

STRADE



Studi e Progetti
Grandi infrastrutture
Cantieri Impianti Ambiente
Macchine Tecnologie Materiali

**SPECIALE
ALTA VELOCITÀ**

AUTOSTRADE

**COSTRUZIONE e MANUTENZIONE di STRADE • AUTOSTRADE • PONTI • GALLERIE
OPERE PUBBLICHE nella TUTELA e nel RISPETTO dell'AMBIENTE**



n. 3/97

**Pavimentazioni
stradali:
Skid-test
e Sand patch**

**Controllo
erosione con
caratteristiche
di idrosemina**

**Design
innovativo per
le barriere
acustiche**

**Alta velocità
tratta Bologna
Firenze**

**Muri
rinverdibili in
terra rinforzata**

BARRIERE PER LA PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO ACUSTICO



UNI EN ISO 9001/94

Barriere antirumore in Alluminio • Acciaio • Trasparente • Legno



TUBOSIDER



AUDINO EDITORE

CONTROLLI SULLE PAVIMENTAZIONI

Funzionamento, utilizzo ed accettazione dei valori rilevati mediante skid-test e sand patch

di V. Venturi*, M. Venneri**



La verifica delle condizioni di aderenza superficiale viene eseguita mediante prove di resistenza all'attrito radente, in conformità al Bollettino Ufficiale n° 105 del C.N.R., integrate da misure di macrorugosità, in conformità al Bollettino Ufficiale n° 94 del C.N.R., e, dove necessario, da misure della pendenza trasversale e longitudinale del piano stradale. Le prove citate si riferiscono all'aderenza dei pneumatici, in buone condizioni, di un autoveicolo alla velocità di 50 km/h in frenata su strada bagnata, alla temperatura di 15 °C.

Misura dell'attrito radente, "skid test" - generalità

La misura dell'aderenza si esegue con un'attrezzatura, ideata dalla *British Transport and Road Research Laboratory* e descritta nella *Road Note n° 27*. Lo strumento consiste in un pendolo con braccio mobile, regolabile in altezza, all'estremità del quale viene applicato un pattino, ricoperto di una speciale gomma di caratteristiche note, precaricato con un

sistema di molle (fot. 1).

La prova si esegue sollevando, manualmente braccio del pendolo e lasciandolo cadere rade alla superficie, la risalita viene rilevata sull'apposita scala, dotata di indice di massima. Il pendolo consente, quindi, di misurare la perdita di energia dovuta al passaggio radente della slitta gommata su superficie da esaminare.

Lo "skid test" descritto nel presente paragrafo, può essere impiegato per la determinazione del grado di resistenza allo scivolamento mediante misure eseguite su superfici piane, in laboratorio e su strada. Le misure costituiscono nel primo caso la valutazione preliminare dei requisiti prestazionali di un conglomerato bituminoso, nel secondo il controllo e la verifica che tali requisiti siano posseduti dal manufatto stradale. E' pertanto utile la determinazione delle condizioni di aderenza del manto in maniera sistematica, ad almeno 15 giorni e non oltre 90 giorni dalla stesa e regolarmente durante l'esercizio, così da acquisire le necessarie informazioni per una opportuna programmazione della manutenzione stradale. La prova viene anche eseguita su tasselli ricu-

Foto 1: Skidtester



appositamente confezionati e provenienti da prove di levigatezza accelerata (C.N.R. B.U. n° 140), per la determinazione del "grado di levigatezza" degli inerti (C.L.A.).

I valori, misurati con lo "skid tester", vengono espressi nel caso delle prove di aderenza in unità "BPN" (British Portable Tester Number), nel caso di

Foto 2: Skid Test - Fase di prova (C.N.R. B.U. n°105)



prove di levigatezza accelerata in unità "PSV" (Polished Stone Value), tali valori non sono necessariamente corrispondenti a quelli determinati con altri metodi e/o altri apparecchi di misura (p.e. lo SCRIM espresso in CAT).

