

Le Linee Guida contengono elementi di dettaglio di tipo interpretativo o procedurale per facilitare l'utente nella dimostrazione di rispondenza ai requisiti normativi. Sono generalmente associate a Circolari. Dato il loro carattere non regolamentare, i contenuti delle Linee Guida (LG) non possono essere ritenuti di per se obbligatori. Quando l'utente interessato sceglie di seguire le indicazioni fornite nelle LG, ne accetta esplicitamente le implicazioni sul proprio impianto organizzativo da esse come risultante ed esprime il proprio forte impegno a mantenersi aderente ad esse ai fini della continua rispondenza al requisito normativo interessato. I destinatari sono invitati ad assicurare che le presenti Linee Guida siano portate a conoscenza di tutto il personale interessato.

# CATALOGO DELLE PAVIMENTAZIONI AEROPORTUALI

LINEE GUIDA

**SVILUPPATA DA:**

**DIREZIONE PIANIFICAZIONE E PROGETTI**

**Direttore: Ing. Franco CONTE**

**FUNZIONE ORGANIZZATIVA PROGETTI AEROPORTUALI STRUTTURE EDILI**

**Responsabile: Ing. Marco TROMBETTI**

**PROFESSIONISTA INCARICATO**

**Ing. Eugenio Di Maro**

**EMESSA DALLA DIREZIONE CENTRALE VIGILANZA TECNICA**

**Direttore: Dott. Roberto Vergari**



## Indice

### Riferimenti Regolamentari

#### Applicabilità

1. Premessa e scopo
2. DEFINIZIONI
3. FATTORI DEL DIMENSIONAMENTO
  - 3.1. TRAFFICO
  - 3.2. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI DI SOTTOFONDO
  - 3.3. CONDIZIONI CLIMATICHE
  - 3.4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
    - 3.4.1. Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato
    - 3.4.2. Strato di fondazione in misto cementato
    - 3.4.3. Conglomerati bituminosi per strato di base, binder ed usura tradizionali o con bitumi modificati
    - 3.4.4. Lastra in calcestruzzo
4. dimensionamento
5. IL CATALOGO
6. COSTO PARAMETRICO
7. ESEMPIO DI UTILIZZO DEL CATALOGO
8. Allegati

### Riferimenti Regolamentari

**Regolamento (CE) n. 2018/1139**

**Regolamento (UE) n. 139/2014 e relative CS/GM e AMC/GM**

**ICAO Annesso 14, Vol. I - Aerodrome design and operations - Eighth Edition, July 2018**

**ICAO Doc 9157 - Aerodrome Design Manual - Part 3: Pavements**

**FAA - Advisory Circular No 150/5320-6F - Airport Pavement Design and Evaluation**

**FAA - Advisory Circular No 150/5335-5C - Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength - PCN**

### APPLICABILITÀ

<b>APT</b>	<b>Gestori Aeroportuali</b>
<b>ATM</b>	<b>N.A.</b>
<b>EAL</b>	<b>N.A.</b>
<b>LIC</b>	<b>N.A.</b>
<b>MED</b>	<b>N.A.</b>
<b>NAV</b>	<b>N.A.</b>
<b>OPV</b>	<b>N.A.</b>
<b>SEC</b>	<b>N.A.</b>

## 1. PREMESSA E SCOPO

Il presente catalogo offre un ventaglio di soluzioni valide per le condizioni di traffico e ambientali tipiche dell'Italia, con l'obiettivo di fornire al progettista un riferimento nel dimensionamento delle pavimentazioni aeroportuali.

L'ambito di applicazione del presente Catalogo riguarda la progettazione delle nuove pavimentazioni flessibili, semirigide e rigide in calcestruzzo non armato, nonché delle medesime sottoposte ad interventi di manutenzione straordinaria che ne prevedono il totale rifacimento.

