



Comune di
Oristano

PROGETTO
DEFINITIVO - ESECUTIVO

Intervento viabilità di accesso
al centro intermodale
passeggeri di Oristano

PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

Progettazione
Studio LLM Associati
via Alagon, 6b - 09127 Cagliari
tel. 070660869
e-mail studiomassalilliu@tiscali.it

Responsabile del procedimento
ing. Anna Luigia Foddi

data revisione

ottobre 2019

data emissione

agosto 2019

allegato

B

oggetto

dimensionamento
sovrastruttura stradale

1. PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati ottenuti nella determinazione degli spessori e dei materiali per la sovrastruttura del nuovo tratto di strada di accesso al Centro Intermodale.

Per eseguire il calcolo della sovrastruttura si è partiti di seguenti dati di input:

- strada appartenente alla categoria di strada urbana tipo F2u
- vita utile di progetto pari a 20 anni;
- Il traffico Giornaliero Medio (TGM) è stato ottenuto dallo studio trasportistico eseguito in fase di studio di fattibilità del Centro Intermodale, che ha evidenziato nella corsia più trafficata (SP 70) un TGM pari a 4.000 veicoli/giorno con un flusso di punta intorno ai 900 veicoli/ora (composizione 80% privato 20% bus). Naturalmente solo una quota di tale flusso utilizzerà l'infrastruttura in oggetto;
- Coefficienti utilizzati per determinare il valore degli assi equivalenti, cumulati e alla fine della vita utile, gravanti sulla sovrastruttura in progetto:

- ① Traffico giornaliero medio (TGM),
- ① Distribuzione del traffico per senso di marcia (pd),
- ① Percentuale di veicoli commerciali (p),
- ① Percentuale di traffico commerciale che transita nella corsia lenta (pl),
- ① Dispersione delle traiettorie (d),
- ① Numero medio di assi (na),
- ① Evoluzione del traffico nel corso degli anni (r).

TGM	1300	
Vita utile	20 anni	
pd	50%	0,5
p	1%	0,01
pl	95%	0,95
d	0,8	
r	2%	0,02
na	1,5	

Lo spettro di traffico è stato stabilito sulla base delle indicazioni del Catalogo Italiano delle Pavimentazioni (Bollettino CNR n.125). Trattandosi di una strada urbana è stato fatto riferimento allo spettro di traffico tipo 6, dove sono contemplate le categorie di traffico 1,2,3,13,14 e 15.

Tab. 3 - Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada.

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	12.2	----	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.10	----	----	12.2
2) " urbane	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
3) strade extr. principali e secondarie a forte traffico	----	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	----	----	10.5
4) strade extraurb. second. ordin.	----	----	58.8	29.4	----	5.9	----	2.8	----	----	----	----	0.2	----	----	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	----	40.8	16.3	----	4.15	----	2	----	----	----	----	0.05	----	----	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1.6	18.2	27.3	----
7) " " di quartiere e locali	80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	20	----	----
8) corsie preferenziali	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	47	53	----

E' stato scelto di dimensionare una pavimentazione di tipo semirigido in quanto si comportano meglio nei confronti dei carichi quasi statici generati dal passaggio e dalla sosta temporanea dei veicoli del servizio pubblico locale:

Tabella 1. Predimensionamento pavimentazione con il Catalogo Italiano delle Pavimentazioni

	spessore [cm]	modulo elastico[kg/cm ²]	
usura	3	15000	E4
binder	4	12000	E3
base misto cementato	20	25000	E2
fondazione – misto granulare	40	3500	E1
sottofondo		300	E0

2. VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE

Il dimensionamento della pavimentazione è stato condotto in tre fasi:

- > Nella prima fase è stata predimensionata la sovrastruttura con l'utilizzo del catalogo delle pavimentazioni ed è stata individuata la stratigrafia riportata in tabella;
- > La pavimentazione è stata successivamente verificata attraverso la determinazione del Modulo equivalente di Ivanov, utilizzando il metodo di calcolo del Multistrato;
- > I materiali costituenti la pavimentazione, in particolare lo strato in misto cementato e lo strato in conglomerato bituminoso (binder) sono stati verificati a fatica.

