

Dip.to DISTART - Università di Bologna



# Il Sistema Superpave

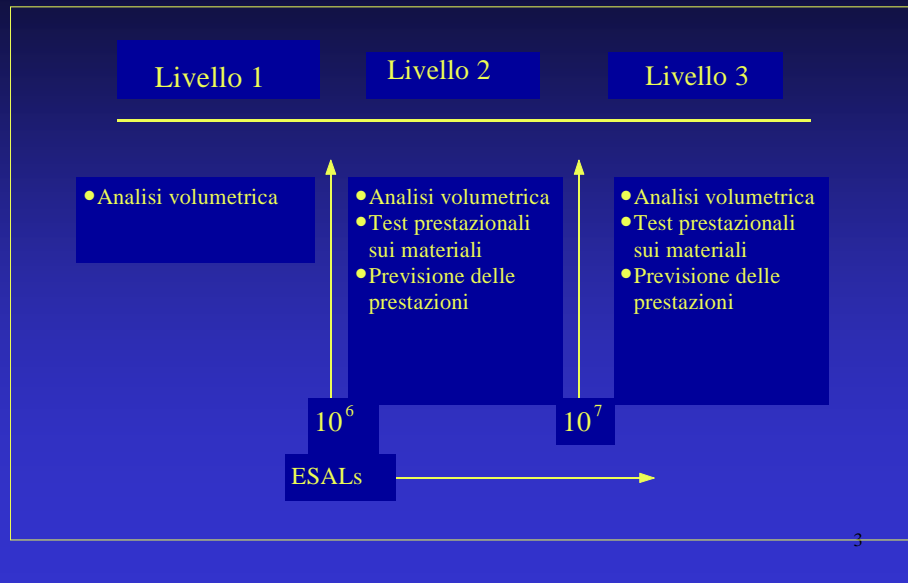
Prof. Ing. Giulio Dondi

1

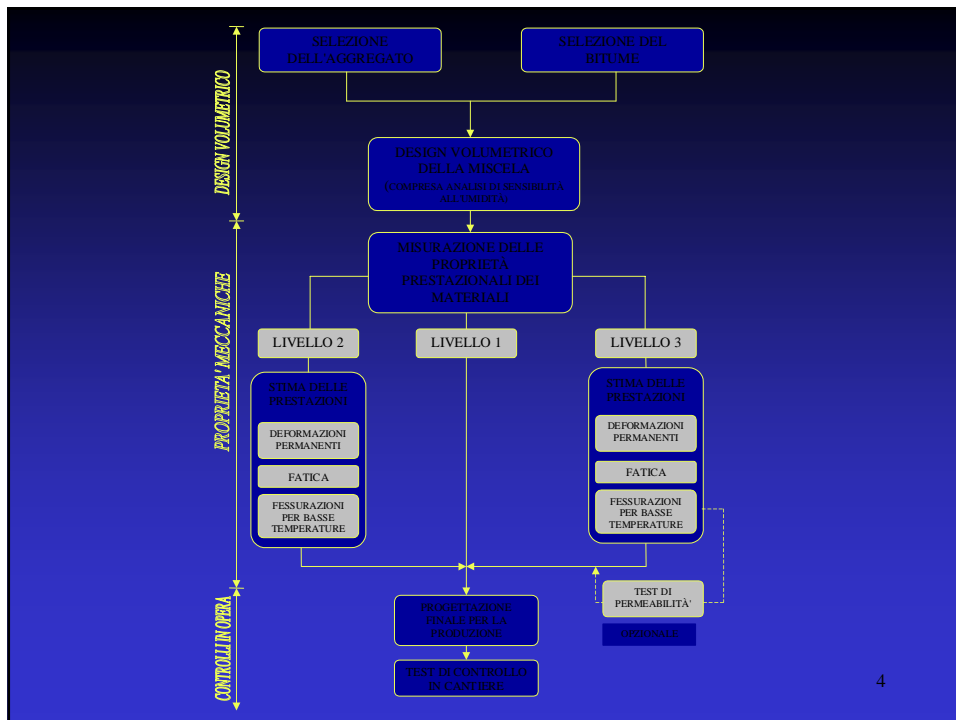
## *Superpave Mix Design Analysis*

2

# Superpave Mix Design Analysis



3



4

## Superpave Mix Design Analysis

Tabella 4 - Parametri di prova delle principali normative internazionali

Parametri	ASTM D4013	CEN TC 227	SHRP M-002	ASTM Draft 95	AS/NZ 2891.2.2
Diametro [mm]	100	100 150 160	100 150	150	100 150
Angolo [°]	6	Nominal angle	1,25 (0,02)	1,25 (± 0,02)	2± 0,1(φ 100) 3± 0,1(φ 150)
Pressione [kPa]	var.	600 ± 10	600 ± 10	600 ± 18	240
Rotazione [giri/min]	60	6-32 (± 10%)	30 (± 0,5%)	30 (± 0,5%)	60

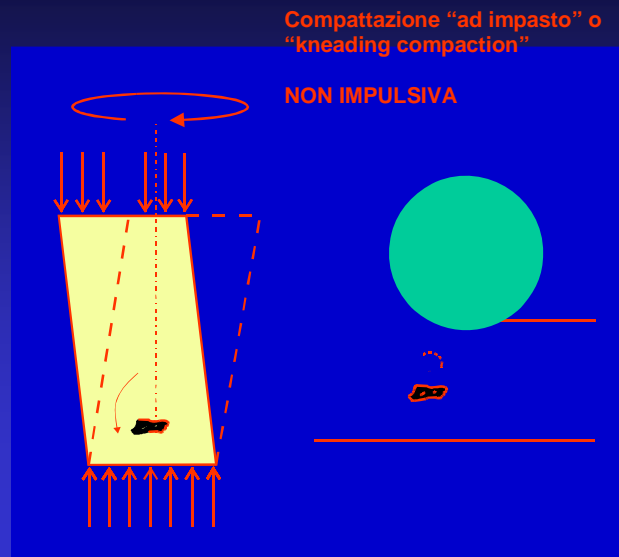
5

## Confronto metodi compattazione

	Apparecchiatura	% di proprietà analoghe a quelle di campioni prelevati in situ	
		von Quintus et al.	Button et al.
Metodo migliore	Pressa giratoria (Texas gyratory shear compactor)	63	73
	Compattatore a rullo gommato (rolling wheel compactor)	49	64
	Compattatore ad impasto (kneading compactor)	52	64
