

AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI -TARANTO
TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

**POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
 AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA
 INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE
 NODO DI FUNO - ACCESSIBILITA' INTERPORTO CENTERGROSS
 PROGETTO DEFINITIVO**

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PARTE GENERALE

Relazione generale

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma N. 1154 T.A. - Execution
---	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				002
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111445	0000	PD	DG	GEN	00000	00000	R	GEN	0002	-0	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A						n.	data
	REDATTO:		VERIFICATO:				0	OTTOBRE 2021

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDEnte  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
--	---	--

Sommario

1. PREMESSE	6
1.1 ACCORDO 2016.....	6
1.2 IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO.....	6
1.3 IL NUOVO PROGETTO DEL NODO DI FUNO.....	7
1.4 STUDIO DI TRAFFICO.....	9
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
2.1 PROGETTO STRADALE.....	11
2.2 BARRIERE DI SICUREZZA.....	11
2.3 GEOTECNICA.....	12
2.4 IDROLOGIA E IDRAULICA.....	13
2.4.1 <i>Normativa Nazionale</i>	13
2.4.2 <i>Normativa regionale</i>	16
2.4.3 <i>Autorità di bacino</i>	17
2.5 STRUTTURE.....	18
2.6 STRUTTURE.....	19
2.7 MITIGAZIONI ACUSTICHE.....	20
2.8 RIFIUTI (TERRE E ROCCE DA SCAVO).....	20
2.9 OPERE A VERDE.....	20
2.10 IMPIANTI.....	21
2.11 ESPROPRI.....	21
2.12 INTERFERENZE.....	21
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	22
3.1 STRATIGRAFIA.....	23
3.2 DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE (b1).....	25
3.3 SINTEMA EMILIANO - ROMAGNOLO SUPERIORE (AES).....	25
3.3.1 <i>Subsistema di Ravenna (AES8)</i>	25
3.3.2 <i>Subsistema di Villa Verucchio (AES7)</i>	26
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE	28
4.1 RETICOLO IDROGRAFICO.....	28
4.2 GEOMORFOLOGIA DELL'AREA DI INTERVENTO.....	29
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	30
5.1 INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO.....	31
5.2 I PUNTI D'ACQUA CENSITI.....	34
5.3 PIEZOMETRI NODO DI FUNO-SP3.....	36
5.4 LIVELLI PIEZOMETRICI REGISTRATI DA DATALOGGER.....	37
6. ELEMENTI DI INTERESSE	39
6.1 PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	39
6.2 SUBSIDENZA.....	40
6.3 LIQUEFAZIONE.....	43
6.4 SINKHOLE.....	44
7. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA DI STUDIO	46
8. INDAGINI GEOGNOSTICHE	47

8.1	INDAGINI BIBLIOGRAFICHE PREGRESSE	47
8.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE	47
8.3	INDAGINI GEOGNOSTICHE NODO DI FUNO – SP3	47
9.	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	48
10.	SISMICA	50
10.1	INQUADRAMENTO SISMO-TETTONICO	50
10.2	SISMICITÀ DELL'AREA	51
10.3	AZIONI SISMICHE DI PROGETTO	51
10.3.1	<i>Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento</i>	51
10.3.2	<i>Pericolosità sismica</i>	52
10.3.3	<i>Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche</i>	53
10.3.4	<i>Azioni di Progetto</i>	54
11.	GEOTECNICA	55
11.1	UNITÀ STRATIGRAFICHE: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	55
11.2	RILEVATI STRADALI	56
11.3	CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA E BONIFICHE	57
12.	ARCHEOLOGIA	58
12.1	PREMESSA	58
12.2	SINTESI STORICO-ARCHEOLOGICA DELLE AREE OGGETTO DEI LAVORI	58
12.3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO	59
1.1	CONCLUSIONI	59
2.	IDROLOGIA E IDRAULICA	60
2.1	INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA	60
2.2	ZONE DI RICARICA DELLA FALDA	61
2.3	SISTEMA DI DRENAGGIO IDRAULICA DI PIATTAFORMA	61
2.3.1	<i>Sezioni in rilevato</i>	63
2.3.2	<i>Drenaggio viadotti e cavalcavia</i>	64
2.4	LAMINAZIONE DEGLI SCARICHI	64
3.	PROGETTO STRADALE	66
3.1	STUDIO DELLA SEZIONE TIPO	66
3.2	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PRINCIPALE	66
3.3	AMMODERNAMENTO INCROCIO ROTONDA "L01"	68
3.4	AMMODERNAMENTO INCROCIO ROTONDA "L02"	69
4.	OPERE D'ARTE MAGGIORI	71
4.1	PONTI E VIADOTTI	71
4.1.1	<i>Sottovia Segnatello</i>	71
4.1.2	<i>Ponte su canale Navile</i>	71
4.1.3	<i>Cavalcavia su autostrada A13</i>	72
4.1.4	<i>Sottovia ovest rotatoria svincolo Interporto</i>	73
4.1.5	<i>Sottovia est rotatoria svincolo Interporto</i>	74
5.	OPERE D'ARTE MINORI	76
5.1	SCATOLARI	76
5.2	OPERE DI SOSTEGNO	77
5.3	OPERE DI CONSOLIDAMENTO DEI RILEVATI	77
5.4	MANUFATTI IDRAULICI	78

6. IMPIANTI	79
6.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	79
6.1.1 <i> Criteri di progettazione</i>	79
6.1.2 <i> Alimentazione e gestione degli impianti</i>	81
7. OPERE COMPLEMENTARI	83
7.1 BARRIERE DI SICUREZZA	83
7.2 PAVIMENTAZIONI	84
7.3 OPERE A VERDE	85
7.4 INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA	86
8. GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO	89
8.1 BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO	89
8.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO	91
8.2.1 <i> Compatibilità ambientale delle terre da scavo</i>	93
8.3 DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE AD IMPIANTO	93
9. CANTIERIZZAZIONE E DURATA DEI LAVORI	95
9.1 AREE DI CANTIERE	95
9.2 DURATA DEI LAVORI	96
10. SOMME A DISPOSIZIONE	97
10.1 ESPROPRI	97
10.2 INTERFERENZE	97

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 1 - COROGRAFIA GENERALE DELL'INTERVENTO	9
TABELLA 1 - POZZI MONITORATI DA ARPAE (FONTE: DAL DATABASE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA MODIFICATO).....	32
FIGURA 2 - UBICAZIONE POZZI MONITORATI DA ARPAE; L'AREALE VERDE PIÙ SETTENTRIONALE RAPPRESENTA L'AREA DI STUDIO DEL NODO DI FUNO-SP3. (FONTE: DATABASE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA MODIFICATO)	32
FIGURA 3 - ANDAMENTO DEI LIVELLI PIEZOMETRICI (FONTE: RETE DI MONITORAGGIO ARPAE)	33
FIGURA 4 - ANDAMENTO DELLE SOGGIACENZE (FONTE: RETE DI MONITORAGGIO ARPAE)	34
TABELLA 2 - POZZI RICADENTI NELL'AREA DI STUDIO (FONTE: DATABASE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA MODIFICATO)	35
TABELLA 3 - CARATTERISTICHE POZZI CENSITI NEL 2016.	35
TABELLA 4 - CARATTERISTICHE DEI PIEZOMETRI RICADENTI NELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO	36
TABELLA 5 - DATI RIASSUNTIVI DEI LIVELLI PIEZOMETRI MISURATI IN SONDAGGIO ATTREZZATO CON PIEZOMETRO.	36
FIGURA 5 - SOGGIACENZA DATALOGGER	38
FIGURA 6 - PIEZOMETRICA DALALOGGER.....	38
FIGURA 7 - PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI (P.G.R.A.): IN COLORE BLU SCURO PERICOLOSITÀ IDRAULICA ALTA, IN COLORE BLU CHIARO PERICOLOSITÀ MEDIA.	40
FIGURA 8 - ISOCINETICHE RELATIVE AL PERIODO 2006-2011	41
FIGURA 9 - LEGENDA DELLE ISOCINETICHE RELATIVE AL PERIODO 2006-2011	42
FIGURA 10 - ISOCINETICHE RELATIVE AL PERIODO 2011-2016	42
FIGURA 11 - LEGENDA DELLE ISOCINETICHE RELATIVE AL PERIODO 2011-2016	43
FIGURA 12 - UBICAZIONE SINKHOLE AREA NORD DI BOLOGNA; IN VERDE I PUNTI IN CUI SI SONO REGISTRATI FENOMENI DI SPROFONDAMENTO ED IN BLU L'AREA DI INTERVENTO	45
FIGURA 13 - AGGIORNAMENTO DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DI PRIMA APPLICAZIONE DEI COMUNI DELL'EMILIA-ROMAGNA" – DGR N° 1164 DEL 23/07/2018.....	46
TABELLA 6 - ZONE SISMICHE	46
FIGURA 14 - SCHEMA TETTONICO DELLA PIANURA PADANA (BOCCALETTI ET AL., 2004)	50
FIGURA 15 - PARTICOLARE DELLA ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 (MELETTI ET AL., 2004)	51
TABELLA 7 - PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO NEL PERIODO DI RIFERIMENTO VR PER DIFFERENTI STATI LIMITE NTC-2008)	52
FIGURA 16 - TAVOLA R.I.4.....	60
FIGURA 17 - ESTRATTO PTCP BOLOGNA.....	61
FIGURA 18 - PIANTA VISTA E SEZIONE TIPOLOGIA SCARICO CON EMBRICI	63
FIGURA 19 - PIANTA TIPO POZZETTO DI ISPEZIONE E SEZIONE TIPO CON SCARICO NELLA SEZIONE LONGITUDINALE NEL CASO DI RILEVATO	64
FIGURA 20 - SEZIONE TIPOLOGICA MANUFATTO DI CONTROLLO	65
FIGURA 21 - SEZIONE TIPO "C" CON STRADE DI SERVIZIO.....	67
FIGURA 22 - SEZIONE TIPO "C" CON STRADE DI SERVIZIO E CORSIE SPECIALIZZATE.....	67
FIGURA 23 - SEZIONE TIPO "C" CON ZONE DI SCAMBIO	67
FIGURA 24 - PLANIMETRIA GENERALE	68
FIGURA 25 - ROTATORIA L01	69
FIGURA 26 - ROTATORIA L02	69
FIGURA 27 - SEZIONE DEL PONTE SUL NAVILE.....	72
FIGURA 28 - SEZIONE CAVALCAVIA SU A13.....	73
FIGURA 29 - PIANTA SOTTOVIA OVEST	73
FIGURA 30 - PROSPETTO SOTTOVIA OVEST.....	74
FIGURA 31 - SEZIONE IMPALCATO SOTTOVIA.....	74
FIGURA 32 - PIANTA SOTTOVIA EST	75
FIGURA 33 - PROSPETTO SOTTOVIA EST.....	75
FIGURA 34 - SEZIONE SCATOLARE	76
FIGURA 35 - SEZIONE LONGITUDINALE SCATOLARE EST	76
FIGURA 36 - SEZIONE LONGITUDINALE SCATOLARE ZONA ROTATORIA	77
FIGURA 37 - SEZIONE LONGITUDINALE SCATOLARE OVEST	77
FIGURA 38 - SEZIONE MURI AD U TERMINALI	77

Progetto Definitivo

FIGURA 39 - SOVRASTRUTTURA DI PROGETTO	84
FIGURA 40 - SOVRASTRUTTURA DI PROGETTO - RAMPE	85
FIGURA 41 - TIPOLOGICO BARRIERA ANTIRUMORE OPACA.....	87
FIGURA 42 - TIPOLOGICO BARRIERA ANTIRUMORE TRASPARENTE	87
TABELLA 8 - ELENCO FOA PREVISTE NEL PROGETTO.....	88
TABELLA 9 - SINTESI DELLE QUANTITÀ MOVIMENTATE	90
TABELLA 10 - ELENCO DEI PUNTI DI INDAGINE PER LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE	92
TABELLA 11 - SINTESI DEGLI ESITI ANALITICI DI LABORATORIO RISPETTO AI LIMITI DI RIFERIMENTO	93
FIGURA 43 - LOCALIZZAZIONE CAMPI BASE CB001 E CT001	95
FIGURA 44 - LOCALIZZAZIONE AREE DI SUPPORTO	96
FIGURA 45 - LOCALIZZAZIONE AREE DI SUPPORTO ROTATORIE.....	96

1. PREMESSE

L'area di Bologna rappresenta la cerniera del sistema dei trasporti nazionali per i collegamenti nord-sud, sia per quanto riguarda la rete ferroviaria che quella autostradale. Il semianello tangenziale-autostradale di Bologna interconnette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed ha la funzione di raccogliere e smistare i flussi provenienti dall'asse centrale del Paese (attraverso le autostrade A1 e A13), dal confine con l'Austria (attraverso l'autostrada A22 del Brennero) e dalla costa adriatica (mediante l'autostrada A14), nonché di servire il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana bolognese.

Tale sistema viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della "tangenziale" che si sviluppano in complanare su ambo i lati della stessa autostrada nel tratto compreso fra Bologna Casalecchio e Bologna S. Lazzaro.

Nel corso degli anni il sistema è stato potenziato ed attualmente la sezione trasversale dell'Autostrada presenta 3 corsie per senso di marcia più emergenza fra l'allacciamento A1/A14 Nord - Bologna Borgo Panigale ed l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio, 2 corsie per senso di marcia con terza corsia dinamica (aperta nel 2008) fra l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio e Bologna San Lazzaro, 2 corsie per senso di marcia più emergenza sul Raccordo Autostradale di Casalecchio. La sezione trasversale delle complanari presenta 2 corsie per senso di marcia più emergenza.

I livelli di servizio, valutati nelle ore di punta di un giorno ferialo medio, mostrano l'adeguatezza del sistema autostradale nella sua configurazione attuale, mentre evidenziano lo stato di criticità in cui si trovano le complanari.

Al fine di risolvere queste criticità e stante la sua importanza e strategicità di carattere internazionale, nazionale e metropolitano, è stato sottoscritto in data 15 Aprile 2016 tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Emilia Romagna, la Città Metropolitana di Bologna, il Comune di Bologna e Autostrade per l'Italia per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto "Passante di mezzo".

Il progetto di potenziamento consiste nel portare a tre corsie più emergenza il tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza il tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, nel potenziare le rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l'A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l'eliminazione.

Inoltre, in tale accordo, al fine di migliorare l'accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale, si sono individuati alcuni importanti interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – metropolitana che vanno a fluidificare il sistema infrastrutturale stradale nel suo complesso, portando benefici in termini trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale.

1.1 ACCORDO 2016

In data 15 Aprile 2016 è stato sottoscritto un accordo ("Accordo 2016") che si pone come obiettivo la definizione di un progetto che, a partire dall'analisi del contesto insediativo esistente, sviluppi il tema del potenziamento in sede con un approccio che veda nell'infrastruttura anche l'opportunità di riorganizzare, con particolare attenzione alla mitigazione ed all'inserimento ambientale, lo spazio ed il territorio adiacente già fortemente urbanizzato in un'ottica di minor occupazione del territorio, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale.

L'accordo si pone quindi l'obiettivo di risolvere una criticità trasportistica di livello nazionale e di migliorare l'accessibilità viaria di livello metropolitano stabilendole condizioni e gli impegni delle Parti.

1.2 IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO

Il progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna prevede la realizzazione delle seguenti opere:

Progetto Definitivo

- A. Ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna a partire dallo svincolo 3 del “ramo verde” della complanare fino allo svincolo 13 di Bologna S. Lazzaro con le seguenti specifiche:
- realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull'A14, fatta eccezione per i punti singoli di cui si dirà nel seguito;
 - realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, fatta eccezione per dei punti singoli.
- B. Interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana - metropolitana:
- Intermedia di Pianura: completamento dei tratti mancanti per circa 8,6 km, adeguamento in sede per circa 5,3 km
 - Lungo Savena: realizzazione del lotto 3 per circa 2,5 km
 - Lungo Savena e ExSS65 della Futa: il secondo lotto del nodo di Rastignano ottimizzato
 - **Nodo di Funo - accessibilità a Interporto e Centergross.**

In particolare nel seguito della presente relazione verrà descritto il nuovo progetto del “Nodo di Funo”.

1.3 IL NUOVO PROGETTO DEL NODO DI FUNO

Riconosciuta la strategicità del cosiddetto “Nodo di Funo”, il primo progetto definitivo del 2016 prevedeva il potenziamento e l'ottimizzazione della viabilità di adduzione fra il sistema autostradale A13-A14 ed i due principali poli di attrazione/generazione rappresentati da Interporto e Centergross attraverso i seguenti interventi, interessando i Comuni di Argelato, Bentivoglio e Castel Maggiore in Provincia di Bologna:

1. La realizzazione di una nuova rotonda sull'attuale SP4 Galliera in corrispondenza con lo svincolo della SP3 nell'abitato di Funo di Argelato (rotonda R13).
2. La realizzazione di una nuova viabilità di collegamento tra la via Rotonda del Segnatello ed il polo funzionale Interporto e relativa rotonda (asse F1 e rotonda R14) e ottimizzazione dell'accessibilità al polo funzionale mediante l'inserimento della rampa diretta dalla SP 3 alla rotonda R14.
3. La realizzazione di un tratto di nuova pista ciclabile in corrispondenza del sottopasso alla SP3 sulla rotonda Segnatello (asse F2).
4. La realizzazione di una nuova rotonda in corrispondenza dell'accesso al Centergross sulla via Saliceto in luogo dell'attuale innesto a T (rotonda R15).
5. La realizzazione di un sovrappasso della via Sammarina alla SP3 a completamento della soluzione a rotonda dell'intersezione uscita casello A13/ trasversale di Pianura già finanziato nell'ambito della convenzione unica di ASPI

In sede di approvazione della compatibilità ambientale del progetto di ampliamento della terza corsia dell'autostrada A13 tra i caselli di Bologna Arcoveggio e Ferrara, la Regione Emilia- nella nota di richiesta di integrazioni prot. n.469471 del 26.06.2017 ha richiesto, al punto 17.b, di: *“allargare la sezione stradale del cavalcavia della S.P. 3 – Trasversale di Pianura, nonché del tratto stradale della SP3 tra il casello autostradale*

Progetto Definitivo

Interporto e l'entrata al Polo Funzionale Interporto, compresa la riqualificazione della Rotonda Segnatello (ripavimentazione con rifacimento del fondo stradale)". In conseguenza di questa richiesta e in un contesto di indeterminazione del quadro progettuale, ha proceduto ad Ottobre 2017 a ritirare l'istanza di procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 13 della L.R. 9/1999 relativa al progetto definitivo 2016 riproponendosi di valutare le modifiche progettuali per assecondare la richiesta di potenziamento della SP3 e, con il supporto di un nuovo progetto definitivo, richiedere una nuova istanza per la verifica di assoggettabilità a VIA nazionale, regolamentata dall'art. 19 del D.Lgs. 152/2006.

Nell'accordo del 2019 tra ASPI e la Regione Emilia-Romagna per la realizzazione del Passante di Bologna (Delibera Num. 1086 del 01/07/2019), tra gli interventi previsti per il passante vengono descritte le caratteristiche degli interventi per il Nodo di Funo, che ad integrazione di quanto già previsto nel progetto del 2016 prevedono i seguenti ulteriori interventi:

1. realizzazione di uno svincolo a livelli sfalsati sulla S.P.3 in corrispondenza del casello autostradale di Bologna Interporto, che risolva anche l'intersezione con la via Sammarina;
2. progressivo incremento di quota della Trasversale di Pianura con sezione trasversale riconducibile a quella esistente a partire dalla citata intersezione con via Sammarina e inserimento di due rampe in entrata/uscita sulla rotatoria di innesto con lo svincolo di Interporto;
3. risoluzione dell'innesto dello svincolo di Interporto mediante rotatoria di nuova realizzazione che sottopasserà la S.P.3 e su cui si andranno ad attestare le citate rampe da est;
4. risoluzione dell'incrocio tra la S.P.3 e le vie "Sammarina" e "di Mezzo di Saletto", mediante viabilità bidirezionali dedicate a raso sia in nord che in sud;
5. realizzazione di una ulteriore rampa per senso di marcia in entrata/uscita dalla rotatoria che andrà a ricongiungersi con la S.P.3 fino a comporre una sezione corrente a due corsie per senso di marcia con elemento di separazione centrale;
6. diramazione della corsia di marcia lenta a nord in corrispondenza della rampa di uscita sulla rotonda del Segnatello, e inserimento mediante confluenza della corsia di marcia lenta a sud in corrispondenza della rampa di immissione della rotonda del Segnatello;
7. mantenimento degli accessi entrata/uscita relativi alle attività insediate (due stazioni di rifornimento carburanti, l'hotel Marconi e l'Azienda Bini) e alle abitazioni presenti in questo tratto stradale.

In conseguenza della nuova configurazione degli interventi il punto 5 degli interventi del 2016, la creazione cioè dello svincolo a livelli sfalsati tra la SP3 e via Sammarina è stato accantonato, mentre tutti gli altri punti rimangono anche nella nuova edizione del progetto definitivo.

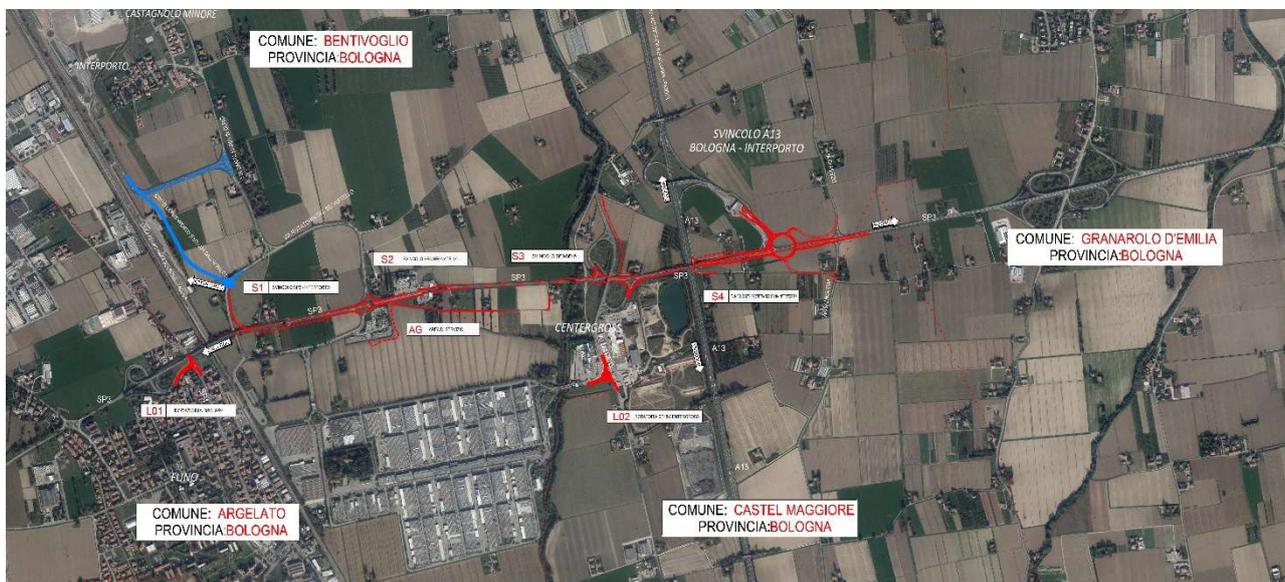


Figura 1 - Corografia generale dell'intervento

1.4 STUDIO DI TRAFFICO

Lo Studio di Traffico del Nodo di Funo (elaborato ATR0001) si è basato sullo Studio di traffico del Progetto Definitivo del “Passante di Bologna” redatto per la Conferenza dei Servizi aperta nel mese di Giugno 2020, presentandone un focus sul nodo di Funo.

Lo studio di traffico ha mantenuto come anno base il 2016, nonostante sia stato pubblicato nel 2020, perché, a causa della pandemia COVID, non è stato possibile effettuare un aggiornamento: i dati di traffico rilevati non sarebbero infatti stati rappresentativi della domanda di traffico da considerarsi ai fini della progettazione degli interventi.

Tuttavia, il macro-modello di traffico implementato per lo studio di traffico del Progetto Definitivo del “Passante di Bologna” è stato per il Nodo di Funo aggiornato nella domanda e nell’offerta degli scenari programmatici e progettuali per tener in conto le recenti previsioni di sviluppo dell’Interporto di Bologna.

Lo studio ha analizzato il quadro pianificatorio e programmatico: per ogni singolo intervento è stato definito l’orizzonte temporale dello studio (2030 o 2040) nel quale considerarlo già in esercizio.

Sono stati individuati ed analizzati anche i principali poli di attrazione/generazione definiti dalla Città Metropolitana: Aeroporto Marconi, Interporto di Bologna, Centro Agro Alimentare di Bologna (comprensivo della Fabbrica Italiana Contadina - FICo), Centergross, l’espansione nell’area industriale di Calderara di Reno e il Piano del Lazzaretto nel Comune di Bologna.

Le analisi ed il macro-modello di simulazione, utilizzato nello Studio di Traffico, sono state elaborate sulla base di un’aggiornata base dati di traffico nell’area di studio. Le fonti di questi dati sono rappresentate dai vari concessionari autostradali, dalla Regione Emilia-Romagna e da indagini specifiche.

Le analisi trasportistiche effettuate hanno riguardato l’ora di punta 08:00 – 09:00 di un giorno feriale medio del periodo neutro (cioè escluso agosto) ed il giorno medio annuo. Il giorno rappresentativo del giorno feriale medio neutro è stato identificato nel 11 maggio 2016; l’ora di punta 08:00 – 09:00 di tale giorno è rappresentativa anche della 30a ora.

L’anno base dello studio è stato il 2016.

Le analisi sono state effettuate a livello strategico tramite l’ausilio di un MACRO-modello di simulazione del traffico veicolare.

Progetto Definitivo

Le verifiche funzionali degli elementi progettuali del Nodo di Funo sono state effettuate tramite un MICRO modello di simulazione della circolazione veicolare.

Le previsioni di crescita della domanda sono state fatte in modo particolarmente approfondito. Nello specifico la domanda per la classe veicolare leggeri è stata disaggregata secondo tre macro gruppi: domanda interna, domanda di scambio e domanda di attraversamento rispetto ad una identificata macro-area bolognese. Per la classe pesante si è mantenuta una previsione unica.

Il modello di micro-simulazione si è basato sulla domanda di mobilità, ottenuta estraendo una matrice al cordone dell'area di studio del Nodo di Funo all'interno del macro-modello di simulazione. Il micro-modello ha analizzato l'ora di punta della mattina (8:00-9:00) del giorno feriale medio del periodo neutro (agosto escluso) 2030; l'ora di punta della sera è stata ricostruita trasponendo la matrice della mattina ed effettuando alcune locali correzioni basate sui disponibili rilievi serali al nodo SP3-A13.

Il modello di micro-simulazione ha consentito di valutare la funzionalità dei seguenti elementi di progetto:

- la SP3 strada extraurbana secondaria,
- le strade di servizio complanari alla SP3,
- la circolazione a rotatoria regolata con tronchi di scambio al nodo SP3 / A13 / Sammarina,
- la viabilità denominata Rotonda Segnatello,
- la rotatoria di accesso alla nuova bretella di Interporto, su cui si va ad attestare la rampa di progetto in uscita dalla SP3,
- le rampe di collegamento tra la circolazione a rotatoria e la SP3,
- le due nuove rotatorie, la prima sull'attuale SP4 via Galliera in corrispondenza con lo svincolo della SP3 nell'abitato di Funo di Argelato e la seconda in corrispondenza dell'accesso al Centergross sulla SP45 via Saliceto.

Tutte le verifiche funzionali sono risultate soddisfatte sia per l'ora di punta mattutina che per quella serale. Le criticità funzionali presenti negli scenari attuale e programmatico non sono più presenti negli scenari progettuali.

Su richiesta di Autostrade per l'Italia, per valutare il non rispetto del limite da parte degli utenti, si è analizzato tramite micro-modello anche lo scenario progettuale 2030 dove lungo la SP3 è stato imposto un limite di velocità pari a 80 km/h e non 70 km/h. Tale modifica non ha avuto impatti sulla funzionalità (livelli di servizio) del sistema di progetto.

Si può concludere affermando che gli interventi di progetto aumentano la capacità del sistema stradale eliminando le criticità presenti.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di carattere generale seguita nella definizione degli interventi di progetto è la seguente:

2.1 PROGETTO STRADALE

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali di tutte le infrastrutture in progetto sono:

- D.Lgs. 30/04/92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di strade esistenti secondo il D.M. 22-04-04).
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di intersezioni esistenti).
- D.M. 18/02/92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”, così come recentemente aggiornato dal D.M. 21/06/04: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;

Il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle “Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade” ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l’impostazione generale della norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del “Nuovo codice della Strada” – contenuto nell’ Art. 1 – secondo il quale “Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell’ambiente e del risparmio energetico”).

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (D.M. 19.04.2006).

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie cercando in ogni caso di volgere verso il rispetto delle prescrizioni in essa contenute dove questo era realmente possibile.

2.2 BARRIERE DI SICUREZZA

- A1. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004 - “Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- A2. D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04) - “Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.
- A3. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92) – “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”.
- A4. D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i. – “Nuovo codice della Strada”.
- A5. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i. – “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”.
- A6. D.M. 5 novembre 2001, n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.
- A7. Autostrade per l’Italia – Spea - “Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA, Rev. Dicembre 2017”.

- A8. Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 - *“Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004”*.
- A9. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 - *“Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*.
- A10. Norme UNI EN 1317 *“Barriere di sicurezza stradali”*:
 - UNI EN 1317-1:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”*;
 - UNI EN 1317-2:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari”*;
 - UNI EN 1317-3:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto”*;
 - UNI ENV 1317-4:2003 *“Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”*;
 - prEN 1317-4:2012 *“Road restraint systems - Part4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for transitions and removable barrier sections”*;
 - UNI EN 1317-5:2012 *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”*.
 - prEN 1317-7:2012 *“Road restraint systems - Part7: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals of safety barriers”*.
 - UNI CEN/TS 17342:2019 *“Sistemi di ritenuta stradale - Sistemi di ritenuta stradale per motociclisti in grado di ridurre la severità dell'urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza”*.
- A11. DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 06.10.2011) - *“Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”*.
- A12. DM 01.04.2019 (GU Serie Generale n.114 del 17-05-2019) - *“Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)”*.
- A13. Rapporto tecnico UNI/TR 11785 - *“Documento tecnico di supporto per la redazione del manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradali su rilevato”* (maggio 2020).

2.3 GEOTECNICA

- D.M. 17.01.2018, *“Norme tecniche per le costruzioni”*;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. *“Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. “ (pubblicato sulla GU n.35 del 11-2-2019 – Suppl. Ordinario n. 5);*
- EN 1997 Eurocodice 7 *“Geotechnical Design”*
 - Part 1: General rules
 - Part 2: Standards for laboratory testing
 - Part 3: Standards for field testing.
- ASTM D4253 *“Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table”*.
- ASTM D4254 *“Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and calculation of relative density”*.

- ASTM D1557 "Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort".
- CNR UNI 10006 "Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre".
- CNR B.U., anno XXVI, n° 146 "Determinazione dei moduli di deformabilità M_d e M_d' mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- Decreto Ministeriale n. 47 (11/3/1988). "Norme Tecniche riguardanti le indagini su terreni e sulle rocce; i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" - Cir. Dir. Cen. Tecn. n° 97/81.
- CNR UNI 10009 "Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre".
- A.I.C.A.P. – "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni ", GIUGNO 2012.

2.4 IDROLOGIA E IDRAULICA

2.4.1 Normativa Nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

- RD 25/07/1904 n° 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani". La legge introduce il vincolo idrogeologico.
- DPR 15/01/1972 n° 8 "Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici".
- L. 64/74 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- L. 319/76 (Legge Merli) "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento". La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.
- DPR 24/7/1977 n° 616 "Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni".
- L. 431/85 (Legge Galasso) "Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale".
- L. 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".

Progetto Definitivo

- Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1). Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).
- L. 142/90 "Ordinamento delle autonomie locali".
- DL 04-12-1993 n° 496 "Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente". (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).
- L. 36/94 (Legge Galli) "Disposizioni in materia di risorse idriche".
- DPR 14/4/94 "Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.
- DPR 18/7/95 "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino".
- DPCM 4/3/96 "Disposizioni in materia di risorse idriche" (direttive di attuazione della Legge Galli).
- Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59"
- DPCM 29/9/98 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180". Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).
- L. 267/98 (Legge Sarno) "Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania". La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).
- DL 152/99 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".
- DL 258/00 "Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99".
- L. 365/00 (Legge Soverato) "Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000". La legge individua gli

Progetto Definitivo

interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

- DLgs 152/2006. Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di Bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le Autorità di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006.