Esso presuppone l'impiego di materiali aventi le caratteristiche specificate nelle pagine che seguono ed è valido per tutto il territorio nazionale. Il progettista potrà scegliere direttamente una delle configurazioni proposte nel catalogo dopo aver verificato che essa sia, sotto tutti gli aspetti, la soluzione che meglio si presta a rappresentare il caso che sta trattando, oppure ispirarsi ad una di esse e poi affinarla, utilizzando metodi di calcolo sia empirici che razionali, se le condizioni di progetto - per esempio i materiali a disposizione, la composizione del traffico o la portanza del sottofondo - sono differenti da quelli qui considerati. La scelta della soluzione definitiva non potrà comunque prescindere da una attenta valutazione delle esigenze manutentive, nel periodo di durata strutturale previsto, delle diverse alternative considerate.

Preliminare alla redazione del Catalogo è stata la precisa definizione e determinazione dei parametri di base quali il traffico, la portanza del sottofondo, le caratteristiche dei materiali, le condizioni ambientali, nonché la scelta e messa a punto di criteri e metodi di calcolo.

Il presente catalogo, inoltre, fornisce anche una stima parametrica dei costi di costruzione di ciascuna tipologia di pavimentazione definita.

## 2. DEFINIZIONI

**Aggregato grosso:** è la frazione della miscela trattenuta al setaccio 4 mm.

**Aggregato fine:** è la frazione della miscela passante al setaccio 4 mm e trattenuta al setaccio 0,063 mm.

**Filler minerale:** è la frazione della miscela passante al setaccio 0,063 mm.

**Macro-regione:** area convenzionale in cui è stata suddivisa l'Italia, caratterizzata da una costanza del valore dei parametri di cui al successivo paragrafo 3. Ai fini del dimensionamento dei pacchetti sono state definite le tre macro-regioni:

- Nord (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Trentino Alto Adige, Valle d'Aosta e Veneto);
- Centro (Lazio, Marche, Sardegna, Toscana e Umbria);
- Sud (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia).

Invece, per la stima del loro costo parametrico sono state definite le 5 macro-regioni:

- Nord Est (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige e Veneto);
- Nord Ovest (Liguria, Lombardia, Piemonte e Valle d'Aosta);
- Centro (Lazio, Marche, Toscana e Umbria);
- Sud (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise e Puglia);
- Isole (Sardegna e Sicilia).

**Pavimentazione aeroportuale o sovrastruttura:** è la parte del corpo dell'infrastruttura costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e spessori diversi, aventi la funzione di sopportare le azioni indotte dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno di appoggio (sottofondo), nonché di garantire condizioni di sicurezza e confort durante le manovre.

**Sottofondo:** è il volume di terra al di sotto della pavimentazione stradale dove sono apprezzabili gli effetti delle sollecitazioni prodotte dai carichi aeroportuali. Il sottofondo deve garantire buone condizioni di portanza nelle diverse condizioni ambientali in cui può venire a trovarsi.

**Strato di fondazione:** è lo strato del pacchetto della pavimentazione a diretto contatto col sottofondo. Può essere realizzato con misto granulare stabilizzato (naturale o riciclato con materiali conformi alla normativa UNI EN 13242) e/o con misto cementato (per le specifiche fisico-meccaniche vedasi parr. 3.4.1 e 3.4.2).

**Strati bituminosi:** sono gli strati realizzati in conglomerato bituminoso a caldo (base, binder e tappeto di usura) soprastanti lo strato di fondazione.

- **Strato di base:** lo strato bituminoso al di sopra della fondazione, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, l'eventuale aggiunta di conglomerato di recupero (fresato), bitume e additivi (per le specifiche fisico-meccaniche vedasi par. 3.4.3).
- **Strato di binder:** lo strato bituminoso al di sopra dello strato di base, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, l'eventuale aggiunta di conglomerato di recupero (fresato), bitume e additivi (per le specifiche fisico-meccaniche vedasi par. 3.4.3).
- **Tappeto di usura:** lo strato bituminoso più superficiale a diretto contatto con i pneumatici degli aeromobili, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume e additivi (per le specifiche fisico-meccaniche vedasi par. 3.4.3).

