



COMUNE DI PERFUGAS

Provincia di Sassari

PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI REALIZZAZIONE ITINERARIO CICLABILE BADU E LINOS

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA

TAV. A

Data:

SETT. 2025

Scala:

Il Progettista
Arch. Giancarlo Marco Santoro

Il Sindaco
Giovanni Filiziu

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

1. Oggetto e inquadramento

L'intervento prevede la realizzazione di una **pista ciclabile monodirezionale affiancata** alla sede stradale esistente nel Comune di **Perfugas (SS)**, in collegamento tra il **centro abitato** e il **centro sportivo di Badu e Linos**.

- **Sviluppo lineare:** 470 m
- **Larghezza pista ciclabile:** 1,50 m
- **Sede stradale esistente:** 5,20 m (rifacimento completo del manto bituminoso e della sottostruttura per il ripristino dei cedimenti)
- **Illuminazione pubblica:** n. 24 pali artistici con apparecchi LED
- **Sicurezza laterale:** barriera di sicurezza stradale con **rivestimento in legno** lato traffico veicolare

L'opera rientra nelle infrastrutture di mobilità dolce e favorisce l'accessibilità sicura al polo sportivo, con benefici di sicurezza stradale, ambientali e sociali.

2. Riferimenti normativi e linee guida

Viabilità e piste ciclabili

- **D.M. 30/11/1999 n. 557** – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili (geometrie, sicurezza, intersezioni, segnaletica).
- **D.Lgs. 285/1992 – Codice della Strada** e **D.P.R. 495/1992 – Regolamento di esecuzione** (segnaletica verticale e orizzontale, art. 40–146 su attraversamenti ciclabili).
- **D.M. 05/11/2001 n. 6792** – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade (adeguamenti su strade esistenti, criteri generali geometrici e funzionali).
- **Linee guida “Biciplan” MIT** (indirizzi per pianificazione e continuità dei percorsi ciclabili).

Illuminazione pubblica

- **UNI EN 13201 (parti 1–5)** – Illuminazione stradale: grandezze, classi illuminotecniche e metodi di calcolo/valutazione.
- **UNI 11248:2016** – Criteri per la **scelta delle classi illuminotecniche** (incluse P-class per piste ciclabili e aree pedonali).
- **CEI 64-8, Parte 7-714** – Impianti di illuminazione **situati all'esterno** (prescrizioni impiantistiche, protezioni, posa).
- **CEI EN/EN 60598-1 e 60598-2-3** – Sicurezza degli **apparecchi di illuminazione** (apparecchi stradali).
- **UNI EN 40 (serie)** – Requisiti strutturali dei **pali di illuminazione** (carichi di progetto, vento, verifiche).

Barriere di sicurezza

- **D.M. 21/06/2004** (e s.m.i.) – Istruzioni tecniche per progettazione, omologazione e impiego dei **dispositivi di ritenuta**, con recepimento **UNI EN 1317** (classi di contenimento, larghezze di lavoro, terminali e raccordi).

Pavimentazioni stradali

- **UNI EN 13108 (serie)** – **Specifiche dei conglomerati bituminosi** per strati di base, binder e usura.
- **UNI EN 12697 (serie)** – **Metodi di prova** per miscele bituminose (granulometria, contenuto legante, aderenza, wheel-tracking, ITSr, ecc.).
- **UNI EN 14023** – Bitumi modificati con polimeri (PMB).
- **UNI EN 12591** – Bitumi stradali; **UNI EN 13808** – Emulsioni cationiche.

Criteri Ambientali Minimi (CAM)

- **D.M. 05/08/2024 – CAM “Infrastrutture stradali”** (in vigore dal **21/12/2024**, con aggiornamenti MASE 2025): requisiti ambientali per progettazione, materiali (contenuto riciclato), cantiere e verifiche.
- **D.M. 28/03/2018 – CAM “Servizio di illuminazione pubblica”** (laddove pertinente per apparecchi/sistemi di regolazione).
- **D.M. 23/06/2022 – CAM Edilizia** (per aspetti trasversali di cantiere e approvvigionamenti se applicabili).