Inoltre l'articolo 113 del medesimo Decreto legislativo, stabilisce, in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento delle acque meteoriche, che "...le regioni disciplinano:...b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni..", art. 113 comma 1, e che "... i casi in cui può essere richiesto.. siano convogliate e opportunamente trattate ... in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose ...", art. 113 comma 3.

- DM 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni". Il decreto si compone di due articoli e precisamente dell'articolo 1 con cui viene approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005.

Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato "Smaltimento dei liquidi provenienti dall'impalcato", si prescrive che: "... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell'opera stessa o per la natura dell'ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione."

Successivamente con il DM 06/05/2008 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008" sono stati approvati il capitolo 11.7 e le tabelle 4.4.III e 4.4.IV del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni allegato al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

- Decreto n. 131 del 16/06/2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)
- Decreto n. 56 del 14/04/2009. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle

condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

Si riportano inoltre gli estremi di alcune leggi riguardanti la progettazione e la verifica dei ponti stradali:

- L. 532/1904. "Testo unico sulle opere idrauliche. Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali".
- D. Min. LL.PP 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".

"Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione riguardante i problemi idrologici, idrografici ed idraulici relativi alle scelte progettuali, alla costruzione e all'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all'importanza del problema e al grado di elaborazione del progetto.

Una cura particolare è da dedicare, in ogni caso, al problema delle escavazioni dell'alveo ed alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

La trattazione dei citati problemi dovrà avvenire nel rispetto del testo unico 25 luglio 1904, n. 523 e successivi aggiornamenti." (Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali – par. 2.4)

- Circ. LL.PP. n° 34233 del 25/02/1991. "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali"
.... gli elementi del ponte, quali le opere di sostegno, di difesa ed accessorie, quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, specie se di qualche importanza, dovranno far parte di un progetto unitario.....

Nel caso in cui l'opera di attraversamento sia costituita, oltre che dal ponte vero e proprio, anche da uno o due rilevati collocati in alveo, dovranno essere valutate quali modifiche possono prodursi a monte dell'opera in conseguenza della riduzione della luce libera rispetto a quella primitiva.....

La quota idrometrica e il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto anche in considerazione della tipologia dell'opera e delle situazioni ambientali ...

2.4.2 Normativa regionale

I principali riferimenti normativi di scala regionale che sono stati considerati per la progettazione sono:

- Delibera della giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286. "Attuazione al D.lgs 152/1999"
Ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 39 del decreto legislativo citato.

L'art.2 comma III definisce:

"Altre condotte separate": sistema di raccolta ed allontanamento dalle superfici impermeabili delle acque meteoriche di dilavamento costituito da canalizzazioni a tenuta o condotte dedicate non collegate alla rete fognaria delle acque reflue urbane e disgiunte fisicamente e funzionalmente dagli insediamenti e dalle installazioni dove si svolgono attività commerciali o di produzione di beni. Rientrano in questo ambito, ad esempio, i sistemi a tale scopo adibiti delle reti stradali ed autostradali e delle relative opere connesse (ponti, gallerie, viadotti, svincoli, ecc.)...

L'art.7.2 – La gestione delle acque di prima pioggia e delle acque meteoriche di dilavamento:

I – Per le nuove opere ed i nuovi progetti di intervento di cui al precedente punto 7.1 – lettera a) (opere soggette e VIA), le prescrizioni per il contenimento dell'inquinamento prodotte dalle acque di prima

pioggia derivanti dalle "altre condotte separate" possono trovare applicazione nei casi in cui tali acque siano immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "significativi" e di "interesse" inseriti nel PTA.

II – Per i corpi idrici diversi da quelli richiamati al precedente punto I l'adozione di specifiche prescrizioni per la gestione delle acque di prima pioggia legate alle immissioni delle condotte di cui trattasi è determinata sulla base delle esigenze di tutela e protezione dei corpi idrici ricettori stabilite dagli strumenti di pianificazione provinciale (Piano territoriale di Coordinamento provinciale - PTCP), secondo i criteri di valutazione richiamati al precedente punto I.

III – Le prescrizioni da adottarsi ai sensi dei precedenti punti I e II avranno a riferimento, di norma, soluzioni progettuali di tipo strutturato che garantiscano la raccolta ed il convogliamento delle acque di prima pioggia in idonei bacini di raccolta e trattamento in grado di sedimentare le acque raccolte prima dell'immissione nel corpo ricettore. Trattamenti aggiuntivi (quali ad esempio la disoleatura) saranno prescritti in ragione della destinazione d'uso e di attività delle aree sottese dall'"altre condotte separate" che danno origine alle predette immissioni. Dette soluzioni possono essere finalizzate anche al trattamento dell'acqua di prima pioggia mediante la realizzazione di sistemi di tipo naturale i quali la "fito-depurazione" o le "fasce filtro/fasce tampone".

IV – Riguardo al diffuso sistema di raccolta allontanamento delle acque meteoriche di dilavamento dalle reti stradali ed autostradali e delle relative opere connesse, l'eventuale applicazione delle prescrizioni per la gestione delle acque di prima pioggia, di cui ai precedenti punti I e II, s'intende riferita esclusivamente alle canalizzazioni/condotte a tenuta responsabili delle immissioni dirette nei corpi ricettori, con esclusione delle "cunette bordo strada" in terra adibite all'allontanamento delle acque meteoriche dalla sede stradale. Al riguardo, sono fatte salve le disposizioni regionali emanate ai sensi dell'art. 21 del decreto in materia di aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

- Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n. 1860

Tale delibera concerne "Linee guida d'indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione alla deliberazione G.R. del 14 febbraio 2005 n° 286". Contiene specifiche Linee guida attuative in merito, tra gli altri aspetti, agli orientamenti tecnici di riferimento "per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento a quelle asservite alla rete viaria".

- Piano di Tutela delle Acque (PTA)

Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005, sul BUR - Parte Seconda n. 14 del 1 febbraio 2006 si dà avviso della sua approvazione, mentre sul BUR n. 20 del 13 febbraio 2006 si pubblicano la Delibera di approvazione e le norme.

2.4.3 Autorità di bacino

I corsi d'acqua interferiti appartengono all'Autorità di Bacino del Fiume Reno.

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) ad oggi vigente è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino con delibera C.I. AdB Reno n. 1/1 del 06.12.2002.

Con delibera della Giunta Regionale n. 567 del 07.04.2003, la Regione Emilia-Romagna ha approvato il piano per il territorio di competenza (così come previsto dal comma 2 dell'art. 19 della L. 18 maggio 1989 n. 183 e s.m.i.). Il piano è entrato in vigore con la pubblicazione sul B.U. Regione Emilia-Romagna il 14.05.2003.

Le prescrizioni dell'AdB sono riportate nella Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B" adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Reno n.1/1 del 5 marzo 2014, approvato con deliberazione della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 857 del 17/06/2014 ed entrato in vigore con la pubblicazione nel BUR del 2 luglio 2014.

In particolare, per quanto riguarda la portata di progetto per le verifiche idrauliche dei ponti si devono normalmente rispettare i seguenti valori:

- per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della Fascia B (200 anni);
- per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non inferiore a 100 anni.

2.5 STRUTTURE

Le analisi strutturali e le relative verifiche fanno riferimento alle disposizioni normative previste dalla vigente Normativa italiana e da quella europea (Eurocodici).

In particolare alle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 17 gennaio 2018: Norme tecniche per le costruzioni 2018 (NTC2018);
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- UNI EN 206-1: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità,
- UNI 11104: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1;
- UNI EN 1090: Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio
 - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali;
 - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio;
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale;
- UNI EN 1991 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture
 - Parte 2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti;
 - Parte 4: Azioni sulle strutture – Azione del vento;
 - Parte 5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche;
- UNI EN 1992 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
 - Parte 2: Ponti di calcestruzzo;
- UNI EN 1993 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio
 - Parte 2: Ponti di acciaio;
- UNI EN 1994 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
 - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti;

- UNI EN 1998 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
 - Parte 2: Ponti.

2.6 STRUTTURE

Le analisi strutturali e le relative verifiche fanno riferimento alle disposizioni normative previste dalla vigente Normativa italiana e da quella europea (Eurocodici).

In particolare alle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 17 gennaio 2018: Norme tecniche per le costruzioni 2018 (NTC2018);
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- UNI EN 206-1: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità,
- UNI 11104: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1;
- UNI EN 1090: Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio
 - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali;
 - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio;
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale;
- UNI EN 1991 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture
 - Parte 2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti;
 - Parte 4: Azioni sulle strutture – Azione del vento;
 - Parte 5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche;
- UNI EN 1992 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
 - Parte 2: Ponti di calcestruzzo;
- UNI EN 1993 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio
 - Parte 2: Ponti di acciaio;
- UNI EN 1994 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
 - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti;
- UNI EN 1998 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

- Parte 2: Ponti.

2.7 MITIGAZIONI ACUSTICHE

Le principali normative che saranno prese a riferimento per la progettazione sono:

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- L. 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- D.M. Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- D.M. 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 - 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.
- L.R. n. 15 del 09/05/2001 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico";
- D.G.R. n. 673 del 14/04/2004 "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

2.8 RIFIUTI (TERRE E ROCCE DA SCAVO)

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"

2.9 OPERE A VERDE

Si riporta di seguito la normativa di riferimento per le opere a verde in progetto.

- D.Lgs. 30/04/1992, n. 285 e s.m.i. "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16/12/1992, n. 45 e s.m.i. "Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
- Codice Civile, art. 892 "Distanze per gli alberi" e art. 893 "Alberi presso strade, canali e sul confine dei boschi";
- D.M. 449/1988 "Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- D.Lgs. 3/04/2018, n. 34 "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali";
- R.R. 1/08/2018, n. 3 "Approvazione del Regolamento Forestale Regionale in attuazione dell'art. 13 della L.R. n. 30/1981";
- Regolamenti Comunali del Verde Pubblico e Privato (Castel Maggiore, Bentivoglio, Argelato).

2.10 IMPIANTI

La normativa di carattere generale che sarà seguita nella definizione degli interventi di progetto è la seguente:

- UNI 11248 ottobre 2007 – Requisiti illuminotecnica delle strade con traffico motorizzato.
- Legge Regionale Marche n.10 del 01 agosto 2002 in materia di Riduzione dell'inquinamento luminoso.
- UNI EN 13201 – Illuminazione Stradale
- Legge 1 agosto 2002 n. 166 "Disposizione in materia di infrastrutture e trasporti"
- ASPI DIREZIONE CENTRALE RISORSE SISTEMI E SERVIZI PER RETI VIARIE IMPIANTI – VIABILITA': Prescrizioni tecniche per la realizzazione dei pannelli messaggio variabile EVO 2010 per informazione all'utenza posti in prossimità delle intersezioni di ingresso/uscita dell'autostrada conformi alla Norma Europea EN 12966 ed alla norma CEI 214-13 – MARZO 2010 -

Nel progetto saranno considerate anche le ultime edizioni delle Norme:

- CEI – Comitato elettrotecnico italiano
- CEI EN – Norme armonizzate europee
- Unel – Unificazione nell'industria elettrotecnica
- UNI – Unificazione nell'industria

2.11 ESPROPRI

La normativa che sarà seguita per la tematica degli espropri è la seguente:

- Dpr 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni.
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (abrogazione art. 37 dpr 327/2001 – Legge Finanziaria 2008).

2.12 INTERFERENZE

La normativa che sarà seguita per la tematica delle interferenze è la seguente:

- Legge 50/2016 (Codice degli appalti).
- art. 1 della legge del 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e D.lgs.vo 81/2008 artt. 83 e 117.
- D.P.R. n 495 del 16.12.1992 (art 66).
- Legge n 133 del 6 agosto 2008.
- D.M. n. 449 del 21 marzo 1988.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

La zona oggetto di studio è situata all'interno dell'ampio bacino sedimentario padano, al bordo settentrionale del Sistema Appenninico. L'area di pianura è una geosinclinale subsidente (bacino Perisuturale Padano) colmata da materiali alluvionali che hanno ricoperto le argille marine di ambiente costiero - che fungono da substrato - fino a raggiungere spessori complessivi anche di 300-400 m. In particolare, i depositi di colmamento più recenti sono stati prodotti principalmente dall'attività deposizionale del sistema fluvio - deltizio padano con alimentazione assiale vergente verso est, e dai sistemi fluviali appenninici ad alimentazione trasversale da sud; difatti questi sedimenti pleistocenico - olocenici presentano caratteristiche deposizionali e geometriche notevolmente complesse, correlabili a deposizione e successiva erosione di depositi fluviali, attualmente terrazzati, la cui formazione è legata alla continua variazione dei livelli fluviali. Il riempimento del bacino marino ed il passaggio alla sedimentazione continentale non avvengono in maniera continua e progressiva, ma sono il risultato di eventi tettonico - sedimentari "parossistici", separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive. Questo fatto è testimoniato dalle numerose superfici di discontinuità stratigrafica riconosciute e cartografate sul Margine Appenninico Padano.

Sulla base delle superfici di discontinuità affioranti sul margine appenninico e sulla base dell'estensione di tali discontinuità nel sottosuolo della pianura (dati sismici e di pozzo) è stato possibile definire il quadro stratigrafico riportato nella figura seguente:

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE				ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE				
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO			
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI BORGO PANIGALE	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A0		
								A1		
	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE DI OLMATELLO	UNITA' DI CA DI SOLA	ORIZZONTE DI FOSSOLE	~0.35-0.45			PLEISTOCENE MEDIO	B	B1
										B2
SUPERSENTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO			SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	~0.65	0.89	C	C1			
SUPERSENTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO			SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE				~0.8			C2
MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.		SUPERSENTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSENTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	~1.0				PLEISTOCENE INFERIORE	C3	C3
MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.			SUBSENTEMA QUATERNARIO MARINO 3'				~2.2			1.72
CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.		SINTEMA QUATERNARIO MARINO 2	~3.3-3.6	3.55	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	C5				
CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.		SINTEMA QUATERNARIO MARINO 1					~3.9	3.55		PLIOCENE INFERIORE MIOCENE
P2	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.		SUPERSENTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE						ACQUITARDO BASALE	

Inquadramento geologico - stratigrafico dell'area di studio

Dal punto di vista gerarchico si distinguono 3 Sequenze Principali (Supersintemi) denominate come segue:

1. Supersintema del Pliocene medio - superiore;
2. Supersintema del Quaternario Marino (che in realtà comincia nel Pliocene superiore);

3. Supersistema del Quaternario Continentale (emiliano - romagnolo).

Questa successione coincide con i gruppi Acquiferi denominati A, B e C nell'ambito delle riserve idriche sotterranee della regione Emilia Romagna.

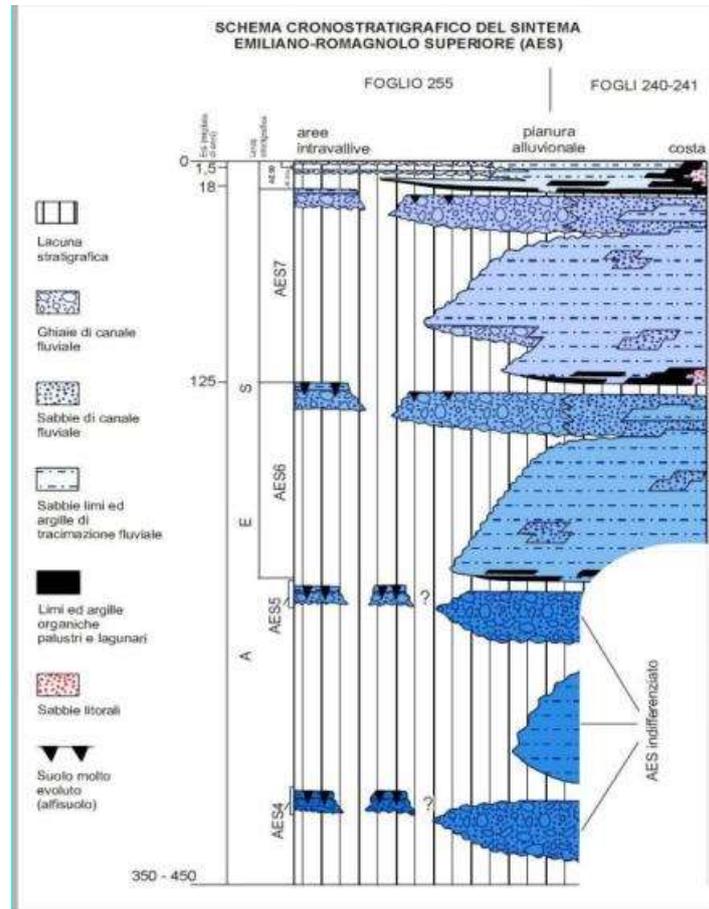
3.1 STRATIGRAFIA

Il progetto di cartografia geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) stabilisce che la classificazione stratigrafica dei depositi quaternari di pianura debba basarsi sulla litologia relativa a ciascun ambiente deposizionale e sulla presenza di discontinuità o interruzioni della sedimentazione (limiti inconformi) che separano i corpi geologici di età diverse.

Tutto ciò consente di caratterizzare i sedimenti di pianura sia sulla base della loro composizione granulometrica (ghiaie, sabbie, alternanza di sabbie e limi, ecc.), sia in funzione dell'ambiente in cui si sono deposte (alluvionale di canale, deltizio di area interdistributrice, ecc).

Si possono così distinguere fra loro litologie in prima approssimazione simili, ma con geometrie e relazioni laterali e verticali dei corpi geologici molto diverse, in base al contesto sedimentario in cui si sono originate.

I medesimi depositi sono anche oggetto della classificazione fondata sui limiti stratigrafici inconformi (U.B.S.U., Salvador, 1987) che prevede la distinzione di unità stratigrafiche delimitate da superfici di discontinuità definite sintemi e subsintemi. Queste unità sono particolarmente efficaci per descrivere il territorio in base alla sua storia geologica, all'età dei suoi sedimenti e alla peculiare ciclicità degli eventi che l'hanno trasformato, tipici dell'epoca quaternaria. Lo schema più esaustivo per la rappresentazione di queste unità è quello di tipo crono stratigrafico che riporta in ascissa la distribuzione geografica delle unità ed in ordinata il tempo in cui tali unità si sono deposte. Nello schema crono stratigrafico seguente si possono osservare le litologie e le età delle principali unità stratigrafiche utilizzate per i depositi quaternari di pianura dell'Emilia-Romagna (settore orientale e costiero).



Schema cronostratigrafico del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) adottato per il settore orientale e costiero della pianura emiliano – romagnola.

La Commissione Italiana di Stratigrafia della Società Geologica Italiana ha convenuto di suddividere ulteriormente il sistema AES in alcune unità stratigrafiche di rango inferiore (subsistemi), tra i quali si menzionano, dall'alto verso il basso, il Subsistema di Ravenna (AES8) ed il Subsistema di Villa Verucchio (AES7). L'unità di rango inferiore AES8a (Unità di Modena), ove presente, costituisce il tetto stratigrafico del Subsistema di Ravenna (AES8).

Per la stesura della planimetria geologica e del profilo geologico longitudinale è stata effettuata una analisi critica dei dati di rilevamento del CARG (comprese le sezioni geologiche-idrogeologiche interpretative) integrandoli e verificandoli con le risultanze delle indagini geognostiche disponibili.

Si specifica che le assunzioni CARG si sono basate sull'analisi di carotaggi profondi specificatamente concepiti, su datazioni al carbonio 14, sulla presenza di resti archeologici e sul contenuto/tipo di pollini imprigionati nel sedimento.

Con particolare riferimento al limite inferiore dell'Unità di Modena AES8a, esso viene definito dal CARG come una superficie di erosione fluviale correlata ad un suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) contenente resti di epoca romana (datazione archeologica), pertanto la differenziazione su base pedologica ed archeologica con il sottostante Subsistema AES8 non ha in generale un riscontro di tipo litotecnico; inoltre lo spessore indicato nei documenti CARG per l'Unità di Modena è di alcuni metri (sempre inferiore a 10m), pertanto non correlabili direttamente con variazioni delle caratteristiche litotecniche riscontrabili a profondità maggiori. Per questi motivi non si è ritenuto opportuno evidenziare tale differenziazione nell'ambito del profilo geologico di progetto ma si è riportata una distinzione tra corpi a diversa granulometria, aspetto che assume grande importanza dal punto di vista geotecnico.

Viceversa, nel profilo geologico è riportata una possibile interpretazione dei limiti tra i subsistemi AES8 ed AES7; il limite tra subsistemi è stato costruito sulla base dei limiti indicati nelle sezioni CARG ricadenti nell'ambito del presente progetto, adattando tale limite (ove possibile) sulla base delle risultanze dei carotaggi di progetto, con particolare riferimento ai livelli torbosi/carboniosi (che la letteratura considera un buon marker per differenziare queste unità). Si evidenzia inoltre che:

- nei carotaggi si attraversano orizzonti simili al marker, disposti a livelli stratigrafici differenti;
- nelle sezioni CARG il limite tra AES8 ed AES7 viene disegnato anche all'interno di un medesimo corpo prevalentemente granulare e con un andamento a profondità piuttosto varie, in quanto i limiti tra subsistemi rappresentano una superficie di discontinuità deposizionale/temporale.

In particolare, è stata cartografata la seguente successione stratigrafica (descritta dall'unità più giovane alla più vecchia):

3.2 DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE (B1)

Questi depositi quaternari sono costituiti da ghiaie, talora embriciate, e sabbie con subordinati limi argillosi di origine fluviale. Infatti, sono soggetti a variazioni granulometriche attribuibili alla dinamica fluviale; nella frazione grossolana i clasti risultano eterometrici ed eterogenei, da arrotondati a sub-arrotondati.

Età: attuale

3.3 SINTEMA EMILIANO - ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)

Questo sintema è costituito da ghiaie, sabbie, limi ed argille di piana intravalliva, di conoide e di piana alluvionale, inoltre risulta parzialmente suddiviso in subsistemi limitati, in affioramento, da scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e nel sottosuolo della pianura da bruschi contatti fra depositi fini alluvionali e palustri su depositi grossolani di conoide e di piana alluvionale. Il suo spessore massimo in pianura risulta di circa 300 m e l'età è compresa tra Pleistocene medio ed Olocene.

3.3.1 Subsistema di Ravenna (AES8)

E' l'elemento sommitale del Sintema Emiliano Romagnolo Superiore. Nei settori intravallivi è rappresentato da ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale comprende ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei o scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. Limite inferiore erosivo sui depositi alluvionali sottostanti (AES7). I suoli calcarei appartengono all'unità di rango inferiore AES8a (Unità di Modena) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura fino a oltre 20m.

Età: Pleistocene sup. - Olocene (14 ka - attuale; datazione C14).

3.3.1.1 Unita' di Modena (AES8a)

Nei settori intravallivi comprende ghiaie prevalenti organizzate in 2 ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale è rappresentato da ghiaie, sabbie, limi ed argille (ghiaie subordinate). Limite superiore sempre affiorante (coincidente col piano topografico) dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro privo di reperti archeologici romani, o più antichi. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto netto sul suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) contenente reperti dal Neolitico al Romano nelle aree di pianura.

Spessore massimo di alcuni metri (<10 metri).

Età: post-romana (IV-VI sec. d.C. -Attuale; datazione archeologica)

Si rammenta che le assunzioni CARG si sono basate sull'analisi di carotaggi profondi specificatamente concepiti, su datazioni al carbonio 14, sulla presenza di resti archeologici e sul contenuto/tipo di pollini imprigionati nel sedimento.

Con particolare riferimento al limite inferiore dell'Unità di Modena AES8a, esso viene definito dal CARG come una superficie di erosione fluviale correlata ad un suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) contenente resti di epoca romana (datazione archeologica), pertanto la differenziazione su base pedologica ed archeologica con il sottostante Subsistema AES8 non ha in generale un riscontro di tipo litotecnico; inoltre lo spessore indicato nei documenti CARG per l'Unità di Modena è di alcuni metri (sempre inferiore a 10m), pertanto non correlabili direttamente con variazioni delle caratteristiche litotecniche riscontrabili a profondità maggiori. Per questi motivi non si è ritenuto opportuno evidenziare tale differenziazione nell'ambito del profilo geologico di progetto ma si è riportata una distinzione tra corpi a diversa granulometria, aspetto che assume grande importanza dal punto di vista geotecnico.

3.3.2 Subsistema di Villa Verucchio (AES7)

Depositi terrazzati di piana intravalliva affioranti lungo le valli e agli sbocchi vallivi dei Torrenti Savena, Idice e Zena (non affioranti nell'ambito dell'area di studio). Si tratta di prevalenti ghiaie e sabbie di terrazzo alluvionale e conoide alluvionale sormontate da limi ed argille di piana inondabile e/o eluvio-colluviali. Nei settori intravallivi sono costituiti da ghiaie passanti a sabbie e limi organizzati in alcuni ordini di terrazzi alluvionali. Limite superiore dato da un suolo non calcareo di colore bruno scuro. Negli sbocchi vallivi prevalenti ghiaie caratterizzate da un suolo non calcareo di colore bruno scuro rossastro spesso sino a 2 m circa. Limite inferiore erosivo.

Spessore massimo nel sottosuolo della pianura c.a.100m. Depositi non affioranti nell'area di interesse.

Età: Pleistocene sup.

Nell'ambito del profilo geologico è stato ipotizzato in profondità il limite tra AES7 ed il sovrastante AES8 (limite derivato dalle sezioni CARG ed adattato in funzione delle risultanze dei carotaggi di progetto).

PROFILO GEOLOGICO LONGITUDINALE:

Al fine di evidenziare le caratteristiche litologiche dei terreni afferenti all'area oggetto di studio, è stato redatto un profilo geologico longitudinale in scala 1:5000/500, derivato dall'interpretazione delle carte e delle sezioni tematiche CARG nonché e soprattutto delle risultanze della geognostica. Ciò ha consentito l'individuazione di tre classi principali di terreni, suddivise in funzione della composizione granulometrica prevalente:

- argille e/o limi prevalenti (terreni prettamente coesivi)
- sabbie, sabbie limose, sabbie limoso-argillose (terreni sabbiosi con contenuto di matrice fine variabile)
- ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose (terreni prettamente granulari)

Un elemento tipico di questo ambiente di sedimentazione alluvionale è rappresentato dalla diffusa variabilità sia in senso verticale, dovuto al continuo succedersi degli eventi alluvionali. Pertanto, a causa della natura fortemente eteropica dei contatti, la forma e l'estensione di corpi/lenti riportate in profilo longitudinale deve essere assunta come verisimile ma indicativa.

Progetto Definitivo

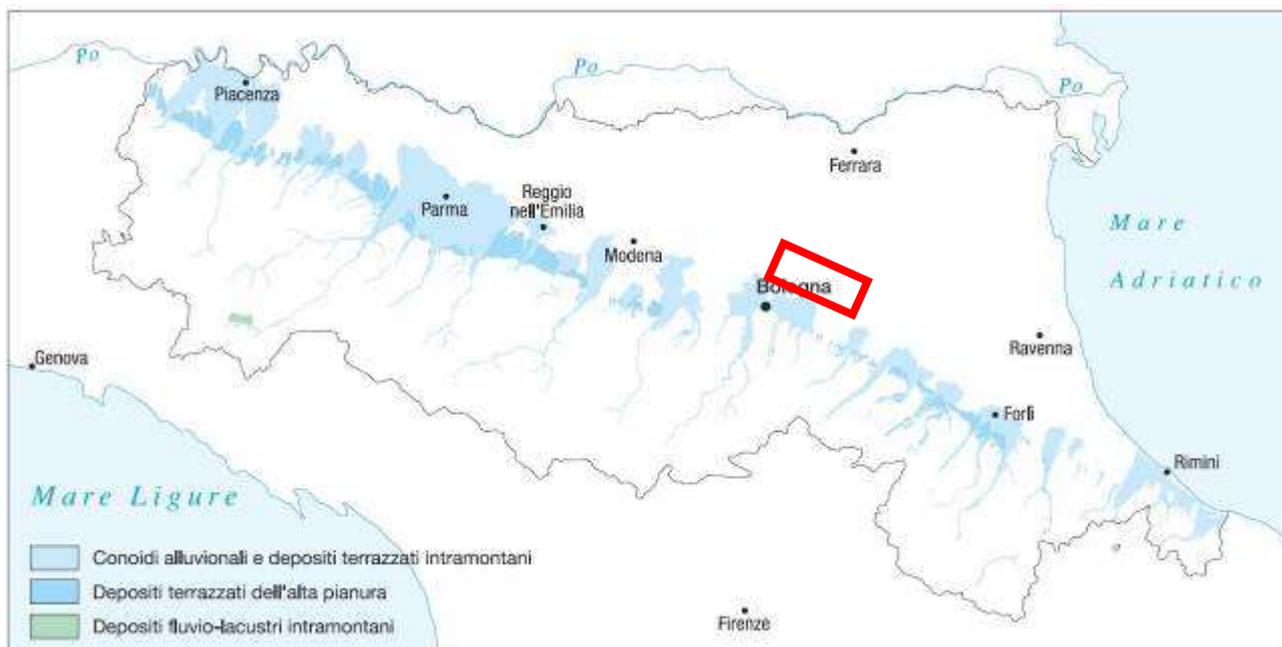
Dal punto di vista progettuale è importante sottolineare la presenza di livelli e/o concrezioni torbose: per ottenere informazioni dettagliate circa i livelli ad alto contenuto di materiale organico è possibile fare riferimento a quanto riportato nelle singole stratigrafie.

Nel profilo geologico è contenuta un'interpretazione dei limiti tra i subsintemi AES8 ed AES7 (si rammenta che i subsintemi sono unità stratigrafiche delimitate da superfici di discontinuità - U.B.S.U.); il limite tra subsintemi è presunto ed è stato costruito tenendo in considerazione anche le sezioni CARG (con particolare riferimento alle sez. trasversali al tracciato n°046, 112, 113, 114, 115 ed alla sez longitudinale n°125), oltre che le risultanze dei carotaggi di progetto, con particolare riferimento ai livelli torbosi/carboniosi che la letteratura considera un buon marker basale per queste unità.

Le assunzioni CARG si sono basate a loro volta sull'analisi di carotaggi profondi specificatamente concepiti, su datazioni al carbonio 14 e sul contenuto/tipo di pollini imprigionati nel sedimento. Tutto ciò si è reso necessario perché esistono orizzonti simili al marker disposti anche a livelli stratigrafici differenti.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

Il tracciato in progetto ricade in una fascia di territorio definita “di cerniera” tra il “margine appenninico-padano”, unità morfologica corrispondente alla zona a cavallo tra il limite morfologico Appennino-Pianura Padana e costituita dalle colline del basso Appennino e dalla fascia pedemontana della Pianura Padana, e la Pianura Padana in senso stretto. Questa fascia di territorio, ad assetto subpianeggiante, comprende le conoidi dei principali corsi d'acqua che provengono dall'Appennino (si veda la figura seguente). Si tratta di superfici a pendenza decrescente verso Nord/Nordest, derivate dall'erosione delle litologie competenti (flysch calcareo-marnosi e ofioliti) affioranti nel settore appenninico Emiliano.



Inquadramento geomorfologico della pianura emiliano – romagnola (da Note illustrative alla carta sismotettonica della regione Emilia-Romagna, scala 1.250.000). In rosso l'area di interesse.

La pianura alluvionale bolognese si è difatti originata dalla sovrapposizione di eventi alluvionali in direzione prevalente circa nord-sud; il territorio bolognese è caratterizzato da valori di altitudine (quote in m s.l.m.) che tendenzialmente diminuiscono verso nord e aumentano invece da ovest verso est. Più in dettaglio l'area di intervento è caratterizzata da un andamento piano - altimetrico tra 22 e 32m s.l.m.

4.1 RETICOLO IDROGRAFICO

In generale l'idrografia dell'area bolognese, sia per cause naturali sia per l'evolversi delle esigenze socio-economiche, ha subito nel tempo profonde modifiche; in particolare per quel che riguarda alcuni percorsi fluviali, la loro portata e l'inserimento nella rete idrografica di numerosi canali artificiali.

La rete idrografica generale in cui ricade l'area di studio è caratterizzata principalmente dal percorso interregionale del Fiume Reno e del Torrente Savena; entrambi nascono in Toscana e hanno un deflusso generale in direzione nord con un cambio repentino in direzione est; inoltre appena fuori dall' area d'intervento è presente l'area di pertinenza del Torrente Idice.

