



COMUNE DI NURAMINIS

Provincia del Sud Sardegna



AMPLIAMENTO DELLA STRADA DI COMUNICAZIONE NURAMINIS - VILLAGRECA - REALIZZAZIONE PISTA CICLABILE E PIU' - I° STRALCIO FUNZIONALE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ELABORATO

A.02

RELAZIONE TECNICA

VISTO/VALIDAZIONE

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO

GEOM. SERGIO PILLONI

IL PROFESSIONISTA



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA CAGLIARI
N. 5620 Dr. Ing. ENRICO VACCA

CODICE

Committente	Opera	Settore	Elaborato
NUR	001	ELT	A02

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	NOV 2023	Prima emissione	EV- LV	EV	EV



RELAZIONE TECNICA

Ampliamento della strada di comunicazione Nuraminis – Villagrecia

Realizzazione pista ciclabile e più – I° STRALCIO FUNZIONALE

1.	GENERALITÀ	4
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3.	ASPETTI GEOLOGICI E IDROLOGICI, IDRAULICI	5
3.1.	IDROLOGIA E IDRAULICA	5
3.1.1.	PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)	5
3.1.2.	PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI (P.S.F.F.)	8
3.1.3.	Studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.T.A. del P.A.I.	10
3.1.4.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	12
3.1.5.	ANALISI IDROLOGICA	13
3.1.5.1.	Analisi del bacino idrografico	13
3.1.5.2.	Stima della portata di piena	13
3.1.5.3.	Metodo razionale	13
3.1.5.4.	Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica in Sardegna e volume netto di pioggia per unità di superficie.	14
3.1.5.5.	Valutazione del coefficiente di deflusso ϕ	16
3.1.6.	Valutazione del coefficiente di ragguaglio areale	16
3.1.7.	Durata della pioggia critica	16
3.1.8.	ANALISI IDRAULICA	17
3.1.8.1.	Modulo di calcolo di approccio metodologico	17
3.1.8.2.	Dati di base e schematizzazione geometrica	19
3.1.8.3.	Coefficienti di scabrezza	19
3.1.8.4.	Condizioni al contorno	19
3.1.9.	AMMISSIBILITÀ	19
4.	VINCOLI	22
4.1.	VERIFICA INTERFERENZA CON ALTRI PROGRAMMI, PROGETTI O PIANI	22
4.2.	ANALISI DELLO STATO DEI LUOGHI PRIMA DELL'INTERVENTO	24
4.2.1.	LOCALIZZAZIONE	24
4.2.2.	CARATTERISTICHE ANTROPICHE, TERRITORIALI E PAESAGGISTICHE DELL'AREA DI INTERVENTO	24
4.2.3.	UNITÀ PAESAGGISTICO-AMBIENTALE	26
5.	ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLE INTERFERENZE	28

5.1.	METODOLOGIA DI VERIFICA ADOTTATA	28
5.2.	METODOLOGIA DI CENSIMENTO	29
5.3.	METODOLOGIA DI ARCHIVIAZIONE ED INSERIMENTO IN CARTOGRAFIA	29
5.4.	CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE	29
5.5.	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE	31
6.	PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE	32
6.1.	PIANO DEGLI SCAVI	32
6.2.	PIANO DI DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONE STRADALI E TECNICHE DI DEMOLIZIONE E RIMOZIONE	32
6.3.	DEFINIZIONE DELLE MATRICI PRODUCIBILI DALLE ATTIVITA' DI CANTIERE	33
6.3.1.	GENERALITA'	33
6.3.2.	RIFIUTI PROPRI DELL'ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE – ESCLUSO IL MATERIALE ESCAVATO - AVENTI CODICI CER 17.XX.XX	34
6.4.	ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI	34
6.5.	CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI	34
6.6.	DEPOSITO TEMPORANEO	35
6.7.	TRASPORTO	36
6.8.	DISCARICHE	36
6.9.	MODALITA' DEPOSITO E SMALTIMENTO DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE	37
7.	QUADRO ESIGENZIALE – OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO	37
8.	REQUISITI PRESTAZIONALI TECNICI - INQUADRAMENTO PROGETTUALE E TRASPORTISTICO	38
8.1.	VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI ESISTENTI E DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GENERALI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE	40
8.2.	GENERALITA'	40
8.3.	SOLUZIONE PROGETTUALE	41
8.3.1.	ASPETTI FUNZIONALI, TECNICI E DI INTERRELAZIONE TRA I DIVERSI ELEMENTI DEL PROGETTO	41
8.3.1.1.	PERCORSO CICLABILE	41
8.3.1.2.	PAVIMENTAZIONE STRADALE	43
8.3.1.2.1.	CARATTERISTICHE GENERALI	43
8.3.1.2.2.	DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	43
8.3.1.2.2.1.	METODOLOGIA DI CALCOLO	43
8.3.1.2.2.2.	DATI DI INPUT	45
8.3.1.2.2.3.	Traffico di progetto	45
8.3.1.2.2.4.	Decadimento limite ammissibile della sovrastruttura	49
8.3.1.2.2.5.	COMPONENTI CORPO STRADALE E ORGANIZZAZIONE DELLA PIATTAFORMA	49
8.3.1.2.3.	CRITERIO DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	49
8.3.1.2.3.1.	CALCOLO DEL TRAFFICO SOPPORTABILE (W18)	50
8.3.1.2.3.2.	VERIFICA	51

8.3.1.2.3.3.	Spessore degli strati	51
8.3.1.3.	BARRIERE STRADALI.....	53
8.3.1.4.	SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE	53

1. GENERALITÀ

La presente relazione illustra i criteri e le valutazioni di carattere tecnico posti alla base della progettazione degli interventi di "Ampliamento della strada di comunicazione Nuraminis – Villagrecia Realizzazione pista ciclabile e più – 1° Stralcio Funzionale ", per la cui attuazione l'Amministrazione Comunale di Nuraminis ha a disposizione un importo complessivo di € 314.055,77

Il progetto pone in essere una serie di strategie finalizzate all'ampliamento, adeguamento dell'asse stradale di collegamento tra il centro di Nuraminis e la frazione di Villagrecia, la realizzazione di un percorso ciclopedonale e, contestualmente al recupero funzionale sia del primo tratto di asse a servizio delle attività artigianali limitrofe al centro abitato di Nuraminis e il rifacimento delle opere d'arte di protezione del corpo stradale.

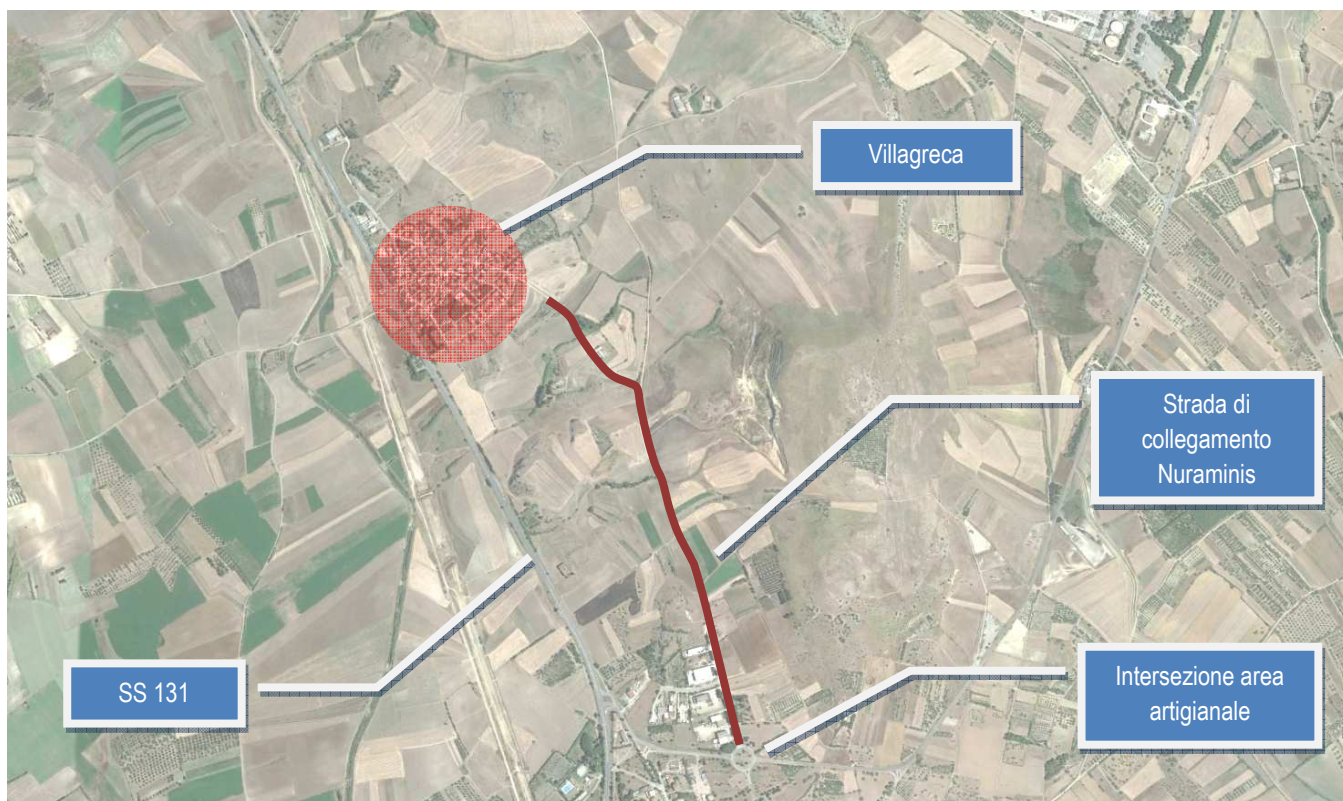
Il progetto prevede oltre all'adeguamento funzionale e strutturale di tutta l'infrastruttura anche la realizzazione del sistema impiantistico di illuminazione dell'intero asse viario.

La presente relazione, ha lo scopo, pertanto, di elencare e analizzare le criticità attuali dell'asse stradale e degli elementi del corpo stradale e, conseguentemente, illustrare i criteri, le scelte progettuali e gli interventi previsti.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Gli interventi di ampliamento della strada di collegamento Nuraminis Villagrecia, relativamente al 1° Stralcio Funzionale, interessano il tratto compreso la frazione di Villagrecia e l'area cimiteriale posta a ridosso del centro abitato

Di seguito di riporta l'inquadramento urbano, maggiormente dettagliato nelle tavole di progetto

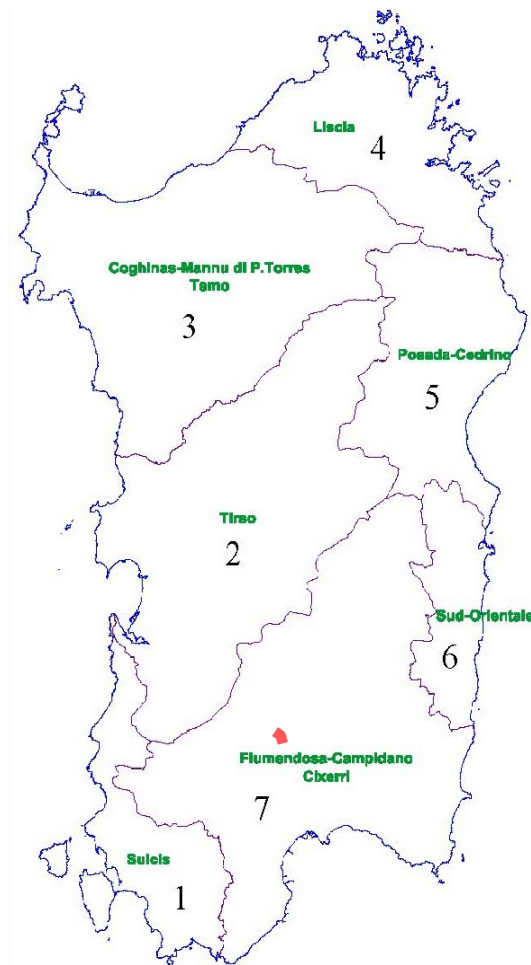


Inquadramento territoriale generale

Queste ultime si applicano anche alle aree a pericolosità idrogeologica le cui perimetrazioni derivano da studi di compatibilità geologica-geotecnica e idraulica, predisposti ai sensi dell'art.8 comma 2 delle suddette Norme di Attuazione, e rappresentate su strati informativi specifici.

Il P.A.I. ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

L'Autorità di Bacino ha suddiviso l'intero territorio sardo in sette sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche, ma anche da forti differenze di estensione territoriale.



Delimitazione dei Sub-bacini Regionali (Fonte Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna)

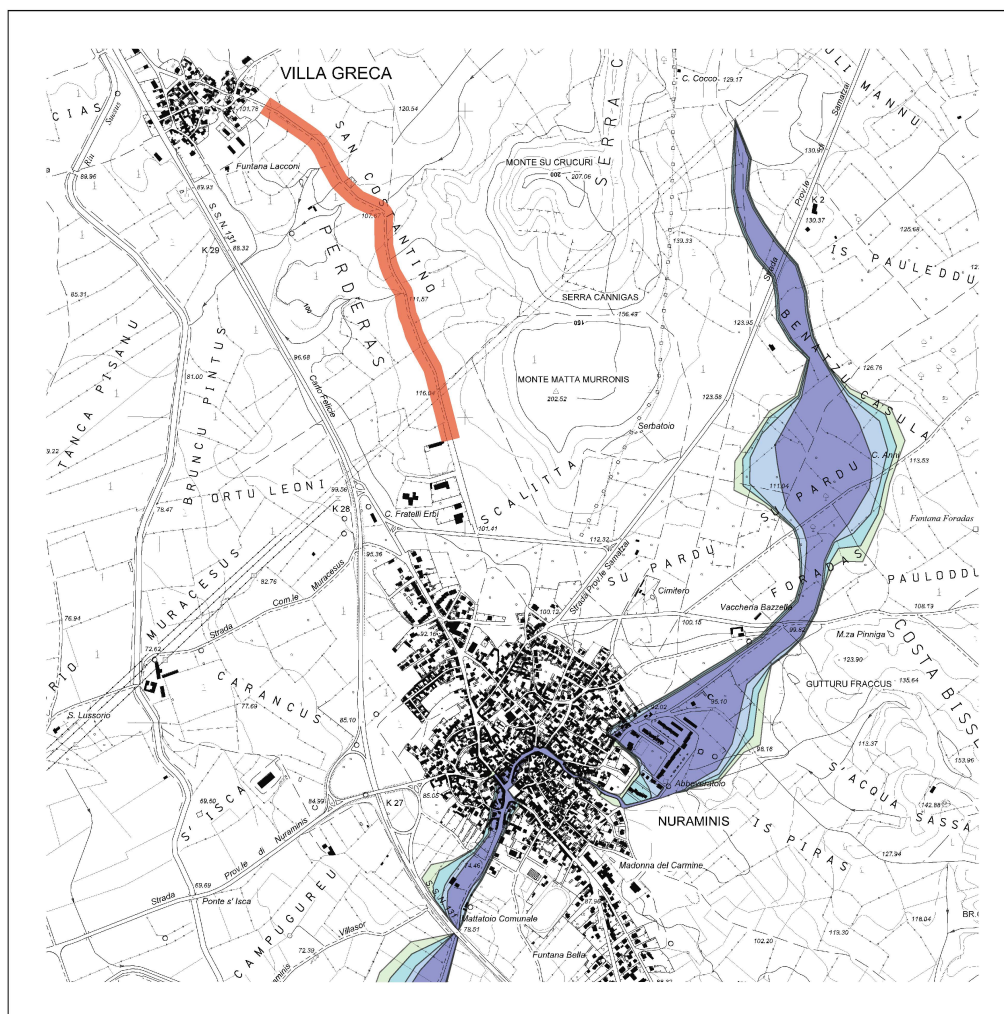
L'area oggetto di intervento ricade nel **Sub Bacino 7 – Flumendosa-Campidano-Cixerri**

Il Sub_Bacino si estende per 5960 Km², pari al 24.8 % del territorio regionale; è l'area più antropizzata della Sardegna ed il sistema idrografico è interessato da diciassette opere di regolazione in esercizio e otto opere di derivazione. I bacini idrografici di maggior estensione sono costituiti dal Flumendosa, dal Flumini Mannu, dal Cixerri, dal Picocca e dal Corr'e Pruna; numerosi bacini minori risultano compresi tra questi e la costa. Nell'ambito del presente studio si sono considerati i seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Flumendosa, è considerato attualmente il corso d'acqua di maggiore importanza in Sardegna per la complessità e dimensione del sistema di utilizzazione della risorsa idrica da esso costituito. Il fiume è regolato da un sistema di invasi di grandi capacità per usi multipli.
- Rio Mulargia, affluente in destra del Flumendosa, in località Monte Su Rei è sbarrato da una diga che crea un invaso di capacità utile pari a 310 milioni di m3 e raccoglie anche le acque dell'invaso sul Medio Flumendosa, al quale è collegato da una galleria a gravità.
- Rio Flumineddu, affluente in sinistra del Flumendosa, è stato sbarrato con una opera di derivazione in località Silicheri, di modesta capacità, e collegato, in sollevamento, ai due invasi sul Flumendosa e sul Mulargia.
- Rio Cixerri, un tempo affluente del Flumini Mannu, è stato artificialmente separato in prossimità dello sbocco nella laguna di S.Gilla. In località Genna Is Abis, presso Siliqua, è stato realizzato un invaso per usi irrigui. Il Rio Arriali e Rio de su Casteddu costituiscono gli affluenti principali del Cixerri; il secondo è sbarrato in località Medau Zirimilis da un invaso di capacità utile 16,65 milioni di m3.
- Rio Canonica, affluente del Rio Arriali, sbarrato dall'invaso di Punta Gennarta.
- Rio Bellicai, sbarrato dall'invaso di Monteponi, con una capacità d'invaso di 1,02 milioni di m3.
- Flumini Mannu, maggior tributario dello stagno di Santa Gilla, sfocia nella zona portuale di Cagliari; il corso d'acqua principale nasce a circa 800 metri di quota. Il primo nome assunto dal fiume è quello di Rio di Sarcidano, cambia denominazione in Rio San Sebastiano, Rio Mannu e finalmente, nei pressi di Isili, Flumini Mannu. In località "Is Barroccus" è stata recentemente realizzato un lago artificiale 11,7 milioni di m3. Nell'alta Marmilla il Flumini Mannu riceve, dalla destra idrografica e provenienti dalla Giara di Gesturi, il Rio Sellu e il Rio Pazzola, mentre dal territorio di Tuili riceve il Rio Fanari e il Rio Forada Manna.
- Rio Lanessi, che con le sue articolazioni costituisce il reticolo idrografico affluente in sponda sinistra del Flumini Mannu.
- Rio Malu, affluente in sinistra del corso d'acqua principale.
- Rio Mannu di S.Sperate, che si congiunge la Flumini Mannu all'altezza di Decimomannu.
- Torrente Leni e rio Bidda Scema, affluenti del Flumini Mannu, interessati da opere di invaso.
- Rio di Capoterra.
- Rio di S. Lucia.

