Soggetto attuatore della progettazione

STAZIONE APPALTANTE
Regione Toscana
Settore trasporto pubblico locale

IL DIRIGENTE
Ing. Enrico Becattini

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Enrico Becattini

IL DIRETTORE ESECUTIVO DEL CONTRATTO
Ing. Michela Di Matteo

Soggetto appaltante esecuzione lavori

STAZIONE APPALTANTE
Provincia di Grosseto
Servizio Viabilità

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Alessandro Vichi

IL SUPPORTO AL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Geom. Maurizio Bellaveglia

IL DIRETTORE DEI LAVORI
Ing. Gianluca Monaci

PROGETTO DEFINITIVO - VARIANTE N. 1

REGIONE LIGURIA · Regione Toscana · REGIONE LAZIO · MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI · Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

CICLOVIA IRRENICA

Regione Toscana
Lotto prioritario 2B - Costa della Maremma
Stralcio 1
dal Comune di Follonica al Comune di Scarlino

ATI ESECUZIONE LAVORI

impresa f.lli Massai s.r.l. — Mandataria capogruppo

sales — LAVORI EDILI STRADALI MARITTIMI E MINERARI DAL 1946 — Mandante

RT PROGETTISTI INDICATI

smart engineering — CONNECTING HORIZONS — Mandataria capogruppo

enser

HYDRO GEA VISION

D.R.E.A.M. ITALIA — Mandanti

COORDINAMENTO GRUPPO DI PROGETAZIONE
INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
PROGETTAZIONE IDRAULICA
Ing. Luana BILIA - Ordine Ingegneri Lucca n. 1005

PROGETTAZIONE STRUTTURALE
Ing. Giovanni GUIGLI - Ordine Ingegneri Lucca n. 1246
Ing. Michele BIANCHINI - Ordine Ingegneri Bologna n. 6875

ASPETTI NATURALISTICO FORESTALI
Dott. For. Katuscia BEGLIOMINI - Ordine Dott. Agronomi e Dott. Forestali Pistoia n. 135

ASPETTI GEOLOGICI
Dott. Geol. Massimo PELLEGRINI - Ordine Geologi Toscana n. 418

ASPETTI PAESAGGISTICI
Arch. Jessica BACCHI - Ordine Architetti P.P.C. Pisa n. 1115

01_ELABORATI GENERALI

RELAZIONE GENERALE

NOME FILE					SCALA	DATA	ELABORATO N.
0624	DXX	GEN	002	A	-	Settembre 2024	1.1.2

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Settembre 2024	Emissione per CdS	Saia	Ciuffardi	Bilia

Sommario

1 PREMESSA 2
1.1 Premessa 2
1.2 Progetto definitivo dei lotti prioritari 3
1.3 Contenuti formali del progetto 3
1.4 I criteri generali alla base del progetto della Ciclovia Tirrenica 3
1.4.1 I criteri alla base della scelta dei materiali 4
1.4.2 I criteri alla base della progettazione delle opere strutturali 4
1.4.3 Sicurezza e funzionalità 9
1.5 Barriere architettoniche 10
2 RIFERIMENTI NORMATIVI 11
3 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI STRALCIO A 13
3.1 Lo stato di fatto 13
3.1.1 Comune di Follonica 13
3.1.2 Comune di Scarlino 17
4 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI STRALCIO B 21
4.1 Lo stato di fatto 22
5 STATO DI PROGETTO 27
5.1 Comune di Follonica 30
5.2 Comune di Scarlino 32
6 PAVIMENTAZIONI: CONFRONTO TRA LE FINITURE DEL PROGETTO DEFINITIVO E DELLA VARIANTE 35
6.1 Finiture previste in progetto definitivo 35
6.2 Finiture introdotte nella variante al Progetto Definitivo 35
6.2.1 Trattamento superficiale in triplo strato 35
6.2.2 Tappeto di usura in conglomerato bituminoso drenante con legante trasparente 37
7 CONCLUSIONE 38

1 PREMESSA

1.1 Premessa

La Ciclovia Tirrenica è il progetto di una dorsale cicloturistica che corre per circa 930 km parallela al mare e si snoda da Ventimiglia a Roma, parte del Sistema Nazionale delle Ciclovie Turistiche. Il percorso della Ciclovia Tirrenica è caratterizzato dall'"affaccio sul mare" quale elemento distintivo che, da un lato ne costituisce una condizione di grande pregio ma, dall'altro, anche una difficoltà logistica per la coesistenza sulla costa di preziose funzioni di tipo residenziale e turistico accostate a quelle legate alla mobilità (rete stradale, ferroviaria, passeggiate a mare, ecc..).

TIRRENICA è un progetto di un percorso cicloturistico, tra i più lunghi d'Italia che interessa 3 regioni (Liguria, Toscana e Lazio), 11 province e un centinaio di comuni: un concetto nuovo quello di dorsale cicloturistica, da intendersi quale infrastruttura leggera, sicura, continua e interconnessa, che riapre alla fruizione pubblica il paesaggio italiano e il piacere di visitarlo, percorrerlo, scoprirlo con il ritmo giusto della bicicletta. È il paesaggio nella sua dimensione estensiva inteso come bene culturale più prezioso, il continuum fra monumenti, città e cittadini. Ed è la bicicletta a invitare centinaia di migliaia di nuovi visitatori da tutto il mondo nel territorio delle straordinarie aree del territorio italiano.

In seguito alla Legge di Stabilità 2016, con il concorso del MIT e del MIBACT è stato istituito il Sistema Nazionale delle Ciclovie Turistiche (SNCT) che oggi comprende 10 piste ciclabili di lunga distanza di importanza prioritaria, delle quali la TIRRENICA rappresenta la direttrice principale Ovest-Sud.

1. Ciclovia Ven-To,
2. Ciclovia del Sole,
3. Ciclovia dell'Acquedotto Pugliese;
4. Ciclovia GRAB Roma
5. Ciclovia del Garda
6. Ciclovia della Magna Grecia,
7. Ciclovia della Sardegna,
8. Ciclovia Adriatica,
9. Ciclovia Trieste-Lignano Sabbiadoro-Venezia,
10. Ciclovia TIRRENICA

Il Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica della Ciclovia Tirrenica è stato trasmesso al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, il 31 Agosto 2021 e sottoposto alle valutazioni del Tavolo Tecnico Operativo del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, che ha riportato delle osservazioni a cui sono seguiti dei chiarimenti ed adeguamenti del progetto nel rispetto del *Verbale di valutazione sul progetto di fattibilità tecnica ed economica* emesso dal TTO con valutazione positiva del progetto in esame. Il PFTE è stato quindi rieditato e consegnato il 18 maggio 2022.

1.2 Progetto definitivo dei lotti prioritari

A seguito della consegna del PFTE, la Regione Toscana (Delibera della Giunta regionale Toscana n 650 del 13/6/2022 "Ciclovia Tirrenica, atto d'indirizzo per l'attuazione degli interventi finanziati da fondi statali e PNRR nell'ambito delle Ciclovie Turistiche d'interesse Nazionale") ha definito i seguenti lotti prioritari:

- Lotto 1A Fosdinovo, all'interno del Comune di Fosdinovo – soggetto attuatore Regione Liguria;
- Lotto 1B - Apuano, dal Comune di Carrara (confine regionale) al Comune di Montignoso (confine Provincia di Lucca) – soggetto attuatore Provincia di Massa Carrara;
- Lotto 1C - Versiliese, dal Comune di Forte dei Marmi (confine Provincia di Massa Carrara Carrara) al comune di Viareggio fino al Canale Burlamacca - soggetto attuatore Comune di Viareggio;
- Lotto 2A - Sterpaia, tratto compreso nel comune di Piombino dalla sinistra idraulica del fosso Acqua viva fino al confine comunale con Follonica – soggetto attuatore Comune di Piombino direttamente o tramite altro soggetto dallo stesso individuato con competenza gestionale in relazione all'area di intervento;
- Lotto 2B - Costa della Maremma, tratti di completamento compresi nella provincia di Grosseto dal Comune di Follonica al Comune di Capalbio - soggetto attuatore Provincia di Grosseto.

Il lotto 2B è stato a sua volta diviso tra il tratto di Follonica - Scarlino e Orbetello – Capalbio nei seguenti stralci

- Lotto 2B - Costa della Maremma - STRALCIO 1 - dal Comune di Follonica (confine con Piombino) al Comune di Scarlino (fino al Canale Allacciante)
- Lotto 2B - Costa della Maremma - STRALCIO 2 - dal Comune di Grosseto (ponte sull'Ombrone) al Comune di Capalbio

Il presente progetto definitivo è relativo al lotto funzionale prioritario della Regione Tosacana - Lotto 2B - Costa della Maremma - STRALCIO 1 - dal Comune di Follonica (confine con Piombino) al Comune di Scarlino (fino al Canale allacciante). Il tracciato della ciclovia comprende anche la passerella sul canale Allacciante di Scarlino.

1.3 Contenuti formali del progetto

Il progetto è redatto secondo le prescrizioni contrattuali e assicura la rispondenza al livello di progettazione definitiva conforme alla vigente normativa di cui al Codice dei contratti pubblici (D. Lgs. n. 50/2016 e s.m.i.) e agli artt. del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice (D.P.R. 5 n. 207/2010 e s.m.i.).

1.4 I criteri generali alla base del progetto della Ciclovia Tirrenica

Secondo le indicazioni richiamate nel PFTE, la Ciclovia TIRRENICA, per filosofia progettuale, vuole essere una dorsale cicloturistica e non un itinerario in promiscuo, quanto più possibile lineare, sicuro e continuo: un asse portante che si sviluppa in contesti urbani e extraurbani, incrociando reti secondarie di penetrazione nei centri urbani.

Su questo indirizzo generale poggiano i cinque criteri di riferimento generale per la progettazione e la realizzazione di tale infrastruttura:

⇒ **SICUREZZA** – Eliminazione/Risoluzione di tutte le promiscuità e discontinuità esistenti che possono mettere a repentaglio la sicurezza del ciclista. Se con il cicloturismo si vuole raggiungere un numero elevato di frequentatori occorre offrire garanzie di sicurezza a partire proprio dalla eliminazione delle interruzioni ed evitando nella misura massima possibile che il ciclista incontri il traffico motorizzato anche occasionalmente.

⇒ **SEMPLICITÀ** - La progettazione privilegia la semplicità, sia nelle soluzioni tecniche che nella decisione del tracciato.

È stata individuata solo una dorsale, perché in questo momento occorre realizzare il tracciato principale, adottando soluzioni minimali per la risoluzione delle discontinuità.