A completamento dell'idrografia superficiale concorrono alcuni canali artificiali realizzati in epoca storica per scopi irrigui e per il trasporto di merci. Tra i più importanti si rammenta il Canale Navile, che presenta un deflusso in direzione nord, interferendo con il progetto alla pk 1+650 c.a.; nei pressi di fine intervento il progetto interferisce con il fosso-scolo Lorgana.

Un'altra azione molto incisiva sul territorio in esame è risultata l'apertura/chiusura di numerose attività estrattive e l'apertura di discariche di rifiuti solidi urbani.

Una importante considerazione è la seguente: le attività avviate sul territorio fin qui identificato hanno operato una modifica geomorfologica molto pervasiva, dando origine a morfologie depresse, a rinterri di varie dimensioni e soprattutto la riorganizzazione dell'idrografia superficiale.

4.2 GEOMORFOLOGIA DELL'AREA DI INTERVENTO

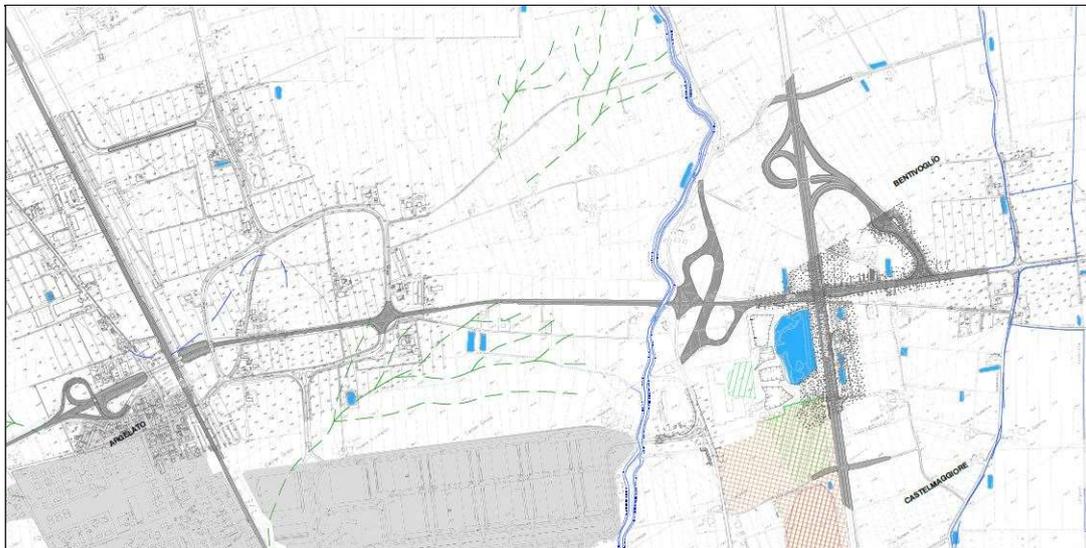
I principali macroelementi naturali individuati mediante l'analisi delle foto aeree sono:

- Orli di terrazzo;
- Paleoalvei.

I principali macroelementi antropici individuati mediante l'analisi delle foto aeree sono:

- Aree di Cava (terrazzi morfologici residuali di origine antropiche, scarpate morfologiche);
- Discariche di rifiuti solidi urbani;
- Rilevati antropici (stradali, ferroviari e per la riduzione dell'impatto acustico);
- Aree urbanizzate.

Nel corso del rilevamento geomorfologico non si sono rinvenuti particolari fenomeni dovuti a dinamiche geomorfologiche; la consultazione dei dati geomorfologici regionali (carta geologica della pianura), disponibili presso il servizio geologico, mostrano la presenza di antichi ventagli di rotta non attivi (figura seguente):



Inquadramento geomorfologico: le linee verdi discontinue indicano morfologie relative ai ventagli di rotta non attivi

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Nel sottosuolo della pianura e sul margine appenninico padano sono stati riconosciuti tre Gruppi Acquiferi separati da barriere di permeabilità di estensione regionale, informalmente denominati A, B, C che costituiscono le Unità Idrostratigrafiche fondamentali; all'interno di ogni Gruppo Acquifero sono riconoscibili diverse unità idrostratigrafiche secondarie denominate Complessi acquiferi.

La principale partizione verticale delle unità sepolte ha portato all'identificazione di tre gruppi acquiferi (A,B,C); in particolare il gruppo acquifero A è rappresentato dal Sintema emiliano - romagnolo Superiore (AES), costituito da complessi idrogeologici in cui si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano - romagnola e riconducibili a:

- conoidi alluvionali appenniniche;
- pianura alluvionale appenninica;
- pianura alluvionale padana.

In riferimento alle unità Idrostratigrafiche dell'Emilia-Romagna, di cui al modello concettuale adottato a scala regionale (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998), il Gruppo Acquifero A, nel quale la circolazione idrica è legata alla disposizione dei corpi permeabili ghiaioso-sabbiosi, è ulteriormente suddivisibile in cinque Complessi Acquiferi, riferibili ad altrettante sequenze deposizionali elementari, identificati dall'alto con le sigle da A0 ad A4 e corrispondenti ai subsistemi della stratigrafia delle unità quaternarie rispettivamente da AES8 ad AES4.

Ricci Lucchi <i>et al.</i> (1982)	Di Dio <i>et al.</i> (1997)	RER & ENI-AGIP (1998) RL & ENI-Div.AGIP (2002) Molinari <i>et al.</i> (2007)	Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000		
			COMPLESSI ACQUIFERI	UNITA' STRATIGRAFICHE	
QUATERNARIO CONTINENTALE (Qc)	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	GRUPPO ACQUIFERO A	A0	Subsintema di Ravenna	SINTEMA PADANO
			A1	Subsintema di Villa Verucchio	
			A2	Subsintema di Bazzano	
			A3	Subsintema di Torre Stagni	
			A4	Subsintema di Liano	
	SINTEMA E-R SUPERIORE	GRUPPO ACQUIFERO B	B1	Sintema E-R Inferiore	SUPERSINTEMA PADANO
			B2		
			B3		
			B4		
QUATERNARIO MARINO (Qm)	SUPERSINTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	GRUPPO ACQUIFERO C	C1	Sabbie di Imola	
			C2	Argille Azzurre	
			C3		
			C4		
			SQM 3"		
SQM 3'					
SQM 2					
SQM 1					

Corrispondenza tra Gruppo Acquifero e unità stratigrafiche.

Progetto Definitivo

Il gruppo acquifero A è il più superficiale ed è anche quello più esteso (sia in affioramento che nel sottosuolo) e più sfruttato, nonché quello interessato dallo studio oggetto della presente relazione. Il Subsistema di Ravenna (AES8) corrisponde al complesso acquifero più superficiale A0, interferente con l'opera in oggetto.

Il modello idrogeologico dell'area in studio è rappresentato da una serie di acquiferi sovrapposti e più o meno separati da setti impermeabili o poco permeabili.

Gli acquiferi delle due conoidi Reno e Savena appartengono alla falda superficiale di Bologna che assieme a quella profonda costituisce il sistema idrogeologico dell'area di margine appenninico.

Tali conoidi sono costituiti da depositi ghiaiosi e suoli mediamente permeabili a seconda della granulometria. Le suddette zone di conoide costituiscono dunque aree di ricarica temporanea o stagionale, per infiltrazione di acque superficiali nei depositi profondi.

Le falde sono captate tramite i pozzi delle principali centrali acquedottistiche (Centro di San Vitalino per il Reno, ubicato più a sud dell'area di intervento); le zone di ricarica degli acquiferi coincidono con i settori di apice delle conoidi e con le dispersioni in alveo da parte dei corsi d'acqua.

PROFILO IDROGEOLOGICO LONGITUDINALE:

A supporto del presente studio è stata redatta una planimetria idrogeologica alla scala 1:5000 con relativo profilo longitudinale (eseguito in asse al nuovo tracciato viario) in scala 1:5000/500 (scala amplificata in verticale per meglio apprezzare le innumerevoli eteropie deposizionali).

Il profilo idrogeologico è basato sulla ricostruzione litostratigrafica e sulle caratteristiche di permeabilità delle diverse unità idrogeologiche (con distinzione dei Complessi Acquiferi di appartenenza) ed evidenzia la strumentazione installata (piezometri a tubo aperto e/o Celle di casagrande, i livelli piezometrici disponibili (soggiacenza in m. da p.c.) con relativa data di misura (nonché evidenze di emergenza idrica durante l'esecuzione dei pozzetti superficiali) ed il livello correlato della falda superficiale principale (da elaborazione modello geostatistico).

5.1 INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO

L'andamento piezometrico nel tempo è desumibile dalle misure di livello periodicamente effettuate dall' ARPAE su una serie di pozzi (la cui ubicazione è riportata nella figura seguente), che rappresentano i punti di controllo con la migliore serie storica tra quelli disponibili in prossimità all'area d'interesse. Nella figura seguente sono riassunti i dati di tali pozzi:

Tabella 1 - Pozzi monitorati da ARPAE (fonte: dal database della Regione Emilia-Romagna modificato).

ID	COORDINATE WGS84-UTM 32N		PROFONDITA' [m da p.c.]	GRUPPO ACQUIFERO CAPTATO
	x	y		
BO20-00	11° 16' 1.9885"	44° 30' 55.7269"	131,0	A
BO20-01	11° 17' 13.9707"	44° 30' 54.6863"	325,0	B
BO26-00	11° 25' 38.4261"	44° 34' 14.0248"	140,0	A
BO27-00	11° 18' 18.3596"	44° 32' 53.6314"	451,0	B
BO28-00	11° 22' 18.6158"	44° 33' 20.1262"	67,0	A
BO29-00	11° 26' 20.3507"	44° 33' 16.3738"	231,6	A
BO30-00	11° 18' 5.5352"	44° 31' 4.3393"	335,0	B
BO32-00	11° 23' 38.4285"	44° 31' 8.8329"	211,0	A
BO33-00	11° 25' 41.7170"	44° 31' 21.7846"	375,0	A
BO47-01	11° 15' 58.5508"	44° 29' 37.3439"	108,0	B
BO49-00	11° 18' 52.4075"	44° 29' 54.3263"	193,0	B
BO75-00	11° 25' 19.0458"	44° 29' 32.0478"	104,0	A
BO78-01	11° 23' 20.5719"	44° 31' 49.5892"	450,6	A
BO90-00	11° 21' 35.7362"	44° 33' 35.2624"	338,0	A

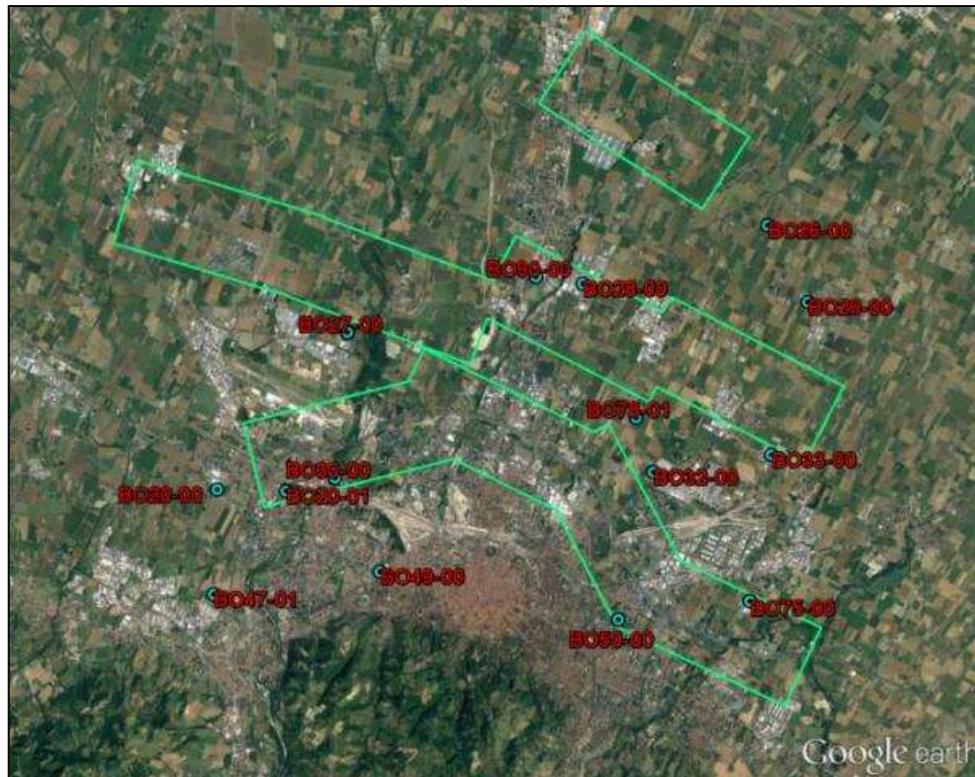


Figura 2 - Ubicazione pozzi monitorati da ARPAE; l'areale verde più settentrionale rappresenta l'area di studio del Nodo di Funo-SP3. (fonte: database della Regione Emilia-Romagna modificato)

La serie storica dei dati disponibili evidenzia un generale e progressivo aumento dei livelli registrato fino al 2004 circa. La causa è da ricercarsi, probabilmente, in una serie di fattori concomitanti quali un aumento della ricarica efficace che ha interessato l'alta e media pianura, il progressivo approfondimento delle captazioni potabili dell'acquedotto, a causa del diffuso degrado delle falde più superficiali e la diminuzione dei prelievi industriali in ambito urbano e periurbano.

L'unica eccezione è costituita dall'andamento dei livelli dei pozzi BO20-00, BO20-01 e BO27-00 in cui si nota un progressivo abbassamento dei livelli registrato dal 1977 fino alla prima metà degli anni '80.

La dinamica della falda negli ultimi 40 anni mostra che il prelievo da falda esercita un ruolo importante sull'andamento piezometrico e condiziona i grandi cicli di oscillazione (nell'ambito urbano della città di Bologna l'andamento della falda risulta infatti particolarmente influenzato dai prelievi).

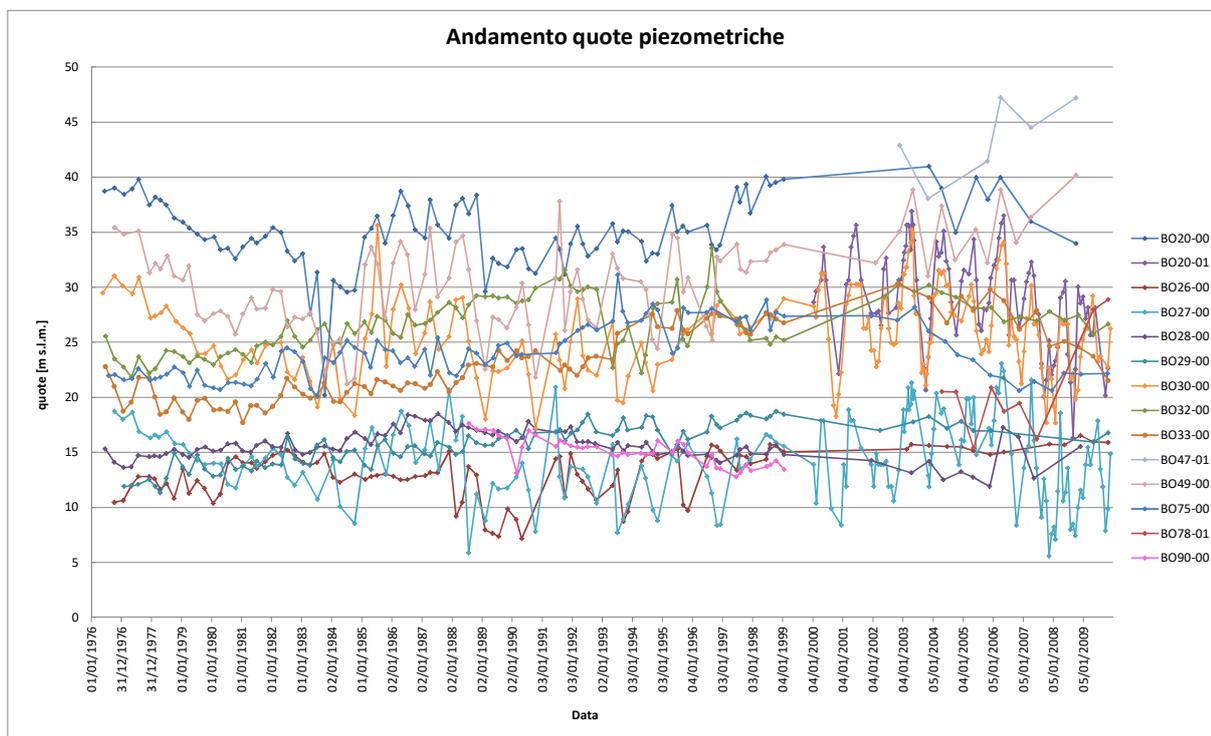


Figura 3 - Andamento dei livelli piezometrici (fonte: rete di monitoraggio ARPAE)

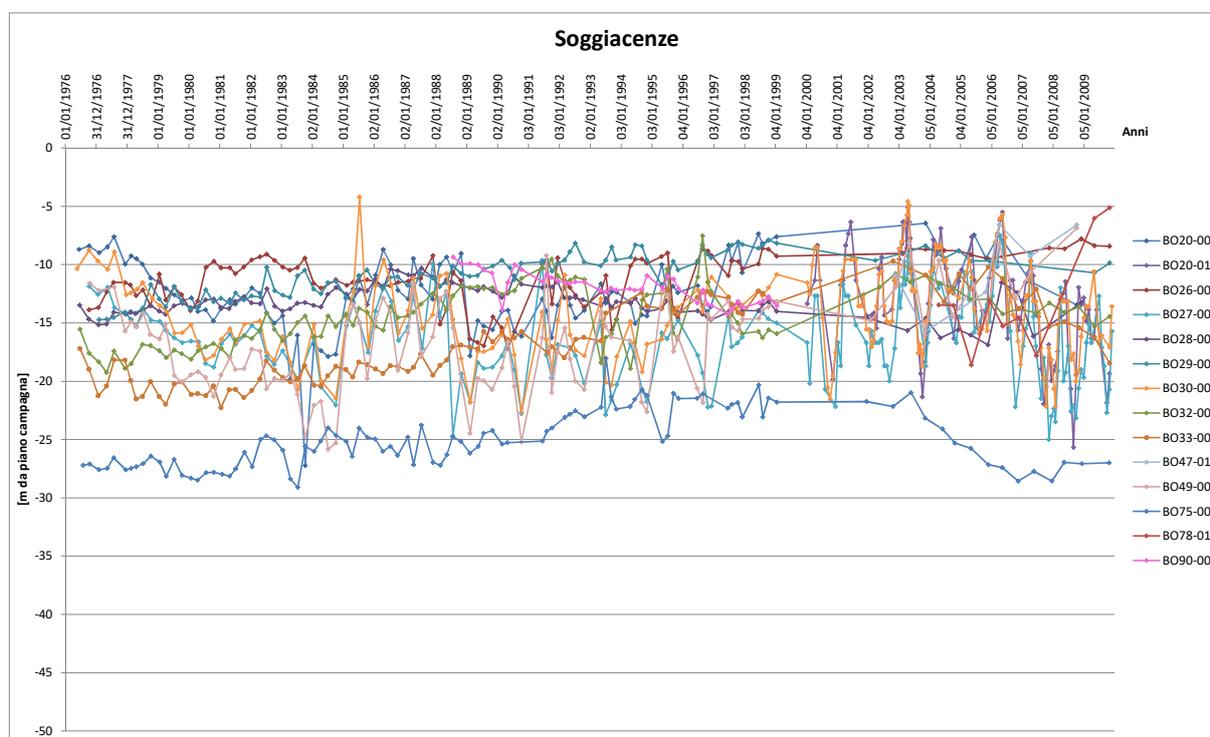


Figura 4 - Andamento delle soggiacenze (fonte: rete di monitoraggio ARPAE)

Le marcate oscillazioni stagionali, evidenziate anche nei Complessi Acquiferi più profondi, sono invece legate al prevalere di fattori naturali di ricarica degli acquiferi, principalmente correlati all'andamento dei regimi meteorici. Questo fatto è dovuto alla vicinanza dei punti di misura analizzati con le zone di ricarica degli acquiferi, situate in corrispondenza del margine appenninico.

Le escursioni stagionali del livello di falda mostrano comportamenti sensibilmente differenti nelle verticali indagate: i pozzi BO20-01, BO27-00, BO30-00, BO47-01, BO49-00 presentano escursioni mediamente dell'ordine dei 10 m, mentre i pozzi BO20-00, BO26-00, BO28-00, BO29-00, BO32-00, BO33-00, BO75-00, BO78-01, BO90-00, presentano escursioni dell'ordine dei 3-5 m.

Un progressivo trend di abbassamento dei livelli si registra, a partire dal 2004-2005 circa, probabilmente dovuto a un maggior emungimento unito al deficit idrico annuale registrato negli ultimi anni.

5.2 I PUNTI D'ACQUA CENSITI

Nell'area di studio sono stati individuati, nel 2016, n° 13 pozzi destinati a usi diversi:

- n° 11 ad uso agricolo e irriguo, con profondità comprese tra 6 e 65 m da p.c., captano, gli acquiferi presenti nelle diverse UIS del Gruppo Acquifero A. Hanno prelievi massimi dichiarati compresi tra 10 e 2800 m³/anno, con portate di picco comprese tra 1 e 10 l/s.
- n° 2 con usi diversi che comprendono l'acqua sanitaria e l'uso antincendio; hanno prelievi massimi dichiarati compresi tra 500 e 1600 m³/anno, con portate di picco comprese tra 3 e 15 l/s.

Tabella 2 - Pozzi ricadenti nell'area di studio (fonte: Database della Regione Emilia-Romagna modificato).

CODICI	COMUNE	PROF. [m]	ACQUIFERO CAPTATO	VOL. ANNO [m ³]	USO
BOA8797	BENTIVOGLIO	60,00	a1	500	ALTRO
BOA6920	ARGELATO	12,00	a1	10	IRRIGUO
BO07A0105	ARGELATO	30,00	a1	2880	IRRIGUO
BO08A0044	ARGELATO	30,00	a1	1800	IRRIGUO
BOA8903	BENTIVOGLIO	0,00	-	12	IRRIGUO
BOA8660	BENTIVOGLIO	10,00	a1	700	IRRIGUO
BOA8785	BENTIVOGLIO	6,05	a1	228	IRRIGUO
BOA8786	BENTIVOGLIO	8,00	a1	20	IRRIGUO
BO06A0003	BENTIVOGLIO	28,00	a1	350	IRRIGUO
BO08A0129	BENTIVOGLIO	140,00	a2	1600	ALTRO
BO07A0088	BENTIVOGLIO	10,00	a1	700	IRRIGUO
BOA8988	CASTEL MAGGIORE	30,00	a1	500	IRRIGUO
BOA4581	ARGELATO	65,00	a1	100	IRRIGUO

In sito, nell'area più prossima al presente progetto, sono stati individuati nel 2016 i seguenti 3 pozzi:

Tabella 3 - Caratteristiche pozzi censiti nel 2016.

ID pozzo	PROFONDITÀ [m]	PORTATA [l/s]	LIVELLO PIEZOMETRICO [m da p.c.]	CONDUCIBILITÀ ELETTRICA [μS]	PH [-]	TEMPERATURA [°C]
BOA4796	10	1	-	-	-	-
BOA414	6	1	-	580	8.28	22.3
BOA2825	30	5	-	975	8.05	18.7

5.3 PIEZOMETRI NODO DI FUNO-SP3

Nel tempo sono state effettuate diverse letture piezometriche della strumentazione installata all'interno dei fori di sondaggio eseguiti a supporto del progetto oggetto di questo studio. Nelle tabelle seguenti sono riassunte rispettivamente le caratteristiche dei piezometri installati e le letture di monitoraggio piezometro a oggi disponibili:

Tabella 4 - Caratteristiche dei piezometri ricadenti nell'area interessata dal progetto

PIEZOMETRO	Profondità sondaggio	Tubo aperto tratto fenestrato (da stratigrafia)	Cella Casagrande (da stratigrafia)
	[m]	[m da p.c.]	[m da p.c.]
SP6	50	4÷17.60	48.60
F1	30	15÷17	30
F3	40	9÷40	
F4	25	5÷25	
F6	40	6÷37	
F-S1	20	3÷20	
F-S2	15	3÷15	

Tabella 5 - Dati riassuntivi dei livelli piezometri misurati in sondaggio attrezzato con piezometro.

PIEZOMETRO	LIVELLO PIEZOMETRICO						DATA LETTURA
	Tubo aperto [m da p.c.]	fondo foro [m da p.c.]	Casagrande [m da p.c.]		fondo foro [m da p.c.]		
			Cella 1	Cella 2	Cella 1	Cella 2	
			1°tubo 2°tubo	1°tubo 2°tubo	1°tubo 2°tubo	1°tubo 2°tubo	
SP6	2.60	17.0	n.d.		n.d.		03/2015
F1	1.29	16.4	2.6	30.45			09/03/2017
			2.6	30.45			
	1.4	-	2.6	-			04/04/2017
			2.6	-			
	1.62	-	2.69				15/06/2017
			2.69	-			
	2.34	16.35	3.27	30.5			05/10/2017
			3.27	30.5			
	1.41	16.35	3.01	30.48			11/06/2019
3.01			30.48				
2.38	16.3	3.39	30.5			03/09/2020	
		3.40	30.5				
1.60	16.2	3.45	30.5				

PIEZOMETRO	LIVELLO PIEZOMETRICO						DATA LETTURA
	Tubo aperto [m da p.c.]	fondo foro [m da p.c.]	Casagrande [m da p.c.]		fondo foro [m da p.c.]		
			Cella 1	Cella 2	Cella 1	Cella 2	
			1°tubo 2°tubo	1°tubo 2°tubo	1°tubo 2°tubo	1°tubo 2°tubo	
			3.47	30.5			24/02/2021
	2.61	16.6	3.6	30.48			28/07/2021
			3.59	30.48			
F3	4.0	-					21/08/2020
	3.1	39.5					24/02/2021
	3.59	39.3					28/07/2021
F4	3.88	24.5					21/08/2020
	3.45	24.5					24/02/2021
	4.15	24.7					28/07/2021
F6	2.25	39.0					21/08/2020
	2.10	-					24/02/2021
	3.59	38.9					28/07/2021
F-S1	2.80	20.0					27/05/2021
	2.66	16.6					28/07/2021
F-S2	2.40	15.0					28/05/2021
	2.17	13.4					28/07/2021

Come si può notare, dai dati disponibili distribuiti lungo il tracciato la falda risulta molto vicina al piano campagna, variando tra poco più di un 1 metro e poco più di 4 metri da p.c.

5.4 LIVELLI PIEZOMETRICI REGISTRATI DA DATALOGGER

Di seguito si riporta graficamente l'andamento delle soggiacenze (m da p.c.) e delle relative quote piezometriche (m s.l.m.) desunto dalle letture registrate nel piezometro F1 nel quale è stato installato da marzo 2017 un datalogger atto a registrare in continuo il livello di falda (cadenza di una lettura ogni 12 ore):

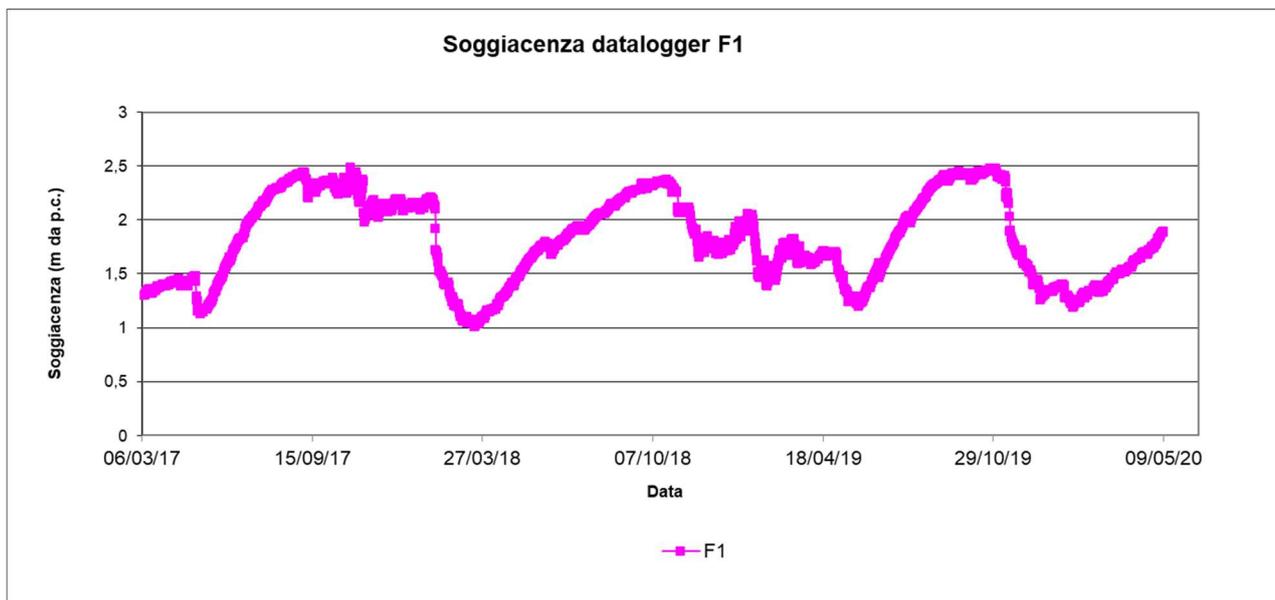


Figura 5 - Soggiacenza Datalogger

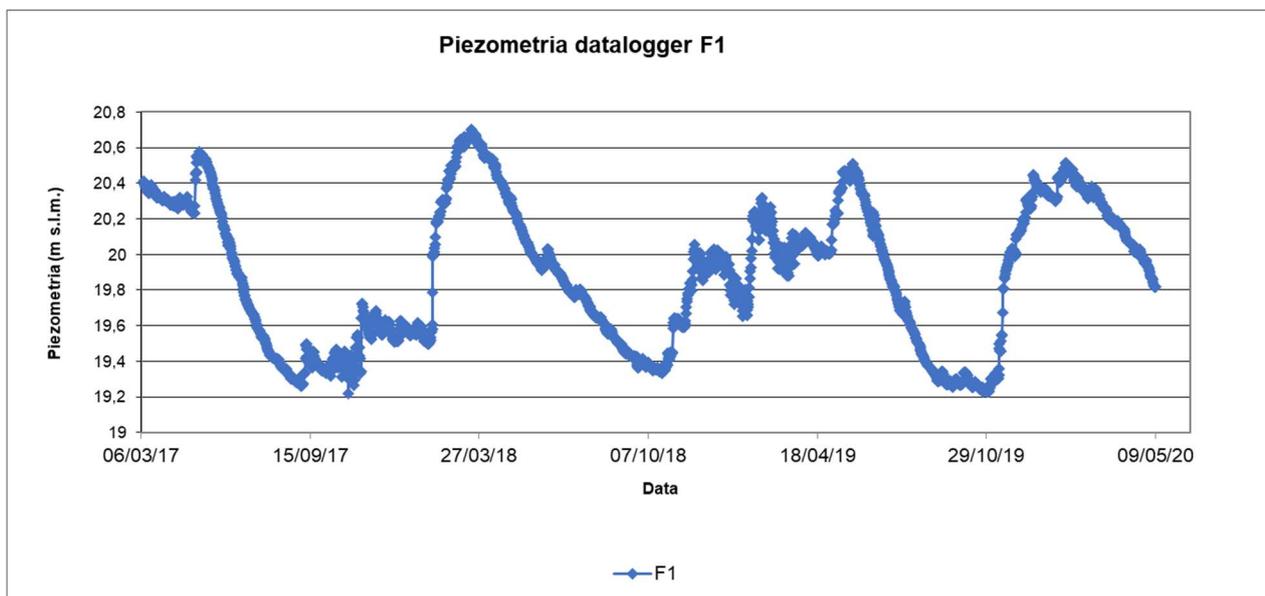


Figura 6 - Piezometrica Dalalogger

Analizzando in dettaglio l'andamento piezometrico registrato da marzo 2017 a maggio 2020 si può osservare che le massime escursioni stagionali della superficie piezometrica sono nell'ordine di circa 1,5m, con una soggiacenza compresa tra 1m e 2,5m c.a. da p.c.

6. ELEMENTI DI INTERESSE

6.1 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, in analogia a quanto predispone la Direttiva 2000/60/CE in materia di qualità delle acque, vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone, pertanto, l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture. La Direttiva e il D.lgs. 49/2010 privilegiano un approccio di pianificazione a lungo termine, scandito in tre tappe successive e tra loro concatenate. Nella prima fase è prevista la valutazione preliminare del rischio di alluvioni, nella seconda fase vengono elaborate mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni, infine viene data la predisposizione ed attuazione di piani di gestione del rischio di alluvioni.

