

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3V 40 D 29 RH NV0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F.Ciccarello	Aprile 2020	F. Ciccarello	Aprile 2020	F. Sparacino	Aprile 2020	F. Arduini Aprile 2020

File: RS3V40D29RHNV000001A.doc

n. Elab.: 367_1

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	2 di 19

INDICE

1	PREMESSA	3
2	PAVIMENTAZIONI SU STRADE A DESTINAZIONE PARTICOLARE NV11	4
3	PAVIMENTAZIONI SU STRADE A DESTINAZIONE PARTICOLARE NV02, NV04, NV05, NV06, NV07, NV08 ASSE 7, NV09, NV12, NV13	5
4	PAVIMENTAZIONI SU DEVIAZIONI PROVVISORIE NV03 DEVIAZIONE PROVVISORIA.....	7
5	PAVIMENTAZIONI SU INTERVENTI PRESENTI SULLA SS 192 E VIABILITA' AD ESSA COLLEGATE NV01, NV08 (ESCLUSO ASSE 7), NV10.....	7
5.1	DATI DI INPUT	9
5.2	TRAFFICO DI PROGETTO	9
5.3	CALCOLO DEGLI ESAL	16
5.4	PORTANZA DEL SOTTOFONDO	16
5.5	SPESSORE STRATI	18

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	3 di 19

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto definitivo ed ha obiettivo di illustrare le metodologie utilizzate per la scelta delle sovrastrutture stradali previste in progetto.

La relazione tecnica, evidenzia i passi concettuali e progettuali per la definizione delle pavimentazioni flessibili utilizzate nelle varie wbs di progetto.

In particolare, si è proceduto ad un'analisi di tutte le viabilità individuando la sovrastruttura stradale in relazione all'importanza della strada, alla tipologia dell'intervento e ai dati di input a disposizione considerando essenzialmente l'attuale stato della infrastruttura e la sua funzione sul territorio.

Gli spessori delle pavimentazioni sono stati definiti attraverso l'utilizzo:

- Capitolato Generale Tecnico d'appalto RFI per le viabilità a destinazione particolare (NV11); tali viabilità risultano attualmente bianca e con traffico commerciale praticamente nullo .
- Il catalogo delle pavimentazioni Norma CNR b.u n. 178/95 per le wbs NV02, NV04,NV05,NV06,NV07,NV08 Asse 7, NV09, NV12,NV13 tutte strade a destinazione particolare con la funzione di collegamento privato o a piazzali di proprietà RFI..
- Pavimentazione definita dall'Ente Gestore (ANAS) per la deviazione provvisoria della SS192 wbs NV03.
- Pavimentazione definita dall'Ente Gestore (ANAS) per le wbs NV01, NV08 (escluso asse7), NV10 interventi previsti sulla SS192 e viabilità limitrofe con verifica del dimensionamento della pavimentazione tramite la procedura empirica dell'AASHTO.

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	4 di 19

2 PAVIMENTAZIONI SU STRADE A DESTINAZIONE PARTICOLARE NV11

L' intervento NV11 e' una vibilita di ricucitura che consente di collegare due abitazioni intercluse dalla costruzione delle opere ferroviarie. Attualmente la strada e' bianca con funzionalita di accesso privato.

Il traffico attuale risulta irrilevante e non risultano rilevabili veicoli commerciali transitanti. A valle di questi ragionamenti, data l'oggettiva inesistenza dei dati di input si e inserito una sovrastruttura stradale indicata nel Capitolato Generale Tecnico d'appalto RFI per le strade minori e campestri cosi definita:

NV11

Pavimentazione stradale

Strato	Materiale	Spessore [cm]
Usura	conglomerato bituminoso	4
Collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	-
Base	conglomerato bituminoso	-
Fondazione	misto granulare stabilizzato	20

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	5 di 19

Di seguito viene riportato quanto definito del Capitolato Generale Tecnico d'appalto RFI, in particolare si fa riferimento alla Categoria C strade "minori":

13.8. PAVIMENTAZIONI STRADALI

13.8.1. TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DELLE PAVIMENTAZIONI

Le caratteristiche costruttive per le differenti tipologie sono di seguito definite; le categorie delle pavimentazioni stradali di cui alle lettere a., b., c. sono da riferirsi al D. Min. Infr. e Trasp. del 05/11/2001 n. 6792.