Numerosi altri corsi d'acqua minori, inoltre, attraversano le rimanenti parti del Sub_Bacino; essi, seppure con bacini imbriferi modesti, meritano particolare attenzione per l'interferenza tra reticolo idrografico, insediamenti urbani e la rete dei trasporti.

Relativamente al comune di Nuraminis, il piano ha censito delle aree del territorio comunale individuando aree a pericolosità di inondazione di livello Hi4 (molto elevato), Hi3 (elevato), Hi2 (medio) e Hi1 (moderato).



Legenda Pericolosità idraulica

Pericolo_Idraulico_Rev41
Hi1
Hi2
Hi3
Hi4

Le aree non interferiscono con la strada oggetto di intervento.

3.1.2. PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI (P.S.F.F.)

Con Deliberazione n. 2 del 17.12.2015 il comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale ha adottato lo studio denominato "Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.); il suddetto piano analizza le interazioni tra il naturale deflusso delle acque di alcuni corsi d'acqua e le aree contermini ad essi per eventi meteorici di particolare rilevanza. Conformemente a quanto già predisposto nell'ambito del PAI, anche nel suddetto Piano i tempi di ritorno adottati sono 50, 100, 200, 500 anni, oltre alla portata dei due anni.

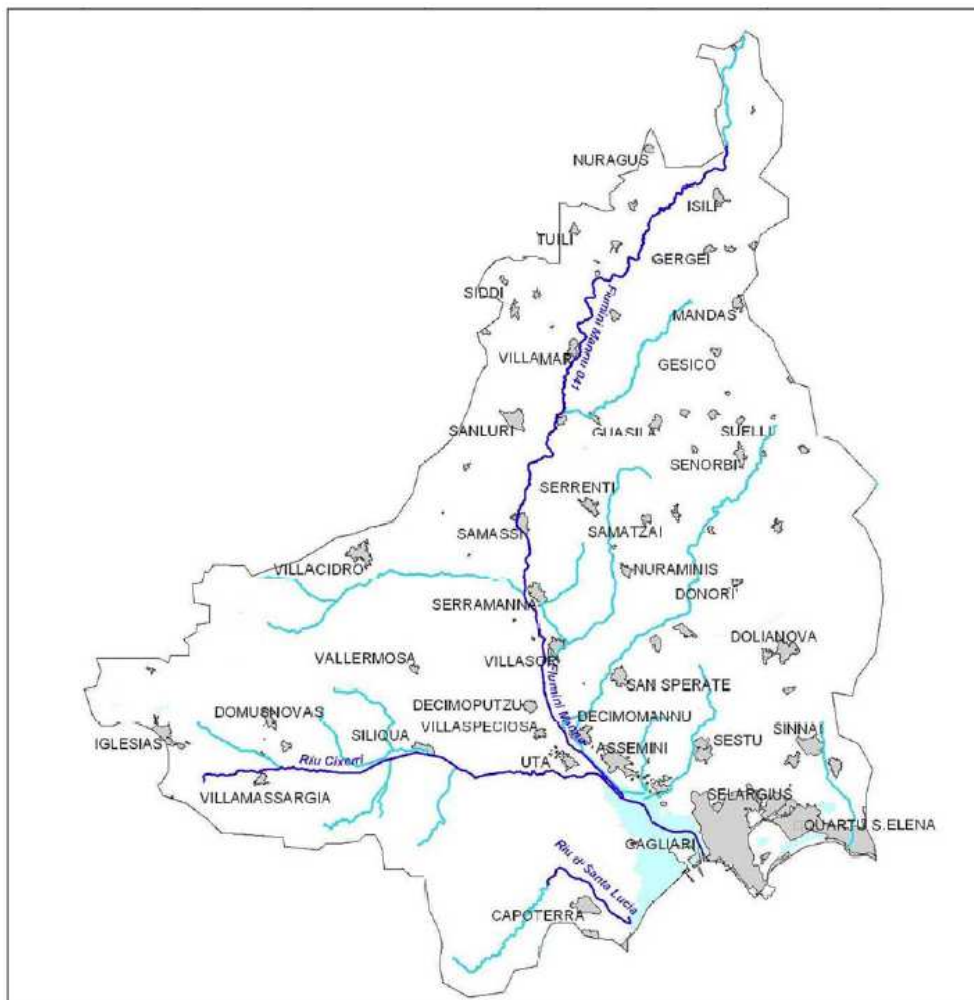
Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali individua, inoltre, delle perimetrazioni in fascia C ossia la presenza di aree inondabili solo al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente al periodo di ritorno $T=500$ anni o superiore. La delimitazione della fascia C è stata eseguita secondo un criterio geomorfologico.

I corsi più rilevanti nel sub bacino sono costituiti dai seguenti rii:

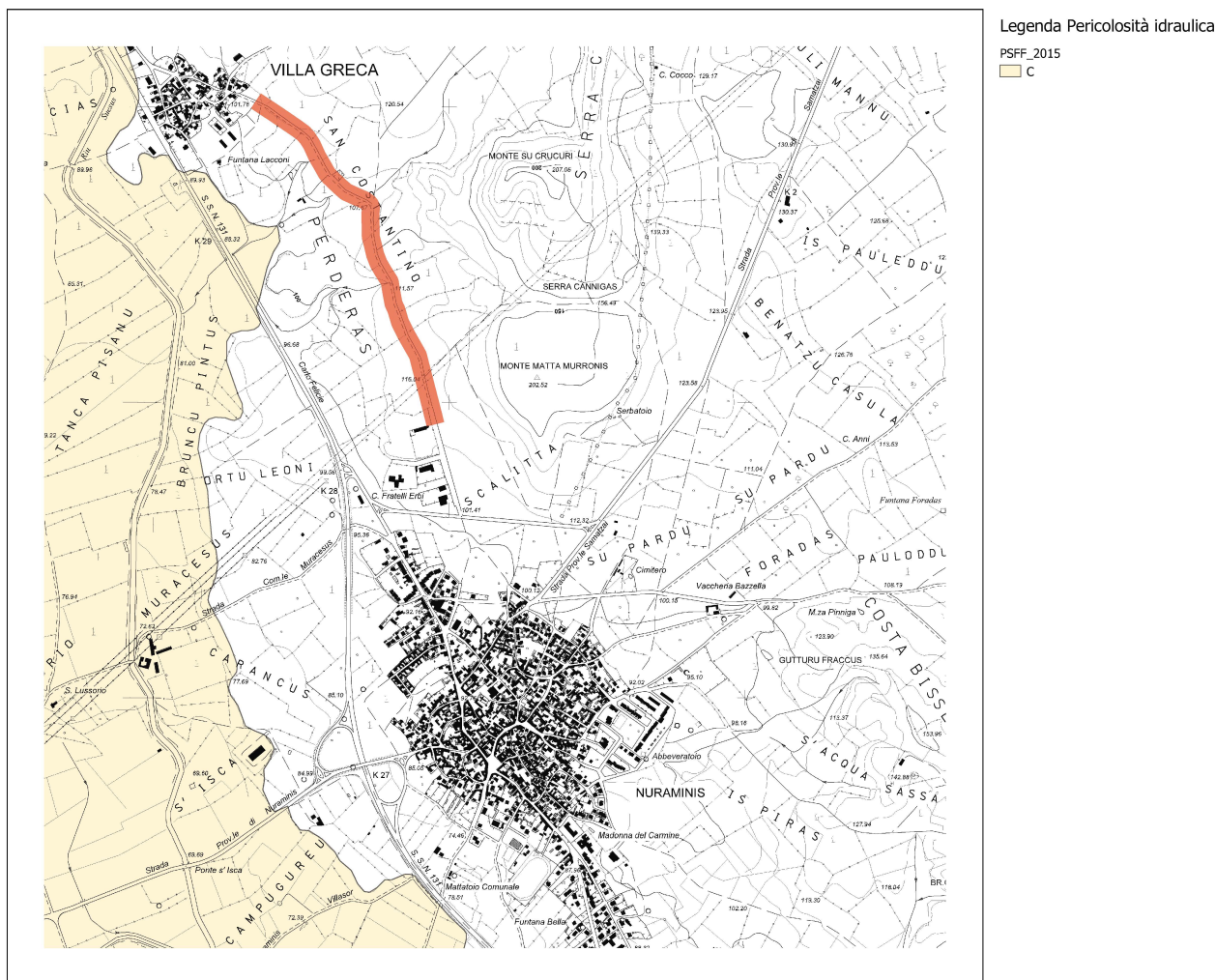
- il riu Cixerri, nel tratto di circa 42 km compreso tra il comune di Iglesias e la foce nello stagno di Cagliari, denominato di Santa Gilla;
- il Flumini Mannu (denominato Flumini Mannu 041 a monte dell'abitato di Villasor), nel tratto di circa 92 km compreso tra il lago artificiale di Is Barroccus e lo stagno di Santa Gilla;

- il riu Santa Lucia, nel tratto di 28 km compreso tra loc. Trunconi, a nord di Capoterra, e lo stagno di Santa Gilla, in prossimità della località La Maddalena.

La rete idrografica è completata da alcuni rii minori di breve corso sviluppatisi, in genere, perpendicolarmente alla linea di costa.



Reticolo idrografico (in blu i corsi d'acqua principali, in ciano i secondari) del bacino idrografico del Flumini Mannu



Nell'ambito dello studio del Flumini Mannu, il P.S.F.F., ha perimetrato ampie porzioni del territorio comunale di Nuraminis all'interno della Fascia C.

Le aree perimetrare non interferiscono con la strada oggetto di intervento.

3.1.3. Studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.T.A. del P.A.I.

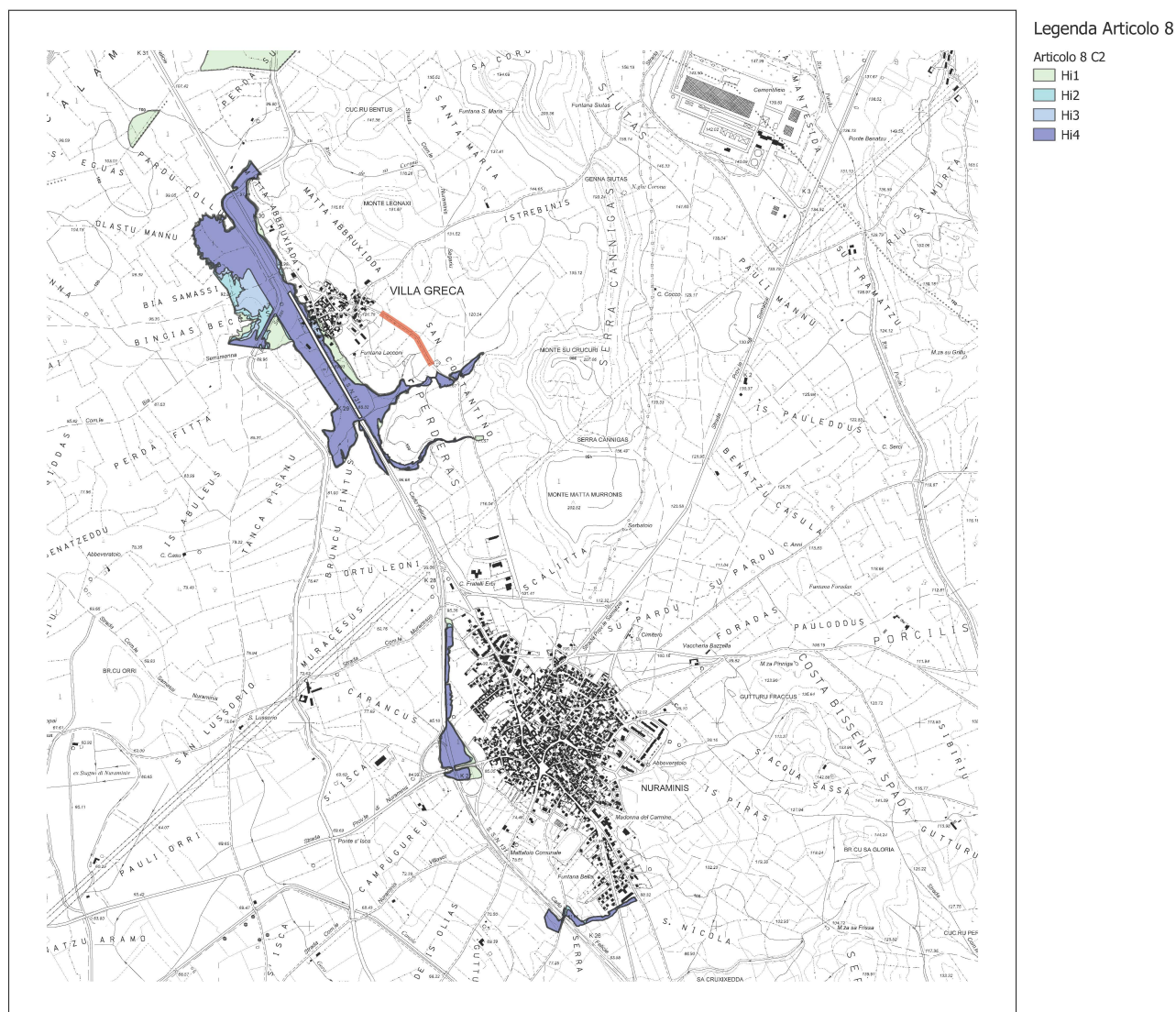
Lo studio di assetto idrogeologico, adottato dal Consiglio Comunale con Deliberazione n.1 del 11/02/2015, illustra le elaborazioni effettuate in ottemperanza a quanto disposto dagli articoli 8 comma 2 e 26 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Le analisi effettuate stabiliscono le indicazioni e i vincoli di carattere idrogeologico fondamentali per un corretto utilizzo del territorio nella fase di pianificazione.

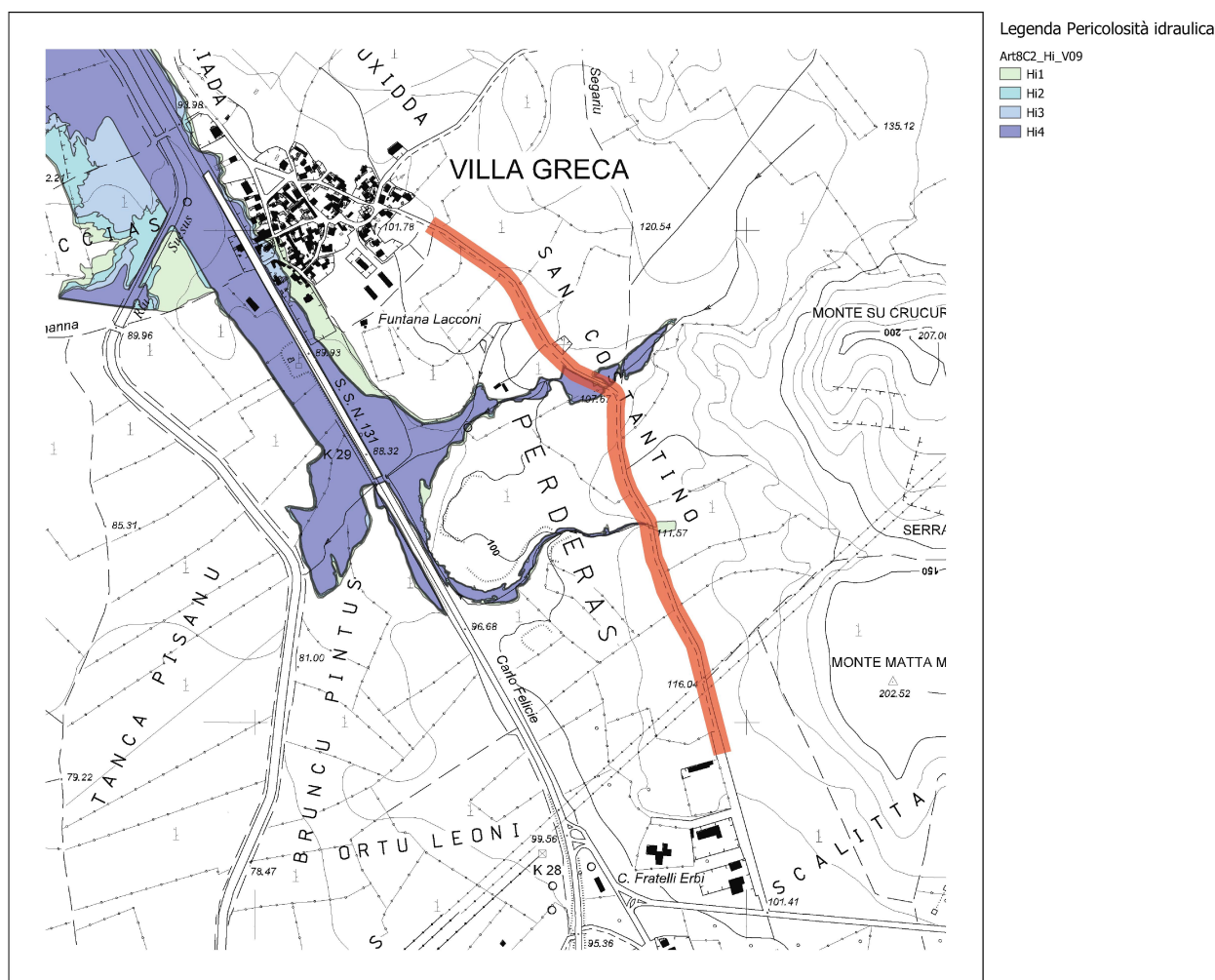
Lo studio è stato diviso nelle seguenti fasi:

- recepimento della mappatura del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF);
- individuazioni di ulteriori criticità emerse in occasione di eventi meteorici intensi e riconducibili ad un'analisi di dettaglio relativa ai compluvi minori non ancora analizzati.

