

COMUNE DI VOLPIANO

Città Metropolitana di Torino

LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA VIA LOMBARDORE

CUP. J77H21007720004

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RELAZIONE TECNICA



STUDIO DI INGEGNERIA

ING. SHEJLA BERATTINO

Cell. 392 4584490



ING. Shejla Berattino

Via Alice Superiore n. 22 - 10010 Lessolo (TO)

Via Umberto I° n. 11 - 10088 Volpiano (TO)

C.F. BRT SJL 76C46E379L

P.I.V.A. 09111450012

STUDIO DI FATTIBILITÀ



COLLABORATORI:

COMMITTENTE:

COMUNE DI VOLPIANO

R.P.U.: *Geom. Mirella Scalise*

Ufficio Tecnico - Servizio Lavori Pubblici

DATA: 20 Luglio 2026

AGGIORNAMENTO: .

ALLEGATO: 1

COMUNE DI VOLPIANO

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICO

***LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA
VIA LOMBARORE***

RELAZIONE TECNICO – ILLUSTRATIVA

Premessa

E' volontà dell'attuale Amministrazione effettuare una serie di interventi di manutenzione della Via Lombardore, arteria strategica del Comune di Volpiano su cui insistono zone residenziali, e che collega un'area ricca di servizi (scuola Media e Poliambulatorio) con la periferia.

Nel dettaglio si vuole intervenire sulla Via Lombardore nel tratto compreso tra l'attuale attraversamento pedonale rialzato, già realizzato con interventi precedenti e la rotonda che la stessa via forma con la Via San Benigno.



Inizio area di intervento - Dopo dosso esistente



Fine area di intervento – Intersezione su rotonda

Anche in questo caso la scelta della Via Lombardore è motivata in quanto la stessa mette in comunicazione una zona del territorio Comunale che negli ultimi anni ha subito un notevole sviluppo urbanistico vedendo realizzare, soprattutto nella zona a ridosso della rotonda con la Via San Benigno e lungo le vie che essa interseca, una serie di nuovi complessi architettonici plurifamiliari.

E' infatti attraverso la Via Lombardore che i residenti di tali zone raggiungono non solo la locale Scuola Pubblica Ghirotti ed il vicino Poliambulatorio, ma la stessa permette anche un rapido collegamento con in Centro Storico del Comune di Volpiano.

Il progetto già sviluppato in anni precedenti (2022) prevedeva inizialmente la suddivisione dello stesso in due lotti:

- Lotto 1 realizzazione di un marciapiede lungo la via lato civici pari ed interventi sui sottoservizi
- Lotto 2 interventi mirati sul sedime stradale (scarifica – risanamenti – asfaltatura – e segnaletica orizzontale verticale)

Tale progetto non ha poi avuto corso trasformandosi ad oggi in quello che vado a proporre nelle pagine che seguono.



Vista area di intervento

Finanziamento lavori

I lavori vengono finanziati tramite fondi propri dell'amministrazione comunale .

Incarico di progettazione

L'incarico per l'**esecuzione del servizio di progettazione, direzione lavori, contabilità e coordinamento alla sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione** necessario per la realizzazione dell'intervento denominato "Lavori di riqualificazione di via Lombardore" CIG BB3465BA06 – CUP J77H21007720004, è stato affidato all'**Ing. Berattino Ing. Shejla**, con studio in Lessolo – Via Alice 22 **con Contratto n. 51 del 29.04.2026 - Determinazione n. 292 del 16.04.2026**

RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA

Come già accennato la Via Lombardore oggetto di intervento collega direttamente un bacino residenziale esteso con aree ricche di attività umane, scuole, asili ed ambulatori e lo stesso centro storico, essa si estende per circa **473 ml.**, la stessa presenta sul lato civici dispari un marciapiede in autobloccanti che si estende per tutto il suo sviluppo.

A livello progettuale si è quindi ipotizzato, di effettuare una serie di interventi sul manto stradale particolarmente ammalorato, oltre che la realizzazione di alcuni attraversamenti che permettano il passaggio dal marciapiede esistente al lato opposto della carreggiata in sicurezza.

Disponibilità dell'area.

L'area oggetto dell'intervento è interamente di proprietà Comunale in quanto i lavori verranno eseguiti su aree di sedime stradale e di fosse ciglio strada.

Dovrà essere tenuta in conto la presenza di persone e veicoli nelle aree adiacenti all'area di intervento ed il cantiere dovrà essere organizzato in merito.

Normativa applicabile

- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n.50 (Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonche' per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture).

- Decreto legislativo 19 aprile 2017, n. 56 Disposizioni integrative e correttive del D.Lgs 2016/50.
- D.P.R. 05.10.2010 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 2004/17/CE e 2004/18/CE» per le sole parti ancora in vigore.
- DECRETO LEGISLATIVO 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.
- D.P.R. n° 547 del 27 aprile 1955 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”.
- Decreto 22 gennaio 2008 n. 37 (ex Legge n° 46 del 5 marzo 1990 “Norme per la sicurezza degli impianti”).
- Legge 09.01.1989 n. 13 Disposizioni per il superamento delle barriere architettoniche, D.M. 14.06.1989 n. 236 Regolamento di attuazione della Legge 13/1989; D.P.R. 24.06.1996 n. 503 Norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici
- Codice della Strada (D. Lgs del 30 aprile 1992, n. 285 e successivi aggiornamenti);
- Decreto Ministeriale del 5 novembre 2001 e successive modifiche

Ulteriori norme non espressamente richiamate, ma applicabili all'intervento e successive modifiche e/o integrazioni a quelle a cui sopra, comprese tutte le norme richiamate nel capitolato speciale di appalto.

Coerenza agli strumenti di pianificazione

L'intervento risulta pienamente coerente e conforme alle previsioni e agli indirizzi del P.R.G.C. vigente del Comune di Volpiano.

Le opere interessano aree già destinate a infrastruttura stradale, viabilità pubblica e spazi di rispetto viario dal piano regolatore vigente. Non vengono attuate varianti di tracciato, ampliamenti di sedime comportanti espropri o modifiche alle sagome geometriche stradali esistenti.

I lavori configurano interventi classificabili come manutenzione straordinaria della rete infrastrutturale esistente.

Tali attività sono espressamente previste, normate e incentivate dalle N.T.A. del Comune di Volpiano al fine di garantire la sicurezza della circolazione veicolare particolarmente sollecitata nel tratto di Via Lombardore.

Le modalità esecutive del cantiere, le caratteristiche prestazionali dei materiali impiegati ed i ripristini delle quote di scorrimento superficiale delle acque meteoriche rispettano rigorosamente le prescrizioni tecniche imposte con particolare attenzione alla prevenzione di ristagni idrici.