⇒ **ECONOMICITÀ** - Il progetto adotta soluzioni progettuali fondate su criteri di economicità, massima efficienza nella scelta del tracciato con soluzioni tecniche semplici e replicabili lungo tutto il percorso. Ripetere le medesime soluzioni lungo il percorso consente sensibili abbattimenti di costo e aumenta la percezione di unitarietà, ingrediente fondamentale per la costruzione di un'identità della ciclabile.

⇒ **FLESSIBILITÀ MODALE** – La costa TIRRENICA è quasi tutta affiancata dalla ferrovia, sebbene talvolta si tratti di linee minori. La Ciclovia TIRRENICA cerca di stare a ridosso della linea del ferro (mediamente non dista più di 8 km da questa) in modo da consentire - a chiunque non possa percorrere tutti i 930 km della ciclovia - di poter utilizzare il treno per alcuni tratti. Stessa cosa si può dire per la navigazione marittima che oggi non si esprime in tutta la sua potenzialità e che invece sarebbe un fattore di attrattività e successo di questa dorsale; si ricorda in particolare la connessione con l'Isola d'Elba.

⇒ **ATTRATTIVITÀ –** La Ciclovia TIRRENICA attraversa/lambisce numerose aree protette, parchi e riserve naturali all'interno delle quali si sviluppa una buona porzione del tracciato che diventa asse strutturante di una nuova rete di paesaggi a dominante naturalistica. A queste si aggiunge una notevole varietà di paesaggi costieri e rurali di pregio e una non comune ricchezza di valori urbani, dai grandi centri ai piccoli comuni, passando le medie città di grande richiamo (Ventimiglia, Sanremo, Imperia, Savona, Genova, Livorno, La Spezia, Sarzana, Viareggio, Livorno, Grosseto, Orbetello, Fiumicino, Roma).

1.4.1 I criteri alla base della scelta dei materiali

Per quanto riguarda i materiali utilizzati per la pavimentazione della ciclovia i criteri adottati sono riconducibili prevalentemente alla:

- **Durabilità e basso fabbisogno manutentivo**. L'utilizzo di asfalto e di calcestruzzo drenante garantiscono ottima durabilità e resistenza agli agenti atmosferici, conferendo all'opera massimo comfort fruitivo ed alla sua gestione caratteri di economicità in fase di esercizio.
- **Resistenza meccanica**. Uno degli aspetti principali da approfondire nel progetto di una ciclovia è l'uniformità del fondo viario e l'assenza di buche o avvallamenti che metterebbe a rischio l'utente. I materiali adottati garantiscono ottime prestazioni relativamente a questo tema.
- **Rispetto delle componenti ambientali e paesaggistiche**. I materiali utilizzati sono ad elevata integrazione ambientale. Nello specifico sono state individuate due diverse tipologie di pavimentazione in funzione all'ambito naturalistico e paesaggistico attraversato

Premesso ciò i materiali utilizzati nella progettazione, asfalto ad elevata integrazione ambientale e calcestruzzo drenante, rispondono a pieno rispetto ai criteri progettuali descritti sopra.

1.4.2 I criteri alla base della progettazione delle opere strutturali

La progettazione e verifica degli interventi è stata condotta ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzione"" e della relativa "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".

VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Pericolosità Sismica di Base

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi limiti considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita ai sensi del D.M. 17/01/2018 § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definito al ai sensi del D.M. 17/01/2018 § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito ai sensi del D.M. 17/01/2018 § 2.4.

Determinazione del Periodo di Riferimento

Secondo il D.M. 17/01/2018 § 2.4.3 le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$VR = VN \cdot CU$

La vita nominale dell'opera VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata nella seguente tabella (ai sensi del D.M. 17/01/2018 § 2.4.1 tabella 2.4.I).

	TIPO DI COSTRUZIONE	VITA NOMINALE
		V_N (in anni)
1	Opere provisorie - Opere provisionale - Strutture in fase costruttiva	≤10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensione contenute o di importanza normale	≥50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥100

In questo caso si ha un tipo 2.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastruttura, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche in riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Si considera una Classe II.

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della Classe d'uso, come mostrato ai sensi del D.M. 17/01/2018 § 2.4.3 tabella 2.4.II.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Perciò si ottiene:

VR = VN · CU = 50 · 1,0 = 50 anni

Stati Limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite d'esercizio sono:

- **Stato limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato limite di danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella 3.2.1. ai sensi del D.M. 14.01.2018.

Stati Limite		P_{VR} *Probabilitá di superamento nel period di riferimento* V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il periodo di ritorno dell'azione sismica corrispondente a ciascun stato limite vale:

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

I valori sono riportati nella seguente tabella.

Stati Limite		T_R *(anni)*
Stati limite di esercizio	SLO	30
	SLD	50

	SLV	475
Stati Limite Ultimi	SLC	975

La determinazione dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione è svolta secondo quanto indicato al § 3.2 del DM 17/01/2018, per uno smorzamento convenzionale del 5% e a partire dai valori assunti dei seguenti parametri riferiti al suolo rigido orizzontale:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del sito;
- F_C = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Analisi della struttura della passerella

I metodi di analisi impiegati sono, in accordo con quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018, quello statico lineare e il dinamico lineare con spettro di risposta.

Il metodo di analisi dinamica lineare propone una rappresentazione dell'azione sismica semplificata secondo uno spettro di risposta. Lo spettro di risposta fornisce i valori massimi delle grandezze cinematiche, quali accelerazione, velocità e spostamento, di un sistema strutturale semplificato in un oscillatore semplice secondo il periodo proprio di vibrare. Con questo strumento, i metodi d'analisi lineari ipotizzano una configurazione deformata della struttura e valutano, rispetto a questa, l'azione sismica di progetto da considerare ai fini del calcolo delle sollecitazioni. Le capacità dissipative dovute al comportamento oltre il limite elastico del materiale e degli elementi strutturali sono racchiuse in un fattore riduttivo dello spettro di risposta. Il metodo d'analisi non lineare consente di valutare il reale comportamento del sistema strutturale soggetto ai carichi verticali e ad una certa distribuzione di forze orizzontali sismiche, poiché tiene conto di tutte le non linearità del sistema: la configurazione d'equilibrio delle forze è calcolata sulla base di una deformata indotta dallo stesso sistema di forze che la genera. Per le verifiche oggetto della presente relazione, si procederà seguendo l'approccio del metodo dinamico multimodale con spettro di risposta.

CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche strutturali e geotecniche vengono effettuate facendo riferimento al metodo semi-probabilistico agli stati limite applicato così come descritto nella vigente normativa.

Vengono considerati sia gli stati limite ultimi, che sono quelli associati al collasso della struttura (o dell'insieme struttura-terreno) o alla rottura di parti di essa, sia gli stati limite di servizio, che corrispondono a condizioni oltre le quali specifiche richieste d'uso per una struttura o per un elemento strutturale non sono più soddisfatte.

Le verifiche di sicurezza verranno condotte con il Metodo dei coefficienti parziali: in tutte le situazioni progettuali significative, si verificherà che gli stati limite non vengono superati quando i valori di progetto delle azioni, delle proprietà del materiale e dei dati geometrici sono introdotti nei modelli strutturali e di carico impiegati.

La verifica del non superamento delle situazioni limite consente di concludere che la probabilità di raggiungere una certa situazione limite, durante la vita utile della struttura (o durante l'orizzonte temporale di riferimento nel caso di una fase esecutiva/costruttiva), è inferiore al valore prefissato dalla norma.

Le verifiche effettuate consentiranno di assicurare che:

- le azioni di progetto non provochino il collasso globale della struttura o del terreno (anche in situazioni eccezionali/accidentali, ad esempio sisma);

- gli effetti delle azioni di progetto non superino la resistenza di progetto della struttura allo stato limite ultimo;
- gli effetti delle azioni di progetto non superino i criteri di funzionalità per lo stato limite di servizio.

Si segnala nessun'opera in oggetto è considerata una diga o sbarramento ai sensi delle NTD 2014.

Stati limite ultimi

Per le strutture in progetto sono stati verificati, secondo i casi, i seguenti stati limite ultimi:

lo stato limite ultimo EQU: perdita di equilibrio statico della struttura o di qualsiasi parte di essa considerata come rigida;

gli stati limite ultimi STR: collasso interno o deformazione eccessiva della struttura o degli elementi strutturali.

gli stati limite ultimi GEO: collasso per carico limite verticale o laterale, scorrimento e stabilità globale.

In generale, quando si è considerato uno stato limite di equilibrio statico (EQU), si è verificato che:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$$

dove Ed,dst è il valore di progetto dell'effetto delle azioni instabilizzanti ed Ed,stb è il valore di progetto dell'effetto delle azioni stabilizzanti.

Quando si è invece considerato lo stato limite di collasso interno o deformazione eccessiva della struttura (STR), si è verificato che:

$$E_d \leq R_d$$

dove Ed è il citato valore di progetto dell'effetto delle azioni e Rd è il valore di progetto della resistenza corrispondente.

Per ogni stato limite ultimo considerato, i valori di progetto delle azioni (o dei loro effetti, secondo quanto precisato nei diversi casi) sono stati determinati combinando il valore rappresentativo delle azioni che si verificano simultaneamente nel modo seguente:

- situazioni persistenti e transitorie – basate sul valore di progetto delle azioni permanenti e dell'azione variabile dominante e sui valori di combinazione delle altre azioni variabili non dominanti (1):

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i\geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- situazioni di progetto eccezionali (o accidentali) – basate sui valori di progetto delle azioni permanenti e dell'azione eccezionale (o accidentale), sul valore frequente (o quasi permanente (2)) dell'azione variabile dominante e sui valori quasi permanenti delle altre azioni variabili:

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} "+" P "+" A_d "+" (\psi_{1,1} \text{ o } \psi_{2,1}) Q_{k,1} "+" \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- situazioni di progetto sismiche – basate sui valori caratteristici delle azioni permanenti, sui i valori quasi permanenti delle azioni variabili e sul valore di progetto dell'azione sismica:

(1) La notazione "+" significa "si combina con". Nell'espressione si è passati, secondo le modalità già descritte, dal valore caratteristico al valore rappresentativo delle azioni attraverso il coefficiente ψ

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \text{"+"} P \text{"+"} E_{Ed} \text{"+"} \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Stati limite di esercizio

Le combinazioni considerate per le verifiche agli stati limite di servizio sono definite dalle seguenti espressioni:

Combinazione caratteristica (rara)

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \text{"+"} P \text{"+"} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i\geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinazione frequente

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \text{"+"} P \text{"+"} \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinazione quasi permanente

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \text{"+"} P \text{"+"} \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Nelle condizioni di servizio si controllano le ampiezze degli spostamenti delle membrature in acciaio e delle fessure nel calcestruzzo e, ove significativo, i tassi di lavoro dei materiali.

