

SITEBSi srl

Rassegna del bitume

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **11/89**

**Microtappeto a freddo di tipo "Slurry Seal" per la manutenzione
stradale e per la sicurezza del traffico**

Vittorio Castagnetta

Microtappeto a freddo di tipo "Slurry-Seal" per la manutenzione stradale e per la sicurezza del traffico

L'intervento per la sicurezza del traffico *

Vittorio Castagnetta

Introduzione

È noto che - fra i diversi fattori che influenzano positivamente la sicurezza del traffico - esiste in pratica un denominatore comune rappresentato dalla *integrità e regolarità superficiale e*, soprattutto, dalla *antisdrucciolevolezza* della pavimentazione stradale, nel senso che, qualunque sia la causa soggettiva o oggettiva che può determinare una situazione di pericolo, tale situazione può essere in molti casi eliminata o comunque quasi sempre ridotta assicurando il migliore coefficiente di attrito ruota/pavimentazione e di conseguenza la più elevata aderenza in ogni condizione e, all'occorrenza, i più ristretti spazi di frenata.

Purtroppo in pratica accade che, proprio nelle zone di maggiore pericolosità potenziale (strade con traffico intenso, svincoli, incroci, attraversamenti pedonali, curve, anelli rotatori, ecc.), la maggiore usura della pavimentazione provoca un più rapido decadimento delle caratteristiche superficiali stradali, talché il problema si ripropone in maniera sempre più pesante e, spesso, addirittura drammatica in queste zone per il verificarsi di un maggior numero di incidenti.

È quindi evidente, in questi casi, la necessità di intervenire con criteri di priorità e con sistemi che presentino i necessari requisiti di efficacia.



Convegno sul Microtappeto Slurry-Seal: da sinistra, l'Ing. Castagnetta, il Prof. Bucchi, l'Ing. Legnani, l'Ing. Ferrè.

* Relazione presentata al Convegno sul **Microtappeto Slurry-Seal** organizzato dalla Soc. Anonima Bitumi con il patrocinio del SITEB e dell'Università di Bologna, 17 Ottobre 1988.

Per quanto riguarda i *criteri di priorità*, in sede di manutenzione curativa la programmazione degli interventi può essere effettuata in base al censimento del traffico ed alla localizzazione degli incidenti; ma ancor meglio, in sede di manutenzione preventiva, può essere fatta in base al rilevamento delle caratteristiche strutturali, funzionali e superficiali stradali, eseguibile oggi con gli apparecchi di misura a grande rendimento (Figg. 1, 2, 3 e 4).

Per quanto si riferisce ai requisiti necessari *per conseguire e mantenere un'opportuna antisdruciolevolezza - poiché, a parità di regolarità (planarità) stradale, la resistenza allo scivolamento è direttamente proporzionale al coefficiente di attrito radente e questo, a sua volta, è direttamente proporzionale alla rugosità (scabrezza) stradale* - si richiamano di seguito i principali parametri che influiscono su questa caratteristica superficiale.