Il rifacimento del manto d'usura persegue gli obiettivi di miglioramento degli standard di aderenza degli pneumatici (aderenza superficiale) e riduzione del rischio di incidentalità da dissesto del fondo (buche, fessurazioni da fatica o ormaiatura), operando in perfetta coerenza con le linee guida della viabilità locale.

L'intervento risponde positivamente agli indirizzi strategici dei piani di coordinamento territoriale di livello superiore: Piano Territoriale Regionale (P.T.R. Regione Piemonte): L'opera è coerente con l'Obiettivo Strategico relativo alla valorizzazione, manutenzione e messa in sicurezza del patrimonio infrastrutturale ed edilizio esistente, escludendo qualsiasi ulteriore consumo di suolo ineditato (Target "Consumo di suolo zero").

Si ricorda che è inoltre coerente con il D.P.R. 380 del 06 giugno 2001

Verifica dei vincoli ambientali e totale del territorio

Vincolo Paesaggistico (D.Lgs. 42/2004)

Il tratto di Via Lombardore oggetto d'intervento non risulta sottoposto a vincoli di natura paesaggistica, storica o monumentale ai sensi del Codice dei Beni Culturali, non interferendo con beni tutelati. Qualora singole porzioni marginali della sede stradale dovessero lambire fasce di rispetto di canali o corsi d'acqua superficiali, l'opera si configura come mera manutenzione del sedime esistente e risulta comunque esclusa dall'obbligo di Autorizzazione Paesaggistica ai sensi del D.P.R. 31/2017 (Allegato A, punto A.27).

Vincolo Idrogeologico e Piano di Assetto Idraulico (P.A.I.)

Le opere non comportano scavi profondi, modifiche all'assetto idraulico del territorio o alterazioni del regime delle acque, non interferendo con le prescrizioni del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino fluviale Po, garantendo il mantenimento delle originarie pendenze per il deflusso delle acque piovane nei fossi laterali esistenti.

In conclusione, l'intervento si presenta come un atto di gestione conservativa, riqualificazione e messa in sicurezza del patrimonio viario pubblico esistente, operando in perfetta e assoluta coerenza con l'intero quadro pianificatorio e regolamentare locale e sovracomunale del Comune di Volpiano.

Indagine geologica e geotecnica.

In merito alle opere di manutenzione stradale, riqualificazione funzionale e ripristino del manto d'usura in conglomerato bituminoso (asfaltatura) previste per la sede viaria denominata Via Lombardore, sita all'interno del territorio comunale di Volpiano (TO), si attesta e si giustifica tecnicamente che non sussiste l'obbligo di redazione e deposito della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica.

L'esclusione dall'obbligo di tali studi specialistici trova fondamento normativo, tecnico e giuridico nei riferimenti legislativi vigenti di seguito analiticamente richiamati.

- **ESCLUSIONE AI SENSI DEL D.M. 17 GENNAIO 2018 (NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI)** Il Capitolo 6.1 del D.M. 17/01/2018 (NTC vigenti) stabilisce che la progettazione geotecnica e la relativa campagna di indagini geognostiche siano obbligatorie esclusivamente per la realizzazione di "nuove opere", nonché per gli interventi su strutture esistenti che ne modifichino il comportamento globale, l'assetto strutturale o le modalità di interazione diretta con il terreno di sedime e di fondazione. Nel caso specifico del cantiere in oggetto, si evidenzia che: **L'intervento si configura rigorosamente come un'opera di manutenzione straordinaria locale** su un'infrastruttura stradale già esistente, ampiamente consolidata e urbanisticamente legittimata dal passaggio pluridecennale dei flussi di traffico.

I lavori prevedono esclusivamente la fresatura (scarifica meccanica) del vecchio tappeto d'usura superficiale ammalorato e la successiva stesa di nuovo conglomerato bituminoso mantenendo inalterata la quota originaria della massicciata.

Le opere non comportano in alcun modo varianti plano-altimetriche del tracciato, esecuzione di scavi profondi ad esclusione di una modesta area per intubamento di un fosso già esistente, variazioni dei carichi massimi di progetto dell'arteria, né alterazioni del profilo di interazione terreno-struttura. Pertanto, non ricorrono i

presupposti strutturali previsti dal Cap. 6 delle NTC per la caratterizzazione obbligatoria dei terreni.

- **COERENZA CON LA CIRCOLARE MINISTERIALE 20 FEBBRAIO 2019, N. 7 (CIRCOLARE NTC)** La Circolare Ministeriale n. 7/2019, al Capitolo C8 (Costruzioni Esistenti), chiarisce che per gli interventi di tipo locale, di riparazione o di ripristino funzionale che non alterano la risposta globale dell'opera e non modificano l'entità delle sollecitazioni trasmesse al terreno di sedime, è facoltà del progettista omettere le indagini geognostiche generali. La conformità e la durabilità dell'opera vengono affidate alla corretta esecuzione delle regole dell'arte e al ripristino delle condizioni di sicurezza e impermeabilità originarie dell'infrastruttura.
- **VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA E AMBIENTALE (P.A.I.)**
Dal punto di vista della tutela idrogeologica, ambientale e del regime delle acque superficiali: Le opere di mero ripristino della pavimentazione stradale esistente mantengono inalterato il regime di scorrimento naturale delle acque meteoriche, non comportano rimodellazioni morfologiche del territorio, scarpate o scavi che possano interferire con la stabilità locale dei versanti o con l'equilibrio della falda acquifera superficiale. * Non essendoci alterazione dell'involucro geometrico o del volume di terreno, l'intervento non interferisce con le prescrizioni vincolanti del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino fluviale Po, escludendo la necessità di studi di compatibilità idraulica specialistica.

In virtù del quadro normativo sopra richiamato, si assevera che lo stato di fatto del sottofondo stradale esistente in Via Lombardore risulta strutturalmente stabile e consolidato, avendo sopportato i carichi di esercizio veicolari nel corso dei decenni senza evidenziare dissesti o cedimenti macroscopici imputabili a instabilità geologiche profonde del sito. I lavori in progetto si limitano al ripristino delle caratteristiche funzionali, di aderenza (skid resistance) e di impermeabilizzazione dello strato di finitura superficiale della carreggiata. Per tali motivi, le relazioni geologica e geotecnica sono da ritenersi non necessarie ai fini del progetto.

Indagine archeologica

In merito alle opere di manutenzione stradale, riqualificazione funzionale e ripristino del manto d'usura in conglomerato bituminoso (asfaltatura) previste per la sede viaria denominata Via Lombardore si attesta e si giustifica tecnicamente che non sussiste l'obbligo di redazione e deposito della Valutazione di Impatto Archeologico, comunemente denominata procedura di Archeologia Preventiva.