Coefficienti di sicurezza parziali sui materiali

I coefficienti di sicurezza parziali per i materiali costituenti gli elementi strutturali oggetto di verifica nelle relazioni di calcolo sono:

Sezioni in cemento armato

γ_{cls} = 1,50 coefficiente relativo al calcestruzzo

γ_s = 1,15 coefficiente relativo all'acciaio per cls armato

γ_s = 1,05 coefficiente relativo all'acciaio per carpenterie metalliche

Coefficienti delle azioni agli Stati Limite (Cap. 5.2.3 D.M. 17/01/2018)

Per le verifiche agli SLU si adottano i valori dei coefficienti parziali della tabella sotto riportata (rif. tab. 2.6.I del D.M. 17/01/2018).

1.4.3 Sicurezza e funzionalità

Per adempiere a pieno alle esigenze di sicurezza fruitiva e funzionalità dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri:

- **Larghezza di progetto**. La ciclovia avrà una larghezza di progetto pari a 3,50 m (eccetto per i tratti, limitati, in cui non è stato possibile realizzare tale sezione). Tale larghezza consente il passaggio di pedoni e ciclisti in piena sicurezza.
- **Materiali adottati**. Come già espresso sopra l'utilizzo di materiali durabili e resistenti garantisce un'ottima sicurezza e comfort fruitivo limitando al minimo la possibilità di ammaloramento del fondo viario.

- **Tipologia di sedime**. La ciclovia, concepita come una dorsale cicloturistica, sarà prevalentemente ciclopedonale. L'unica eccezione è fatta per i tratti che si sviluppano accanto a marciapiedi, o altri percorsi pedonali, nei quali è previsto un sedime esclusivamente ciclabile.
- **Ciclovia in sede promiscua**. Nei tratti in cui le condizioni al contorno lo consentono è stata prevista una ciclovia in sede promiscua con i veicoli a motore. Alcuni tratti urbani ricadono in Zona a traffico Limitato, in promiscuo con i veicoli a motore, nelle modalità previste dal Codice della Strada. Per i tratti ricadenti su viabilità comunale o vicinale a basso volume di traffico, non potendo limitarne l'accesso, sarà introdotto un limite di velocità a 30km/h. Gli interventi previsti in questi tratti sono riconducibili per lo più a segnaletica (orizzontale e verticale) e dispositivi di traffic calming.
- **Intersezioni con la viabilità veicolare**. Nei tratti in cui la ciclovia interseca la viabilità carrabile sono state individuate diverse tipologie di interventi in base alla pericolosità della stessa.

Le strategie progettuali adottate garantiscono ottime prestazioni dell'opera in termini di sicurezza e funzionalità.

1.5 Barriere architettoniche

Al fine di descrivere le strategie adottate per il superamento delle barriere architettoniche è necessario premettere che il progetto non prevede la realizzazione di percorsi esclusivamente pedonali ma, la tipologia di sede adottata è o ciclopedonale o esclusivamente ciclabile.

Premesso ciò si evidenzia che nel caso di percorsi ciclopedonali, questi, dovendo garantire la fruizione ai velocipedi, avrà tutte le caratteristiche idonee alla fruizione anche da parte di utenti a ridotta mobilità.

Per quanto attiene al tema della accessibilità delle nuove infrastrutture da parte di utenti con disabilità motorie e sensoriali, l'andamento planoaltimetrico del percorso rispetta in linea generale gli andamenti orografici dei contesti attraversati. Laddove si è reso necessario superare dei dislivelli, si è provveduto a mantenere le pendenze longitudinali al 5% e comunque inferiori all'8%. In alcuni tratti la pendenza naturale del contesto può superare tale valore limite: l'attività progettuale a cercato tutte le soluzioni atte a ridurre le pendenze, nei limiti di adeguato rapporto costi/benefici determinati dall'impossibilitò di intervenire con sbancamenti e componenti strutturali non compatibili con il contesto.

Lungo tutto il tracciato non ci sono mai restringimenti che portino lo spazio utile a meno di 120cm (la norma permetterebbe di scendere a un minimo di 90cm). La pendenza trasversale non supera in nessun caso l'1,5%.

La superficie pavimentale è sempre compatta e realizzata con materiali omogenei che non presentano irregolarità o asperità che la rendano non percorribile anche da utenti con sedia a rotelle. Si è altresì posta attenzione a non dar luogo a gradini superiori ai 2cm.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'opera in progetto fa diretto riferimento alle tipologie infrastrutturali definite dalla L. n. 2/2018 - Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di percorribilità ciclistica, laddove all'art. 2, co. 1, lett. a) si definisce "ciclovia" un itinerario che consenta il transito delle biciclette nelle due direzioni, dotato di diversi livelli di protezione determinati da provvedimenti o da infrastrutture che rendono la percorrenza ciclistica più agevole e sicura.

La normativa tecnica di riferimento per la progettazione della ciclovia opera su più livelli, a partire dalle disposizioni di carattere generale (norme sulle infrastrutture stradali e ciclabili, Codice della strada e relativo Regolamento d'attuazione, ecc.) fino alle disposizioni regolamentali emanate dalla Regione attraversata. Di seguito si riporta il quadro normativo vigente.

Lavori pubblici

- LR 12/2022 per le varianti automatiche degli interventi PNRR e D.Lgs 36/2023
- D.Lgs. 19 aprile 2017, n. 56, Disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50;
- D.M. 11 gennaio 2017, Adozione dei criteri ambientali minimi;
- D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 e ss.mm.ii., Codice dei Contratti Pubblici;
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e ss.mm.ii., Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/CE e 2004/18/CE".
- D.M. 19 aprile 2000, n. 145, Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e s.m.i.;
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità e ss.mm.ii.

Costruzioni

- D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle «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.

Salvaguardia dell'ambiente e delle risorse

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio e ss.mm.ii.;
- Regio Decreto 523/1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".

Progettazione di piste ciclabili

- Art. 229, decreto-legge 34/2020 del 19 maggio 2020 "Decreto Rilancio" (convertito con modifiche nella legge 77/2020 del 17 luglio 2020), come modificato e integrato dall'art. 49 del decreto legge 76/2020 del 16 luglio 2020 "Decreto Semplificazioni" (convertito con modifiche in legge 120/2020 dell'11 settembre 2020);
- L.n. 2/2018 - Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di

percorribilità ciclistica;

- D.M. n. 517 del 28.11.2018, Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti di concerto con il Ministro dei Beni e delle Attività Culturali e il Ministro delle Politiche Agricole Alimentari, Forestali e del Turismo, recante la "Progettazione e realizzazione di un sistema nazionale di ciclovie turistiche".
- Direttiva M.I.T. 20 luglio 2017, n. 375, Requisiti di pianificazione e standard tecnici di progettazione per la realizzazione del Sistema Nazionale delle Ciclovie Turistiche (SNCT);
- D.Lgs. 15 marzo 2011, n. 35, Gestione della sicurezza nelle infrastrutture stradali;
- D.M. 19 aprile 2006, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- Direttiva M.LL.PP 24 ottobre 2000 sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica;
- D.M. 30 novembre 1999, n. 557, Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili;
- Direttiva M.I.T. 24 giugno 1995 per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico;
- Legge 28 giugno 1991, n. 208, interventi per la realizzazione di itinerari ciclabili e pedonali in aree urbane;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495, regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs 30 aprile 1992 n. 285, Nuovo Codice della strada e ss.mm.ii.

Regione Liguria

- DGR n. 929 del 27 luglio 2012 " Approvazione della Rete ciclabile Ligure (RCL)";
- DGR n. 944 del 30 luglio 2013 "Approvazione dei criteri regionali per la Segnaletica ciclabile, il regolamento d'uso e la manutenzione degli itinerari ciclabili e ciclopedonali della Rete Ciclabile Ligure (RCL)".

Regione Toscana

- L. R. T. n. 27 del 06/06/2012 "Interventi per favorire lo sviluppo della mobilità ciclistica".

Per quanto non riconducibile a formali disposizioni normative, per la progettazione di livello definitivo ed esecutivo si farà riferimento alle raccomandazioni CNR - UNI e alla letteratura tecnica di settore.

3 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI STRALCIO A

Lo Stralcio A ha origine al confine fra il comune di Piombino e il comune di Follonica, lungo viale Italia (asta viaria che cateterizza per quai 5 km il lungomare del comune di Follonica), e termina Comune di Scarlino con una passerella ciclopedonale di progetto che supera il Canale Allacciante, lungo la provinciale delle Collacchie.

Il progetto interessa il territorio dei Comuni di Follonica e Scarlino, e si sviluppa lungo le aste viarie del lungomare, che sono già oggi parzialmente interessare da infrastrutture ciclabili di diversa natura.

Figura 3-1 Inquadramento territoriale dell'intervento

3.1 Lo stato di fatto

Il tracciato di intervento viene di seguito descritto seguendo il verso di percorrenza e delle progressive utilizzate nel PFTE della ciclovia Tirrenica da Ventimiglia a Roma, quindi dal confine fra Follonica e Piombino e il canale Allacciante a Scarlino.

3.1.1 Comune di Follonica

Nel comune di Follonica il tracciato prende avvio e segue nella sua interezza l'asta di viale Italia, arteria cittadina di lungomare, con sviluppo pari a quasi 5 km, caratterizzata da regolamentazione differenziata, in parte a libero transito, in parte a Zona a Traffico Limitato, in parte area pedonale; su di essa trova sede in alcuni tratti sosta su strada, sia libera che regolamentata. Parte dell'asta viaria è già interessata da un percorso ciclabile bidirezionale, non separato fisicamente dalla carreggiata o dagli spazi pedonali, collocato sul lato ovest della via, in fregio agli accessi al mare.

Figura 3-2 Viale Italia (area pedonale)

Figura 3-3 Viale Italia (ZTL e pista ciclabile lato ovest)

Figura 3-4 Viale Italia (ZTL e pista ciclabile lato ovest)

Figura 3-5 Viale Italia (ZTL e pista ciclabile lato ovest – interferenza con dehors)

Il primo tratto, dal confine sino alla rotatoria di via Don Sebastiano Leone è una strada a fondo cieco, ove trovano collocazione posti auto a servizio di alcuni esercizi e strutture ricettive. La carreggiata ha una sezione mediamente inferiore ai 6 metri.

Dalla detta rotatoria sino all'inizio della Zona a Traffico Limitato la strada si apre a circa 7 metri di carreggiata, con ampie banchine che vengono utilizzate, nella stazione estiva, per la sosta in linea o a pettine per l'accesso alle spiagge.