a. Pavimentazione per strada di categoria A

Per le strade di categoria A la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato anticapillare di sottofondazione, dello spessore minimo finito non minore di cm 20;
- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati o in misto cementato, dello spessore finito non minore di cm 25;
- strato di base, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 10;
- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 8;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4.

b. Pavimentazione per strada di categoria B

Per le strade di categoria B la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato anticapillare di sottofondazione, dello spessore minimo finito non minore di cm 15;
- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati compattati o in misto cementato, dello spessore finito non minore di cm 20;
- strato di base, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 8;
- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 3.

c. Pavimentazione per strada di categoria C

Per le strade "minori" la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati dello spessore finito non minore di cm 20;
- strato in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4.

Per le strade "poderali o campestri" la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati dello spessore finito non minore di cm 25, saturato con graniglia o pietrischetto.

3 PAVIMENTAZIONI SU STRADE A DESTINAZIONE PARTICOLARE NV02, NV04, NV05, NV06, NV07, NV08 ASSE 7, NV09, NV12, NV13

Le viabilità in oggetto sono state definite a destinazione particolare, in quanto non catalogabili per funzionalità a quelle presenti nel DM 05\11\2001 e rispondenti ai criteri definiti al cap. 3.5 del dello stesso DM.

VIABILITA'
NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	6 di 19

In particolare:

- NV02,NV05,NV06,NV07, NV09,NV13 viabilità di accesso a proprietà RFI e a uso esclusivo ai mezzi autorizzati.
- NV04,NV11 ricuciture ai fondi interclusi.
- NV12 Deviazione strada di accesso, viabilità alla cava privata con cancello all'ingresso.
- NV08-Asse 7 Viabilità di accesso a piazzale RFI e ad una proprietà privata.

Anche in questo caso, come le viabilità descritte precedentemente, il transito dei veicoli commerciali nella vita utile della pavimentazione risulta occasionale o quasi nullo in quanto non sono presenti attività che giustificano il passaggio abituale di mezzi pesanti.

Discorso a parte viene fatto per la strada di accesso alla cava dove ovviamente il transito dei mezzi pesanti è frequente ma comunque oggettivamente inferiore ai veicoli commerciali previsti per l'inserimento della sovrastruttura.

A valle di questi ragionamenti data l'oggettiva inesistenza dei dati di input si è inserito una sovrastruttura stradale indicata nel Catalogo delle pavimentazioni Norma CNR b.u n. 178/95 come strada extraurbana con modulo resiliente di 90 N/mm² (strato d'appoggio della fondazione ha un modulo di deformazione pari a 50 N/mm² (da Capitolato RFI)) e traffico minimo (400000 veicoli commerciali nella vita utile).

La sovrastruttura utilizzata è la seguente:

NV02,NV04,NV05,NV06,NV07,NV08-ASSE7,NV09,NV11,NV12,NV13

Pavimentazione stradale

Strato	Materiale	Spessore [cm]
Usura	conglomerato bituminoso	4
Collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	5
Base	conglomerato bituminoso	8
Fondazione	misto granulare stabilizzato	20

Tale pavimentazione risulta anche coerente con quanto definito dal Capitolato Generale Tecnico d'appalto RFI (strade categoria B) (immagine presente nel precedente paragrafo).

VIABILITA'
NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	7 di 19

4 PAVIMENTAZIONI SU DEVIAZIONI PROVVISORIE NV03 DEVIAZIONE PROVVISORIA.

Considerando la provvisorietà dell'intervento e la presenza di un traffico commerciale ridotto si è utilizzata una pavimentazione seguendo le indicazioni fornite dall'Ente gestore (Anas). Tale pavimentazione è stata utilizzata dallo stesso Ente per interventi simili sulla Statale SS192. La sovrastruttura utilizzata è la seguente:

NV03 Deviazione provvisoria

Pavimentazione stradale

Strato	Materiale	Spessore [cm]
Usura	conglomerato bituminoso	3
Collegamento (binder)	conglomerato bituminoso	4
Base	conglomerato bituminoso	10
Fondazione	misto granulare stabilizzato	30