L'esclusione dall'obbligo di tali studi specialistici trova fondamento normativo, tecnico e giuridico nei riferimenti legislativi vigenti di seguito analiticamente richiamati.

ESCLUSIONE AI SENSI DEL D.LGS. 31 MARZO 2023, N. 36 (NUOVO CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI)

La disciplina nazionale dell'archeologia preventiva è rigidamente regolata dall'Articolo 41, comma 4 e, nello specifico, dall'Allegato I.8 del D.Lgs. 36/2023 (il quale ha recepito e sostituito le previgenti disposizioni dell'Art. 25 del vecchio D.Lgs. 50/2016). La norma stabilisce che la procedura di verifica dell'interesse archeologico si applichi esclusivamente ai progetti di "nuove opere" o di "modifica sostanziale di opere esistenti" che comportino l'esecuzione di nuovi scavi archeologicamente rilevanti, ovvero interventi in sottosuoli profondi precedentemente non interessati da attività edificatorie o antropiche. Nel caso specifico del cantiere in oggetto, si evidenzia che:

- L'intervento si configura rigorosamente come un'opera di manutenzione locale su un'infrastruttura stradale già esistente, consolidata e permanentemente urbanizzata dal passaggio dei flussi di traffico.
- Le attività di cantiere non prevedono l'esecuzione di scavi profondi, sbancamenti, allargamenti di sedime stradale o modifiche geometriche del tracciato che vadano ad intaccare strati di terreno vergine o quote inferiori rispetto alla massicciata d'epoca della strada. L'area d'intervento risulta pertanto già ampiamente e permanentemente rimaneggiata e antropizzata in occasione della primigenia realizzazione dell'arteria stessa e della successiva posa dei sottoservizi interrati.

COERENZA CON IL D.LGS. 22 GENNAIO 2004, N. 42 (CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO)

Ai sensi degli Articoli 10, 12 e 21 del D.Lgs. 42/2004, l'autorizzazione o la verifica preliminare della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio è richiesta qualora

le opere interessino direttamente beni immobili dichiarati di interesse culturale o aree sottoposte a specifiche tutele d'ufficio.

La sede stradale di Via Lombardore non risulta gravata da provvedimenti di vincolo archeologico diretto o indiretto, né inserita in aree a rischio noto.

Trattandosi di un ripristino eseguito "sedime su sedime", l'intervento non altera minimamente lo stato dei luoghi né è suscettibile di interferire con eventuali contesti archeologici sepolti, i quali – qualora teoricamente presenti – si troverebbero a quote geologiche e stratigrafiche significativamente inferiori rispetto allo strato di sovrastruttura stradale interessato dalle lavorazioni superficiali.

CRITERI DI ADEMPIMENTO OPERATIVI IN CASO DI RINVENIMENTO FORTUITO

Fermo restando che l'intervento è escluso dalle procedure ordinarie di Archeologia Preventiva in fase di progetto, l'impresa esecutrice sarà comunque istruita sul rispetto rigoroso dell'Articolo 90 del D.Lgs. 42/2004 in materia di scoperte fortuite. Nel caso improbabile in cui, durante le limitate operazioni di ripristino locale del sottofondo stradale, dovessero emergere elementi o reperti di potenziale interesse storico, antropologico o archeologico, i lavori verranno immediatamente sospesi nel raggio del rinvenimento per consentire la tempestiva segnalazione alla Soprintendenza competente e alle autorità locali.

In virtù del quadro normativo sopra richiamato, si assevera che l'intervento di asfaltatura in progetto non comporta alcun potenziale impatto sul patrimonio archeologico sotterraneo, risultando legalmente ed operativamente esonerato dall'obbligo di indagini o relazioni preventive in conformità al D.Lgs. 36/2023 e al D.Lgs. 42/2004.

Sottoservizi

L'intervento in oggetto presenta una duplice natura operativa che richiede differenti livelli di mitigazione del rischio:

- Opere di superficie: Scarifica meccanica (fresatura) del manto d'usura e successiva stesa di conglomerato bituminoso.
- Opere di sottosuolo localizzate: Scavo, regolarizzazione e intubamento (tombamento) di un fosso a cielo aperto per uno sviluppo lineare di circa 20 metri lineari.

CENSIMENTO DELLE RETI E INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE CRITICHE

1. Interferenze in fase di Scarifica e Riasfaltura (Opere Superficiali)

Durante le operazioni di fresatura meccanica del vecchio manto stradale (profondità stimata 4.0 – 10.0 cm), le interferenze riguardano principalmente i manufatti affioranti e le reti posate in trincea superficiale:

- Chiusini e Caditoie (Reti Fognarie/Idriche): Necessità di protezione meccanica dei telai d'ispezione e successiva regolazione altimetrica ("messa in quota") per garantire la perfetta complanarità con il nuovo asfalto finito.
- Reti di Telecomunicazione (Fibra Ottica / Cavidotti): Rappresentano l'interferenza a più alto rischio a causa della ridotta profondità di posa delle microtrincee d'epoca (spesso inferiori a 15-20 cm dal piano viabile).

2. Interferenze in fase di Intubamento del Fosso di 20 ML (Opere di Scavo)

L'esecuzione dello scavo per l'alloggiamento dello scatolare o della tubazione in calcestruzzo/PEAD (diametro 600 mm) lungo i 20 metri lineari del fosso laterale interferisce direttamente con il fascio dei sottoservizi che tipicamente corrono paralleli o intersecano ortogonalmente il corpo stradale e le banchine:

- Condotte Idriche in pressione e Gas Metano: Rischio di intercettazione di allacciamenti privati o condotte principali che costeggiano il fosso o lo attraversano in sub-alveo.
- Cavi Elettrici Interrati (Media/Bassa Tensione): Possibile presenza di linee di alimentazione interrate o linee di terra dei pali di illuminazione pubblica adiacenti al fosso.

PROTOCOLLO OPERATIVO DI GESTIONE E RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

1. Fase di Tracciamento e Saggi Esplorativi Preventivi (Obbligatori)

Prima dell'ingresso in cantiere della fresatrice e degli escavatori, l'Impresa esecutrice, in coordinamento con i tecnici referenti degli Enti Gestori istituzionali, provvederà al tracciamento plano-altimetrico al suolo di tutte le reti censite.

In corrispondenza dei 20 ML interessati dall'intubamento del fosso, verranno eseguiti obbligatoriamente n. 4 saggi esplorativi eseguiti rigorosamente a mano (senza l'ausilio di

mezzi meccanici), al fine di accertare l'esatta quota estradosso di eventuali cavidotti o tubazioni interrate prima di iniziare lo scavo strutturale.

