

Comune di Maranello

Provincia di Modena

PROCEDIMENTO UNICO AI SENSI DELL'ART. 53, COMMA 1,
LETTERA B) DELLA DISCIPLINA REGIONALE SULLA TUTELA E L'USO DEL
TERRITORIO 24/2017 PER L'APPROVAZIONE DEL PROGETTO DI
AMPLIAMENTO DELL'INSEDIAMENTO PRODUTTIVO FERRARI S.P.A.
Area compresa tra la Strada Provinciale 467 e via Musso,
a Maranello (MO)

LA COMMITTENZA

Ferrari



FERRARI S.p.A.
Via Abetone Inferiore 4
41053 Maranello (Mo)

Tel: +39 05 36 94 92 90
Fax: +39 05 36 24 14 76

SPAZIO PER PROTOCOLLO U.T.

PROGETTO INTEGRATO

Planning
Ingegneria e pianificazione

Ing. Stefano Neri

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

SY.TEC S.r.l.

Dott. Ing. Luciano Grulla

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI

Studio INGCLIMA S.r.l.

Ing. Filippo Borrini

VALUTAZIONE STUDIO DEL TRAFFICO

Studio Righetti&Monte S.r.l.

Ing. Franco Righetti

VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Studio AIRIS S.r.l.

Dott. Geol. Valeriano Franchi

VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO

Studio Associato Ricerca e Progetto

Ing. Sergio Bottiglioni

RELAZIONE GEOLOGICA

Geo-Probe S.r.l.

Geol. Graziano Grimandi

PROGETTO DEL VERDE

StudioSilva S.r.l.

Dott. Marco Sassatelli

PERMESSO DI COSTRUIRE

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE TECNICA DIMENSIONAMENTO PAVIMENTAZIONE STRADALE

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLATO	APPROVATO
00	18.10.2021	EMISSIONE	FV	SR	SN

SCALA

TAVOLA

PU.PAV.01

COMUNE DI MARANELLO – PIANO DI SVILUPPO AZIENDALE FERRARI S.p.a.

RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati della verifica della sovrastruttura stradale utilizzata progettualmente nei nuovi assi stradali e nei piazzali attorno ai nuovi edifici all'interno del nuovo comparto di espansione dello stabilimento Ferrari.

Si è quindi proceduto alla verifica della sovrastruttura stradale attraverso l'algoritmo di calcolo dell' "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" basato sui risultati degli esperimenti condotti dall' AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) la cui validità è ormai universalmente riconosciuta venendo quindi comunemente adottato per la progettazione delle pavimentazioni flessibili e semirigide.

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni, che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero di passaggi di assi standard del peso di 8,2 ton. che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione all' "affidabilità" richiesta. Il numero ricavato viene poi confrontato con il numero di passaggi di assi standard alla fine della "vita utile".

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione delle sovrastrutture è quello di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità per un prefissato lasso di tempo, a tal proposito il rifacimento dello strato di usura dopo un certo numero di anni è

da considerarsi come un intervento manutentivo ordinario e prevedibile al fine di assicurare le necessarie caratteristiche di aderenza nelle pavimentazioni flessibili.

Poiché, inoltre, le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo, i carichi sono dispersi per posizione ed entità, ed infine il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio, l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici.

Nel progetto delle pavimentazioni, l'obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

- *La vita utile*, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite, per il progetto in esame è stata posta pari a 20 anni;
- *Lo stato limite*, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire, per il metodo empirico adottato il parametro di riferimento è il PSI;
- *L'affidabilità*, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile, per il progetto in esame è stata posta pari al 90%.

Descrizione del metodo

Il metodo AASHTO come detto è di tipo empirico – statistico, cioè basato su osservazioni sperimentali dei parametri presi in considerazione, i quali sono opportunamente correlati da funzioni di regressione in modo che i legami funzionali siano corretti. La metodologia di dimensionamento si basa sulla quantificazione della capacità strutturale di una pavimentazione attraverso il Numero di Struttura SN (Structural Number). Questo procedimento consiste nel

determinare il numero di assi standard (8,2 ton) che la pavimentazione può sopportare, raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale

(PSIf). Tale valore è funzione di vari parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, portanza del sottofondo etc...