47

5 PAVIMENTAZIONI SU INTERVENTI PRESENTI SULLA SS 192 E VIABILITA' AD ESSA COLLEGATE NV01, NV08 (ESCLUSO ASSE 7), NV10.

Le viabilità in esame rappresentano interventi definitivi sulla SS192 di proprietà Anas e su viabilità limitrofe ad essa collegata. In particolare riguardano:

- NV01, rotatoria su SS192 con viabilità di accesso alla Stazione di Enna.
- NV08, rotatoria su SS192 con adeguamento della viabilità zona Dittaino con soppressione PL e realizzazione di un cavalcaferrovia. L'intervento prevede 12 assi e 4 rotatorie.
- NV10, rotatoria su SS192 con viabilità di accesso alla stazione di Dittaino.

Anche in questo caso, come per le viabilità provvisorie, l'ente gestore ha indicato la sovrastruttura stradale da utilizzare sulla SS192 e su tutti gli elementi ad essa convergenti. In tal senso, per analogia, si è scelto di utilizzare la stessa sovrastruttura per tutti gli assi presenti nelle 3 WBS. La scelta risulta coerente con il piano di manutenzione che lo stesso ente gestore sta operando sulla SS192 dove sono stati previsti, alcuni già realizzati, interventi di manutenzione ordinaria

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	8 di 19

e straordinaria con l'utilizzato della sovrastruttura uguale a quella da noi progettata. Per un maggior approfondimento si è comunque voluto verificare la pavimentazione considerando una vita utile della strada pari a 20 anni. La procedura è stata quella di individuare attraverso la metodologia empirica AASHTOO gli spessori della pavimentazione necessari per il traffico pesante transitante e verificare che la sovrastruttura utilizzata sia più performante di quella richiesta dalla verifica.

Ovviamente, la verifica riguarda i tratti di progetto insistenti sulla Statale SS192 dove siamo in possesso dei dati di traffico.

La pavimentazione utilizzata è di tipo flessibile costituita da tre strati sovrapposti di aggregati lapidei legati a bitume (usura, binder, base) e da uno strato di materiale sciolto poggiante sul terreno di posa (fondazione). L'organizzazione a strati di queste 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 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. Viene realizzato con conglomerato bituminoso caratterizzato da notevole resistenza al taglio, è suddiviso in:

- Usura, posto a contatto con i pneumatici dei veicoli, deve garantire delle ottime condizioni di aderenza ed assicurare adeguate caratteristiche di regolarità
- Binder, (strato di collegamento) destinato a integrare le funzioni portanti dello strato superiore e ad assicurare la collaborazione con gli strati sottostanti.

Lo strato di Base ha la funzione principale di ripartire i carichi sul sottostante strato di fondazione di minore qualità portante e deve possedere un'elevata resistenza ai fenomeni di fatica e all'ormaiamento.

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 ha anche la funzione di rendere la superficie regolare per stendere lo strato superiore di base.

Per il calcolo della pavimentazione stradale si è utilizzato il software Civil Design nell'applicativo relativo alle pavimentazioni stradali.

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	9 di 19

5.1 DATI DI INPUT

Il dimensionamento di una sovrastruttura stradale dipende dalla composizione e dall'entità del traffico, valutato tra l'entrata in esercizio e il termine del periodo di progetto dell'infrastruttura. Il *Periodo di riferimento per il progetto* della pavimentazione, entro il quale deve mantenere adeguati livelli di prestazione senza interventi programmati di manutenzione, è pari a 20 anni. Il *PSI (Present Serviceability Index)* rappresenta una misura del grado di ammaloramento della sovrastruttura, in termini di sicurezza e comfort. Il livello di funzionalità finale PSI_f ritenuto generalmente accettabile per la pavimentazione flessibile, prima che si rendano necessari radicali interventi sulla pavimentazione è 2.5. Utilizzando un metodo sperimentale, occorre eseguire alcune considerazioni di carattere probabilistico, introducendo una variabile come l'*Affidabilità (%)*, la quale rappresenta la probabilità che il numero di passaggi di assi singoli equivalenti che la pavimentazione possa sopportare, prima di raggiungere un prefissato grado di ammaloramento finale, sia maggiore o uguale al numero di passaggi che realmente si verificano sulla corsia più carica durante il periodo di progetto. L'*Affidabilità* comprende sia l'errore che si può commettere sulla valutazione del traffico sia la variabilità delle prestazioni della pavimentazione. I valori assunti dipendono dal tipo di strada e dalla sua ubicazione, in relazione alla strada in esame risulta pari a:

AFFIDABILITÀ	85
DEVIAZIONE STANDARD	0.45

5.2 TRAFFICO DI PROGETTO

I dati di traffico utilizzati per la verifica della sovrastruttura sono stati forniti dall'ente gestore. In particolare il traffico considerato è quello dedotto dai rilevamenti avvenuti nel primo trimestre del 2019.

Le sezioni analizzate non corrispondono perfettamente alla progressiva dove ricade l'intervento ma sono i situati rispettivamente alla km 38+208 e alla km 14+356 (traffico utilizzato). Quest'ultima sezione e' prossima alla NV08 e NV10, relativamente distante rispetto alla NV01 ma tra la progressiva di rilievo e quest'ultima WBS non sono presenti innesti rilevanti quindi il valore di traffico risulta utilizzabile.

Nella successiva figura vengono evidenziati i punti di misura e la zona interessata dal progetto. In particolare da sinistra a destra:

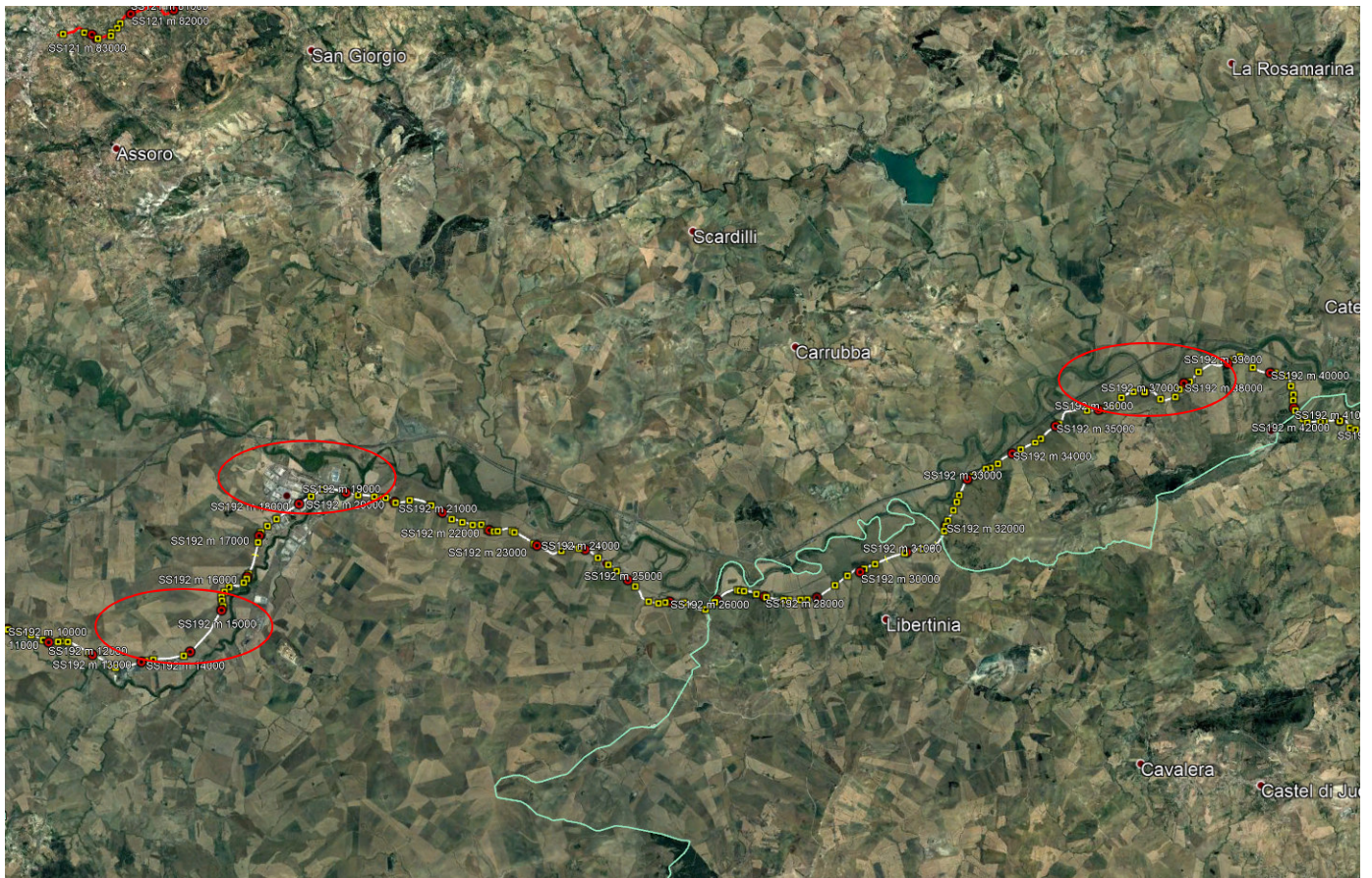
- Km 14+356

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	10 di 19

- Zona di progetto km 17+400 NV08 e 18+800 NV10
- Km 38+208

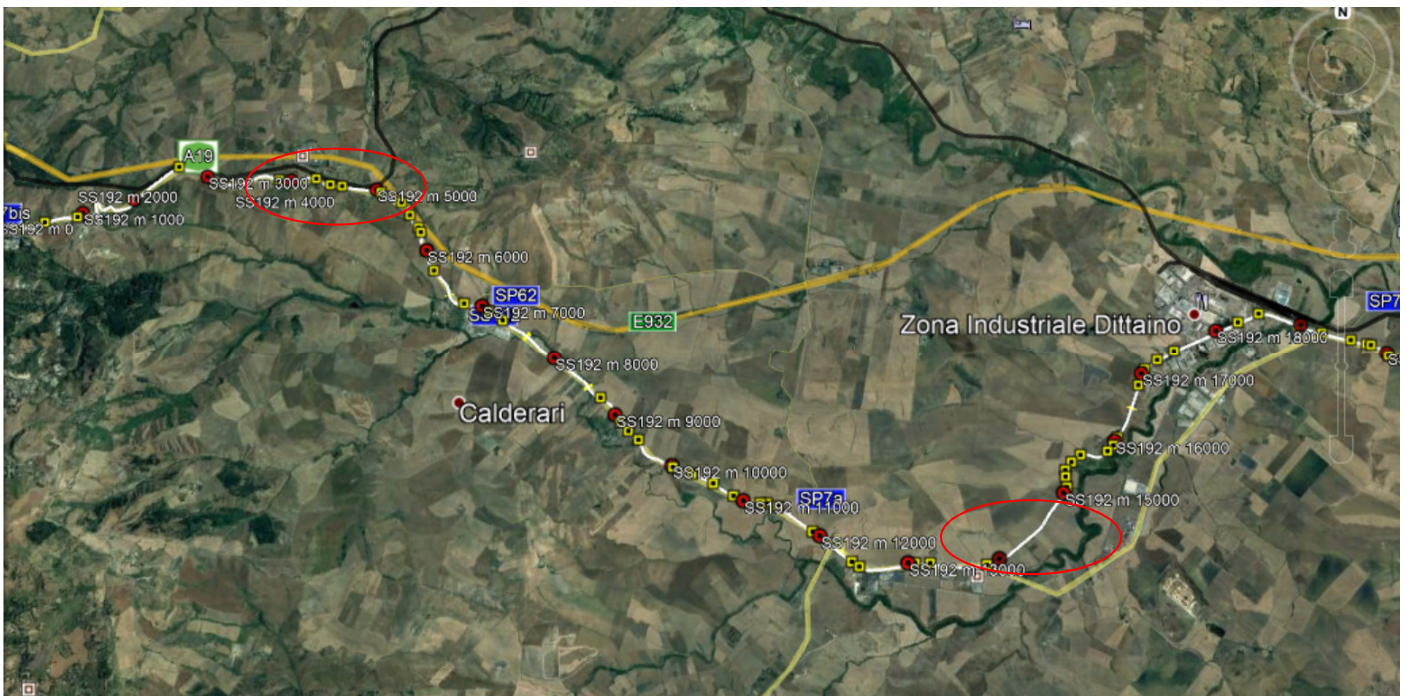


Punti di rilievo Anas e indicazione delle WBS NV08 e NV10

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	11 di 19



Punti di rilievo Anas e WBS NV01

- Km 14+356
- Zona di progetto km 4+000 NV01

Di seguito vengono riportati i rilievi effettuati:

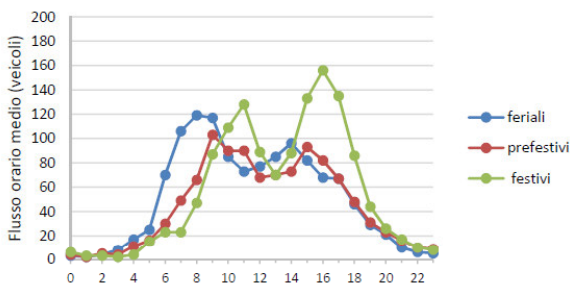
VIABILITA'
NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	12 di 19

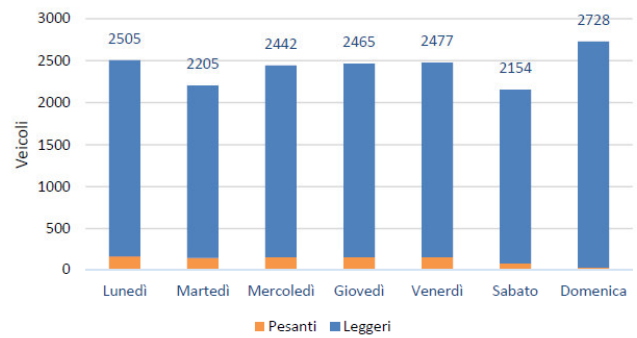
Sezione 19073 (SS192, Km 14+356) Lat: 37,541495 Lon: 14,429212

anas	Direzione del flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri			Veicoli Pesanti			Velocità Medie Veicoli Leggeri			Velocità medie Veicoli pesanti		
			Volumi medi negli intervalli			Volumi medi negli intervalli			06:00-20:00			20:00-22:00		
			06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
	Flusso Ascendente	97,74%	1063	34	67	56	1	2	85	84	85	70	69	72
	Flusso Discendente	97,74%	913	158	74	54	1	5	78	79	79	67	80	67

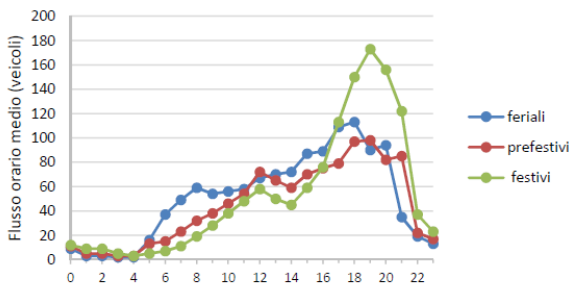
Andamento orario medio dei flussi di traffico - Direzione Ascendente



Veicoli giornalieri medi



Andamento orario medio dei flussi di traffico - Direzione Discendente



Periodo: dal 01/01/2019 al 31/03/2019
Esclusi giorni con dati mancanti e con dati non completati

Giorno di punta del periodo: **Domenica 24 marzo 2019**
Volume giornaliero di punta: **3015 [veicoli/giorno]**
Ora di punta: **Domenica 24 marzo ore 18 - 19**
Flusso dell'ora di punta: **308 [veicoli/ora]**
Tgm Leggeri: **1163 (flusso Asc.) , 1144 (flusso Dis.)**
Tgm Pesanti: **59 (flusso Asc.) , 60 (flusso Dis.)**
GG con rilevamenti completi: **88**