2. Gestione delle Interferenze durante la Scarifica (Fresatura)

Protezione dei Chiusini: Prima del passaggio della fresatrice, tutti i chiusini e le griglie delle caditoie verranno mappati e segnalati visibilmente. La fresatura attorno ai manufatti in ghisa verrà eseguita tramite mini-fresatrice o mediante demolizione manuale con martello demolitore leggero, per evitare rotture dei telai o sussulti del tamburo della macchina principale.

Messa in Quota: A seguito della stesa del binder e del tappeto di usura, i chiusini verranno rialzati e bloccati mediante malte cementizie reoplastiche rapide a ritiro compensato.

3. Gestione delle Interferenze durante l'Intubamento del Fosso

Qualora i saggi a mano evidenzino cavidotti o tubazioni che attraversano trasversalmente il fosso da intubare, l'Impresa dovrà provvedere al loro sostegno provvisorio durante lo scavo.

La nuova tubazione di intubamento del fosso dovrà mantenere le distanze minime di rispetto dai sottoservizi paralleli in accordo con i regolamenti dei singoli gestori. In caso di parallelismi stretti o incroci obbligati, verranno inserite piastre di separazione in poliuretano o guaine dielettriche di protezione per evitare correnti vaganti o ponti termici (nel caso di linee elettriche/gas).

Il riempimento dello scavo attorno al nuovo tubo del fosso e in corrispondenza dei sottoservizi sospesi verrà eseguito con materiale granulare stabilizzato o sabbia costipata a strati successivi (spessore max 20 cm) mediante costipatori verticali leggeri (costipatori a "rana"), vietando l'uso di rulli compattatori pesanti direttamente sopra le linee tecnologiche intercettate.

Il quadro conoscitivo sviluppato nel presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica evidenzia che le opere di superficie (scarifica e riasfaltura) e l'intervento di intubamento locale del fosso sono urbanisticamente e tecnicamente fattibili.

Le interferenze individuate sono risolvibili mediante l'applicazione delle ordinarie regole dell'arte e l'adozione dei protocolli di saggio manuale e sostegno provvisorio delle reti, escludendo la necessità di varianti di tracciato o costosi spostamenti preventivi delle reti tecnologiche primarie degli Enti Gestori.

Barriere Architettoniche

Nel pieno rispetto delle normative vigenti (Legge 09.01.1989 n. 13 Disposizioni per il superamento delle barriere architettoniche, D.M. 14.06.1989 n. 236 Regolamento di attuazione della Legge 13/1989; D.P.R. 24.06.1996 n. 503 Norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici), e seguendo le corrette regole di progettazione, si sono adottate nel presente studio di fattibilità tutte le misure necessarie per garantire la piena fruizione dell'area in progetto, data la tipologia di opera particolare attenzione dovrà essere condotta nella realizzazione dei raccordi tra le rampe dei marciapiedi e il sedime stradale nelle zone di realizzazione dei passaggi pedonali rialzati, precisamente il raccordo sarà sempre a filo del marciapiede (<cm2) e la pendenza delle rampe di raccordo non superiore all'8%.

Analisi delle problematiche inerenti l'impatto ambientale

L'esecuzione delle opere di risanamento profondo, scarifica meccanica (fresatura), riasfaltura ed intubamento del fosso laterale per uno sviluppo complessivo di 20 metri lineari (ML) lungo Via Lombardore nel Comune di Volpiano (TO) comporta una serie di alterazioni temporanee, transitorie e localizzate sulle matrici ambientali del sito.

Al fine di minimizzare l'impronta ecologica delle attività di cantiere, garantire la tutela degli ecosistemi locali e rispettare le severe prescrizioni del D.Lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e del principio DNSH (Do No Significant Harm), nel presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) si analizzano di seguito le principali problematiche ambientali individuate e le relative misure di mitigazione operative vincolanti per l'Impresa esecutrice.

ANALISI DELLE MATRICI AMBIENTALI INTERFERENTI E MISURE DI MITIGAZIONE

Inquinamento acustico e vibrazioni (Matrice Rumore)

Problematica: L'impiego in sito di macchinari pesanti semoventi (fresatrici stradali, escavatori cingolati, rulli compattatori vibranti e autocarri per il trasporto materiali) genera incrementi temporanei ma significativi dei livelli di pressione sonora e vibrazioni,

suscettibili di indurre disturbo verso i ricettori sensibili e residenziali distribuiti lungo l'asse di Via Lombardore.

Misure di mitigazione: Tutti i mezzi d'opera dovranno essere provvisti di idonei dispositivi di silenziamento all'origine e di regolare certificazione CE in conformità alla direttiva acustica per le macchine funzionanti all'aperto. Gli orari di cantiere saranno tassativamente limitati alle sole fasce diurne previste dai regolamenti di Polizia Locale del Comune di Volpiano (8:00-12:00 e 14:00-18:00), escludendo i giorni festivi.

Qualora i limiti di zona definiti dalla zonizzazione acustica comunale vengano superati, l'impresa provvederà a richiedere preventiva autorizzazione in deroga acustica temporanea.

Emissioni diffuse di polveri e gas di scarico (Matrice Aria)

Problematica: La movimentazione dei mezzi pesanti, la scarifica meccanica dello strato d'usura ammalorato e lo scavo per l'alloggiamento della tubazione del fosso determinano la risospensione e la dispersione atmosferica di polveri sottili (PM10 e PM2.5). A ciò si aggiungono le emissioni gassose dei motori endotermici dei mezzi di cantiere e le esalazioni odorigene localizzate (idrocarburi) durante le fasi di stesa del conglomerato bituminoso caldo.

Misure di mitigazione: È fatto obbligo all'impresa di procedere alla bagnatura costante delle aree di lavorazione, delle banchine e delle piste di cantiere non asfaltate durante le giornate ventose o siccitose. Tutti gli autocarri adibiti al trasporto del fresato d'asfalto o delle terre di scavo dovranno viaggiare provvisti di teloni di copertura stagni per impedire la dispersione di particolato durante il transito. La stesa dell'asfalto avverrà adottando miscele bituminose prodotte a temperature ottimizzate per abbattere la vaporizzazione dei fumi caldi.

Gestione dei materiali di risulta e sottoprodotti (Matrice Rifiuti e Suolo)

Problematica: Le attività di scarifica generano ingenti volumi di fresato bituminoso (Codice EER 170302), mentre lo scavo dei 20 ML del fosso laterale produce terre e rocce da scavo (Codice EER 170504). Una gestione non controllata di tali frazioni configura un potenziale rischio di inquinamento del suolo e violazione della disciplina sui rifiuti.

Misure di mitigazione: Il progetto persegue gli obiettivi di sostenibilità attraverso l'economia circolare. Il fresato stradale se conforme sarà conferito a impianti di riciclaggio autorizzati.

Per le terre derivanti dallo scavo del fosso, si attiverà la procedura semplificata di cui al D.P.R. 120/2017, prevedendone il reimpiego in sito come materiale da reinterro strutturale e sagomatura attorno alla nuova condotta interrata.