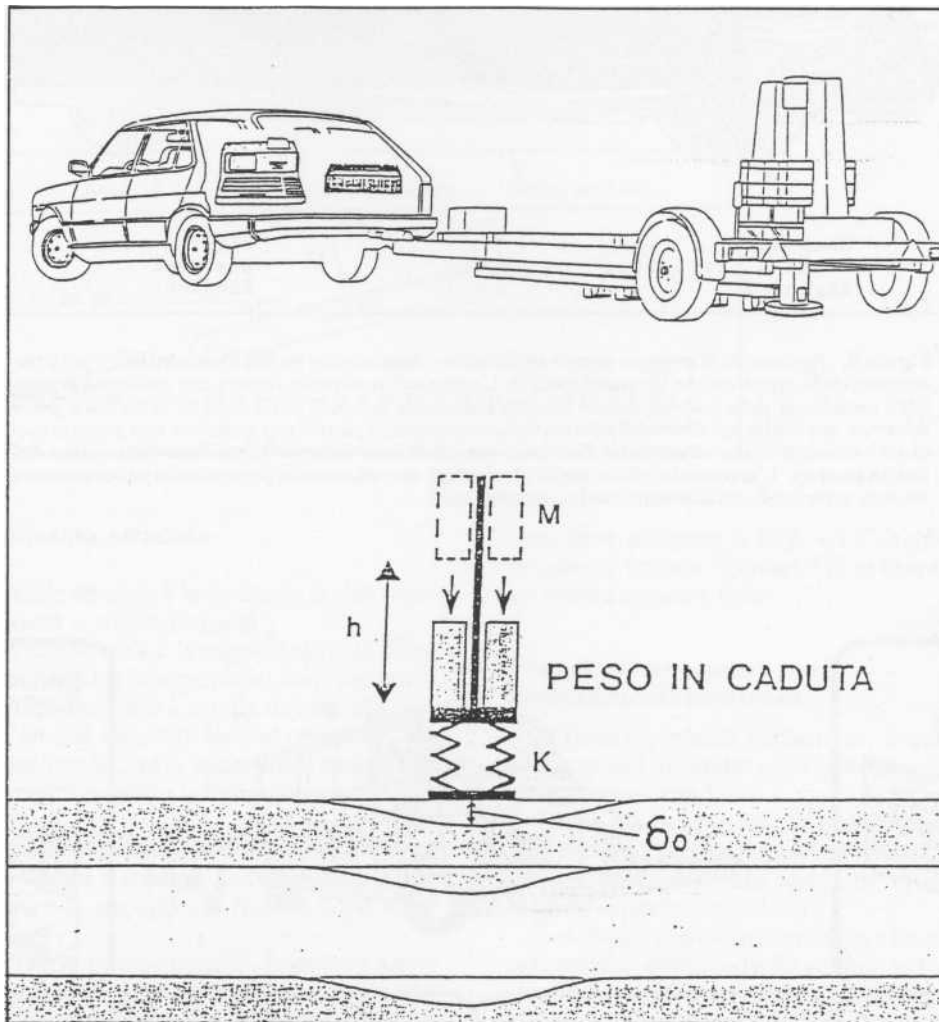


Figura 1. Apparecchi di misura a grande rendimento - Deflettometro a massa battente FWD ("Falling Weight Deflectometer") per il rilevamento delle caratteristiche strutturali stradali. Il deflettometro, tramite la caduta di un peso sulla pavimentazione, provoca una sollecitazione dinamica che simula il passaggio di un veicolo pesante ad una velocità di 70 km/ora; rilevando i dati della deflessione generata dall'impatto del peso ed elaborandoli con un computer è possibile determinare la portanza attuale della sovrastruttura, i moduli dei vari strati componenti, la durata residua (comportamento a fatica) della struttura e, se del caso, lo spessore di rafforzamento (δ_0 di riciclaggio o, al limite, di ricostruzione) necessario per l'ulteriore durata prevista per la struttura stessa.

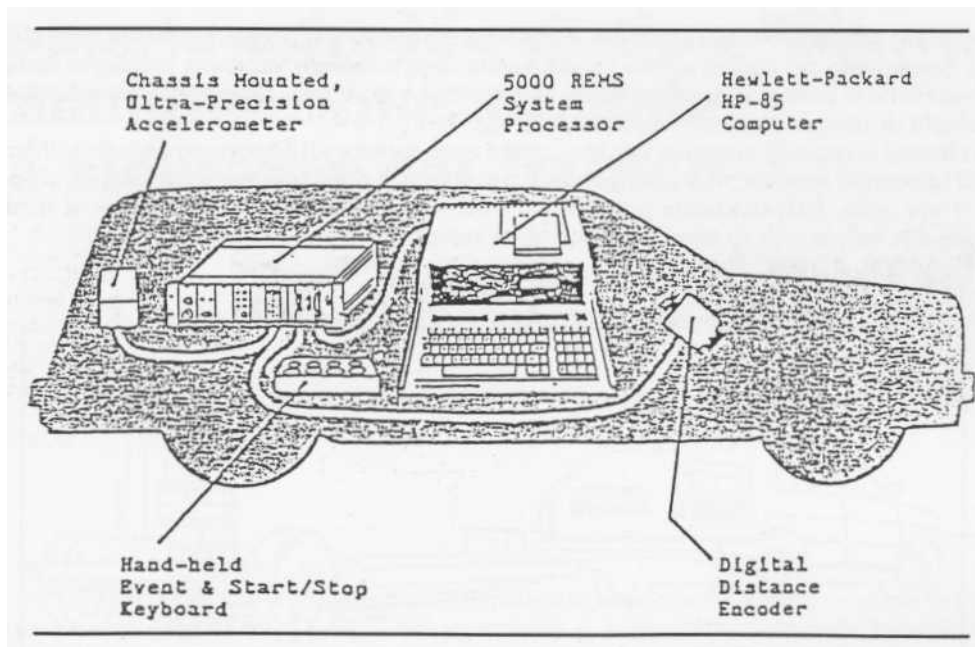


Figura 2. Apparecchi di misura a grande rendimento - Apparecchio mobile Dynastest RDM per il rilevamento delle caratteristiche funzionali stradali. L'apparecchio misura e registra con continuità la regolarità superficiale della pavimentazione stradale importante non solo per il comfort di marcia e per la aderenza, ma anche agli effetti della durata della sovrastruttura perché una superficie non piana provoca un incremento delle sollecitazioni dinamiche dei carichi, aumentando il deterioramento a fatica dell'intera struttura. L'apparecchio rileva anche gli eventuali ammaloramenti presenti nella pavimentazione (fessure superficiali, sgranamenti, buche, ormaie, ecc.).