Di seguito si riporta lo stralcio delle carte della pericolosità relative ai corsi d'acqua che interferiscono con la strada oggetto di intervento.



Stralcio Carta della pericolosità idraulica



Stralcio Carta della pericolosità idraulica

Dallo stralcio della carta della pericolosità idraulica si osserva che lungo il tracciato sono presenti due attraversamenti stradali, uno sul Fiume 63285 e uno sul Fiume 40469. Entrambi i fiumi si immettono sul Canale Riu Malu in prossimità della S.S. 131.

3.1.4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto di ampliamento della strada di collegamento Nuraminis Villagrecia interessa il tratto compreso tra il centro abitato di Villagrecia e le aree limitrofe al complesso cimiteriale comunale. Le opere previste riguardano la realizzazione di un nuovo percorso ciclopeditonale e, contestualmente, il recupero funzionale del primo tratto di asse in uscita dal centro di Villagrecia e il rinnovo delle opere d'arte di protezione del corpo stradale.

Lungo il tracciato la strada attraversa due corsi d'acqua i quali, attualmente, non risultano adeguati allo smaltimento della portata duecentennale.

Il progetto dunque, dovrà prevedere, nei tratti successivi, la demolizione dei due tombini presenti e la loro ricostruzione con dimensioni adeguate allo smaltimento della portata dei 200 anni.

3.1.5. ANALISI IDROLOGICA

3.1.5.1. Analisi del bacino idrografico

Sulla base della cartografia disponibile e utilizzando come base topografica il modello digitale del terreno (DTM con risoluzione spaziale a celle di 10 x 10 m), sono stati tracciati i bacini idrografici. La determinazione del bacino è stata effettuata tramite l'utilizzo di specifico software GIS, che permette l'elaborazione e la manipolazione dei dati geometrici. Le sezioni terminali dei due bacini studiati sono state poste in prossimità dei ponti da ricostruire.

Come caratteristiche morfologiche dei bacini sono state assunte quelle indicate nello Studio di compatibilità idraulica ex art. 8 comma 2 del Comune di Nuraminis, adottato con Deliberazione n. 1 del 13/02/2017 dal Consiglio Comunale. Tale Studio ha individuato diversi punti critici e conseguentemente altrettanti sottobacini. Tra le criticità individuate sono presenti anche i ponti studiati in questa sede.

3.1.5.2. Stima della portata di piena

I metodi di stima della portata di piena Q , di assegnato tempo di ritorno T_r , dipendono da vari fattori; primi fra tutti, la disponibilità di dati osservati e la copertura spaziale della rete idrometeorologica.

In relazione ai dati disponibili, la letteratura evidenzia diverse metodologie che possono essere raccolte in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di Metodi Diretti, i quali elaborano le misure di portata disponibili per il bacino in studio o per bacini idrologicamente simili; la seconda come Metodi Indiretti, i quali fanno ricorso indirettamente alla precipitazione meteorica tramite trasformazione afflussi-deflussi e a equazioni che permettono di ottenere la sola portata al colmo (metodi empirici, metodo razionale).

I primi prescindono dall'esame dell'influenza che i diversi fattori morfologici e climatici hanno sulla formazione dei deflussi di piena e si fondano sull'analisi probabilistica di una o più serie storiche di misura di portate di piena.

I secondi, invece, consentono la valutazione della portata di massima piena sulla base di parametri morfometrici del bacino imbrifero o sull'impostazione di un bilancio idrologico relativo all'evento di piena, in cui figura la precipitazione a cui è imputabile l'evento stesso. Tale metodologia stima la portata al colmo a partire dalla precipitazione, nell'ipotesi che la frequenza di accadimento di quest'ultima caratterizzi quella della portata al colmo.


3.1.5.3. Metodo razionale

Il metodo razionale è l'espressione di un modello deterministico elementare a fondamento cinematico. Nell'applicazione del metodo si attribuisce implicitamente all'evento di piena la stessa probabilità dell'evento di pioggia e quindi il medesimo tempo di ritorno. La valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno, sulla base di uno schematico bilancio idrologico, è data dalla seguente relazione:

$$Q_F = i_{(T_r, T_c, r(A))} \cdot A \cdot t_c$$

nella quale:

- i Intensità di pioggia
- T_r Tempo di ritorno
- $r(t, A)$ Coefficiente di ragguaglio areale
- A Area del bacino
- T_c Durata della pioggia critica

-  Coefficiente di deflusso
- $\varepsilon(t)$ Coefficiente di laminazione

Nella valutazione dell'entità della precipitazione si è ritenuto di applicare il metodo che prevede la definizione delle curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV.

3.1.5.4. Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica in Sardegna e volume netto di pioggia per unità di superficie.

In corrispondenza del tempo di corrivazione assunto, è possibile determinare l'altezza di pioggia da utilizzare per l'applicazione della formula razionale, facendo ricorso alle curve di possibilità pluviometrica che caratterizzano il regime pluviometrico sardo.

Rispettando le Linee Guida del P.A.I. si sono utilizzate le Curve di possibilità pluviometrica di Deidda-Piga-Sechi.

Per la definizione delle precipitazioni è, innanzitutto, necessario definire la sottozona omogenea SZO della Regione Sardegna di appartenenza del bacino in esame, secondo la divisione riportata in figura seguente:

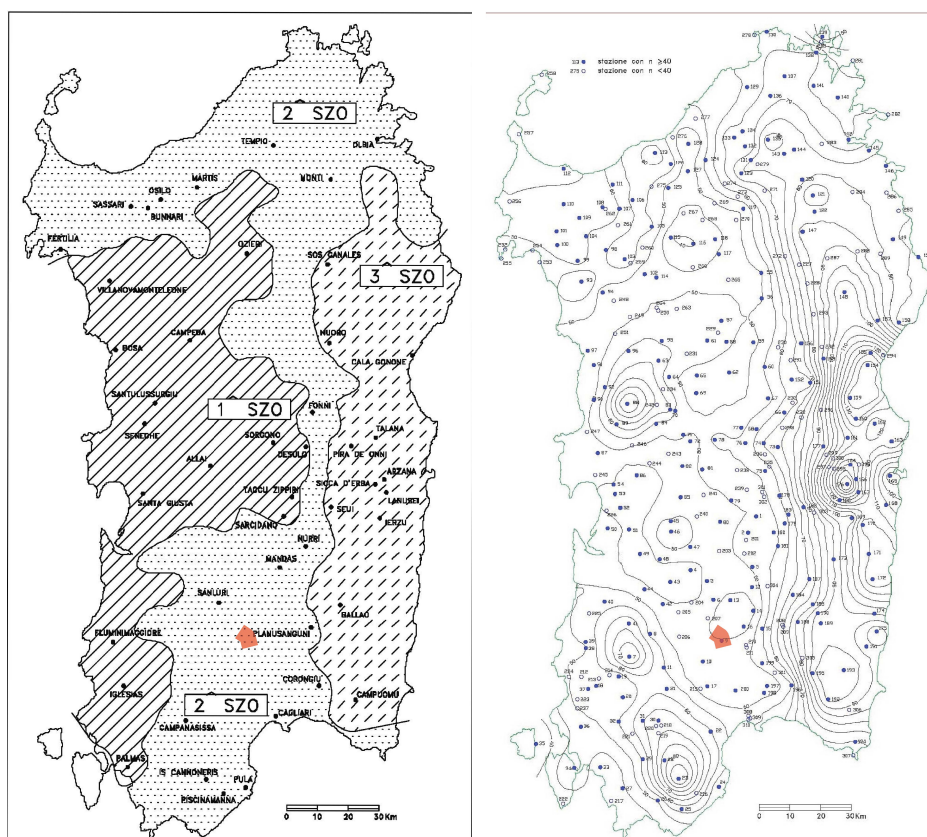


Figura 1 e 2: Sotto Zone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna; Distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera in Sardegna (da Deidda ed Al., Quad. Ricerca n°9 dell'Università di Cagliari, 1997)

Il bacino in oggetto ricade all'interno della Sottozona 2.

La pioggia indice $\mu(t)$ di durata τ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g ,

$$a_1 = \mu_g / (0,886 \cdot 24^{n_1})$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} \mu_g,$$

La pioggia indice giornaliera μ_g viene stimata sulla base della carta delle isoiete riportata in Figura 1.

L'altezza di pioggia $h_T(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $K_T(\tau) = a_2 \tau^{n_2}$:

$$h_T(\tau) = \mu(\tau) K_T(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(n_1 + n_2)}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le seguenti relazioni, distinte per sottozona, per differenti T e τ :

a) per tempi di ritorno $T \leq 10$ ANNI

$$\text{SZO 1 } a_2 = 0,66105 + 0,85994 \log_{10} T;$$

$$n_2 = -1,3558 \cdot 10^{-4} - 1,3660 \cdot 10^{-2} \log_{10} T;$$

$$\text{SZO 2 } a_2 = 0,64767 + 0,89360 \log_{10} T;$$

$$n_2 = -6,0189 \cdot 10^{-3} + 3,2950 \cdot 10^{-4} \log_{10} T;$$

$$\text{SZO 3 } a_2 = 0,62408 + 0,95234 \log_{10} T;$$

$$n_2 = -2,5392 \cdot 10^{-2} + 4,7188 \cdot 10^{-2} \log_{10} T;$$

b) per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

$$\text{SZO 1 } a_2 = 0,46378 + 1,0386 \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18449 + 0,23032 \log_{10} T - 3,3330 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = -1,0563 \cdot 10^{-2} - 7,9034 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau > 1 \text{ ora})$$

$$\text{SZO 2 } a_2 = 0,44182 + 1,0817 \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18676 + 0,24310 \log_{10} T - 3,5453 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = -5,6593 \cdot 10^{-3} - 4,0872 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau > 1 \text{ ora})$$

$$\text{SZO 3 } a_2 = 0,41273 + 1,1370 \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,19055 + 0,25937 \log_{10} T - 3,8160 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = 1,5878 \cdot 10^{-2} + 7,6250 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau > 1 \text{ ora})$$

La pioggia lorda ottenuta viene, quindi, ragguagliata all'area tramite il parametro ϕ , secondo la formulazione utilizzata nel VAPI, che fa riferimento al Flood Studies Report.

3.1.5.5. Valutazione del coefficiente di deflusso ϕ

Per la valutazione del coefficiente di deflusso, si fa ricorso al metodo CN del Soil Conservation Service che trova impiego ottimale nell'ambito dei piccoli bacini.

Si intende per pioggia netta la grandezza:

$$h_{\text{netta}} = \frac{(h_{\text{lorda}} - I_a)^2}{h_{\text{lorda}} + S - I_a}$$

dove

$$S = 254 * \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Per la determinazione del CN facendo riferimento alle indicazioni definite nell'ambito del progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, si è utilizzata la cartografia dell'uso del suolo e, sulla base dell'uso del suolo, si determinano i valori di CN di partenza secondo i valori espressi nella Tabella 1 presente nell'elaborato "Metodologia di Analisi".

In una seconda fase, sulla base delle indicazioni derivanti dalla geologia della Sardegna, desunta dalla carta geologica, si introducono, sempre secondo quanto previsto dalle Metodologia di analisi, dei valori correttivi caratterizzanti ogni tipo litologico.

Il parametro S rappresenta la quantità d'acqua immagazzinabile nel bacino, ovvero la massima altezza di pioggia che può essere ritenuta, ed è legato alla possibilità di infiltrazione e alle condizioni di umidità precedenti (AMC Antecedent Moisture Condition).

La scelta del valore del CN tiene quindi conto della condizione di umidità del suolo a causa di eventi meteorici che possono aver interessato il bacino in esame nei 5 giorni precedenti l'evento critico, attraverso l'introduzione del parametro CN(III) che sarà utilizzato nei calcoli e che deriva dall'applicazione della seguente formula:

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Il valore dell'infiltrazione iniziale è dato dalla:

$$I_a = 0.2 * S$$

3.1.6. Valutazione del coefficiente di ragguaglio areale

Il coefficiente r (coefficiente di ragguaglio delle piogge all'area) dipende dalla durata della precipitazione e dalla superficie del bacino; esso può essere stimato facendo ricorso a diverse formulazioni, tra cui quella usata nel VAPI Sardegna, che fa riferimento al Flood Studies Report - Wallingford Institute, UK 1977:

$$r = 1 - (0,0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))} \quad \text{per } A < 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - (0,0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(A)))} \quad \text{per } A > 20 \text{ km}^2$$

3.1.7. Durata della pioggia critica

Per la valutazione della durata della pioggia critica si è assunto il modello utilizzato nella procedura VAPI Sardegna; si è quindi ammesso che la durata della pioggia corrisponda alla somma del tempo necessario per la formazione del deflusso superficiale e del tempo di corrivazione del bacino:

$$t = t_c + t_r$$

dove

- t_c è il tempo di corrivazione
- t_r è il tempo per la formazione del ruscellamento superficiale.

La valutazione del tempo di corrivazione viene fatta attraverso un confronto critico delle seguenti formule empiriche:

Soil Conservation Service
$$t_c = 1.67 \frac{100L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} \right)^{0.5} - 0.7}{1000i^{0.5}} \text{ [minuti]}$$

L = Lunghezza asta principale in piedi

i = pendenza media del bacino (%)

Formula Giandotti
$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.4L}{0.2\sqrt{H_m - h}} \text{ [ore]}$$

A in Km², L in Km, h quota sezione chiusura, H_m quota media del bacino

Formula Pasini
$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{I_m}} \text{ [ore]}$$

A in Km², L in km, I_m pendenza media del reticolo idrografico.

L'elevata empiricità delle formule, testimoniata anche dalla eterogeneità dei valori del tempo di corrivazione ottenuti, induce, nell'ambito del presente studio, ad assumere cautelativamente il valore più critico tra quelli stimati con le formule sopra esposte.

Nelle tabelle che seguono sono schematizzati i valori dei tempi di corrivazione calcolati, le grandezze morfologiche e idrologiche e le conseguenti portate al colmo.

3.1.8. ANALISI IDRAULICA

3.1.8.1. Modulo di calcolo di approccio metodologico

La ricostruzione del profilo di piena è stata condotta in moto permanente mediante l'utilizzo del software di calcolo HEC-RAS, sviluppato dall'U.S. Army Corp of Engineers, che fornisce una metodologia di risoluzione ed una vasta gamma di condizioni al contorno del tutto sufficienti per la risoluzione della maggior parte dei casi pratici.

L'analisi è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente in condizioni di piena, rappresentati dai valori dei livelli idrici e delle velocità di corrente all'interno dell'alveo inciso e delle aree inondate.

Il modello numerico HEC-RAS consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto permanente gradualmente variato od in moto vario, in alvei naturali o canali artificiali, includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

La determinazione dei profili idrici teorici è ottenuta integrando numericamente l'equazione differenziale del moto permanente mediante il metodo comunemente noto in letteratura come "standard step"; per il calcolo delle perdite di carico ripartite si adotta l'espressione di Manning.

Il metodo standard step si basa sulla semplice equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove H_1 [m] ed H_2 [m] sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tratto d'alveo considerato, h_f [m] rappresenta le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre h_e [m] è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente. In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza L [m].

La pendenza j_f può essere calcolata con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto. Il calcolo del termine J nella singola sezione si ottiene mediante la:

$$J = (Q/K)^2$$

dove Q [m³/s] è la portata di calcolo e K (denominato conveyance) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = (1/n) \cdot A \cdot (R)^{2/3}$$

dove A [m²] l'area della sezione liquida, R [m] il raggio idraulico e n [m^{-1/3}s] è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il termine h_e dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \left(\alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 [m/s] sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro "n" di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata main channel) e due zone laterali golenali (denominate right and left overbanks). Per ciascuna di tali zone, oltre che per l'intera sezione di deflusso, il programma calcola il valore delle grandezze idrauliche (portata, velocità, numero di Froude, tensioni tangenziali, ecc.) che caratterizzano il moto; esso consente, pertanto, di individuare la quota parte di portata che defluisce all'interno dell'alveo inciso e quella che compete invece alle aree golenali.

Il programma è in grado di simulare il deflusso attraverso i ponti mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

Per il calcolo del profilo di corrente in corrispondenza delle strutture, tra le diverse opzioni offerte dal codice di calcolo, sono state selezionate le equazioni di bilancio dell'energia ed il metodo dei momenti, tra le quali il programma seleziona in automatico la formulazione caratterizzata dalla maggiore dissipazione energetica, per il deflusso al di sotto dell'impalcato (low flow); viene invece assunta la schematizzazione con deflusso in pressione e stramazzo al di sopra dell'impalcato (pressure and weir) per le situazioni con livello della corrente tale da interessare l'intradosso del ponte (high flow). Le condizioni limite per il deflusso in pressione sono definite dal programma in base al livello di corrente a monte. Gli input di portata sono definiti sulla base delle risultanze della precedente analisi idrologica. In particolare, ogni tratto viene suddiviso in tronchi per i quali sono assunti valori al colmo costanti, limitati da sezioni a cui è associata una variazione di portata. Cautelativamente, per ogni tronco, viene assunto il valore di portata costante definito nella sezione di valle dello stesso.

Il modello idraulico è stato realizzato utilizzando le informazioni desunte dalla cartografia disponibile (DTM 1 m) integrata da ulteriori indagini in situ. La simulazione del deflusso idraulico sul modello generato dalle informazioni cartografiche ha definito un profilo di corrente per ogni portata di calcolo.

