizi collettivi (scuole, edifici di culto ed esercizi commerciali).

Le rotatorie di progetto sono collocate esattamente nei pressi delle aree produttive,

rispettivamente all'intersezione tra via Orlanda e Fossa Pagana (in direzione Tessera) e dell'attuale incrocio tra via Orlanda e via Cristoforo Sabbadino (direzione Mestre).

Dalla tavola dell'uso del suolo si evidenzia come l'area interessata dall'intervento si collochi tra i due "nuclei" insediativi a carattere misto (residenziale e commerciale) di Campalto e l'urbanizzazione lungo via Gobbi, sulla direttrice per Favaro Veneto.



Comune di Venezia - Uso del suolo (fonte: Geoportale Regione Veneto).

5.11 INQUADRAMENTO DELL'AGROSISTEMA

Gli usi agricoli del territorio interessato dal tracciato della Variante alla S.S. 14 "Triestina", evidenziati anche nell'immagine precedente, sono di seguito analizzati descrivendo brevemente i principali raggruppamenti colturali relativi a specie erbacee e legnose.

- Terreni arabili in aree irrigue

Le colture presenti in questi spazi sono costituite essenzialmente da seminativi, quali frumento, mais e soia elementi fondamentali e caratterizzanti l'agricoltura e il paesaggio.

Le colture a seminativo in tali spazi sono poi associate a vegetazione spontanea di tipo infestante, anche se generalmente scarsa, a causa delle intense pratiche di diserbo utilizzate. Si tratta tuttavia di specie annue, che completano il loro ciclo vegetativo con la coltura stessa o anche prima, spesso di origine esotica ed ora naturalizzate nelle nostre campagne. Formano di conseguenza popolamenti effimeri, condizionati nel loro sviluppo dal succedersi delle pratiche colturali.

- Superfici a prato permanente ad inerbimento spontaneo

La vegetazione dei prati permanenti è formata da specie che si possono considerare spontanee e che sono state diffuse e rese comuni dall'azione dell'uomo, la caratteristica che classifica un prato come permanente è la copertura erbacea mantenuta per oltre cinque anni. Il pregio naturalistico di questo tipo di vegetazione è dato infatti dalla presenza di specie spontanee perenni. La stabilità delle formazioni è tuttavia assicurata dalle pratiche artificiali di sfalcio, irrigazione e concimazione. Da sottolineare anche che i prati stabili sono generalmente di origine colturale, dunque le specie seminate non sempre corrispondono ai ceppi selvatici per cui la composizione floristica risulta influenzata, per buona parte, dalla semina iniziale.

- Colture orticole in aree non irrigue

Si tratta di spazi agricoli dedicati a coltivazioni orticole di vario genere, le azioni colturali sono principalmente legate alla stagione primaverile-estiva con la produzione di solanacee e nel periodo autunno-invernale con brassicacee e cicorie. L'elevato grado di meccanizzazione legato a queste tipologie colturali rende minima la presenza di vegetazione spontanea di tipo infestante.

- Vigneto

Dalla quantità e dalle dimensioni degli appezzamenti dedicati alla coltura del vigneto nell'area sottoposta ad indagine appare principale l'attitudine all'autoproduzione. L'ambiente formato dalle coltivazioni legnose (vigneti e frutteti) determina formazioni vegetali particolari in cui l'elemento più naturale è rappresentato dal solo strato erbaceo, costituito dalla vegetazione commensale. A differenza delle altre colture erbacee, la vegetazione commensale delle colture arboree non segue il ciclo biologico della pianta coltivata. Colture arboree da frutto, inserite in ampie zone coltivate da tempo, difficilmente ospiteranno interessanti esemplari di flora locale.

- Filari arborei e sistemi lineari

Con questo termine si vogliono indicare le formazioni vegetali tendenzialmente lineari e di estensione ridotta che si possono rinvenire in alcune parti del territorio, al margine dei campi o lungo le strade.

I filari hanno sempre rappresentato un elemento tipico nel paesaggio padano fino all'introduzione delle grandi macchine agricole e della monocoltura. Costituivano il margine di strade e sentieri campestri, fiancheggiavano fossi e corsi d'acqua e rappresentavano un elemento naturale nella monotonia del paesaggio agricolo. Dal punto di vista naturalistico sono utili perché forniscono ospitalità ad avifauna e a piccoli mammiferi ed offrono con i loro frutti, in autunno e in inverno, cibo ai volatili; rappresentano inoltre un rifugio per le specie erbacee spontanee scacciate dalle aree agricole.

Per quanto riguarda le strutture lineari del paesaggio agrario, costituite da siepi e frangiventi, l'ambito territoriale interessato dalla realizzazione della variante alla SS 14 di Campalto non è dissimile da quello delle altre zone della pianura padano-veneta, dove la frammentazione del paesaggio agrario e l'urbanizzazione fortemente espansiva, hanno ormai compromesso l'articolazione e la modulazione paesaggistica fornita dalle siepi campestri. Tuttavia, nella porzione di territorio ancora con una utilizzazione agricola, tali strutture in qualche misura permangono. La realizzazione della nuova infrastruttura, al riguardo, interferirà con alcune di tali strutture e per quanto riguarda l'attenuazione degli effetti eco-biologici prodotti da tale interferenza, si ricorrerà ad una implementazione delle strutture vegetali contemplate nell'ambito delle mitigazioni e delle opere a verde contemplate dal progetto.



Strutture arbustivo-arboree lineari del paesaggio agrario.

5.12 MATRICI BIOTICHE

5.12.1 Ecosistema

L'assetto attuale dell'area in esame, è il risultato di un processo plurisecolare di trasformazioni che hanno portato ad una deviazione significativa dell'ecosistema, originariamente costituito dalla foresta decidua *mesoigrofila*, identificata dall'associazione *Aparago Tenuifolii - Quercetum roboris* inframezzato da zone paludose nelle aree più depresse.

Un aspetto caratteristico dell'entroterra Veneziano, alla fine del 1800 e ai primi decenni del 1900, fu l'espandersi delle cave di estrazione d'argilla per la fabbricazione di laterizi. Il fenomeno è durato fino agli anni '80, quando hanno cessato l'attività le ultime fornaci.

Le zone interessate dall'attività estrattiva dopo l'abbandono furono gradatamente colonizzate da una ricca vegetazione, divenendo così zone umide di notevole interesse naturalistico. La maggior parte di tali zone umide sono oggi vincolate quali *Oasi naturalistiche* per la protezione della flora e della fauna.

Dette zone umide, assieme ai Siti di Importanza Comunitaria, costituiscono i “nodi” della rete ecologica a scala locale, assieme ai corsi d'acqua (corridoi ecologici) e all'ambiente delle barene della laguna di Venezia (zona sorgente).

Il territorio in cui è inserito l'intervento risulta significativamente condizionato dagli interventi antropici, con la conseguente sostanziale riduzione dei livelli di biodiversità presenti. In queste zone l'interazione dei fattori biotici ed abiotici e la pressione antropica conducono al riconoscimento di due ecosistemi comunque condizionati dalle attività umane:

- l'antropo-sistema;
- agroecosistema.

Il primo coincide con la parte più densamente urbanizzata in cui gli elementi naturali risultano fortemente compromessi dalla presenza fisica di manufatti edilizi ed infrastrutture.

5.12.2 Vegetazione

La tipologia di vegetazione che caratterizza l'area oggetto d'intervento, oltre ad essere in parte legata alle consociazioni colturali descritte nel capitolo precedente, è da considerarsi tra quelle di minor pregio, riscontrabile nelle aree a forte e media antropizzazione (aree industriali e aree urbane, intendendo con queste ultime sia i nuclei abitati sia le cascine isolate).

Le aree calpestate ospitano popolamenti riferibili alla classe *Plantaginetea majoris*, tipicamente caratterizzate dalla presenza di *Plantago major* e *Polygonum aviculare*. I muri ospitano anch'essi una vegetazione caratteristica facente capo alla classe *Parietarietea judaicae*, caratterizzati dalla prevalenza di *Parietaria judaica* e *Cymbalaria muralis*, tipiche dei vecchi muri. Situazione analoga si riscontra negli orti e nei giardini. Sono osservabili alcune specie annuali quali *Stellaria media*, *Veronica persica*, *Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris*, *Euphorbia helioscopia*, *Mercurialis annua*.

Nei piccoli giardini delle case si ospitano piante e fiori di ogni tipo e di ogni provenienza. Qui l'uomo si è sbizzarrito alla ricerca dell'effetto estetico e cromatico, allestendo giardini con specie di svariata origine in cui lo sviluppo della flora autoctona e di quella infestante è costantemente impedito da interventi drastici di diserbo manuale o chimico.

Non è emerso, dalle indagini effettuate, la presenza di specie protette oggetto d'interferenza.

5.12.3 Fauna

L'analisi della componente faunistica è stata incentrata in primo luogo sull'individuazione delle specie presenti o potenzialmente presenti nell'area indagata, in particolar modo sulle specie di interesse comunitario, avendo effettuato lo studio di verifica dell'eventuale presenza di

incidenza ambientale con le modalità ed i contenuti prescritti dalla DGR Veneto 2299/2014, che si allega alla presente.

Di seguito si riporta l'elenco redatto a partire dal database regionale (DGRV 2200/2014) e delle idoneità ambientali identificate dalla Rete Ecologica Nazionale.

N2K_CODE	Specie	Allegati	Usi del suolo CLC (idoneità alta 3, media 2, bassa 1)			Trend pop.	Trend areale	Grado di conservazione
			112	211	242			
B-A029	<i>Ardea purpurea</i>	I		1	1	+	+	A
H-1201	<i>Bufo viridis</i>	IV	2	1	3			A
B-A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>	I			2	-	+	B
B-A081	<i>Circus aeruginosus</i>	I		1	1	+	+	A
B-A082	<i>Circus cyaneus</i>	I		2	1			B
B-A084	<i>Circus pygargus</i>	I		2	1	+	+	A
H-1283	<i>Coronella austriaca</i>	IV	1	1	3			A
B-A026	<i>Egretta garzetta</i>	I	1	1	1	+	+	A
H-1220	<i>Emys orbicularis</i>	II-IV		1	2			C
H-1327	<i>Eptesicus serotinus</i>	IV	3	1	2			A
B-A098	<i>Falco columbarius</i>	I		1				NE
B-A103	<i>Falco peregrinus</i>	I	2	1	1	+	+	A
H-5670	<i>Hierophis viridiflavus</i>	IV	1	1	3			A
H-5358	<i>Hyla intermedia</i>	IV			2			B
H-5365	<i>Hypsugo savii</i>	IV	2	1	2			A
H-5179	<i>Lacerta bilineata</i>	IV		1	2			B
B-A338	<i>Lanius collurio</i>	I	1	1	3	-	+	B
B-A176	<i>Larus melanocephalus</i>	I	1	1		+	+	A
H-1341	<i>Musccardinus avellanarius</i>	IV			2			A
H-1321	<i>Myotis emarginatus</i>	II-IV	2	1	1			B
H-1292	<i>Natrix tessellata</i>	IV		1	2			B
H-2016	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	IV	3	1	2			A
H-1317	<i>Pipistrellus nathusii</i>	IV	3	1	2			A
H-1309	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	IV	3	1	2			A
H-1256	<i>Podarcis muralis</i>	IV	3	1	2			A
H-1250	<i>Podarcis siculus</i>	IV	1	1	2			A
H-1209	<i>Rana dalmatina</i>	IV			2			B
H-1215	<i>Rana latastei</i>	II-IV		1	1			B
H-1217	<i>Testudo hermanni</i>	II-IV		1	1			C
H-1167	<i>Triturus carnifex</i>	II-IV		1	1			B
H-6091	<i>Zamenis longissimus</i>	IV			2			A

Dalle verifiche e analisi condotte in riferimento all'accertamento di eventuali incidenze sugli habitat oggetto di protezione appartenenti ai Siti di Interesse Comunitario e alle Zone di Protezione Speciale (SIC e ZTPS), costituenti la Rete Natura 2000, secondo quanto disposto dalle direttive comunitarie 92/43/CEE e 2011/484/Ue, non risulta che l'intervento in progetto intervenga negativamente sul grado di conservazione delle entità oggetto di protezione.⁹

5.13 VALENZE STORICO CULTURALI E PAESAGGISTICHE

In fase di progettazione definitiva dell'intervento è stata redatta una Relazione Paesaggistica, dalla quale si riprendono gli elementi descritti nel seguito del presente capitolo.

Tale elaborato conteneva gli elementi necessari alla verifica della compatibilità paesaggistica ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs. n. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", essendo che le opere in progetto, almeno parzialmente, ricadono in aree sottoposte a tutela

⁹ Cfr. allegata documentazione relativa alla verifica di incidenza, a firma del dott. D. Scarpa.

paesaggistica ai sensi del medesimo suddetto decreto. La finalità e i contenuti della Relazione Paesaggistica sono stati elaborati in conformità a quanto disposto dall'Allegato al DPCM 12/12/2005, attuativo del D.Lgs. n. 42/2004.