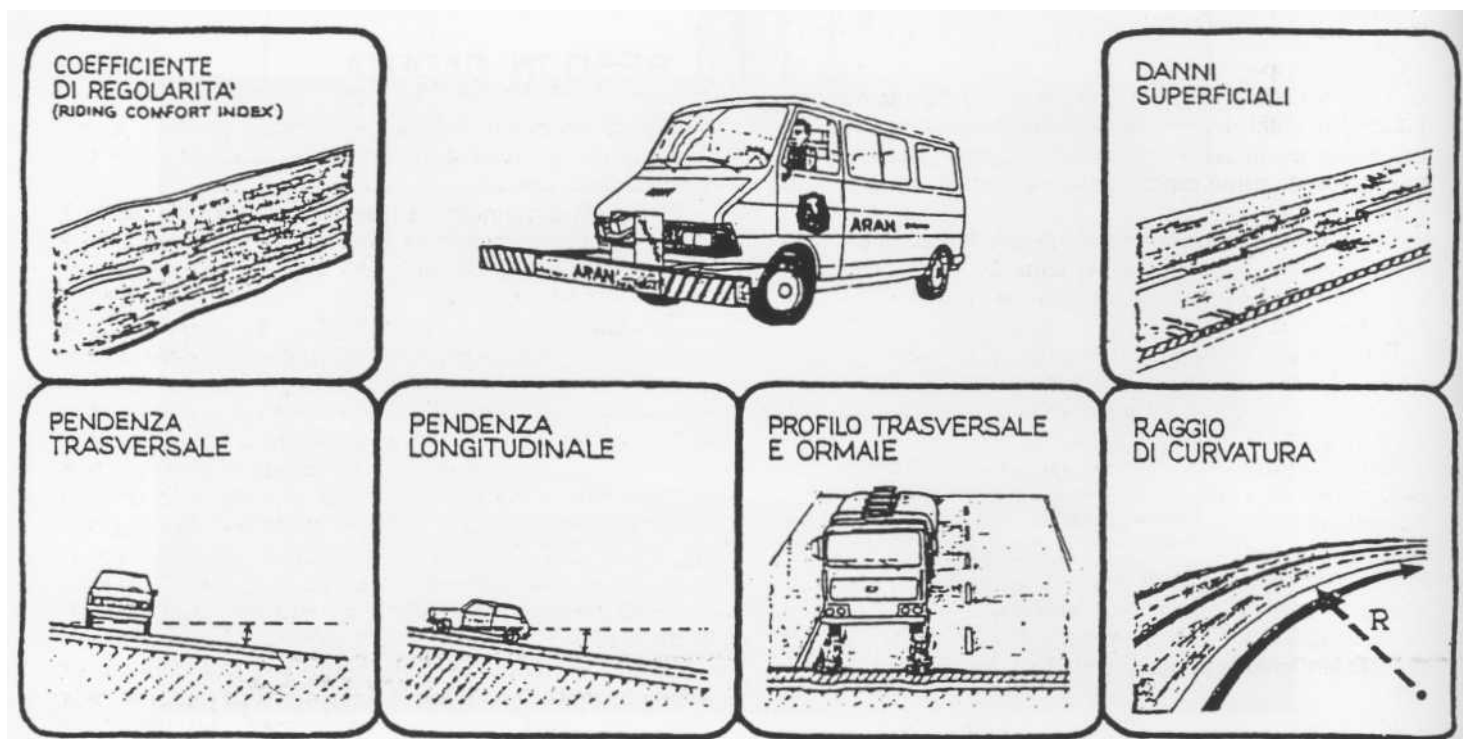


Figura 3. Apparecchi di misura a grande rendimento - Apparecchio mobile ARAN (Automatic Road Analyzer) per il rilevamento delle caratteristiche funzionali stradali. Anche questo apparecchio, oltre a misurare e registrare con continuità, a velocità di 80 km/ora, la regolarità superficiale della pavimentazione ed altre caratteristiche stradali, rileva la presenza di eventuali degradazioni superficiali.