Questi assi devono essere confrontati con il traffico commerciale che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione.

Poiché il traffico commerciale transitante si differenzia per il numero di assi, per il carico degli assi e per la tipologia, è necessario determinare il numero di assi standard.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

La verifica consiste quindi nel controllare 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.

TIPOLOGIA PACCHETTO STRADALE E DATI DI INPUT

Il progetto prevede la realizzazione di due nuovi tratti di strada pubblici (Tratto A-B che costituirà la strada di gronda del nuovo comparto d'intervento e il tratto C-D che collega trasversalmente le Vie esistenti Musso e Nuvolari) oltre ad una viabilità privata costituita da piazzali e strade interne a servizio e collegamento dei nuovi edifici.

La scelta del pacchetto di progetto è stata fatta basandosi sull'esperienza considerando altre infrastrutture realizzate di recente all'interno della proprietà Ferrari ; inoltre tenendo conto del fatto che tale viabilità sarà percorsa in prevalenza da traffico veicolare di tipo pesante oltre che da una componente leggera meno significativa generata dalle automobili dei dipendenti si è optato per un

pacchetto costituito da una pavimentazione del tipo flessibile composta come da seguente stratigrafia:

1) PAVIMENTAZIONE FLESSIBILE

USURA IN C.B. MODIFICATO S=4CM

BINDER IN C.B. MODIFICATO S=12CM

STABILIZZATO GRANULOMETRICO S=30CM

Si evidenzia inoltre che laddove le nuove sedi stradali sorgano in corrispondenza di sedi viabili esistenti se le quote del piano finito di progetto lo consentono sarà possibile mantenere in opera lo strato della fondazione stradale esistente, previa verifica della portanza e delle caratteristiche meccaniche in sito della stessa fondazione nelle fasi esecutive del progetto. Verificata la bontà dello strato di fondazione esistente in questi casi andranno quindi demoliti e ricostruiti gli strati in conglomerato esistenti secondo gli spessori di 4 cm per l'usura e 12 per il binder.

VERIFICHE PACCHETTI STRADALI

Structural Number: "SN"

Lo "structural number" è un parametro che tiene conto della resistenza strutturale della pavimentazione e dipende:

- dallo spessore degli strati della pavimentazione (in cm)
- dalla resistenza di ciascun strato espresso attraverso il coefficiente "ai"
- dalla sensibilità all'acqua di ogni strato espresso dai coefficienti di drenaggio "mi".

Per la determinazione dei coefficienti “ai” invece si è fatto riferimento ai monogrammi dell’Aashto Guide e a valori usualmente utilizzati in letteratura per strati analoghi.

- Per quanto riguarda “mi”:

=1 per gli strati legati

=0.95 per gli strati non legati.

Il valore di SN viene valutato analiticamente con la seguente espressione:

$$SN = \sum_{n=1}^i a_i * m_i * d_i$$

SN - pacchetto stradale				
	spessore di (cm)	ai	mi	SN
Usura	4	0,44	1	1,76
Binder	12	0,4	1	4,80
Fondazione	30	0,12	0,95	3,42
Sottofondo		0,03	0,95	0,00
			SN	9,98

Affidabilità e Indice “PSI”

Il metodo AAshto tiene conto dell’affidabilità della soluzione (ossia della possibilità che la sezione dimensionata possa mantenersi in condizione accettabili durante tutta la vita utile) e dell’indice di funzionalità PSI che assume valori compresi tra 0 (pavimentazione in pessime condizioni) e 5 (pavimentazione in ottime condizioni). Tuttavia livelli inferiori a 1/1.5 non sono in genere accettabili poiché sarebbero compromessi i livelli di servizio e la sicurezza della strada. I valori limite ammissibili dipendono dall’importanza del collegamento stradale: quanto questo sarà maggiore tanto più alto deve essere il limite ammissibile di PSI. Per tener conto delle imperfezioni

costruttive il PSI iniziale viene assunto pari a 4.2 mentre quello finale viene desunto dalla Tabella n°9 del Catalogo Italiano delle Pavimentazioni in base alla tipologia stradale oggetto di studio.