Detta documentazione venne dunque strutturata secondo i seguenti elementi:

1. Verifica della compatibilità degli interventi con la pianificazione paesaggistica regionale, provinciale e locale;
2. Verifica della compatibilità degli interventi con gli elementi di particolare valore paesaggistico, storico e culturale (aree protette), e con i diversi livelli di tutela;
3. Descrizione del contesto paesaggistico di 'area vasta' in cui è collocato l'intervento, con la individuazione degli 'ambiti paesaggistici' interessati;
4. Descrizione del paesaggio del sito specifico d'intervento, contenente l'analisi degli elementi 'strutturanti' il paesaggio, le condizioni di visualità e la rappresentazione fotografica dell'area;
5. Simulazione di inserimento dell'opera nel paesaggio dell'area;
6. Previsione delle trasformazioni paesaggistiche e accorgimenti per mitigarle e per il migliore inserimento paesaggistico delle opere.

In sede di Conferenza dei Servizi per l'approvazione del progetto definitivo, conclusasi in data 13.09.2010, veniva riportato quanto comunicato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici di Venezia e Laguna, che confermava il parere positivo espresso con le note di cui al prot. n. 9529 del 22.07.2009 e n. 16327 del 23.12.2009, contenenti le seguenti prescrizioni:

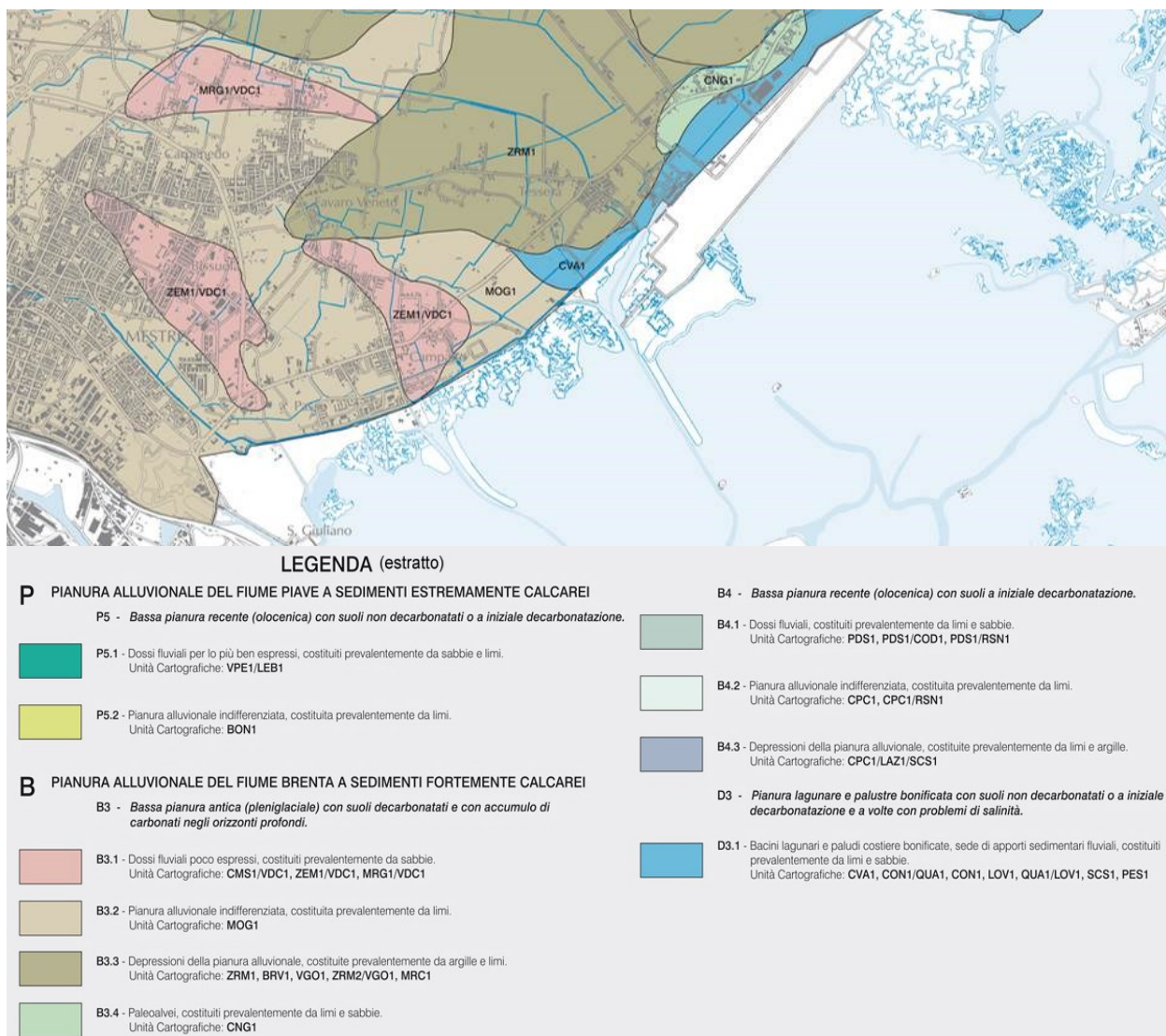
- *la rotatoria di collegamento tra via Orlanda, via Sabbadino e ambito di via Martello sia, per quanto possibile riposizionata in modo da non alterare l'asse esistente di via Orlanda;*
- *non siano eseguiti tombinamenti di fossati;*
- *il progetto sia completato con un'attenta ricomposizione ambientale e paesaggistica dei luoghi che dovrà prevedere un adeguato arredo verde delle rotatorie, la formazione di nuovi fossati e la sistemazione di quelli esistenti oltrech  la completa sistemazione e ricomposizione delle aree oggetto di cantiere.*

5.13.1 Caratteri morfologici e strutturali del paesaggio

Il territorio in esame appartiene al settore centro-orientale della bassa Pianura Veneta, in fregio al margine settentrionale della laguna di Venezia.   caratterizzato da una morfologia pianeggiante e depressa, con quote medie prossime al livello del mare e con valori negativi in prossimit  della gronda lagunare. La morfologia si differenzia impercettibilmente in aree a dosso, aree depresse e aree di transizione, distinzione che spesso riporta anche diversit  nella composizione della granulometria dei terreni e quindi nelle capacit  drenanti dei suoli.

Trattasi di un territorio ad elevata antropizzazione, che ha in gran parte dissimulato le morfologie naturali, delle quali rimangono percepibili solo alcuni limitati elementi idrografici.

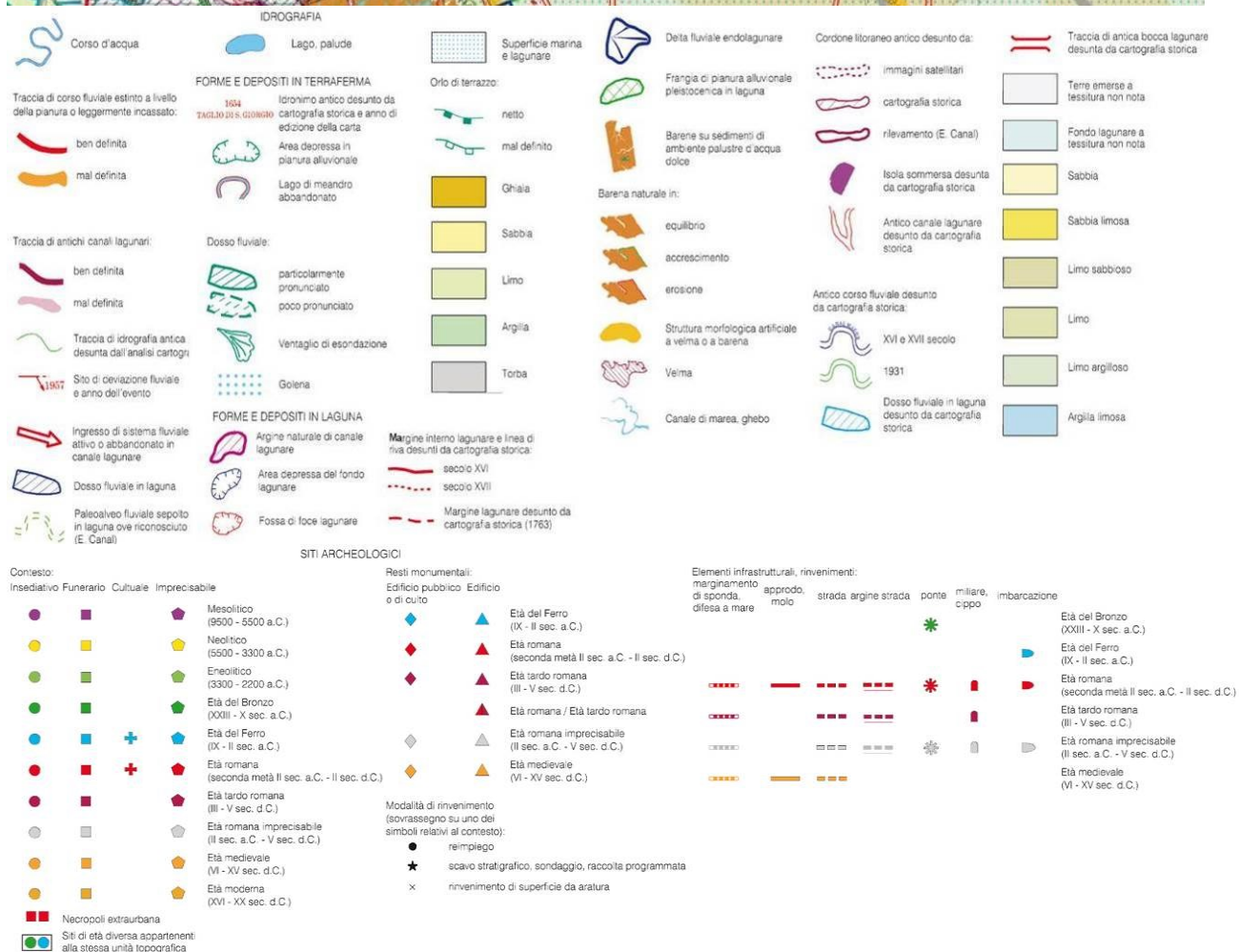
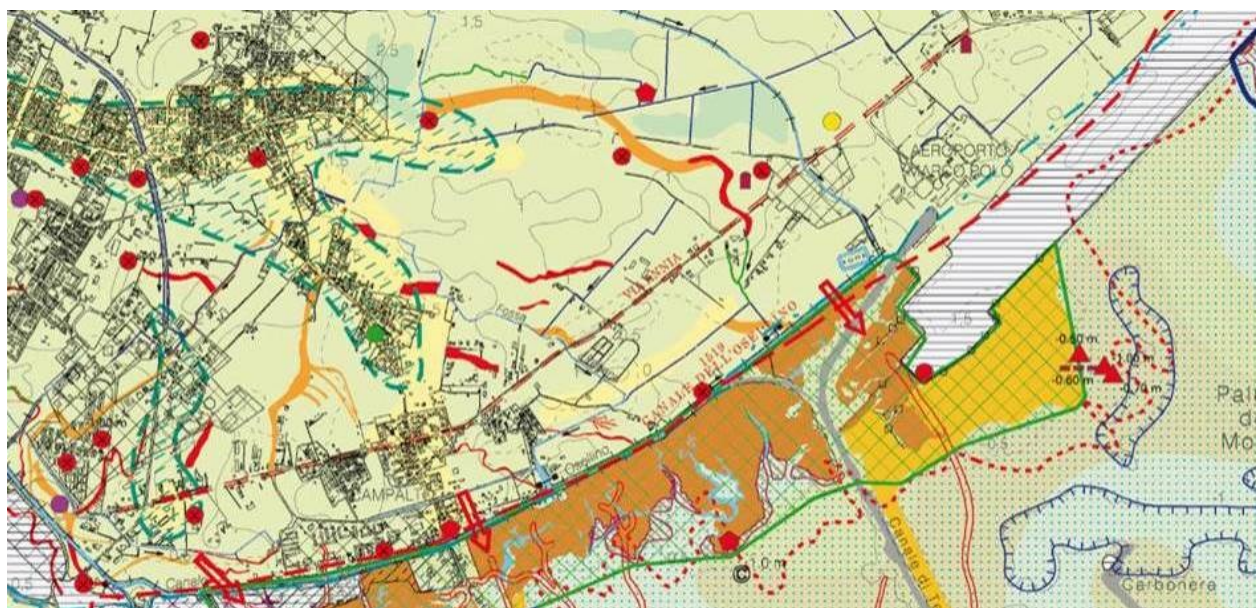
L'intero ambito di riferimento territoriale è interessato da un fitto sistema di canali e fossi di bonifica, che costituiscono la rete scolante delle acque superficiali. Questo assetto è interrotto da “dossi”, costituiti principalmente da depositi di composizione sabbiosa, residui di antichi corsi fluviali, generati dalle divagazioni dei principali corsi d'acqua che hanno plasmato la pianura: Dese, Zero e Sile, come si vede bene dalla Carta dei Suoli, pubblicata da ARPAV nel 2008.