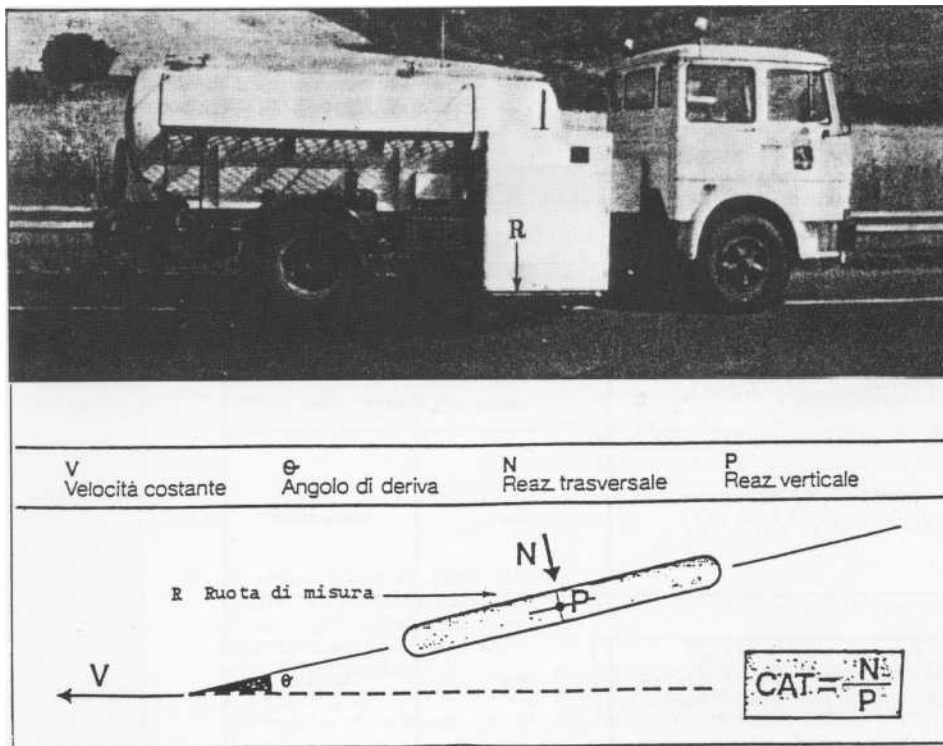


Figura 4. Apparecchi di misura a grande rendimento - Apparecchio mobile SCRIM ("Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine") per il rilevamento delle caratteristiche superficiali stradali di aderenza ed antisdrucciolevolezza. L'apparecchio misura e registra con continuità, a velocità di 60 km/ora, il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) su pavimentazione bagnata (autonomia irrorazione 2750 litri, pari ad un percorso di 70 km), mediante la ruota R libera di ruotare ma trascinata con un angolo fisso di deriva di 20° rispetto alla direzione di avanzamento del veicolo.

La rugosità superficiale stradale

La rugosità superficiale stradale è la risultante di due componenti: macro-rugosità e micro-rugosità.

La macro-rugosità superficiale è la rugosità dovuta all'insieme delle asperità superficiali intergranulari della pavimentazione, mentre la micro-rugosità è quella dovuta alla scabrezza (ruvidità) dei singoli elementi lapidei granulari (aggregati lapidei impiegati nello strato superficiale della pavimentazione), come rappresentato schematicamente nella Figura 5.

Per quanto riguarda la macro-rugosità, la misura e la classificazione si eseguono con il sistema dell'altezza di sabbia schematizzato in Figura 6, secondo la Norma CNR Boll. Uff. N. 94/1983.

Per quanto concerne la micro-rugosità, la misura viene fatta indirettamente, come resistenza di attrito radente rilevata con il rugosimetro *a pendolo* (Fig. 7) di cui alla Norma CNR Boll. Uff. N. 105/1985.

A questo proposito si osserva che una elevata *resistenza di attrito radente* iniziale (maggiore di 60 BPN su superficie bagnata) riflette una pronunciata micro-rugosità naturale degli aggregati lapidei, ma ciò non è sufficiente per ritenere idonei gli inerti adoperati: bisogna che essi presentino anche una elevata *resistenza all'abrasione ed al levigamento*, in modo che la loro buona micro-rugosità iniziale si degradi il più lentamente possibile sotto l'azione usurante del traffico.

A tale scopo, per gli aggregati lapidei impiegati negli strati superficiali di strade di grande traffico, la Norma CNR Boll. Uff. N. 125/1988 (Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale) evidenzia che la *perdita in peso all'abrasione Los Angeles* (Norma CNR Boll. Uff. N. 34/1973)

non deve superare il 18% ed il *coefficiente di levigabilità* accelerata (nuova Norma CNR in fase di pubblicazione) deve essere almeno 0,45.

I requisiti necessari per l'antisdrucciolevolezza

Si possono quindi richiamare, a questo punto, i principali requisiti necessari per l'antisdrucciolevolezza delle pavimentazioni stradali.

Come già accennato, la resistenza allo scivolamento è direttamente proporzionale all'aderenza fra pneumatico e pavimentazione ed alla resistenza di attrito radente pneumatico/superficie stradale.

È stato ampiamente verificato che sia l'aderenza che la resistenza di attrito radente variano in funzione della macro-rugosità e della micro-rugosità della pavimentazione.