A circa 600 metri dalla detta rotatoria prende avvio la Zona a Traffico Limitato, 24 ore 7 giorni su sette, valida anche per le biciclette tra le 20 e le 24 nei periodi estivi.

La sezione della carreggiata qui è molto generosa (14 metri), libera dalla sosta auto.

La Zona a Traffico Limitato si sviluppa per circa 2 km sino all'intersezione con via Del Giglio.

Sul lato ovest della carreggiata è stata realizzata una pista ciclabile bidirezionale, larghezza 2,50 o inferiore, separata da sola segnaletica orizzontale, colorata di azzurro per alcuni tratti,

Figura 3-6 Viale Italia a nord della rotatoria di via don Leone

Figura 3-7 Viale Italia a sud della rotatoria di via don Leone

Figura 3-8 Viale Italia, inizio della ZTL

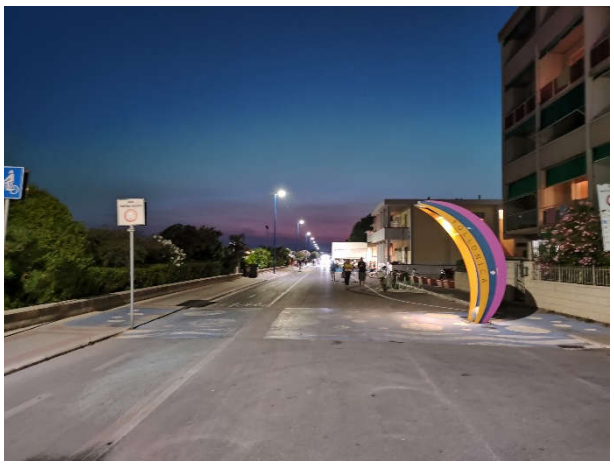


Figura 3-9 Inizio sud della ZTL (da via del Giglio), sulla lato ovest la ciclabile bidirezionale

Da via del Giglio sino a via La Marmora l'asse stradale risulta a senso unico, aperto al traffico veicolare, con sosta a pettine sul lato est, pista ciclabile bidirezionale non separata. In questo contesto l'assenza di un elemento separatore a norma per la pista ciclabile[3] risulta sicuramente più critico in quanto si ha forte interferenza fra la auto in marcia e le bici in senso contrario al senso unico che viaggiano sulla corsia limitrofa, il tutto rafforzato dalla presenza di sola segnaletica con basso grado di manutenzione (soprattutto la sera poco visibile) e dalle manovre delle auto per la sosta a pettine che portano le auto in marcia a spostarsi verso destra, invadendo la pista ciclabile.

A sud di via La Marmora, la conformazione è similare con alcune differenze: senso unico da sud verso nord (le auto in marcia e le bici sulla corsia limitrofa viaggiano nella medesima direzione, per quanto in le bici si trovino in sinistra); presenza di un elemento fisico (cordolo in pietra, per quanto annegato a quota strada) rende più visibile la pista, visibilità rafforzata dalla colorazione azzurra; elementi di moderazione del traffico che mitigano la velocità degli autoveicoli; sosta in linea, meno interferente con le auto in marcia. Questi fattori rendono la sezione di questo tratto di via Italia meno critica rispetto alla precedente, nonostante la non aderenza al dettato normativo.

[3] art. 7 DM 557/99

Figura 3-10 Viale Italia, tratto via del Giglio / via La Marmora

Figura 3-11 Viale Italia, a sud di via La Marmora

Successivamente riprende la Zona a Traffico Limitato che si configura con caratteristiche da zona pedonale: pavimentazione in materiale lapideo, alberature, servizi commerciali. Questo tratto, più di altri, è caratterizzato da un numero importante di pedoni durante la stagione turistica, con forte interferenza con la mobilità ciclabile.

Tale tratto ha uno sviluppo di circa 600 metri.

Figura 3-12 Viale Italia, inizio ZTL a forte valenza pedonale

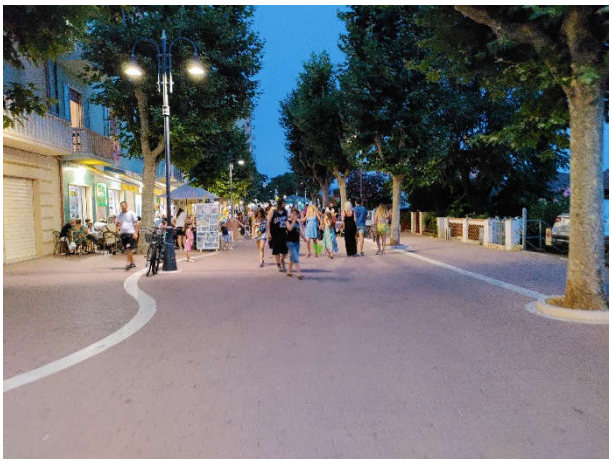


Figura 3-13 Viale Italia, area pedonale

Successivamente il tracciato continua ad interessare la viabilità di lungomare, che prende il nome di via Carducci, sino al ponte sulla foce del torrente Petraia.

Via Carducci è un'asta viaria a senso unico (direzione sud) di larghezza 8 metri, su cui trova spazio la sosta in linea (intervallata da alcuni plateatici), corsia veicolare e corsia ciclabile (1,60 m, per definizione monodirezionale). Sul bordo ovest, separato da una bordura di siepe e palme, si colloca un marciapiede di circa 3 metri.

Oltre il ponte, il tracciato si discosta dal lungomare secondo un percorso attualmente in fare di realizzazione da parte dell'Amministrazione Comunale, che interessa via Vespucci, via Palermo, Via Lucca sino ad arrivare alla pista ciclabile esistente, che prosegue sino al confine con Scarlino, lungo via della Repubblica e lungo la strada provinciale delle Collacchie (che unisce Follonica a Scarlino).

Su via della Repubblica la pista esistente è realizzata su marciapiede, larga 2,50 metri, affiancata da un marciapiede di 1,40 metri, su cui trovano sede anche i pali dell'illuminazione pubblica. Il sedime della pista (colorato di azzurro) e lo spazio pedonale (in autobloccanti) sono differenziati per colore e materiali della pavimentazione.

Figura 3-14 Viale Carducci

Figura 3-15 Via della Repubblica

La pista prosegue con identica conformazione lungo tutta la provinciale delle Collacchia (SP 158) sino al confine comunale, aumentando lo spazio a disposizione dei pedoni, diminuendo quindi il grado di interferenza fra pedoni e cicli.

Figura 3-16 S.P. delle Collacchie

Figura 3-17 S.P. delle Collacchie

3.1.2 Comune di Scarlino

Al confine con il comune di Scarlino la ciclabile esistente passa dal lato ovest della Provinciale al lato est e prosegue con un percorso ciclopedonale promiscuo, di larghezza 3,00 metri, separato dalla strada da barriera stradale in legno/acciaio e dalla pineta da un parapetto in legno. Lungo il suo sviluppo si presente una interruzione ove si collocava un accesso ad un parcheggio (ora chiuso) e una fermata bus.

Il percorso si sviluppa con questa sezione per circa 1 km.

Figura 3-18 S.P. delle Collacchie, passaggio della pista dal lato ovest al lato est

Figura 3-19 S.P. delle Collacchie, interruzione per fermata bus e ingresso parcheggio

Poco prima del parcheggio in fronte al villaggio Corte dei Tusci, il percorso permane nella sua sezione ma si inserisce in un contesto più aperto.

Prosegue con identica sezione, aggira un distributore di benzina e un parcheggio, percorre due passerelle ciclopedonali di recente realizzazione e, sempre in fregio alla SP 158, parte su percorso in asfalto, parte su itinerario in sterrato, approda presso il parcheggio delle Padule di Scarlino e all'area del museo archeologico del Portus Scabris, ove sono già presenti alcuni servizi per la ciclabilità.

Dall'area del parcheggio del museo, l'itinerario si porta sul lato opposto della strada provinciale per raggiungere il sito di realizzazione di una passerella ciclopedonale (prevista nel presente progetto) per l'attraversamento del Canale Allacciante.