*Estratto della Carta della Carta dei suoli della Provincia di Venezia
 (fonte: ARPAV, 2008).*

Altrettanto interessante, per capire la struttura di paesaggio del territorio in esame, e la conformazione prevalentemente limo-sabbiosa delle aree e la presenza di numerose tracce di corsi fluviali estinti o leggermente incassati a livello della pianura, unitamente alla diffusione di numerose tracce di insediamenti antichi di epoca storica e protostorica, come si può vedere efficacemente rappresentato nella Carta Geomorfologica della Provincia di Venezia, della quale si propone un estratto nel seguito.¹⁰

¹⁰ Carta Geomorfologica della Provincia di Venezia alla scala 1:50.000, a cura di Bondesan A., Meneghel M., Rosselli R. e Vitturi A. (2004) – LAC, Firenze.



Estratto della Carta geomorfologica della Provincia di Venezia
 (fonte: Città Metropolitana di Venezia. Servizio Geologico, Difesa del suolo e tutela del territorio).

5.13.2 Sistema vincolistico

La ricognizione dei vincoli relativi ai beni culturali e paesaggistici ricadenti nell'area di studio riscontra le seguenti categorie di tutela:

- vincolo di cui al D.Lgs 42/2004 art. 10, Codice dei Beni Culturali, Parte II^a, Titolo I^o, Capo I^o,

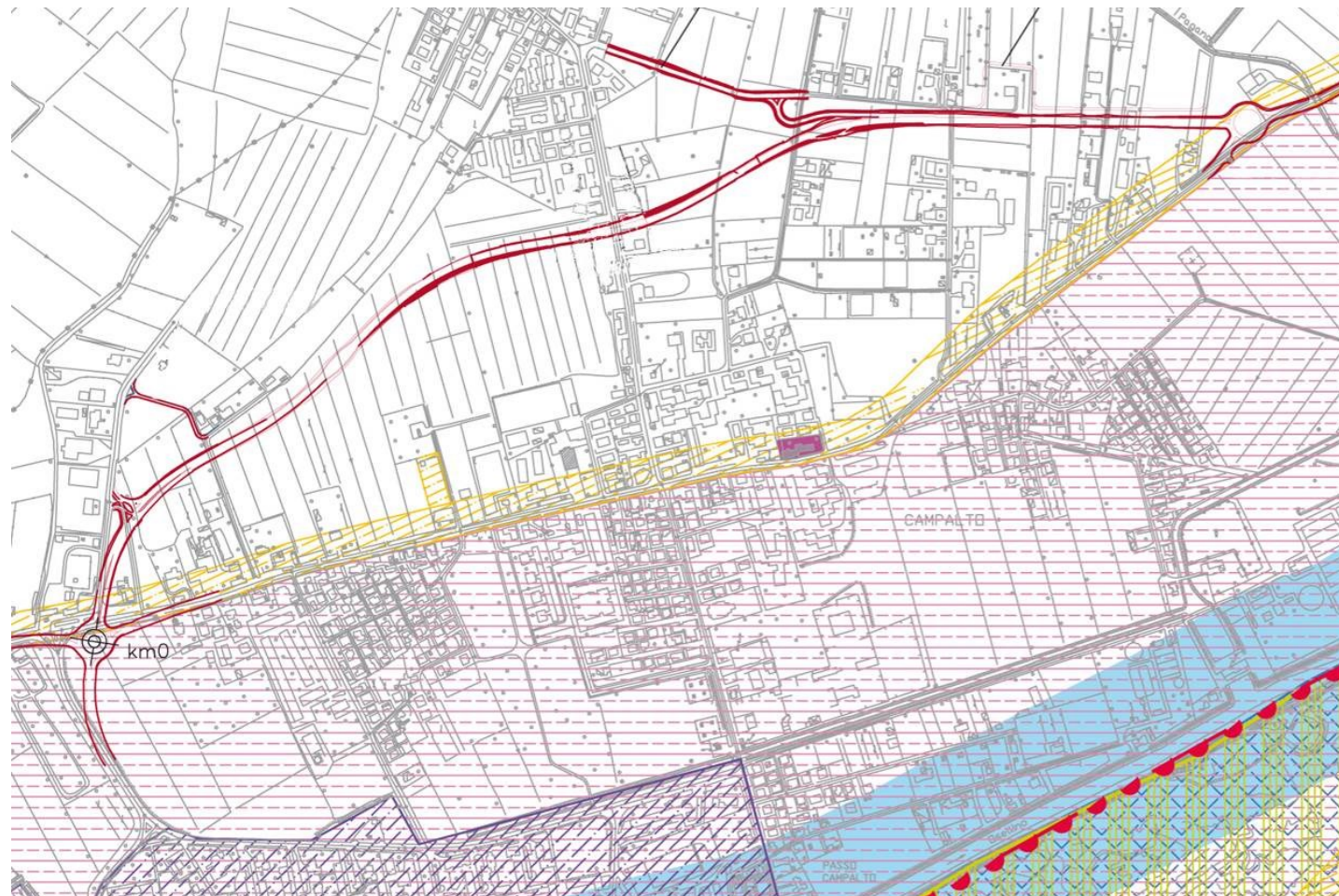
Beni Culturali (ex lege 1089/39 – Tutela delle cose di interesse Artistico o Storico), ivi inclusi le aree e i beni di interesse archeologico;

- vincolo di cui al D.Lgs 42/2004 art. 134, *Codice dei Beni Culturali*, Parte III^A, Titolo I°, Capo I° ed in particolare i beni di cui all'art. 136, Capo II°, *Immobili ed aree di notevole interesse pubblico* (ex lege 1497/39 – Protezione delle bellezze naturali);
- vincolo di cui al D.Lgs 42/2004 art. 142, lett. c, *Codice dei Beni Culturali*, Parte III^A, Titolo I°, Capo II°, *Aree tutelate per legge - fiumi, torrenti e corsi d'acqua* (ex lege 431/85 - disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale).

Inoltre, dal punto di vista ambientale, sono presenti nell'area di riferimento, i seguenti ambiti di tutela a vario titolo e finalità:

- il Sito di Interesse Comunitario *IT3250031 – Laguna Superiore di Venezia*;
- una zona ricompresa nella “*conterminazione lagunare*”, ai sensi della Legge Speciale 171/73 – Interventi per la Salvaguardia di Venezia e ss.mm.ii.;
- il sito di Porto Marghera classificato quale Sito di Interesse Nazionale, ai sensi del DM 471/99 - *Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati*.

Il progetto in esame, interferisce con le sopra elencate aree di vincolo e/o tutela per una modesta parte, ovvero con (la rotatoria di innesto sulla SS14 lato Venezia) interessa l'area soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi del D.Lgs 42/2004 art. 136 (ex lege 1497/39); tale area vincolata si estende a sud della SS 14 attuale. Inoltre, la stessa SS 14 coincide con la zona a rischio archeologico e pertanto, in prossimità delle 2 rotatorie di allaccio alla statale, il tracciato in progetto interessa detta zona di vincolo.



LEGENDA

Beni paesaggistici

- D.Lgs. 42/04 art. 142, lett.c) fiumi corsi d'acqua
- D.Lgs. 42/04 art. 136 - aree di notevole interesse pubblico

Beni culturali

- D.Lgs. 42/04 art. 10 c. 1
- D.Lgs. 490/99 - aree a rischio archeologico

Conterminazione lagunare

- L. 171/73 - D.Lgs. 16/90 - delimitazione della conterminazione lagunare

Rete Natura 2000

- SIC: IT3250031 "Laguna superiore di Venezia"
- ZPS: IT3250046 "Laguna di Venezia"

Siti interesse nazionale

- D.M. 471/99 - Siti di Interesse Nazionale (siti inquinati)

- Tracciato di progetto

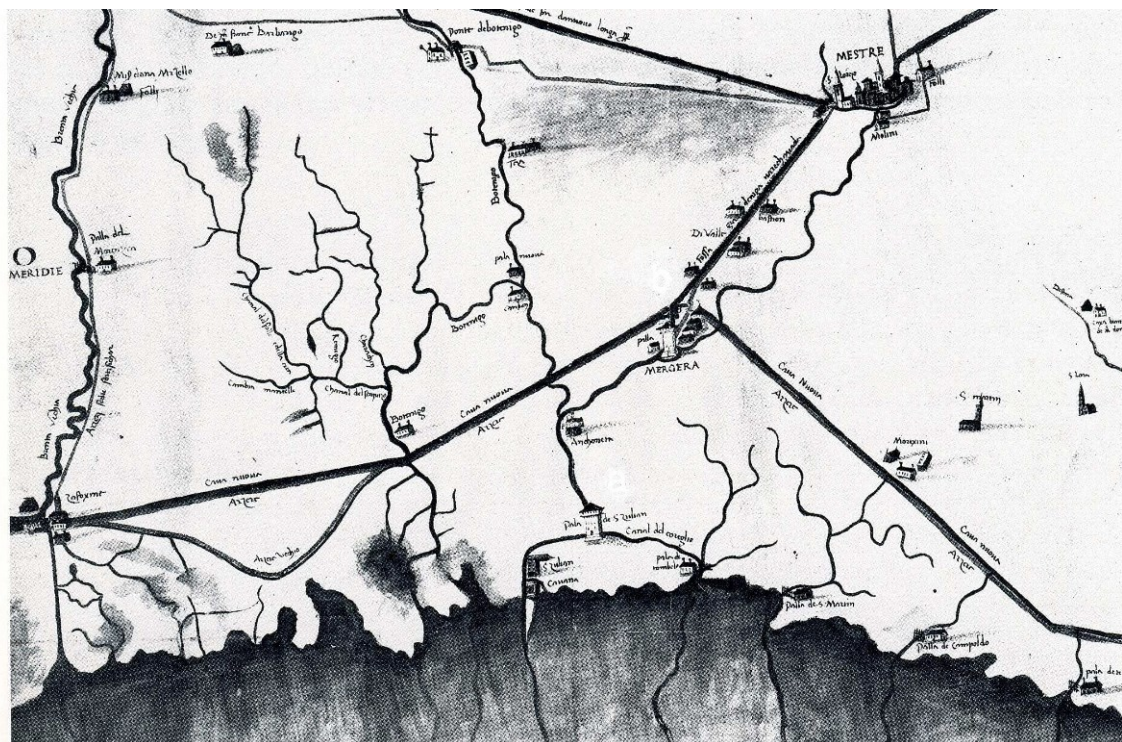
Carta dei vincoli

(Fonte: Relazione Paesaggistica allegata al Progetto Definitivo della Variante alla SS 14 di Campalto).

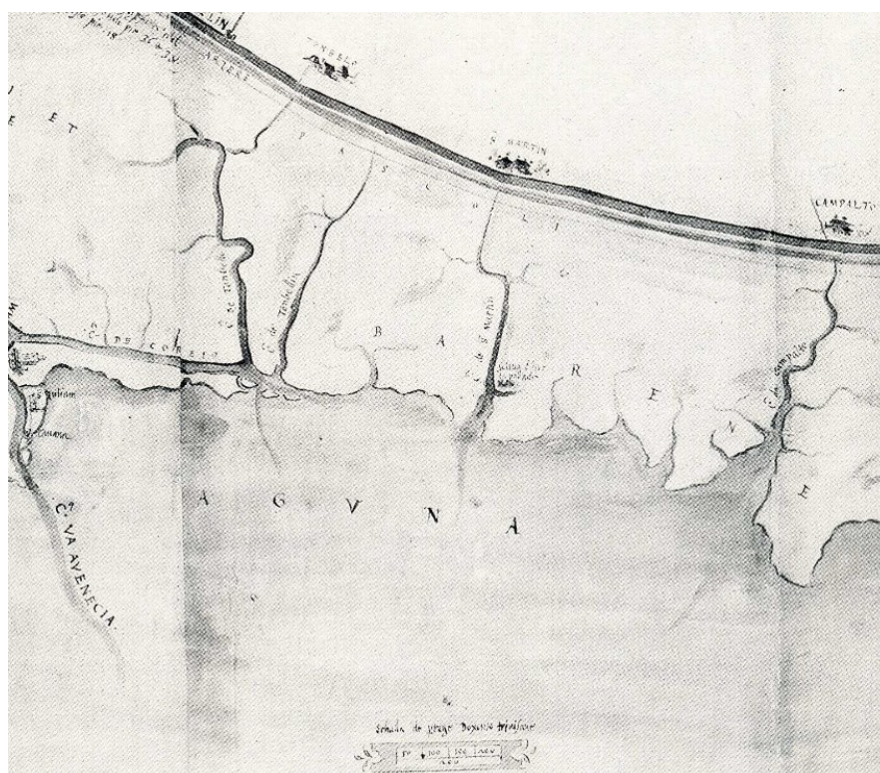
5.13.3 Paesaggio e valori culturali

5.13.3.1 Le dinamiche evolutive del territorio nella successione delle carte storiche

L'evoluzione del territorio, succedutasi nel corso dei secoli, è registrata nella successione delle carte storiche che ben documentano l'area di studio a partire dall'epoca rinascimentale.



Anonimo, Mappa della gronda lagunare (porzione), inizio XVI secolo.
Archivio di Stato di Venezia. Raccolta Terkuz, disegno 25.



Anonimo, "Mappa della laguna da Marghera al fiume Dese con il corso della Bretella che va in Oxelin" (porzione), XVI secolo. Archivio di Stato di Venezia - S.E.A. serie laguna n. 139.