Tutti i CAM devono essere inseriti nei documenti progettuali e di gara ai sensi dell'art. 57, c.2, **D.Lgs. 36/2023** (Codice dei contratti), con **Relazione CAM** dedicata.

3. Descrizione dell'intervento

Tracciato e sezione tipo

Pista ciclabile **monodirezionale** affiancata alla carreggiata esistente (5,20 m), separata da **fascia di sicurezza** (min. 0,50 m ove possibile) o cordonatura, con larghezza utile **1,50 m**; pendenze trasversali 2% verso lato esterno per lo smaltimento delle acque. Adeguamento degli accessi privati e continuità alle intersezioni con **attraversamenti ciclabili** (art. 146 Reg. CdS), isole salvaciclista dove lo spazio lo consente.

Opere stradali

Demolizione strati ammalorati; **rifacimento sottostruttura** per sanare cedimenti rilevati; nuova sovrastruttura stradale e ciclabile con stratigrafie prestazionali (par. 6). Rifacimento **regimazione acque** (cunette/sottoservizi) e **segnaletica** orizzontale/verticale dedicata (pittogrammi bici, linee di margine, cartellazione).

Illuminazione pubblica

Installazione di **n. 24 pali artistici** con apparecchi LED stradali, alimentazione BT interrata, quadro dedicato; classi illuminotecniche **P4–P5** (da calibrare in sede di progetto esecutivo con UNI 11248 e UNI EN 13201).

Sicurezza laterale

Realizzazione di **barriera di sicurezza** su lato traffico, con **rivestimento ligneo** (barriera metallica con cover in legno certificata), scelta della **classe di contenimento** e **larghezza di lavoro** in base alle verifiche di rischio (UNI EN 1317, DM 21/06/2004), inclusi terminali e raccordi.

4. Requisiti CAM – specifiche di progetto

4.1 Relazione CAM e verifiche

Si redige **Relazione CAM** con: inquadramento LCA, tracciabilità filiere, mezzi di prova (DoP, marcature CE, EPD ove disponibili), elenco criteri applicati/non applicabili e motivazioni, piano controlli DL.

4.2 Materiali riciclati – percentuali minime (DM 05/08/2024)

Circolarità dei prodotti da costruzione (par. 2.3.1 CAM Strade):

- **Strati in conglomerato bituminoso (bitumi normali):** Base $\geq 35\%$, Binder $\geq 30\%$, Usura chiusa $\geq 15\%$ di materia recuperata/riciclata/sottoprodotti (sul peso secco del prodotto finito).
- **Strati con bitumi modificati/additivati:** Base $\geq 25\%$, Binder $\geq 20\%$, Usura (chiuse/drenanti) $\geq 10\%$.
- **Percorsi/piste ciclabili:** se l'intervento **comprende corpo e pavimentazione**, contenuto minimo $\geq 70\%$ (sul prodotto finito secco).

Sono ammessi **RAP/fresato** e misti riciclati negli strati consentiti, previo rispetto prestazioni **UNI EN 13108** e prove **UNI EN 12697**.

4.3 Temperatura di posa “tiepida”

Per tratte urbane o entro 1000 m dal centro abitato, **T° max posa 120 °C** per miscele bituminose (con eccezioni: prestazioni acustiche, PMB – fino a 140 °C; extraurbano: 150/165 °C in funzione del legante).

4.4 Cantiere sostenibile

Prescrizioni per riduzione polveri/rumori, gestione rifiuti, approvvigionamenti, piani di formazione del personale, rendicontazione e controlli (come da Capitolo 2.4 e 3.1 CAM Strade).

5. Impianto di illuminazione – criteri e prestazioni

Classe illuminotecnica prevista: P4 (target) per pista ciclabile affiancata alla sede viaria con transito serale, da confermare con analisi del contesto secondo **UNI 11248** (livelli di

traffico ciclabile, conflitti, luminanza ambiente, velocità). Alternativamente **P5** ove i fattori di rischio siano minori.

Valori di progetto (UNI EN 13201-2) – Classe P4 (indicativi): **$E_{med} \geq 10 \text{ lx}$** , **$U_0 \geq 0,40$** , **$E_{min} \geq 3\text{--}4 \text{ lx}$** ; abbagliamento e TI gestiti tramite ottiche asimmetriche e cut-off.