### 3. FATTORI DEL DIMENSIONAMENTO

#### 3.1. TRAFFICO

Il Catalogo è organizzato per 10 livelli di traffico contraddistinti dal numero di decolli equivalenti dell' "aeromobile di progetto" avente il carrello principale costituito da due gambe di forza con ruote gemelle. Sul carrello principale grava un peso massimo di 800 KN (di conseguenza su ogni ruota gravano 200 KN) e gli pneumatici presentano una pressione di gonfiaggio di 1,28 MPa.

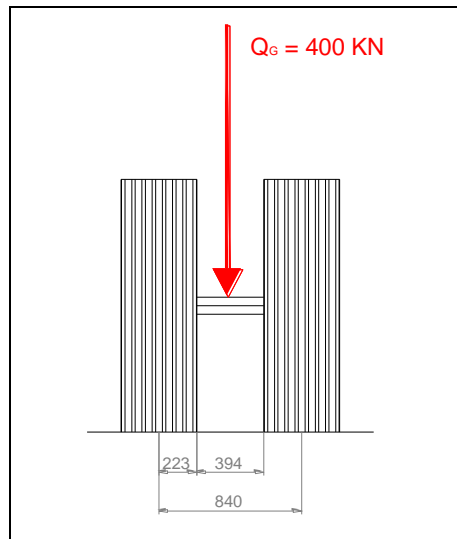


Fig. 3.1 - Configurazione carrello di progetto

Nella tabella 3.1. che segue viene riportata la stima della ripartizione del traffico medio stagionale tra le tre differenti macroregioni, derivante da un'analisi dei dati di traffico dell'ultimo decennio<sup>1</sup>, utilizzata per la verifica razionale delle pavimentazioni flessibili.

Stagione	Nord	Centro	Sud
Primavera	25,0%	25,0%	22,7%
Estate	28,6%	29,3%	35,8%
Autunno	25,4%	25,3%	24,6%
Inverno	21,0%	20,4%	16,9%

Tabella 3.1 – Movimenti medi stagionali

### 3.2. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI DI SOTTOFONDO

Il parametro scelto per caratterizzare la portanza del sottofondo è il CBR per le pavimentazioni flessibili, ed il Modulo di Reazione K per le pavimentazioni rigide.

In assenza di indagini specifiche, i citati parametri possono essere correlati tra loro ed al modulo elastico del terreno di sottofondo mediante le seguenti relazioni:

$$E_0 = 0,74 \cdot K^{1,284} \quad (2.1)$$

$$E_0 = 10,342 \cdot CBR \quad (2.2)$$

$$K = 8 \cdot CBR^{0,7788} \quad (2.3)$$

In presenza di terreni di scadente capacità portante, è indicato il ricorso ad interventi di bonifica del sottofondo al fine di garantire la conservazione della regolarità del piano di posa della sovrastruttura sotto il traffico di cantiere e di favorire il costipamento degli strati della pavimentazione.

<sup>1</sup> Fonte dati sito internet Assaeroporti.

### 3.3. CONDIZIONI CLIMATICHE

I dimensionamenti delle pavimentazioni di catalogo si riferiscono a condizioni climatiche differenti secondo il tipo di sovrastruttura per tener conto della diversa sensibilità delle varie soluzioni alle variazioni di temperatura.

Per le pavimentazioni flessibili e semirigide, tenuto conto che il conglomerato bituminoso è un materiale che presenta caratteristiche meccaniche diverse in relazione alla temperatura, si è fatto riferimento a situazioni climatiche medie che si verificano in Italia. A tal fine, il territorio Italiano è stato suddiviso in tre differenti macroregioni (NORD, CENTRO e SUD) e per ciascuna macroregione sono state definite (mediante un'analisi dei dati disponibili sul sito internet de Il Meteo) le temperature medie stagionali come riportato nella successiva tabella 3.2.