A partire dai risultati ottenuti mediante la simulazione del deflusso della piena in regime di moto permanente.

3.1.8.2. Dati di base e schematizzazione geometrica

I dati di base richiesti da HEC-RAS sono quelli relativi alle caratteristiche geometriche ed idrauliche del tracciato in cui saranno inseriti gli attraversamenti in analisi. I dati necessari sono i profili di fondo (sezioni trasversali), le lunghezze dei tratti e la scabrezza dell'alveo e delle aree golenali.

La schematizzazione geometrica, in termini di sezioni del corso d'acqua, è stata fatta sulla base del rilievo topografico e con l'ausilio del DTM a 1 m.

I primi dati da inserire nel modello utilizzato sono l'andamento planimetrico del canale e le sezioni trasversali più significative. La scelta di queste ultime è basata sulla necessità di suddividere l'asta in tratti omogenei per caratteristiche idrauliche.

3.1.8.3. Coefficienti di scabrezza

Il programma consente di assegnare differenti scabrezze a diverse zone della sezione, senza limiti per l'estensione di queste ultime. Nel caso in esame è stato assegnato un coefficiente di scabrezza di Manning variabile, in funzione delle caratteristiche di copertura, nell'ambito della stessa sezione per l'alveo principale e le zone inondabili.

Per il corretto utilizzo di HEC-RAS, la caratteristica più importante da rappresentare è la geometria dell'alveo. E' importante sottolineare che il programma esegue una connessione tra due sezioni contigue mediandone linearmente le caratteristiche geometriche. Quindi è opportuno che due sezioni contigue varino gradualmente affinché la realtà non si discosti dalla rappresentazione del programma.

3.1.8.4. Condizioni al contorno

Nel caso specifico il codice di calcolo HEC-RAS è stato utilizzato in condizioni di moto permanente e i valori di portata al colmo applicati nelle simulazioni restano costanti nel tempo.

Per quanto attiene le condizioni al contorno, da introdurre per la simulazione in moto permanente, dato che si è deciso di procedere in regime misto di corrente, si è reso necessario definire le condizioni al contorno sia a monte che all'estremo di valle, imponendo la velocità di moto uniforme, calcolata specificando la pendenza della linea dell'energia nella sezione di interesse.

3.1.9. AMMISSIBILITÀ

La strada comunale Nuraminis-Villagrecia interferisce con due diverse aste mappate nel reticolo idrografico regionale per le quali sono state determinate le aree di pericolosità idraulica. Nelle aree in prossimità di tali aste, sono consentiti solo gli interventi previsti dall'art. 27 delle NTA.

Nel presente progetto si è tenuto conto, oltre che delle indicazioni contenute nel PAI e nelle relative Norme di Attuazione e Linee Guida, anche delle norme vigenti in materia di attraversamenti di corsi d'acqua.

Allo stato attuale gli attraversamenti risultano essere sottodimensionati per le piene duecentennali con conseguente incremento della pericolosità nell'area limitrofa.

Per quanto riguarda l'impatto delle opere sul deflusso superficiale, dalle verifiche idrauliche risulta che gli attraversamenti trasversali progettati sono in grado di fare defluire le portate raccolte dall'area scolante per tempi di ritorno di 200 anni.

Il fatto che i tombini risultino dimensionati in rispetto alle portate stimate per tempi di ritorno di 200 anni porta a concludere che sia i tombini che la viabilità siano rispettose delle prescrizioni di cui all'art. 21 comma 2 lettere b,m,n delle N.A. del PAI che si riporta integralmente per comodità.

1. La Regione Sardegna approva per l'intero bacino idrografico regionale disposizioni e norme tecniche per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali a fini di prevenzione verso l'insorgere di pericoli idrogeologici e di nuove situazioni di rischio idrogeologico.²¹
 2. Per le opere di attraversamento trasversale di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali di cui al precedente comma:
 - a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;
 - b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;
 - c. prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme e il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;
 - d1. garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, pari a quanto indicato dall'analisi modellistica sul franco idraulico approvata dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino, corrispondente al massimo tra:
 - 1) $0,7 v^2 / 2g$, dove v indica la velocità media della corrente;
 - 2) un metro;
 - 3) $0,87\sqrt{y} + \alpha y'$, dove y è la profondità media della corrente, y' è l'altezza della corrente areata e α un coefficiente che varia linearmente tra 0 e 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore $0,87\sqrt{y}$ sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media y , se questa risulta minore di 2. Il valore y della profondità media della corrente è pari alla media pesata sulla base del contributo di ciascuna area di sezione liquida associata alla corrispondente larghezza della corrente sul pelo libero. Nelle sezioni idrauliche non confinate o nelle quali vi siano zone ove le velocità medie sono modeste, per la valutazione dell'area bagnata attiva si considerano le sole parti aventi velocità della corrente superiori a 0,1 m/s.
- Nel caso di profondità media della corrente inferiore a un metro, potrà essere assunto un franco pari al doppio della profondità media della corrente y , assicurando comunque un valore minimo del franco pari a un metro.²²

- d2. Per velocità medie della corrente superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all'intera altezza cinetica $v^2/2g$. In linea di principio, nei progetti di sistemazione idraulica non si dovrebbero verificare situazioni con velocità media della corrente superiori a 8 m/s: tali elevate velocità costituiscono un elemento critico sia dal punto di vista strutturale che idraulico e occorre assumere idonei accorgimenti progettuali per contenere tali elevati valori di velocità della corrente;
- e. prevedano eventuali rampe di accesso alle infrastrutture di attraversamento in modo da non ostacolare il naturale deflusso delle acque. Per le sole infrastrutture a rete, pubbliche o di interesse pubblico dichiarate strategiche con motivata deliberazione della Giunta Regionale, qualora per le opere accessorie e di collegamento al contesto esistente non sia possibile il rispetto del franco idraulico e non vi siano alternative tecniche ed economiche sostenibili, la realizzazione delle opere medesime può essere assentita, a condizione di assicurare ogni opportuno provvedimento atto a garantire l'esercizio dell'infrastruttura in condizioni di rischio residuo compatibile, con particolare riferimento alla tutela della pubblica incolumità;
- f. adottino per i nuovi attraversamenti criteri che possibilmente evitino o comunque limitino il numero di pile in alveo;
- g. configurino le spalle dei ponti in modo da non comportare restringimenti della sezione che pregiudichino la sicurezza del tronco d'alveo;
- h. prevedano le pile dei nuovi attraversamenti in modo da offrire la minore resistenza idrodinamica;
- i. garantiscano la protezione dall'erosione delle pile dei ponti preferibilmente evitando plateazioni della sezione di imposta;
- l. minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;
- m. limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;
- n. prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;
- o. prevengano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.

La realizzazione dei tombini rispetta quando previsto dall'art. 23 comma 9, e in particolare dalle lettere a, c, d, e, l ("Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti, nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:

a) migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;

c) non compromettere la riduzione o l'eliminazione della cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime; d) non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;

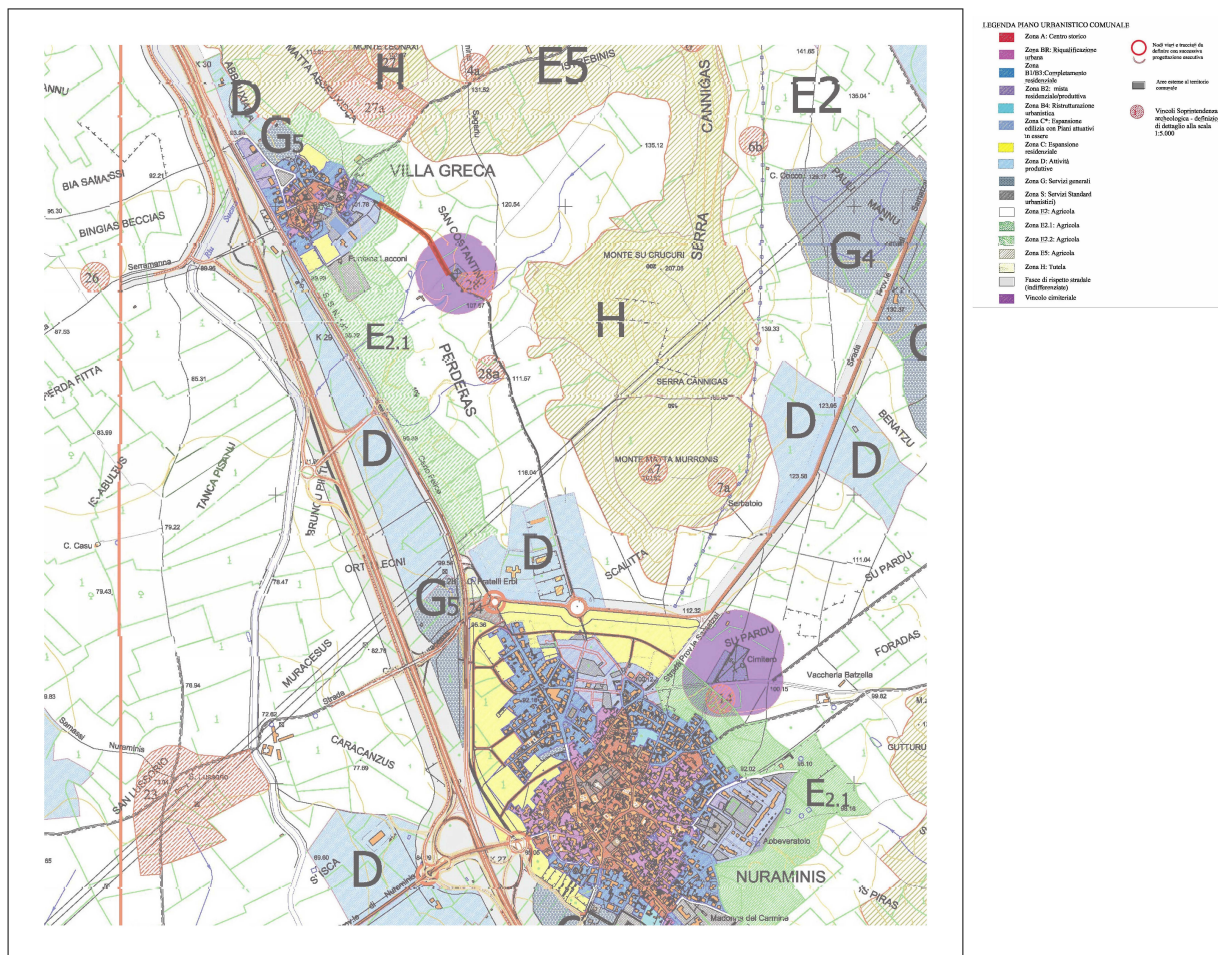
e) limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;

l) non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;").

4. VINCOLI

L'analisi sui vincoli posti dagli strumenti di pianificazione è stata focalizzata sull'intero tracciato in cui è previsto l'intervento.

Al fine di condurre un'analisi il più possibile attinente e fedele alle reali previsioni degli strumenti di pianificazione, si sono reperiti gli stralci della cartografia allegata allo strumento urbanistico vigente del comune di Nuraminis e alla pianificazione regionale.



Stralcio PUC adottato– Zonizzazione

Si evidenzia che il tracciato interferisce con la fascia di tutela cimiteriale.

Come previsto dalle NdA del PUC, in tale ambito

3. E' ammessa la costruzione di impianti tecnici, cabine elettriche e servizi tecnologici pubblici o di interesse pubblico, di infrastrutture e di manufatti diversi dagli edifici. Sono ammesse altresì le attrezzature di verde a parco e parcheggio alberato, con l'esclusione della realizzazione di volumi.

4.1. VERIFICA INTERFERENZA CON ALTRI PROGRAMMI, PROGETTI O PIANI

Per la verifica di interferenza con altri programmi progetti o piani, si è dapprima fatto riferimento a quanto riportato nel Piano Paesaggistico Regionale e, preliminarmente, si è verificata la presenza di vincoli.

Le aree d'intervento ricadono tutte al di fuori degli Ambiti di Paesaggio costiero di cui all'articolo 14 delle norme di attuazione del P.P.R..

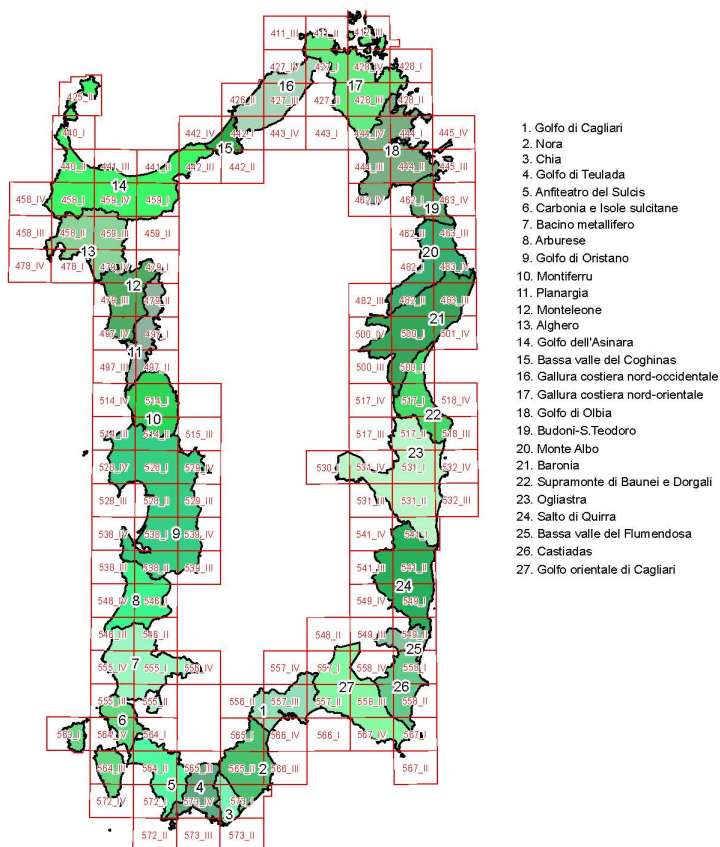


PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE

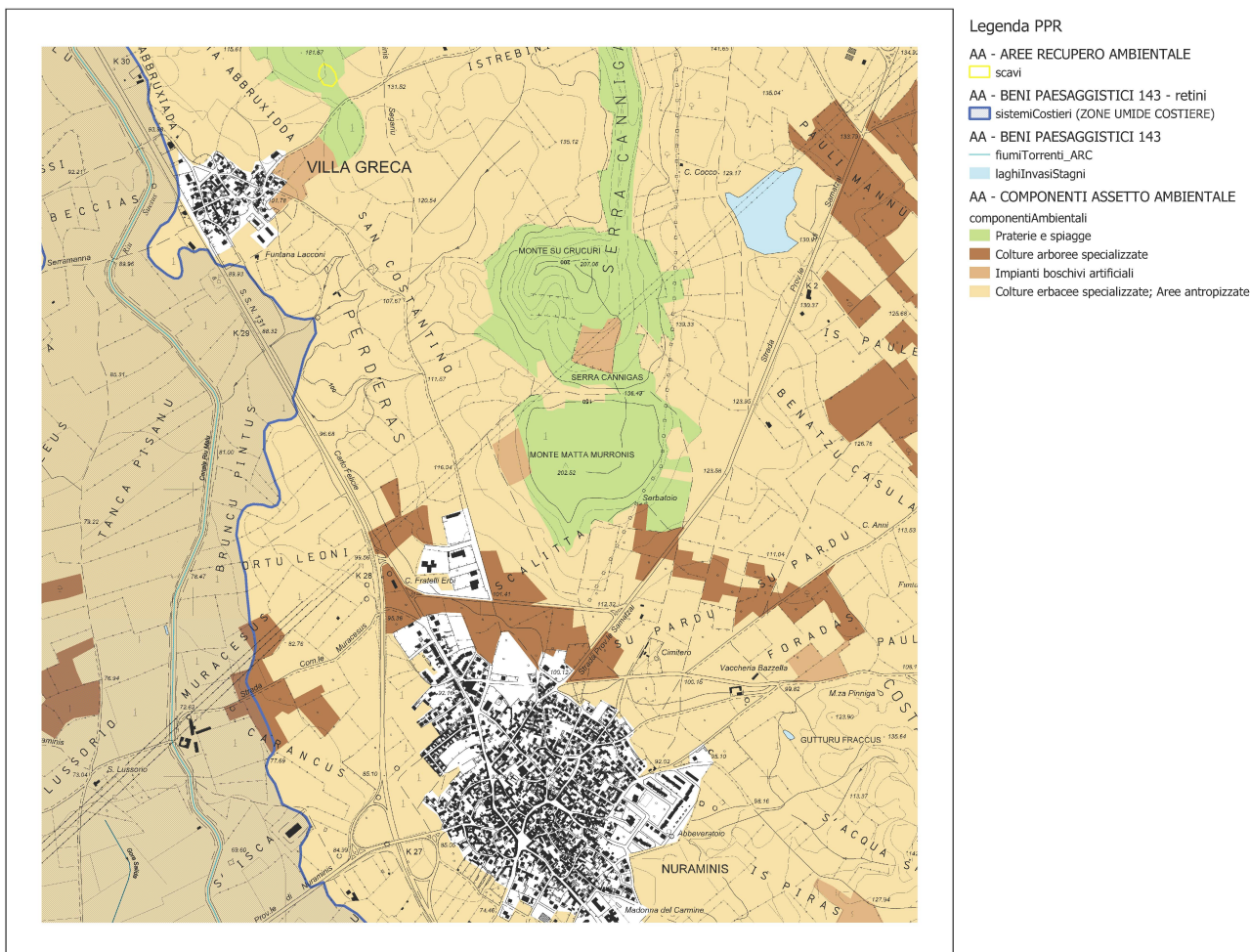
D.Lgs. 22 gennaio 2004 n.42 e succ. mod.