Sorgenti e apparecchi: LED ad alta efficienza (e.g. $\geq 120 \text{ lm/W}$ sistema), $CRI \geq 70$, Tcc 3000–4000 K (3000 K preferibile in ambito urbano e per contenimento inquinamento luminoso), **IP66/IK08** min.; conformi **CEI EN 60598-2-3**.

Pali artistici: conformi **UNI EN 40** (verifica vento e azioni dinamiche), zincati + verniciatura; altezza utile 3–6 m in funzione della fotometria e degli interassi (da calcolo).

Impianto elettrico: BT **230/400 V**; schema TT; quadretto con interruttori magnetotermici e **SPD** (protezione sovratensioni) Tipo 2; circuito crepuscolare/astronomico e **dimming** (riduzione notturna) per risparmio energetico (CAM IP 2018).

Cablaggi e posa: cavidotti PEAD e pozzetti ispezionabili; cavi **FG16OR16 0,6/1 kV** interrati (profondità $\geq 60\text{--}80 \text{ cm}$), segnali di tracciamento; dispersori e PE dedicato; prescrizioni **CEI 64-8/7-714** per ambienti esterni.

Messa a terra: impianto di terra dedicato ai sostegni; resistenza d'impianto conforme CEI 64-8; collegamenti equipotenziali.

Fotometria e calcolo: progetto esecutivo con **UNI EN 13201-3/5** (calcolo e misure), elaborati fotometrici IES/ldt, verifica **abbagliamento** e **controllo flusso verso l'alto** ($ULR \approx 0\%$ in sito).

6. Pavimentazioni – stratigrafie di massima e controlli

Sottostruttura (strada e ciclabile)

- Bonifica locale piano di posa; sottofondo riciclato $\geq 70\%$ (CAM).
- Fondazione in misto granulare **non legato** con **contenuto riciclato $\geq 50\%$** (CAM).

Carreggiata stradale (indicativa)

- **Usura** 3–4 cm **AC 0/10** (UNI EN 13108-1) – **riciclato $\geq 15\%$** (o 10% se PMB).
- **Binder** 5–6 cm **AC 0/20** – **riciclato $\geq 30\%$** (o 20% se PMB).
- **Base** 8–10 cm **AC 0/32** – **riciclato $\geq 35\%$** (o 25% se PMB).

Pista ciclabile

- **Usura** 3 cm AC 0/8 a tessitura chiusa **antisdrucchiolo** (SRT/pendenze secondo D.M. 557/1999), riciclato coerente con CAM (target complessivo $\geq 70\%$ se incluso corpo+pavimentazione).
- **Binder/Base** 6–8 cm (unico strato) AC 0/20 con riciclato come da CAM.
- Sottofondo/fondazione riciclati come sopra.

Esecuzione e controlli (UNI EN 12697)

- Qualifica miscele (DoP, **marcatura CE**).
- Controlli in cantiere: T° miscela e posa (CAM), spessori, densità (nucleo/lastre), **ITSR** (12697-12), **wheel-tracking** (12697-22), contenuto legante (12697-39), granulometria (12697-2), macrotexture, regolarità (livellometria).
- Bitumi: **UNI EN 12591** (tal quali) e **UNI EN 14023** (PMB).

Rumore da rotolamento

Dove pertinente (tratti prossimi a ricettori sensibili), strati di usura rispondenti al criterio **“Emissione acustica”** dei CAM Strade, con misure **CPX** in esercizio.

7. Barriere di sicurezza rivestite in legno

Fornitura e posa di **barriera certificata** con **classe di contenimento** (es. **N2** o superiore in base a verifica del rischio) secondo **UNI EN 1317**; **larghezza di lavoro** e **deflessione dinamica** compatibili con le distanze disponibili e con la presenza della pista ciclabile. Terminali e raccordi omologati, posa su cordolo/fondazione secondo schede del produttore. **Rivestimento ligneo** con essenze trattate, durabilità classe esterna, fissaggi anti-vandalici.