Figura 3-20 Percorso ciclopedonale presso parcheggio villaggio Corte dei Tusci

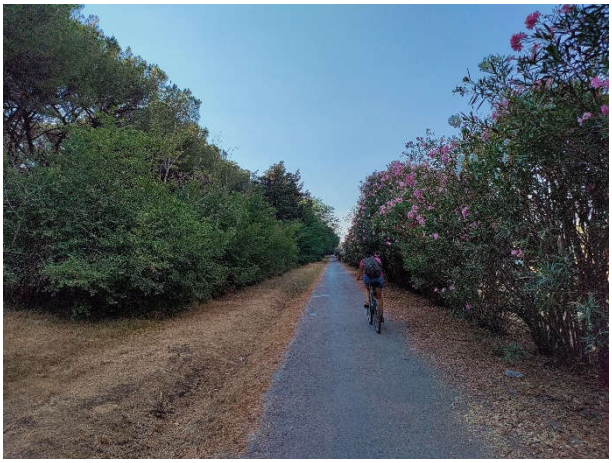


Figura 3-21 Percorso ciclopedonale

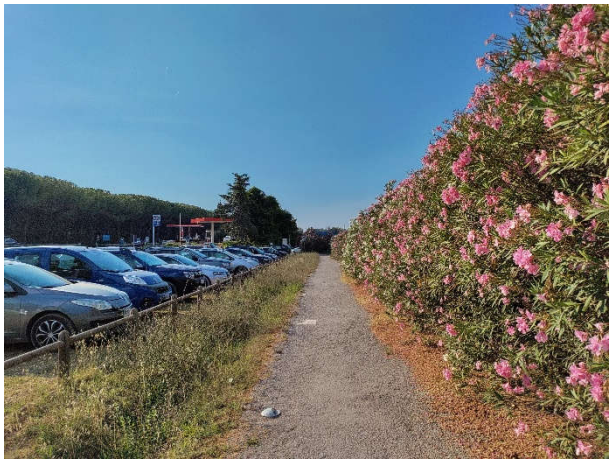


Figura 3-22 Percorso ciclopedonale

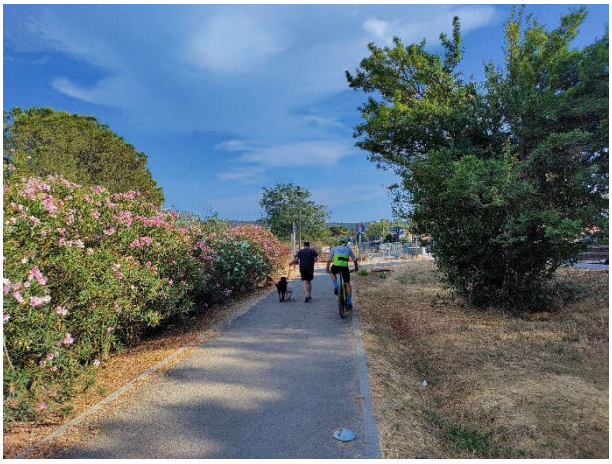


Figura 3-23 Percorso ciclopedonale

Figura 3-24 Percorso ciclopedonale

Figura 3-25 Percorso ciclopedonale

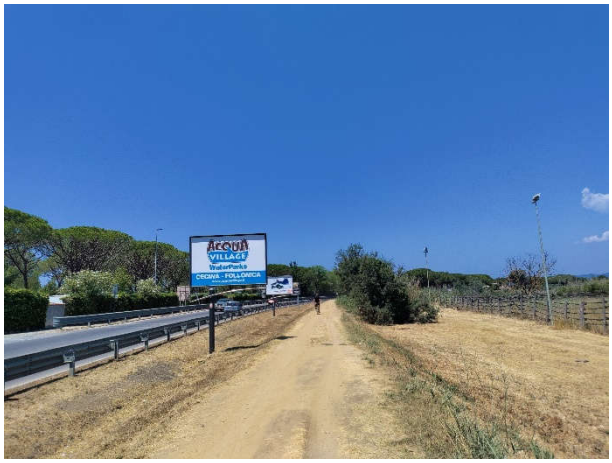


Figura 3-26 Percorso ciclopedonale

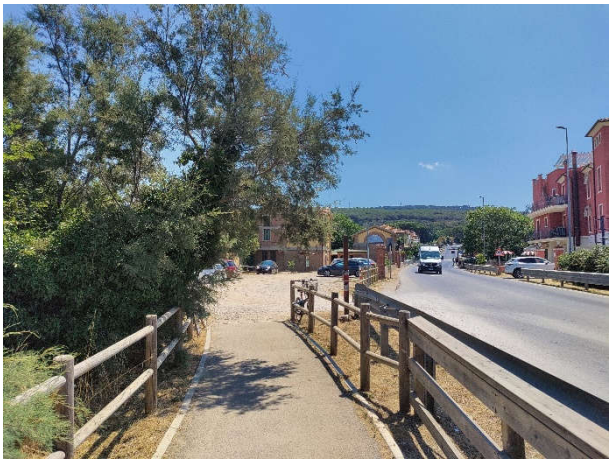


Figura 3-27 Percorso ciclopedonale, parcheggio Padule di Scarlino

Figura 3-28 Area museo archeologico del Portus Scabris

Figura 3-29 dettaglio servizi aggiustaggio biciclette, museo archeologico del Portus Scabris

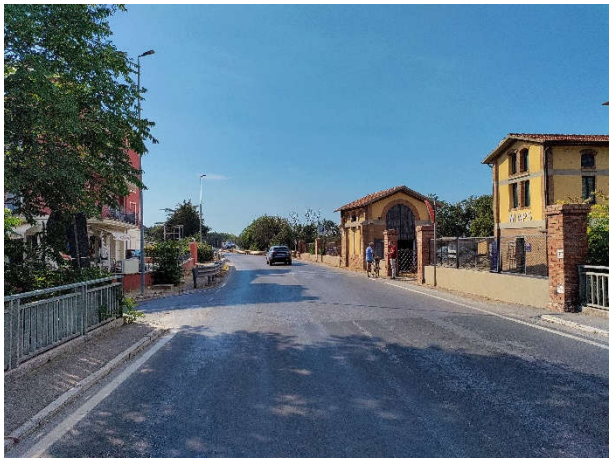


Figura 3-30 la strada provinciale in fronte al MAPS

Figura 3-31 Canale Allacciante, ambito di realizzazione della passerella

4 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI STRALCIO B

Lo Stralcio B si sviluppa nella sua interezza all'interno del territorio del Comune di Scarlino, sviluppandosi per lo più lungo il tracciato della provinciale delle Collacchie sino alla strada per il parcheggio di Cala Violina, che viene poi seguita allontanandosi dalla provinciale.

Il percorso si sviluppa per lo più lungo sentieri, percorsi e aste viarie già esistenti collocate per lo più in fregio o all'interno del complesso "Bandite di Scarlino", di proprietà della Regione Toscana.

Figura 4-1 Inquadramento territoriale dell'intervento (Ortofoto)

4.1 Lo stato di fatto

Il tracciato di intervento viene di seguito descritto seguendo il verso di percorrenza e delle progressive utilizzate nel PFTE della ciclovia Tirrenica da Ventimiglia a Roma

L'itinerario prende avvio dal centro abitato di Puntone in Comune di Scarlino dove inizia la Via Vecchia delle Collacchie (presso via delle Dogana), strada oggi chiusa al traffico e quindi percorribile dall'itinerario senza alcun intervento se non quello della sistemazione della pavimentazione che allo stato attuale presenta alcuni ammaloramenti.

Nel tratto terminale sud inoltra la vegetazione ha parzialmente occupato la carreggiata richiedendo opere di sfalcio e pulizia e rifacimento della fondazione stradale.

Figura 4-2 Inizio Via Vecchia della Collacchie presso Puntone

Figura 4-3 Via Vecchia della Collacchie, tratto con pavimentazione particolarmente ammalorata

Figura 4-4 Via Vecchia della Collacchie, tratto con pavimentazione ancora in sufficiente stato di manutenzione

Figura 4-5 Via Vecchia della Collacchie, tratto invaso dalla vegetazione.

Usciti dalla Via Vecchia della Collacchie il percorso si colloca per un breve tratto in fregio alla SP 158 delle Collacchie, occupandone la banchina e attraversando un'area sosta per poi superare una elevazione di terreno tagliata dal passaggio della strada provinciale, localmente in trincea.

Presumibilmente per effetto dalla formazione della strada, sul versante di nostro interesse *"la formazione geologica presenta una giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio e, quindi, intrinsecamente incline alla traslazione gravitativa"* (che si è puntualmente verificata e ha richiesto la formazione di un muro a protezione dell'asta viaria).

Su questo tratto è già presente un percorso sterrato con pendenze importanti (oltre il 20%) utilizzato come percorso da

mountain biking e similari.

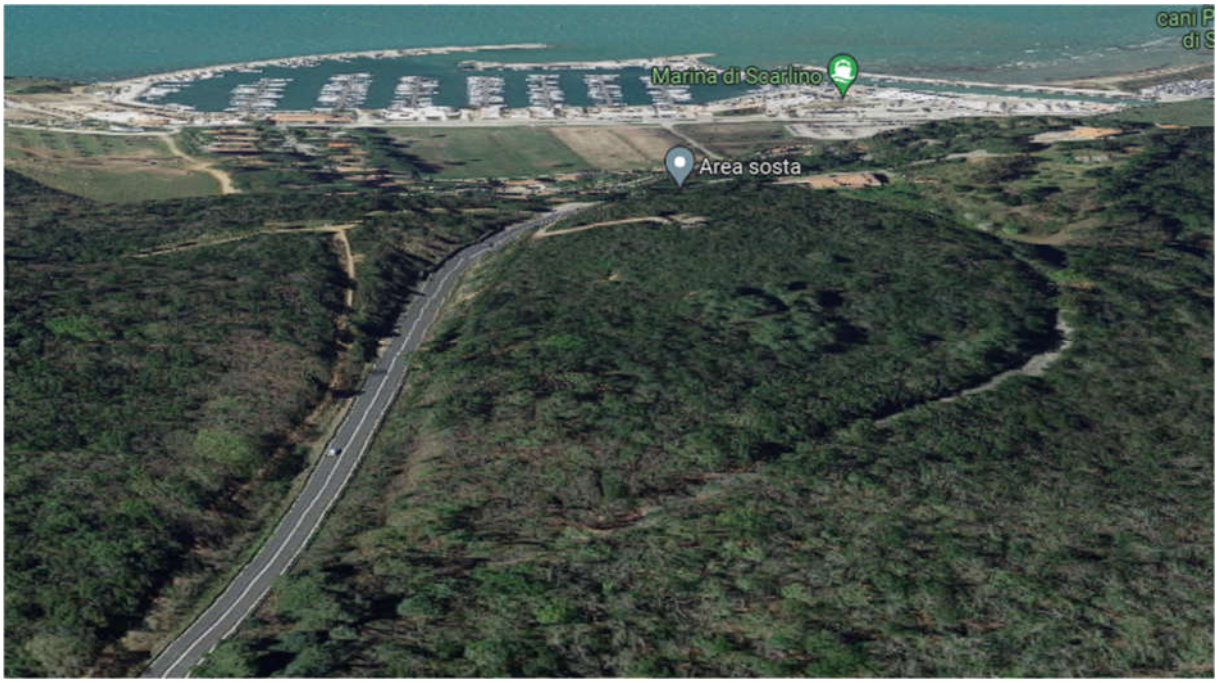


Figura 4-6 Tratto in trincea della S.P. 158 delle Collacchie

Figura 4-7 Sp della Collacchie, tratto di collegamento fra Via Vecchia della Collacchie e area sosta

Figura 4-8 Sp della Collacchie, area sosta

Figura 4-9 Sp della Collacchie, da sinistra: tratto in trincea, il muro di protezione dallo smottamento, il percorso che supera il dislivello del colle

Figura 4-10 Sp della Collacchie, scarpata in frana

Figura 4-11 il percorso che supera il dislivello del colle

Figura 4-12 Segnalamento dei percorsi

Nel tratto successivo il percorso segue un sentiero presente in fregio alla S.P. della Collacchie, nella fascia fra asse viario e bosco per circa un chilometro, a volte separato dalla strada da un fosso di varia profondità.

Figura 4-13 Percorso esistente fra strada provinciale e area boscata

Figura 4-14 Percorso esistente fra strada provinciale e area boscata

Di seguito l'itinerario rimane in fregio alla strada provinciale, inserendosi in un contesto più aperto, inserito nelle aree agricole delle Bandite di Scarlino di cui segue il ciglio fra campagna e banchina stradale. Si supera in questo tratto il Fosso delle Cannucce.

Successivamente l'itinerario si inserisce sulla strada sterrata che collega la strada provinciale al parcheggio a pagamento per Cala Violina che viene utilizzata per tutto il suo sviluppo sino ad intercettare un sentiero che si sviluppa fra la campagna e l'area boscata sino ad intercettare la strada vicinale di Pian D'Alma ove termina lo stralcio in oggetto.