Per quanto riguarda l'aderenza, si osserva che - oltre ai necessari requisiti di stabilità e regolarità superficiale della pavimentazione - su strada bagnata l'azione del film d'acqua, che tende ad attenuare e, al limite, ad annullare l'aderenza ("aquaplaning", idroscivolamento), è contrastata dal carico verticale trasmesso dal pneumatico e questo fenomeno è tanto maggiore quanto più grossa è la macro-rugosità stradale poiché si verifica una maggiore concentrazione delle forze verticali su piccole superfici di appoggio.

Inoltre, agli effetti della resistenza allo scivolamento su strada bagnata, è comunque della massima importanza la possibilità di deflusso dell'acqua che viene a trovarsi fra il battistrada del pneumatico e la pavimentazione stradale: in proposito è risultato che la capacità *drenante* di una superficie stradale è direttamente proporzionale alla *macro-rugosità* superficiale.

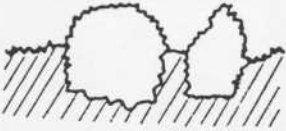


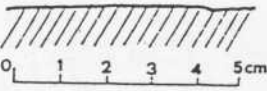
	SUPERFICIE	MACRO RUGOSITÀ	MICRO RUGOSITÀ
A		grossa	aspra/ruvida
B		grossa	levigata
C		fina	aspra/ruvida
D		fina	levigata

Figura 5 - Macro- e micro- rugosità superficiale (CNR B.U. 94/83)

Per quanto concerne la *resistenza di attrito*, si rileva che, all'aumentare della velocità, essa *descresce*, ma molto più lentamente per le pavimentazioni stradali a macro-rugosità grossa che per quelle a macro-rugosità fina (la legge sperimentale di correlazione fra macro-rugosità e variazione dell'attrito radente con la velocità è di tipo iperbolico, per cui ad alti valori della macro-rugosità corrispondono piccole variazioni della resistenza d'attrito radente al crescere della velocità, mentre a piccoli valori della macro-rugosità corrispondono elevate variazioni della resistenza di attrito radente).

La micro-rugosità, invece, influenza il coefficiente di attrito radente principalmente alle basse velocità, diventando praticamente trascurabile per velocità superiori a 30 km/ora.

Riepilogando - con riferimento ai tipi A-B-C-D di superfici stradali classificati in Figura 5, e come si rileva dallo schema riportato in Figura 8 - le principali risultanze degli studi effettuati in campo internazionale indicano che:

- alle basse velocità (praticamente fino a 30 km/ora), il coefficiente di attrito radente, essendo influenzato essenzialmente dalla micro-rugosità, è più alto con gli inerti a micro-rugosità aspra/ruvida (punti A e C) che con quelli a micro-rugosità levigata (punti B e D);
- all'aumentare della velocità, la diminuzione del coefficiente di attrito radente, essendo influenzata essenzialmente dalla macro-rugosità, è molto meno marcata con la macro-rugosità grossa (curve AA' e BB') che con quella fina (curve CC' e DD').

Ne consegue che, per una *pavimentazione stradale antisdrucciolevole*, sono necessarie sia una micro-rugosità aspra/ruvida che una macro-rugosità grossa e cioè, nel

complesso e con riferimento alla Figura 5, bisogna realizzare una *superficie di tipo A*.

Per ottenere questi risultati, riassumendo quando richiamato precedentemente, sono necessari i seguenti *requisiti*:

caratteristiche degli aggregati lapidei:

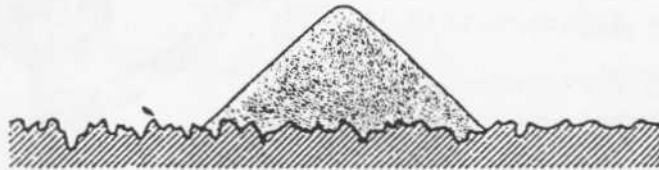
- 100% di frantumazione, di forma poliedrica a spigoli vivi e con micro-rugosità aspra/ruvida;
- granulometria tale da consentire una macro-rugosità almeno media e, possibilmente, grossa, con massima pezzatura di almeno 8-10 mm;
- perdita in peso all'abrasione Los Angeles: max 18%;
- coefficiente di levigabilità accelerata: min 0,45

caratteristiche superficiali iniziali della pavimentazione:

- macro-rugosità almeno media: altezza di sabbia min. 0,4 mm
o, meglio:
macro-rugosità grossa: altezza di sabbia min. 0,8 mm;
- resistenza di attrito radente su superficie bagnata: maggiore di 60 BPN (misurata con il rugosimetro a pendolo) oppure:
coefficiente di aderenza trasversale (nuova Norma CNR in corso di pubblicazione): maggiore di 0,60 (misurato con l'apparecchio SCRIM a grande rendimento).