Protezione del corpo idrico e gestione delle acque (Matrice Idrica)

Problematica: L'intubamento (tombamento) del fosso a cielo aperto interferisce direttamente con il reticolo idrografico minore superficiale della zona. Le operazioni di scavo comportano il rischio di sversamento accidentale di fluidi idraulici, lubrificanti o carburanti dei mezzi meccanici nell'acqua, nonché il trascinarsi di solidi sospesi e fanghi di cantiere verso valle.

Misure di mitigazione: I lavori strutturali sul fosso saranno programmati ed eseguiti prioritariamente nei periodi di magra idrica o di assenza di deflusso. Durante le operazioni di scavo e posa del tubo, il flusso idrico a monte verrà temporaneamente intercettato e deviato mediante una condotta di by-pass provvisoria flessibile.

È tassativamente vietato lo stoccaggio di carburanti, oli o sostanze chimiche nelle aree di rispetto adiacenti al fosso; i rifornimenti dei mezzi avverranno esclusivamente in piazzole protette provviste di kit di pronto intervento per il contenimento degli sversamenti. L'analisi delle potenziali interferenze ambientali condotta nel presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica evidenzia che l'impatto delle lavorazioni in Via Lombardore ha carattere strettamente temporaneo, reversibile e spazialmente circoscritto al perimetro del cantiere.

L'adozione rigorosa e sistematica delle misure di mitigazione e dei protocolli operativi sopra descritti garantisce la salvaguardia dell'ecosistema circostante, minimizza il disagio per la cittadinanza locale e assicura la totale conformità delle opere stradali alle vigenti normative di tutela ambientale nazionali (D.Lgs. 152/06) e regionali.

Applicazione dei criteri minimi ambientali

In stretta ottemperanza a quanto disposto dal D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 (Nuovo Codice dei Contratti Pubblici), l'elaborazione del presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) per i lavori di scarifica, riasfaltatura ed intubamento del fosso laterale (20 ML) in Via Lombardore recepisce obbligatoriamente i Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) vigenti, disciplinati dal D.M. 23 giugno 2022.

L'integrazione dei criteri di sostenibilità ambientale fin dalla fase preliminare persegue l'obiettivo di minimizzare l'uso di risorse naturali vergini, massimizzare il riciclo dei materiali di risulta (fresato bituminoso) e garantire una conduzione del cantiere a ridotto impatto carbonico (DNSH).

SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI IN CONFORMITÀ C.A.M.

L'Appalto impone all'Impresa aggiudicataria l'approvvigionamento di materiali dotati di regolare certificazione ambientale di prodotto (EPD o equivalente validata da organismo terzo), rispondenti ai seguenti requisiti minimi

Conglomerati Bituminosi (Asfalto C.A.M. - Par. 2.5.2)

Le miscele bituminose impiegate per lo strato di collegamento e per il tappeto di usura finale non saranno costituite esclusivamente da aggregati vergini di cava. È fatto obbligo di utilizzare formule d'impasto che integrino una quota di fresato d'asfalto riciclato (Codice EER 170302), derivante dalle attività di scarifica stradale, in misura non inferiore al 20% in peso per il tappeto di usura e al 30% per lo strato di binder, riducendo l'impronta di carbonio della pavimentazione.

Manufatti prefabbricati per l'intubamento del fosso (Par. 2.5.7)

I tubi circolari o gli elementi scatolari prefabbricati in calcestruzzo armato necessari per il tombamento dei 20 metri lineari (ML) del fosso laterale dovranno garantire un contenuto minimo di materiale riciclato (o sottoprodotti dell'industria siderurgica/estrattiva) pari ad almeno il 5% sul peso totale del manufatto. La conformità sarà attestata dal produttore mediante bilancio di massa certificato.

PROTOCOLLO OPERATIVO E REQUISITI DI CONDUZIONE DEL CANTIERE (C.A.M. PAR. 3)

In fase esecutiva, la Direzione Lavori e il Coordinatore della Sicurezza (CSE) verificheranno il rispetto dei seguenti criteri ambientali di gestione:

Limitazione delle emissioni del parco macchine

Tutti i mezzi d'opera pesanti impiegati nelle fasi di fresatura e scavo dovranno soddisfare i requisiti minimi sulle emissioni di gas di scarico e particolato. Saranno ammessi esclusivamente macchinari rispondenti alle normative europee Stage V (per le macchine mobili non stradali) ed Euro 5 / Euro 6 per i veicoli da trasporto pesante, riducendo l'impatto di PM10 e NOx nel territorio di Volpiano.

Protezione delle acque e uso di lubrificanti biodegradabili

Data la diretta interferenza dei lavori con il reticolo idrografico minore superficiale durante l'intubamento dei 20 ML di fosso, è fatto obbligo di utilizzare fluidi idraulici e lubrificanti per catene/ingranaggi a base biologica altamente biodegradabili (conformi alla certificazione Ecolabel UE o specifica tecnica equivalente) per tutti gli escavatori operanti in prossimità dell'alveo, azzerando il rischio di contaminazione chimica persistente in caso di guasto o sversamento accidentale.

Tracciabilità e target di recupero dei rifiuti di cantiere

Il Piano di Gestione dei Rifiuti allegato al cantiere garantirà che almeno il 70% in peso dei residui non pericolosi generati (fresato bituminoso non riutilizzato in sito, terre di scavo eccedenti, frammenti cementizi) sia avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o recupero di materia presso impianti autorizzati, escludendo il conferimento in discarica.

Si assevera che le scelte progettuali, i requisiti prestazionali dei materiali stradali ed idraulici e le prescrizioni operative di cantiere introdotte nel presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica soddisfano integralmente i Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) di cui al D.M. 23/06/2022, garantendo la sostenibilità ambientale dell'intervento in Via Lombradore in perfetta aderenza alle linee guida del D.Lgs. 36/2023.

Indicazioni preliminari per la stesura del piano di sicurezza.