	Compattatore ad impasto vibrante (vibratory kneading compactor)	41	-
Metodo peggiore	Martello Marshall (Marshall hammer)	35	50

6

## Compattazione giratoria



## Superpave Testing

- Specimen heights
- Mixture volumetrics
  - Air voids
  - Voids in mineral aggregate (VMA)
  - Voids filled with asphalt (VFA)
  - Mixture density characteristics
- Dust proportion
- Moisture sensitivity

8

## Superpave Mix Design:

- $G_{mb} \text{ (calcolato)} = \frac{W_m}{g_w V_{mx}}$

Dove:

$W_m$  = massa del campione, g

$V_{mx}$  = volume fustella (cm<sup>3</sup>)

$g_w$  = densità dell'acqua, g/cm<sup>3</sup>

$G_{mb}$  = peso di volume del conglomerato compattato (*Volume calcolato in base all'altezza misurata ad ogni giro, considerando un cilindro con la superficie laterale liscia*);

$G_{mm}$  = peso di volume max della miscela di c. bituminoso

9

## Superpave Mix Design

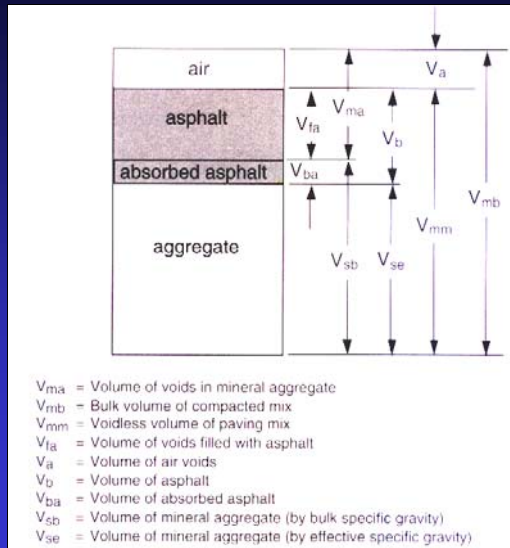
- Le irregolarità delle basi determinano un volume leggermente inferiore a quello teorico
- Il valore reale viene determinato con un fattore di correzione, C valutabile sul campione estratto a fine prova:

$$C = \frac{G_{mb} \text{ (misurato a fine prova)}}{G_{mb} \text{ (calcolato)}}$$

$$\% G_{mm} = G_{mb} \text{ (calcolato)} C / G_{mm} \text{ (misurato)}$$

10

## Diagramma delle fasi



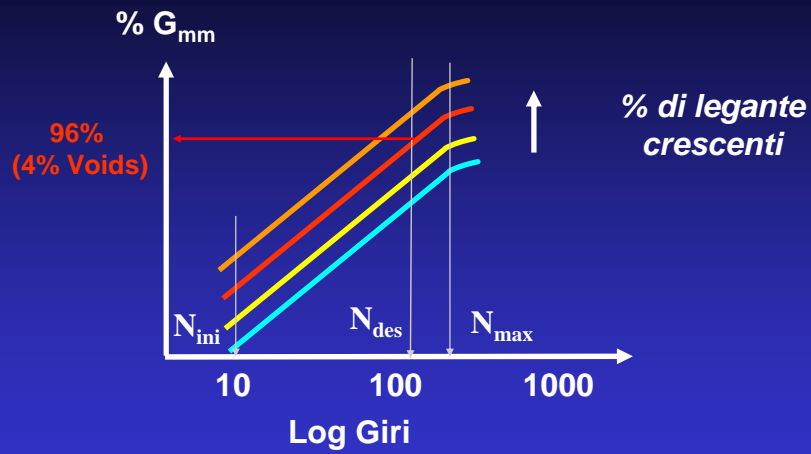
11

## Superpave Mix Design

- Prescrizioni della Proprietà della miscela @  $N_{Design}$ 
  - Se: Air voids ( $V_a$ ) **4%** (or 96%  $G_{mm}$ ) si verificano i seguenti fattori in base a criteri fissi:
    - VMA **Tabulati**
    - VFA **Tabulati**
    - % $G_{mm}$  at  $N_{ini}$  **< 89%**
    - % $G_{mm}$  at  $N_{max}$  **< 98%**
    - Dust proportion (DP) **0.6 to 1.2**
  - Se: Air voids ( $V_a$ ) **<> 4%** si varia la % di legante in modo da raggiungere il 4%.

12

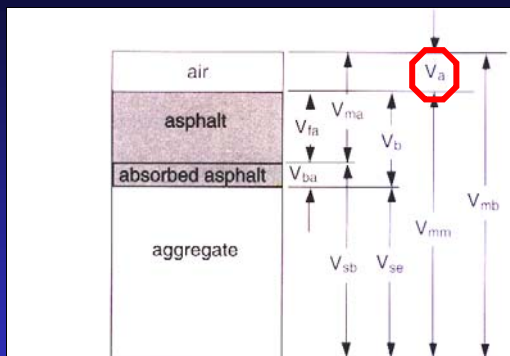
## SGC Risultati



Ogni linea = media di due campioni

13

## Diagramma delle fasi



- $V_{ma}$  = Volume of voids in mineral aggregate
- $V_{mb}$  = Bulk volume of compacted mix
- $V_{mm}$  = Voidless volume of paving mix
- $V_{ia}$  = Volume of voids filled with asphalt
- $V_a$  = Volume of air voids
- $V_b$  = Volume of asphalt
- $V_{ba}$  = Volume of absorbed asphalt
- $V_{sb}$  = Volume of mineral aggregate (by bulk specific gravity)
- $V_{se}$  = Volume of mineral aggregate (by effective specific gravity)