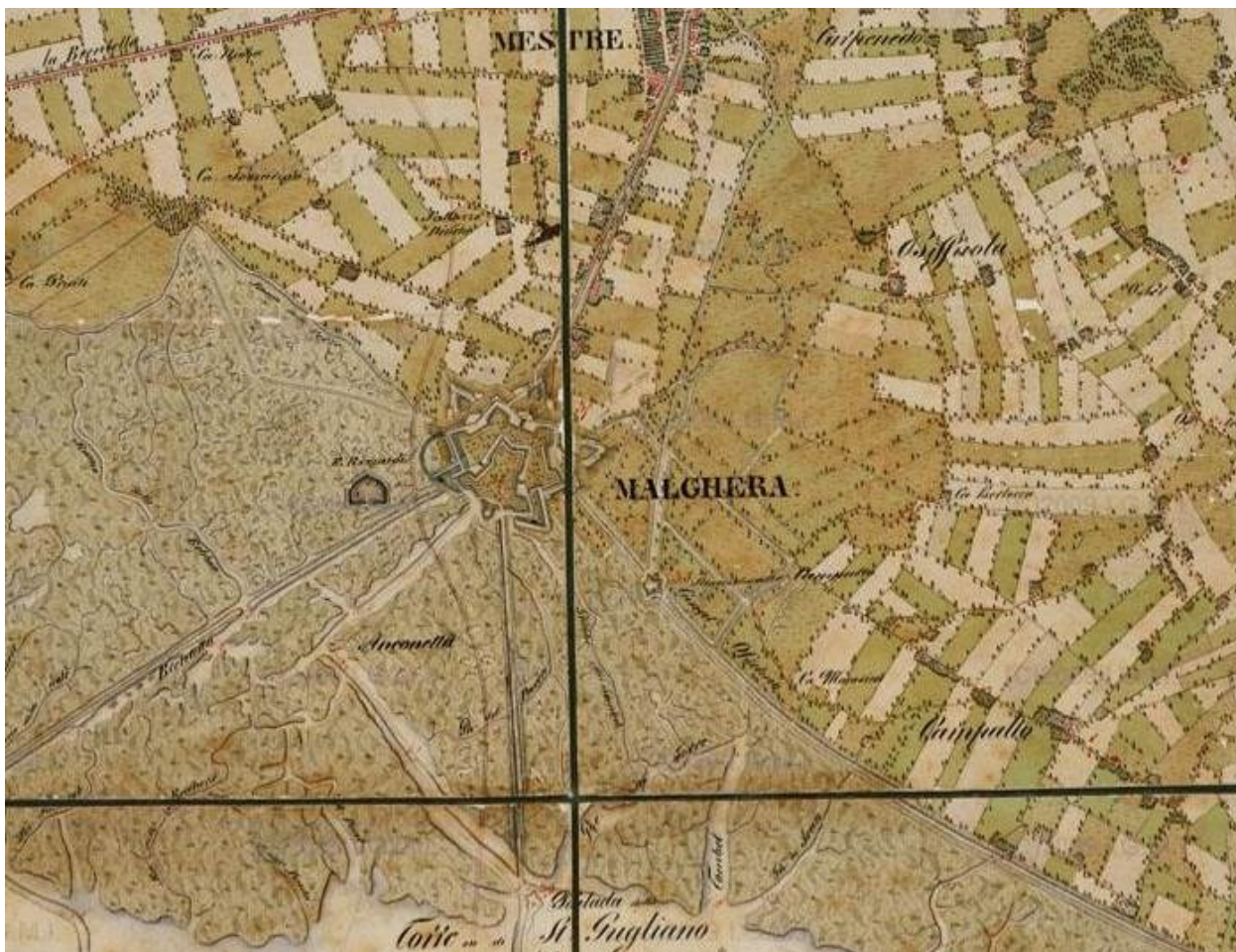
Disegno di A. Minorelli da originale di Cristoforo Sabbadino (1556).
"Laguna di Venezia con il sistema fluviale sfociante in laguna e nell'Adriatico" (porzione), 1645.
Archivio di Stato di Venezia - S.E.A. serie laguna n. 13.



Disegno di Anonimo, redatto con la sovrintendenza dell'Esecutore alle Acque Angelo Emo.
"Laguna di Venezia" (porzione), 1762.
Archivio di Stato di Venezia - S.E.A. serie laguna n. 167.



Anton Von Zach, Kriegskarte. "Carta del Ducato di Venezia" (porzione), 1798 – 1805.
Fondazione Benetton Studi Ricerche e Grafiche V. Bernardi, Treviso 2005.



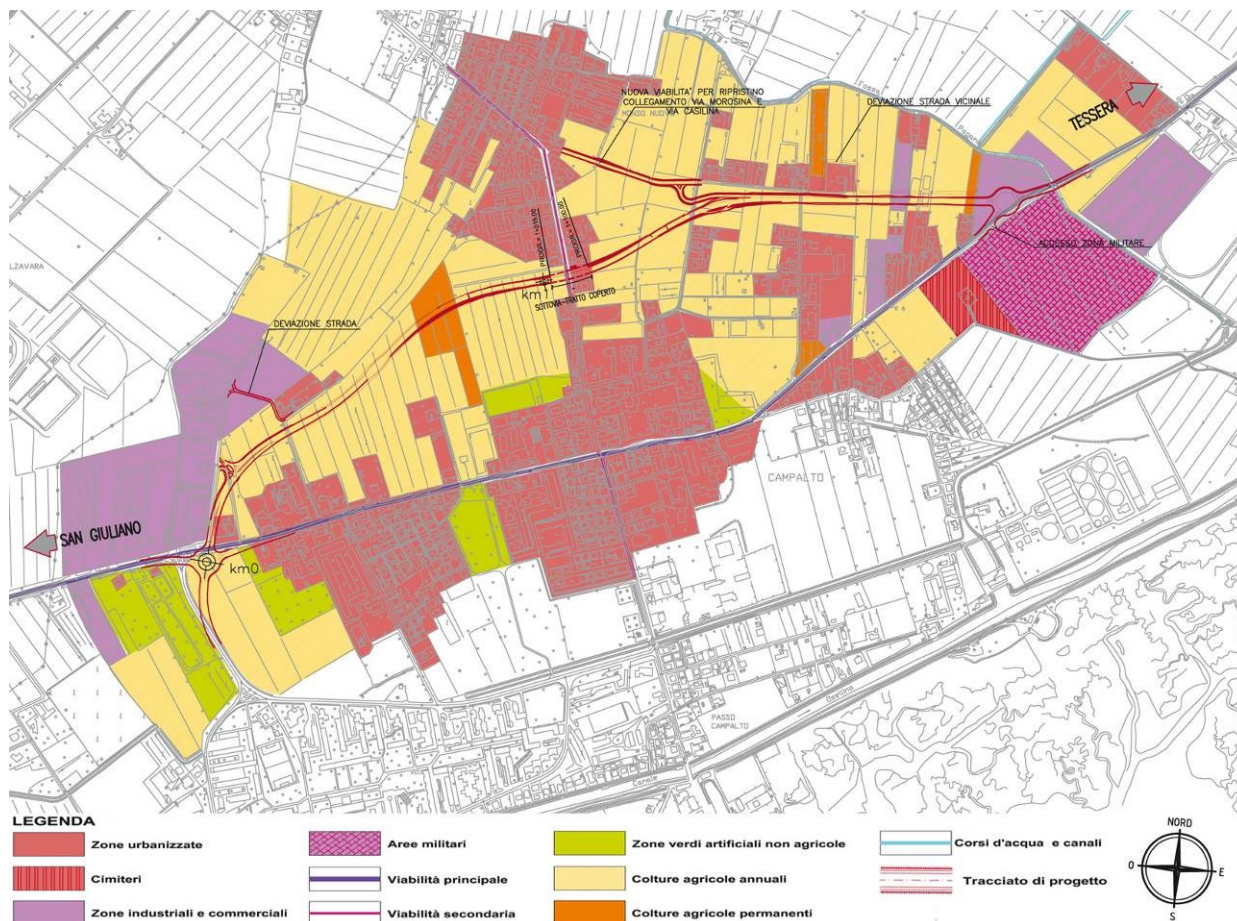
Copia della carta napoleonica di Auguste Denaix (1800 - 08), ridotta dal Genio terrestre austriaco (1836 - 37),
"Plan der See-Stadt und festung Venedig" (porzione).
 Istituto Geografico Militare – Archivio Carte Antiche.

Dalla seppur parziale successione degli estratti cartografici soprariportata, si vede la permanenza storicizzata dell'asse viario, cui corrisponde la SS 14, il quale ha costituito, fin dall'inizio della tradizione cartografica moderna, il margine fra l'ambiente lagunare e la terraferma. Con maggiore dettaglio, nelle carte più prossime all'età contemporanea, il nucleo di Campalto ha rappresentato un caposaldo dell'infrastrutturazione del territorio, una sorta di *miliare* dell'itinerario terrestre principale che metteva in collegamento la città lagunare con il Nord – Est.

5.13.3.2 Caratteri paesaggistici

L'area interessata dal progetto in esame, appartiene al settore centro-orientale della bassa Pianura Veneta, nella porzione immediatamente prospiciente la laguna di Venezia ed è caratterizzato da una morfologia pianeggiante e depressa, con quote medie prossime al livello marino, per raggiungere, in prossimità della gronda lagunare, anche valori di quota negativi. L'elevato grado di antropizzazione del territorio ha in gran parte dissimulato le morfologie naturali, di cui permangono visibili alcuni limitati elementi della rete idrografica. Tutto il settore è interessato da un fitto sistema di canali e fossi di bonifica, che costituiscono la rete scolante delle acque superficiali.

L'attuale assetto paesaggistico dell'area di studio è prevalentemente condizionato dall'attraversamento di ambiti del paesaggio agricolo, caratterizzati per lo più da seminativi.

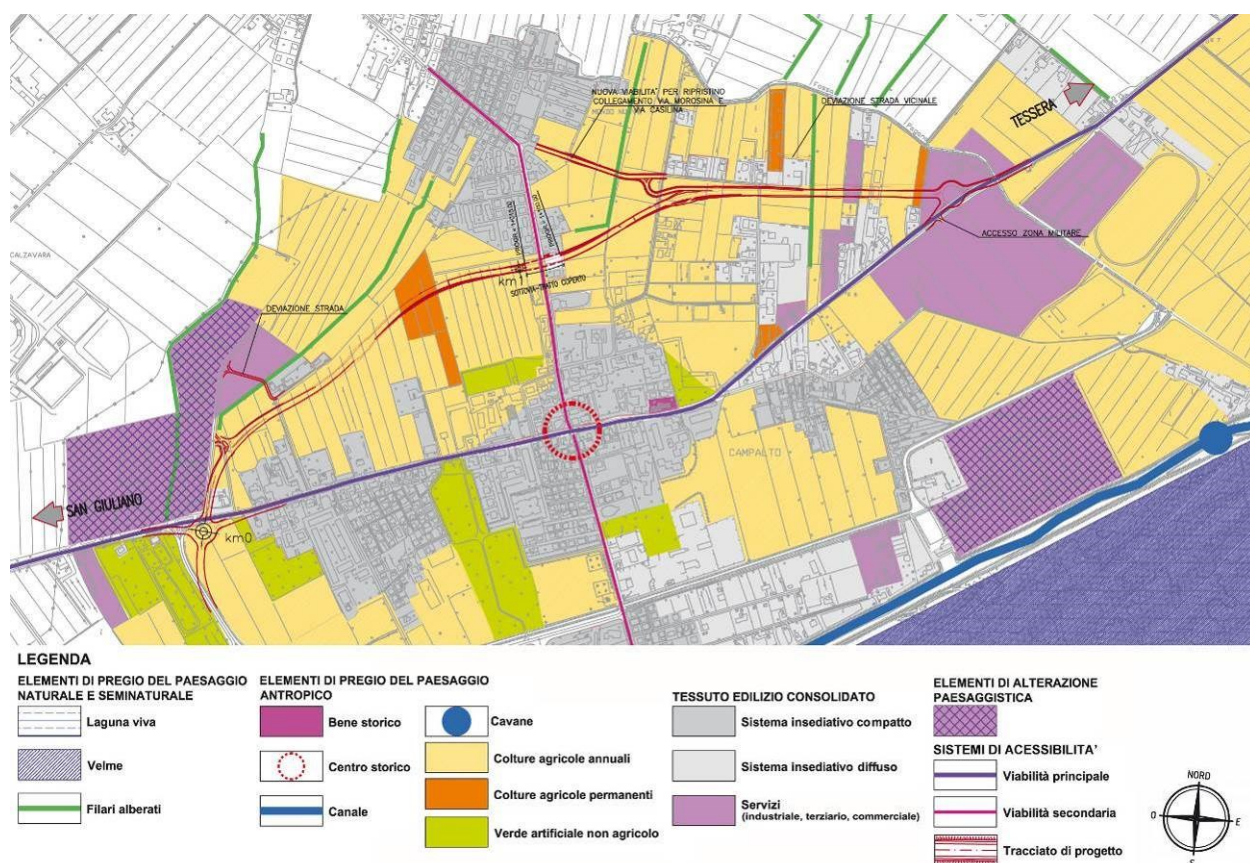


Carta dell'uso del suolo dalla Relazione Paesaggistica allegata al progetto.