Attualmente i Piani di gestione del rischio di alluvioni (art. 7 Direttiva 2007/60/CE e D.Lgs. 49/2010) adottati a partire dal 17 dicembre 2015, sono stati approvati il 3 marzo 2016 dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali. Il territorio della Regione Emilia-Romagna è interessato da due nuovi Piani: il PGRA del distretto padano e del distretto dell'Appennino Centrale; a oggi l'area di intervento ricade nell'ambito del distretto idrografico Fiume Po, in quanto, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, è entrato in vigore il D.M. 25 ottobre 2016 che disciplina l'attribuzione e il trasferimento della soppressa Autorità di bacino interregionale del fiume Reno all'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

Il Piano di Coordinamento Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) identifica n° 3 scenari crescenti di Pericolosità idraulica del reticolo principale:

- Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità)
=> pericolosità idraulica bassa (P1)
- Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità)
=> pericolosità idraulica media (P2)
- Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità)
=> pericolosità idraulica elevata (P3)

Tutto l'intervento ricade, secondo la Direttiva alluvioni 2019, nell'ambito di una pericolosità idraulica media (P2) relativamente al reticolo naturale principale, fatto salva l'interferenza con il Canale Navile, in corrispondenza del quale viene indicata una pericolosità idraulica alta (P3):



Figura 7 - Pericolosità da alluvioni (P.G.R.A.): in colore blu scuro pericolosità idraulica alta, in colore blu chiaro pericolosità media.

6.2 SUBSIDENZA

L'ARPA, in collaborazione con l'Università di Bologna, ha centralizzato dal 1997 le informazioni riguardanti la subsidenza. Il monitoraggio della subsidenza fino ad allora era avvenuto, a partire dagli anni '60, ad opera di vari Enti che hanno istituito e misurato, in epoche diverse, reti di livellazione in ambiti locali più o meno limitati. Tali iniziative, se efficaci a livello locale, mostravano i loro limiti se osservate in un contesto regionale evidenziando lacune e disomogeneità tali da rendere, in gran parte dei casi, difficoltosa la definizione organica e univoca del fenomeno.

Nel 1997-1998, a partire dal vasto patrimonio di capisaldi esistenti e sulla scorta delle esperienze precedenti è stata progettata e realizzata una rete regionale di monitoraggio della subsidenza costituita, in particolare, da una rete di livellazione geometrica di alta precisione con oltre 2300 capisaldi e una rete di circa 60 punti GPS.

La rete, nel suo complesso, è stata misurata per la prima volta nel 1999. Il rilievo della rete di livellazione ha permesso di attribuire ad ogni caposaldo, compresi quelli storici, una quota assoluta sul livello medio del mare riferita, in particolare, al caposaldo 5/162" sito nei pressi di Sasso Marconi (Appennino bolognese) e appartenente alla rete di livellazione di alta precisione dell'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.). Per tale caposaldo è stata adottata la quota determinata nel 1949 dall'Istituto stesso pari a 225.9222 m s.l.m.

E' stato così possibile realizzare la prima carta a isolinee di velocità di abbassamento del suolo relativa al periodo 1970/93-1999, che costituisce il primo tentativo di restituire un quadro complessivo dei movimenti verticali del suolo sull'intera area di pianura della regione, già nella fase di rilievo "zero" della Rete. Tale rappresentazione, tuttavia, risulta inevitabilmente lacunosa, relativamente o parzialmente aggiornata e, comunque, fortemente disomogenea data la diversa copertura spaziale e temporale dei dati storici. In virtù di questa disomogeneità, le velocità di movimento indicate sulla carta sono riferite a periodi diversi, a seconda delle linee di livellazione, compresi tra il periodo più lungo 1970-1999 e il periodo più breve 1993-1999.

Le misure sono state ripetute nel 2002 ma solo sulla rete GPS aggiornando così le conoscenze sui movimenti del suolo nel periodo 1999-2002 relativamente ai punti della rete stessa.



Figura 9 - Legenda delle Isocinetiche relative al periodo 2006-2011

In sintesi si può osservare che la subsidenza per il periodo 2006-2001 presenta valori tra -15 e -20mm/anno lungo il tracciato di interesse.

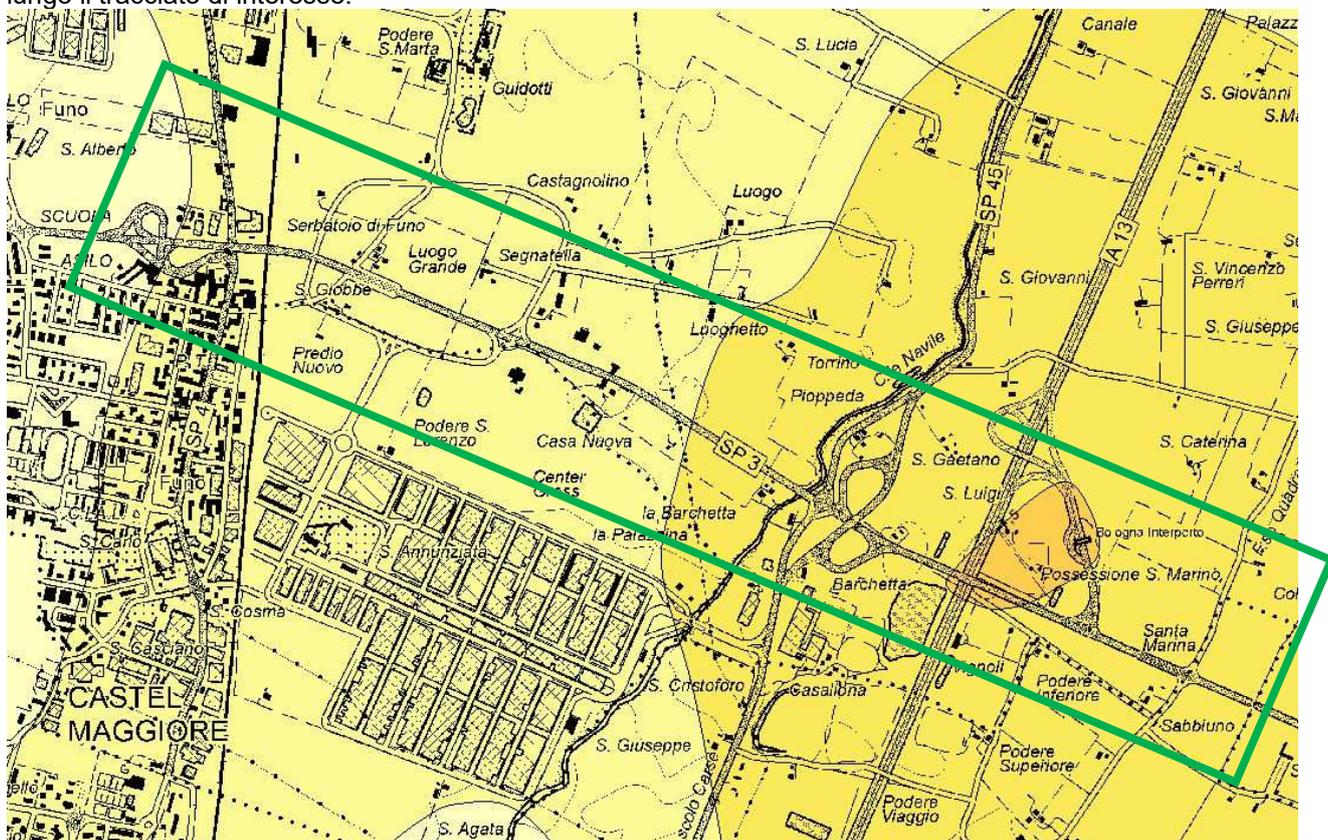


Figura 10 - Isocinetiche relative al periodo 2011-2016



Figura 11 - Legenda delle Isocinetiche relative al periodo 2011-2016

La subsidenza per il periodo 2011-2016 presenta valori tra -2,5 e -10mm/anno, evidenziando tuttavia una porzione maggiormente subsidente (tra -7,5 e -10mm/anno) nei pressi della località "Possessione S. Marino, tra lo svincolo autostradale di Bologna-Interporto e lo scavalco della SP3 sull'A13.

Si può pertanto osservare, dalla comparazione tra gli studi effettuati, che in Emilia Romagna l'abbassamento del terreno (che può avvenire per cause naturali o artificiali, principalmente legate all'estrazione di fluidi, acqua e idrocarburi, dal sottosuolo) ha visto negli ultimi anni una forte riduzione, come evidenziano i dati dell'ultimo rilievo appena concluso e relativo al periodo 2011-2016.

Lo studio, affidato dalla Regione Emilia-Romagna ad ARPAE, mostra che il 18% del territorio di pianura analizzato presenta una riduzione del fenomeno; nella parte restante la situazione resta stabile rispetto al precedente rilievo (2006-2011).

6.3 LIQUEFAZIONE

Con il termine "liquefazione" si indicano vari fenomeni fisici (liquefazione ciclica, mobilità ciclica, fluidificazione), osservati nei depositi e nei pendii sabbiosi saturi durante i terremoti forti ($M > 5.5$), che hanno come elemento comune il fatto che, per effetto dell'instaurarsi di condizioni non drenate, si ha un incremento ed un accumulo delle pressioni interstiziali che può provocare una drastica caduta della resistenza al taglio e quindi una perdita di capacità portante del terreno.

Nel 1993 è stato realizzato il "Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia" (Galli et alii.) in cui sono state definite le aree suscettibili di liquefazione.

Gli eventi sismici di maggio 2012 (magnitudo 5.9) hanno causato vistosi effetti di liquefazione in alcune località del settore occidentale della provincia di Ferrara, localizzate in corrispondenza del paleo-alveo del Reno, e, in minor misura, in alcune aree della provincia di Modena, localizzate lungo rami abbandonati del Panaro; la Regione Emilia Romagna ha introdotto aggiornamenti normativi e tecnici ed istituito, insieme al Dipartimento della Protezione Civile, un gruppo di lavoro interdisciplinare ("Gruppo di lavoro Liquefazione") per programmare ed avviare indagini geotecniche e geofisiche di approfondimento, al fine di individuare le aree suscettibili di amplificazione e quelle in cui si ritiene necessario verificare la presenza di condizioni predisponenti alla liquefazione.

Le condizioni predisponenti del terreno sono:

Progetto Definitivo

- profondità dello strato potenzialmente liquefabile < 15-20 m dal p.c.
- profondità della falda < 5 m
- densità relativa $D_r < 60\%$
- diametro medio $0.02 \text{ mm} < D_{50} < 2 \text{ mm}$
- frazione di fini (diametro < 0.005 mm) < 15%

Le condizioni scatenanti che riguardano le caratteristiche dell'azione sismica sono:

- magnitudo > 5.5
- $PGA > 0.15 \text{ g}$
- durata > 15-20 sec

Tra i fattori geologici e geotecnici risultano fondamentali, oltre alla profondità della falda (<5 m), la presenza e lo spessore degli strati non liquefabili superficiali, l'assenza di cementazione fra i grani, l'origine e l'età del deposito, la presenza di strati drenanti grossolani intercalati alla sabbia fine liquefabile, la morfologia; per quanto riguarda la natura geologica dei siti le zone a più alto rischio sono: letti di fiume antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, argini, pianure di esondazione, spiagge, zone dunari e interdunari.

Per valutazioni specifiche sulla liquefazione inerente la tratta in oggetto si rimanda agli specifici capitoli di geotecnica della presente relazione.

6.4 SINKHOLE

Nella pianura emiliana, dal 1990 si è accentuata la comparsa di fenomeni localizzati di collasso del piano di campagna. Si tratta di cavità di dimensioni da decimetriche a metriche che si manifestano repentinamente a seguito del crollo di piccole cavità ipogee di dimensioni e geometrie varie, talora ubicate entro i primi 100-150 cm di profondità, altre volte comprese tra i 2 e i 3 m (Vettore et al., 2004). In letteratura, le cause circa la genesi di questi fenomeni vengono associate a:

- neotettonica (Pellegrini & Vezzani, 1978);
- degassamento naturale (Bonori et al., 2000);
- suffosione verticale in relazione all'emungimento idropotabile (Lugo Hubp et al., 1999);
- suffosione (piping) laterale legata alla incisione delle aste fluviali (Berry, 1970).

Nell'area di interesse una recente pubblicazione ("I sinkhole in pianura padana", 2008) evidenzia fenomeni di questa natura più a nord-ovest dell'area di intervento, nel comune di Sala Bolognese:

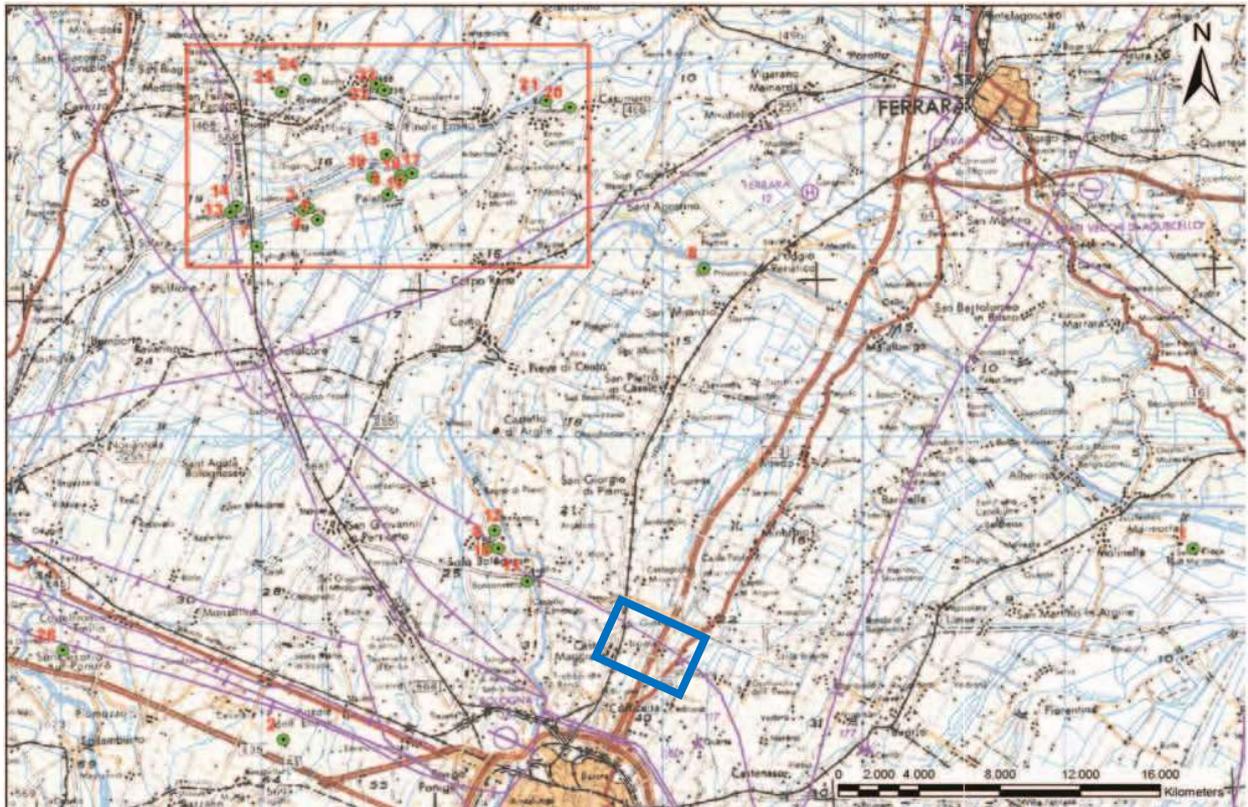


Figura 12 - Ubicazione Sinkhole area nord di Bologna; in verde i punti in cui si sono registrati fenomeni di sprofondamento ed in blu l'area di intervento

7. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA DI STUDIO

La riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna - Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003 (Allegato 1, punto 3 "prima applicazione") è stata superata dall'aggiornamento di luglio 2018 con la DGR n°1164 del 23/07/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna":

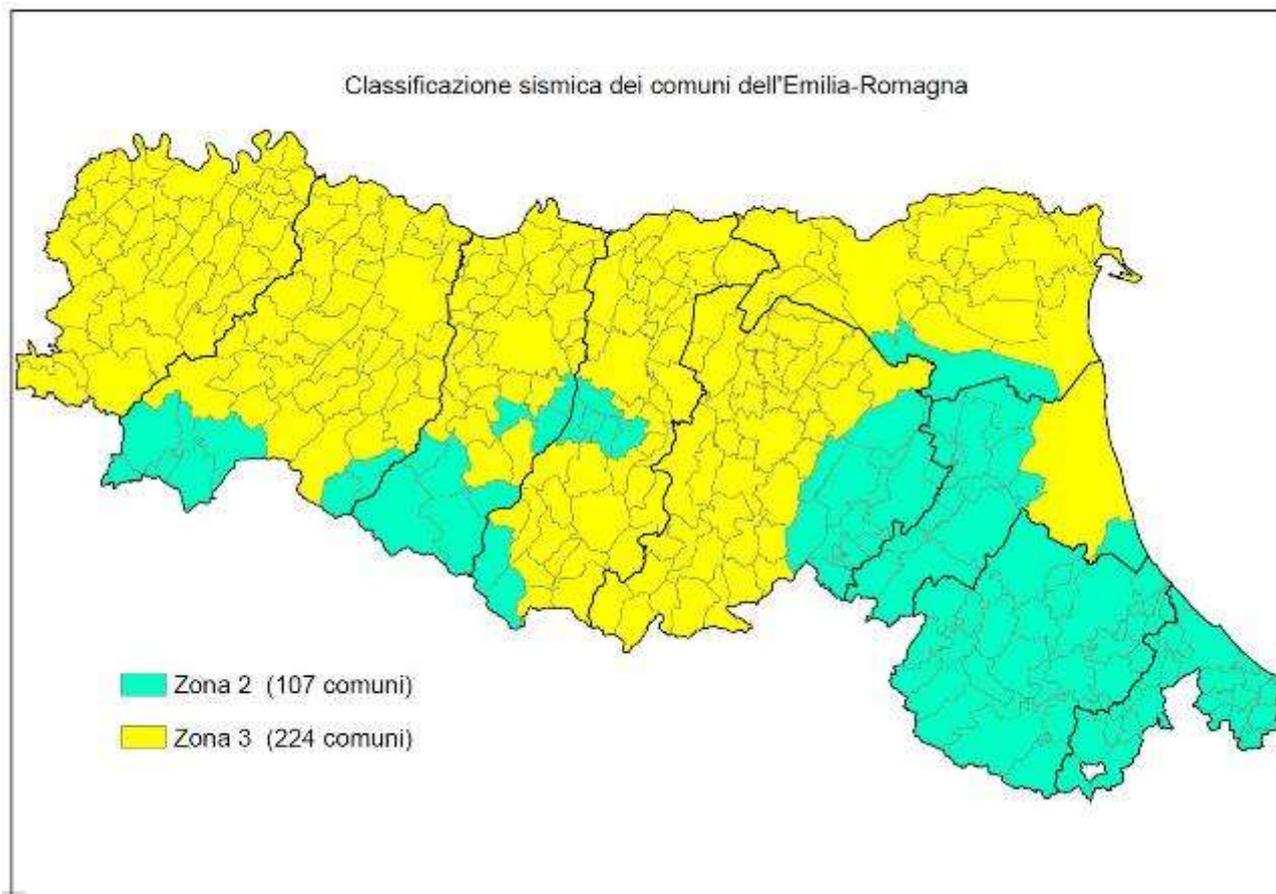


Figura 13 - Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna" – DGR n° 1164 del 23/07/2018

In conformità alla suddetta normativa, i comuni interessati dal progetto ricadono nelle seguenti zone sismiche:

Tabella 6 - Zone sismiche

Regione	Provincia	Codice Istat	Comune	Classificazione 01/12/2020
Emilia Romagna	Bologna	8037019	Castel Maggiore	3
Emilia Romagna	Bologna	8037005	Bentivoglio	3
Emilia Romagna	Bologna	8037002	Argelato	3

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di ricostruire la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo in una zona pianeggiante e priva di affioramenti come quella del progetto, è risultato indispensabile utilizzare dati provenienti da sondaggi geognostici e da pozzi. In prima fase si è provveduto a reperire tutti i dati disponibili (presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno dell'area in esame) per una fascia molto più ampia di quella riportata nelle planimetrie allegate al presente progetto.

Tutte le informazioni utili recuperate sono state riportate negli elaborati cartografici in scala 1:5000 in funzione della loro ubicazione plano-altimetrica e con simbologia differente in relazione alla tipologia di indagine.

8.1 INDAGINI BIBLIOGRAFICHE PREGRESSE

La consultazione delle stratigrafie fornite dal Servizio Geologico Regionale ha riguardato le verticali d'indagine relative al progetto CARG ed alla realizzazione di pozzi per acqua ad uso pubblico / privato: tale documentazione consiste per lo più di stratigrafie di difficile interpretazione, in quanto molto vecchie e talora derivanti da perforazioni realizzate a distruzione di nucleo (ricostruzione granulometrica derivata dall'analisi del cutting e dei fanghi). Le descrizioni sono frequentemente risultate sommarie (soprattutto per quanto attiene agli strati più superficiali e significativi ai fini della progettazione) e povere di quegli elementi indispensabili per una inequivocabile attribuzione alle unità geologiche (fuso granulometrico, colore ed alterazione dei granuli). Inoltre, non sono corredate da prove geotecniche (SPT, prove di permeabilità, etc.). Tali stratigrafie si sono comunque rivelate utili nel momento in cui sono state definite le correlazioni tra le indagini geognostiche appositamente realizzate per il progetto.

Infine, il Servizio geologico regionale ha fornito le risultanze di alcuni sondaggi geognostici e prove penetrometriche di più recente esecuzione e tutelate da vincolo di riservatezza; pertanto, questi dati sono stati consultati ma non rappresentati in chiaro.

8.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

La consultazione delle stratigrafie e delle fotografie delle cassette catalogatrici (ove disponibili) ha riguardato i seguenti ambiti di indagini geognostiche pregresse:

- Progetto di ampliamento alla terza corsia della A13 tra Ferrara e Bologna (esecuzione indagini 2009-2011)
- Progetto preliminare Passante Nord di Bologna (esecuzione indagini 2015);
- Progetto di ampliamento alla terza corsia della A13 tra Ferrara e Bologna (esecuzione indagini 2018).

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

8.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE NODO DI FUNO – SP3

La consultazione delle stratigrafie e delle fotografie delle cassette catalogatrici ha riguardato i seguenti ambiti di indagini geognostiche:

- Progetto Nodo di Funo (esecuzione indagini 2016);
- Progetto Riqualfica Nodo di Funo – SP3 (esecuzione indagini 2017-2018).

Progetto Definitivo

Per la revisione del presente progetto definitivo, al fine di affinare il modello geologico-geotecnico, è stata realizzata una apposita campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) che viene di seguito sintetizzata:

- n. 2 sondaggi geognostici verticali (sigla F-S1 ed F-S2) eseguiti a carotaggio continuo e spinti alla profondità massima di 20m, con esecuzione di prove in foro tipo SPT e prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati ed ambientali; i sondaggi sono stati strumentati mediante installazione di un tubo piezometrico;
- n. 3 pozzetti esplorativi superficiali (F-PZx) spinti a profondità massima di 3m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, prove di densità e prelievo di campioni rimaneggiati ed ambientali;
- n. 3 prove penetrometriche statiche (CPTU-Fx) spinte a profondità massima di 31 m;
- Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi; si è trattato di prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti), prove meccaniche (triassiali, edometri e tagli) e prove dinamiche (colonna risonante); risultano a oggi in esecuzione le prove di stabilizzazione a calce;
- Prove chimiche ambientali (analisi chimiche di laboratorio) eseguite su campioni di terreno prelevati nel sondaggio e nei pozzetti superficiali geotecnici.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

9. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Nell'ambito del presente capitolo si sintetizzano le considerazioni a tema geologico, geomorfologico ed idrogeologico ritenute di maggiore interesse per la progettazione delle opere previste lungo il tratto di riquilifica.

La descrizione procederà da ovest verso est, secondo le progressive chilometriche del tracciato.

I litotipi di riferimento sono tre (suddivisi in funzione della composizione granulometrica prevalente):

- argille e/o limi prevalenti (terreni prettamente coesivi)
- sabbie, sabbie limose, sabbie limoso-argillose (terreni sabbiosi con contenuto di matrice fine variabile)
- ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose (terreni prettamente granulari)

Queste "macrocategorie" sono rappresentative dal punto di vista del modello del sottosuolo della pianura bolognese, perché la composizione granulometrica dei terreni varia notevolmente anche per piccoli intervalli e non consente la definizione di categorie più specifiche che genererebbero una moltitudine di partizioni non significative. Nonostante le semplificazioni introdotte a causa della natura fortemente eteropica dei depositi cartografati, la forma e l'estensione delle lenti di materiale riportate in profilo longitudinale deve essere assunta come verosimile ma non come l'unica possibile.

L'intervento si sviluppa sui terreni afferenti al Subsistema di Ravenna (AES8) fino alla pk 1+870 c.a., per poi svilupparsi su terreni afferenti all'Unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8 con limiti non conformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico. Ad una profondità nell'ordine dei 20-25m dal piano campagna si ipotizza

il passaggio a depositi riconducibili al Subsistema di Villa Verucchio (AES7). Per la descrizione litostratigrafica di dettaglio dei terreni attraversati si rimanda alle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti eseguiti.

Dal punto di vista granulometrico, lungo l'asse di progetto risulta prevalente la presenza di depositi argillosi e limosi, inglobanti lenti (isolate e a carattere locale) di sabbia. In particolare si evidenziano di seguito gli ambiti a maggiore intercalazione sabbiosa:

- a inizio intervento il sondaggio F-S1 ha attraversato, da 5m a 20m di profondità, sabbie da debolmente limose a limose, a grana fine entro i 10m e successivamente a grana medio-grossolana. Si sottolinea che le sabbie rinvenute nel sondaggio pregresso SP6, ubicato c.a. 400m più a nord di F-S1, hanno presentato fenomeni di rifluimento a bocca foro durante il carotaggio;
- in corrispondenza dello scavalco dell'autostrada A13 alcune indagini eseguite, con particolare riferimento al sondaggio F3 ed alla CPTU-F1, hanno rinvenuto in profondità una cospicua lente sabbiosa (20-25m di spessore).

Dal punto di vista geomorfologico si sottolinea la presenza, in adiacenza all'intersezione SP3-A13 (area di sud-ovest, in territorio comunale di Bentivoglio), di un ampio specchio d'acqua (ex area di cava).

Il modello della superficie piezometrica utilizzato per l'area di intervento è stato derivato dalle misurazioni effettuate nel mese di febbraio 2021. Tale modello si riferisce pertanto ad un periodo specifico e non rappresenta la cosiddetta "falda di progetto", che deve essere definita dal punto di vista ingegneristico tenendo conto delle caratteristiche delle opere progettate. Infatti, bisogna introdurre un adeguato fattore di sicurezza che innalzi i livelli piezometrici del modello ad una quota tale per cui sia garantita la funzionalità / fattibilità delle opere progettate anche nel caso in cui si verificassero escursioni stagionali eccezionali.

L'andamento della superficie piezometrica considerata è, per quanto accurata, il risultato di una interpolazione statistica sviluppata a partire da dati puntuali e, come tali, discontinui. La quota piezometrica tracciata in sezione, laddove non fossero presenti misure dirette dei livelli di falda lungo il profilo delle opere in progetto, deriva dalla interpolazione lineare delle quote piezometriche più vicine identificate sul modello statistico elaborato.

Il modello piezometrico è stato realizzato con l'ausilio di software dedicati all'analisi spaziale dei dati (geostatistica), basati sul metodo di regressione kriging, che permette di interpolare grandezze nello spazio minimizzando l'errore quadratico medio.

Come già accennato, la soggiacenza elaborata sulla base delle misure piezometriche registrate a febbraio 2021 (che pertanto non comprende i dati dei recentissimi sondaggi F-S1 ed F-S2), si attesta su valori da p.c. di 3,5÷4 m a inizio intervento e 1,6m a fine intervento (misura nel tubo aperto F1): dalle ultime misure disponibili nei piezometri F-S1 ed F-S2 si evidenzia che anche a inizio intervento la soggiacenza può attestarsi nei pressi del piano campagna (tra 2 e 3 m c.a. da esso).

La morfologia della superficie piezometrica presenta un andamento regolare con deflusso sotterraneo delle acque orientato indicativamente verso N con un gradiente idraulico medio < 1‰.

Si ribadisce, inoltre, l'esistenza di un forte legame tra l'escursione nel tempo della falda e le situazioni al contorno come la variazione del regime di sfruttamento degli acquiferi, ad es. connesso ad un cambio d'uso del territorio con conseguente sostanziale diminuzione dei pompaggi. Tale scenario potrebbe perciò ridurre ulteriormente le soggiacenze.

10. SISMICA

10.1 INQUADRAMENTO SISMO-TETTONICO

Il territorio dell'Emilia-Romagna è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Po; il limite regionale infatti coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord.

Il fronte della catena appenninica non coincide però con il limite morfologico catena-pianura ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi sepolte dai sedimenti quaternari padani.

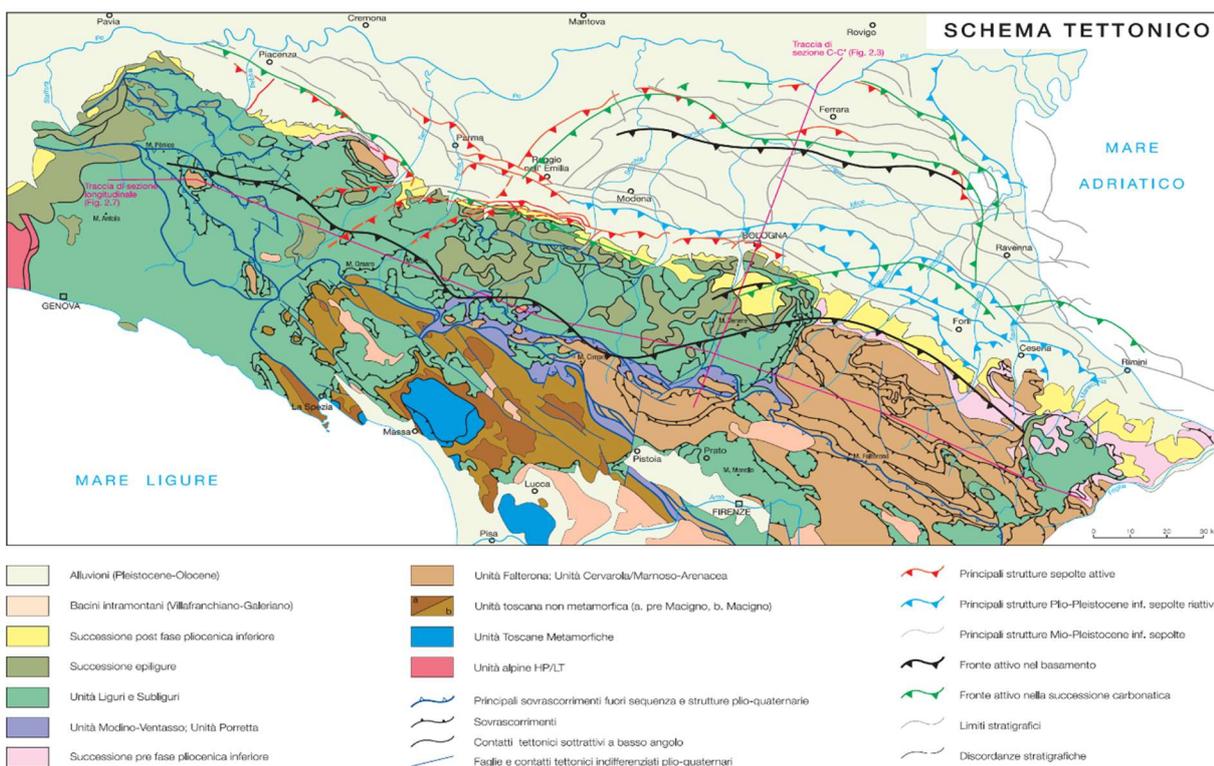


Figura 14 - Schema tettonico della Pianura Padana (Boccaletti et al., 2004)

Per quanto attiene agli aspetti sismo-tettonici, le evidenze geologiche, le sezioni sismiche e gli studi morfo-tettonici indicano come la tettonica sia generalmente caratterizzata dalla presenza di strutture compressive attive, come sovrascorrimenti e piegamenti, come segnalato anche dalle soluzioni dei meccanismi focali di terremoti.