	Nord	Centro	Sud
Primavera	14,4	14,5	16,0
Estate	24,2	24,4	25,6
Autunno	14,9	16,7	19,4
Inverno	5,1	8,4	11,3

Tabella 3.2 – Temperature medie stagionali

Per le pavimentazioni rigide si è, invece, fatto riferimento alle condizioni climatiche dell'Italia Settentrionale per tener conto della maggiore sensibilità di questo tipo di sovrastruttura ai valori massimi di sollecitazione.

Si ricorda che le condizioni climatiche di riferimento sono quelle relative a zone la cui altitudine è inferiore ai 1000 m sul livello medio del mare. Al di sotto di tale quota, la profondità di penetrazione del gelo non supera lo spessore medio complessivo delle sovrastrutture stradali e quindi non è stato necessario prevedere provvedimenti particolari nella predisposizione delle soluzioni di Catalogo.

### 3.4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali da impiegarsi nelle sovrastrutture indicate nel presente Catalogo (conglomerati bituminosi per strati di usura, di collegamento e di base, misti granulari non legati, misti cementati e conglomerati cementizi) sono riportate nei sottoparagrafi che seguono.

#### 3.4.1. Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato

Lo strato di fondazione in misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di materiali non gelivi, priva di materie organiche e stabilizzata meccanicamente.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi puliti (privi di sostanze argillose, limose, materiale vegetale e altri materiali indesiderati), durevoli e resistenti, e devono derivare dalla frantumazione di inerti lapidei. Nella successiva tabella 3.3 i requisiti di accettazione degli aggregati.



FRAZIONE	PARAMETRO	SIMBOLO	NORMA	Unità di misura	VALORE
GROSSA	Quantità di frantumato			%	100 <sup>2</sup>
	Coefficiente LOS ANGELES	LA	UNI EN 1097/2	%	≤ 30
	Dimensione Massima	D <sub>MAX</sub>	UNI EN 933/1	mm	≤ 63
	Sensibilità al gelo	G	CNR 80/80	%	≤ 20
	Elementi piatti o allungati		ASTM D 693	%	0
	La perdita di tenacità al solfato di sodio dopo 5 cicli		ASTM C 88	%	≤ 12
FINE	Indice di plasticità	IP	CNR-UNI 10014	%	NP
	Limite liquido	WL	CNR-UNI 10014	%	≤ 25
	Equivalente in sabbia	ES	CNR 27/72	%	≤ 35
	Passante al setaccio 0,063 mm		CNR 75/80	%	≤ 6

Tabella 3.3 – Strato di fondazione in MGS – Requisiti di accettazione degli aggregati

La miscela finale deve presentare una curva granulometrica rientrante nel fuso di progetto indicato nella tabella 3.4, e deve avere un andamento continuo ed uniforme.

Dimensione Setaccio	Passante (%)
63	100
40	84-100
20	70-92
14	60-85
8	46-72
4	30-56
2	24-44
0,25	8-20
0,063	6-12

Tabella 3.4 - Fuso granulometrico MGS

### 3.4.2. Strato di fondazione in misto cementato

Ove previsto, lo strato sarà costituito da una miscela di inerti, cemento e acqua, uniformemente miscelati tra loro, steso e sagomato con uno mezzi meccanici e compattato con rulli secondo le successive specifiche in conformità alle previsioni progettuali.

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

a) **AGGREGATI:** L'aggregato, costituito da materiali granulari selezionati di ghiaia e/o pietrisco, dovrà essere privo di sostanze organiche e dovrà essere costituito da elementi duri e tenaci, prive di parti friabili, piatte e/o allungate.

L'aggregato potrà essere costituito da elementi di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella successiva tabella 3.5:

E' possibile l'impiego di aggregati riciclati, derivanti dalla frantumazione di calcestruzzo, purché soddisfino i requisiti stabiliti per l'aggregato vergine.