Nell'antichità, l'entroterra veneziano doveva apparire, analogamente alla restante pianura padana, ricoperto da foreste e da estese paludi. La presenza diffusa dei boschi è testimoniata anche dalla diffusione di alcuni toponimi di origine longobarda, qual è quello di Gaggio, che si ritiene derivi dalla parola longobarda *gahagi*, bosco appunto.

Lo sviluppo antropico e particolarmente dello sfruttamento agricolo portò ad estese azioni di disboscamento e bonifica dei terreni paludosi. Il fenomeno fu particolarmente evidente nel corso del XVI - XVIII secolo. Il territorio restò comunque, fino alla fine del 1800 - primi del 1900, ancora in gran parte coperto da consistenti boschi e paludi. L'ultimo bosco planiziale degno di questo nome ancora esistente a Gaggio della superficie di circa 30 ha, fu tagliato nel 1939 circa, ed era composto principalmente da Frassini, Querce, Carpini ed altre essenze arboree.

Le coltivazioni in questo periodo erano costituite principalmente da Frumento, Avena, Erba medica e Mais bianco. Più tardi, a partire soprattutto dalla metà del 5° decennio del '900, con l'avvento delle monoculture e della meccanizzazione, vennero via via ridotte o eliminate siepi e fossati, fino ad arrivare alla situazione odierna in cui tali elementi sono molto ridotti.



Carta dell'uso delle componenti strutturali del paesaggio dalla Relazione Paesaggistica allegata al progetto.

Altro aspetto caratteristico dell'entroterra Veneziano, fu l'espandersi delle cave di estrazione d'argilla la diffusione dell'industria del laterizio, che è durata sostanzialmente sino all'ottavo decennio del secolo scorso.

Le zone abbandonate dall'attività estrattiva furono gradatamente colonizzate da una ricca vegetazione, divenendo così preziose zone umide d'acqua dolce di notevole interesse

naturalistico.

Elemento tipico del paesaggio lagunare sono le barene, elementi morfologici che dominano vaste aree lagunari, costantemente emerse, tranne nei periodi di alta marea e caratterizzate da vegetazione altamente specializzata su un substrato formato da sedimenti prevalentemente limoso-argillosi. La loro monotonia è spezzata dai *ghebi*, piccoli canali che originandosi da un canale principale, si inoltrano dentro la barena, consentendo alla marea di raggiungere anche le zone più interne.

La Barena di Passo Campalto occupa una superficie di 22 ettari e si affaccia sul bacino della Laguna Nord di Venezia. E' compresa tra il Canale Osellino a nord, il canale Scolmatore ad est e la laguna a sud-est.

5.13.3 Elementi di connotazione storico - identitaria

L'agglomerato insediativo di Campalto è un nucleo di antica formazione. *Giovanni Diacono*, nell'anno 827, ne attesta l'esistenza parlando proprio della chiesa di San Martino - "*Sancti Martini ecclesia, que apud mistrinam loco qui vocatur strada scita est*" (la chiesa di San Martino, che è presso Mestre si trova nel luogo chiamato strada). Tale chiesa costituiva il centro dell'abitato di Campalto (da *campus altus*, terreno sopraelevato rispetto alla gronda lagunare). Il toponimo rafforza dunque la percezione di un luogo di confine - tra pianura e laguna - e di transito, strada. Di qui passava infatti la via consolare *Annia*, che da Adria portava ad Aquileia, congiungendosi ad Altino con la Claudia Augusta, itinerario diretto oltre le Alpi in Baviera. Costruita dal console *Tito Annio Rufo*, nel 131 a.C, in età repubblicana, la strada costituì uno degli assi portanti della romanizzazione del Nord-Est e uno dei corridoi di collegamento con i territori orientali dell'impero.

Formatasi attorno alla pieve di San Martino, la località ha rappresentato nei secoli uno di nodi della rete di comunicazione con Venezia: dal passo di Campalto, il molo affacciato sulla laguna, si svolgeva un incessante traffico per il rifornimento alimentare della città insulare, tanto da esigere l'edificazione, nell'ottocento, di un presidio doganale.



La chiesa di San Martino in Strata, lungo l'attuale SS 14 a Campalto.

La pieve di *San Martino in Strata* nel 1330 seguiva le regole di Cavergnago, Tessera, Terzo, Pagliata e Santa Maria di Dese. Durante la guerra di Chioggia (1387-1381), la chiesa subì gravi danni e non poteva più rispondere alle necessità del culto, così che il parroco di Favaro incominciò a provvedere anche agli abitanti di Campalto e di Tessera.

Il 2 ottobre 1503 la famiglia Morosini, che aveva a Campalto delle proprietà, ottenne il permesso dal Papa di ricostruire la chiesa e di scegliere il sacerdote. La nuova chiesa venne costruita ad una unica navata e orientata verso est, secondo i canoni dell'architettura sacra per gli edifici del culto. Il 10 maggio 1512 ne prese possesso il parroco don Giovanni Merlin.

Con la legge del 7 luglio 1866 le proprietà dei monasteri furono vendute, i terreni frazionati e i beni della mensa patriarcale di Venezia incamerati dal Regno d'Italia.

Dal 1819 al 1926 Campalto fu parte, insieme alle località contermini, del Comune di Favaro Veneto e successivamente del Comune di Venezia.

Oggi, Campalto conta circa 7.500 abitanti. Tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 del XX secolo, fu edificato, nei pressi del margine lagunare, il complesso residenziale popolare oggi chiamato *Villaggio Laguna*, che determinò un cospicuo aumento dei residenti. Un abitato fondato sulle attività e sui tempi tipici della cultura contadina è quindi evoluto in nucleo urbano fortemente intrecciato con le altre realtà del territorio.

5.13.3.4 Effetti della realizzazione dell'intervento

5.13.3.4.1 Vegetazione

Gli effetti di trasformazione ambientale indotti dal progetto in esame si troveranno ad agire in un contesto già soggetto ad azioni antropiche.

Il territorio interessato dall'intervento infatti presenta un uso del suolo agricolo con colture annuali quali il mais, la soia, i cereali e colture orticole. Le colture permanenti risultano interferite in maniera del tutto esigua.

Le nuove realizzazioni non vanno ad interferire con ambiti interessati da coperture vegetali naturali consistenti; l'intervento comporterà la rimozione di alcune alberature poste attualmente a ridosso di alcuni canali irrigui.

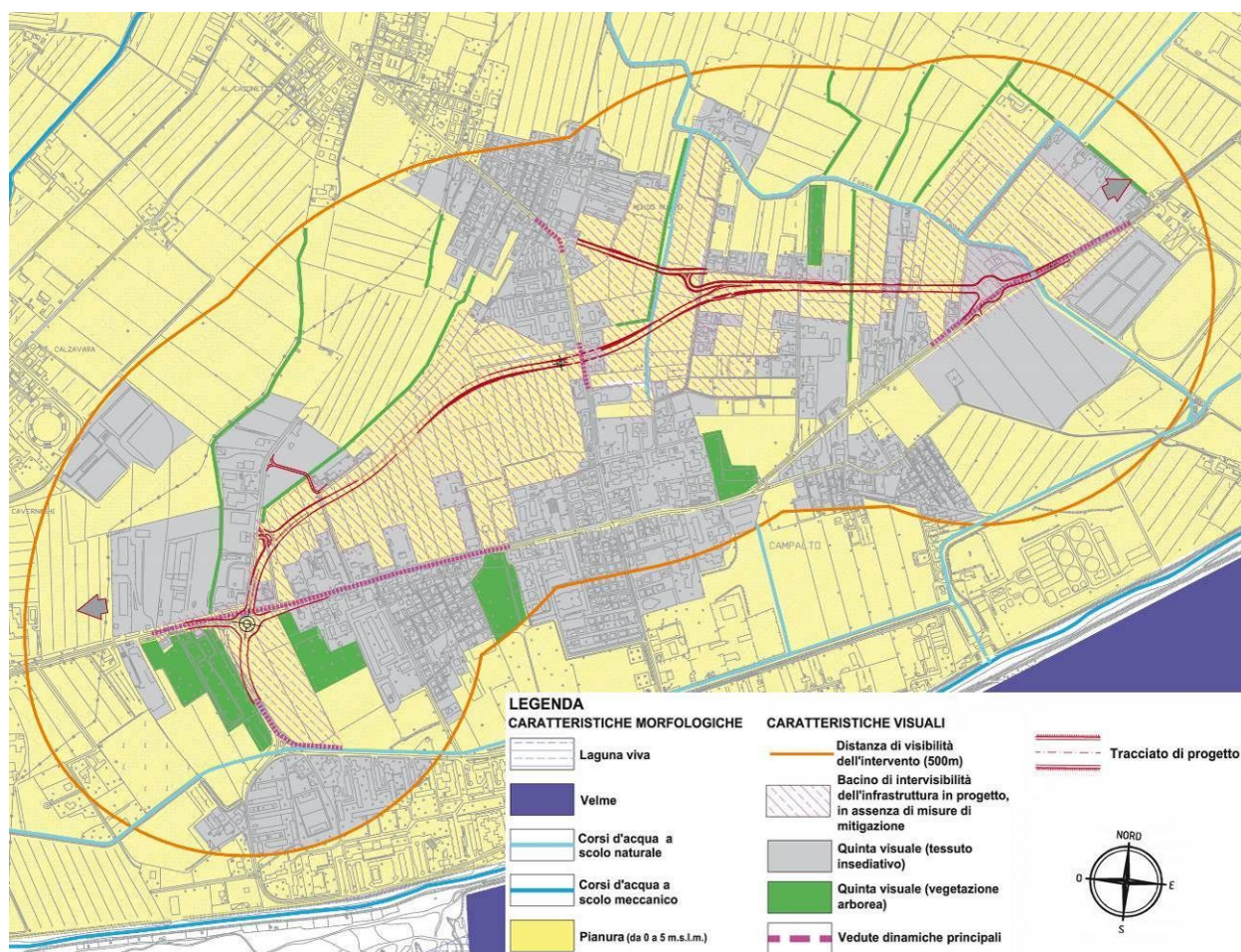
Il progetto prevede l'adozione di alcune misure di mitigazione, finalizzate a migliorare l'inserimento visivo-percettivo dell'opera, attraverso l'aumento delle superficie a verde, onde riequilibrare la perdita di naturalità, seppur limitata, dovuta alla realizzazione della piattaforma stradale.

5.13.3.4.2 Paesaggio, percezione visiva, aspetti storico culturali ed archeologici

Come descritto nei capitoli e paragrafi precedenti, l'intervento in progetto fisicamente non produce sottrazione di beni naturalistici, paesaggistici o storici ed anche dal punto di vista

percettivo, il tracciato non comporta detrazione o modifiche ad aree di interesse paesaggistico, mentre si contempla l'interferenza con il vincolo paesaggistico originato dalla laguna di Venezia, in corrispondenza del sedime della rotatoria di innesto sulla SS 14 ad Ovest di Campalto.

La Relazione Paesaggistica, aveva anche verificato le condizioni di visibilità dell'opera dai principali punti di osservazione, sia di tipo statico che dinamico, considerando punti di osservazione posti a ridosso dell'opera (in un corridoio di 500 ml dal tracciato), in quanto da distanze maggiori, trattandosi di un territorio del tutto pianeggiante, l'infrastruttura non risulterebbe visibile. L'orografia del sito e la vegetazione presente nell'area limitano infatti scorci visuali da terra.



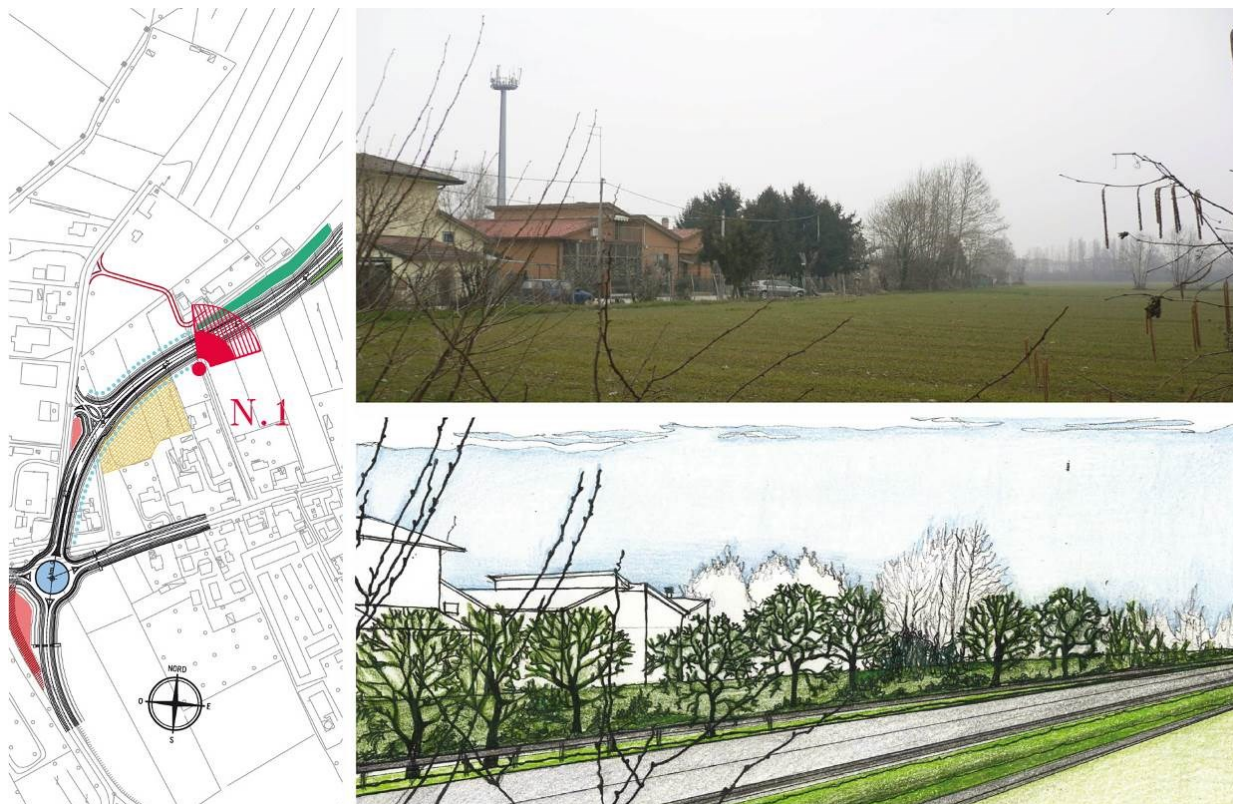
Carta della morfologia del paesaggio e della percezione visiva dalla Relazione Paesaggistica allegata al progetto.