L'analisi della sismo-tettonica dell'Emilia-Romagna ha messo in evidenza come parte delle strutture individuate da profili sismici che interessano il riempimento sedimentario Plio-Pleistocenico siano caratterizzate da attività molto recente ad attuale. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza - Parma, Reggio Emilia e di Ferrara (Boccaletti et alii, 2004).

A tali strutture (in particolare alla dorsale Ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale osservati in alcune aree di Pianura Padana, nelle province di Reggio Emilia e Modena (Pellegri & Mezzani, 1978). Lungo il margine, risulta attivo il *thrust* pede-appenninico tra Bologna e Parma, mentre blind thrusts attivi caratterizzano il settore a Sud Est di Bologna. L'attività del *thrust* pede-appenninico è in accordo con quanto osservato da Amorosi et alii (1996) sulla base dell'analisi delle correlazioni tra terrazzi fluviali del margine e conoidi alluvionali nella pianura nelle vicinanze della città di Bologna.

Con riferimento ai recenti studi condotti sull'intero territorio nazionale per la realizzazione di un modello delle sorgenti sismo-genetiche, l'area in esame è compresa interamente nella zona sismo-genetica 912 (Meletti et

al., 2004 - cfr. figura seguente), corrispondente alla *Dorsale Ferrarese*, caratterizzata da una magnitudo massima M_{wmax} pari a 6.14.

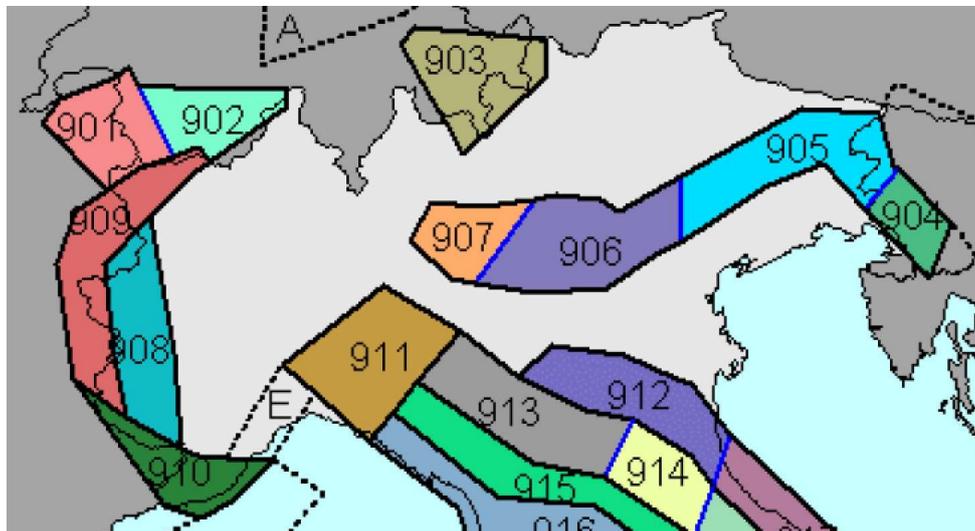


Figura 15 - Particolare della Zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al., 2004)

10.2 SISMICITÀ DELL'AREA

In accordo alle elaborazioni del Gruppo di Lavoro MPS (2004), in corrispondenza del sito di interesse, il valore medio della accelerazione massima al suolo in condizione di sito roccioso risulta compreso:

- tra 0.150 g e 0.175 g, con probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=475$ anni);
- tra 0.200 g e 0.225 g, con probabilità di eccedenza pari al 5% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=975$ anni);
- tra 0.275 g e 0.350 g, con probabilità di eccedenza pari al 2% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=2475$ anni).

10.3 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

10.3.1 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto si sono adottati i seguenti parametri:

- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso $C_U = 2.0$
- Vita di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni.

La strategia di progettazione per i differenti stati limite di cui al punto 3.2.1 delle NTC-2018 è quindi ricavata dalla seguente formula dell'allegato A delle NTC-2018, in funzione delle probabilità di superamento PVR indicate in tabella 3.2.1 nel periodo di riferimento V_R (si veda anche la *tabella seguente*):

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$$

Tabella 7- Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR per differenti stati limite NTC-2008)

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

I valori del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame risultano pertanto:

T_R (SLO) 60 anni;

T_R (SLD) 101 anni;

T_R (SLV) 950 anni;

T_R (SLC) 1950 anni.

10.3.2 Pericolosità sismica

Nelle norme tecniche NTC-2018 (Allegato B) sono forniti, secondo un reticolo di riferimento e per differenti intervalli di riferimento, i parametri sismici a_g , F_0 e T^*c per un sito rigido orizzontale (come definiti al paragrafo 3.2 delle NTC-2018) necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Qualora l'area in esame non ricada in corrispondenza dei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, mediante la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i}{\sum_{i=1}^4 d_i} = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

in cui:

p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;

p_i è il valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

d_i è la distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Inoltre, qualora le tabelle di pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contemplino il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} prefissati, il valore del generico parametro p (a_g , F_0 , T^*c) ad esso

corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi di T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando la seguente espressione, in allegato A alle NTC-2018:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

in cui:

p è il valore del parametro di interesse al T_R desiderato;

T_{R1} T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori di p_1 e p_2 del generico parametro p .

Di seguito si riportano i valori dei parametri sismici a_g , F_0 , T^*_c ricavati mediante il programma "Spettri NTC ver.1.0.3.xls", disponibile sul sito <http://www.cslp.it/cslp/>, inserendo le coordinate geografiche ricavati per la località di Funo (frazione di Argelato).

	T_R (anni)	a_g (m/s ²)	F_0	T^*_c (s)
SLO	60	0,064	2,485	0,275
SLD	101	0,083	2,468	0,276
SLV	949	0,210	2,521	0,282
SLC	1950	0,274	2,460	0,292

10.3.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Le categorie di sottosuolo sono definite al punto 3.2.2 delle NTC-2018 sulla base del parametro di velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ relativo ai primi 30 metri di profondità.

È altresì specificato che "Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione".

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata; è peraltro previsto che, nel caso in cui la misura diretta della VS non sia disponibile, è possibile eseguire la classificazione del sottosuolo sulla base del valore dei numeri di colpi equivalente della prova penetrometrica dinamica $N_{SPT,30}$ per i terreni a grana grossa e/o sulla base della coesione non drenata equivalente $c_{u,30}$ per quelli a grana fine.

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite si evince che la categoria prevalente è la classe C e D.

Per quanto attiene infine al coefficiente di amplificazione topografica, ai sensi del punto 3.2.2 delle NTC-2018 si assume che le aree in esame siano sempre riferibili alla categoria T1, ovvero quali “superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”.

10.3.4 Azioni di Progetto

Le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base dei dati derivanti dalla pericolosità sismica (a_g , F_0 , T^*_c), della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche del sito come definite al paragrafo 3.2.2 delle NTC-2018.

Da questi valori possono essere calcolati gli spettri di risposta elastici in accelerazione (paragrafo 3.2.3.2 delle NTC-2018) e gli spettri di progetto (paragrafi 3.2.3.4 e 3.2.3.5 delle NTC-2018).

Le azioni di progetto sono state ricavate sempre mediante il programma “Spettri NTC ver.1.0.3.xls”.

Questi valori di accelerazione possono essere direttamente utilizzati per eseguire analisi sismiche semplificate di tipo pseudostatico.

11. GEOTECNICA

Il presente capitolo riporta la caratterizzazione geotecnica delle principali unità litostratigrafiche individuate lungo il tratto autostradale.

La caratterizzazione geotecnica si è basata principalmente su:

- descrizione stratigrafica dei sondaggi e dei pozzetti esplorativi;
- interpretazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT;
- prove di laboratorio sui campioni rimaneggiati ed indisturbati;
- interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTU.

11.1 UNITÀ STRATIGRAFICHE: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le unità litostratigrafiche, così come presentate nel precedente capitolo, sono state suddivise nelle seguenti unità geotecniche:

- **Unità 1:** Limo – limo sabbioso - argilla limosa – argilla di color nocciola/ocra. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- **Unità 1a:** Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di color nocciola/ocra. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;
- **Unità 2:** Argilla limosa o debolmente limosa/ Limo argilloso o debolmente argilloso –sabbioso – color grigio. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- **Unità 2a:** Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di colore grigio. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;

La definizione delle unità geotecniche è stata introdotta al fine di sintetizzare le proprietà dei materiali, per ottenere una stratigrafia generale da associare alle tratte in progetto. Come illustrato nel profilo geotecnico, il sottosuolo presente nel tratto di strada esaminato, risulta molto stratificato con intercalazioni granulari, che frequentemente interrompono la continuità del materiale coesivo. Nel seguito vengono elencate le principali peculiarità di tale tratta:

- grado di sovraconsolidazione dei materiali: si riscontra sistematicamente il passaggio da materiale sovraconsolidato più superficiale di colore ocra o nocciola (Unità 1) a materiale normalconsolidato più profondo di colore grigio (Unità 2), ad una profondità generalmente compresa tra 10 e 15 m dal p.c. attuale. E' possibile ipotizzare che i materiali appartenenti alle unità 2 non siano mai stati soggetti a pressioni litostatiche maggiori di quelle attualmente presenti; tali depositi verranno pertanto considerati come normalconsolidati.
- individuazione non sistematica ma diffusa di lenti di sabbia. Le profondità di rinvenimento di lenti di sabbia sono piuttosto variabili. Per lo più le lenti di sabbia risultano superficiali (da circa 0.5 m dal p.c.) ed in altri casi si approfondiscono molto fino anche oltre i 20 m dal piano campagna.

- presenza di una crosta superficiale fino ad una profondità di 1.5 - 2m dal piano campagna dovuta ad una leggera sovraconsolidazione (crosta) a seguito delle variazioni stagionali di umidità e, di conseguenza, ai fenomeni di essiccamento (suzione) nei materiali a granulometria più fine.

11.2 RILEVATI STRADALI

Le verifiche di stabilità dei rilevati, in accordo alle NTC-2018, sono state condotte agli Stati Limite Ultimi utilizzando la Combinazione 2 dell'Approccio 1, caratteristica dello stato limite di resistenza del terreno, che prevede l'utilizzo dei coefficienti parziali A2 per le azioni, M2 per i materiali ed R2 per le resistenze.

Nello specifico:

- il set di coefficienti parziali A2 indica i seguenti fattori parziali da applicare alle azioni:
 - $\gamma_{G1} = 1.0$ per i carichi Permanenti Favorevoli e Sfavorevoli;
 - $\gamma_{G2} = 0.0$ per i carichi Permanenti non strutturali Favorevoli o Variabili Favorevoli;
 - $\gamma_{Qt} = 1.3$ per i carichi Permanenti non strutturali Sfavorevoli o Variabili Sfavorevoli.
- il set di coefficienti M2 indica i seguenti fattori parziali da applicare ai materiali:
 - $\gamma_{\phi'} = 1.25$ per la $\tan \phi'$;
 - $\gamma_{c'} = 1.25$ per la coesione efficace c' ;
 - $\gamma_{cu} = 1.40$ per la coesione non drenata c_u ;
 - $\gamma_g = 1.00$ per il peso specifico γ .
- il set di coefficienti R2 indica un coefficiente parziale pari a 1.1.

L'adozione di questo approccio comporta nelle analisi di stabilità l'utilizzo di carichi e parametri geotecnici fattorizzati con i coefficienti parziali A2 ed M2 di cui sopra e la verifica che il Fattore di Sicurezza risulti almeno pari a 1.1 (R2=1.1).

In accordo alle NTC2018, per le verifiche di stabilità globale in ambito sismico, nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$. Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

L'azione sismica nelle verifiche di stabilità con approccio pseudo-statico viene rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche agli SLU, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

dove k_h e k_v sono i coefficienti sismici orizzontale e verticale rispettivamente pari a:

$$k_h = \beta_s \times a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

in cui:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; $\beta_s=0.38$ (§ 7.11.4 delle NTC 2018);

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito.

Oltre alle citate analisi di stabilità, data la natura sostanzialmente coesiva e compressibile dei terreni di fondazione, è stata svolta un'approfondita analisi dei cedimenti attesi. In ragione dell'ordine di grandezza dei cedimenti stimati, si è deciso di adottare per i rilevati superiori ai 2÷3 m interventi mirati al contenimento dei cedimenti nel tempo.

11.3 CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA E BONIFICHE

Gli spessori della bonifica superficiale del piano d'imposta dei rilevati sono stati definiti, in mancanza dei dati definitivi relativi alla campagna di indagini geognostiche ancora in corso, sulla base dei risultati delle stratigrafie di numerosi pozzetti esplorativi eseguiti lungo il tracciato, spinti mediamente sino a 4 m circa di profondità dal piano campagna.

Le stratigrafie disponibili hanno evidenziato la presenza di uno strato di copertura vegetale dello spessore medio di 0.3-0.5 m e più in profondità terreni quasi sempre coesivi di media consistenza.

Le prove di carico su piastra, eseguite sui terreni di sottofondo dei rilevati hanno fornito valori del modulo di compressibilità al 1° ciclo di carico (M_d) mediamente inferiori ai 15 MPa, requisito minimo richiesto dalle Norme Tecniche del Capitolato Speciale d'Appalto Autostrade.

Alla luce delle caratteristiche dei terreni di sottofondo sopra esposte, data la netta prevalenza di terreni di natura argillosa e limosa, appartenenti ai gruppi A-6 e A-7-6 della classifica CNR-UNI, è stato previsto, oltre allo spessore di scotico di 20 cm, uno spessore di bonifica variabile (minimo di 30 cm). Si ritiene infine che, data la natura argilloso-limosa dei terreni naturali di sottofondo, i 30 cm inferiori dello spessore di bonifica possano essere realizzati a messo di miglioramento del terreno naturale di sottofondo mediante stabilizzazione a calce in situ.

12. ARCHEOLOGIA

12.1 PREMESSA

Gli interventi previsti nel Progetto Definitivo "A14 Bologna-Bari-Taranto. Tratto: Bologna Borgo Panigale-Bologna San Lazzaro. Interventi di completamento della rete di adduzione. Nodo di Funo-Accessibilità Interporto Centergross" ricadono all'interno del territorio dei comuni di Bentivoglio, Argelato e Castel Maggiore, in Provincia di Bologna.

L'area interessata viene esaminata prendendo in considerazione i seguenti dati:

- bibliografici; archivistici (conservati presso la Soprintendenza per i Beni Archeologici territorialmente competente), piani urbanistici (PSC dei comuni interessati dal progetto e dal PTCP della Provincia di Bologna); vincoli archeologici;
- geomorfologia del territorio, quale indicatore della presenza di possibili insediamenti antichi;
- l'ambiente antropico antico: valutazione delle modalità di popolamento specificatamente all'area interessata dai lavori;
- attività di sorveglianza archeologica alle indagini geognostiche effettuate nel 2016 progetto del Passante di Bologna/Nodo di Funo.

L'analisi, come di consueto, non riguarda solo l'area di progetto ma è estesa anche alle zone immediatamente limitrofe calcolando un buffer territoriale di almeno 500 m, in modo tale da avere un quadro più esaustivo possibile della conoscenza del territorio.

12.2 SINTESI STORICO-ARCHEOLOGICA DELLE AREE OGGETTO DEI LAVORI

Il comparto territoriale di Funo presenta interessanti testimonianze di tipo storico-archeologico pertinenti ad epoche diverse.

Da segnalare innanzitutto la mancanza di testimonianze di epoca preistorica.

Anche l'età del Ferro è scarsamente testimoniata: si ricorda il rinvenimento di un abitato (V-IV sec. a.C.) in località S. Lucia (rinvenuto durante le indagini archeologiche preventive effettuate per il progetto "Cassa di espansione del Navile"), privo di caratteri stanziali ma probabilmente soggetto a ciclicità stagionale; interessante è la complessa suddivisione degli spazi, ottenuta con una serie di canalicoli orientati N-S; probabilmente collegato all'abitato è l'identificazione di un'area a scopo agricolo. Un'unica altra testimonianza, peraltro piuttosto distante da questa, è relativa ad un piccolo abitato di VI secolo, caratterizzato dal rinvenimento di spazi distinguibili in funzione produttiva ed abitativa.

In età romana il comprensorio in questione entrò a far parte dell'area agricola centuriata posta a nord della colonia di *Bononia*. Proprio a questo periodo, ed in particolare ad una deduzione coloniarica di età triumvirale - augustea (I sec. a.C.), risale la strutturazione agraria del territorio, secondo porzioni quadrate (*centuriae*) di circa 710 m di lato, definite da assi viari e canalizzazioni di scolo. In merito alla ricostruzione centuriata proposta in questa sede, essa è frutto delle rare sopravvivenze del sistema nell'attuale tessuto e paesaggio agrario di Argelato e Bentivoglio (principalmente rinvenute nei PSC comunali), completate con la proiezione degli assi centuriali individuati con certezza nei vicini comuni.

Alcune delle attestazioni di aree di frammenti fittili rinvenute nella zona potrebbero essere interpretate come edifici rustici o ville coerenti con la suddetta organizzazione centuriata. Interessanti i due insediamenti rustici rinvenuti in località Santa Lucia, di età imperiale, corredati dal rinvenimento di necropoli e fornaci. Altre tracce di antropizzazione romana, legate più a frequentazione che a siti stanziali, sono state rinvenute presso l'Interporto, dove si localizza anche il rinvenimento di tombe; rare, in generale, le attestazioni riferibili a necropoli.

Infine, sempre in età romana, venne a consolidarsi l'importanza dell'asse viario da identificarsi con la direttrice Bologna-Padova, il cui percorso è segnato da alcuni rinvenimenti noti: essa dovrebbe essere precedente alla centuriazione con cui effettivamente non è in asse.

L'area di Funo è particolarmente ricca di attestazioni di età medioevale: si tratta per la maggior parte dei casi di aree di frammenti fittili interpretabili come frequentazione; in un caso è attestata la presenza di un abitato.

12.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO

Al fine di avanzare una valutazione del potenziale archeologico, si evidenziano i seguenti aspetti:

- la maggior parte delle evidenze archeologiche note si riferisce ad aree di frammenti fittili superficiali;
- gli assi centuriali, quando rinvenuti, corrispondono a tracce molto labili e di difficile interpretazione;
- i pochi dati di scavo a disposizione permettono di ricostruire una stratigrafia costituita da ingenti riporti alluvionali (probabilmente depositi ed accumuli ad opera del vicino canale Navile e del Reno), che hanno ricoperto livelli romani solitamente presenti fra m 1,00 e 2,50 di profondità; il villanoviano si trova generalmente ad una profondità di m 2,50.

1.1 CONCLUSIONI

Alla luce dei dati ad oggi in possesso e dell'analisi progettuale, il rischio archeologico può essere quindi ragionevolmente considerato medio; esso andrà verificato e confermato puntualmente in fase di stesura dello studio archeologico alla luce degli approfondimenti geognostici e della definizione del progetto che ad oggi sono in corso.

2. IDROLOGIA E IDRAULICA

Per la determinazione del regime pluviometrico della zona si è fatto riferimento ai risultati ricavati nell'ambito dello studio "La valutazione delle piogge intense su base regionale" (A. Brath, M. Franchini, 1998. Lo studio citato ha come oggetto la definizione del Metodo VAPI-piogge al territorio appartenente alle regioni amministrative Emilia-Romagna e Marche. Per l'area di intervento, ricadente nella zona omogenea E, sono stati stimati valori dei parametri delle curve di crescita al fine di stabilire i parametri delle curve di possibilità climatica utilizzate per il dimensionamento delle opere idrauliche del sistema di drenaggio. Di seguito si riportano i parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno di 25 anni utilizzato per il progetto.

$TR=25$ anni

Parametro $a = 45.43$ mm

Parametri $n = 0.32$ per piogge orarie $n = 0.515$ per gli scrosci (durata inferiore all'ora).

2.1 INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

L'idrografia della zona interessata dall'intervento è quella tipica della pianura emiliano - romagnola, ovvero di un'area pianeggiante altamente sfruttata a scopo agricolo e solcata da numerosi canali artificiali.

L'intervento in progetto prevede la costruzione di due nuovi viadotti in corrispondenza del Fiume Navile.

Consultando il piano di bacino del sistema Navile – Savena disponibile ([Piano di Bacino Navile - Savena](#)) è stato possibile localizzare sulla cartografia relativa la zona di intervento dove questi verranno costruiti.

Di seguito si riporta l'estratto della tavola R.I. 4

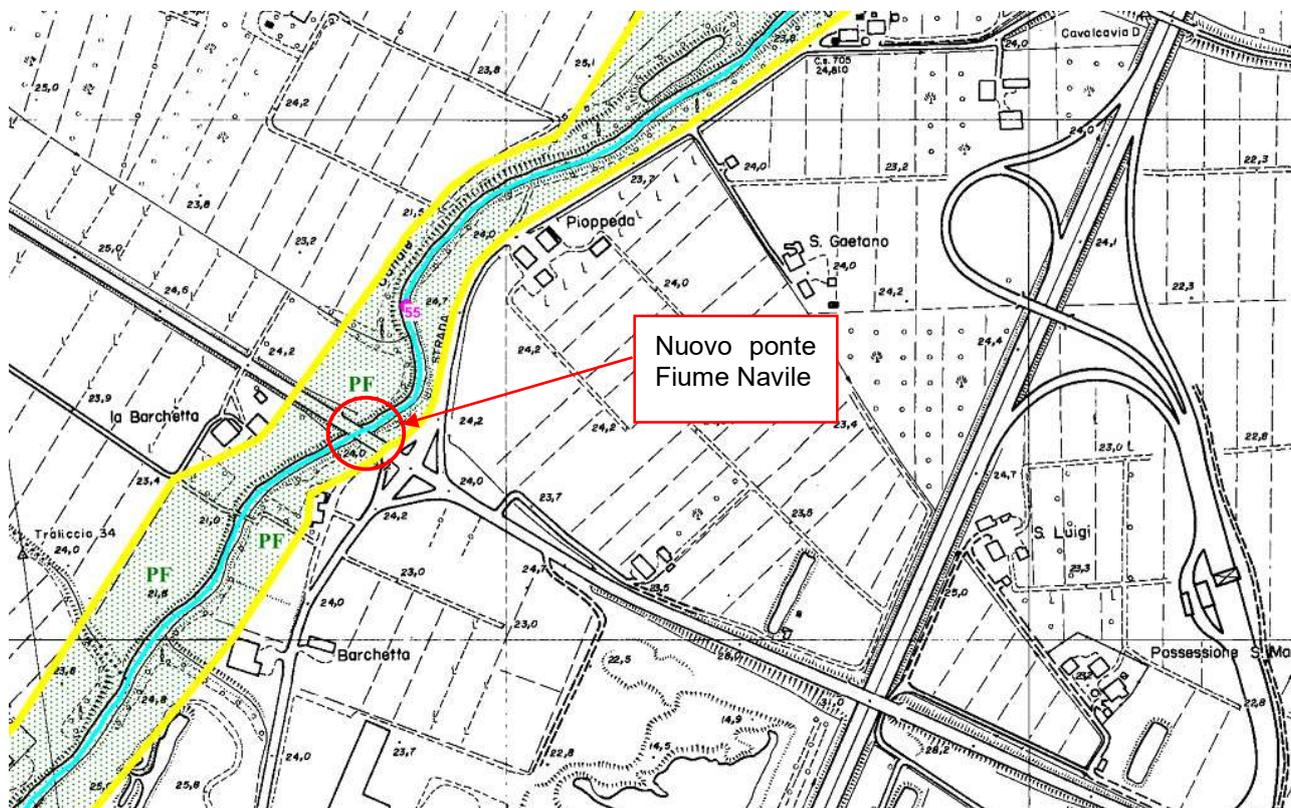


Figura 16 - Tavola R.I.4

I nuovi viadotti rappresentano l'unica interferenze idrografica con il reticolo principale e pertanto, è stato previsto di sviluppare un modello idraulico in moto permanente al fine di verificare il franco idraulico delle nuove strutture rispetto al livello di piena per TR=200 anni. La portata di riferimento è stata indicata dall'Autorità di Bacino sulla base degli strumenti di piano disponibili. Come prescritto dalle NTC, il franco minimo è pari a 1.5m sopra il livello di piena per TR=200 anni desunto dalla modellazione idraulica di dettaglio.

Oltre all'interferenza idrografica principale sopra descritta, sono presenti numerose interferenze idrografiche minori dovute all'intersezione della infrastruttura in progetto con la rete di canali irrigui e di bonifica che servono la zona agricola circostante. Al fine di non modificare l'assetto idraulico della zona, è stato analizzato il reticolo idraulico minore prevedendo o adeguando le opere di attraversamento e, dove necessario, progettando nuovi fossi che permettessero la ricucitura del reticolo esistente. I tombini di collegamento tra fossi e per il superamento di passi carrai sono stati progettati con tubazioni in cls autoportanti di dimensioni adeguate alle dimensioni del fosso in ingresso al manufatto.

2.2 ZONE DI RICARICA DELLA FALDA

Per quanto riguarda il rispetto delle aree di ricarica della falda, l'intervento non ricade in zone di ricarica da tutelare come si può osservare nella figura sottostante tratta dal PTCP di Bologna. Pertanto non sono previsti fossi rivestiti lungo il tracciato.

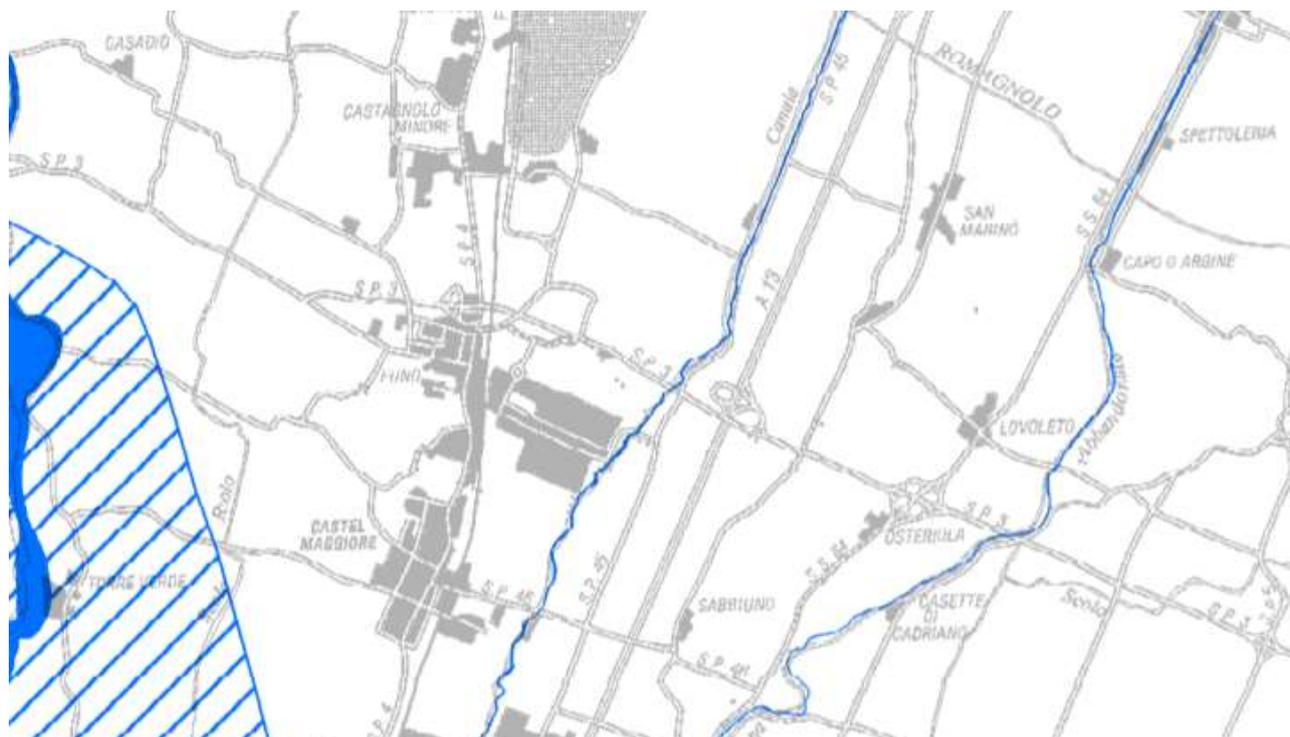


Figura 17 - Estratto PTCP Bologna

2.3 SISTEMA DI DRENAGGIO IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante, e dovranno soddisfare i seguenti requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando

Progetto Definitivo

alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;

- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- garantire il controllo quantitativo degli scarichi mediante laminazione delle acque di piattaforma relative alle superfici pavimentate;
- garantire il controllo quantitativo degli scarichi mediante laminazione delle acque di piattaforma relative alle nuove superfici pavimentate in ottemperanza alle *Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* che impongono il recupero di $500\text{m}^3/(\text{ha})$ di nuova superficie impermeabilizzata;
- garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, il controllo qualitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le cunette triangolari, le canalette grigliate e le caditoie grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi inerbiti e rivestiti) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente e possono essere diretti o presidiati.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. La sezione corrente dell'infrastruttura si divide, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in viadotto;

Si riporta di seguito una breve descrizione del sistema di smaltimento previsto in corrispondenza delle varie tipologie di sezioni stradali di progetto.

2.3.1 Sezioni in rilevato

Le sezioni in rilevato prevedono, come elemento marginale di captazione delle acque meteoriche, l'impiego di embrici a passo regolare e calcolato, scaricanti in fossi inerbiti al piede del rilevato. In corrispondenza dello scarico il fosso è protetto mediante rivestimento.

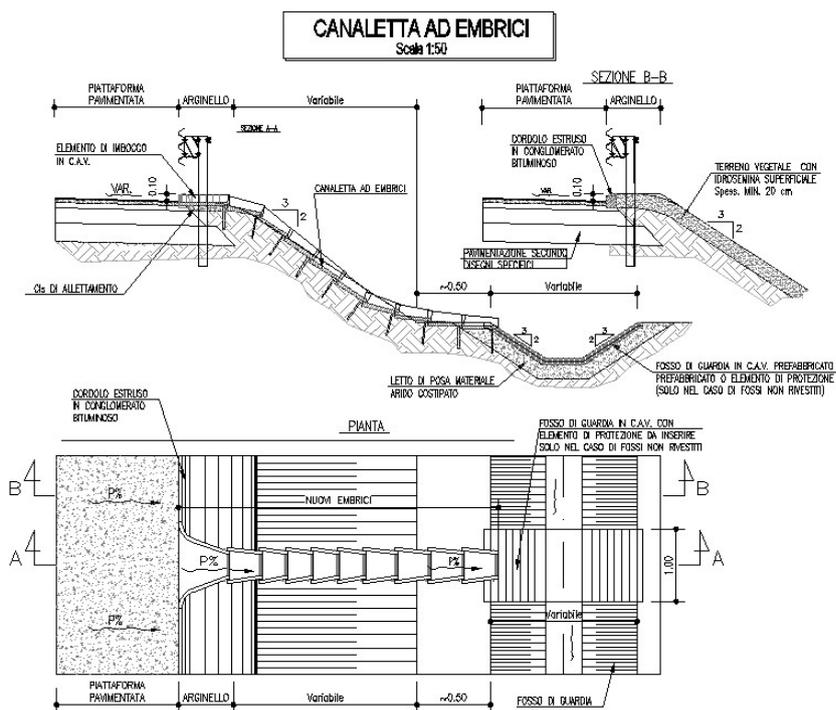


Figura 18 - Pianta vista e sezione tipologia scarico con embrici

Le sezioni in rilevato che non permettono il posizionamento di un fosso di laminazione al piede vengono drenate mediante l'utilizzo di una canaletta grigliata discontinua in PEAD di altezza pari a 25 cm, larghezza 20 cm e lunghezza pari a 1m. L'elemento è posto longitudinalmente, ai bordi esterni delle banchine. Le canalette assolvono la funzione di primo elemento ricettore, si prevede quindi il successivo scarico di queste ultime nella tubazione sottostante mediante collettori discendenti DN 160, previsti a opportuni interassi. Lungo detta tubazione sono stati previsti pozzetti d'ispezione sfalsati rispetto ai suddetti punti di scarico, con passo di 50 metri.