8. Segnaletica, accessibilità e sicurezza utenti deboli

- **Segnaletica verticale e orizzontale** dedicata (pittogrammi bici, linee di margine, frecce direzionali, cartelli blu prescrizione pista, segnali “Attraversamento ciclabile”).
 - **Continuità** agli accessi e intersezioni con **attraversamenti ciclabili** (art. 146 Reg. CdS), coordinati con eventuali attraversamenti pedonali.
 - **Accessibilità universale**: rampe prive di discontinuità, caditoie non in traiettoria ciclista, dislivelli regolarizzati.
-

9. Aspetti ambientali e di cantiere (CAM)

- **Piani di gestione** polveri/rumori/terre e rocce da scavo; riuso in situ ove compatibile.
 - **Tracciabilità** dei materiali riciclati (dichiarazioni fornitore, EPD ove disponibile).
 - **Riduzione consumi** energetici in cantiere; uso emulsioni a freddo dove tecnicamente possibile; ottimizzazione logistica.
 - **Formazione** del personale sulle misure ambientali (CAM 3.1.4).
-

10. Calcoli e verifiche da allegare al progetto esecutivo

1. **Relazione CAM** con quadro riepilogativo percentuali riciclato e mezzi di prova.
2. **Relazione illuminotecnica** (UNI EN 13201/UNI 11248) con elaborati fotometrici.

3. **Relazione impianto elettrico** (CEI 64-8/7-714), schema unifilare, dispositivi di protezione, dimensionamento conduttori/PE, **SPD** e impianto di terra.
 4. **Relazione geotecnica/stratigrafica** e verifiche della sottostruttura.
 5. **Capitolato** con prescrizioni CAM, temperature di posa, controlli **UNI EN 12697** e penali.
 6. **Piano di sicurezza e coordinamento** (ove dovuto).
 7. **Elaborati grafici**: planimetrie, profili, sezioni tipo, particolari costruttivi (pista/cordoli/attraversamenti/barriere/pali e plinti).
-

11. Quadro economico di massima (indicativo)

(da sviluppare in sede di progetto definitivo/esecutivo con prezzario regionale):
scavi/bonifiche, fondazioni e conglomerati (quote riciclato secondo CAM), segnaletica, barriere, impianto di illuminazione (pali, apparecchi, cavidotti, quadri), sicurezza, spese tecniche e imprevisti.

12. Conclusioni

L'intervento garantisce **sicurezza, continuità e sostenibilità** del collegamento tra il centro abitato e il centro sportivo, in conformità alle norme tecniche stradali, illuminotecniche ed elettriche, e nel **rispetto dei CAM "Infrastrutture stradali"** con percentuali significative di materiale riciclato, temperature di posa ridotte e cantiere a basso impatto.

Appendice A – Estratti essenziali dei CAM Strade (DM 05/08/2024)

- **Contenuti minimi di riciclato** (par. 2.3.1): Base $\geq 35\%$ / Binder $\geq 30\%$ / Usura chiusa $\geq 15\%$ (bitumi normali); Base $\geq 25\%$ / Binder $\geq 20\%$ / Usura $\geq 10\%$ (PMB). **Piste ciclabili** con corpo+pavimentazione: $\geq 70\%$.
- **Temperature di posa** (par. 2.2.3): aree urbane/entro 1000 m: $\leq 120\text{ °C}$; eccezioni prestazionali $\leq 140\text{ °C}$; extraurbane: $\leq 150/165\text{ °C}$ in funzione del legante.

Appendice B – Bibliografia normativa (principale)

- **D.M. 557/1999** – Caratteristiche tecniche piste ciclabili.
- **D.M. 5/11/2001 n. 6792** – Norme funzionali e geometriche strade.
- **D.P.R. 495/1992** – Regolamento CdS (segnaletica/attraversamenti ciclabili).
- **UNI EN 13201 / UNI 11248** – Illuminazione stradale e classi.
- **CEI 64-8/7-714** – Impianti di illuminazione esterna.
- **CEI EN 60598-2-3** – Apparecchi per illuminazione stradale.
- **UNI EN 40** – Pali per illuminazione.
- **UNI EN 13108 / 12697 / 12591 / 14023** – Conglomerati bituminosi, prove e leganti.
- **DM 05/08/2024** – CAM Infrastrutture stradali; **DM 28/03/2018** – CAM Illuminazione Pubblica; **DM 23/06/2022** – CAM Edilizia.