VIABILITA'
NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

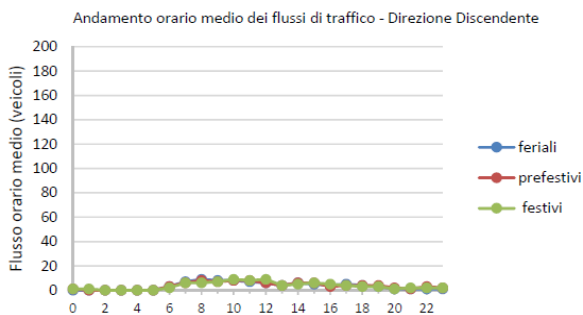
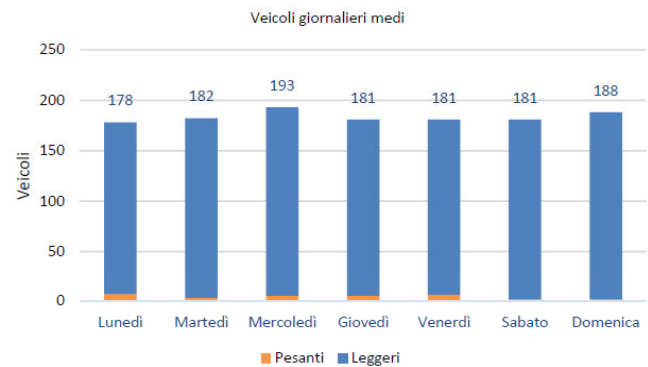
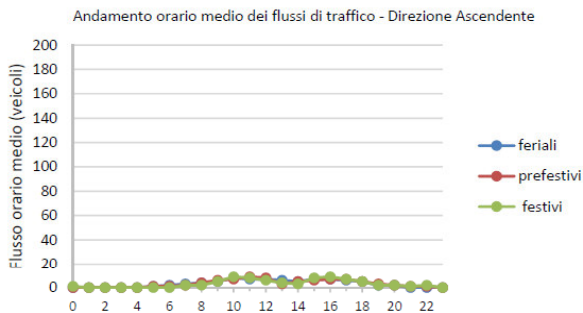
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	13 di 19

Sezione 1053 (SS192, Km 38+208)

Lat: 37,564067

Lon: 14,6488

Direzione del flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri			Veicoli Pesanti			Velocità Medie Veicoli Leggeri			Velocità medie Veicoli pesanti		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
Flusso Ascendente	96,64%	77	3	4	2	0	0	54	60	62	47	53	39
Flusso Discendente	96,64%	83	4	7	2	0	0	54	61	57	44	65	53



Periodo: **dal 01/01/2019 al 31/03/2019**
Esclusi giorni con dati mancanti e con dati
Giorno di punta del periodo: **Domenica 10 marzo 2019**
Volume giornaliero di punta: **296 [veicoli/giorno]**
Ora di punta: **Domenica 10 marzo ore 12 - 13**
Flusso dell'ora di punta: **39 [veicoli/ora]**
Tgm Leggeri: **85 (flusso Asc.) , 94 (flusso Dis.)**
Tgm Pesanti: **2 (flusso Asc.) , 2 (flusso Dis.)**
GG con rilevamenti completi: **87**

Flussi di traffico alla km 38+208

Nell'analisi del traffico come da procedura si è tenuto conto solo dei veicoli pesanti, ciò significa supporre che i veicoli leggeri al loro passaggio non arrechino alcun danno alla sovrastruttura. Il traffico giornaliero medio *TGM* previsto è 2.426 con una percentuale di *Veicoli Commerciali* pari a 5 % e considerando un *tasso di incremento annuale del traffico* del 2 %. I dati sono riportati nella seguente tabella.

VIABILITA'
NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	14 di 19

TIPOLOGIA STRADA	Strada extraurbana secondaria e locale
LEGGE DI INCREMENTO DEL TRAFFICO	Lineare
TGM	2.426
PERCENTUALE DEI VEICOLI COMMERCIALI	5 %
TASSO INCREMENTO ANNUALE DEL TRAFFICO	2 %
PERIODO DI PROGETTO	20
TRAFFICO DI PROGETTO (365 giorni lavorativi annui)	903.200
TRAFFICO IN NUMERO DI VEICOLI COMMERCIALI SULLA CORSIA PIÚ TRAFFICATA	451.600
CLASSE DI TRAFFICO	L (leggero)

La classificazione dei veicoli è effettuata in funzione del numero di assi e del peso per asse. La procedura di classificazione 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:

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	15 di 19

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	↓80
12) " "	"	↓60	↓110	↓90	↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120	↓130	↓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 extraurbana secondaria e 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

Il traffico è stato convertito in un numero di passaggi di assi standard equivalenti impiegando il criterio suggerito dall'AASHTO.