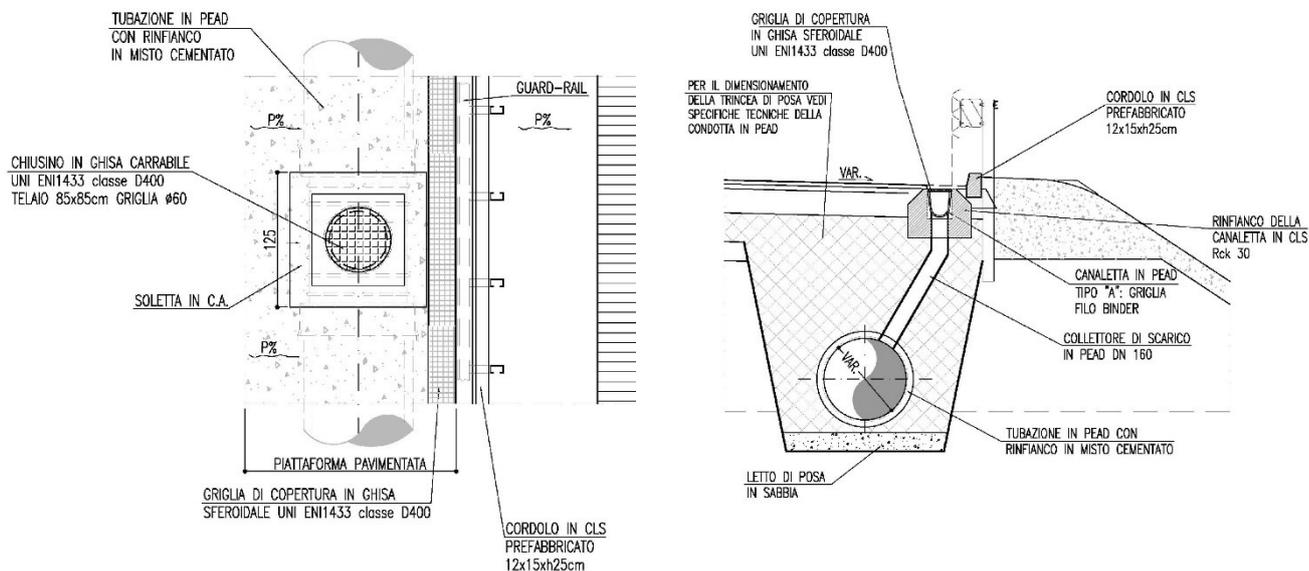


Figura 19 - Pianta tipo pozzetto di ispezione e sezione tipo con scarico nella sezione longitudinale nel caso di rilevato

Le tubazioni di drenaggio, in PEAD con diametro nominale minimo 400mm, sono poste altimetricamente in modo da garantire un ricoprimento minimo, rispetto all'estradosso della tubazione, di circa 0.8 m; le pendenze delle tubazioni seguono generalmente quelle della piattaforma, ma non sono mai inferiori allo 0.2%.

2.3.2 Drenaggio viadotti e cavalcavia

Il drenaggio dai viadotti e dai cavalcavia (dove necessario) viene realizzato tramite caditoie, poste sul ciglio pavimentato, che scaricano nel collettore in PRFV appeso all'opera.

Il dimensionamento del passo delle caditoie è fatto in modo analogo a quanto già detto per il dimensionamento del passo degli embrici.

2.4 LAMINAZIONE DEGLI SCARICHI

Sulla base della normativa regionale vigente e del confronto con gli Enti, è stato previsto di laminare gli scarichi provenienti dalla piattaforma stradale garantendo una portata massima scaricata pari a 15l/s*ha dell'intera superficie pavimentata. Come previsto dalla normativa, è stato verificato anche che il sistema di laminazione garantisca un volume minimo pari a 500m³/ha di nuova superficie pavimentata.

La laminazione all'interno dei fossi è garantita da manufatti terminali di controllo dotati di luce tarata per la regolazione delle portate in uscita. Ove non è stato possibile prevedere fossi al piede dei rilevati (per mancanza di spazio, in trincea, ...) si prevedono collettori di grandi dimensioni sotto la piattaforma (circolari o scolorari) o vasche dedicate, con manufatti di controllo terminali.

Al fine di evitare ritorni e permettere il corretto funzionamento dello scarico, i manufatti sono dotati di valvola a clapet.

Di seguito si riporta la sezione relativa ad un manufatto di controllo.

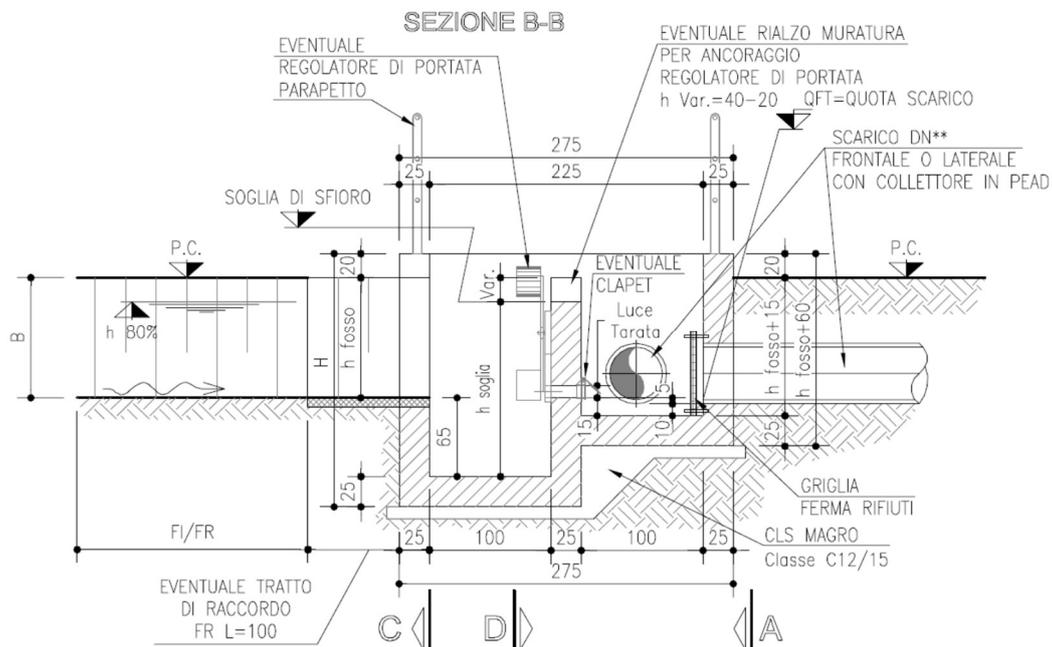


Figura 20 - Sezione tipologica manufatto di controllo

3. PROGETTO STRADALE

3.1 STUDIO DELLA SEZIONE TIPO

Per far fronte all'intenso volume di traffico che impegna la SP3 nel tratto di interesse, l'intervento di potenziamento funzionale non può che prevedere la realizzazione, per ciascuno dei due sensi di marcia, di una corsia aggiuntiva. Nelle fasi iniziali del progetto definitivo, con il supporto del prof. Domenichini dell'Università di Firenze, è stato redatto uno studio che, prendendo in esame le caratteristiche della SP3 esistente, nel tratto di interesse, ha valutato diverse alternative progettuali per dare risposta all'esigenza funzionale nel rispetto degli standard progettuali vigenti. Una volta verificata la classificazione attuale della SP3 (strada extraurbana secondaria tipo C, fonte PRIT 2025), acquisiti i dati di traffico attuali e futuri, con orizzonte 2030, sono state studiate le seguenti sezioni tipologiche stradali:

- A. Adeguamento della SP3 assegnandole una sezione tipo di strada di tipo B extraurbana principale;
- B. Adeguamento della SP3 assegnandole una sezione di strada di tipo E urbana di quartiere;
- C. Mantenimento della SP3 come strada tipo C ma inserimento di due strade di servizio;
- D. Adeguamento della SP3 a strada tipo F extraurbana.

Dall'esame delle diverse soluzioni prese in considerazione, emerge che la Soluzione "C" rappresenta la soluzione preferibile tra tutte, in quanto, tra l'altro, riesce a rispettare meglio sia la connotazione della SP3 e la sua funzione trasportistica, che serve una mobilità di penetrazione e di raccordo territoriale di media distanza in ambito extraurbano, sia l'esigenza localizzata di interscambio generata dai poli attrattori ravvicinati rappresentati dallo svincolo A13, dallo svincolo SP45, dall'interporto di Bologna e dall'area artigianale di Funo. Condiviso lo studio con ASPI, il progetto definitivo ha individuato la sezione C come sezione tipologica di sviluppo del progetto. Si rimanda allo studio citato per i dettagli.

3.2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PRINCIPALE

L'intervento in progetto prevede il potenziamento dell'attuale tratto della strada provinciale n°3 (trasversale di Pianura) nel tratto compreso tra le progressive 14+720 e 17+800 (dallo svincolo A13 di interporto al sottovia della rotonda Segnatello).

Lungo il tracciato principale sono inoltre previsti interventi sui tre svincoli esistenti oltre all'inserimento di una nuova rampa diretta dalla SP3 alla nuova rotonda sulla rotonda Segnatello che tramite una nuova bretella consentirà l'accesso diretto ad Interporto (rotonda e bretella saranno realizzate da Interporto).

A completamento dell'opera, sono previste inoltre due nuove rotonde la prima sull'attuale SP4 Galliera in corrispondenza con lo svincolo della SP3 nell'abitato di Funo di Argelato e la seconda in corrispondenza dell'accesso al Centergross sulla via Saliceto in luogo dell'attuale innesto a T.

Il tracciato principale ha una lunghezza di circa 3,100m e si sviluppa, attraversando i comuni di Argelato, Bentivoglio e Castel Maggiore.

La soluzione proposta è costituita da un'unica carreggiata di larghezza pari a 18.00, composta da due corsie centrali di larghezza pari a 3.50m le cui rispettive direzioni sono separate da un parterre di larghezza pari a 0.50m delimitato da una doppia striscia continua di segnaletica e banchine da 0.50m. Dei delineatori flessibili di larghezza di circa 25cm separano le corsie centrali della strada tipo "C" dalle strade di servizio che presentano una singola corsia a senso unico di larghezza pari a 3.50m affiancate da due banchine di larghezza pari a 0.50m.

Nella porzione centrale, sarà previsto un limite di velocità pari a 70km/h analogo a quello attualmente presente mentre nelle corsie laterali il limite sarà pari a 50km/h.

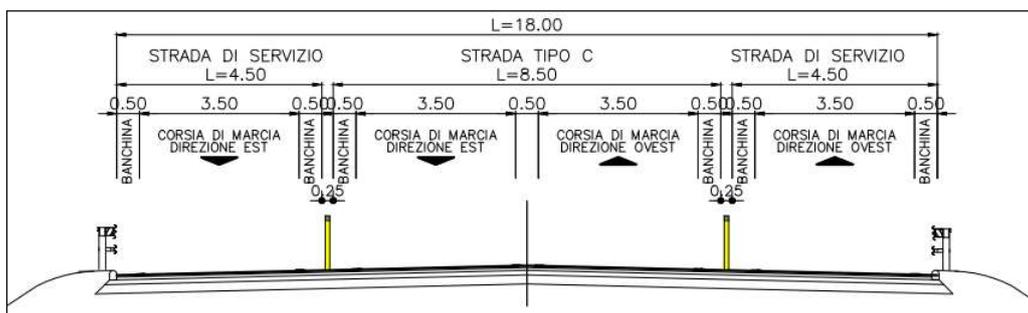


Figura 21 - Sezione tipo "C" con strade di servizio

Gli svincoli esistenti lungo il tracciato, verranno connessi all'infrastruttura mediante corsie specializzate di immissione/diversione di larghezza pari a 3.50m lungo le corsie delle strade di servizio. In questi tratti stradali quindi la carreggiata avrà larghezza totale pari a 25m.

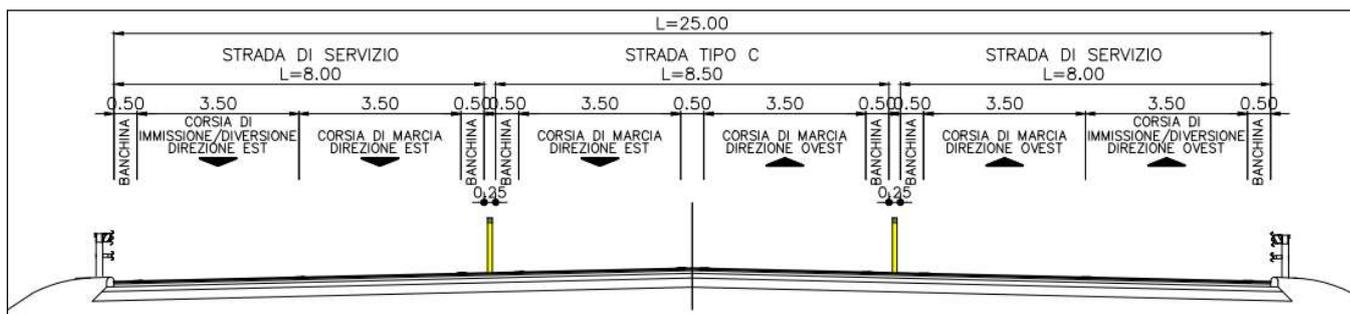


Figura 22 - Sezione tipo "C" con strade di servizio e corsie specializzate

Vista lo sviluppo dell'intervento e la distanza tra gli svincoli esistenti lungo il tracciato interessato, sono state previste delle zone in cui dalle viabilità di servizio e dalla tipo "C" sarà consentito lo scambio dei veicoli da una corsia all'altra. Rispetto alla configurazione tipo, nella parte centrale il parterre da 0.50m passa ad una dimensione da 1.25 dove verranno alloggiati i delineatori flessibili al fine di scoraggiare la manovra di sorpasso sull'asta principale mentre lateralmente i delineatori flessibili e le banchine sono state soppresse al fine di avvicinare le corsie per consentire lo scambio.

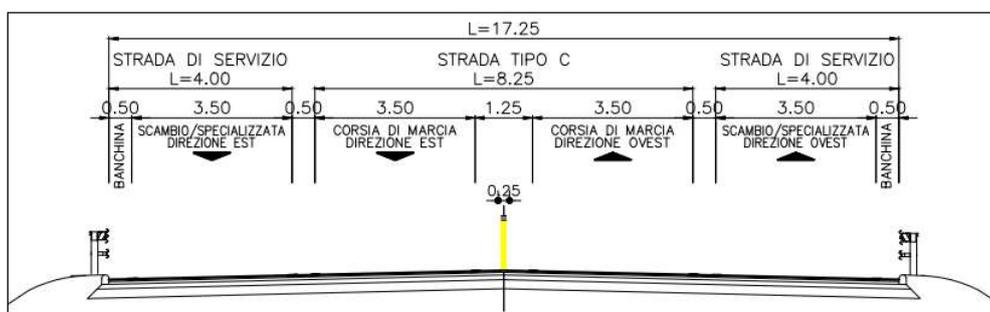


Figura 23 - Sezione tipo "C" con zone di scambio

Nel seguito si riporta la planimetria con la rappresentazione della posizione degli svincoli e delle zone di scambio.

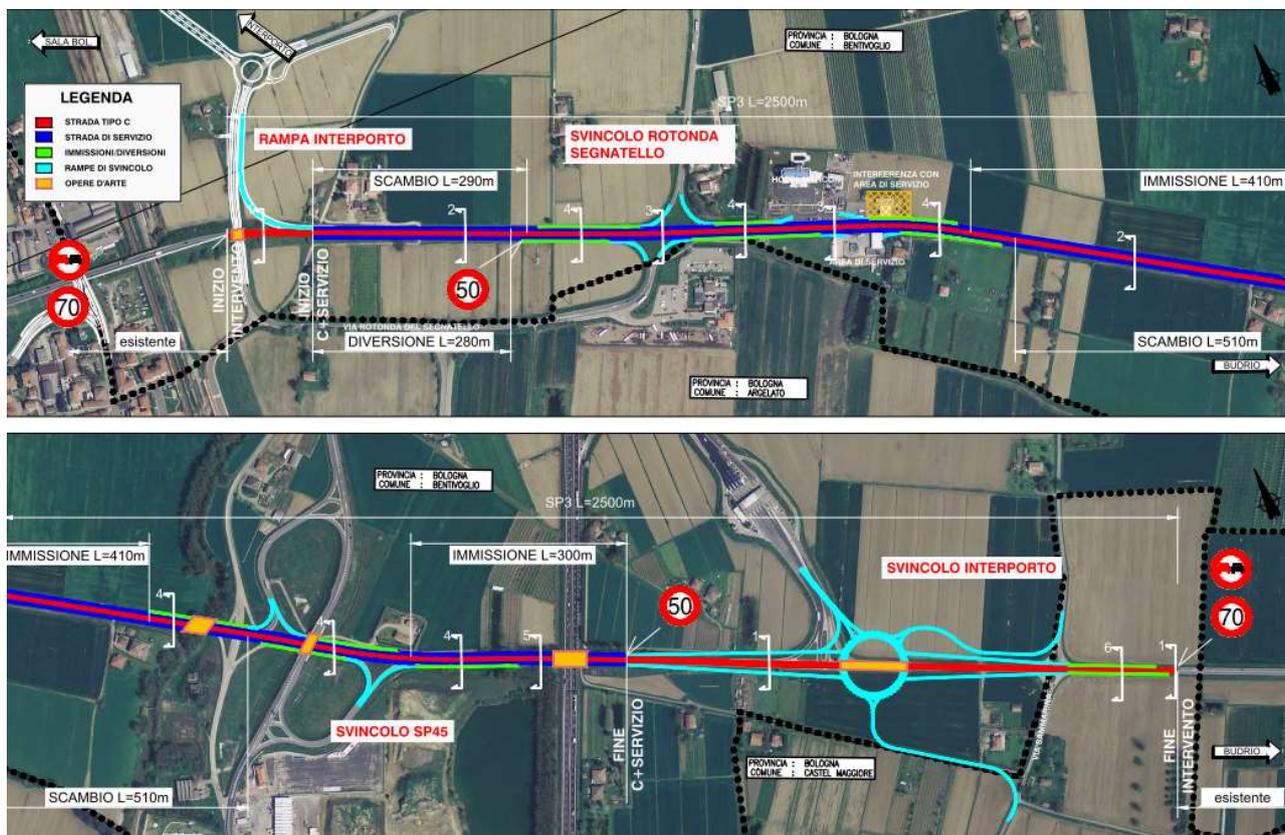


Figura 24 - Planimetria generale

Il tracciato mantiene un andamento altimetrico piuttosto piano posto a circa un metro dal piano campagna ad eccezione del tratto finale dell'intervento dove aumenta di quota per scavalcare l'autostrada A13, dove il cavalcavia attuale a due luci verrà demolito e ricostruito con una nuova struttura mista acciaio/calcestruzzo a tre luci. Appena superata la A13, il tracciato rimarrà in quota in quanto l'attuale intersezione a "T" che consente il collegamento della trasversale di Pianura con la A13 (barriera di esazione di Bologna Interporto) verrà sostituito, visti gli importanti flussi da e per la A13, con uno svincolo a livelli falsati di tipologia a diamante con rotonda di grande diametro a raso, rampe di svincolo che collegano la SP3 che scavalca la nuova rotonda mediante due nuovi sottopassi.

In prossimità dello svincolo SP3-SP45 è presente, inoltre, l'opera di scavalco del canale Navile che verrà anch'essa demolita e ricostruita, sostituendo l'attuale ponte a tre luci con un nuovo ponte ad unica campata.

3.3 AMMODERNAMENTO INCROCIO ROTONDA "L01"

Si tratta di una razionalizzazione e messa in sicurezza dell'intersezione esistente riconfigurando l'incrocio esistente con una nuova rotonda di raggio esterno pari a 15 m e anello giratorio di larghezza pari a 10.50 m composto da una corsia da 8.50m e due banchine laterali da 1.00m. Sono inoltre previsti anche due corsie specializzate da e per le direzioni sud che permettono di bypassare l'anello rotatorio e snellire i flussi di traffico verso l'intersezione.



Figura 25 - Rotatoria L01

3.4 AMMODERNAMENTO INCROCIO ROTONDA "L02"

Anche in questo caso si tratta di una razionalizzazione e messa in sicurezza dell'intersezione esistente. Si propone quindi una rotatoria di raggio esterno pari a 24 m anello giratorio di larghezza pari a 11.00 m composto da una corsia da 9.00m e due banchine da 1.00m.



Figura 26 - Rotatoria L02

In questo caso l'entità dei flussi di traffico attuali e previsti non rende necessaria la formazione di corsia specializzate volte a non impegnare direttamente l'incrocio.

4. OPERE D'ARTE MAGGIORI

4.1 PONTI E VIADOTTI

Nel seguito l'elenco delle opere d'arte principali:

N°	Opere d'arte maggiori	Tipo Intervento	Pk Iniziale	Pk finale	Lunghezza
1	Sottovia Segnatello	Intervento locale	km 0+080	km 0+0210	13m
2	Ponte sul canale Navile	Demolizione e Nuovo	km 1+634	km 1+682	48m
3	Cavalcavia su autostrada A13	Demolizione e Nuovo	km 2+159,33	km 2+260,83	101.5m
4	Sottovia ovest rotatoria svincolo Interporto	Nuovo	km 2+599	km 2+619	20m
5	Sottovia est rotatoria svincolo Interporto	Nuovo	km 2+704	km 2+724	20m

4.1.1 Sottovia Segnatello

- Stato di fatto

Il sottovia Segnatello è situato alle porte dell'abitato di Funo.

Tale opera consiste in un sottovia esistente caratterizzato da uno scatolare in calcestruzzo armato di luce 9m e altezza libera 4,80m. Gli elementi di elevazione sono spessi 60cm mentre la fondazione risulta essere spessa 1,0m.

Completano il sottovia quattro muri d'ala costituiti da soletta e costoloni in calcestruzzo armato d'interasse 2,15m con platea continua di fondazione nella quale sono ancorati i costoloni stessi.

Il sottovia e i muri d'ala presentano fondazioni dirette sopra uno strato di sabbia pulita disposto per assicurare una diffusione dei carichi adeguata al terreno in sito.

- Stato di progetto

Per il sottovia Segnatello è prevista la riqualifica delle barriere di sicurezza; ciò implica il rifacimento dei cordoli con il mantenimento dei cigli. Conseguentemente l'opera sarà sottoposta a verifiche degli elementi secondari (cordoli) in modo da definire gli eventuali interventi atti a permettere il raggiungimento dei livelli di sicurezza fissati normativa vigente D.M. 17/01/2018 e circolare del 21/01/2019 (verifica locale considerando l'azione dell'urto in combinazione eccezionale).

4.1.2 Ponte su canale Navile

L'opera di scavalco del canale Navile verrà demolita e ricostruita sostituendo l'attuale ponte a tre luci con un ponte a una luce di calcolo pari a 48,0 m, supportato tra due spalle in c.a. di estremità.

L'opera sarà realizzata in due fasi e successivamente solidarizzata in modo tale da garantire le normali condizioni di funzionamento della viabilità.

La tipologia strutturale prescelta è quella con impalcato a grigliato di travi in struttura mista acciaio-calcestruzzo, formato da:

- 8 allineamenti di travi longitudinali a doppio T di altezza costante pari a 2,05 m disposte ad interasse pari a 3,0 m, in composizione strutturale con la soletta;
- 2 traversi di spalla ad I, disposti a collegare gli 8 allineamenti di trave;
- 11 traversi intermedi ad I, con interasse di 4,0 m, disposti a collegare a due a due gli allineamenti delle travi principali.

La soletta in calcestruzzo sarà gettata in opera su predelle metalliche di spessore pari a 4 mm e lo spessore complessivo minimo, in appoggio, del pacchetto in calcestruzzo è pari a 250 mm.

L'impalcato ha una lunghezza complessiva di 25,3 m ed ospita una piattaforma stradale di 21,5 m.

Le fondazioni sono su pali, le platee di fondazione delle spalle presentano dimensioni rispettivamente di 11,7 x 21 m e 7,7 x 21 m, rispettivamente per la spalla ovest e per la spalla est; lo spessore delle platee è di 2 m. Le spalle sono caratterizzate da un paramento di altezza pari a 4,5 m e spessore 1,8 m e da un paraghiaia di altezza pari a 3,2 m e spessore 0,6 m.

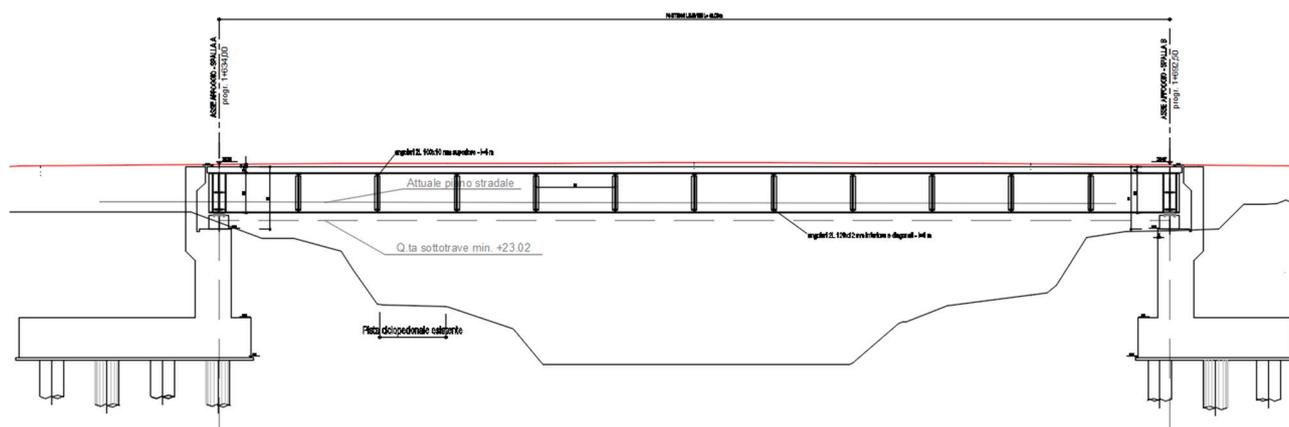


Figura 27 - Sezione del ponte sul Navile

4.1.3 Cavalcavia su autostrada A13

L'opera di scavalco sulla A13, verrà demolita e ricostruita e conterà di un ponte a tre luci caratterizzato da sequenza 28+45,50+28 m, supportato da due spalle in c.a. di estremità e da due pile a setto in calcestruzzo, disposte in fregio alla carreggiata autostradale.

L'opera sarà realizzata in due fasi e successivamente solidarizzata in modo tale da garantire le normali condizioni di funzionamento della viabilità.

Lo schema statico globale del manufatto è quello di travata continua. La tipologia strutturale prescelta è quella del grigliato composto acciaio calcestruzzo, formato da:

- 8 allineamenti di travi longitudinali a doppio T, ad altezza variabile tra 1,45 m e 2,10 m, disposte ad interasse pari a 2,6 m in composizione strutturale con la soletta;
- 2 trasversi di spalla e 2 trasversi di pila, disposti a collegare gli 8 allineamenti di trave;
- 21 trasversi intermedi, disposti a collegare a due a due gli allineamenti delle travi principali.

L'andamento della linea di intradosso risulta simmetrico rispetto all'asse pila.

L'impalcato ha una lunghezza complessiva di 21.7 m ed ospita una piattaforma stradale di 18 m.

Le fondazioni sono su pali, la platea di fondazione delle spalle ovest presenta dimensioni 17,2 m x 21 m, quella della spalla est 19,9 m x 23,0 m mentre quella delle pile ha dimensioni 5,6 x 16m; le prime hanno spessore 2 m mentre la seconda 1,50 m. L'altezza delle pile è rispettivamente 6,30m e 6,55m dall'estradosso della platea al piano degli appoggi mentre le spalle hanno altezza pari a 10m dall'estradosso della platea, di cui gli ultimi 2 m sono caratterizzati dal paraghiaia.

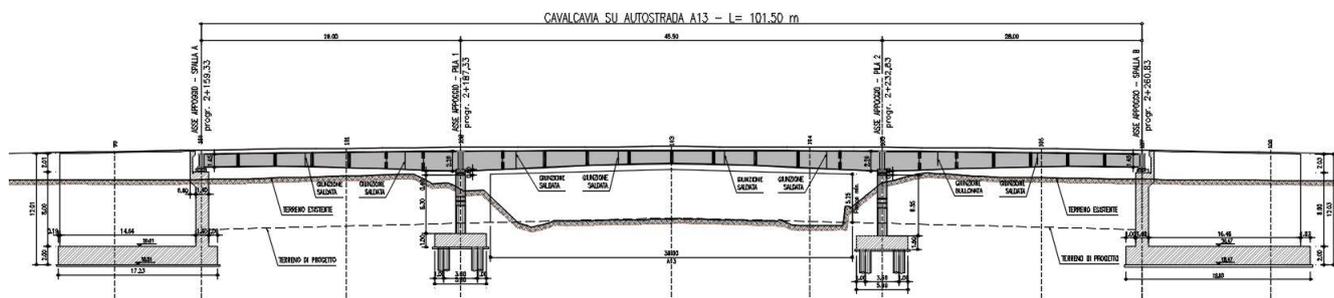


Figura 28 - Sezione cavalcavia su A13

4.1.4 Sottovia ovest rotatoria svincolo Interporto

Il sottovia della rotonda dello svincolo Interporto permette il passaggio della rotonda stessa al di sotto del nuovo tracciato della SP3.

Il sottovia Ovest è composto da travi in calcestruzzo armato precompresso prefabbricate di tipo VH100 al di sopra delle quali si effettua il getto di una soletta di spessore 25cm.

La luce di calcolo è pari a 18,5m mentre la larghezza dell'impalcato è pari a 13.3 m ed ospita una sede stradale di 8,5m. La forma in pianta della struttura è un parallelogramma con angolo minore uguale a 67°. Le travi sono poste ad interasse minimo 2m per un numero di travi uguale a 6. Sono presenti 2 traversi di spalla ed 1 traverso intermedio posto in mezzzeria. Ai due lati dell'impalcato si prevedono due cordoli di larghezza 2,40 m in modo da permettere il posizionamento delle barriere di sicurezza, di un marciapiede calpestabile e di un parapetto.

La sottostruttura consiste in due spalle di spessore 1,80m collegate tra loro alla base da una soletta di spessore 1,40m, andando a formare un muro a U.

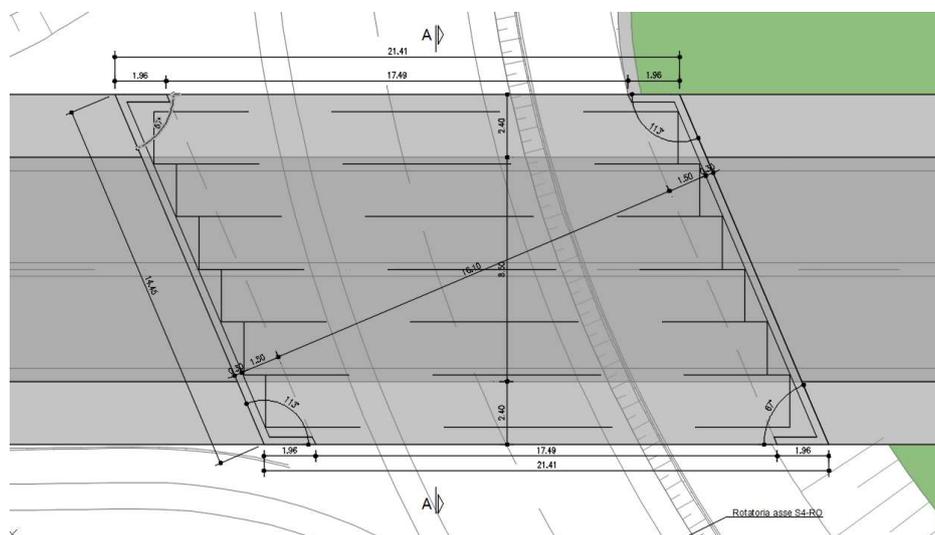


Figura 29 - Pianta sottovia ovest

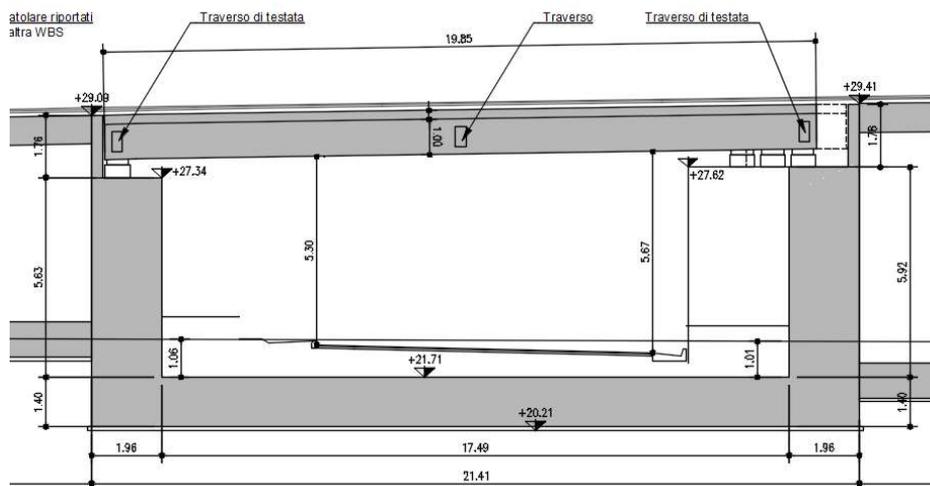


Figura 30 - Prospetto sottovia ovest

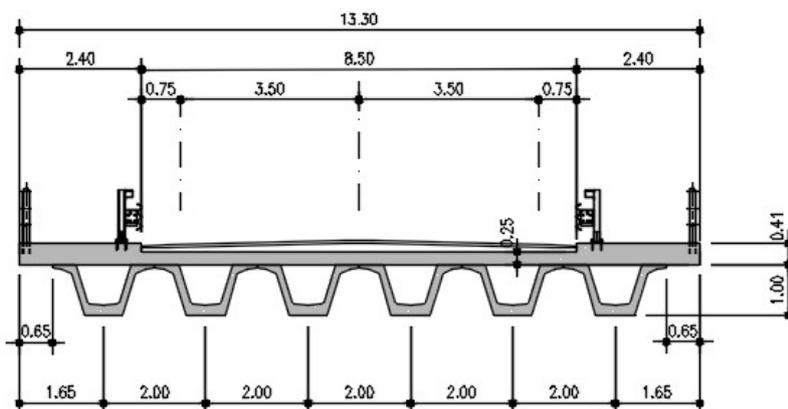


Figura 31 - Sezione impalcato sottovia

4.1.5 Sottovia est rotatoria svincolo Interporto

Il sottovia Ovest presenta le stesse caratteristiche del sottovia Est, ma risulta di forma simmetrica rispetto all'asse stradale, come mostrato dalla seguente figura.