14

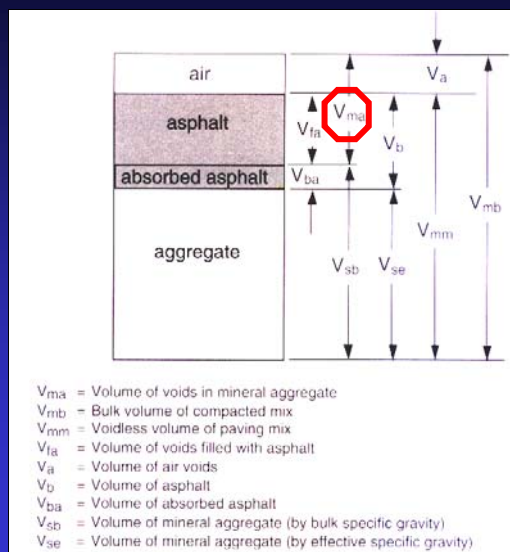
## Superpave Mix Design

- VMA requirements:

Nominal max agg size	Min. VMA
» 9.5 mm	15
» 12.5 mm	14
» 19 mm	13
» 35 mm	12
» 37.5 mm	11

15

## Diagramma delle fasi



16

## Superpave Mix Design

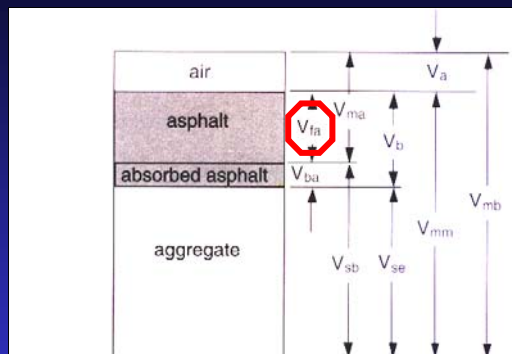
- VFA prescrizioni:

- Traffico (milioni di ESALs) Range di VFA

< 0.3	70 to 80
1 to 3	65 to 78
> 3.0	65 to 75

17

## Diagramma delle fasi



$V_{ma}$  = Volume of voids in mineral aggregate  
 $V_{mb}$  = Bulk volume of compacted mix  
 $V_{mm}$  = Voidless volume of paving mix  
 $V_{ia}$  = Volume of voids filled with asphalt  
 $V_a$  = Volume of air voids  
 $V_b$  = Volume of asphalt  
 $V_{ba}$  = Volume of absorbed asphalt  
 $V_{sb}$  = Volume of mineral aggregate (by bulk specific gravity)  
 $V_{se}$  = Volume of mineral aggregate (by effective specific gravity)

18

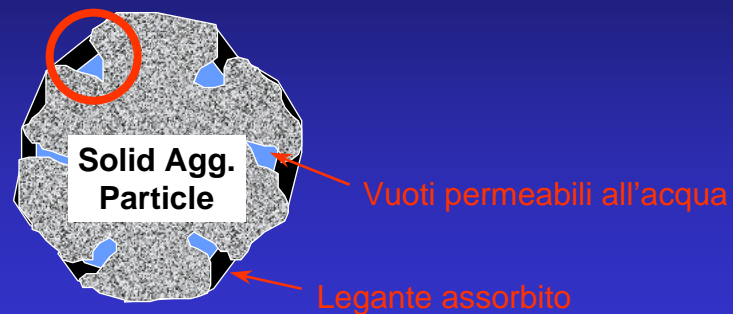
## Superpave Mix Design - dust proportion

$$0.6 \leq \frac{\% \text{ peso del pass. al } 0.075 \text{ astm}}{\% \text{ peso del bitume } \textit{efficace}} \leq 1.2$$

Il legante efficace è quello che riveste l'aggregato (cioè quello NON assorbito)