5.3 CALCOLO DEGLI ESAL

L'incidenza del traffico viene considerata mediante la procedura basata sull'utilizzo di fattori di equivalenza che permettono di convertire ogni gruppo di carico in un singolo asse equivalente. 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. Il numero di $ESAL_{tot}$ ottenuto risulta essere pari a 2.054.688 passaggi.

Infine introducendo due ulteriori parametri D_1 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_1 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_L
1	1

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

$$ESAL_{progetto} = ESAL_{tot} * D_d * D_1 = 1.027.344 \text{ Passaggi}$$

5.4 PORTANZA DEL SOTTOFONDO

Il *sottofondo* è quella parte di terreno posto al di sotto della fondazione della sovrastruttura, il cui stato tensionale può ancora essere causa di cedimenti. Il parametro che caratterizza il sottofondo è la *portanza*, o capacità portante, ossia il carico massimo sopportabile, in determinate condizioni, che realizza un prestabilito cedimento. Il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia nei tratti in trincea che in quelli in rilevato, dovrà garantire un valore minimo della portanza

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	17 di 19

del sottofondo, individuato attraverso il modulo di deformazione, $M_d = 50 \text{ N/mm}^2$ secondo quanto definito dal Capitolato Tecnico RFI.

La capacità portante della sovrastruttura è rappresentata dallo *Structural Number (SN)*. L'AASHTO fornisce una relazione che tiene conto delle caratteristiche strutturali dei diversi strati, consentendo di ripartire tra di essi la capacità portante complessiva.

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

Dove:

- h_i = spessore dello strato i-esimo (valori incogniti da determinare);
- a_i = coefficienti strutturali che indicano l'aliquota di resistenza fornita dal materiale costituente lo strato;
- m_i = coefficiente che tiene conto delle condizioni del drenaggio.

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.

SN = 2.60			
STRATO	TIPO MATERIALE	METODO DI CALCOLO	COEFFICIENTE STRUTTURALE
USURA	Conglomerato bituminoso	Stabilita' Marshall	$a_1 = 0.410$
BINDER	Conglomerato bituminoso	Stabilita' Marshall	
BASE	Conglomerato bituminoso	Stabilita' Marshall	$a_2 = 0.276$
FONDAZIONE	Misto granulare	Stima del modulo resiliente	$a_3 = 0.129$

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 coefficiente di drenaggio m_2 e m_3 vengono considerati pari a 1.

5.5 SPESSORE STRATI

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

Secondo la procedura AASHTOO appena descritta per la tipologia di traffico e il numero di veicoli pesanti transitanti lungo la vita utile della pavimentazione gli spessori minimi da utilizzare risultano essere:

STRATO	MATERIALE	SPESSORE (cm)
USURA	Conglomerato bituminoso	4
BINDER	Conglomerato bituminoso	6
BASE	Conglomerato bituminoso	8
FONDAZIONE	Misto granulare	15

VIABILITA'

NV00 – Relazione delle pavimentazioni stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 RH	NV 00 00 001	A	19 di 19

L'ente gestore ha indicato i seguenti spessori da utilizzare:

NV01,NV08,NV10

Pavimentazione stradale

Strato	Materiale	Spessore [cm]
Usura	conglomerato bituminoso hard	4
Collegamento (binder)	conglomerato bituminoso hard	6
Base	conglomerato bituminoso hard	10
Fondazione	misto granulare stabilizzato	30

50

Quest'ultima risulta più performante rispetto agli spessori individuati dal precedente calcolo e quindi risulta in grado di sopportare ampiamente il traffico previsto sugli interventi previsti sulla statale.

Inoltre, l'Anas, in coerenza con gli interventi eseguiti negli altri tratti, ha richiesto l'inserimento di un conglomerato bituminoso di tipo Hard cioè con l'aggiunta di polimeri elastomeri di tipo SBSr e/o SBSI così come definito dal capitolato ANAS stesso.