L.R. 25 novembre 2004 n.8

QUADRO D'UNIONE



Nella Figura viene riportato l'inquadrimento della zona in esame in cui è riprodotto l'assetto ambientale del territorio dal quale si evince che la strada ricade all'interno di terreni seminativi.



Nelle aree nelle quali sono previste le opere non si rileva la presenza di Beni Paesaggistici di particolare rilevanza.

4.2. ANALISI DELLO STATO DEI LUOGHI PRIMA DELL'INTERVENTO

4.2.1. LOCALIZZAZIONE

Gli interventi ricadono all'interno del territorio comunale di Nuraminis.

4.2.2. CARATTERISTICHE ANTROPICHE, TERRITORIALI E PAESAGGISTICHE DELL'AREA DI INTERVENTO

Lo studio delle caratteristiche del paesaggio parte dall'indagine delle componenti e delle azioni naturali, cioè di tutti gli elementi che costituiscono e determinano la forma fisica e gli equilibri del paesaggio, evidenziando, allo stesso tempo, quegli aspetti che, nel corso del tempo, hanno influenzato ed indirizzato lo sviluppo antropico.

La lettura strutturale del paesaggio individua quindi le "componenti fisiche elementari" del territorio, (sistemi vegetazionali, rilievo, rete idrografica), che, attraverso la loro aggregazione, definiscono più ampi ambiti territoriali, caratterizzati dalla omogeneità naturalistica e morfologica.

Parallelamente si svolge l'indagine relativa ai caratteri culturali della stratificazione antropica sul territorio, alle modalità di insediamento ed all'evoluzione della presenza umana nelle sue testimonianze storiche e attuali.

Dalla sovrapposizione delle due letture sopra evidenziate, scaturirà la delimitazione delle "unità paesaggistico - ambientali", intendendo con tale definizione quelle aree, o ambiti territoriali, individuate da un insieme di elementi e caratteri naturalistici e territoriali, storico-culturali, antropici e morfologici, tra loro interrelati in maniera tale da costituire unità omogeneamente individuabili e classificabili.

All'interno di ciascuna unità di paesaggio va analizzato quale ruolo, nella modifica dell'ambiente, abbiano esercitato nel tempo le diverse fasi di civilizzazione e valutare il grado di persistenza sul territorio delle varie e successive espressioni di civiltà, visibili e non, fisiche e non, che possono avere una specifica importanza nella percezione e nell'utilizzo del paesaggio.

Detta caratterizzazione è stata condotta mediante procedimento analitico, attraverso l'individuazione di distinte unità paesaggistico-ambientali sul territorio. Con questa dizione si intende una porzione di territorio avente caratteristiche omogenee od assimilabili ad un significativo quadro di omogeneità sotto il profilo paesaggistico.

Dette caratteristiche si riferiscono, oltreché agli specifici caratteri geomorfologici, all'utilizzazione del suolo, alla presenza di elementi antropici e, in genere, a tutto ciò che contribuisce a definire i caratteri paesaggistici in senso lato dei siti.

E' stata compilata la scheda di caratterizzazione, in cui sono state fornite indicazioni riguardanti i seguenti principali campi d'informazione relativamente alle caratteristiche dell'ambiente e del paesaggio:

- **Descrizione delle caratteristiche intrinseche del territorio:**
 - a) Morfologia;
 - b) Copertura vegetazionale;
 - c) Reticolo idrografico superficiale (idromorfologia);
 - d) Aspetti cromatici;
 - e) Emergenze storico – testimoniali;
 - f) Insediamenti antropici;
 - g) Assetto infrastrutturale;
 - h) Incidenza di questi ultimi due aspetti sul grado di naturalità dei siti;
 - i) Elementi di criticità, presenza di detrattori paesaggistici.
- **Esposizione visuale, intesa come prodotto di due distinti fattori:**
 - 1. Collocazione piano-altimetrica rispetto ai più significativi punti di osservazione (coni visuali);
 - 2. Frequentazione.
- **Evoluzione del paesaggio mediante evidenziazione di due distinti aspetti:**
 - 3. Matrici storiche del paesaggio (intendendo con ciò i più significativi elementi di carattere storico testimoniale)
 - 4. Dinamismi in atto
- **Presenza di vincoli paesaggistico-ambientali (D.Lgs. 42/2004), vincolo idrogeologico, aree protette di cui alla L. 394/95 e relative leggi regionali, vincoli archeologici, ecc.).**

- **Usi specifici del paesaggio**

- **Parametri di lettura di qualità e criticità paesaggistiche:**

5. Diversità: riconoscimento di caratteri/elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici, ecc.;

6. Integrità: permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi);

7. Qualità visiva: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche, ecc.;

8. Rarità: presenza di elementi caratteristici, esistenti in numero ridotto e/o concentrati in alcuni siti o aree particolari.

- **Parametri di lettura del rischio paesaggistico, antropico e ambientale:**

1. Sensibilità: capacità dei luoghi di accogliere i cambiamenti, entro certi limiti, senza effetti di alterazione o diminuzione dei caratteri connotativi o degrado della qualità complessiva;

2. Vulnerabilità/fragilità: condizione di facile alterazione o distruzione dei caratteri connotativi;

3. Capacità di assorbimento visuale: attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni, senza diminuzione sostanziale della qualità;

4. Stabilità: capacità di mantenimento dell'efficienza funzionale dei sistemi ecologici o situazioni di assetti antropici consolidate.

4.2.3. UNITÀ PAESAGGISTICO-AMBIENTALE

a) Denominazione/localizzazione:

Aree comunali Nuraminis.

b) Descrizione:

Morfologia: zona pianeggiante - collinare.

Vegetazione: macchia mediterranea.

c) Reticolo idrografico:

Presenza, nelle vicinanze alle aree di intervento, di aste fluviali rilevanti.

d) Emergenze storico-testimoniali:

Presenza, nelle vicinanze alle aree di intervento, di emergenze storico testimoniali ma fuori dall'ambito delle stesse.

e) Insediamenti antropici:

- Presenza di centri abitati.
- Infrastrutture: viabilità urbana, provinciale e di livello regionale.
- Grado di naturalità: medio- basso.

- Criticità, detrattori del paesaggio: infrastrutture, attività agricole e zootecniche.

f) Esposizione visuale:

Collocazione piano-altimetrica: Gli interventi di adeguamento funzionale e geometrico non modificano la conformazione piano altimetrica dell'asse stradale.

g) Frequentazione:

Medio alta, legata ai frequentatori dell'area e agli abitanti.

h) Dinamismi in atto:

Naturali: tipici delle zone interessate da attività agricole e presenza di centri abitati

Antropici: legati all'evoluzione del sistema urbano dell'area e alle attività in essa presenti.

i) Pianificazione/vincoli:

Piano Urbanistico Comunale.

Piano di Assetto Idrogeologico.

j) Parametri di lettura e criticità paesaggistiche:

Diversità	Si notano caratteri/elementi peculiari e distintivi antropici/o naturali.
Integrità	La presenza della abitazioni, delle reti viarie e delle attività agricole hannoin parte modificato i caratteri paesaggistici.
Qualità visiva	Area situata in zona pianeggiante - collinare
Rarietà	Non sono presenti rarità
Degrado	Le infrastrutture realizzate nel corso degli anni hanno modificato le aree

k) Parametri di lettura del rischio paesaggistico, antropico e ambientale

Sensibilità	Gli interventi previsti non diminuiscono i caratteri qualitativi paesaggistici
Vulnerabilità/fragilità	Per quanto detto sopra non si rinvergono condizioni di alterazione significativa dei caratteri connotativi del paesaggio attuale
Capacità di assorbimento visuale	I previsti interventi riguardano una infrastruttura lineare. Le opere si inseriscono sull'intera estensione dell'asse stradale. Gli interventi quindi non contribuiscono ad una diminuzione sostanziale della qualità visiva.
Stabilità	Non si prevede un ulteriore perdita dell'efficienza funzionale dei sistemi ecologici e/o di assetti antropici consolidati.

5. ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLE INTERFERENZE

Nel presente paragrafo viene trattata la metodologia generale utilizzata per l'individuazione, il censimento e la eventuale risoluzione delle interferenze presenti nelle aree in cui si dovranno eseguire i lavori di "Ampliamento della strada di comunicazione Nuraminis – Villagrecia - Realizzazione pista ciclabile e più". Le interferenze a cui si è fatto riferimento in fase di progettazione sono quelle tecnologiche, ma anche quelle rappresentate da manufatti esistenti (linee elettriche, opere d'arte, etc.) presenti nelle aree di lavoro e sul sedime degli interventi previsti in progetto.

Il progetto di Fattibilità Tecnico Economica, ha previsto la simulazione dello scenario di cantierizzazione proposto, al fine di valutare gli aspetti connessi alle future attività che si svolgeranno per l'effettiva realizzazione delle opere. Pertanto, in questa fase, l'individuazione delle interferenze è stata eseguita sulla base delle informazioni cartografiche disponibili, integrate con i risultati di un'apposita campagna di indagini, volta all'individuazione dell'esatta posizione e al rilevamento delle caratteristiche costruttive e tipologiche principali delle specifiche infrastrutture interferenti, in particolare dei sotto/sopraservizi presenti nell'area.

5.1. METODOLOGIA DI VERIFICA ADOTTATA

Le interferenze tecnologiche riscontrabili nella realizzazione della nuova infrastruttura viaria sono state ricondotte a tre tipologie principali:

- Interferenze aeree: all'interno di questo gruppo sono state raccolte tutte le linee elettriche a media e bassa tensione e le linee telefoniche;
- Interferenze superficiali: all'interno di questo gruppo sono state considerate tutte le interferenze superficiali di tipo lineare (canali artificiali ed eventuali fossi irrigui a cielo aperto) o di tipo puntuale (piccoli manufatti, opere d'arte minori);
- Interferenze interrato: all'interno di questo gruppo sono stati raccolti tutti i sottoservizi, prevalentemente di tipo lineare, quali fognature, acquedotti, condotte di irrigazione in pressione, gasdotti, linee elettriche a media e bassa tensione e linee telefoniche.

In particolare saranno da valutare i seguenti aspetti riguardanti la presenza di impiantistiche interne ed esterne alle opere oggettivamente o potenzialmente interferenti, che sono:

- la presenza di linee elettriche in rilievo o interrato con conseguente rischio di elettrocuzione/folgorazione per contatto diretto o indiretto;
- il rischio di intercettazione (specie nelle operazioni di scavo) di linee o condotte e di interruzione del servizio idrico, di scarico, telefonico, ecc;
- l'intercettazione di impianti gas con rischio di esplosione o incendio;
- l'eventuale adozione, a seconda del caso, di idonee misure preventive, protettive e/o operative, quali la richiesta all'ente erogatore di interruzione momentanea del servizio, qualora possibile.

Per il censimento e la conseguente progettazione della risoluzione si è fatto dapprima riferimento ai criteri indicati di seguito, che in particolare hanno riguardato e si sono incentrati sull'individuazione della tipologia di interferenza, al possibile rischio associato ed alla conseguente azione per l'eliminazione del rischio.

I manufatti e le opere d'arte, siano esse aeree, soprastrada o completamente interrato, sono state individuate e censite come interferenti quando lo stato di fatto e quello previsto nel progetto presentino una sovrapposizione all'interno delle aree di cantiere o in zone interessate dal passaggio di personale e mezzi.

5.2. METODOLOGIA DI CENSIMENTO

La metodologia di censimento ha previsto, dapprima, un esame della cartografia di dettaglio delle aree oggetto di intervento. Attraverso la prima sovrapposizione della cartografia e della planimetria di progetto è stato possibile individuare le infrastrutture interferenti con le nuove opere previste in progetto.

Questa metodologia ha consentito di individuare preliminarmente le possibili modalità di risoluzione.

La seconda fase è stata condotta eseguendo un'analisi delle caratteristiche intrinseche dei luoghi di lavoro (aree di cantiere, aree occupate dalle opere previste in progetto), utilizzando le informazioni desunte dalla cartografia, dalle planimetrie allegate al progetto e da quelle derivanti dalla compagna di rilievi, che hanno consentito di individuare le seguenti tipologie di interferenze:

- Opere d'arte di attraversamento di aste fluviali
- Rete di telecomunicazione (linea sottosuolo);
- Rete di trasmissione energia elettrica (linea aerea);
- Rete di approvvigionamento idrico;
- Allacci idrici delle aziende agricole alla rete di adduzione del Consorzio di Bonifica;
- Partitori del Consorzio di Bonifica;
- Alberature.

La terza fase è stata condotta attraverso una campagna di rilievi che ha consentito l'ubicazione esatta di tutti i manufatti e opere interferenti mediante un rilievo di dettaglio condotto con strumentazione GPS attraverso metodo RTK.

Il rilievo di dettaglio è stato accompagnato da un rilievo fotografico, che ha consentito di correlare, alle informazioni desumibili dal rilievo georeferenziato, tutte le informazioni riguardanti le opere interferenti (tipologia di pali e pozzetti, ubicazioni e condizioni al contorno), altrimenti non desumibili da un rilievo puntuale.

Tutte le informazioni sono state raccolte e catalogate al fine di poterne usufruire agevolmente e poter risalire, durante le fasi di progettazione della risoluzione delle interferenze, a tutte le informazioni riguardanti gli impianti e le opere d'arte presenti lungo il tracciato.

5.3. METODOLOGIA DI ARCHIVIAZIONE ED INSERIMENTO IN CARTOGRAFIA

La classificazione ed individuazione delle infrastrutture interferenti è stata sviluppata inserendo in cartografia tutti i punti rilevati e collegando ogni elemento appartenente a ciascuna infrastruttura alla rispettiva veduta fotografica in cui è indicato l'Ente Gestore.

La classificazione, pertanto, è stata condotta attribuendo, ad ogni elemento infrastrutturale interferente, una veduta fotografica esemplificativa.

5.4. CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE

Sulla base dell'individuazione ed archiviazione delle infrastrutture interferenti, sono state analizzate, nel dettaglio, le aree interessate e sono state riportate alcune vedute fotografiche dei principali elementi interferenti, catalogati ed archiviati e suddivisi per aree di intervento.

Di seguito si riportano le interferenze presenti nelle aree interessate dalle lavorazioni.



Alberture



Allaccio idrico



Attraversamento stradale



Rete media tensione

5.5. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

Le infrastrutture interferenti sono state valutate, per la quasi totalità, tali da ostacolare le lavorazioni e pertanto da spostare e ricostruire.

Per quanto riguarda tutte le interferenze individuate, esse dovranno essere puntualmente individuate, segnalate ed opportunamente protette nel caso di interferenze che non ostacolino le lavorazioni.

Si evidenzia la necessità di risoluzione dell'interferenza con gli impianti di adduzione e distribuzione dell'acqua a fii irrigui in capo al CBSM, la linea elettrica aerea di media tensione presente nelle immediate vicinanze del cantro abitato di Villagreca oltre che cautele e precauzioni in fase realizzativa senza alcuna opera di spostamento o ricostruzione per la fibra ottica, la premente fognaria e la rete idrica presenti in carreggiata con modalità di posa in sottosuolo.

In generale, si sottolinea che laddove vi siano delle interferenze che sono state individuate e per le quali non si prevedano particolari impedimenti, se non accorgimenti nella fase esecutiva dei lavori, saranno poste in atto tutte le misure volte a

salvaguardare le strutture esistenti oltre a prevedere sezioni di scavo e accorgimenti di posa che garantiscano il rispetto normativo delle reciproche distanze ed il minor numero di interferenze tra servizi esistenti e quanto da realizzare, sia allo scopo di garantire la sicurezza e la continuità del servizio, che la possibilità di eseguire, con la dovuta capacità operativa e gestionale, le reciproche manutenzioni. I lavori che dovranno essere eseguiti in prossimità di tali reti saranno preventivamente comunicati, autorizzati ed eseguiti sotto la diretta sorveglianza del personale dell'ente gestore del servizio.

6. PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE

Di seguito vengono descritti e analizzati gli aspetti inerenti la gestione dei materiali provenienti dalle demolizioni e dagli scavi nell'ambito della realizzazione di tutte le opere previste in progetto.

6.1. PIANO DEGLI SCAVI

Le attività di scavo saranno svolte in più fasi secondo il crono programma di intervento previsto nel progetto e saranno per la maggior parte necessarie per le operazioni di adeguamento integrale della piattaforma stradale alla nuova sezione in progetto, per la realizzazione di cunette e banchine oltre che per l'eventuale pulizia di opere di drenaggio superficiale.

Gli scavi in larga sezione e in sezione ristretta ed obbligatoria, avverranno in tempi compatibili con la possibilità di intervenire contemporaneamente su più tratti delle zone interessate. Il materiale verrà caricato su autocarro con cassone ribaltabile e veicolato, attraverso la viabilità pubblica, all'area di stoccaggio. Lo scavo avverrà quindi per fronti di profondità variabile da 0.20 a 0.70 m ed il singolo cumulo verrà generato, in linea generale, da terre provenienti da diverse profondità e diverse aree di scavo.

Non è prevista la movimentazione delle terre di scavo al di fuori dell'area del sito prima dell'invio in discarica autorizzata. Non è previsto, allo stato attuale, il recupero del materiale all'interno del sito di produzione.

6.2. PIANO DI DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI E TECNICHE DI DEMOLIZIONE E RIMOZIONE

Per la realizzazione delle opere e nell'ambito della realizzazione degli interventi previsti in progetto è prevista la demolizione di ridotti tratti di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso e di manufatti e opere d'arte da adeguare o interferenti con la nuova infrastruttura; Per i materiali provenienti dalle demolizioni o dalla fresatura è stato previsto lo smaltimento in discarica, o in alternativa, si potrà, compatibilmente con le caratteristiche intrinseche del materiale, prevedere il riciclo in impianto.

Gli interventi previsti nella proposta progettuale, inoltre, prevedono, l'esecuzione di lavorazioni di demolizione e/o eventuale rimozione di manufatti o opere d'arte esistenti per le quali si sono valutate diverse tecniche di demolizione necessarie per diverse fattori ed in particolare per:

sicurezza degli operatori e incolumità pubblica

- aspetti ambientali
- aspetti economici
- tempistiche
- aspetti fisici relativi alle opere da demolire.