Ogni metodica di prova richiede, perchè i risultati siano confrontabili e ripetibili, la determinazione di tutti i parametri che possono influenzare l'esito della prova e la conoscenza delle condizioni ambientali durante l'esecuzione della prova. Pertanto per ogni tratto si dovrà redigere un opportuno "modulo di rilevamento", così come descritto in tab. 1, che dovrà contenere le seguenti informazioni:

- a - indicazione della carreggiata e ubicazione del tratto;
- b - distanza dell'allineamento dal bordo destro della carreggiata;
- c - ubicazione di ciascun punto di misura e risultato della relativa prova
- d - valore medio dei cinque punti di misura approssimato all'unità;
- e - tessitura e altezza di sabbia HS

in merito al punto d si precisa che, se in un medesimo tratto si eseguono più allineamenti longitudinali, si assume come "valore medio rappresentativo del

TAB. 1. Modulo di rilevamento

Tab. 1. Modulo di rilevamento (cf. Bollettino Uff. n° 105 del C.N.R.)

OGGETTO DI RILEVAMENTO:

MISURE DELLA RESISTENZA DI ATRITTO RADENTE CON L'APPARECCHIO PORTATILE A PAVIMENTO

Strada: Carreggiata:

Località: Condizioni atmosferiche:

Tratto esaminato:

Tipo di pavimentazione: Data di costruzione:

Profilata longitudinale: Profilo trasversale:

Strada: Curva: R: m

Tessitura superficiale (grossa, fine, aperta, chiusa): HS

Alleanza	Numero del fondo di sabbia controllata	Punto di misura	VALORI DELLA RESISTENZA DI ATRITTO RADENTE					Tessitura superficiale	Tessitura per sabbia	Tessitura per sabbia	Tessitura per sabbia	Tessitura per sabbia
			VALORI UNITARI MISURATI									
			B.P.N.									
			1	2	3	4	5					
A												
B												
C												
D												
E												

NOTA: * Valori approssimati in B.P.N., riferiti alla temperatura standard di riferimento di 15°C. Gli altri risultati della specificità di provenienza.

Il Responsabile della Spertizzazione: Il Direttore di Laboratorio:

tratto" il valore medio più basso; particolare influenza, sulle misure di attrito radente, ha la temperatura di prova, per cui i valori vengono sempre riferiti alla temperatura standard di 15° C. Per riportare il valore misurato della temperatura di prova a quello standard di riferimento T = 15° C (rif. Transport and Road Research Laboratory - Road Note n° 27), si somma algebricamente il fattore di correzione corri-

Tab. 2. Fattori di conversione della temperatura (rif. Bol. Uff. n°105 del C.N.R.)

Temperatura dello °C	Fattore di correzione
5-7	-3
8-10	-2
11-13	-1
14-16	0
17-20	+1
21-24	+2
25-29	+3
30-40	+4

*NOTA: Valori per misure speciali, normalmente vanno evitate le misure in condizioni ambientali estreme

spondente alla temperatura effettiva come indicato in tab. 2 (rif. C.N.R. - Bollettino Ufficiale n° 105).

Altro fattore importante per la ripetibilità della prova è la *condizione della superficie di prova*, devono infatti essere garantite le seguenti condizioni:

- *su strada*, la superficie deve essere esente da elementi non ancorati, va lavata abbondantemente con acqua pulita, se la superficie non è orizzontale l'apparecchiatura va sistemata in posizione operati-

Foto 3. Pavimentazione tipo prima della prova



va manovrando in maniera opportuna le viti di livello:

- *in laboratorio*, i tasselli devono essere puliti ed esenti da elementi non ancorati e devono essere fissati rigidamente in modo da non subire spostamenti e traslazioni in conseguenza dell'urto del pendolo. Tali tasselli devono avere almeno 90 x 150 mm².

In sintesi l'impiego dello "skid test" risponde all'esigenza di:

- *determinare preliminarmente* un requisito prestazionale del manufatto;
- *programmare* la manutenzione;
- *accertare* le condizioni del manto a seguito di eventi particolari (incidenti, contestazioni,

Pertanto la scelta dei tratti di pavimentazione da investigare e l'ubicazione dei punti di misura sono

conseguenti alle finalità che il "tecnico" si propone. Nel seguito forniremo una traccia minima per il dimensionamento di un'indagine di questo tipo:

- si selezionano per ogni carreggiata almeno tre tratti per chilometro, avendo cura di ubicarli nelle zone più sollecitate dal traffico (curve, zone di rallentamento, zone di arresto,) se queste non sono chiaramente individuabili le misure andranno fatte su più allineamenti longitudinali;

- per ciascun tratto, lungo un allineamento centrato

sulla striscia longitudinale più utilizzata (traccia delle ruote), si ubicano cinque punti di misura distanziati di circa 10 m e scelti in maniera da corrispondere a condizioni superficiali del manto significative, scartando quindi zone localmente difettose o generalmente anomale (zone disgregate, macchie d'olio,

E' opportuno evidenziare che lo strumento deve essere controllato e tarato presso un centro riconosciuto (p.e. BSI) con una frequenza al massimo biennale, e che il laboratorio deve prevedere, nelle proprie procedure interne, la verifica dello strumento su campioni di riferimento.