Le opere in oggetto sono soggette all'applicazione del D.Lgs.vo 81/2008, le fasi lavorative, quindi, comportano:

- **Allestimento cantiere**, opportunamente delimitato, il cantiere sarà consentito l'accesso unicamente agli addetti ai lavori. Il cantiere sarà collocato in prossimità di strade comunali. Dovranno quindi essere messi in opera tutti gli apprestamenti e le recinzioni necessarie per evitare che persone estranee al cantiere vengano in contatto con macchinari in movimento e non, oppure esposti a zone pericolose dell'area di lavorazione. Le recinzioni dovranno essere di chiara efficienza anche (e soprattutto) nelle ore notturne e comunque in tutti i momenti di

chiusura del cantiere. L'area destinata a insediamento di cantiere dovrà essere recintata in modo accurato con rete metallica rigida a pannelli, vincolata a pali infissi nel terreno o in appositi blocchi prefabbricati. La recinzione dovrà essere evidenziata con nastro bianco e rosso

SEGNALETICA GENERALE PREVISTA NEL CANTIERE



I segnali complementari

BARRIERE



Normali: sono disposte parallelamente al piano stradale e sostenute da cavalletti o da altri sostegni idonei. Sono obbligatorie sui lati frontali di delimitazione del cantiere o sulle testate di approccio. Lungo i lati longitudinali le barriere sono

obbligatorie nelle zone che presentano condizioni di pericolo per le persone al lavoro o per i veicoli in transito. Possono essere sostituite da recinzioni colorate in rosso o aran-

cione stabilmente fissate, costituite da teli, reti o altri mezzi di delimitazione. Sono a strisce oblique bianche e rosse e sono poste parallelamente al piano stradale con il bordo inferiore ad altezza di almeno 80 cm da terra in posizione tale da renderle visibili anche in presenza di altri mezzi segnaletici di presegnalamento; di notte ed in ogni caso di scarsa visibilità devono essere integrate da lanterne a luci rosse fisse.

BARRIERA DI RECINZIONE PER CHIUSINI



SI



NO

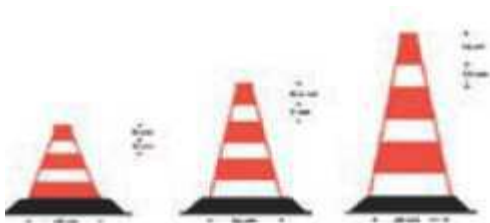
Tombini e ogni tipo di portello, aperti anche per un tempo brevissimo, situati sulla carreggiata o in banchine o su marciapiedi, devono essere completamente recintati con un insieme di barriere o transenne unite a formare un quadrilatero;

PALETTO DI DELIMITAZIONE



Viene usato in serie per evidenziare i bordi longitudinali e di approccio delle zone di lavoro; deve essere installato sempre ortogonalmente all'asse della strada cui è rivolto. L'intervallo tra i paletti non deve essere superiore a 15 m. Il paletto è colorato sulla faccia con bande alternate bianche e rosse. Il sostegno deve assicurare un'altezza del bordo inferiore di almeno 30 cm da terra; la base deve essere infissa o appesantita per impedirne il rovesciamento.

CONI E DELINEATORI FLESSIBILI



Il cono deve essere usato per delimitare ed evidenziare zone di lavoro o operazioni di manutenzione di durata non superiore ai due giorni, per il tracciamento di segnaletica orizzontale, per indicare le aree interessate da incidenti, gli incanalamenti temporanei per posti di blocco, la separazione provvisoria di opposti sensi di marcia e delimitazione di ostacoli provvisori.

Il cono deve essere costituito da materiali flessibili quali gomma o plastica. É di colore rosso con anelli di colore bianco retroriflettente, deve avere una adeguata base di appoggio appesantita dall'interno o dall'esterno per garantirne la stabilità in ogni condizione. La frequenza di posa è di 12 m in rettilineo e di 5 m in curva; nei centri abitati la frequenza è dimezzata salvo diversa distanza dettata dalla necessità della situazione.

SEGNALAMENTO DEI VEICOLI



Anche i veicoli operativi, i macchinari ed i mezzi d'opera fermi o in movimento, ma se esposti al traffico, devono essere riconoscibili e visibili, altrimenti la loro presenza potrebbe causare degli intralci e pericoli per tutti. I veicoli devono portare posteriormente un

pannello a strisce bianche e rosse, integrato da un segnale di PASSAGGIO OBBLIGATORIO PER VEICOLI OPERATIVI con freccia orientata verso il lato dove il veicolo può essere superato. Stesso tipo di segnalazione deve essere usato anche per i veicoli che per la natura del carico o della massa o l'ingombro devono procedere a velocità particolarmente moderata. In questi casi, detti veicoli devono essere equipaggiati con una o più luci gialle lampeggianti.

I segnali luminosi

LANTERNA SEMAFORICA NORMALE

Con la luce rossa i veicoli non devono superare la linea di arresto; con la luce verde possono procedere in tutte le direzioni consentite dalla segnaletica verticale e orizzontale. Con la luce gialla i veicoli non possono oltrepassare la linea di arresto a meno che non si trovino così "prossimi" al momento dell'accensione della luce gialla, che non possono arrestarsi in condizioni di sicurezza. Le lanterne semaforiche utilizzate per il segnalamento temporaneo sono identiche a quelle permanenti.

DISPOSITIVI LUMINOSI A LUCE GIALLA

In ogni caso di scarsa visibilità lo sbarramento obliquo che precede la zona di lavoro deve essere integrato da dispositivi a luce gialla lampeggiante in sincrono o in progressione (luci scorrevoli) ovvero con configurazione di freccia orientata per evidenziare punti singoli; i margini longitudinali della zona di lavoro possono essere integrati con dispositivi a luce gialla fissa. Nel

segnale di pericolo temporaneo “semaforo” il disco giallo inserito nel simbolo deve essere sostituito da una luce gialla lampeggiante di pari diametro. La luce gialla lampeggiante può essere installata anche al di sopra del segnale.

DISPOSITIVI LUMINOSI A LUCE ROSSA

In ogni caso di scarsa visibilità le barriere di testata delle zone di lavoro devono essere munite di idonei apparati luminosi di colore rosso a luce fissa (almeno una lampada ogni 1,5 m di barriera di testata). Il segnale “lavori” deve essere munito di analogo apparato luminoso di colore rosso a luce fissa. Per la sicurezza dei pedoni le recinzioni dei cantieri edili, gli scavi, i mezzi e macchine operatrici, nonché il loro raggio di azione devono essere segnalate con luci rosse fisse.

Sono vietate le lanterne, le altre sorgenti luminose a fiamma libera.

La pianificazione delle fasi è eseguita secondo i seguenti principi:

- ✓ evitare la contemporaneità di lavorazioni che per la loro natura possano essere sorgente di pericolo (es.: fiamme libere e presenze di sostanze infiammabili);
- ✓ evitare lo svolgersi di lavorazioni in aree di cantiere prossime fra loro e che fisicamente potrebbero causare pericolose interazioni (es.: lavorazioni in aree allineate sulla stessa verticale con pericolo di caduta oggetti)
- ✓ L'eventuale contemporaneità di alcune fasi è accettabile allorquando la natura delle opere da compiersi e la morfologia e l'ubicazione delle aree di lavoro diano ragione di pensare che non possano insorgere pericoli.