Figura 4-15 Tratto che si sviluppa fra ciglio della campagna e banchina stradale

Figura 4-16 Fosso delle Cannucce prima e dopo la pulizia

Figura 4-17 Fosso delle Cannucce prima e dopo la pulizia

Figura 4-18 Prosecuzione fra banchina e area agricola

Figura 4-19 Strada verso parcheggio Cala Violina

Figura 4-20 Strada verso parcheggio Cala Violina (tratto a senso unico)

Figura 4-21 Sentiero fra area boscata e campagna (tratto iniziale)

Figura 4-22 Campagna a margine del sentiero

Figura 4-23 Sentiero fra area boscata e campagna (tratto interno)

Figura 4-24 Sentiero, ultimo tratto verso strada vicinale di Pian D'Alma

5 STATO DI PROGETTO

Il presente progetto prevede la realizzazione della Ciclovia Tirrenica in Regione Toscana, - Lotto 2B - Costa della Maremma - STRALCIO 1, dal Comune di Follonica (confine con Piombino) al Comune di Scarlino (fino al Canale allacciante), stralcio 1A, che percorre in parte viabilità locale di tipo urbano in parte ciclabili e ciclopedonali esistenti da riqualificare, e da Via Vecchia delle Collacchie a Str Vicinale di Pian d'Alma (Comune di Scarlino), stralcio 1B, che percorre in parte viabilità esistente interdetta al traffico o a basso traffico, in parte sentieri esistenti da riqualificare, in parte bordi di aree agricole.

L'intervento garantisce il rispetto degli standard progettuali previsti nel PFTE della Ciclovia Tirrenica che consentono di ottenere un elevato standard di qualità del rating previsto per il SNCT.

Si prevede di realizzare la ciclovia con le seguenti caratteristiche:

- Sezione ciclopedonale pari a 3,50 m fatte salvo limitazioni particolari e brevi tratti a 3,00 m o 2.50;
- Pendenza media su tutto il tracciato inferiore al 2% e pendenze massima di progetto del 10% per brevi tratti e vincolati dalla orografia dei luoghi.

Nella variante al progetto definitivo ricadono i seguenti tratti:

- Stralcio 1A:
  - Quadro I;
  - Quadro II;
  - Quadro III;
  - Quadro IV (parte 1-2);
  - Quadro VI (parte 10).

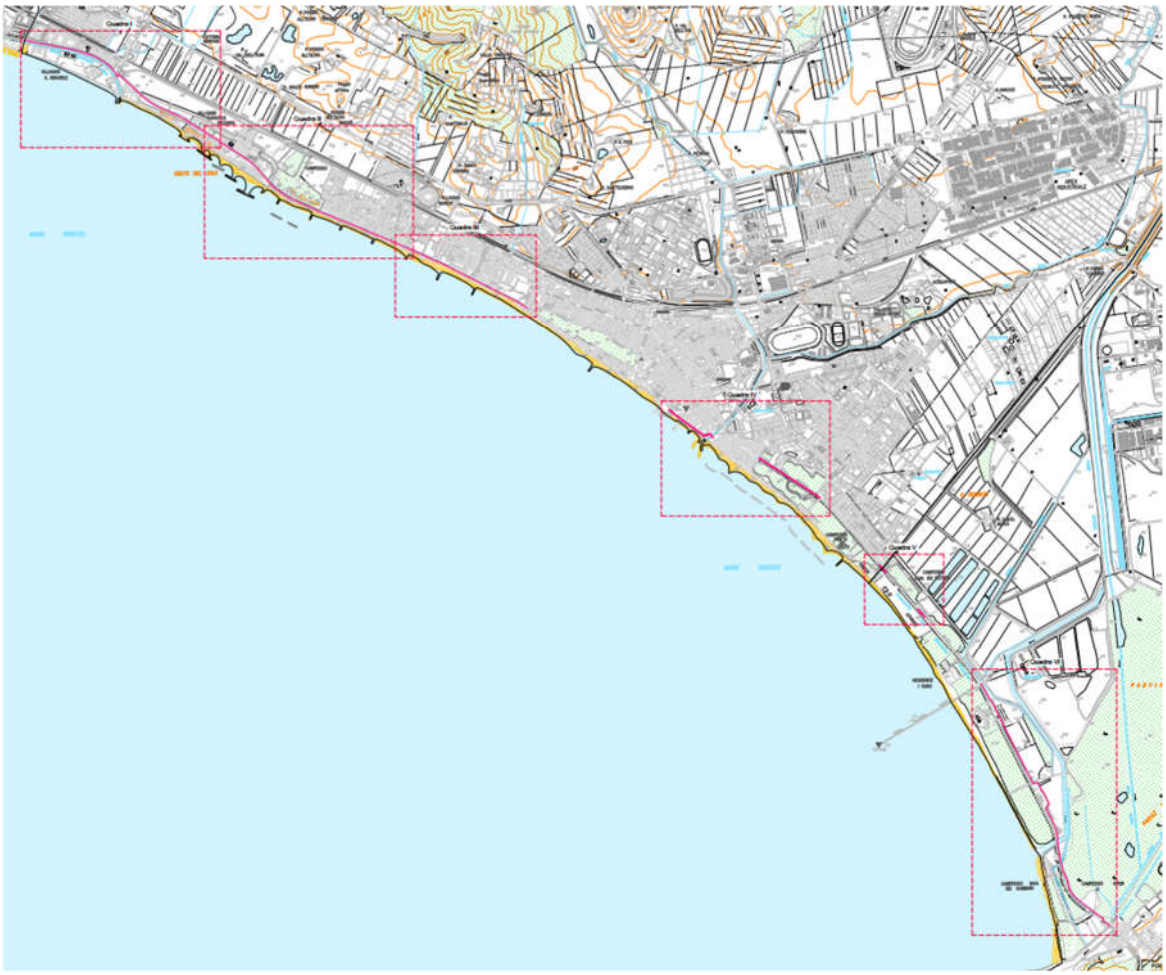


Figura 25 – Planimetria d'inquadramento Stralcio 1A

- Stralcio 1B:
  - Quadro VII (parte 7-8);
  - Quadro VIII;
  - Quadro IX (parte 1-2-3);
  - Quadro X.

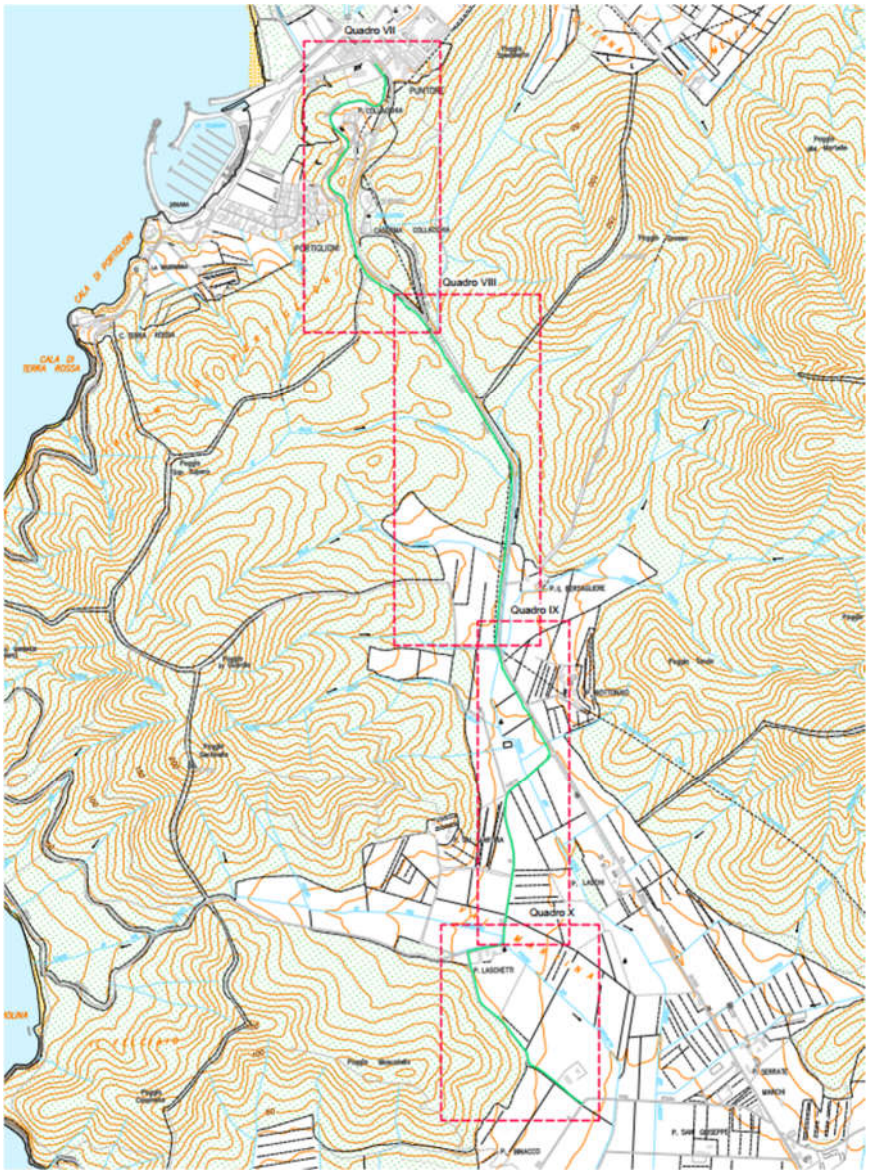


Figura 26 – Planimetria d'inquadramento Stralcio 1B

Per una migliore consultazione degli inquadramenti dei due stralci si rimanda agli elaborati *1.1.4. – Corografia generale stralcio 1A* e *1.1.5 – Corografia generale stralcio 1B.*

5.1 Comune di Follonica

Nella prima parte di itinerario nel comune di Follonica, il tracciato interessa prevalentemente Viale Italia, strada caratterizzata da regolamentazione differenziata, in parte a libero transito, in parte a Zona a Traffico Limitato, in parte area pedonale.

Su questo lungo tratto si è optato per attuare soluzioni di preferenziazione delle ciclabilità in carreggiata poiché, per la natura dei luoghi interessati, l'interferenza con le auto risulta limitato e caratterizzato da condizioni di traffico basso.

Per la definizione di questo tipo di intervento si è fatto riferimento prevalentemente alle novità normative introdotte con l'Art. 229, decreto-legge 34/2020 del 19 maggio 2020 "Decreto Rilancio" (convertito con modifiche nella legge 77/2020 del 17 luglio 2020), come modificato e integrato dall'art. 49 del decreto legge 76/2020 del 16 luglio 2020 "Decreto Semplificazioni" (convertito con modifiche in legge 120/2020 dell'11 settembre 2020), rese ancora più attuali dall'allegato B del Piano Generale della Mobilità Ciclistica 2022-2024 (Gazzetta Ufficiale n. 239 del 12.10.2022).