Inoltre i fattori determinanti per le scelte specifiche e di dettaglio da adottare nelle varie fasi dell'intervento oltreché per la pianificazione temporale e spaziale delle lavorazioni sono:

- tipologia delle struttura o manufatti da demolire;
- tecnologie di demolizione utilizzabili;
- contesto ambientale e urbano in cui la struttura si inserisce;
- minimizzazione degli impatti;
- massimizzazione delle condizioni di sicurezza durante le demolizioni
- valutare le interferenze con le opere e le infrastrutture presenti nelle aree limitrofe

La percentuale maggiore di demolizione verrà eseguita con attrezzature e mezzi meccanici ma in particolari casi, vista la specificità delle opere su cui intervenire, potrà configurarsi necessario o conveniente intervenire con piccoli mezzi meccanici per porzioni ridotte dell'intervento.

La casistica più ricorrente annovera le seguenti operazioni:

- Fresatura di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso;
- Demolizione integrale di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso;
- Demolizioni localizzate di parti strutturali di opere d'arte esistenti.

L'ambito e il contesto territoriale, la compresenza di attività agricole e il traffico veicolare continuo, portano a ritenere che le demolizioni dovranno avvenire, in relazione alle disponibilità di accesso e agli spazi di manovra dell'area di intervento, con l'utilizzo di macchine di medie dimensioni e di attrezzi manuali per la demolizione controllata.

Il materiale di demolizione prodotto verrà movimentato, se necessario, nell'area di cantiere con piccoli mezzi; tale operazione avverrà con l'utilizzo contemporaneo di sistemi passivi o attivi di abbattimento delle polveri (reti antipolvere, cannoni nebulizzatori, inumidimento del materiale durante le fasi di carico etc)

Inoltre, al fine di evitare un eccessivo utilizzo delle infrastrutture viarie per il trasporto dei materiali prodotti in discarica o in impianto di recupero, il materiale grossolano dovrà essere frantumato nelle aree di cantiere con l'ausilio di idonee macchine operatrici o frantoi mobili.

6.3. DEFINIZIONE DELLE MATRICI PRODUCIBILI DALLE ATTIVITA' DI CANTIERE

6.3.1. GENERALITA'

Le tipologie di matrici producibili dalle attività previste nel progetto, pertanto collegate alle operazioni di demolizione della pavimentazione stradale e alle lavorazioni di riconfigurazione e sistemazioni di cunette e banchine, possono essere sintetizzate nelle seguenti categorie:

- rifiuti propri dell'attività di demolizione e costruzione aventi codici CER 17.XX.XX;
- rifiuti prodotti nel cantiere connessi con l'attività svolta (ad esempio rifiuti da imballaggio,...) aventi codici CER 15.XX.XX;
- terreno prodotto dalle attività di eventuale escavazione nel corso delle attività previste in progetto;

Alla prima categoria appartengono tutti i rifiuti strettamente correlati alle attività di demolizione delle opere previste in progetto; a tal proposito la definizione qualitativa (previsione dell'attribuzione dei CER) delle tipologie producibili, nonché la definizione dei quantitativi (stima geometrica) è stata ottenuta sulla base di valutazioni oggettive delle attività di demolizioni previste in progetto.

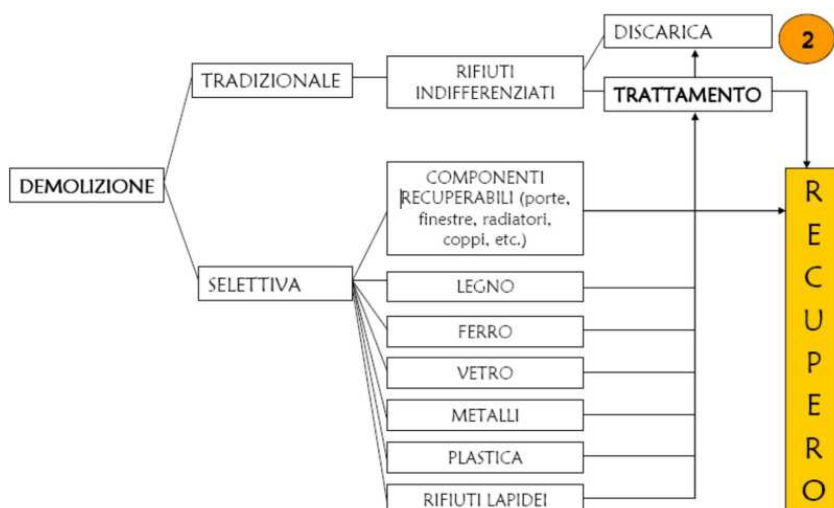
Per i rifiuti ricadenti nella seconda categoria, il presente piano non prevede la quantificazione e la definizione delle tipologie di rifiuti producibili, comunque fortemente legata alle scelte esecutive dell'opera non definibili in fase di progettazione, ma, non dimeno, fissa dei principi da rispettare in fase di esecuzione delle lavorazioni volte a determinare una riduzione dei rifiuti prodotti all'origine, nonché all'aumento delle frazioni avviabili al riciclo e recupero.

L'ultima categoria è rappresentata dai volumi di terre e rocce prodotte durante le attività di eventuale escavazione.

In generale, i rifiuti prodotti durante la fase di cantiere saranno gestiti in conformità alla normativa vigente ed il trasporto dei rifiuti dovrà avvenire con automezzi a ciò autorizzati.

6.3.2. RIFIUTI PROPRI DELL'ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE – ESCLUSO IL MATERIALE ESCAVATO - AVENTI CODICI CER 17.XX.XX

Il materiale in questione è derivante dalle attività di demolizione e rimozione previste in progetto. In generale le attività di demolizione e rimozioni dovranno essere eseguite, da parte dell'impresa esecutrice, in maniera quanto più selettiva, selezionando tecniche di demolizioni tradizionale solo ove lo stato in cui le opere interessate si presentano giustificano il ricorso a tale sistema.



6.4. ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI

Le attività di gestione dei rifiuti pertanto sono degli oneri in capo al soggetto produttore, individuato secondo i criteri sopra indicati, e consistono in:

1. Classificazione ed attribuzione dei CER corretti e relativa definizione della modalità gestionali;
2. Deposito dei rifiuti in attesa di avvio alle successive attività di recupero/smaltimento;
3. Avvio del rifiuto all'impianto di smaltimento;

6.5. CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI.

La classificazione dei rifiuti è attribuita dal produttore in conformità di quanto indicato nell'Allegato D alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 (decisione 2000/532/CE), come di seguito riportato:

- Identificazione del processo che genera il rifiuto consultando i titoli da 01 a 12 o da 17 a 20 per risalire al codice a sei cifre riferito al rifiuto in questione, ad eccezione dei codici dei suddetti capitoli che terminano con le cifre 99. È possibile che un determinato impianto o stabilimento debba classificare le proprie attività riferendosi a capitoli diversi.
- Se nessuno dei codici dei capitoli da 01 a 12 o da 17 a 20 si presta per la classificazione di un determinato rifiuto, occorre esaminare i capitoli 13, 14 e 15 per identificare il codice corretto.
- Se nessuno di questi codici risulta adeguato, occorre definire il rifiuto utilizzando i codici di cui al capitolo 16.
- Se un determinato rifiuto non è classificabile neppure mediante i codici del capitolo 16, occorre utilizzare il codice 99 (rifiuti non altrimenti specificati) preceduto dalle cifre del capitolo che corrisponde all'attività identificata al precedente punto1.

Il rifiuto, in questa fase, dovrà essere sottoposto a caratterizzazione chimico- fisica, volta ad attestare la classificazione del CER attribuito e della classe di pericolosità (P o NP ove i codici presentano voci speculari) nonché alla verifica della sussistenza delle caratteristiche per la conformità al destino successivo selezionato (sia esso nell'ambito del D.Lgs. 152/06 di smaltimento/recupero, sia esso nell'ambito della procedura di recupero semplificata di cui al D.M. Ambiente 5 febbraio 1998 per rifiuti non pericolosi e ss.ii.mm.)

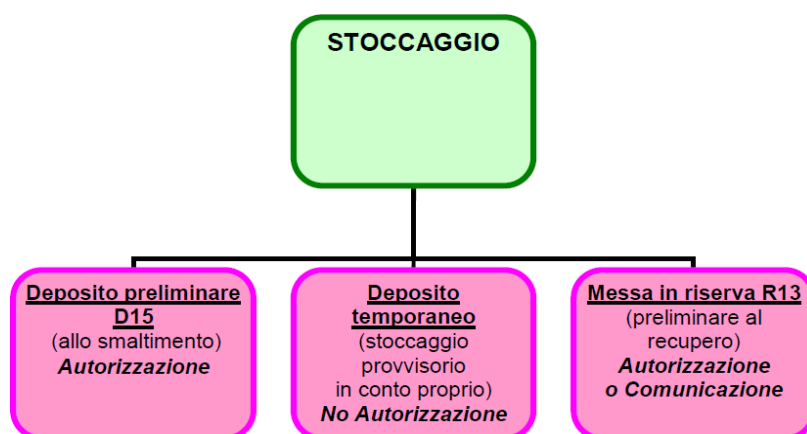
6.6. DEPOSITO TEMPORANEO

In generale, l'attività di "stoccaggio" dei rifiuti ai fini della norma vigente si distingue in:

Deposito preliminare: operazione di smaltimento - definita al punto D15 dell'Allegato D alla Parte Quarta del Codice Ambientale – che necessita di apposita autorizzazione dall'Autorità Competente;

Deposito temporaneo

Messa in riserva: operazione di recupero - definita al punto R13 dell'Allegato C alla Parte Quarta del Codice Ambientale – che necessita di comunicazione all'Autorità Competente nell'ambito delle procedure di recupero dei rifiuti in forma semplificata.

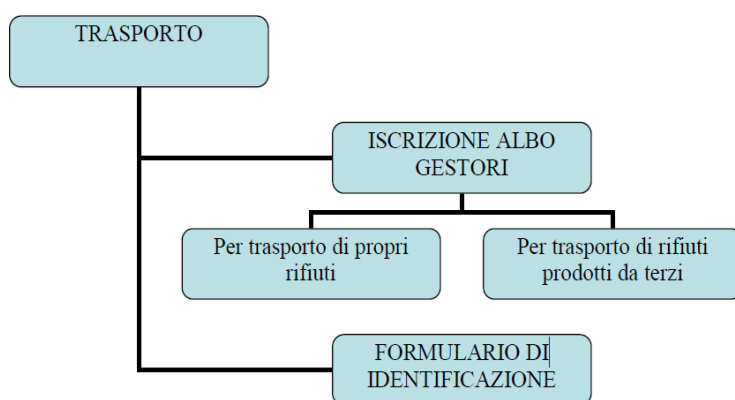


I rifiuti in questione sono prodotti nella sola area di cantiere. In attesa di essere portato alla destinazione finale, il rifiuto sarà depositato temporaneamente nello stesso cantiere, nel rispetto di quanto indicato dall'articolo 183, comma 1 lettera bb).

In generale, il deposito temporaneo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche:

RIFIUTI NON PERICOLOSI		RIFIUTI PERICOLOSI	
Rifiuti tenuti distinti per tipologia		Rifiuti tenuti distinti per tipologia	
Rispetto delle buone prassi in materia di deposito		Rispetto delle norme tecniche in materia di deposito	
Limiti del deposito: una delle seguenti modalità alternative a <u>scelta</u> del produttore	Con cadenza trimestrale indipendentemente dalle quantità in deposito	Limiti del deposito: una delle seguenti modalità alternative a <u>scelta</u> del produttore	Con cadenza bimestrale indipendentemente dalle quantità in deposito
	Al superamento dei 20 mc TOTALI in deposito e comunque una volta all'anno.		Al superamento dei 10 mc TOTALI in deposito e comunque una volta all'anno.
		Rispetto delle norme sull'etichettatura delle sostanze pericolose	
		Rispetto sulle norme tecniche sul deposito dei componenti pericolosi contenuti nei rifiuti	

6.7. TRASPORTO

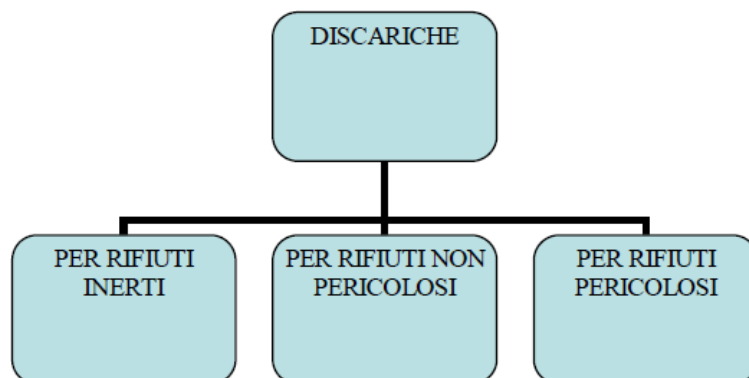


6.8. DISCARICHE

L'impianto prescelto deve essere idoneo a ricevere il rifiuto. Oltre a ciò, il rifiuto deve rispondere a requisiti di ammissibilità della tipologia di discarica prescelta.

La rispondenza ai requisiti è determinata con analisi di laboratorio a spese del produttore. I criteri di ammissibilità – nonché le modalità analitiche e le norme tecniche di riferimento per le indagini sono individuati dalla Delibera del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984.

Tali criteri saranno sostituiti a partire dal 01/01/2008 da quelli individuati dal DM 3 agosto 2005 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica" e ss.ii.mm.



6.9. MODALITA' DEPOSITO E SMALTIMENTO DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE

In virtù delle lavorazioni previste in progetto verranno prodotti materiali inerti dalle demolizioni.

1. il deposito temporaneo avviene:

- a) nel luogo di produzione dei rifiuti;
- b) i rifiuti contenenti gli inquinanti organici persistenti di cui al regolamento (CE) 850/2004, e successive modificazioni, devono essere depositati nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio e l'imballaggio dei rifiuti contenenti sostanze pericolose e gestiti conformemente al suddetto regolamento, nel rispetto della disciplina delle sostanze pericolose;
- c) per categorie omogenee nel rispetto delle specifiche norme tecniche

2. modalità alternative per l'avvio alle operazioni di recupero o smaltimento, a scelta del produttore:

- a) con il seguente criterio temporale: con cadenza almeno trimestrale (indipendentemente dalle quantità in deposito);
- b) con il seguente criterio quantitativo: quando il quantitativo dei rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 mc, dei quali al massimo 10 mc di rifiuti pericolosi
- c) In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il predetto limite all'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;

3. i rifiuti inerti possono essere accumulati separatamente anche sul suolo, purché sagomato con adeguate pendenze, in modo da evitare ristagni di acque meteoriche;

4. gli altri rifiuti (legno, metalli, cartoni, plastica, ecc.) verranno collocati in adeguati contenitori e/o cassoni;

5. il deposito temporaneo può essere istituito e gestito solo dal produttore del rifiuto, quindi non può esistere un'impresa che opera per conto del produttore in tal senso;

6. il deposito temporaneo sarà il luogo di produzione del rifiuto.

Successivamente al deposito temporaneo, i rifiuti da demolizione e costruzione verranno conferiti a soggetti debitamente autorizzati allo svolgimento delle fasi di recupero o, in alternativa, a fasi residuali di smaltimento.

I rifiuti inerti, pertanto, potranno essere avviati a:

- a) SMALTIMENTO: presso impianto di stoccaggio autorizzato per il successivo conferimento in discarica per rifiuti inerti;
- b) RECUPERO: presso impianti, fissi o mobili, debitamente autorizzati.

7. QUADRO ESIGENZIALE – OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO

Il progetto di ampliamento della strada di collegamento Nuraminis Villagrecia si propone di porre le basi per la realizzazione di un'opera infrastrutturale che, in adeguamento alla esistente strada di collegamento, assolverà alla nuova funzione di asse di collegamento di livello locale ma che potrà essere inserito in itinerari di natura intercomunale di zona più vasta attraverso gli interventi di ammodernamento che eleveranno gli attuali standard a quelli più consoni ad un collegamento di carattere comunale e di tutela delle utenze deboli con la realizzazione del percorso ciclabile.

Le opere previste appartengono ad ambiti diversi in modo da rendere la nuova infrastruttura totalmente consona alla sua nuova funzione, in particolare, è possibile suddividere le lavorazioni in tre gruppi specifici:

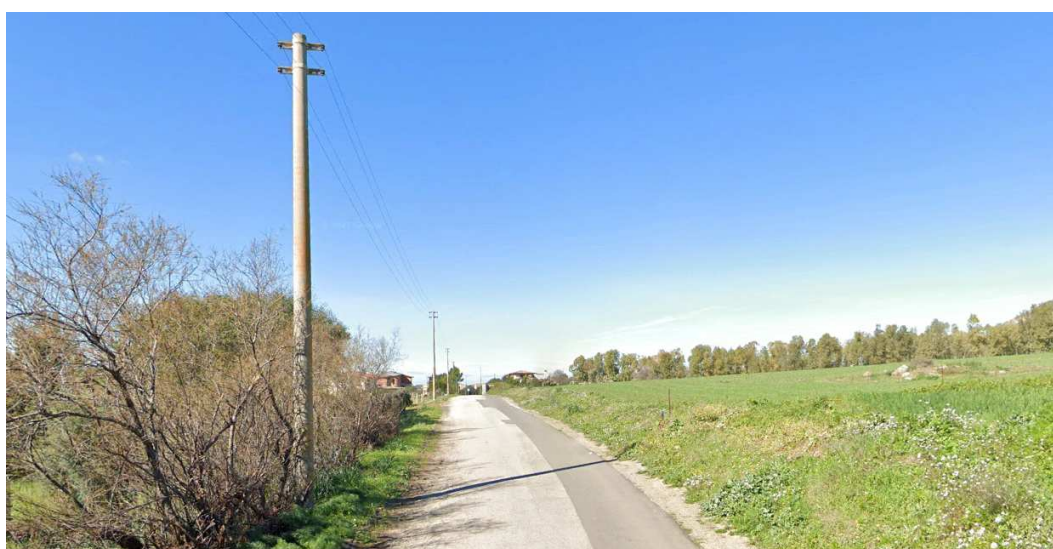
1. Opere stradali;
2. Opere di adeguamento delle opere esistenti
3. Opere idrauliche.