Finanziamento dell'opera e tempi di realizzazione

Data la tipologia di intervento lo stesso, come già precedentemente descritto è stato opportunamente suddiviso in due fasi tra loro ben distinte:

- **Totale asfaltatura del tratto stradale descritto ed opere connesse**
per la realizzazione dell'opera il quadro economico prevede un investimento complessivo di **€. 457.000,00** di cui **€. 327918,86** per lavori ed oneri per la sicurezza e **€. 129.081,14** per somme a disposizione della Amministrazione meglio evidenziato nell'**ALLEGATO – QUADRO ECONOMICO**

Il tempo utile stimato per la realizzazione degli **ASFALTI** delle opere ad essi connesse è stabilito in giorni **90 naturali e consecutivi**, decorrenti dalla data di consegna lavori.

I suddetti tempi utili tengono conto dell'incidenza dei giorni, nella misura delle normali previsioni, di andamento stagionale sfavorevole

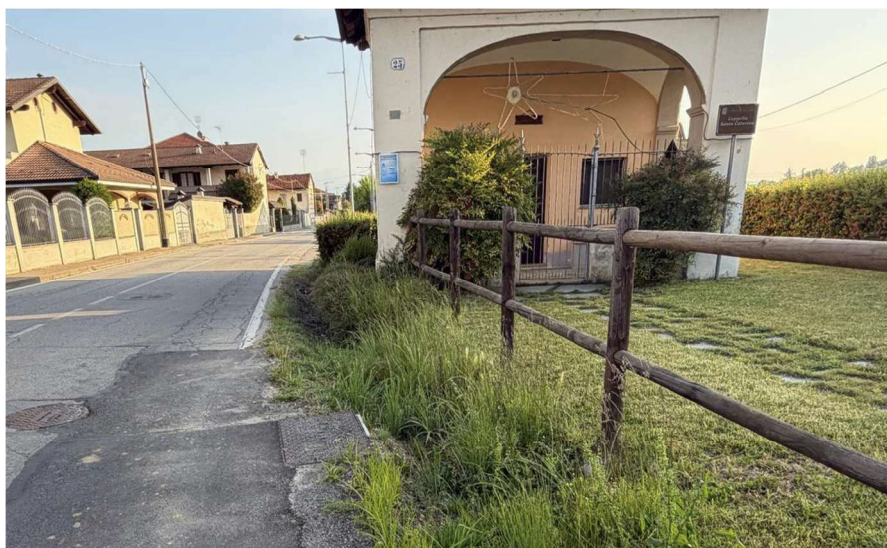
Descrizione delle scelte progettuali e realizzazione opere

FASE PRELIMINARE: CANTIERIZZAZIONE, SEGNALETICA E TRACCIAMENTO

L'avvio delle attività lungo l'asse viario di Via Lombardore è subordinato all'ordinanza di regolamentazione del traffico emanata dalla Polizia Locale.

- Installazione del Cantiere: Posa della segnaletica temporanea di preavviso, delimitazione delle aree di lavoro con barriere continue catarifrangenti e predisposizione del senso unico alternato regolato da impianti semaforici mobili o movieri.
- Tracciamento e Saggi: Individuazione al suolo dei sottoservizi censiti in fase di PFTE. Esecuzione obbligatoria di saggi preventivi eseguiti rigorosamente a mano in corrispondenza dei 20 ML del fosso laterale per verificare la quota delle reti interferenti prima dell'ingresso dei mezzi meccanici pesanti.

PROCEDURA OPERATIVA DELLE OPERE IDRAULICHE (INTUBAMENTO FOSSO)



Le lavorazioni di intubamento del fosso a cielo aperto precedono le lavorazioni di finitura della pavimentazione stradale, operando secondo la seguente sequenza:

- Deviazione del Flusso (By-pass): Intercettazione del flusso idrico a monte del tratto di 20 ML e deviazione controllata tramite tubazione flessibile e sistema di pompaggio (se necessario).
- Scavo e Profilatura: Scavo meccanico di sbancamento e profilatura del fondo del fosso mediante escavatore cingolato equipaggiato con lubrificanti biodegradabili (norma C.A.M.). Lo scavo prevede il sostegno provvisorio ("appuntamento") dei cavidotti o condotte che incrociano trasversalmente la sezione.
- Realizzazione del Letto di Posa: Stesa e compattazione di uno strato di regolarizzazione (spessore minimo 15 cm) in stabilizzato granulometrico o misto cementizio conforme ai C.A.M. (minimo 5% di riciclato).
- Posa della Condotta: Calata in alveo e giunzione di tubi circolari o elementi scatolari prefabbricati in calcestruzzo armato, verificandone la corretta pendenza longitudinale per garantire il deflusso idraulico.
- Rinfianco e Reinterro: Rinfianco della condotta con materiale granulare costipato a strati successivi di 20 cm mediante costipatori verticali leggeri (a "rana") per evitare danni alle condotte e ai sottoservizi sospesi. Chiusura dello scavo fino alla quota della banchina stradale per l'allargamento del piano calpestabile.

PROCEDURA OPERATIVA DELLE OPERE STRADALI (SCARIFICA E RISANAMENTO)

Scarifica Superficiale Standard (Fresatura)

- Esecuzione: Passaggio della fresatrice stradale autopropulsa sull'intera carreggiata stradale per la rimozione del tappeto d'usura esistente degradato, per una profondità costante compresa tra 4.0 e 6.0 cm.
- Gestione Manufatti: In prossimità di chiusini, caditoie e valvole gas, la scarifica viene interrotta e completata mediante l'ausilio di mini-fresatrice o martello demolitore manuale leggero per preservare l'integrità dei telai in ghisa. Il fresato risultante (EER 170302) viene caricato direttamente sui camion telati per il conferimento ai centri di riciclaggio.

Ripristino delle Aree Ammalorate con Scarifica Profonda (Risanamento/Cassonetto)

Nelle zone che evidenziano cedimenti strutturali della massicciata portante (cedimenti differenziali, ormaiatura profonda o fessurazioni a "pelle di coccodrillo"), si procede con la procedura di risanamento profondo a cassonetto:

- **Demolizione Profonda:** Esecuzione di una seconda passata di fresatura profonda o scavo con benna orientabile per una profondità aggiuntiva di 10 cm, rimuovendo lo strato di binder e la parte superficiale della fondazione ammalorata fino al raggiungimento dello strato stabile.
- **Rigenerazione Sottofondo:** Compattazione del fondo del cassonetto e posa di un nuovo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato o misto cementizio tipo C.A.M., costipato meccanicamente fino al raggiungimento di un modulo di deformazione $E_{v2} \geq 80-100 \text{ MPa}$
- **Stesa strato di Risanamento:** Applicazione di emulsione bituminosa d'ancoraggio e successiva stesa di conglomerato bituminoso livellato alla quota della circostante pavimentazione fresata.