La corsia ciclabile individua una parte della carreggiata destinata alla circolazione delle biciclette; essa è ad uso non esclusivo e identificata con una striscia tratteggiata ed è esplicitamente dichiarata dal decreto sopracitato *"parte della corsia veicolare"*, e consente di sommare la sua ampiezza a quella della corsia autoveicolare adiacente, così da permettere il raggiungimento dei moduli minimi di corsia previsti dalla normativa per le diverse categorie di strade.

Per la variante al progetto definitivo si propone il riassestamento della piattaforma stradale, in modo da rispettare quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001.

Per i tratti in cui è prevista la percorribilità veicolare in entrambi i sensi di marcia si assegna la sezione tipologica individuata dalla normativa vigente:

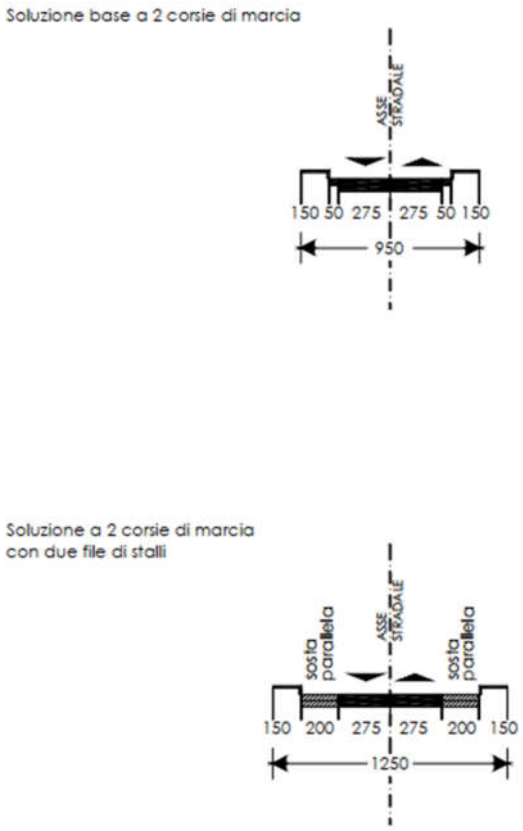


Figura 27 – DM 05/11/2001

Si propone la sistemazione della carreggiata come dalla figura riportata di seguito.

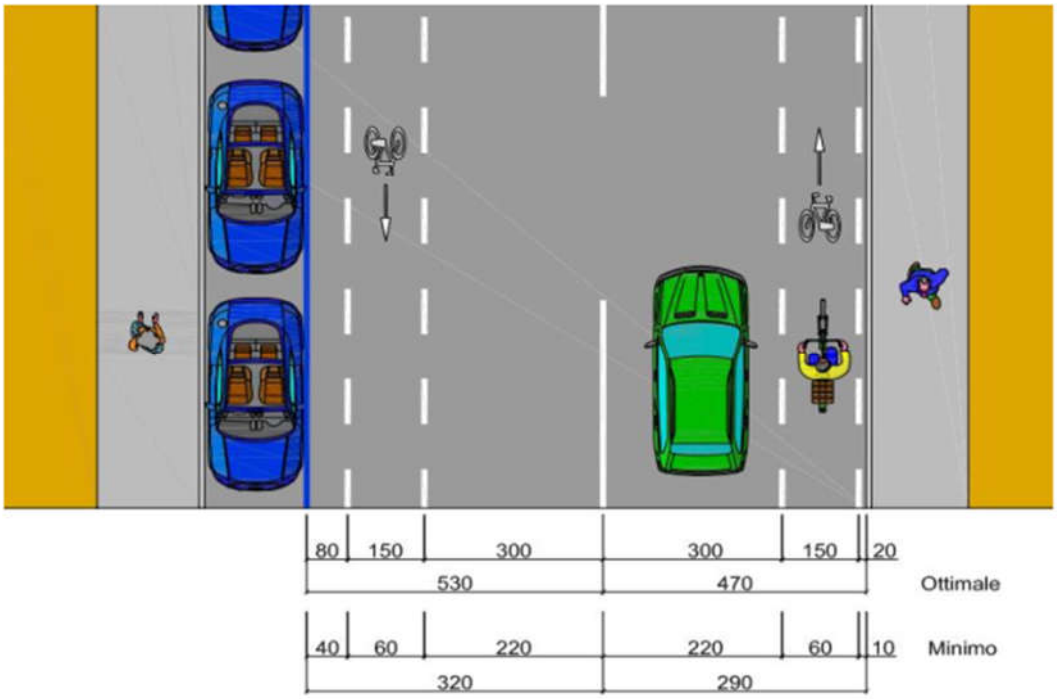


Figura 28 – Esempio corsie ciclabili ad uso non esclusivo

Nei tratti in cui è prevista un'unica corsia di marcia per i veicoli a motore, la variante al progetto definitivo prevede l'adeguamento della carreggiata secondo la *Tab. 3.4.a – Composizione della carreggiata* riportata nel D.M. 05/11/2001.

LOCALE	**F**	**EXTRAURBANO**	**F1**	3,50	-	-
			F2	3,25	-	-
		URBANO		2,75 **	-	-

* m 3,50 per una corsia per senso di marcia, se strada percorsa da autobus.
** nel caso di una strada a senso unico con una sola corsia, la larghezza complessiva della corsia più le banchine deve essere non inferiore a 5,50 m, incrementando la corsia sino ad un massimo di m 3,75 e riportando la differenza sulla banchina in destra.

La normativa prescrive che nel caso di strada a senso unico con una sola corsia, la larghezza complessiva della corsia più le banchine deve essere non inferiore a 5.50 m.

Si propone la sistemazione della carreggiata secondo le seguenti sezioni tipologiche:

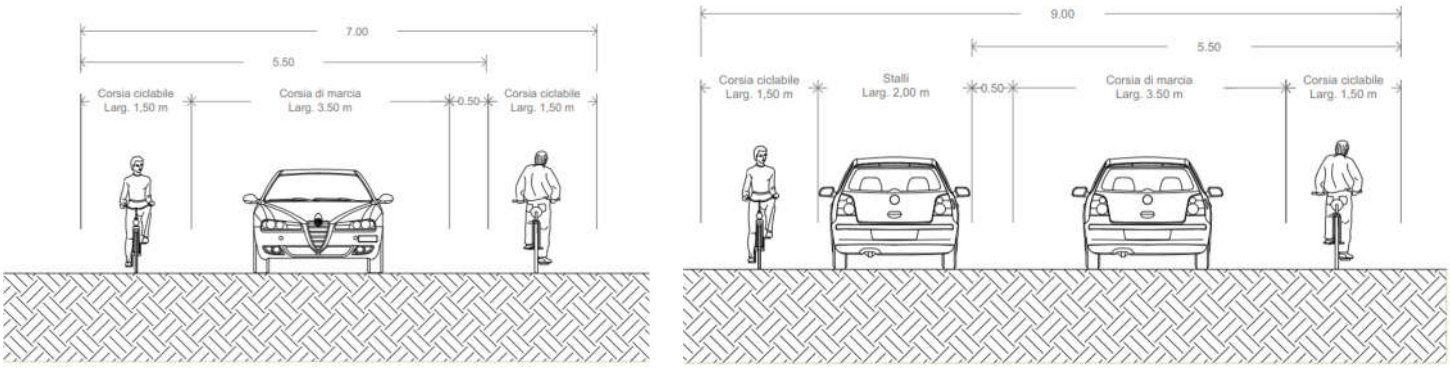


Figura 29 – Sezioni Tipologiche per adeguamento al DM 05/11/2001

Per maggiore chiarezza si rimanda alla consultazione dell'elaborato *2.1.7 – Variante al Progetto Definitivo – Sezioni tipologiche per adeguamento normativo.*

In tutto il tratto interessato dalle corsie ciclabili è imposta la limitazione della velocità a 30 km/h e sono previsti ulteriori interventi di traffic calming come la realizzazione di attraversamenti ciclopedonali rialzati.

5.2 Comune di Scarlino

Per la ciclovia che attraversa il Comune di Scarlino, le varianti al progetto definitivo riguardano principalmente due aspetti:

- La passerella sul Canale Allacciante;
- Lo smaltimento delle acque di piattaforma per i tratti in sede propria di nuova realizzazione.

Per il tratto di corsia ciclabile in approccio alla nuova passerella ciclopedonale in località Puntone, sul Canale Allacciante, l'attraversamento in uscita dal parcheggio in corrispondenza dello spazio di ingresso al Museo MAPS, viene posto più ad ovest rispetto alla posizione planimetrica del PD. Tale variazione viene fatta a favore di sicurezza, in modo da fornire maggiore visibilità e spazio di manovra veicoli in ingresso e in uscita dal parcheggio.

Inoltre, a causa di ingombri limitati, il tratto in questione non rispetta la larghezza minima prevista per un percorso ciclopedonale promiscuo e bidirezionale. La variante propone di assegnare a tale percorso la larghezza minima di 2,50 m, e per fare ciò è necessario togliere la barriera di sicurezza esistente in corrispondenza di questo tratto.

A favore di sicurezza si prevede di realizzare il percorso rialzato rispetto al piano viabile attuale, con l'apposizione di un parapetto.

Le indicazioni plano-altimetriche sono riportate negli elaborati *2.1.4 – Planimetria di Progetto (Tav.4/4)* e *2.1.6 – Profilo di Progetto (Tav.2/2)*.

Il progetto comprende anche la realizzazione di una nuova passerella ciclopedonale per il superamento del Canale Allacciante nella località del Puntone (Scarlino). L'attuale ponte Strada Provinciale delle Collacchie non ha la larghezza sufficiente per l'ingombro della ciclovia; si realizza quindi una nuova passerella parallela ma strutturalmente indipendente dal ponte esistente (Figura 30).

Figura 30 - Fotoinserimento, passerella su canale Allacciante

La passerella ciclopedonale a struttura reticolare, realizzata in acciaio, si sviluppa in un'unica campata di 35 metri (34 m asse appoggi) e ha una larghezza utile pari a 3.00 m.

L'impalcato è composto da:

- 2 correnti inferiori posti ad interasse costante di 3,23 m;
- 2 diaframmi di spalla che collegano i due correnti nelle sezioni terminali;
- 19 traversi intermedi a passo 1,7 m, di cui 9 principali e 10 secondari.