Il tessuto insediativo, compatto e diffuso, presente nell'area di riferimento, nonché la vegetazione arborea, costituita da alcune colture agricole permanenti e da filari ubicati lungo i fossati, delimitano il bacino di intervisibilità dell'infrastruttura, limitandone la percezione ai fronti edificati più vicini.

La sequenza mista di specie arboree ed arbustive, previste nel progetto delle opere a verde, mitigherà tale impatto visivo, in particolare riguardo alle residenze più prossime alla nuova strada, senza occultare totalmente la percezione dello spazio agricolo residuo.

Per limitare l'impatto, inoltre, sin dalla fase di progettazione preliminare, si è cercato di mantenere il più basso possibile la livelletta di progetto, conformando le scarpate dei rilevati con

modesta pendenza, in modo da garantire un miglior inserimento delle opere in terra nel contesto pianeggiante in cui si sviluppa il tracciato.



Simulazione n. 01 dell'impatto visivo dell'opera dalla Relazione Paesaggistica di progetto.



Simulazione n. 02 dell'impatto visivo dell'opera dalla Relazione Paesaggistica di progetto.

Per quanto riguarda le viste dinamiche dalle quali viene percepita la nuova infrastruttura, si segnala che l'attuale SS 14, in entrambe le direzioni di percorrenza - ma in special modo in quella proveniente da Venezia - presenta un campo visivo sostanzialmente chiuso dalla

continuità dei fronti edificati disposti su entrambi i lati della strada. L'approccio visivo lungo l'asse della Triestina pone pertanto modesti problemi legati alla percepibilità delle opere di progetto, che sono sostanzialmente limitate alle due rotatorie di attacco alla sede viaria attuale.



Simulazione n. 03 dell'impatto visivo dell'opera dalla Relazione Paesaggistica di progetto.

Fra le percorrenze con frequenza meno significativa rientra la via Gobbi che, con provenienza Favaro, ha una visuale scorciata sul tratto della nuova viabilità tra la via Morosina e via Casilina. Sempre sulla direttrice di via Gobbi, nel tratto in cui la nuova strada sottopassa la medesima, sul lato sinistro per chi proviene da Favaro, pur essendoci una visuale sostanzialmente aperta sullo spazio agrario, la nuova infrastruttura vi risulta scarsamente percepibile, sviluppandosi in tale tratto dapprima in trincea, poi in galleria artificiale.

5.13.4 Archeologia

Nel presente paragrafo è richiamata l'indagine archeologica preventiva allegata già al progetto definitivo dell'intervento e redatta a firma del dott. Michele de Michelis, che comprende i seguenti documenti:

- la *Relazione Archeologica*
- le *Schede descrittive delle presenze archeologiche*
- la *Carta delle presenze archeologiche*
- la *Carta del rischio archeologico*, prevista ai sensi degli artt. 95 e 96 del D.Lgs. 163/2006.

L'indagine è stata svolta con le seguenti modalità:

- inquadramento storico ed analisi bibliografica degli studi editi sull'area;
- analisi della cartografia storica dell'area;

- analisi delle documentazioni degli scavi archeologico condotti nell'area;
- analisi geomorfologica delle foto aeree;
- ricognizione dell'area.

Il nucleo urbano di Campalto storicamente si è sviluppato grazie all'influenza della vicina città di *Altino*, importante centro di epoca romana. Il nucleo era attraversato da un'importante strada romana, la *via Annia*, risalente al 131 a.C., che fungeva da collegamento fra i centri di Adria ed Aquileia. I ritrovamenti dell'antico tracciato più prossimi all'area si trovano nella località di Ponte di Pietra a tre km a sud - Ovest di Campalto e nella tenuta agricola Cà Tron, presso Altino (Ve). Studi condotti incrociando i dati delle aree di scavo archeologico con le foto aeree non hanno permesso di definire con certezza il tracciato storico della strada romana, rendendo difficoltoso definire una eventuale sovrapposizione con il tracciato della Variante SS 14 di by-pass a Campalto. Lo sviluppo insediativo dell'arco peri-lagunare, compreso tra San Giuliano (Mestre) e l'Aeroporto Marco Polo (Tessera), in cui è compresa la località di Campalto, è avvenuto in particolare dal XII secolo. Il primo nucleo di Campalto risale già al IX secolo nei pressi della Chiesa di San Martino e contava poche unità abitative.

Nello studio della cartografia è stato fatto riferimento alla documentazione conservata presso l'Archivio di Stato di Venezia. Tale indagine però non ha rilevato particolari informazioni sull'area interessata dall'intervento, bensì sul contesto circostante.

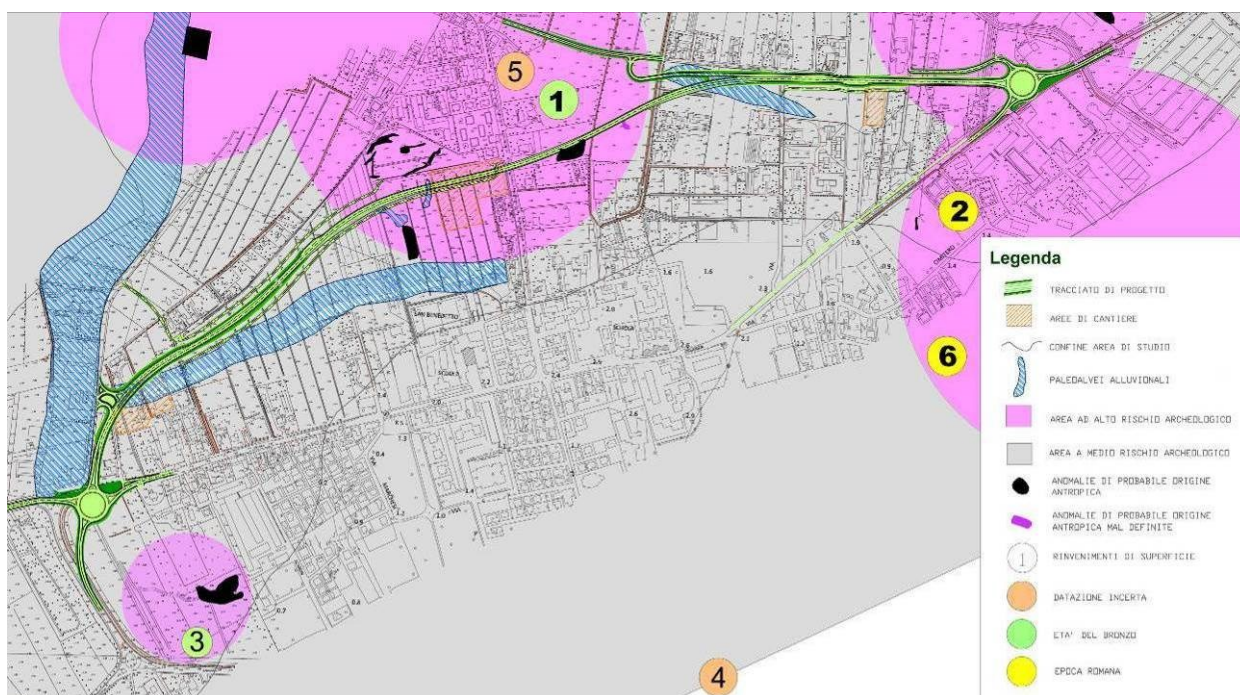
Nella Relazione dell'indagine archeologica sono riportati i ritrovamenti avvenuti sull'area ed elencati nella seguente tabella.

Elenco ritrovamenti del Gruppo Archeologico Veneziano dalla Relazione Archeologica allegata al progetto.

Localizzazione ritrovamento	Anno ritrovamento	Oggetto rinvenuto	Datazione ritrovamento
Via Morosina	1984	Materiale ceramico e in selce	Età del Bronzo XIII sec. A.C.
Zona cimitero	//	Ritrovamento di monete romane di varie epoche	Epoca romana
Via Sabbadino	1988	Fusaiolo in piombo decorato di tipo paleoveneto	VIII Sec. a.C.
Via Passo Campalto	1988	Disco in piombo decorato	Datazione incerta probabilmente preromana
Via Gobbi	1987	Freccia in selce, due falcetti in selce e due macine in pietra	Età del Bronzo recente
Via Gobbi	1988	Ceramiche e manufatti in selce	Epoca preromana
Via Campalto Proprietà Cà Campalton	1986	Diversi materiali romani tra i quali frammentano di laterizi, ceramiche e un bronzetto votivo	Epoca romana
Via Campalto Proprietà Cà Campalton	1986	Vari strumenti, foliati e tranchet	Neolitico medio IV millennio a.C.

È stata eseguita un'analisi aereo-foto-interpretativa interessante l'intera impronta dell'opera. L'area di studio ha compreso gli ambiti dell'intero cantiere e una fascia di 250 ml lungo il suo perimetro. Sono state evidenziate sovrapposizioni con paleoalvei esistenti in prossimità della rotatoria ovest (dove il tracciato stradale intacca lievemente due paleoalvei), sopra a via dei

Lamponi (con due paleovalvei interessati dal tracciato) e all'altezza della rotatoria est (con l'intersecazione di un ulteriore paleovalve). Sono state altresì rilevate le interferenze con le anomalie antropiche evidenziate dalle foto aeree, tra questa, la più rilevante è localizzata tra via Gobbi e via Morosina mentre è solo interessata perimetralmente un'anomalia nella rotatoria a est. Inoltre, sono presenti ulteriori due anomalie, a Nord di via dei Lamponi e tra la medesima via e la scuola di S. Benedetto, che sono esterne all'area di studio.



*Carta dei rilevamenti archeologici nell'ambito di riferimento della nuova strada.
(Fonte: Relazione Archeologica allegata al Progetto Esecutivo).*

Oggetto della relazione è stato inoltre una ricognizione sul campo per rilevare eventuali reperti archeologici presenti in superficie. Durante il sopralluogo è stata visitata l'area compresa tra via Martello e la scuola di S. Benedetto, senza alcuna rilevazione di elementi o strutture architettoniche. L'area a est della scuola, tra via dei Lamponi e via Morosina, non è stata osservata a causa delle colture sui terreni.

I ritrovamenti indicati nella relazione (e riportati nella tabella) dimostrano la presenza di attività antropiche nell'arco temporale dal periodo preistorico del IV millennio a.C., passando per l'età del bronzo, fino all'epoca romana e medioevale. Le aree di progetto maggiormente soggette a rischio archeologico comprendono la zona più settentrionale prossima al ritrovamento dell'età del Bronzo a Mondonuovo e i ritrovamenti di superficie in via Morosina. Sono da citare inoltre le due anomalie individuate nelle foto aeree tra via Gobbi e via Morosina e nella rotatoria a est indicate nella tavola "Carta del Rischio Archeologico" con "Rischio Archeologico Alto". Nella relazione si dichiara inoltre che il rischio di intersecare, con l'impronta dell'opera della presente variante, è basso per la particolare conformazione delle anomalie rilevabili dalle foto aeree.



*Carta del rischio archeologico nell'ambito di riferimento della nuova strada.
(Fonte: Relazione Archeologica allegata al Progetto Esecutivo).*

La Relazione Archeologica si conclude evidenziando che *“l’area del progetto va ad incidere un territorio antropizzato sin da epoche molto antiche ed il relativo impatto archeologico risulta strutturato su più realtà potenziali.*

La zona più settentrionale del progetto si avvicina molto all’area dell’abitato del Bronzo finale indagata a Mondonuovo, a cui vanno riferiti anche i rinvenimenti di superficie di via Morosina e a cui potrebbero essere associate le anomalie riscontrate dalle foto aeree in quel punto. Non riferibili ad alcuna realtà archeologica nota (anche se l’associazione a strutture o contesti riferibili alla via Annia rimangono sempre i più plausibili) risultano essere la successiva consistente anomalia tra via Gobbi e via Morosina e la vasta anomalia a fine tracciato. Su tutto il progetto il potenziale rischio di intercettamento di uno o entrambi i tracciati stradali della via Annia, o di strutture di servizio ad essa connesse sembra essere molto basso in quanto nessuna delle anomalie sembra direttamente riferibile ad essa. Si ricorda in ultimo che generalmente le anomalie rilevabili dalle foto aeree sono i nuclei di contesti archeologici più ampi.”.