2.1. Verifica con il metodo del multistrato

Partendo dai valori del TGM e sulla base degli spettri di traffico è stato calcolato il carico di traffico N_g , utilizzando sia il metodo di Yoder sia il metodo della quarta potenza per determinare il coefficiente di equivalenza. Tale coefficiente è stato determinato per le 3 categorie di traffico considerate. Sommando i coefficienti di equivalenza ponderati è stato ottenuto il coefficiente di equivalenza utilizzato nella formula per calcolare il numero di assi transitanti nella nostra sovrastruttura in un giorno qualunque dell'ultimo anno di vita utile.

$$N_g = TGM \times p_d \times p \times p_l \times d \times C_{eq} \times n_a \times (1+r)^n$$

Per la determinazione del modulo equivalente della pavimentazione è stata utilizzata la seguente formula:

$$E'_e = E_0 / [1 - 2/\pi (1 - 1/n^{35}) \arctan (ns_1/2a)]$$

Dove:

- E_0 è il modulo della strato inferiore,
- s_1 è lo spessore dello strato superiore
- n è un parametro di equivalenza che vale

$$2.5 \sqrt{E_1/E_0}$$

A è il raggio dell'impronta di carico.

La relazione è stata applicata tra i seguenti bistrati :
sottofondo – base misto cementato = Ee1

strato equivalente- binder – $E_{e1} = E_{e2}$

Applicando la formula sono stati ottenuti i seguenti valori:

Tabella 2. Moduli equivalenti dei bistrati

Modulo equivalente	Kg/cmq
Ee1	2744.16
Ee2	3677.86

Il modulo ammissibile di progetto, da confrontate con il modulo equivalente ottenuto con il metodo del multistrato è stato ottenuto dal valore della freccia massima ammissibile.

La freccia massima ammissibile è stata ottenuta utilizzando il numero di assi relativi ad un giorno dell'ultimo anno di vita utile, considerando l'asse standard da 10 tonnellate, calcolato precedentemente (metodo di Yoder e metodo della quarta potenza):

$$f = 0.17 - 0.026 \log (N)$$

Nota la freccia ammissibile calcoliamo il modulo di progetto :

$$E_p = pd / f$$

Dove:

- p** è la pressione di gonfiaggio = 8 km/cm²
- d** è il diametro dell'area di impronta = 30 cm

La verifica che risulta positiva quando :

$$E_e > E_p$$

La verifica è positiva sia nel caso in cui si è utilizzato il metodo di Yoder sia nel caso in cui si è utilizzato il metodo della quarta potenza.

I valori del modulo elastico di progetto determinato con la freccia ammissibile sono i seguenti:

Tabella 3. Moduli minimi di progetto

Modulo di progetto	(kg/cmq)
Ep Yoder	2035.39
Ep quarta	1965.15

Dal confronto dei valori dei moduli minimi di progetto con il modulo equivalente si evince che la pavimentazione è in grado di sopportare correttamente tutto il carico di traffico previsto sino alla fine della sua vita utile.

Verifica a fatica.

La freccia ammissibile è stata calcolata utilizzando il numero di assi relativi ad un giorno dell'ultimo anno di vita utile, considerando l'asse standard da 12 tonnellate determinato precedentemente sia con il metodo di Yoder sia con il metodo della quarta potenza):

$$f = 0.17 - 0.026 \log (N)$$

Nota la freccia ammissibile calcoliamo il modulo di progetto:

$$E_p = pd / f$$

Dove:

- p** è la pressione di gonfiaggio = 8 km/cm²
d è il diametro dell'area di impronta = 30 cm

Abbiamo quindi tutti i valori per poter procedere alla verifica che risulta positiva quando:

$$E_e > E_p$$

La verifica è positiva sia nel caso in cui si è utilizzato il metodo di Yoder sia nel caso in cui si è utilizzato il metodo della quarta potenza.

Procediamo infine calcolando il valore massimo della trazione in corrispondenza dell'asse di carico in funzione di:

- E1/Ee** rapporto tra modulo degli strati superficiali e modulo equivalente dello strato su cui poggiano;
s1/d rapporto tra lo spessore strato superficiale e il diametro dell'area impronta, supposta circolare;
p massima pressione di gonfiaggio = 8 kg/cm²

Eseguiamo la verifica delle tensioni alla base dello strato in misto bitumato e alla base dello strato in conglomerato bituminoso, eseguiamo quindi la verifica due volte.

Entriamo nell'abaco con i valori di di s1/d salendo verticalmente fino ad intercettare il valore di E1/E0, spostandoci a destra fino a intercettare la curva della pressione leggiamo in ascisse il valore delle tensioni.

Confrontiamo i valori di tali tensioni calcolate con i valori di tensioni ammissibili ottenuti da un altro abaco in funzione del numero di assi equivalenti da 12 tonnellate per giorno e corsia al termine della vita utile.

La verifica risulta positivo quando:

$$\Sigma r < Rr$$

La verifica è positiva sia allo base dello strato in misto bitumato sia alla base dello strato in conglomerato bituminoso, sia nel caso in cui si è utilizzato il metodo di Yoder sia nel caso in cui si è utilizzato il metodo della quarta potenza.