-Strade urbana di quartiere e locale : Affidabilità 90% PSI finale =2

Dalla stessa tabella viene desunto anche il livello di Affidabilità sempre in base all'importanza del tronco stradale. Questo fattore di dimensionamento considera le condizioni aleatorie che possono inficiare le previsioni di traffico e le prestazioni delle pavimentazioni. Nel metodo dell'AASHTO l'affidabilità A (reliability) viene introdotta attraverso i coefficienti S0 e ZR.

Le indagini condotte dall'AASHTO raccomandano per pavimentazioni di tipo flessibile e semirigido un valore di S0 compreso tra 0.40 e 0.50, nel seguito considereremo un valore medio di 0,45. Valori inferiori sottintendono il fatto che il reale comportamento del traffico e dell'efficienza della pavimentazione è meno disperso intorno al valore medio. Per ciascun valore di A esiste un determinato valore di ZR come specificato nella Tabella EE.9 proposta dall'AASHTO.

Tabella 9 - Affidabilità e PSI

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -turistiche	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

Traffico equivalente previsto al termine della vita utile

Per il calcolo del traffico equivalente al termine della vita utile, ipotizzando per quest'ultima una durata di 20 anni, si sono assunti come dati di partenza i valori stimati dei flussi giornalieri

relativi ai soli veicoli pesanti distinti per tipologia nel futuro assetto di progetto, contenuti nel documento “External flows update” estratto dal “Piano Industriale” di Ferrari.

Traffico T giornaliero nella configurazione di progetto= 90 Bilici, 40Motrici, 35Van

Noto il traffico T si calcola il traffico equivalente che viene determinato facendo uso del coefficiente di equivalenza (Ceq) utilizzato per convertire gli assi dei mezzi commerciali delle tre tipologie di veicoli presenti in assi standard da 80KN (8,2t).

$$T_{eq}=T \cdot C_{eq}$$

Posto N (n° giorni anno)=360

Il traffico al termine della vita utile di 20 anni (durata per cui la pavimentazione deve assicurare condizioni di esercizio $\geq PS_{finale}=2$) risulta stimato secondo tale formulazione:

$T=T_{eq} \cdot N \cdot R \cdot 20$ e considerato cautelativamente un incremento del traffico stimato del 40%.

TRAFFICO EQUIVALENTE W_{8,2} = 10.425.190
--

Traffico equivalente sopportabile al termine della vita utile

Si procede al calcolo del traffico equivalente da 8,2t sopportabile da una determinata sezione stradale nell’arco della vita utile attraverso la formulazione dell’Aashto:

$$\log(W_{8,2})=Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN^{2.54} + 1) - 0.20 + \log PSI_{in} - PSI_{fin} 4.2 - 1.50.40 + 1094(SN^{2.54} + 1)^{5.19} + 2.32 \cdot \log Mr - 3.056$$

Con Z_r (variabile standardizzata legata all’Affidabilità) = nel caso specifico Affidabilità =90%
e $Z_r = -1.282$

S_0 (deviazione standard) =0.45

Per quanto riguarda le caratteristiche del sottofondo esse vengono considerate con il parametro q M_r =(modulo resiliente del sottofondo)= posto pari a 90 Mpa corrispondente ad un indice C.B.R. del 9% ed ad un modulo di deformazione M_d di 45 Mpa.

Con i dati sopra riportati per la pavimentazione di TIPO 1) si ottiene:

TRAFFICO SOPPORTABILE $W_{8,2} = 11.324.815$

TRAFFICO SOPPORTABILE $W_{8,2} > \text{TRAFFICO EQUIVALENTE } W_{8,2}$

VERIFICATO

In fase di progettazione successiva e anche realizzativa dovranno essere svolte opportune prove sperimentali per accertare il rispetto delle prescrizioni in merito alle caratteristiche meccaniche degli strati costituenti il sottofondo, la fondazione e la pavimentazione stradale.