Si evidenzia che la suddetta documentazione costituente lo studio archeologico preventivo è stata trasmessa da ANAS S.p.A., soggetto proponente, alla Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto mediante mail PEC in data 20.08.2014.

6 ELEMENTI DI VALUTAZIONE

6.1 *MATRICI*

L'analisi condotta nei precedenti capitoli ha consentito di individuare ed illustrare, seppure sinteticamente, l'effetto della realizzazione dell'intervento nel contesto ambientale di riferimento.

Nel presente capitolo si propone un'ulteriore sintesi degli elementi sino a qui riportati in forma descrittiva, mediante l'elaborazione di una matrice d'impatto, con la quale le azioni derivanti dalla realizzazione del progetto si relazionano alle componenti ambientali interferite, esprimendo così un giudizio sull'entità dell'interferenza medesima.

Nell'elaborazione della matrice, si individuano quindi le azioni potenzialmente impattanti determinate dalla realizzazione del progetto, le componenti ambientali impattate e i criteri in base ai quali attribuire il giudizio. Si è scelto di procedere con un giudizio di sintesi qualitativo attraverso una matrice cromatica, in quanto tale rappresentazione riesce a compendiare in una visione d'assieme gli impatti emersi durante la redazione dello studio.

6.1.1 *Costruzione delle matrici*

La metodologia adottata mette dunque in relazione l'intervento in esame con il sistema che lo circonda. Detto sistema è considerato nell'articolazione di quattro componenti:

- una componente **fisica**, che comprende le trasformazioni addotte nell'area e gli impatti indiretti che si possono generare nei confronti delle componenti ambientali (atmosfera, idrologia e la geologia);
- una **naturale**, intesa come l'insieme di elementi che definiscono l'esistenza e lo sviluppo del sistema ecologico;
- una componente **paesaggistica** complessiva degli elementi che definiscono lo scenario estetico-percettivo e che caratterizzano l'identità del territori e dei luoghi;
- una componente **antropica** legata all'uso insediativo e relazionale prodotto dall'uomo.

6.1.1.1 *Matrice degli impatti*

Il progetto in esame, risulta positivamente relazionato con la componente antropico-insediativo del sistema che lo circonda, cui si è assegnato un peso sull'intero sistema valutato nella misura del 40% sul complessivo peso attribuito alle diverse componenti. Osservando i fattori che permettono di valutare tale relazione emergono le influenze positive dovute alla natura dell'opera che risponde ad esigenze preesistenti necessitate dalla riduzione della congestione da traffico, dell'incidentalità viabilistica e delle emissioni inquinanti. La realizzazione dell'intervento, inoltre, permette di migliorare l'accessibilità rispetto al tessuto residenziale diffuso nel territorio a nord di Campalto e al tessuto produttivo-commerciale circostante.

In forte relazione prevalentemente negativa, si valuta invece la componente fisica del sistema (30%). Date le caratteristiche dell'intervento è necessario modificare alcuni elementi fisici del

suolo, del sottosuolo e della rete idraulica. Le interferenze rispetto alla geologia sono generate dalla realizzazione della galleria e della nuova sede stradale. L'intervento inoltre, sia in fase di corso d'opera, che in fase di post opera, genererà un impatto acustico di livello più alto, rispetto alla situazione di ante opera, vista la precedente connotazione agricola dell'area di riferimento ristretto.

In fase di realizzazione è altresì prevista la modifica di due corpi idrici, canali Cavergnaghi e Morosina, per la laminazione conseguente all'applicazione delle norme d'invarianza idraulica. Nella fattispecie, si è considerato poco rilevante ai fini della valutazione, la modifica del corso d'acqua, perché non rilevante rispetto allo stato di ante-opera, ma si è considerato negativamente l'impatto dovuto al convogliamento delle acque raccolte dalla piattaforma stradale e dalla galleria convogliate all'interno del Canale Morosina. Tale intervento, seppure in misura contenuta agirà comunque negativamente sul corpo idrico.

Il peso delle componenti naturalistiche e paesaggistiche è stato valutato con un'entità inferiore rispetto alle precedenti componenti, in quanto l'ambito di riferimento appartiene ad un contesto fortemente antropizzato e dove l'integrità ecologica, data dall'estensione agraria ormai fortemente ridotta, ne riduce notevolmente la capacità di costituire un significativo sistema di articolazione ecologica bio-diversificata. Al sistema naturalistico quindi si è ritenuto di poter assegnare una rilevanza del 20% sulla valutazione totale, la qual, a sua volta è espressa dagli elementi assoggettati ad una maggiore entità di modificazione prodotta dall'intervento, costituiti dalle strutture lineari del paesaggio agrario (siepi e filari arboreo-arbustivi) che sono in parte interferiti, nonché dalle aree cuscinetto rappresentate dalle superfici residue a destinazione agricola. *Poco negativo* è il peso attribuito agli impatti sulle componenti floro-faunistiche, dato il basso livello di biodiversità preesistente alla realizzazione dell'opera.

Nel sistema paesaggistico, infine, a risentirne maggiormente della realizzazione dell'opera è il *mosaico agricolo*, ovvero l'assito del paesaggio agrario residuale alle modificazioni dovute al fenomeno di espansione urbana dell'ultimo secolo. La realizzazione del nuovo asse viario interrompe infatti la continuità della struttura paesaggistica e interferisce con i relativi *bacini visivi* realizzando nuove direttrici percettive, producendo altresì la necessità di ricorrere a provvedimenti di ricucitura e attenuazione mitigativa.

L'assegnazione dei pesi valutativi delle diverse componenti è stato effettuato attraverso una determinazione che ha soppesato reciprocamente i valori, in modo che la sommatoria per ogni sistema fosse uguale a 1. Uguale metodologia è stata utilizzata per definire i pesi dei singoli impatti che definiscono le alterazioni per ogni componente, assegnando valori che sommati tra loro dessero valore 1 per ogni componente.

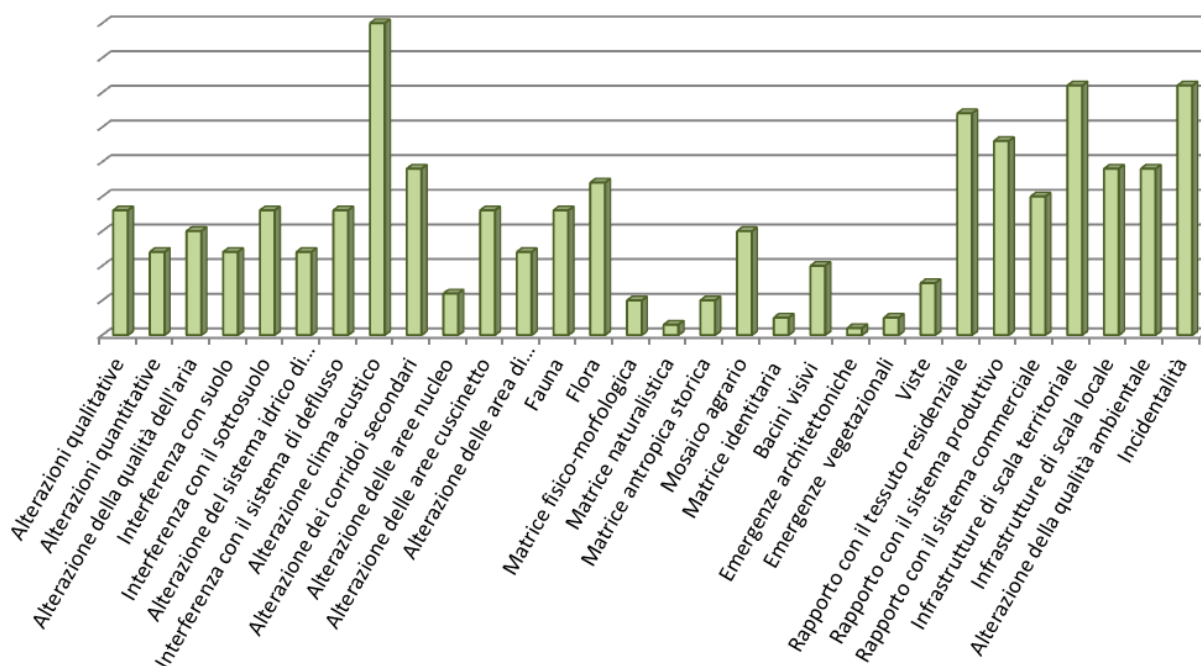
Il prodotto dei singoli pesi determina quindi il peso relativo di ogni impatto, con un valore che rappresenta il contributo dell'effetto in termini relativi. Esso sintetizza sia l'importanza del singolo elemento, sia il grado di capacità di alterazione del contesto. Il peso relativo esprime il grado di sensibilità potenziale di ogni singolo fattore rispetto alla complessità ambientale del

contesto, in relazione alle alterazioni che un intervento di trasformazione può produrre all'interno del sistema locale.

Il metodo quindi sviluppa l'analisi del peso reciproco di ciascun elemento significativo, con lo scopo di valutare gli impatti prevedibili e mettere così in relazione i diversi impatti, rendendo confrontabili elementi che fanno parte di tematiche diverse, hanno valore differente dovuto alla specificità delle componenti ambientali, della tipologia e della modalità d'intervento. Il procedimento permette dunque di articolare la valutazione in modo più aderente alla situazione contingente e alle caratteristiche di progetto.

Matrice degli impatti

SISTEMA		COMPONENTE AMBIENTALE		ELEMENTI INTERFERITI		Pesi relativi
Fisico	0,30	Idrologia di superficie	0,20	Alterazioni qualitative	0,60	0,36
				Alterazioni quantitative	0,40	0,24
		Aria	0,10	Alterazione della qualità dell'aria	1,00	0,30
		Geologia	0,20	Interferenza con suolo	0,40	0,24
				Interferenza con sottosuolo	0,60	0,36
		Idrogeologia	0,20	Alterazione del sistema idrico di sottosuolo	0,40	0,24
				Interferenza con il sistema di deflusso	0,60	0,36
		Rumore	0,30	Alterazione clima acustico	1,00	0,90
Naturalistico	0,20	Rete ecologica	0,60	Alterazione dei corridoi secondari	0,40	0,48
				Alterazione delle aree nucleo	0,10	0,12
				Alterazione delle aree cuscinetto	0,30	0,36
				Alterazione delle aree di completamento	0,20	0,24
		Componente biotica	0,40	Fauna	0,45	0,36
				Flora	0,55	0,44
Paesaggistico	0,10	Caratteri paesaggistici	1,00	Matrice fisico-morfologica	0,10	0,10
				Matrice naturalistica	0,03	0,03
				Matrice antropico-storica	0,10	0,10
				Mosaico agrario	0,30	0,30
				Matrice identitaria	0,05	0,05
				Bacini visivi	0,20	0,20
				Emergenze architettoniche	0,02	0,02
				Emergenze vegetazionali	0,05	0,05
				Viste	0,15	0,15
Antropico	0,40	Organizzazione insediativa	0,40	Rapporto con il tessuto residenziale	0,40	0,64
				Rapporto con il sistema produttivo	0,35	0,56
				Rapporto con il sistema commerciale	0,25	0,40
		Sistema viabilistico	0,30	Infrastrutture di scala territoriale	0,60	0,72
				Infrastrutture di scala locale	0,40	0,48
		Salute pubblica	0,30	Alterazione della qualità ambientale	0,40	0,48
				Incidentalità	0,60	0,72



Istogramma dei 'pesi relativi' delle componenti ambientali valutate.

6.1.1.2 Matrice qualitativa

La valutazione di seguito proposta è volta ad individuare quali siano le alterazioni più significative, sia in termini migliorativi che peggiorativi, dell'assetto ambientale modificato dalla realizzazione dell'intervento di progetto, tenendo conto delle ricadute dirette e indirette, come precedentemente analizzate.

Sulla base del principio di precauzione, sono stati definiti i gradi d'impatto considerando le condizioni più sfavorevoli e critiche. Tale approccio permette di verificare il livello massimo di stress ambientale che l'entrata in servizio dell'attività potrà generare. Si considerano in tal senso i momenti di massimo afflusso all'area, quale episodio limite capace di alterare più sensibilmente le diverse componenti ambientali.

La matrice seguente individua, pertanto, le possibili alterazioni che la tipologia d'intervento può produrre nel contesto di riferimento locale. Si tratta, quindi, di effetti potenziali e non reali, utili - nel presente ambito metodologico - a individuare le componenti e gli elementi ambientali che possono risentire di alterazioni, rispetto ai quali è necessario approfondire la valutazione e verificare come il progetto si comporti rispetto a tali problematiche.