MISURA DELLA MACRO-RUGOSITA' SUPERFICIALE
CON IL SISTEMA DELLA ALTEZZA DI SABBIA

1) Volume noto di sabbia fina versato sulla superficie stradale.



2) La sabbia stesa in modo da coprire un'area circolare e riempire gli interspazi fra le asperità superficiali fino al livello della sommità.



3) Altezza media di sabbia:

$$HS = \frac{\text{volume di sabbia}}{\text{area ricoperta}} \text{ mm}$$

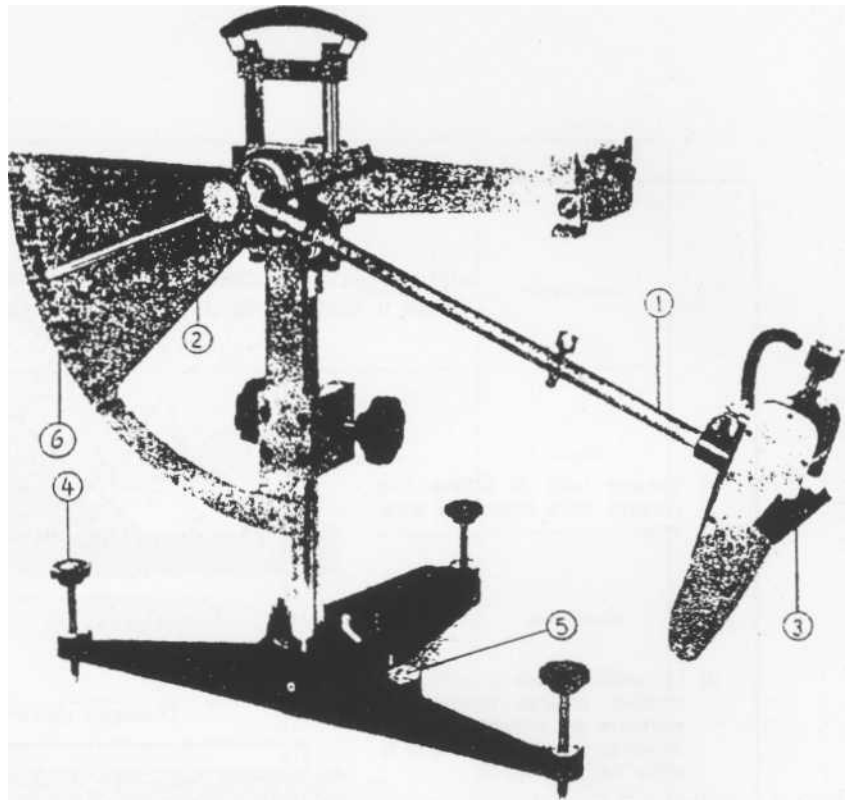
CLASSIFICAZIONE DELLA MACRO-RUGOSITA' SUPERFICIALE
IN BASE ALLA MISURA DELLA ALTEZZA DI SABBIA

Altezza media di sabbia mm	Macro-rugosità superficiale
$HS \leq 0,20$	molto fina
$0,20 < HS \leq 0,40$	fina
$0,40 < HS \leq 0,80$	media
$0,80 < HS \leq 1,20$	grossa
$1,20 < HS$	molto grossa

Figura 6. Misura e classificazione della macro-rugosità superficiale delle pavimentazioni stradali.

APPARECCHIO PORTATILE
A PENDOLO

- 1) Braccio del pendolo
- 2) Indice di misura
- 3) Pattino di gomma
- 4) Viti di livello
- 5) Livella sferica
- 6) Scala di misura graduata in BPN (British Portable Number)