19

### Surface Voids

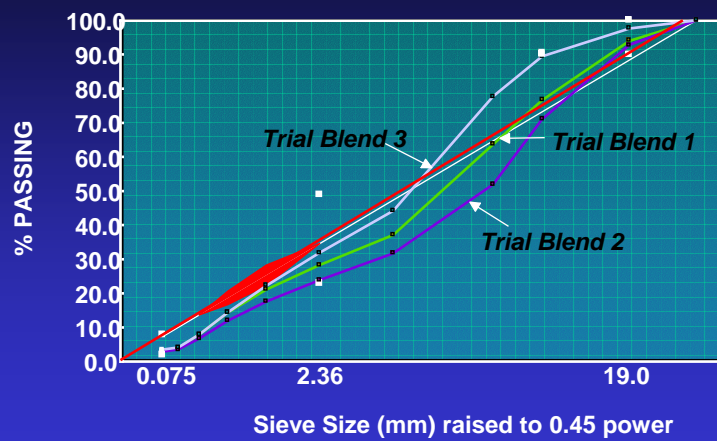


20

## Esempi di Superpave Mix Design

21

### Miscele di tentativo 19.0 mm di Diametro Nominale



22

## Example of Superpave Mix Design

- Scelta della curva granulometrica:
    - linea di massima densità
    - punti di controllo e
    - "zona vietata".
  - "zona vietata" per EVITARE:
    - eccessivo contenuto di sabbia;
    - presenza di troppa sabbia fine
    - insufficienti VMA
- deformazioni permanenti
- Problemi di compattabilità durante la messa in opera

23

## Proprietà degli aggregati

### • Proprietà delle miscele di aggregati

Property	Criteria	Blend 1	Blend 2	Blend 3
Coarse Ang.	95%/90% min.	96%/92%	95%/92%	97%/93%
Fine Ang.	45% min.	46%	46%	48%
FLat/Elong.	10% max.	0%	0%	0%
Sand Equiv.	45 min.	59	58	54
Combined $G_{sb}$	n/a	2.699	2.697	2.701
Combined $G_{sa}$	n/a	2.768	2.769	2.767

24

## Caratteristiche al variare di N

Blend	%AC <sup>(1)</sup>	%G <sub>mm</sub>		
		N <sub>ini</sub>	N <sub>des</sub>	N <sub>max</sub>
1	4.3%	86.9%	96.0%	97.4%
2	4.5%	85.9%	96.0%	97.7%
3	4.0%	87.1%	96.0%	97.3%

Tutte le miscele soddisfano le condizioni

Nota (1): valore di tentativo **CALCOLATO** con l'espressione:

$$P_{bi} = \frac{G_b \times (V_{be} + V_{ba})}{(G_b \times (V_{be} + V_{ba})) + W_s} \times 100$$

25

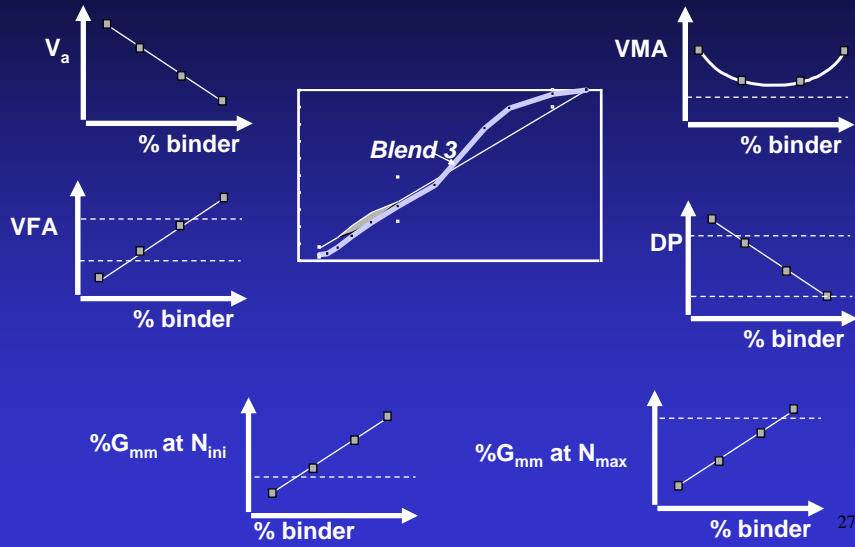
## Proprietà volumetriche

Blend	%AC	%Air	%VMA	%VFA	DP
1	4.3%	4.0%	12.7%	68.5%	0.86
2	4.5%	4.0%	13.0%	69.2%	0.78
3	4.0%	4.0%	13.5%	70.1%	0.88

La miscela 3 ha il minimo contenuto di legante (minor costo)

26

## Selection of Design Asphalt Binder Content



## Det della % ottima di legante