Gli elementi in acciaio sono realizzati in acciaio S355J0 per spessori minori di 30 mm e S355J2 per spessori compresi tra 30 mm e 45 mm. Gli elementi saranno poi sottoposti a ciclo di verniciatura con colorazione simil-CorTen (in accordo con la Stazione Appaltante e con la Sovrintendenza), coerentemente con quanto riportato nella UNI EN ISO 12944:2018

La struttura così concepita consente di minimizzare lo spessore dell'impalcato e, al contempo, comprimere le tempistiche necessarie alla realizzazione in quanto gli elementi arrivano direttamente in cantiere pronti per l'assemblaggio.

La scelta di una struttura portante in semplice appoggio nasce per evitare restringimenti di sezione idraulica realizzando pile in alveo e dall'esigenza di assicurare la possibilità di alzare la quota di imposta della passerella per semplice sollevamento, qualora l'esistente ponte carraio fosse oggetto di opere di demolizioni e rifacimento. Tale vincolo ha posto significative condizioni alla progettazione strutturale, con chiari riflessi sulla tipologia di infrastruttura scelta.

Per i tratti appartenenti allo stralcio 1B, che ricade interamente nel Comune di Scarlino, si propone una variante rispetto alle sezioni tipologiche previste nel Progetto Definitivo relative ai tratti di nuova realizzazione che ricadono su aree verdi.

Tali modifiche prevedono l'eliminazione dei cordoli in cls esterni alla sede ciclabile, in quanto elementi rigidi e soggetti a fessurazioni nel tempo a causa della presenza di cedimenti localizzati dovuti alla nuova realizzazione.

La nuova sezione tipologica prevede la realizzazione della corsia ciclabile in rilevato (altezza media dal p.c. pari a 0.45 m); questa alternativa permette di ottenere una riduzione in termini di oneri di manutenzione e di utilizzo di materiali con maggiore impatto ambientale come il calcestruzzo.

Un'importante variante legata a questa sezione tipologica, presente in gran parte dello stralcio 1B, è l'inserimento dei fossi di guardia ai piedi dei rilevati per garantire il corretto smaltimento delle acque di piattaforma.

In generale le varianti al progetto definitivo riportate in questa relazione comportano modifiche al piano particellare d'esproprio, in quando in precedenza non erano state computate le fasce per la realizzazione dei fossi di guardia e le aree di occupazione temporanea per consentire la prosecuzione dei lavori di costruzione e predisposizione dei campi base.

6 PAVIMENTAZIONI: CONFRONTO TRA LE FINITURE DEL PROGETTO DEFINITIVO E DELLA VARIANTE

6.1 Finiture previste in progetto definitivo

Il Progetto definitivo prevede le seguenti finiture per le pavimentazioni:

- trattamento protettivo colorato a base di resine acriliche;
- tappeto di usura in conglomerato bituminoso tradizionale;
- tappeto di usura in conglomerato bituminoso confezionato mediante legante "trasparente";
- calcestruzzo drenante pigmentato (nello stralcio 1 previsto esclusivamente per i percorsi pedonali).

Il trattamento protettivo a base di resine acriliche consente di fornire il colore voluto alla pavimentazione, andando ad applicare un rivestimento direttamente sulla superficie viabile esistente.

Il tappeto di usura in conglomerato bituminoso è il tradizionale manto realizzato mediante una miscela di aggregati e bitume.

Il conglomerato bituminoso confezionato mediante legante "trasparente" consente di esaltare il colore naturale dell'inerte selezionato, mantenendo le medesime caratteristiche e modalità di impiego dei tradizionali tappeti di usura e necessitando pertanto di vibrofinitrice per la stesa.

Il calcestruzzo drenante consiste in una miscela di cemento, acqua, additivi e aggregati proporzionati in modo da creare un sistema di spazi vuoti interconnessi all'interno dell'impasto indurito, e può essere utilizzato nella colorazione naturale, oppure pigmentato in diverse tonalità cromatiche coerenti con il suolo naturale circostante.

6.2 Finiture introdotte nella variante al Progetto Definitivo

Nell'ambito della redazione della presente variante al Progetto Definitivo, si introducono due differenti finiture che consentono una migliore flessibilità operativa e logistica, nel rispetto delle prescrizioni della Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per le Province di Siena, Grosseto e Arezzo.

La prescrizione evidenzia che "*nei tratti posti fuori dal territorio urbanizzato, il tappeto d'usura dovrà essere realizzato in calcestruzzo architettonico e/o asfalto ecologico sulle tonalità terrose del grigio-marrone al fine di garantire un migliore inserimento; la scelta della mescola degli inerti e la colorazione del legante dovranno garantire una soluzione ben integrata e quanto più possibile assimilabile a livello percettivo ad una tradizionale strada bianca di campagna*".

La combinazione delle necessità esecutive con le prescrizioni di natura architettonica ha condotto all'introduzione di due ulteriori tipologie di finitura superficiale:

- trattamento superficiale in triplo strato;
- tappeto di usura drenante in conglomerato bituminoso confezionato mediante legante trasparente.

6.2.1 Trattamento superficiale in triplo strato

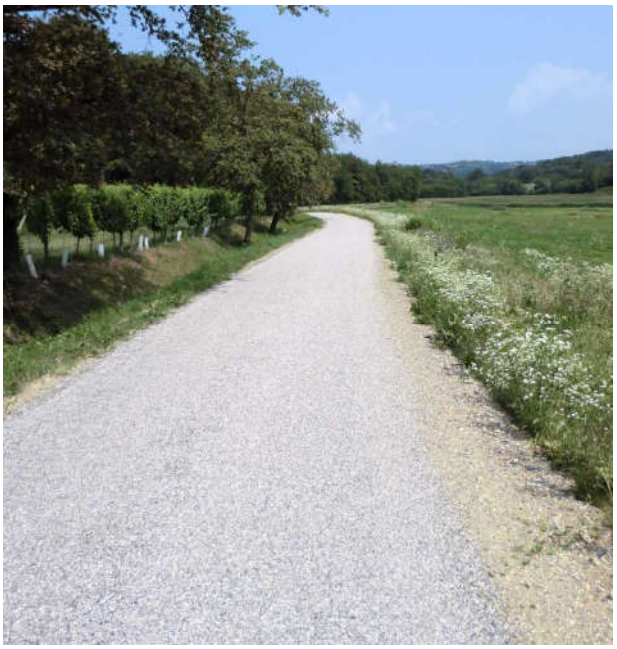
I trattamenti superficiali sono tecniche di depolverizzazione a freddo che prevedono l'impiego di emulsioni bituminose. Vengono realizzati su pavimentazioni in misto granulare non legato, con l'impregnazione della sua superficie seguita da due applicazioni di emulsione bituminosa saturata con graniglia. Al fine di raggiungere gli obiettivi cromatici previsti, l'ultimo strato viene realizzato mediante l'impiego di emulsione trasparente, così da valorizzare il colore degli inerti naturali selezionati. Il risultato finale è un manto intimamente legato alla superficie trattata, con caratteristiche di adesione e flessibilità.

Si tratta di una soluzione avente spiccate doti di salvaguardia e inserimento ambientale, tanto che la Regione Umbria, nell'ambito della redazione del proprio elenco prezzi per la realizzazione di opere pubbliche, la definisce appunto come una "*pavimentazione ecologica per la salvaguardia dei valori ambientali esistenti, eseguita su strade bianche (mac-adam) mediante impregnazione con emulsioni modificate saturate con graniglie locali triplo strato*".

Per la realizzazione del trattamento descritto, si prevede l'utilizzo di apposite macchine polivalenti in grado di effettuare simultaneamente la stesa dell'emulsione bituminosa e della graniglia, favorendo un migliore rivestimento dei granuli da parte del legante. Questa attrezzatura è in grado di applicare contemporaneamente il legante e gli inerti, nelle quantità necessarie e secondo le specifiche tecniche raccomandate, con la qualità assicurata da un sistema di controllo elettronico che tiene conto delle larghezze di stesa e della velocità di marcia del veicolo.

La realizzazione del trattamento si avvale pertanto di una sola macchina in grado di applicare simultaneamente il legante e gli aggregati. Non vi è, pertanto, la necessità di ricorrere ad autocarri per l'approvvigionamento di materiale senza soluzione di continuità, come invece nel caso di stesa con vibrofinitrice di conglomerati bituminoso caldo: ciò rappresenta un vantaggio dal punto di vista esecutivo, specialmente considerando la natura e l'accessibilità dei luoghi in cui si va ad operare.

Si riportano di seguito alcune fotografie esemplificative di applicazioni di trattamenti superficiali in zone rurali, che evidenziano la somiglianza con una tradizionale strada bianca di campagna.



6.2.2 Tappeto di usura in conglomerato bituminoso drenante con legante trasparente

Il tappeto di usura drenante in conglomerato bituminoso confezionato mediante legante trasparente, al pari di quello in calcestruzzo drenante, consente di coniugare le esigenze legate alla permeabilità con le caratteristiche architettoniche. Tuttavia, rispetto al conglomerato cementizio, presenta caratteristiche di flessibilità e non necessita di particolari prescrizioni in fase di esecuzione come, ad esempio, la realizzazione di giunti di contrazione o di dilatazione, legate al tipico comportamento a rottura fragile ed ai fenomeni di ritiro termo-igrometrico.

Si tratta di conglomerati di usura che permettono lo scolo delle acque in profondità: infatti, per la loro struttura granulometrica "aperta", costituita da una prevalenza di pezzatura grossa, l'acqua di pioggia non scorre sulla superficie stradale, ma penetra in profondità e viene appunto drenata attraverso lo spessore dello strato grazie ai vuoti all'interno del conglomerato stesso. La permeabilità è quindi garantita da un sistema di vuoti intercomunicanti derivante dal particolare assortimento granulometrico degli aggregati.

Il legante "trasparente" consente di esaltare il colore naturale dell'inerte selezionato permettendo di raggiungere la cromia desiderata.

Dal punto di vista estetico, il materiale si configura di fatto come un "conglomerato bituminoso a totale integrazione ambientale realizzato con legante trasparente" del tutto analogo a quello già previsto in sede di Progetto Definitivo, differenziandosene soltanto, a livello compositivo, per il diverso assortimento degli aggregati al fine di renderlo drenante.

Si riportano di seguito alcune fotografie esemplificative di applicazioni similari di interventi mediante conglomerato bituminoso con legante trasparente.

7 CONCLUSIONE

Sulla base delle considerazioni riportate ai paragrafi precedenti, si propongono diverse varianti al Progetto Definitivo dello stralcio 1, atte ad adeguare i paramenti geometrici degli elementi alle normative di riferimento, predisporre il corretto smaltimento delle acque di piattaforma e limitare l'impatto ambientale in accordo ai vincoli paesaggistici presenti sul territorio.