FASE DI FINITURA: ASFALTATURA, MESSA IN QUOTA E SEGNALETICA

Pulizia Sede Stradale: Pulizia profonda del piano fresato mediante spazzatrice meccanica per l'eliminazione completa di polveri e inerti residui, seguita da bagnatura idrica di mitigazione ambientale.

Spruzzatura Emulsione: Applicazione a caldo di emulsione bituminosa modificata acida su tutta la superficie da asfaltare (dosaggio standard $\sim 1.0 \text{ kg/m}^2$) per garantire il perfetto incollaggio degli strati.

Stesa del Tappeto di Usura (Asfalto C.A.M.): Stesa mediante vibrofinitrice stradale dello strato di finitura in conglomerato bituminoso tipo Tappeto d'Usura (spessore 4.0 cm), contenente la quota obbligatoria di fresato riciclato ai sensi dei C.A.M. Compattazione finale tramite rulli compattatori tandem metallici e gommati.

Messa in Quota dei Manufatti: Taglio dell'asfalto attorno a chiusini e caditoie, sollevamento dei telai in ghisa e bloccaggio definitivo con malte cementizie rapide antiritiro per garantire la perfetta complanarità con il nuovo piano viabile finito ($\pm 2 \text{ mm}$).

Segnaletica e Dispositivi di Sicurezza: Tracciamento della segnaletica orizzontale rifrangente ad alta visibilità e installazione dei pali della segnaletica verticale.

Inoltre nell'ambito del complessivo risanamento, riasfaltura e adeguamento infrastrutturale di Via Lombardore nel Comune di Volpiano (TO), il presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) prevede la messa in sicurezza dei punti di conflitto pedonale mediante la realizzazione di due attraversamenti pedonali rialzati.

Al fine di massimizzare la visibilità diurna e notturna del transito pedonale, migliorare i tempi di reazione dell'utenza veicolare ed azzerare i consumi energetici da rete fossile, la segnaletica verticale di preavviso e di localizzazione sarà integrata con sistemi luminosi attivi ad alta efficienza a LED, alimentati autonomamente da moduli fotovoltaici dedicati. L'intervento persegue gli obiettivi di sostenibilità dettati dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) per le forniture stradali tecnologiche.

L'impianto ed i relativi componenti optoelettronici e di sostegno rispetteranno le seguenti normative vigenti: * D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) e successive modifiche, con specifico riferimento agli Artt. 79 (Segnali luminosi) e 135 (Segnaletica per attraversamenti pedonali). * Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici del 24/10/2000 per l'adeguamento dei passaggi pedonali. * Norma UNI EN 12899-1 (Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale). * CEI EN 61215 / CEI EN 61730 per la conformità e la sicurezza dei moduli fotovoltaici.

Il sistema tecnologico bifacciale posizionato in corrispondenza dell'attraversamento pedonale rialzato sarà costituito dai seguenti componenti integrati:

Modulo di Generazione Fotovoltaica (Autoconsumo FER locale)

Tipologia: Pannello solare fotovoltaico monocristallino ad alta efficienza (classe minima A).

Potenza di targa: $\geq 50\text{W} - 100\text{W}$ (dimensionato per garantire la continuità operativa anche in condizioni di ridotto irraggiamento solare invernale tipico della zona climatica E di Volpiano).

Struttura: Telaio in alluminio anodizzato anticorrosione, vetro temperato ad alta trasparenza resistente alla grandine e agli agenti atmosferici, installato in cima al palo di sostegno con inclinazione azimutale e orientamento ottimizzati per il sito.

Sistema di Accumulo e Regolazione della Carica

Regolatore di carica: Tipo MPPT (Maximum Power Point Tracking) provvisto di algoritmo intelligente per l'ottimizzazione della carica, protezione da sovraccarichi, cortocircuiti e

inversione di polarità. Dotato di sensore crepuscolare integrato per l'attivazione automatica differenziata.

Accumulatore (Batteria): Batteria ermetica ricaricabile al Litio (LiFePO₄) o al Piombo-Gel esente da manutenzione, alloggiata all'interno di una cassetta di sicurezza stagna in fusione di alluminio o acciaio inox (grado di protezione minimo IP65) ancorata al palo. La capacità dell'accumulatore garantirà un'autonomia operativa continua in assenza di sole (giorni di pioggia o nebbia perenni) non inferiore a 5-7 giorni lavorativi. 3

Segnale Verticale Attivo e Ottiche a LED

Cartello Stradale: Segnale di "Attraversamento Pedonale" (Fig. II 303 del CdS) realizzato in alluminio spessore ≥ 2.5 mm rivestito con pellicola retroriflettente ad altissima risposta luminosa di Classe 3 (tipo Diamond Grade).

Ottiche Luminose: Integrazione lungo il perimetro del cartello o in corrispondenza del simbolo di n. 2 o più lanterne/lampeggiatori sincroni a LED di colore giallo ambra (diametro 100 mm o 200 mm), conformi alla norma UNI EN 12352 (Classe L8H). I LED ad alta luminosità garantiranno un fascio di luce mirato e visibile a una distanza minima di 200 metri in qualsiasi condizione ambientale.

Il funzionamento dell'impianto prevede due modalità alternative programmabili in funzione del flusso di Via Lombradore:

Modalità Lampeggiante Continuo Crepuscolare: I LED gialli si attivano in modalità intermittente (frequenza 1Hz - 60 impulsi al minuto) dal tramonto all'alba, guidati dal sensore crepuscolare, fungendo da preavviso costante del dosso/rialzo.

Modalità a Chiamata/Attivazione Dinamica (Opzionale Smart): I segnali luminosi rimangono in modalità stand-by a basso consumo e si attivano ad alta intensità solo al rilevamento del pedone prossimo allo sbarco dell'attraversamento rialzato, mediante pulsante a contatto fisico o tramite sensori radar/ottici di presenza volumetrica passiva.

CRITERI DI POSA, MANUTENZIONE E DIRETTIVA C.A.M.

Sostegno e ancoraggio: I cartelli saranno montati su pali asolati in acciaio zincato a caldo (diametro minimo 60/90 mm) provvisti di dispositivo antirotazione. Il fissaggio a terra avverrà tramite plinto di fondazione in calcestruzzo strutturale C.A.M. (contenente il minimo del 5% di riciclato), posto al di fuori della banchina di transito delle barriere architettoniche pedonali.

Manutenzione sostenibile: Grazie all'assenza di allacciamenti in trincea alla rete elettrica ENEL, l'installazione esclude scavi profondi longitudinali su Via Lombradore,

minimizzando l'impatto ambientale di cantiere. Il registro di manutenzione prevedrà esclusivamente la pulizia semestrale della superficie del pannello fotovoltaico per preservarne la conducibilità dai depositi di polveri.