8. REQUISITI PRESTAZIONALI TECNICI - INQUADRAMENTO PROGETTUALE E TRASPORTISTICO

Gli interventi di ampliamento della strada di collegamento Nuraminis Villagreca, relativamente al 1° Stralcio Funzionale, interessano il tratto compreso la frazione di Villagreca e l'area cimiteriale posta a ridosso del centro abitato

L'asse stradale presenta diverse caratteristiche nei tratti interessati dall'ampliamento, in particolare, il tratto iniziale tra l'intersezione a rotatoria di accesso all'area artigianale ha una sezione di circa 8.50 m con un solo percorso pedonale laterali nel margine in sinistra a servizio delle attività produttive, il tratto compreso tra l'area artigianale e la frazione di Villagreca ha una sezione di circa 4.90 – 5.00 m con banchine laterali in terra e cunette di protezione del corpo stradale.





La proposta progettuale prevede l'adeguamento della sezione stradale ad un E "Urbana di quartiere con corsie di 3.00 per senso di marcia, banchina in destra transitabile di 30 cm, separazione, mediante elementi fisici, tra carreggiata e percorso ciclabile, percorso ciclabile in sede propria a doppio senso di marcia della larghezza di 2.50 m, banchina in destra non transitabile di 1.00 m utile alla sistemazione dei blocchi di sostegno e dei pali di illuminazione.

Il progetto non prevede varianti planoaltimetriche del tracciato esistente, ma ove possibile adeguamenti ai parametri di normativa degli elementi planimetrici, raggi di curvatura e pendenze della piattaforma, adeguamento delle opere d'arte di attraversamento (tombini etc.), sistemi di drenaggio laterale delle acque meteoriche, interventi di messa in opera di idonei sistemi di ritenuta, sistemi di contenimento dei rilevati stradali in corrispondenza delle interferenze idrauliche e realizzazione della segnaletica stradale verticale ed orizzontale.

Sulla base di quanto definito dal Capitolo 3.5 del D.M. 05/11/2001, *"nell'ambito delle strade del tipo locale debbono considerarsi anche strade a destinazione particolare, per le quali le caratteristiche compositive fornite dalla tabella 3.4.a e caratterizzate dal parametro "velocità di progetto" non sono applicabili. Si tratta, in ambito extraurbano, di strade agricole, forestali, consortili e simili, nelle quali le dimensioni della piattaforma vanno riferite in particolare all'ingombro dei veicoli di cui è previsto il transito"*, in particolare alla luce di quanto definito dalla norma, si è optato per una sezione di tipo E con corsie di 3.00 m, banchina in sinistra non transitabile di 0.50 m, banchina pavimentata in destra di 0.35 m.

8.1. VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI ESISTENTI E DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GENERALI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

8.2. GENERALITA'

I criteri di progettazione utilizzati sono strettamente legati all'analisi di alcuni parametri, la cui determinazione ha assicurato la scelta degli interventi più efficienti ed economicamente compatibili con la provvista finanziaria disponibile; in particolare si è proceduto, dapprima, ad effettuare le seguenti analisi:

- Analisi empirica dei volumi di traffico;
- analisi e individuazione delle criticità e particolarità del sito e del contesto in cui è inserita l'infrastruttura viaria;
- analisi della tipologia della sovrastruttura;
- individuazione e suddivisione dell'asse in WBS al fine di valutare gli interventi di ampliamento;
- stato delle corsie o della corsia maggiormente trafficata;
- condizione della pavimentazione e delle banchine;
- attività di manutenzione eseguita;
- caratteristiche progettuali generali;
- caratteristiche progettuali degli elementi costitutivi della piattaforma stradale;
- geometria;
- condizioni climatiche.

Lo scopo della definizione e della determinazione dei parametri precedentemente elencati è quello di identificare il tratto maggiormente trafficato, le criticità del corpo stradale e degli elementi "strutturali", le possibili alternative e la definizione delle soluzioni progettuali attraverso una preliminare individuazioni di vari scenari di intervento compatibili con il finanziamento disponibile e con le scelte ipotizzate dall'Amministrazione.

8.3. SOLUZIONE PROGETTUALE

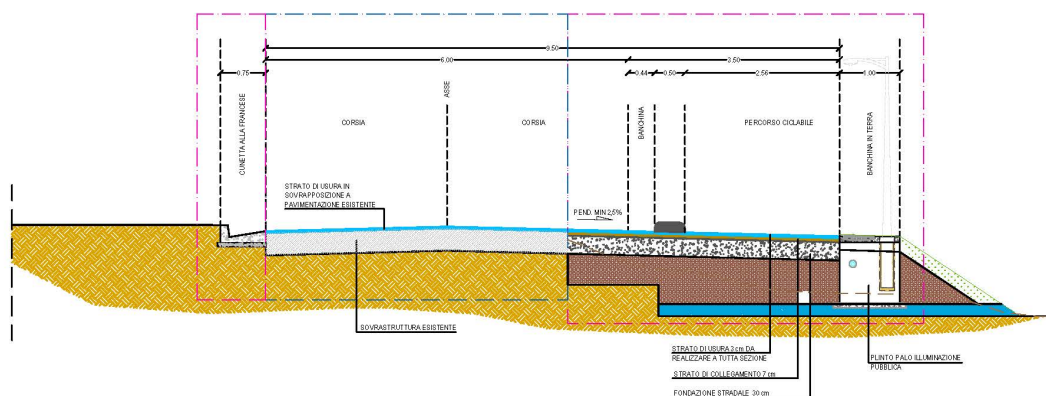
La definizione e la raccolta di tutti i dati e le informazioni hanno posto le basi per la definizione delle scelte progettuali che, una volta attuate, possono consentire di ampliare ed adeguare l'asse stradale.

La strategia progettuale proposta consiste nell'attuare interventi che interessano tutto l'asse dall'intersezione a rotatoria di accesso all'area artigianale fino alla frazione di Villagrega, il tutto attraverso la realizzazione di un asse con carreggiata principale corrispondente alla tipologia E del D.M. 05/11/2001 e la realizzazione di un percorso ciclabile a doppio senso di marcia in sede propria separato dalla carreggiata attraverso un sistema di cordoli; tale intervento non avrà varianti planoaltimetriche del tracciato esistente, l'adeguamento normativo degli elementi planimetrici, dei raggi di curvatura e delle pendenze della piattaforma sarà coordinato e valutato sulla base dello stato di fatto e la compatibilità con le aree attraversate; verrà previsto l'adeguamento delle opere d'arte di attraversamento (tombini etc.) e dei correlati sistemi di contenimento e protezione delle scarpate in corrispondenza delle aste attraversate e delle zone di massimo deflusso; i sistemi di drenaggio laterale delle acque meteoriche saranno realizzati sistema "aperto" senza alcun trattamento preventivo.

L'opera verrà dotata di un sistema complessivo di illuminazione al fine di migliorarne la fruibilità e il livello di sicurezza.

Le scelte progettuali consentiranno, sulla base delle condizioni attuali dell'infrastruttura, di migliorare il livello di sicurezza e il livello di servizio dell'asse e di consentire di realizzare un sistema multimodale di livello locale che metta in comunicazione il centro abitato di Nuraminis, la frazione di Villagrega e in generale migliori l'accessibilità del traffico locale all'asse della SS131 per i collegamenti intercomunali.

Di seguito si riporta una sezione trasversale esemplificativa della proposta progettuale



8.3.1. ASPETTI FUNZIONALI, TECNICI E DI INTERRELAZIONE TRA I DIVERSI ELEMENTI DEL PROGETTO

8.3.1.1. PERCORSO CICLABILE

Nella progettazione complessiva di adeguamento dell'asse stradale e di definizione geometrica e piano altimetrica generale si è posto particolare riguardo alla progettazione del percorso ciclabile in affiancamento alla carreggiata deputata al transito dei veicoli.

La progettazione è stata condotta attraverso l'utilizzo dei seguenti criteri di base:

- **Riconoscibilità:** l'utente e l'utilizzatore deve essere in grado di percepire e leggere facilmente il percorso e il disegno complessivo del percorso, e deve avere semplicità a individuare il miglior percorso per raggiungere la destinazione prefissata

- **Sicurezza:** la definizione delle soluzioni tecniche devono presentare i minori rischi e la maggiore sicurezza, ma devono essere in grado di far percepire che il percorso sia sicuro (sicurezza reale e percepita).
- **Confort:** La confortevolezza dell'itinerario si basa sulla consapevolezza che una fatica eccessiva e irregolare (per la pendenza elevata o per essere costretti a fermarsi e ripartire più volte; sono da evitare le interruzioni che causano perdite di tempo e di energie) rende poco desiderabile l'utilizzo della bicicletta.

Il percorso è stato progettato in sede propria, a doppio senso di marcia

Il percorso ciclabile in **sede propria** sarà fisicamente separata dal traffico motorizzato attraverso idonei elementi longitudinali invalicabili e sarà realizzato in **affiancamento al corpo stradale**.

Gli standard funzionali e tecnici per la progettazione sono definiti dal Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili (D.M. 30 novembre 1999, n. 557), dall'Allegato A – Requisiti di pianificazione e standard tecnici di progettazione per la realizzazione del SNCT (D.M. 20 luglio 2017, n. 375) e dall'ECF nell'European Certification Standard (2016) che definiscono i requisiti riguardanti:

- larghezza della sezione;
- larghezza dello spartitraffico;
- velocità di progetto;
- distanza di arresto;
- pendenza longitudinale;
- raggi di curvatura;
- barriere protettive;
- l'altezza libera

Nella progettazione è stato valutato lo spazio fisico necessario per la circolazione delle biciclette. Le dimensioni considerate sono quelle del ciclista e della bicicletta, nonché lo spazio necessario la pedalata, determinato da fattori come la stabilità, l'andatura e gli eventuali ostacoli che concorrono a determinare la dimensione della sezione dello spazio libero.

Stabilità. Vento, spostamenti d'aria provocati dai veicoli pesanti e discontinuità del manto stradale sono alcuni fattori che determinano la stabilità e quindi lo spazio di manovra.

Andatura a zig-zag. Per mantenere l'equilibrio mentre pedala, il ciclista ha un'andatura cosiddetta a zig-zag che dipende da vari fattori (età, esperienza, capacità fisiche, manto stradale, vento, etc.). In normali condizioni il movimento è di circa 20 cm, mentre in casi particolari (partenza da fermo, salita, etc.) il movimento può richiedere fino a 80 cm di spazio.

Distanza di sicurezza dagli ostacoli. distanza che il ciclista in transito mantiene dagli ostacoli (bordi, cordoli, muri, etc.) ciglio e bordi bassi 25 cm; bordi più alti 50 cm; muri 65 cm.

Sezione dello spazio libero. larghezza necessaria per il singolo ciclista come sommatoria di: larghezza richiesta dalla bicicletta e dal ciclista (0,75 m), margine di andatura a zig-zag e distanza di sicurezza dagli ostacoli. Il valore minimo che si ottiene è 0,9 m/ciclista.

Complessivamente è stata definita la larghezza di 1,25 m per corsia con una larghezza complessiva di 2.50 m.

8.3.1.2. PAVIMENTAZIONE STRADALE

8.3.1.2.1. CARATTERISTICHE GENERALI

La sovrastruttura di cui si descrive il dimensionamento è di tipo "flessibile" costituita da strati sovrapposti di aggregati lapidei legati a bitume e da uno strato di materiale sciolto poggiante sul terreno di posa (fondazione).

L'organizzazione a strati di questo tipo di pavimentazioni assicura la distribuzione dei carichi fino al terreno sottostante e fa sì che la sovrastruttura, anziché assorbire gli sforzi mediante resistenze flessionali, reagisca con la sua adattabilità deformativa alle azioni trasmesse dai carichi veicolari e alle reazioni del terreno sottostante.

Gli strati superficiali sono direttamente esposti alle azioni del traffico, dei mezzi che transitano e degli agenti atmosferici, mentre la struttura portante ha la funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto, sopportando e distribuendo sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico.

Lo strato superficiale è quello che costituisce il piano viabile destinato a far fronte alle azioni verticali e tangenziali indotte dai veicoli e a trasmetterle con intensità attenuata agli strati sottostanti.

L'ipotesi su cui si basa il dimensionamento e la verifica è quella di realizzare una sovrastruttura avente lo strato di fondazione realizzato con materiale non legato proveniente da cava di prestito e da una pavimentazione con più strati da realizzare in due fasi di stesa, uno in conglomerato bituminoso in binder "chiuso" caratterizzato da sufficiente resistenza al taglio e il successivo e finale strato di usura.

Lo strato di fondazione è la parte a contatto con il sottofondo e ha la funzione di ripartire i carichi e rendere la sollecitazione compatibile con il sottostante strato, ma anche la funzione di rendere la superficie regolare per stendere lo strato superiore di base.

8.3.1.2.2. DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

8.3.1.2.2.1. METODOLOGIA DI CALCOLO

La metodologia di dimensionamento utilizzata è quella che si basa sulla procedura empirica proposta dalla AASHTO.

Tale metodologia di dimensionamento si basa principalmente sulla quantificazione della capacità strutturale di una pavimentazione attraverso il "Numero di Struttura SN" (Structural Number).

Nel metodo ad ogni strato (di spessore " H_i " espresso in mm) viene assegnato un coefficiente di struttura " a_i ", che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione.

Un ulteriore fattore " d_i " viene introdotto per considerare gli effetti del drenaggio.

Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessiva della pavimentazione è dato dal prodotto dei 2 coefficienti " a_i ", " d_i " per il suo spessore " H_i ".

L'espressione analitica dello structural number è:

$$SN = \sum a_i m_i H_i$$

dove:

- i è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione del tipo e proprietà del materiale. Nello specifico i coefficienti strutturali relativi agli strati di usura (a_1) e di base (a_3) si ricavano direttamente dai monogrammi presenti sull'AASHTO GUIDE in funzione della stabilità Marshall scelta per

i rispettivi strati (si considera per la stabilità Marshall a 75 colpi i valori prescritti dal capitolato delle Autostrade S.p.A.). Il valore del coefficiente relativo allo strato di collegamento (a_2) si ricava per interpolazione lineare dei parametri a_1 e a_3 , ricavati sempre dall'ASSHTO GUIDE però con il valore della stabilità Marshall relativa allo strato di collegamento, con le rispettive quote, in quanto negli Stati Uniti non è previsto tale strato. Infine il coefficiente relativo allo strato di fondazione a_4 in misto granulare si ricava sempre dall'ASSHTO GUIDE in funzione del CBR della fondazione.

	S75 (kg)
usura	980
binder	880
base	690

Tabella: Valori di stabilità Marshall

SN=1.96 ipotetico *			
STRATO	TIPO DI MATERIALE	METODO DI CALCOLO	COEFFICIENTE STRUTTURALE
USURA	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	$a_1=0.41$
BINDER	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	
BASE	Conglomerato bituminoso	Stabilità Marshall	$a_2=0.276$
FONDAZIONE	Misto granulare	Stima del modulo resiliente	$a_3=0.129$

(*) SN pari a 1.96 ipotizzato al netto del contributo dello strato di fondazione

Il metodo AASHTO utilizza un valore della stabilità Marshall a 50 colpi, risulta quindi opportuno passare ad una grandezza della stabilità Marshall a 75 colpi: si calcola la S75 e la si divide per 1,2 per avere la S50.

Inoltre il metodo dell'AASHTO prevede che il valore della S50 sia in libbre, pertanto risulterà opportuno effettuare la conversione dell'unità di misura (moltiplicando i kg per 2,2).

- H_i è lo spessore dello strato i -esimo;
- m_i è un coefficiente funzione della qualità del drenaggio e della percentuale di tempo durante il quale la pavimentazione è esposta a livelli di umidità prossimi alla saturazione.

I coefficienti di drenaggio m_i tengono conto dell'effetto dell'acqua sulle proprietà dei materiali e quindi sulla capacità portante della pavimentazione, sono funzione della qualità del drenaggio dei materiali e della percentuale di tempo in cui la pavimentazione è esposta ad un grado d'umidità prossimo alla saturazione.

Il termine:

- $a_1 h_1$ rappresenta la capacità portante fornita dagli strati superficiali: usura + binder
- $a_2 h_2 m_2$ rappresenta la capacità portante dello strato di base,
- $a_3 h_3 m_3$ rappresenta la capacità portante della fondazione.

Il coefficiente di drenaggio viene considerato solo per il misto granulare sciolto dello strato di fondazione e/o base e nel caso specifico è stato assunto un valore pari a : $m_3 = 1.00$

In particolare i coefficienti di drenaggio, “ d_i ” sono usati per modificare il valore del coefficiente di spessore “ a_i ” di ogni strato non stabilizzato al di sopra del sottofondo.

Gli strati in conglomerato bituminoso, o realizzati con materiali legati, non sono influenzati da un eventuale cattivo drenaggio o dall'esposizione a condizioni di saturazione. In questi casi “ d_i ” vale comunque 1.

8.3.1.2.2.2. DATI DI INPUT

La pavimentazione progettata è tenuta ad assolvere le seguenti funzioni:

- Ripartire sul sottofondo le azioni dei veicoli in modo che siano compatibili con le caratteristiche di portanza,
- Mantenimento della regolarità e dell'aderenza del piano viabile affinché il moto avvenga in condizioni di comfort e sicurezza
- Protezione degli strati sottostanti dall'azione degli agenti atmosferici

Oltre a quanto già descritto, il metodo di dimensionamento dell'AASHTO Guide Design of Pavement Structures si fonda sul contributo di 4 fattori che tengono conto dei seguenti aspetti:

- n - vita utile della struttura;
- N - traffico di progetto;
- R - grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento;
- PSI - decadimento limite ammissibile della sovrastruttura;
- SN - caratteristiche degli strati (Structural Number).