SCHEMA DEL PENDOLO
CON IL DISPOSITIVO
DI CARICO DEL PATTINO

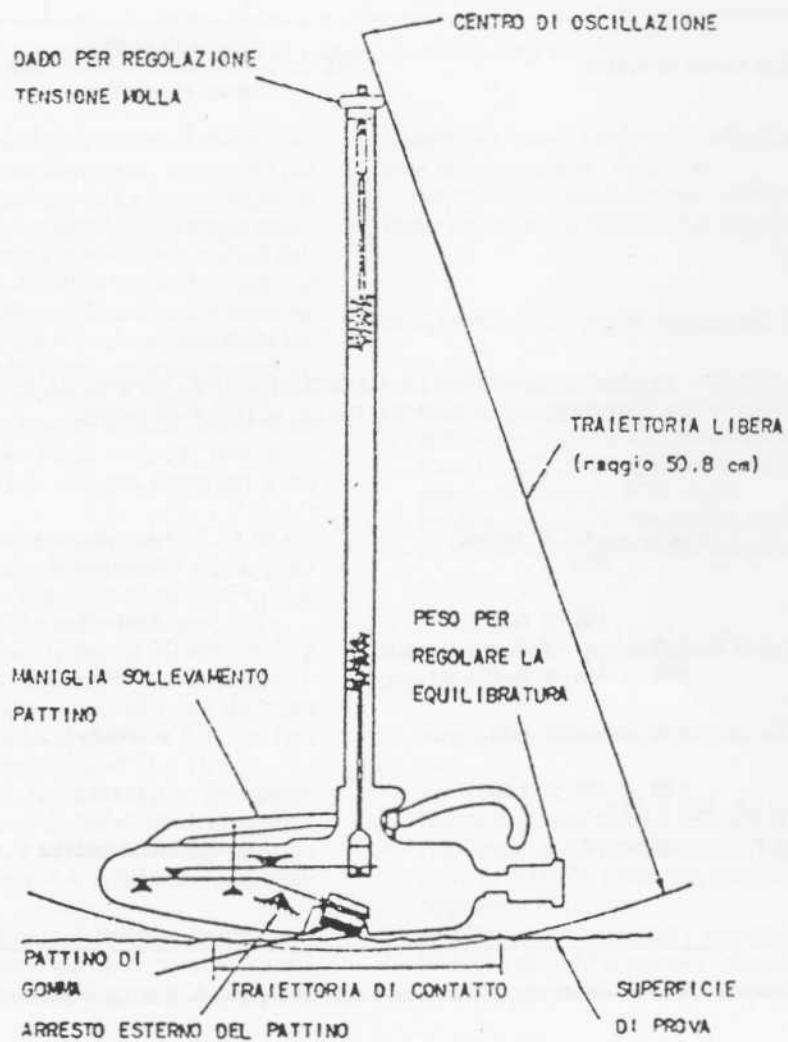


Figura 7. Misura della resistenza di attrito radente con l'apparecchio portatile a pendolo.

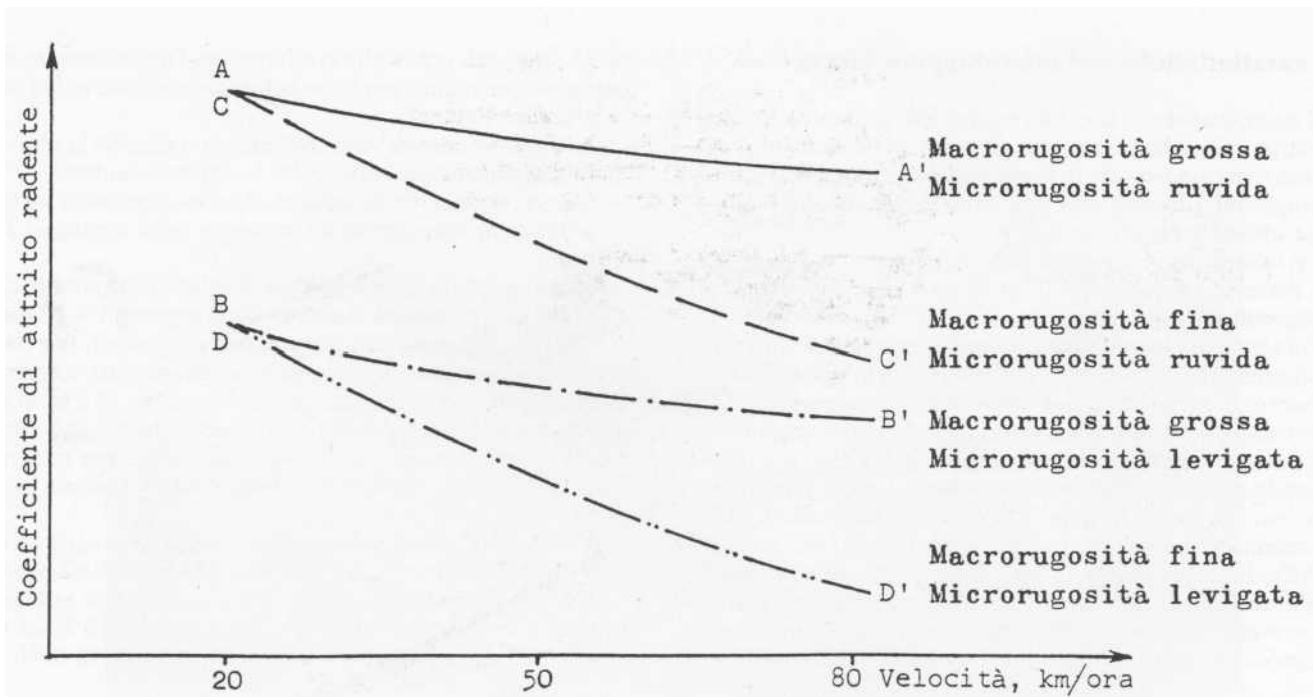


Figura 8. Coefficiente di attrito radente su pavimentazioni stradali bagnate, con i tipi di rugosità superficiale indicati in Figura 5 (la posizione dei punti e l'andamento delle curve sono indicativi).