La determinazione dell'altezza di sabbia è indispensabile per la manutenzione delle strade.

Macrorugosità superficiale, metodo dell'altezza di sabbia - generalità

La macrorugosità superficiale di una pavimentazione è la rugosità dovuta all'insieme delle asperità superficiali intergranulari e si distingue dalla microrugosità che è quella dovuta alla scabrezza dei singoli elementi lapidei (Bollettino Ufficiale n° 94 del C.N.R.).

La misura della macrorugosità superficiale e della tessitura viene eseguita impiegando un volume noto di sabbia calibrata. Tale procedura trova riferimento, oltre che nel citato Bollettino Ufficiale n° 94 del C.N.R. anche nella Road Note n° 27 del British Transport and Road Research Laboratory.

La determinazione dell'altezza di sabbia è indispen-

Foto 4. Attrezzatura secondo C.N.R. B.U. n°94

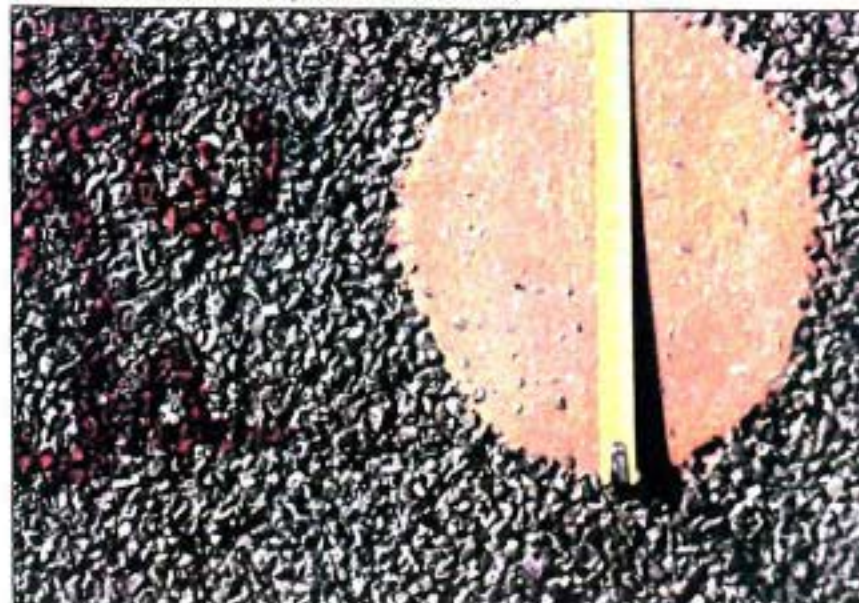


sabile per poter confrontare i risultati della prova di aderenza superficiale, che ricordiamo è riferita ad un autoveicolo alla velocità di 50 km/h nelle seguenti condizioni:

- in frenata;
- con ruote bloccate;
- con pneumatici, scolpiti, in buone condizioni.

La prova si esegue stendendo, su una zona prossima a quella individuata per la prova "skid test", un volume noto di sabbia calibrata monogranulare. Per mezzo di un disco ricoperto di gomma si distribuisce la sabbia sulla superficie della pavimentazione con movimenti circolari, ripetuti, e via via più larghi,

Foto 5. Altezza di sabbia - Fase di prova (B.U. C.N.R. n°94)



coprendo un'area circolare ed avendo cura che la sabbia riempia tutti gli interstizi e le depressioni presenti fino al livello definito dalle sommità degli inerti. Infine si misurano, con un regolo, due diametri ortogonali dell'area ricoperta, il rapporto fra il volume della sabbia e l'area ricoperta rappresenta il valore medio dell'altezza di sabbia HS, come esplicitato nella seguente espressione:

$$HS = \frac{V}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right)}$$

dove:

HS = Altezza di sabbia

V = Volume della sabbia

D = Valore medio del diametro dell'area ricoperta

La macrorugosità viene classificata, in funzione dell'altezza di sabbia HS, come nel seguito:

Tab. 3. Classificazione della macrorugosità (C.N.R. B.U. n°94)

ALTEZZA MEDIA di SABBIA HS mm	MACRORUGOSITÀ SUPERFICIALE
HS ≤ 0.20	molto fina
0.20 < HS ≤ 0.40	fina
0.40 < HS ≤ 0.80	media
0.80 < HS ≤ 1.20	grossa
HS > 1.20	molto grossa

Influenza della macrorugosità sull'attrito radente

Il Road Note n° 27 del British Transport and Road Research Laboratory, prevede per autostrade e strade a traffico intenso, superiore a 2000 autoveicoli al giorno, e ad elevata velocità, maggiore di 95 km/h, la determinazione del parametro di macrorugosità mediante misura della altezza di sabbia, fissa per questo un valore minimo di HS pari a 0.65 mm.

Infatti sulle superfici della pavimentazione stradale con macrorugosità "molto grossa" (HS > 1.20) e macrorugosità

Tab. 4: Macrorugosità e microrugosità (C.N.R. B.U. n°94)

TIPO	SUPERFICIE	MACRORUGOSITÀ	MICRORUGOSITÀ
A		grossa	aspra/ruvida
B		grossa	levigata
C		fina	aspra/ruvida
D		fina	levigata

"grossa" ($0.80 < HS \leq 1.20$) la forma e le condizioni del battistrada del pneumatico hanno un effetto trascurabile, ed i pneumatici, siano essi lisci o scolpiti, reagiscono all'attrito radente con la stessa intensità.

Sulle superfici della pavimentazione stradale con macrorugosità "media" ($0.40 < HS < 0.80$) si rilevano

Tab. 5: Limiti secondo il Road Note n°27 (ref. bibl. 3)

CATEGORIA	TIPOLOGIA DEL LUOGO	VALORE MINIMO DI "S.R." (superficie bagnata)
A	Luoghi difficili come: (i) Rotatorie (ii) Curve con raggio minore di 150 m su strade veloci (iii) Pendenze longitudinali con rapporto 1/20 o più rapide per lunghezze stradali superiori a 100 m (iv) Avvicinamento ai semafori su strade veloci.	65
B	Strade extraurbane o urbane con traffico pesante (superiore a 2000 veicoli per giorno)	55
C	Tutte le altre tipologie	45

NOTA: per le categorie A e B è opportuno, nel caso di velocità consentita superiore a 95 Km/h, prescrivere l'ulteriore requisito di $HS > 0.65$ mm.

Tab. 6: Valori limite secondo la bibliografia tecnica (ref. bibl. n°4)

CATEGORIA	SKID-TEST Ist(BPN)	CLASSIFICAZIONE
A	Ist > 65	Manto antisdrucchiolevole per eccellenza
B	55 < Ist < 65	Manto abbastanza antisdrucchiolevole
C	45 < Ist < 55	Manto soddisfacente in circostanze favorevoli
D	Ist < 45	Manto sdrucchiolevole

alcuni effetti conseguenti alle condizioni del battistrada, i pneumatici lisci troveranno una aderenza leggermente inferiore al valore determinato con la prova "Skid Test."

Sulle superfici della pavimentazione stradale con macrorugosità "fina" ($0.20 < HS < 0.40$) e macrorugosità "molto fina" ($HS < 0.20$) la forma e le condizioni del battistrada hanno un notevole effetto e pneumatici lisci troveranno condizioni di aderenza radente inferiori a quelle determinate con la prova "Skid Test."

Valori limite di accettabilità

Nel seguito si riportano oltre ai limiti prescritti nella Road Note n° 27 del Road and Transport Research Laboratory anche i limiti più ricorrenti nella bibliografia tecnica.

*Ing.- Direttore Tecnico dei laboratori di ricerca e sperimentazione SIDERCEM di Caltanissetta e Catania

**Dr. geol.- Responsabile della Qualità dei laboratori di ricerca e sperimentazione SIDERCEM di Caltanissetta e Catania

SIDERCEM
Tel. 095/476942
Fax 095/475003

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Centro Nazionale Ricerche
- Bollettino Ufficiale n° 94
- 2 - Centro Nazionale Ricerche
- Bollettino Ufficiale n° 105
- 3 - Transport and Road Research Laboratory
- Road Note n° 27
- 4 - Prof. ing. Giuseppe Tesoriere
- "Strade, Ferrovie, Aeroporti" UTET