5. OPERE D'ARTE MINORI

5.1 SCATOLARI

Nel progetto sono previste i seguenti scatolari:

N°	Opere d'arte maggiori	Tipo Intervento	Pk Iniziale	Pk finale	Lunghezza
1	Scatolare Ovest	Scatolare cavo	km 2+450	km 2+600	150 m
2	Scatolare Centrale	Scatolare cavo	km 2+620	km 2+705	85 m
3	Scatolare Est	scatolare cavo	km 2+725	km 2+875	150 m

Gli scatolari cavi sono utilizzati in approccio ai sottovia della rotatoria e all'interno della stessa. La scelta della tipologia costruttiva è dovuta a problemi di cedimenti che rendono necessario adottare una struttura leggera che seguisse, in elevazione, la livelletta stradale.

Il manufatto consiste in uno scatolare di altezza massima pari a 8,70m, le spalle e la soletta superiore presentano uno spessore di 80cm mentre la soletta alla base ha uno spessore di 100cm. La piattaforma stradale è larga 8,50m e ai lati si prevedono due cordoli di larghezza pari a 2,40m in modo da permettere il posizionamento delle barriere di sicurezza (0,70m), di un marciapiede calpestabile (0,90m) e delle barriere FOA (0,80m). Queste ultime sono presenti solo in corrispondenza del lato sud dello scatolare ovest. Negli altri tratti, le FOA sono sostituite con parapetti di altezza 1,10m.

Si riporta di seguito la sezione con elevazione maggiore.

SEZIONE K-K SCALA: 1:100

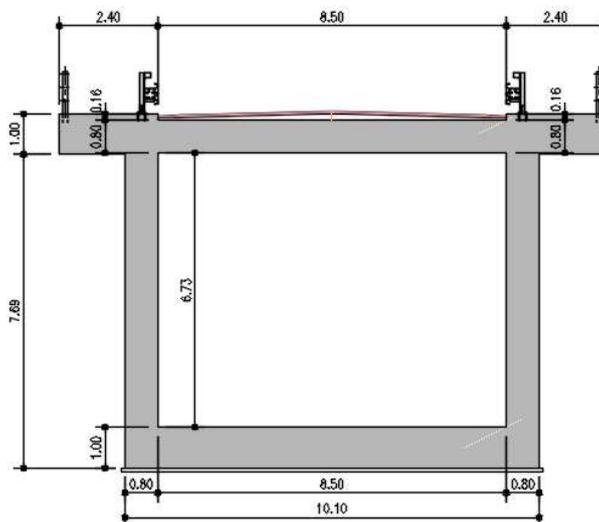


Figura 34 - Sezione scatolare

Di seguito sono invece riportati i profili rispettivamente del tratto ovest, del tratto centrale e del tratto est.

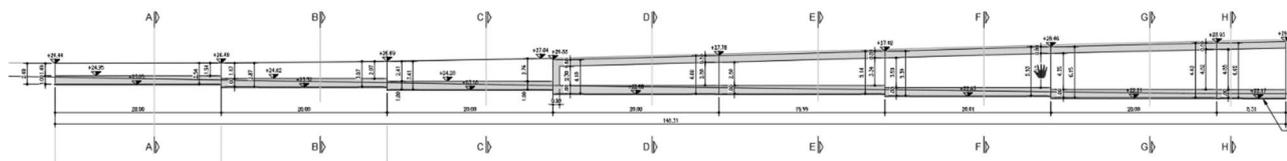


Figura 35 - Sezione longitudinale scatolare est

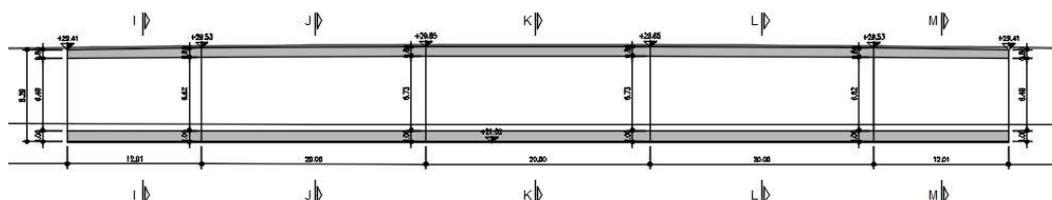


Figura 36 - Sezione longitudinale scatolare zona rotatoria

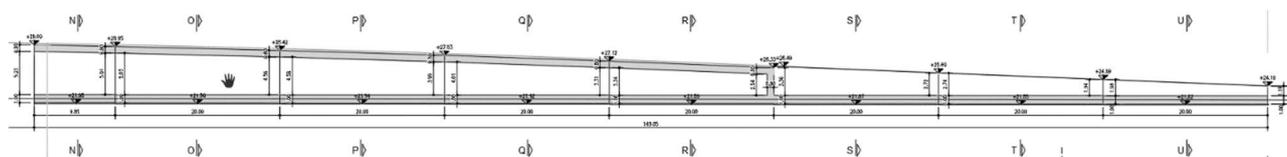


Figura 37 - Sezione longitudinale scatolare ovest

Nei tratti terminali dei muri ovest ed est, ovvero quelli che presentano altezze minori, si prevede la sostituzione dello scatolare con muri ad U pieni di terra, come mostrato dalla seguente sezione.

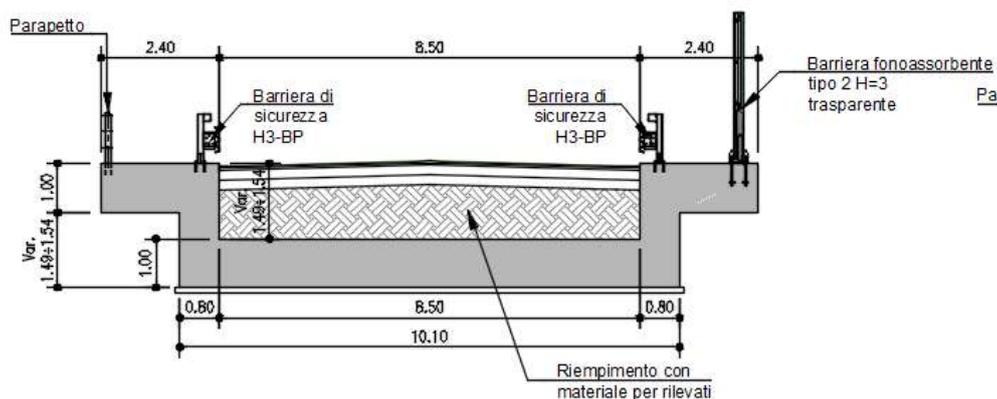


Figura 38 - Sezione muri ad U terminali

Le fondazioni sono di tipo diretto e sono quindi verificate dal punto di vista geotecnico.

5.2 OPERE DI SOSTEGNO

Lungo il tracciato sono previste delle opere di sostegno per limitare l'estensione dei rilevati e/o per preservare proprietà private. Le opere consistono in muri di sostegno da realizzare a bordo carreggiata, considerando il verso delle progressive crescenti i primi muri si incontrano lungo la rampa di uscita dalla SP3 direzione Ovest verso la viabilità del Segnatello. Lo sviluppo dei muri è pari a 114 m sul lato sinistro della rampa e 173m sul lato destro.

5.3 OPERE DI CONSOLIDAMENTO DEI RILEVATI

Per i rilevati con altezza maggiore di 3m, sia per i rilevati di progetto ex novo sia per i rilevati in ampliamento, sono stati previsti degli interventi di consolidamento al fine di ridurre i cedimenti, con particolare attenzione all'quota di questi ultimi che si sviluppano dall'entrata in esercizio fino alla fine della vita utile dell'opera (50anni).

Questi interventi sono di due diversi tipi:

- in prossimità del cavalcavia di scavalco della A13, per i rilevati in ampliamento dell'esistente con altezza maggiore i 3m, sono stati previsti muri a L e in aggiunta dei pali riduttori di cedimento D600 debolmente armati. L'intervento nel suo complesso permette, da una parte, di ridurre l'impronta di carico dl rilevato e di conseguenza il bulbo di pressione (muro) e, da una parte, di contenere i cedimenti sia in termini assoluti che differenziali nel tempo (pali).
- In prossimità della rotatoria, per i rilevati con altezza circa maggiore di 3m, è stato previsto un intervento di consolidamento di "dreni più precarica" e la successiva costruzione di uno scatolare vuoto per premettere alla sede stradale di raggiungere le quote di progetto.
L'intervento nel suo complesso permette, da una parte, di accelerare il fenomeno di consolidazione del terreno favorendo lo sviluppo in fase di cantiere di una buona percentuale dei cedimenti attesi (dreni più precarica) e, da una parte, di contenere i cedimenti residui andando a caricare il terreno con una struttura particolarmente leggera (scatolare vuoto).
Tale intervento risulta applicabile in tale area di intervento data l'assenza di opere esistenti che potrebbero essere disturbate dai cedimenti che si sviluppano durante tali lavorazioni. Data questa ultima osservazione, questo tipo di intervento è stato escluso in prossimità dello scavalco della A13.

5.4 MANUFATTI IDRAULICI

Per quanto riguarda le opere d'arte minori idrauliche della viabilità di progetto essi sono rappresentati dai collegamenti tra fossi dedicati alla continuità idraulica del reticolo irriguo ripristinato a seguito dell'occupazione della rete esistente da parte del tracciato stradale.

Il collegamento avverrà tramite collettori in PEAD il cui diametro non è legato al dimensionamento idraulico ma è stato scelto in funzione della misura maggiore possibile compatibile con i vincoli progettuali, al fine di garantire una capacità di smaltimento nel tempo che venga influenzata il minimo possibile da eventuali corpi estranei entranti nei collettori (essendo questi stati utilizzati per gli attraversamenti esistenti tra i fossi di laminazione). Le misure maggiormente utilizzate sono il DN 630 mm ed in pochissimi casi il DN 400/500 mm; il DN 400 mm è stato utilizzato per attraversamenti da pozzetti verso scarico in fossi qualora le portate fossero inferiori ai 50 l/s.

6. IMPIANTI

6.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Gli obiettivi che ci si è proposti di conseguire nella realizzazione delle opere in oggetto sono i seguenti:

- sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere;
- sicurezza fisica e psicologica delle persone;
- integrazione formale diurna e notturna degli impianti;
- illuminazione adeguata alle esigenze di praticità ed efficienza degli impianti di illuminazione e sicurezza della viabilità delle strade interessate all'intervento, aumentando l'interesse verso le stesse con scelta opportuna del colore, della direzione e dell'intensità della luce, in rapporto alle costruzioni circostanti;
- ottimizzazione dei costi esercizio e di manutenzione in relazione alle tipologie di impianto;
- risparmio energetico; miglioramento dell'efficienza globale di impianto mediante l'uso di sorgenti luminose e apparecchi di illuminazione, finalizzati a un migliore rendimento e semplice manutenzione;
- contenimento dell'inquinamento luminoso atmosferico e stradale e dell'invasività della luce.

L'approccio progettuale per risolvere dal punto di vista illuminotecnico gli interventi puntuali previsti dal progetto stradale sono stati i seguenti:

- individuazione delle caratteristiche ambientali dei luoghi;
- rilievo della situazione esistente del tratto interessato all'intervento;
- formulazione di una soluzione integrata: con il piano locale delle tipologie illuminotecniche, della distribuzione dei punti luce, delle prestazioni richieste per le singole zone, delle tipologie di riferimento costruttive e impiantistiche e dell'inserimento ambientale.

6.1.1 Criteri di progettazione

6.1.1.1 Caratteristiche illuminotecniche

I criteri generali di progettazione illuminotecnica seguiti sono quelli indicati dalla normativa UNI vigente, con diversa applicazione secondo i percorsi del tratto di strada (superficie, sottopasso, galleria, tratto urbano). In particolare per i tratti di superficie, l'individuazione della zona di interesse, la selezione delle classi di illuminazione sono state eseguite secondo le norme EN 13201-1 e la UNI 11248:2012.

A tale scopo si è proceduto secondo il criterio seguente:

- **classificazione dei tratti di strada** in funzione del loro impiego, per condizioni omogenee dei parametri di influenza, per definire la categoria illuminotecnica di riferimento;
- **definizione della categoria illuminotecnica di progetto**, secondo la valutazione dei parametri di influenza (analisi dei rischi);
- **definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio**: dall'analisi dei rischi e da considerazioni di carattere energetico, si sono valutate le reali categorie illuminotecniche di impiego;
- assegnazione a ciascun tratto di strada una tipologia d'impianto in funzione dell'utilizzazione, alle caratteristiche geometriche, ecc;

6.1.1.2 Scelte progettuali

Sono state generalizzate le seguenti scelte, tutte determinate secondo i criteri delle leggi Vigenti e delle Normative tecniche:

- uso delle lampade a LED, data la notevole efficienza, durata e controllo della emissione luminosa che tali sorgenti garantiscono;
- uso dei sostegni conici dritti in acciaio, laminati e zincati a caldo con sbraccio

6.1.1.3 Illuminazione delle intersezioni

Il principio fondamentale seguito nella progettazione è stato quello per cui l'illuminazione deve rivelare l'esistenza della intersezione, le direzioni delle strade che vi confluiscono e si dipartono da essa, la presenza dei pedoni e altri utenti, le ostruzioni, il movimento dei veicoli nella vicinanza dell'area di intersezione.

Il criterio seguito è stato quello di considerare per le rotatorie o punti critici in generale (prossimità di sottopassi, gallerie, ecc.) un livello di luminanza di un grado più elevato di quello previsto per la strada più importante dell'intersezione (pubblicazione CIE 115/95) e indicazioni della norma UNI 11248.

Per tutti gli interventi di intersezione si è valutato sia il passaggio da zona non illuminata, sia viceversa, prevedendo un'adeguata illuminazione oltre il tratto di dell'intersezione principale, e contemporaneamente oltre il punto di immissione in modo da facilitare la visibilità e la manovra di immissione sulla strada principale.

Come si evince dal progetto stradale non vi sono passaggi pedonali.

Di seguito viene riassunta la classificazione dei tratti di strada e delle intersezioni secondo le indicazioni della norma UNI11248 e UNI EN 13201; si è sviluppata inoltre l'analisi del rischio ai sensi della norma UNI 11248.

6.1.1.4 Analisi del rischio

Per stabilire la categoria illuminotecnica di progetto si è effettuata l'analisi del rischio sviluppata secondo le indicazioni del rapporto tecnico CEN/TR 13201-1/2014; i parametri di valutazione sono stati i seguenti:

Parametri di influenza CEN/TR 13201-1 Tab. 1		
Parametri	Valore impostato	VWS
Velocità di progetto [km/h]	Elevato	1
Volume di traffico	Elevato	1
Composizione del traffico	Solo motorizzato	0
Separazione delle carreggiate	NO	1
Densità delle intersezioni	Moderata	0
Veicoli in sosta	No	0
Luminosità ambientale	Moderata	0
Difficoltà di guida	Facile	0
Totale		3
Categoria illuminotecnica di progetto Strada Provinciale SP3 (M=6-VWS)		M3

Dall'analisi di queste condizioni si è determinato che le condizioni di ingresso possono essere declassate fino al livello M3. Tale classificazione vale per tratti di strada rettilinei e privi di intersezioni. Nel nostro caso tale classificazione è importante per definire la classe illuminotecnica delle intersezioni in rotatoria e svincoli che sono diretta conseguenza del tratto stradale in cui sono inserite.

Dal prospetto 5 della UNI11248 la categoria illuminotecnica M3 è abbinata alla C3.

Secondo la UNI11248, quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile.

Quando la zona contigua costituisce una zona di conflitto, come nel caso di una rotonda che interrompe una strada, si raccomanda di adottare per detta zona una categoria illuminotecnica superiore alla C3, ovvero la **C2**, la quale implica un illuminamento medio minimo mantenuto pari a **20lx** con uniformità minima **U₀=0,4**.

Per evitare il brusco passaggio da zone non illuminate a zone illuminate sarà prevista l'illuminazione decrescente nella zona di transito fra zona illuminata e zona buia dei tratti rettilinei di avvicinamento alle rotonde.

6.1.1.5 Alimentazione, manutenzione e gestione

- impiego di apparecchi di illuminazione stradale e proiettori di tipo carenato, con chiusura rapida, di facile installazione e manutenzione e ottica controllata nei confronti dell'abbagliamento;
- impiego di sistemi di regolazione di flusso al fine di contenere i costi di manutenzione, di esercizio e limitare il flusso disperso in determinati orari per i tratti di superficie;
- uso del doppio isolamento come protezione contro i contatti indiretti (apparecchi in classe II, cavi e accessori con tensione nominale $U_0/U = 0,6/1$ kV).

Le proposte progettuali, per la superficie si sono rivolte ad apparecchi di tipo cut-off, assicurando un elevato controllo dell'abbagliamento; per i tratti urbani si è scelto un apparecchio di arredo urbano con ottica stradale.

Per tutto il tracciato della infrastruttura si sono seguiti i dettami della L.R. 19/2003 della Regione Emilia Romagna e le successive modifiche e integrazioni.

6.1.2 Alimentazione e gestione degli impianti

6.1.2.1 Caratteristiche generali

L'impianto elettrico sarà alimentato mediante n° 4 (quattro) forniture di energia elettrica dall'ente distributore ad una tensione di 230V e mediante n° 1 (una) fornitura di energia elettrica dall'ente distributore ad una tensione di 400V/230V.

Il valore della corrente di cortocircuito massima, da considerare per la scelta delle apparecchiature, è pari a 6kA per le forniture monofase, 10kA per quella trifase..

Tali valori sono ricavati dalla Norma CEI 0-21 all'articolo 5.1.3. "Corrente di cortocircuito massima nel PdC (ai fini del dimensionamento delle apparecchiature)"

Sarà attuata, lato bassa tensione, la protezione contro i contatti indiretti prevista dalle Norme vigenti per il sistema TT.

6.1.2.2 Quadri Elettrici

Tutte le linee elettriche distribuite, devono essere protette contro le sovracorrenti mediante dispositivi di protezione di adeguata taratura.

Tali dispositivi sono costituiti da interruttori automatici magnetotermici, installati e cablati in appositi contenitori denominati "quadri elettrici".

Per i quadri di distribuzione per installazione fissa, realizzati assemblando involucri vuoti, conformi alla norma sperimentale CEI 23-49, con dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile, si applica la norma CEI 23-51.

I quadri elettrici previsti negli impianti in oggetto rientrano tutti nel campo di applicazione della norma CEI 23-51, il costruttore dovrà quindi rilasciare la certificazione di conformità riferita alla sola norma citata senza fare riferimento alla norma generale CEI 17-113 (CEI EN 61439-1).

Le caratteristiche specifiche dei quadri e delle apparecchiature contenute, nonché i parametri elettrici necessari alla costruzione dei quadri, quali le tensioni nominali di esercizio, valori delle correnti di corto circuito presunte e le correnti di impiego dei carichi, sono rilevabili negli schemi elettrici unifilari.

6.1.2.3 Conduiture

Le condutture per la distribuzione degli impianti elettrici e degli impianti speciali all'esterno saranno costituite da cavi uni/multipolari tipo FG16(O)R16 infilati in cavidotti di polietilene flessibile isolante ed autoestingente serie pesante, adatto per la posa interrata, marchiato IMQ, colore rosso, caratterizzato da un doppio strato: uno esterno corrugato destinato a garantire la resistenza meccanica allo schiacciamento e alla flessibilità, e uno interno liscio per permettere un miglior scorrimento dei cavi.

I cavidotti saranno interrati ad una profondità minima pari a 500mm dal piano di calpestio, sarà inoltre realizzata una protezione meccanica supplementare (gettata di calcestruzzo).

Pozzetti ispezionabili e carrabili saranno impiegati nella distribuzione ogni volta che dovrà essere eseguita una derivazione, uno smistamento di conduttori, e tutte le volte che lo richiedono le dimensioni, la forma e la lunghezza di un tratto di tubazione, affinché i conduttori contenuti nel tubo risultino agevolmente sfilabili.

6.1.2.4 Cavi

I conduttori previsti sono del tipo:

FG16(O)R16 cavo uni/multipolare 0,6/1kV con isolamento principale in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16, guaina in PVC speciale di qualità R16 di colore grigio, conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, conforme CEI 20-13 e CPR UE 305/11, classe di Reazione al Fuoco "Cca", opacità dei fumi "s3", gocciolamento di particelle incandescenti "d1", acidità che definisce la pericolosità dei gas e fumi per le persone e la corrosività per le cose "a3".

7. OPERE COMPLEMENTARI

7.1 BARRIERE DI SICUREZZA

La progettazione delle barriere di sicurezza verrà redatta in conformità alle normative vigenti e ai documenti di seguito elencati:

A1. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004.

“Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.

A2. D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04).

“Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.

A3. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U: n. 63 del 16.03.92).

Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.

A4. D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..

Nuovo codice della Strada.

A5. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..

Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

A6. D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

A7. Autostrade per l'Italia - Spea

“Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA”, Rev. Maggio 2012.

A8. Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 “Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004”.

A9. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.

A10. Norme UNI EN 1317 “Barriere di sicurezza stradali”:

-UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";

-UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";

-UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";

-UNI ENV 1317-4:2003 “Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”;

-UNI EN 1317-5:2012 “Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”.

A11. DM 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011)

"Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

7.2 PAVIMENTAZIONI

Il progetto delle pavimentazioni prevede l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 76 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 7 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 25 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 20 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

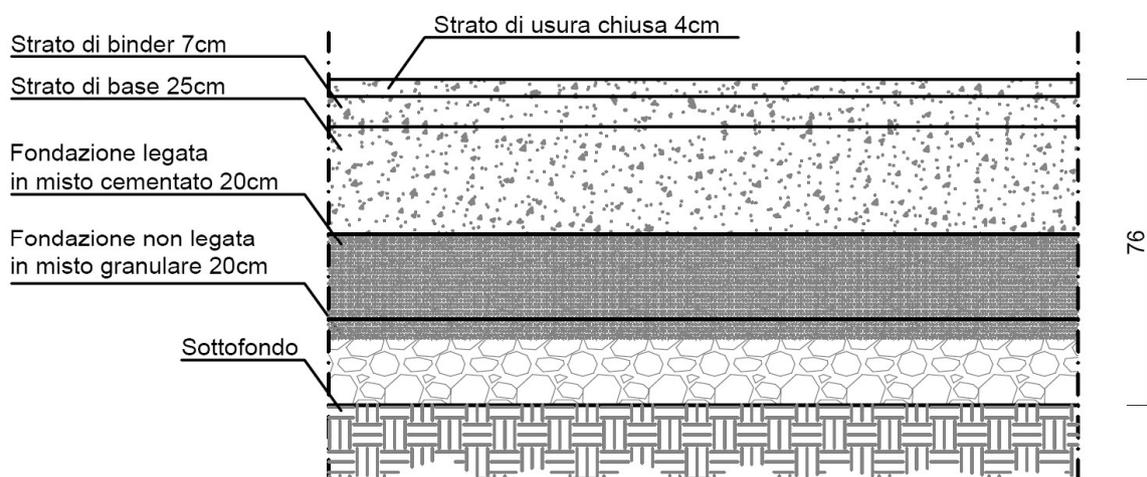


Figura 39 - Sovrastruttura di progetto

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder (per uno spessore di 5 cm) e usura con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

Per le rampe è invece previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 71 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 7 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 20 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 20 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

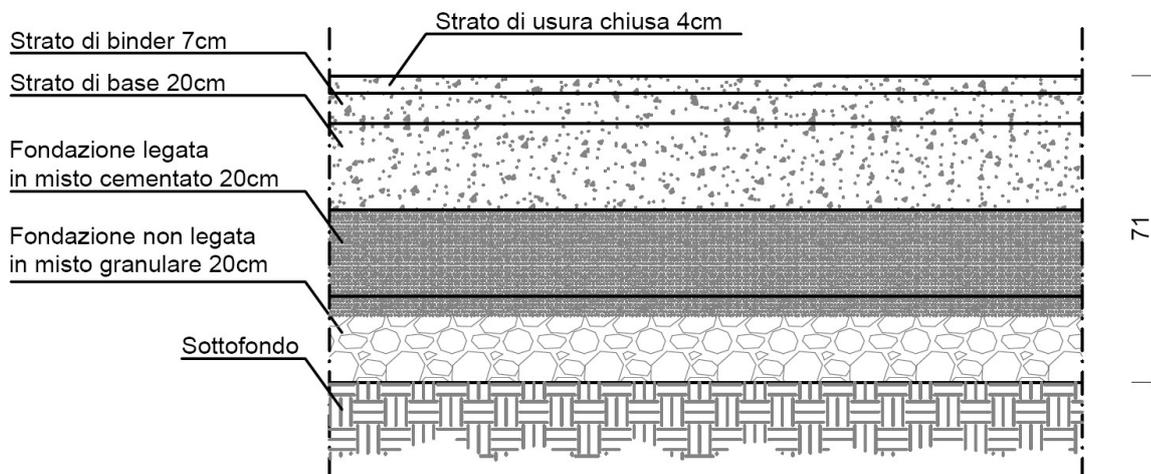


Figura 40 - Sovrastruttura di progetto - rampe

La verifica strutturale della pavimentazione è stata eseguita con una procedura di tipo razionale utilizzando i criteri di progetto proposti dall'Asphalt Institute e ipotizzando per la sovrastruttura un periodo di progetto pari a 20 anni.

La determinazione del numero di carichi che dovrà sopportare la struttura della pavimentazione è stata effettuata tenendo conto dei soli veicoli commerciali in quanto questi sono gli unici che influenzano il comportamento strutturale.

I dati di traffico pesante utilizzati per la verifica della sovrastruttura sono stati desunti dallo studio di traffico allegato al progetto.

Si riportano di seguito il numero di assi di progetto nella vita utile per le due tipologie di pavimentazione:

	Numero assi vita utile (80 kN/vita utile)
Sovrastruttura di progetto	1,46E+08
Rampe	7,48E+07

7.3 OPERE A VERDE

Le opere a verde hanno l'obiettivo di inserire l'infrastruttura stradale e le opere ad essa collegate nell'ambiente attraversato, di fornire un elemento utile contro l'inquinamento atmosferico da essa prodotto, di riqualificare gli ambiti marginali interessati dai lavori, di valorizzare i corridoi ecologici rappresentati dai corsi d'acqua e di recuperare, dal punto di vista ambientale, le aree utilizzate nella fase di cantierizzazione.

Tali opere consistono in interventi vegetazionali, quali inerbimenti ed impianti di specie vegetali autoctone, queste ultime scelte in base alle fitocenosi potenziali e alle caratteristiche microclimatiche del sito, adottati con tipologie diversificate a seconda della funzione che l'intervento puntualmente deve svolgere, anche combinando più tipologie.

Per realizzare gli obiettivi ed i criteri progettuali descritti nel relativo paragrafo della presente relazione, si sono definite le seguenti tipologie di opere a verde, differenziate a seconda della funzione svolta da ciascuna di esse:

- TP01 – **Fascia boscata** – gruppo arboreo arbustivo
- TP02 – **Fascia arboreo arbustiva** – gruppo arboreo arbustivo
- TP03– **Fascia arbustiva mista** – gruppo arbustivo con specie di altezze < o > di 1,50 m
- TP04– **Fascia basso arbustiva** – gruppo arbustivo con specie < 1,50 cm
- TP05– **Prato polifita** – Inerbimenti aree di impianto e aree cantiere

La composizione floristica delle tipologie suddette si è basata sulla serie dinamica della vegetazione potenziale naturale, scegliendo specie autoctone e mirando al al migliore attecchimento dei soggetti arborei e arbustivi in quanto specie tipiche, già adattate al territorio e capaci di adattarsi alle caratteristiche ambientali del sito in oggetto.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali, strutturali e di impianto delle tipologie a verde in divduate si rimanda all'elaborato "Abaco degli interventi vegetazionali", mentre la loro distribuzione è rappresentata nelle "Planimetrie di progetto" e, infine, le distanze di impianto sono definite nelle "Sezioni tipo".

Le tipologie di opere a verde sopra elencate potranno essere ulteriormente ottimizzate a fronte di una puntuale definizione degli interventi di mitigazione, che potrà emergere dal maggior dettaglio del progetto infrastrutturale e dalle relative interazioni con il territorio attraversato o da particolari situazioni morfologiche.

7.4 INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA

A supporto del progetto definitivo è stato sviluppato uno studio acustico. Esso è stato svolto effettuando, innanzitutto, un'indagine fonometrica sui principali ricettori interessati dal progetto. I risultati di tale indagine hanno permesso, quindi, di verificare l'attendibilità del modello di previsione dell'inquinamento acustico adottato. Il modello, una volta tarato, è stato utilizzato per prevedere l'impatto acustico, evidenziando che, per alcuni ricettori, le simulazioni hanno mostrato superamenti dei limiti esterni vigenti, come peraltro già avviene nello stato attuale. A fronte di questi superamenti sono state progettate le possibili soluzioni mitigative.

La soluzione principale di mitigazione sarà quindi la realizzazione delle barriere acustiche con le quali si prevede di mitigare l'impatto acustico e di garantire il rispetto dei limiti acustici vigenti esterni ed interni ex DPR 142/04 in tutta l'area interessata dall'intervento. I miglioramenti che saranno ottenuti con l'installazione delle barriere acustiche di progetto sono significativi: il numero di ricettori residenziali fuori limite esterno notturno si riduce del 63% circa.

L'impegno complessivo in opere di mitigazione risulta pari ad uno sviluppo complessivo di 1.458 m, per una superficie di 6.641 m². Dai dati di sintesi forniti risulta pertanto conseguito l'obiettivo posto a base della progettazione acustica di pervenire a un generale e diffuso miglioramento del clima acustico causato dal traffico stradale.

Per quanto riguarda la scelta architettonica delle tipologie delle barriere antirumore per la riduzione dell'inquinamento acustico, essa scaturisce da riflessioni inerenti innumerevoli aspetti, acustici innanzitutto, ma anche architettonico-strutturali e costruttivi, in funzione della tipologia di sezione stradale attraversata (rilevato e opera d'arte), da considerazioni di natura economica, dalla necessità di soddisfare un'articolata serie di requisiti non solo acustici ma anche meccanici, strutturali e di sicurezza.

L'obiettivo primario del contenimento acustico deve essere accompagnato da valutazioni sul piano architettonico e dell'impatto ambientale (effetti visivi e percettivi dell'utente dell'infrastruttura e di chi ne sta al di fuori), in funzione dei contesti attraversati (urbani, extraurbani, punti di particolare pregio storico o paesaggistico), in modo tale da conseguire risultati apprezzabili sulla qualità complessiva del sistema infrastrutturale e dell'ambiente.