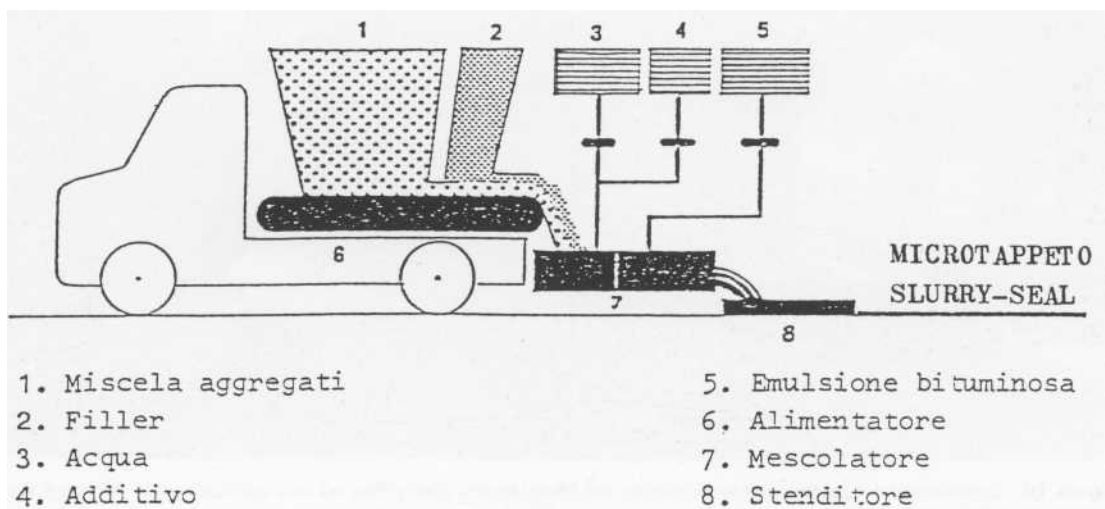


Figura 9. Schema di macchina per la produzione e la stesa.

Le caratteristiche del microtappeto Slurry-Seal

Il microtappeto di tipo Slurry-seal è costituito da un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita, ottenuta con una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente (Fig. 9) ed il microtappeto normalmente non richiede rullatura.

All'atto della produzione, la malta bituminosa a freddo si presenta allo stato liquido e viene messa in opera per colamento: in tal modo, negli interventi di manutenzione, si provvede al ripristino (sigillatura, arricchimento superficiale e protezione) di pavimentazioni bituminose che, pur mantenendo una stabilità strutturale tuttora idonea, presentano fenomeni di degradazione superficiale (fessurazioni, spogliamenti, sgranamenti, usura, deformazioni, ecc.).

All'indurimento della malta, conseguente alla "rottura" dell'emulsione bituminosa, il tappeto presenta una matrice impermeabile (costituita dalla miscela degli aggregati fini con il legante bituminoso elastomerizzato) dalla quale emergono

no gli aggregati grossi che conferiscono l'irruvidimento superficiale necessario per la *antisdrucchiolevolezza* ai fini della *sicurezza del traffico*.

Da questo punto di vista, per quanto riguarda la *macro-rugosità*, si possono conseguire i seguenti risultati:

- macro-rugosità media (altezza di sabbia compresa fra 0,4 e 0,8 mm), con pezzatura massima degli aggregati 7-8 mm;
- macro-rugosità grossa (altezza di sabbia maggiore di 0,8 mm), con pezzatura massima degli aggregati 9-10 mm.

Infine, per quanto concerne la *micro-rugosità*, per rientrare nella classifica aspra/ruvida e per mantenerla sotto traffico bisogna che l'aggregato grosso (maggiore di 2 mm) sia interamente di frantumazione e presenti, come si è visto, una perdita in peso all'abrasione Los Angeles non superiore al 18% ed un coefficiente di levigabilità accelerata di almeno 0,45.

A tale scopo, fra i migliori aggregati lapidei naturali disponibili in Italia, si impiegano normalmente quelli provenienti dalla frantumazione di *roccia* basaltica, che assicurano una abrasione Los Angeles limitata al 15-16% ed un coefficiente di levigabilità accelerata maggiore di 0,45.



Figura 10. Sopralluogo dei partecipanti al Convegno sul Microtappeto Slurry-Seal ad una applicazione in corso sull'Asse Sud-Ovest di Bologna.



Figure 11. Sopralluogo dei partecipanti al Convegno sul Microtappeto Slurry-Seal ad una applicazione in corso sull'Asse Sud-Ovest di Bologna.