Per rappresentare il tipo e il grado dell'impatto si utilizza una scala cromatica, come di seguito effettuato, differenziando con colori di tinta contrastante gli effetti positivi da quelli negativi e modulandone l'intensità di tono in proporzione alle classi identificanti i *range* determinati dai singoli pesi relativi determinati con la precedente matrice.

La graduazione proposta per la determinazione delle singole classi di assegnazione cromatica modula gli intervalli in modo non costante, così da intercettare con una griglia più fine gli elementi di valutazione positiva e quindi rappresentarli in un modo che si ritiene più coerente

rispetto ai filtri di analisi utilizzati.

Legenda

Impatti positivi		Classi	Impatti negativi	
	Positivo rilevante	70 - 100		Negativo rilevante
	Positivo medio	40 - 69		Negativo medio
	Positivo lieve	25 - 39		Negativo lieve
	Poco rilevante	10 - 24		Poco rilevante
	Nulla o quasi nulla	0 - 9		Nulla o quasi nulla

Sistema	Componente Ambientale	Elementi Interferiti	Grado di Alterazione
Fisico	Idrologia di superficie	Alterazioni qualitative	
		Alterazioni quantitative	
	Aria	Alterazione della qualità dell'aria	
	Geologia	Interferenza con suolo	
		Interferenza con sottosuolo	
	Idrogeologia	Alterazione del sistema idrico di sottosuolo	
		Interferenza con il sistema di deflusso	
	Rumore	Alterazione clima acustico	
Naturalistico	Rete ecologica	Alterazione del corridoio secondario	
		Alterazione delle aree nucleo	
		Alterazione delle aree cuscinetto	
		Alterazione delle aree di completamento	
	Componente biotica	Fauna	
		Flora	
Paesaggio	Caratteri paesaggistici	Matrice fisico-morfologica	
		Matrice naturalistica	
		Matrice antropico-storica	
		Mosaico agrario	
		Matrice identitaria	
		Bacini visivi	
		Emergenze architettoniche	
		Emergenze vegetazionali	
		Viste	
Antropico	Organizzazione insediativa	Rapporto con il tessuto residenziale	
		Rapporto con il sistema produttivo	
		Rapporto con il sistema commerciale	
	Sistema viabilistico	Infrastrutture di scala territoriale	
		Infrastrutture di scala locale	
	Salute pubblica	Alterazione della qualità ambientale	
		Incidentalità	

6.2 ANALISI SWOT

Dall'elaborazione del presente Studio Preliminare Ambientale, dall'analisi della documentazione progettuale, dai dati emersi dalle indagini e dalle simulazioni effettuate emergono alcuni punti di forza ed alcuni di debolezza dell'intervento proposto, sui quali è opportuno sviluppare ulteriori considerazioni.

Si propone, pertanto, di ricorrere al supporto dell'analisi SWOT, acronimo di *Strengths* (punti di forza), *Weaknesses* (punti di debolezza), *Opportunities* (opportunità offerte) e *Threats* (minacce), strumento di pianificazione strategica semplice ed efficace, che serve ad evidenziare le caratteristiche di un progetto, di un programma, di un'organizzazione e le conseguenti relazioni con l'ambiente operativo nel quale si colloca, offrendo un quadro di riferimento per la definizione di orientamenti strategici finalizzati al raggiungimento di un obiettivo.



L'analisi SWOT consente di ragionare rispetto all'obiettivo che si vuole raggiungere tenendo simultaneamente conto delle variabili **interne** ed **esterne**. Le prime sono quelle che fanno parte del sistema e sulle quali è possibile intervenire; quelle esterne, invece, possono solo essere tenute sotto controllo, in modo di sfruttare i fattori positivi e limitare quelli che invece rischiano di compromettere il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

La SWOT Analysis da oltre 50 anni trova applicazione quale supporto alla definizione di strategie in contesti caratterizzati da incertezza e forte competitività; a partire dagli anni '80 è stata utilizzata quale supporto alle scelte di intervento pubblico per analizzare scenari alternativi di sviluppo. Oggi l'uso di questa tecnica è stato esteso alle diagnosi territoriali e alla valutazione dei programmi regionali ed i regolamenti comunitari ne richiedono l'utilizzo per la valutazione di piani e programmi.

L'analisi SWOT, quindi, permette di:

- evidenziare i principali fattori, interni ed esterni al contesto di analisi, in grado di influenzare il successo di un programma/piano;
- analizzare scenari alternativi di sviluppo;
- supportare l'impostazione di una strategia coerente rispetto al contesto su cui si interviene;
- identificare le principali linee guida strategiche in relazione ad un obiettivo globale di sviluppo.

Nella Tabella che segue si propone quindi la matrice costituente l'analisi sintetica applicata al

progetto della Variante alla SS 14, per la realizzazione del by-pass dell'abitato di Campalto nel comune di Venezia.

FORZA	DEBOLEZZA
<p>SISTEMA AMBIENTALE, PAESAGGISTICO E STORICO-MONUMENTALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispersione più favorevole degli inquinanti dovuta alla collocazione dell'infrastruttura in un ambito territoriale più aperto. • Realizzazione di opere di mitigazione che consentono una migliore integrazione ecologica. • Migliore funzionalità idraulica attraverso la risagomatura dei canali e fossati esistenti. 	<p>SISTEMA AMBIENTALE, PAESAGGISTICO E STORICO-MONUMENTALE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rottura del tessuto agricolo esistente. • Interruzione della connessione ecologica su alcune aree agricole. • Rimozione parziale di strutture arbustive lineari (siepi).
<p>SISTEMA DELLA VIABILITÀ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Miglioramento del collegamento viabilistico tra l'Aeroporto Marco Polo, il centro di Mestre e il territorio extraurbano a Est della Città Metropolitana. • Riduzione dei tempi di percorrenza fra Tessera e Mestre. • Separazione dei traffici interni e di attraversamento di Campalto. • In fase di cantiere si eliminano le interruzioni del traffico sulla viabilità esistente (grazie anche all'uso di soluzioni innovative come la galleria realizzata col sistema <i>Pipe Arch</i> per l'attraversamento di via Gobbi). • Opportunità per ripensare i percorsi e gli attraversamenti ciclo-pedonali su via Orlanda. 	<p>SISTEMA DELLA VIABILITÀ'</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costituzione di due punti singolari (rotatorie) che smorzano la fluidità viabilistica costituita dalla nuova infrastruttura. • Possibili punti di congestione dovuti alla connessione tra flussi di traffico di attraversamento e di uscita/entrata all'agglomerato urbano di Campalto (prossimità delle rotatorie).
<p>SISTEMA INSEDIATIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione di fenomeni di congestione (grazie alla deviazione del traffico di attraversamento). • Abbattimento delle emissioni di scarico dei veicoli in transito all'interno dell'agglomerato urbano di Campalto. • Aumento della sicurezza per la mobilità lenta all'interno di Campalto. • Miglioramento dell'accessibilità alle zone residenziali e produttive interne all'abitato e adiacenti allo stesso. • Buona disponibilità di aree da destinare a trasformazione urbanistica in riferimento a quanto previsto dalla pianificazione locale. • Riduzione del numero di incidenti su via Orlanda. 	<p>SISTEMA INSEDIATIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuova fonte d'inquinamento acustico per l'abitato prossimo a via Gobbi, generato dal traffico di attraversamento. • In fase di cantiere: inquinamento acustico e vibrazionale durante le fasi di corso d'opera.

OPPORTUNITÀ	MINACCE
<p>SISTEMA AMBIENTALE, PAESAGGISTICO E STORICO-MONUMENTALE</p> <ul style="list-style-type: none">Allontanamento dei flussi di traffico dalle aree Natura 2000 (SIC e ZPS).	<p>SISTEMA AMBIENTALE, PAESAGGISTICO E STORICO-MONUMENTALE</p> <ul style="list-style-type: none">Aumento delle emissioni causato dall'incremento dei flussi di traffico (Minori tempi di attraversamento) che ne rendono più conveniente la percorrenza.
<p>SISTEMA DELLA VIABILITA'</p> <ul style="list-style-type: none">Ottimizzazione del sistema stradale principale di Mestre e terraferma, attraverso la configurazione di un asse di collegamento tra le parti est-ovest.	<p>SISTEMA DELLA VIABILITA'</p> <ul style="list-style-type: none">Possibili fenomeni di congestione nelle rotatorie in entrata e in uscita dal centro di Campalto.
<p>SISTEMA INSEDIATIVO</p> <ul style="list-style-type: none">Possibilità di ridisegnare il nuovo ruolo di <i>viale urbano</i> per via Orlanda (come previsto dal PAT).Riconoscimento della località di Campalto quale <i>Polo di sviluppo insediativo urbano</i> (P.T.C.P. adottato).La nuova viabilità rappresenta un limite per l'espansione urbana e permette di compattare il tessuto urbano di Campalto.	<p>SISTEMA INSEDIATIVO</p> <ul style="list-style-type: none">Potenziale diminuzione di utenti delle attività economiche del centro di Campalto dovuta alla perdita del traffico di attraversamento (il P.T.C.P. vigente identifica l'intera via Orlanda quale <i>strada commercio</i>).

7 MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Monitoraggio Ambientale costituisce lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive, qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni.

La documentazione costituente il progetto esecutivo dell'opera è stata integrata del Piano di Monitoraggio Ambientale, in relazione al quale è stata già eseguita la fase di Ante Opera, i cui dati sono stati anche utilizzati per la redazione del presente Studio Preliminare Ambientale, che si allegano.

In sintesi, rinviando alla documentazione specifica contenuta negli allegati, le attività di monitoraggio ambientale previste contemplano, dunque, quanto segue:

- **Fase di ANTE OPERA**

Come già menzionato, tale fase è già stata svolta ed ha compreso, come documentato nella *Relazione tecnica finale del monitoraggio ante operam – anno 2015* allegata, le rilevazioni inerenti le componenti ambientali "Acque sotterranee", "Acque superficiali", "Atmosfera", "Inquinamento luminoso" e "Rumore". Rispettivamente le campagne di misura sono state svolte con le modalità di seguito riassunte:

- per le *Acque sotterranee*: n. 2 stazioni di misura con frequenza di n. 1 prelievo per stazione, misurando i livelli di falda e la qualità chimico-fisica dell'acqua secondo il set di analiti specificati nel Report citato di rendicontazione di fine fase;
- per le *Acque superficiali*: n. 2 punti di campionamento, sul Canale Morosina e sulla Fossa Pagano, con n. 1 misurazione su ciascuno, analizzando il trasporto solido, la portata e le componenti fisico-chimico secondo il panel analitocitico specificati nel Report di fine fase;
- per l'*Atmosfera*: n. 1 campagna della durata di 7 giorni, effettuata mediante laboratorio mobile su n. 2 postazioni, collocate rispettivamente in via Casilina in corrispondenza del civico 24 e all'angolo fra via Gobbi e via delle Felci a Campalto. Le analisi hanno interessato i componenti chimici e i parametri fisici specificati nel Report rendicontativo di cui sopra;
- per l'*Inquinamento luminoso*: n. 1 campagna eseguita su n. 4 stazioni di misurazione secondo le specifiche riportate nella rendicontazione;
- per il *Rumore*: n. 1 campagna della durata di 24 ore eseguita su n. 2 stazioni, collocate a Campalto, rispettivamente in via dei Lamponi civico 4 e in via Orlanda civico 175/E, con la contestuale rilevazione anche dei caichi veicolari.

- **Fase di CORSO D'OPERA**

Per il periodo in cui il cantiere per la costruzione della variante alla SS 14 di Campalto, sono previste le attività di monitoraggio sintetizzate nella tabella che segue:

<i>Componente ambientale</i>	<i>Stazioni n.</i>	<i>Durata gg.</i>	<i>Frequenza</i>
Acque Sotterranee	2	prelievo	1
Acque Superficiali	2	prelievo	6
Atmosfera	1	7	1
Inquinamento luminoso	3	1(notte)	2
Rumore	3	1(giorno+notte)	2
Radon (galleria)	1		1

Le attività sopraindicate sono state tarate con particolare riferimento all'organizzazione dei lavori e in modo da poter effettuare le rilevazioni in modo da essere contestuali alle fasi di maggiore potenzialità emissiva.

Come specificato nel capitolo del presente studio dedicato alle Vibrazioni, soprattutto durante la realizzazione dei pozzi e della galleria naturale, saranno eseguite anche delle rilevazioni vibrazionali con le modalità precisate, appunto, al precedente capitolo 5.8.

Sono infine previsti n. 30 campionamenti delle terre secondo la specifica normativa vigente relativa alle terre e rocce da scavo.

- **Fase di POST OPERA**

Al completamento delle lavorazioni e all'apertura della strada, il monitoraggio ambientale contemplerà l'esecuzione delle rilevazioni di verifica delle seguenti componenti:

<i>Componente ambientale</i>	<i>Stazioni n.</i>	<i>Durata gg.</i>	<i>Frequenza</i>
Acque Sotterranee	2	prelievo	1
Rumore	3	1(giorno+notte)	1

Al termine di ciascuna fase operativa sarà emesso un report di rendicontazione di fine fase, nel quale saranno riportati i dati rilevati per ciascuna componente ambientale e i conseguenti confronti con i dati rilevati nelle precedenti.