8.3.1.2.2.3. Traffico di progetto

I carichi di traffico sono rappresentati dal numero cumulato (W_{18}) di assi standard (ESAL) da 8,16 t (18 kip) ESAL (*Equivalent Standard Axle Load*). Questo rappresenta l'asse standard assunto dall'AASHTO pari a 18 chilopound).

L'incidenza del traffico viene quasi sempre considerata mediante una semplificata ed ampiamente accettata procedura basata sull'utilizzo di fattori di equivalenza che permettono di convertire ogni gruppo di carico in un singolo asse equivalente.

Esso consiste nel determinare il numero di assi standard (l'asse standard è l'asse singolo con ruote gemelle da 18 kips = 80 kN = 8,2 t) che la pavimentazione può sopportare raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSI_f).

Tale valore è funzione di vari parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, portanza del sottofondo, grado di ammaloramento finale che, per questioni di comfort e sicurezza, la pavimentazione può raggiungere, coefficiente di sicurezza (fissato attraverso l'affidabilità, ovvero la probabilità che la pavimentazione resista al traffico che transita durante la sua vita utile).

Tali assi devono essere confrontati con il traffico commerciale (veicoli con carico per asse o set di assi superiori a 10 kN) che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica (si dimensiona la corsia più carica, non essendo il traffico pesante equiripartito tra le corsie).

Poiché il traffico commerciale che transita su strada è costituito da veicoli che si differenziano per numero di assi, carico per asse e tipologia di asse è necessario determinare il numero di **assi standard equivalenti**, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno alla pavimentazione provocato dai veicoli reali, o meglio dagli assi dei veicoli reali.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard. Tali coefficienti sono funzione di alcuni parametri, quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, grado di ammaloramento finale.

Noti i coefficienti di equivalenza di ciascun asse che compongono il traffico reale, bisogna determinare il coefficiente di equivalenza medio, funzione della composizione del traffico sulla strada in esame.

Infine, per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica è sufficiente moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Per ottenere il numero di veicoli commerciali che transiteranno sulla corsia più carica della pavimentazione durante la vita utile, è necessario conoscere il TGM, la percentuale di veicoli pesanti P (%), la suddivisione del traffico pesante tra le corsie C (%), il tasso di incremento annuo del traffico r(%).

La verifica viene effettuata constatando che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

La Metodologia degli assi equivalenti (ESAL) permette di ricondurre le diverse tipologie di assi reali transitanti sulla strada ad un asse di riferimento da 80 KN (8,2 t); conseguentemente all'utilizzo di opportuni coefficienti di equivalenza, è possibile valutare il danno a fatica prodotto dal numero di passaggi dei carichi reali.

Per il caso in esame sono stati assunti i seguenti valori di base:

TIPOLOGIA STRADA	Strada urbana locale
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Costante
TGM	2 000
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	30 %
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	2 %
PERIODO DI PROGETTO	20
TRAFFICO DI PROGETTO	4 380 000
TRAFFICO IN NUMERO DI VEICOLI COMMERCIALI SULLA CORSIA PIÙ TRAFFICATA	2 190 000
CLASSE DI TRAFFICO	L (leggero)

E' stato assunto un valore di TGM pari a 2.000 che per le strade oggetto di intervento risulta essere cautelativo.

Il numero di **ESAL_{tot}** ottenuto risulta essere pari a **939 334** passaggi.

Infine introducendo due ulteriori parametri D_I e D_d , che derivano dalle seguenti considerazioni:

- D_d è funzione della distribuzione del traffico nelle due direzioni; nel caso del progetto in esame si è scelto il valore pari a $D_d = 0.5$
- D_I è funzione della distribuzione del traffico tra le corsie nelle due direzioni. Indubbiamente la condizione di traffico più gravosa si manifesterà nella corsia più lenta, adibita al transito dei veicoli commerciali:

NUMERO DI CORSIE NELLE DUE DIREZIONI	D_I
1	1

Il numero di assi standard da 80 KN equivalenti al traffico sulla corsia più caricata della strada in progetto è:

$$ESAL_{\text{progetto}} = ESAL_{\text{tot}} * D_d * D_I = \mathbf{469.667 \text{ Passaggi}}$$

La classificazione dei veicoli è in genere effettuata in funzione del numero di assi e del peso per asse. La procedura di classificazione più utilizzata è standardizzata dalla norma ASTM E1572-93 per la classificazione dei veicoli partendo dal numero e dalla interdistanza degli assi. Riferendosi ai veicoli commerciali (massa complessiva, corrispondente al peso totale a terra, maggiore o uguale a 3 t) il catalogo italiano delle pavimentazioni stradali adotta la seguente classificazione:

Tipo di veicolo	N° Assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN			
1) autocarri leggeri	2	↓10	↓20		
2) " "	"	↓15	↓30		
3) autocarri medi e pesanti	"	↓40	↓80		
4) " " "	"	↓50	↓110		
5) autocarri pesanti	3	↓40	↓80	↓80	
6) " "	"	↓60	↓100	↓100	
7) autotreni e autoarticolati	4	↓40	↓90	↓80	↓80
8) " "	"	↓60	↓100	↓100	↓100
9) " "	5	↓40	↓80	↓80	↓80
10) " "	"	↓60	↓90	↓90	↓100
11) " "	"	↓40	↓100		↓80
12) " "	"	↓60	↓110		↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120		↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) " "	2	↓60	↓100		
16) " "	2	↓50	↓80		

associando ad essa opportuni spettri di traffico per tipologia di strada, per questo progetto è stata scelta la seguente tipologia di strada: **Strada urbana locale**

TIPO DI STRADA	TIPO DI VEICOLO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Autostrada extraurbana	12,2	0	24,4	14,6	2,4	12,2	2,4	4,9	2,4	4,9	2,4	4,9	0,1	0	0	12,2
Autostrada urbana	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
Strada extraurb. Princ. e second. a forte traffico	0	13,1	39,5	10,5	7,9	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	0,5	0	0	10,5
Strada extraurbana secondaria ordinaria	0	0	58,8	29,4	0	5,9	0	2,8	0	0	0	0	0,2	0	0	2,9
Strada extraurbana secondaria-turistica	24,5	0	40,8	16,3	0	4,15	0	2	0	0	0	0	0,05	0	0	12,2
Strada urbana di scorrimento	18,2	18,2	16,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	18,2	27,3	0
Strade urbane di quartiere e locali	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
Corsie preferenziali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	53	0

La determinazione del traffico cumulato N_{18} da 8.16 è stato condotto attraverso la determinazione dello spettro di traffico (distribuzione delle 16 categorie dei veicoli considerati da Catalogo Italiano delle Pavimentazioni)

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Peso assi (ton)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	80,00%	Numero di assi distribuiti per peso	1	1			0								
2	0,00%			1	1										
3	0,00%					1			1						
4	0,00%						1						1		
5	0,00%					1			2						
6	0,00%						1				2				
7	0,00%					1			2	1					
8	0,00%						1				3				
9	0,00%					1			4						
10	0,00%						1			2	2				
11	0,00%					1			3		1				
12	0,00%						1			3		1			
13	0,00%						1						1	3	
14	20,00%					1			1						
15	0,00%							1							
16	0,00%						1		1						

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Frequenze parziali degli assi												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	80,00%	Frequenza degli assi distribuiti per peso	80,0%	80,0%			0,0%								
2	0,00%														
3	0,00%														
4	0,00%														
5	0,00%														
6	0,00%														
7	0,00%														
8	0,00%														
9	0,00%														
10	0,00%														
11	0,00%														
12	0,00%														
13	0,00%														
14	20,00%					20,0%				20,0%					
15	0,00%														
16	0,00%														
			80,0%	80,0%		20,0%	0,0%			20,0%					

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4 ^a potenza	Transiti da 8 t
1	80,0%	0,00024	0,02%
2	80,0%	0,00391	0,31%
3	0,0%	0,01978	0,00%
4	20,0%	0,06250	1,25%
5	0,0%	0,15259	0,00%
6	0,0%	0,31641	0,00%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	20,0%	1,00000	20,00%

9	0,0%	1,60181	0,00%
10	0,0%	2,44141	0,00%
11	0,0%	3,57446	0,00%
12	0,0%	5,06250	0,00%
13	0,0%	6,97290	0,00%
TOTALE	200,0%	TOTALE	21,58%

Il passaggio di 100 veicoli commerciali determina il transito di 200.00 assi di differente peso, che corrispondono al passaggio di 21.6 assi equivalenti da 8 t

Numero transiti totali di progetto **N₁₈=204.521 assi da 8 t**

8.3.1.2.2.4. Decadimento limite ammissibile della sovrastruttura

L'indice assunto dall'AASHTO per valutare il decadimento nelle sovrastrutture è il Present Serviceability Index PSI. Esso viene definito in funzione della media delle variazioni di pendenza del profilo, della profondità delle ormaie, della superficie delle buche e dei rattoppi, o di lesioni di determinate caratteristiche riferite all'unità di superficie.

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 0.01 (C + P)^{0.5} - 1.38 RD$$

con

SV = media delle variazioni di pendenza del profilo longitudinale

C = area delle buche e dei rappezzi, per unità di superficie;

P = area fessurata o lesionata con particolari caratteristiche, per unità di superficie;

RD = media delle misure di profondità delle ormaie.

Il valore di PSI finale risulta pari a 2.00

8.3.1.2.2.5. COMPONENTI CORPO STRADALE E ORGANIZZAZIONE DELLA PIATTAFORMA

La soluzione proposta prevede la realizzazione di una sovrastruttura flessibile avente le seguenti caratteristiche geometriche.

Carreggiata: 5,50 m

Confine stradale: coincidente con il limite della fascia carrabile

Corsie: 2,75 m – senso unico di marcia

Marcia piede: assente – non previsto

Banchine : non transitabili – in terra

8.3.1.2.3. CRITERIO DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

La realizzazione della sovrastruttura necessita di un dimensionamento della sovrastruttura stradale e la determinazione e verifica dello spessore dei vari strati legati e non legati.

Il procedimento utilizzato per il dimensionamento e la verifica della sovrastruttura stradale è il seguente:

1. Definizione i dati iniziali (tipo di strada, traffico, carichi, portanza sottofondo, affidabilità, etc.);
2. Determinazione la portanza di calcolo del sottofondo;

3. Definizione degli spessori di tentativo degli strati ("Catalogo delle pavimentazioni stradali" nelle condizioni più prossime al caso in esame);
4. Verifica dello spessore complessivo della pavimentazione;
5. Nel caso non sia verificato lo spessore complessivo, si aumentano gli spessori, partendo da quelli più profondi.

Il metodo empirico si conclude verificando che il numero di passaggi di assi standard (N18), risulti poco inferiore al numero massimo di passaggi di assi standard sopportabili dalla pavimentazione (W18) ed in particolare verificando che i carichi sopportabili siano maggiori di quelli previsti, per il livello di affidabilità assunto.

Per cui:

$$N18 < W18$$

8.3.1.2.3.1. CALCOLO DEL TRAFFICO SOPPORTABILE (W18)

L'equazione per il calcolo del traffico sopportabile in termini di assi standard equivalenti da 8,2 ton delle pavimentazioni flessibili è la seguente:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_0 + 9.36 (\log SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{(PSI_i - PSI_f)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

in cui:

- W_{18} è il numero di passaggi di assi singoli equivalenti da 18 Kpounds (8.2 t o 80 KN) sopportabile;
- Z_r è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità $R=85\%$ (che è la probabilità che il numero di ripetizioni di carico $N_t(\max)$ che portano il valore $PSI = PSI_{fin}$ sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni NT realmente applicati alla sovrastruttura); e corrisponde un valore pari a $-1,037$;
- S_0 è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione; per le pavimentazioni flessibili, assume un valore compreso tra 0,40 e 0,50 quando si tiene conto dell'errore che si commette sia sul traffico sia sulla prestazione prevista per una data pavimentazione, è stato scelto un valore pari a 0,45;
- PSI_{fin} e PSI_{iniz} : lo stato limite è definito attraverso il parametro PSI definisce lo stato limite. Il grado di efficienza della pavimentazione, noto anche come PSI (Present Serviceability Index), che esprime la misura della idoneità di questa ad assicurare la sicurezza della circolazione e le condizioni di confort per gli utenti, assume valori numerici compresi tra 0 (strada in pessime condizioni) e 5 (strada in ottime condizioni).
- M_R è il modulo resiliente del sottofondo in psi);
- SN è lo structural number, nella relazione sopra riportata viene considerato il SN con il contributo dello strato di fondazione non legato

$$SN + SNSG = 4,92$$

8.3.1.2.3.2. VERIFICA

TIPOLOGIA STRADA	Strada urbana locale
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Costante
TGM	2.000
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	0,30 %
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	2 %
PERIODO DI PROGETTO	20
TRAFFICO DI PROGETTO	4 380 000
CLASSE DI TRAFFICO	L (leggero)

AFFIDABILITÀ	90
DEVIATION STANDARD	0.45

8.3.1.2.3.3. Spessore degli strati

Il dimensionamento ottenuto dei vari strati risulta essere:

STRATO	MATERIALE	SPESSORE (cm)
USURA	Conglomerato bituminoso	0
BINDER	Conglomerato bituminoso	13
FONDAZIONE	Misto granulare	35

Con i quali si ottiene

$$N_{18} = 204.521 < W_{18} = 43\,055\,347$$

$$ESAL_{progetto} 469.667 < W_{18} = 43\,055\,347$$

Il dimensionamento risulta verificato assumendo come traffico di progetto N_{18} calcolato attraverso la determinazione dello spettro di traffico valutato a partire dalla distribuzione delle 16 categorie dei veicoli considerati da Catalogo Italiano delle Pavimentazioni (metodo empirico) che utilizzando il valore degli $ESAL_{progetto}$ corrispondente al numero di passaggi di carico reali determinato a partire dal numero di passaggi equivalenti di un'asse di riferimento da 18 Kpsi (80 KN) durante tutta la vita utile della pavimentazione.

Il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia nei tratti in trincea che in quelli in rilevato, dovrà garantire un valore minimo della portanza del sottofondo, individuato attraverso il modulo di deformazione, $M_d = 80 \text{ N/mm}^2$.

8.3.1.3. BARRIERE STRADALI

La scelta dei dispositivi di sicurezza è stata operata tenendo conto della destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui l'infrastruttura in progetto è inserita.

Ai fini applicativi il traffico è classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei seguenti livelli:

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	> 15

Ai fini applicativi le seguenti tabelle A, B, C riportano – in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destin.

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane	I	H1	N2	H2
secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

8.3.1.4. SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE

Le indagini e i rilevati in situ hanno potuto evidenziare la scarsa efficienza della segnaletica orizzontale e verticale. L'asse viario, per le caratteristiche geometriche e piano altimetriche, non presenta problematiche, particolarità o criticità, pertanto, la progettazione della segnaletica è stata improntata alla definizione di un sistema che consenta ai conducenti di avere il tempo necessario di comprendere, in funzione della loro velocità di percorrenza, la informazioni specifiche della segnaletica.

In funzione delle normali tecniche e approcci utilizzati si è definita una soluzione che sia tanto più efficace quanto più lungo è l'intervallo di tempo che viene concesso al conducente per reagire agli stimoli che si generano durante il processo di percezione.

In linea generale si è proceduto al posizionamento piano altimetrico, con la verifica delle distanze di avvistamento e di ubicazione, pari rispettivamente, alla distanza necessaria al conducente per avvertire la presenza del segnale ed alla distanza tra quest'ultimo ed il punto in cui i comportamenti richiesti devono essere attuati, in seguito alla collocazione dei segnali in funzione degli spazi disponibili e delle prescrizioni di norma.

I principi fondamentali su cui è basata la progettazione della segnaletica sono pertanto:

Essenzialità: il progetto deve prevedere solo i segnali strettamente necessari (numerosità e tipologia). Una ridondanza di segnali ed informazioni induce un incremento del carico di lavoro (workload) sul conducente con una potenziale riduzione di attenzione alla guida;

Credibilità: al fine di favorirne il rispetto, la segnaletica stradale, ed in particolare quella di prescrizione, deve essere credibile, cioè la sua imposizione deve essere dettata da effettive esigenze di sicurezza;

Uniformità: analoghi segnali devono fornire le stesse informazioni;

Congruenza: è necessario che ad indicazioni presenti su segnali di preavviso segua analoga informazione su segnali di direzione;

Efficacia: la segnaletica deve essere progettata in modo da garantire la sua percezione in sicurezza ed in tempo utile per poter effettuare le scelte;

SEGNALETICA VERTICALE

La leggibilità si ottiene con adeguati dimensionamenti delle scritte e dei simboli riportati, in funzione della velocità del tronco di strada in esame, inoltre nelle ore notturne la si assicura con:

- appropriato contrasto di luminosità, non solo tra l'ambiente circostante ed il segnale, ma anche tra il suo fondo e le scritte sopra riportate;
- corretto posizionamento, mirato a collocare il cartello all'interno del fascio di luce dei fari dei veicoli (specie nei tratti curvilinei).

La scelta del tipo di pellicola rifrangente, ai fini della leggibilità e della visibilità, è stata effettuata in relazione a:

- importanza del segnale;
- risalto da dare al messaggio ai fini della sicurezza;
- ubicazione ed altezza rispetto alla carreggiata;
- velocità predominante della strada;
- illuminazione esterna;
- caratteristiche climatiche;
- posizionamento del segnale in relazione alle condizioni orografiche

SEGNALETICA ORIZZONTALE

Nella definizione della proposta progettuale si è cercato di arrivare ad una soluzione tecnica che consenta di avere la segnaletica orizzontale efficace; condizione indispensabile è l'utilizzo di segnali di forma, dimensioni e colori standardizzati, secondo quanto definito nel D.P.R. 16/12/1992 n. 495, tali da risultare chiari ed univoci per l'utenza.

La segnaletica tradizionale verrà poi integrata, in alcuni tratti o punti singolari, con elementi catarifrangenti che, essendo in rilievo rispetto al piano viabile, assolvono alla funzione di guida ottica.