La scelta architettonica delle tipologie di barriere antirumore risulta congruente con quanto già previsto nel progetto del Passante di Bologna con le quali condividono il passo e la tipologia dei montanti, il colore verde coerente con le richieste della Sovrintendenza. Tuttavia, non si esclude che per determinate situazioni o particolari richieste che scaturiranno dall'analisi del progetto presso gli Enti interessati si potranno proporre altre soluzioni tipologiche rispetto a quelle ora previste in progetto e rappresentate nelle figure seguenti:

BARRIERA TIPO 1C
 OPACA - H5

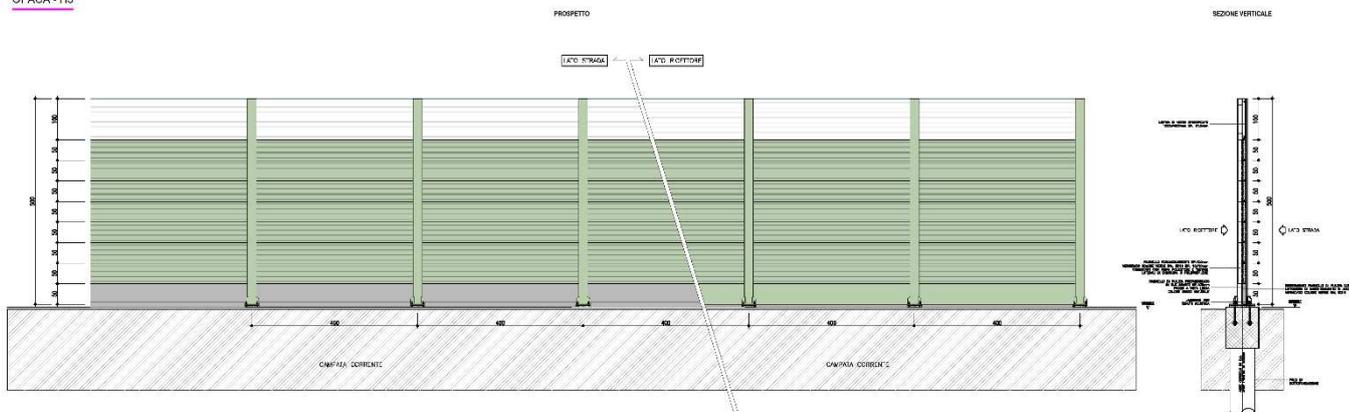


Figura 41 - Tipologico barriera antirumore opaca

BARRIERA TIPO 2B
 TRASPARENTE - H4

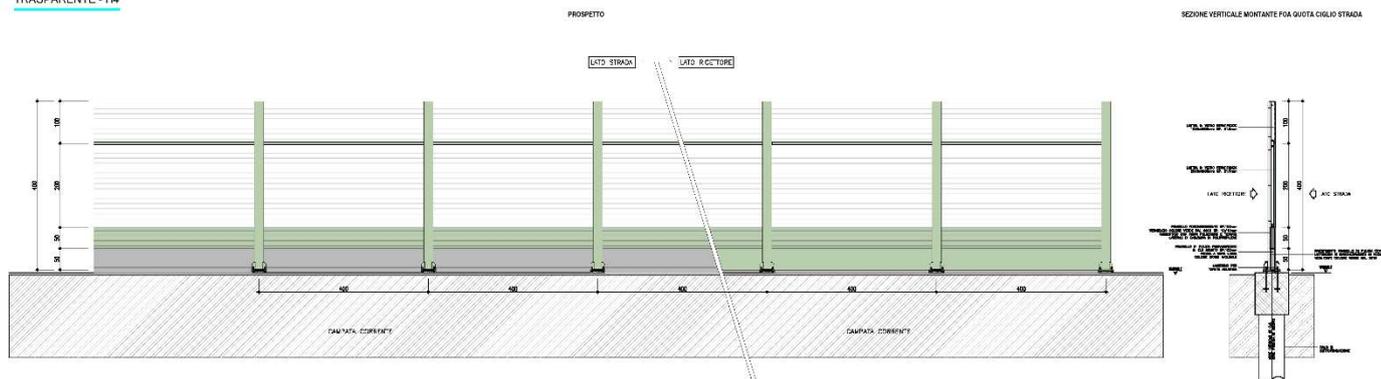


Figura 42 - Tipologico barriera antirumore trasparente

Progetto Definitivo

A seguire si riporta l'elenco delle barriere antirumore previste in progetto.

Tabella 8 - Elenco FOA previste nel progetto

BARRIERE ACUSTICHE			
Carreggiata	ID	Altezza barriera (m)	Lunghezza barriera (m)
Nord	FO 01	5	78
Nord	FO 02	5	135
Sud	FO 03	5	211
Nord	FO 04	4	105
Sud	FO 05	2	38
Sud	FO 06	5	87
Sud	FO 07	4	114
Sud	FO 08	6	129
Sud	FO 09	5	119
Sud	FO 10	4	143
Nord	FO 11	5	148
Sud	FO 12	3	151

8. GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO

Ai fini di una corretta elaborazione tecnico-economica del progetto e di un'adeguata valutazione dell'iniziativa sotto il profilo dell'impatto ambientale l'inquadramento della gestione delle terre è previsto nell'ambito del DPR 120/2017, relativi alle opere non soggette a Valutazione di Impatto Ambientale, in riferimento alla definizione dell'art. 2 comma 1 lett. u, con inquadramento all'art. 22 del medesimo decreto (e richiamo alla dichiarazione del produttore di cui agli artt. 20 e 21 del medesimo decreto).

Nell'ottica di maggior tutela dell'interesse ambientale, le terre da scavo sono in tal modo qualificate come sottoprodotti, in riferimento all'art. 184bis del D.Lgs. 152/2006 smi, e riutilizzate nell'ambito dell'intervento.

Qualora risultasse dagli esiti della procedura ambientale preliminare una diversa indicazione per l'apertura di una VIA, si valuterà un diverso inquadramento ai sensi dell'art. 2, comma 1 lett. v, del DPR 120/2017 e la redazione di Piano di utilizzo come disposto dall'art. 9 del medesimo decreto.

Il proponente pertanto valuterà tale disposizione, previa conferma e verifica, con ulteriori riscontri nel seguito dello sviluppo progettuale, delle condizioni definite dalla normativa vigente (DPR 120/17) per il riutilizzo dei materiali qualificati come sottoprodotti,

Nel seguito si anticipano i contenuti della dichiarazione del produttore, ai sensi degli articoli succitati, che dovrà essere svolta dall'impresa esecutrice dei lavori in qualità di produttore:

- le modalità e gli esiti della caratterizzazione ambientale dei terreni di scavo e dei siti di destinazione eseguita nell'ambito dello sviluppo della progettazione;
- le quantità di terre e rocce da scavo previste in progetto con la specificazione delle quantità destinate all'utilizzo come sottoprodotti.

Tutti i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposti alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm. Allo stesso tempo alcune tipologie di materiali identificate quale rifiuto, perché riferite ad operazioni di demolizione e costruzione, sono opportunamente gestiti in impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica, come ad es.: i fanghi di risulta derivanti da perforazioni profonde per la realizzazione di pali e diaframmi e dalla bagnatura degli scavi; il materiale proveniente da demolizioni e smantellamento e/o cernita di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, ecc).

Si evidenzia che la gestione dei materiali è caratterizzata da sole operazioni di scavo all'aperto, riferite a lavorazioni principali per la bonifica e preparazione del piano di posa e successiva sistemazione del rilevato stradale. Sono previsti alcuni scavi profondi per le opere di scavalco di viabilità stradale e autostradale.

Sulla base delle evidenze emerse nella fase cognitiva sul territorio e dello sviluppo progettuale che evidenziano alcune peculiari caratteristiche:

- particolarità e tipologia delle opere previste, caratterizzate dalla continuità e dalla disposizione dei rilevati stradali;
- contesto territoriale omogeneo e tipologia delle aree interferite (ad es caratteristiche morfologiche, uso del suolo interferenze antropiche e insediamenti urbanizzati),
- caratteristiche litologiche, con la presenza continua in superficie di terreni con percentuali prevalenti di materiali fini (limi ed argille), e di depositi profondi costituiti principalmente da sabbie e ghiaie.

Sulla base di tali considerazioni e delle fasi di lavorazione previste in progetto, la gestione delle terre e rocce da scavo seguirà un unico ambito di cantierizzazione. I movimenti delle terre da scavo avverranno lungo le viabilità esistenti, con deposito intermedio posto all'interno dell'area di cantiere a supporto di tutte le lavorazioni.

8.1 BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO

Le lavorazioni connesse alla realizzazione degli interventi in oggetto prevedono l'esecuzione di operazioni unicamente all'aperto. Come indicato l'impostazione generale si basa sull'ipotesi di scavo (con eventuale

deposito temporaneo) e successivo riutilizzo dei materiali di risulta derivanti dai lavori di costruzione del progetto.

Il bilancio delle terre riportato riassume i quantitativi dei materiali che saranno movimentati per la realizzazione dei diversi interventi, indicando i volumi in banco degli scavi e dei riutilizzi ricavati dagli elaborati progettuali. Rispetto al volume in banco, si dovrà tenere conto sia del fisiologico rigonfiamento che si verifica nelle terre e nei materiali da scavo al momento della loro estrazione dal banco naturale, sia dell'effetto, in termini di modifiche di volume, prodotto dalle tecniche utilizzate per il loro reimpiego.

I dati di seguito sono riferiti al computo esecutivo (elaborati a codifica CCP), al quale si rimanda per maggiori dettagli. I volumi stimati sono i seguenti:

Tabella 9 - Sintesi delle quantità movimentate

	CORPO STRADALE	VEGETALE	CANTIERI e FASI	TOTALE
	mc			
PRODUZIONI TOTALI da SCAVI	138.887	18.404	17.648	174.940
FABBISOGNI TOTALI	197.334	1.3072	69.466	279.872
RIUTILIZZI TOTALI come SOTTOPRODOTTI	95.567	13.072	17.648	126.287
FONTI ESTERNE TOTALI	101.768	0	51.817	153.585
ESUBERI TOTALI da gestire in impianti autorizzati	43.321	5.332	51.817	100.470
di cui esuberanti provenienti da scavi	43.321	5.332	0	48.653
di cui esuberanti di materiale fornito in opera	0	0	51.817	51.817

La tabella evidenzia che i volumi di scavo complessivi per la realizzazione dell'intervento sono pari a circa 157.300. mc, così suddiviso: 138.900 mc circa provenienti dagli scavi di inerti lungo il tracciato stradale in progetto (parte dei quali, circa 17.600 mc, da lavorazioni di scavi per fondazioni profonde, mentre circa 121.300 da scavi di sbancamento e di fondazione a sezione obbligata); 18.400 mc circa dalle operazioni di scotico del vegetale (spessore medio di circa 20 cm).

A queste quantità devono essere considerate le lavorazioni per la predisposizione dei cantieri, che prevedono una produzione di scavo pari a circa 17.700 mc; questi volumi saranno completamente riutilizzati, al termine degli interventi, per la sistemazione definitiva delle aree, finalizzata alla restituzione ed al ripristino delle stesse.

La produzione totale di materiale scavato pertanto risulta essere pari a circa 175.000 mc.

Il riutilizzo, ai fini dell'inquadramento a sottoprodotti del materiale ai sensi dell'art.184-bis (Sottoprodotto) del DLgs 152/2006 e dei requisiti ambientali specificati negli articoli 4 e 20 del DPR 120/2017, è stimato in 126.300 mc complessivi (pari al 72% del totale), così previsti in opera:

- sistemazione del terreno vegetale nei cigli, nelle scarpate e nelle rotatorie per un volume complessivo di circa 13.100 mc, soddisfacendo completamente il fabbisogno previsto e prevedendo quindi un esubero di circa 5.300 mc;
- realizzazione del rilevato stradale, dei riempimenti e reinterri per un volume complessivo di circa 95.600 mc;
- predisposizione aree di cantiere, come già indicato, in 17.700 mc.

Da ciò si evince che il riutilizzo degli scavi inerti per la fondazione stradale in rilevato o in opera è parziale, in relazione alle caratteristiche di idoneità tecnica del materiale escavato: infatti è previsto il ricorso al trattamento con legante idraulico per un volume stimato di circa 25.800 mc, mentre la restante parte (circa 69.800 mc) potrà essere riutilizzata tal quale. L'esubero previsto dagli scavi all'aperto, pur avendo i requisiti ambientali

ideali (si veda paragrafo successivo), non presenterebbe le caratteristiche tecniche adeguate al riutilizzo in opera, pur con l'applicazione di tecniche di miglioramento prestazionale.

Si precisa che la procedura di trattamento con legante a calce o cemento è infatti finalizzata al miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera dei terreni ed è quindi applicata per conferire al materiale le caratteristiche geotecniche, compreso il grado di umidità, necessarie per conferire all'opera la portanza richiesta. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta.

Sulla base delle quantità e delle considerazioni sopra riportate, pertanto, il fabbisogno complessivo (circa 279.000 mc), necessari alla realizzazione degli interventi ed alle lavorazioni nelle diverse fasi di cantierizzazione (rif a predisposizione propedeutica delle aree di cantiere o dei rilevati provvisori per le viabilità), deve essere soddisfatto da forniture ed approvvigionamenti esterni e da eventuali operazioni di recupero dei materiali provenienti dalle demolizioni. Questi materiali, approvvigionati con fornitura esterna, saranno accompagnati dalla relativa certificazione di idoneità tecnico-ambientale, oltre che quella prestazionale, in modo tale da non modificare il quadro ambientale di riferimento.

Ad esclusione del vegetale, pertanto la fornitura di materiali tecnicamente idonei e conformi ai requisiti ambientali prevede circa 153.600 mc, di cui circa 39.500 mc di materiale pregiato, relativi soprattutto al sistema di drenaggio anticapillare e di circa 51.800 mc necessari per le fasi propedeutiche di intervento.

Questi ultimi volumi saranno necessariamente rimossi e smaltiti in impianti di recupero una volta terminate le finalità di utilizzo nella logistica della cantierizzazione. A queste quantità si aggiungono circa 43.300 mc di materiale di scavo e circa 5.300 mc di vegetale che, come detto, non trovano disponibilità in opera o non riutilizzabili per i requisiti prestazionali scadenti (si tratta di circa il 28% sul totale di circa 175.000 mc complessivi scavati).

Nell'ambito della gestione a rifiuto inoltre, sono previsti circa 3.000 mc provenienti dalle attività di demolizione di manufatti in calcestruzzo e circa 87.300 mc di pavimentazione e di fondazione stradale: questi volumi potranno comunque essere recuperati in impianti autorizzati. Anche le parti in acciaio (stimate pari a circa 266 tonnellate) sono destinate anch'esse allo smaltimento in impianto dedicati.

8.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO

Il tracciato di progetto è stato interessato da 3 diverse campagne di indagine per la caratterizzazione ambientale dei terreni in sito, svolte in 3 differenti periodi a seconda delle diverse fasi di progettazione (Ottobre 2016, Maggio-Giugno 2018 e Aprile - Maggio 2021). Per i dettagli in merito alla campagna di indagine per la caratterizzazione dei terreni in sito, si rimanda allo Studio Preliminare Ambientale ed ai relativi allegati, si riportano di seguito le risultanze della campagna.

La caratterizzazione delle caratteristiche chimiche dei terreni di interessati è stata definita in base all'estensione delle aree o tratti di progetto con lo scopo di ottenere, prima della fase di scavo, un esaustivo grado di conoscenza dei requisiti ambientali. Tale attività ha avuto anche la finalità di determinare eventuali situazioni di contaminazione o di individuare valori di concentrazione elementare riconducibili al fondo naturale.

L'individuazione della densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione è stata basata su considerazioni di tipo ragionato lungo i diversi ambiti, in considerazione degli interventi e delle opere da realizzare.

I punti d'indagine hanno seguito pertanto un modello statistico e sono stati localizzati in posizione opportuna, in corrispondenza delle aree di scavo per la realizzazione delle opere d'arte e del futuro rilevato per la bonifica e sistemazione del piano di posa,

I punti di indagine lungo il tracciato di interesse effettivamente soggetti a campionamento ed analisi sono stati in totale 14, con il prelievo di 32 aliquote di terra da scavo, sottoposte poi alle verifiche in laboratorio (si veda la tabella seguente).

Tabella 10 - Elenco dei punti di indagine per la caratterizzazione ambientale

	Codice	X coord	Y coord	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
		(Gauss- Boaga)	(Gauss- Boaga)		
		m	m		
1	F1	1680798,8	4912023	3	0,0-1,0; 13,0-14,0; 29,0-30,0;
2	PZ-F1	1680922	4911505	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;
3	PZ-F2	1680974	4911200,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;
4	PZ-F3	1680684	4910863	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;
5	FS1	1688415,3	4940934,4	3	0,0-1,00; 1,00-2,00; 4,00-5,00
6	FS2	1688985,6	4940642,6	3	0,0-1,00; 2,00-3,00; 8,00-9,00
7	F-PZ1	1690558,1	4939911,8	2	0,0-1,00; 1,00-2,00;
8	F-PZ2	1690862,6	4939782,4	2	0,0-1,00; 1,00-2,00;
9	F-PZ3	1690682,1	4939707,2	2	0,0-1,00; 1,00-2,00;
10	F6	1680798,8	4939828,0	3	0,0-1,00; 2,00-3,00; 8,00-9,00
11	F3	1680684,0	4910863,0	2	0,0-1,00; 1,00-2,00;
12	F5(DH)	1680569,2	4881898,0	2	0,0-1,00; 1,00-2,00;
13	PZFS6	1680454,4	4852933,0	2	0,0-1,00; 1,00-2,00;
14	PZFS7	1680339,5	4823968,0	2	0,0-1,00; 1,00-2,00;
Totale prelievi				32	

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025. Si è eseguito il set analitico di base, proposto in normativa:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tabella 1, allegato 5 alla parte Quarta del D.Lgs. n. 152/06;
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Sommatoria organici aromatici;
- Amianto.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di scavo.

8.2.1 Compatibilità ambientale delle terre da scavo

Dalle risultanze della campagna di indagine svolta emerse non sono state rilevate criticità tali da impedire l'impiego delle terre scavate per la costruzione di rilevati, riempimenti e sottofondi stradali.

I risultati sono sintetizzati nella seguente tabella, dove sono segnalati il numero di superamenti dei limiti di colonna A (3 campioni), mentre il resto risulta essere idoneo al riutilizzo in aree verde e residenziali. Per dettaglio si rimanda allo Studio Preliminare Ambientale ed ai relativi allegati:

Tabella 11 - Sintesi degli esiti analitici di laboratorio rispetto ai limiti di riferimento

CSC			
	A	B	Totale
Totale campioni	29	3	32

% su intero intervento			
Totale	90,6	9,4	100,0

L'esito della campagna di caratterizzazione ha confermato l'idoneità ambientale dei terreni da movimentare. Tali risultati consentono, quindi, di affermare che, data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutte le terre da scavo sono utilizzabili**, per la realizzazione di rinterri e rilevati nell'ambito dell'opera infrastrutturale, per la quale è prevista una **destinazione d'uso industriale/commerciale**. In sintesi infatti si segnala:

1. l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06;
2. tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
3. la maggior parte dei materiali evidenzia concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o anche come reimpiego in porzioni sature;
4. **tutti i materiali soddisfano i requisiti di compatibilità ambientale**, avendo verificato la qualità ambientale in relazione anche alla coincidenza dei siti di scavo con le destinazioni di riutilizzo.

Pertanto, al meglio delle attuali conoscenze, si conferma che il suolo scavato soddisfa i requisiti pertinenti la protezione dell'ambiente e non porterà ad eventuali impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana, rispondendo, ai criteri indicati dalla definizione di sottoprodotto.

8.3 DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE AD IMPIANTO

Oltre a quanto riportato nel paragrafo introduttivo del presente capitolo, l'articolo 184, al comma 3, lettera b), del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. come modificato dall'art. 11 del D. Lgs. 205/2010, classifica come "rifiuti speciali", i materiali da operazioni di demolizione, e quelli derivanti dalle attività di scavo in cantiere per cui il produttore abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi o per cui l'analisi di caratterizzazione ambientale non abbia soddisfatto i requisiti di idoneità al riutilizzo.

Tali rifiuti, sono solitamente identificati al capitolo 17 del C.E.R. (Codice Europeo dei Rifiuti): rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione.

I rifiuti speciali possono essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, nella forma del cosiddetto "deposito temporaneo" (art. 183, comma 1, lett. bb). In ragione di quanto previsto dal cosiddetto "principio di precauzione e di prevenzione", tale deposito deve essere "controllato" dal suo produttore o detentore e, quindi, questi devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo precise modalità.

Dal deposito temporaneo interno al cantiere, i rifiuti da demolizione e costruzione devono obbligatoriamente essere conferiti a soggetti debitamente autorizzati allo svolgimento delle fasi di recupero o, in alternativa, a fasi residuali di smaltimento.

I rifiuti pertanto possono essere avviati a:

- Smaltimento: presso impianto di stoccaggio autorizzato per il successivo conferimento in discarica per rifiuti inerti.
- Recupero: presso impianti, fissi o mobili, debitamente autorizzati.

Ai fini della corretta gestione del rifiuto prodotto, il produttore è tenuto a:

- attribuire il CER corretto e la relativa gestione;
- organizzare correttamente il deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
- stabilire le modalità di trasporto e verificare l'iscrizione all'Albo del trasportatore (Albo Nazionale Gestori Ambientali);
- definire le modalità di Recupero/Smaltimento e individuare l'impianto di destinazione finale, verificando l'autorizzazione del gestore dell'impianto presso cui il rifiuto verrà conferito;
- tenere, ove necessario, la tracciabilità della gestione del rifiuto (ad es. registro di Carico/Scarico, Formulario di Identificazione dei Rifiuti, ecc).

Nel caso di recupero dei rifiuti, l'Appaltatore deve dare evidenza dell'iter autorizzativo ai sensi del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. conseguito e della documentazione tecnica relativa. La gestione delle autorizzazioni da parte dell'ente di competenza territoriale ex artt. 208, 210, 211 D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e le comunicazioni ex-art.216, del medesimo decreto, per impianti e attività di gestione dei rifiuti, è riferita alle norme di competenza dei servizi ed al rilascio delle autorizzazioni.

9. CANTIERIZZAZIONE E DURATA DEI LAVORI

9.1 AREE DI CANTIERE

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate, dopo un'attenta analisi del territorio, le seguenti aree di cantiere:

- **CB01** - L'area di superficie pari a 20.675 mq sarà destinata a Campo Base, Cantiere Operativo e Area di deposito del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (5.825 mq).
- **CT01** - L'area di superficie pari a 7.700 mq sarà destinata a Campo Travi (5.200 mq) e Area di deposito del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (2.500 mq).
- **ADS01** - L'area di superficie pari a 1.600 mq sarà destinata ad Area di Supporto.
- **ADS02** - L'area di superficie pari a 1.000 mq sarà destinata ad Area di Supporto.
- **ADS03** - L'area di superficie pari a 1.000 mq sarà destinata ad Area di Supporto.
- **ADS04** - L'area di superficie pari a 1.050 mq sarà destinata ad Area di Supporto.
- **ADS05** - L'area di superficie pari a 1.875 mq sarà destinata ad Area di Supporto.
- **ADS06** - L'area di superficie pari a 950 mq sarà destinata ad Area di Supporto.
- **ADS07** - L'area di superficie pari a 1.000 mq sarà destinata ad Area di Supporto.

All'interno delle aree saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione dei lavori, a meno degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo, che dovranno essere reperiti sul territorio.



Figura 43 - Localizzazione campi base CB001 e CT001

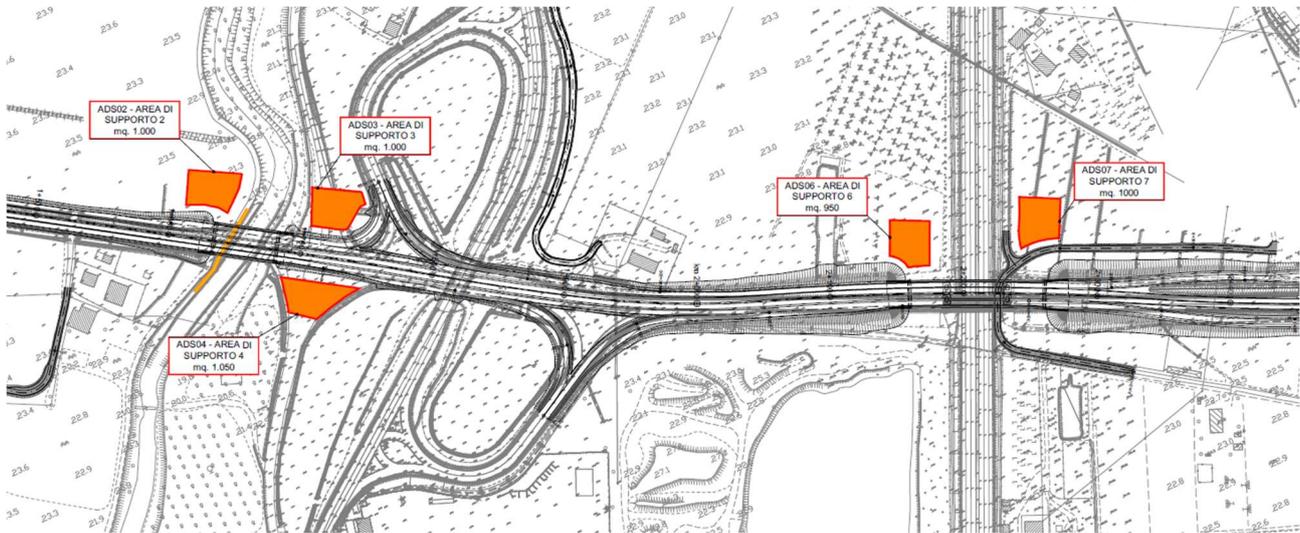


Figura 44 - Localizzazione aree di supporto

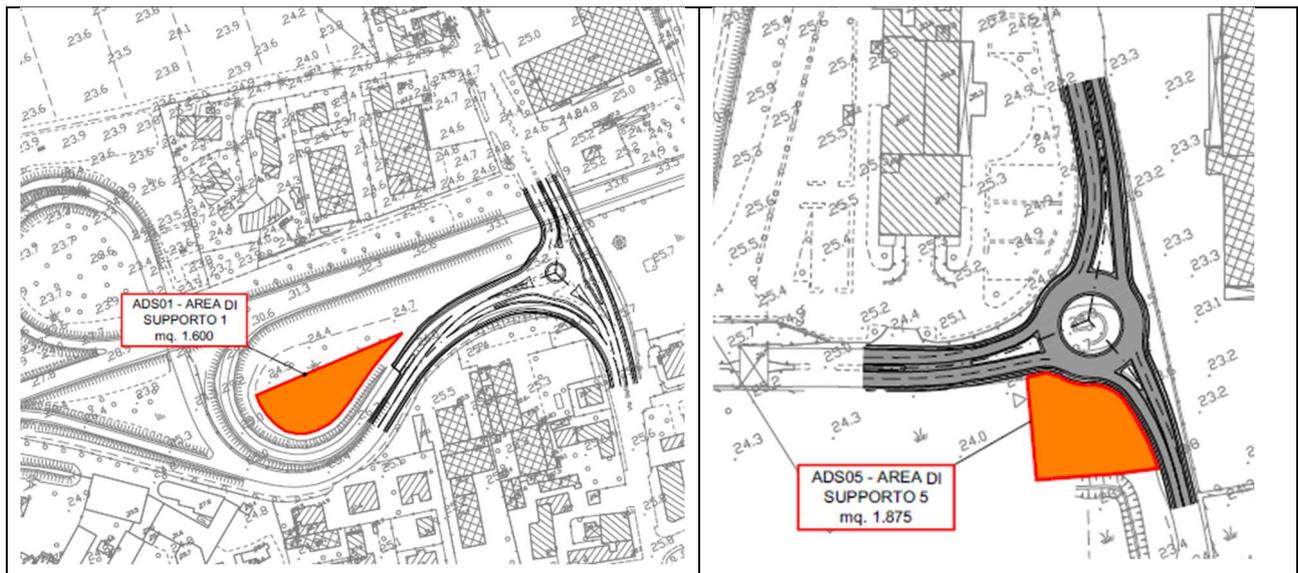


Figura 45 - Localizzazione aree di supporto rotatorie

9.2 DURATA DEI LAVORI

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse comportano una stima sulla durata dei lavori pari a 42 mesi.

10. SOMME A DISPOSIZIONE

10.1 ESPROPRI

Le principali leggi e sentenze in materia espropriativa alle quali si è fatto riferimento:

- DPR 327 del 8 giugno 2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni;
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (abrogazione art. 37 D.P.R. 327/2001);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10 Giugno 2011 (Dichiarazione di Incostituzionalità dei Valori Agricoli Medi - G.U. I^a s.s. n. 26 del 15.06.2011);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 388 del 22.12.2012 (Dichiarazione di Incostituzionalità dell'art 37 comma 7 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i.).

Il presente progetto evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi occupare a titolo definitivo e temporaneo per la realizzazione delle opere in esame.

Tale sezione è composta di una parte grafica (piano particellare) e di una descrittiva (elenco ditte da espropriare).

La parte grafica riporta la proiezione del perimetro delle aree da doversi occupare in modo permanente o temporaneo sulla mappa catastale, con la sovrapposizione della stessa mappa al rilievo reale e alla planimetria di progetto con ancoraggio a punti significativi (punti trigonometrici, capisaldi in genere).

La parte descrittiva contiene invece l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi occupare. Per ciascuna ditta sono stati riportati i mappali da occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle in occupazione e degli altri elementi di identificazione catastale (qualità, classe, reddito dominicale, reddito agrario).

A ciascuna ditta catastale interessata è stata attribuita una numerazione tenendo conto dell'eventuale accorpamento di più particelle in capo alla singola proprietà.

Per le stesse occupazioni infine sono stati conteggiati gli oneri come stabiliti dal Testo Unico sulle espropriazioni D.P.R. 327/2001 e s.m.i..

10.2 INTERFERENZE

Sono definite interferenze tutti quelle reti tecnologiche che interferiscono direttamente con le nuove opere o che interferiscono con le modalità operative (piante scavi, cantierizzazione dei lavori ed ecc) e che pertanto hanno una rilevanza nei piani di sicurezza e di coordinamento.

Le attività di ricerca delle reti sono state mirate ad acquisire le informazioni relative alle caratteristiche delle stesse prima di tutto con sopralluoghi e successivamente attraverso contatti avuti con il personale competente dell'Amministrazione Comunale e degli Enti Gestori.

Dalle attività di confronto come sopra citate si sono riscontrate le seguenti tipologie di reti tecnologiche:

- Reti di approvvigionamento idrico (acquedotto);
- Reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali e collettori consortili);
- Reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (alta ed altissima tensione, media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione);
- Reti di trasporto e distribuzione gas (gasdotti alta pressione, gasdotti media e bassa pressione per utenze private);
- Reti di telecomunicazione e relativi cablaggi (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche);

Progetto Definitivo

Gli elaborati grafici predisposti racchiudono una visione d'insieme di tutte le reti interferenti rilevate e i tracciati riscontrati vengono indentificati con polilinee colorate, da numerazione progressiva collegata successivamente alla tabella riepilogativa del censimento delle interferenze.

Nonostante l'estrema attenzione riposta nel presente studio non è possibile escludere in forma categorica la presenza di ulteriori reti tecnologiche oltre a quelle individuate e censite.

Come anticipato, tutte le interferenze sono state catalogate, suddivise in base alla tipologia di rete e per quelle interferenti sono state individuate le modalità di risoluzione che variano a seconda del luogo dove si interviene.

Dal punto di vista economico, per gli impianti oggetto di risoluzione, ci siamo basati sulle esperienze pregresse di confronto con gli Enti Gestori interessati.

Tali oneri tengono conto di tutto quanto necessario: rotture di sedi stradali, trasporto alla discarica dei materiali di risulta, riprese, pozzetti di derivazione, controtubi, sfiati ecc., deviazioni e collegamenti temporanei per la continuità del servizio.

Si precisa che lo studio è mirato a tutte le interferenze, di qualsiasi natura e consistenza, senza una verifica della possibile regolamentazione con specifiche convenzioni, che, nelle fattispecie, potrebbero far carico agli Enti l'onere di eventuali spostamenti o adeguamenti richiesti.