<sup>2</sup> La frazione grossa deve essere costituita per almeno il 90 % in peso di elementi con almeno due facce fratturate ed il 100 % con almeno una faccia fratturata. Un elemento presenta due facce contigue fratturate se l'angolo tra i piani è di almeno 30°. L'area di ogni faccia deve essere pari almeno al 75 per cento della più piccola area dell'elemento.

FRAZIONE	PARAMETRO	NORMATIVA	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	VALORE
<b>GROSSA</b>	Los Angeles	CNR 34/73	LA	%	≤ 30
	Micro Deval Umida	CNR 109/85	MDU	%	≤ 25
	Quantità di frantumato			%	≥ 40
	Dimensione max	CNR 23/71	D <sub>MAX</sub>	mm	30
	Sensibilità al gelo	CNR 80/80		%	≤ 30
	Passante al setaccio 0.063	CNR 75/80		%	≤ 1
	Perdita di tenacità al solfato di sodio	ASTM C88		%	10
	Perdita di tenacità al solfato di magnesio	ASTM C88		%	13
	Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84		%	≤ 1
	Contenuto di rocce degradabili	CNR 104/84		%	≤ 1
	Contenuto di rocce solfatiche	CNR 104/84		%	≤ 1
	Contenuto di rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84		%	≤ 1
<b>FINE</b>	Equivalente in sabbia	CNR 27/72	ES	%	30 - 60
	Indice di plasticità	CNR-UNI 10014	IP	%	NP
	Limite Liquido	CNR-UNI 10014	WL	%	≤25
	Contenuto in ione SO4			%	≤1
	Contenuto di sostanze organiche			%	≤1

Tabella 3.5 – Strato di fondazione in MC – Requisiti di accettazione degli aggregati

b) **CEMENTO**: dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325 tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente.

Il contenuto di cemento è dell'ordine 2,5% ÷ 5% in peso dell'inerte asciutto, in particolare è dell'ordine del 2,5% ÷ 3,5% per pavimentazioni semirigide ed è dell'ordine del 3,5% ÷ 5% per pavimentazioni rigide.

In ogni caso il contenuto ottimale di cemento andrà determinato nell'ambito dello studio della miscela al fine di ottenere le resistenze minime richieste.

c) **ACQUA**: dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento derivante dallo studio della miscela.

### CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA

La miscela dovrà presentare una curva granulometrica continua e rientrante nel fuso di cui alla tabella 3.6.

Dimensioni aggregato	Passante (%)
40 mm	100
31,5 mm	90 - 100
20 mm	70 - 90
14 mm	58 - 78
8 mm	43 - 61
4 mm	28 - 44
2 mm	18 - 32
0,5 mm	9 - 20
0,125 mm	6 - 13
0,063 mm	5 - 10

Tabella 3.6 - Fuso granulometrico Misto Cementato

La resistenza a compressione a 7 giorni di stagionatura dovrà essere compresa tra 2,5 MPa e 4,5 MPa, nel caso di pavimentazioni semirigide, ovvero tra 4 MPa e 7 MPa, nel caso di pavimentazioni rigide.

La resistenza a trazione indiretta a 7 giorni di stagionatura, testata in laboratorio secondo la Prova Brasiliana, dovrà essere compresa tra 0,3 MPa e 0,45 MPa, nel caso di pavimentazioni semirigide, ovvero tra 0,45 MPa e 0,85 MPa, nel caso di pavimentazioni rigide.

### 3.4.3. Conglomerati bituminosi per strato di base, binder ed usura tradizionali o con bitumi modificati

Le specifiche riportate nel presente paragrafo riguardano il conglomerato bituminoso per la formazione degli strati di base, binder ed usura (confezionato in stabilimento).

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

a) **AGGREGATO:** costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di inerti lapidei, con o senza sabbia naturale o altro materiale fine, inoltre deve essere costituito da elementi tenaci, resistenti e durevoli, puliti in modo da assicurare un'adesione con il legante bituminoso e privi di sostanze organiche e di altre sostanze indesiderate.

Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 3.7.

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA  $\geq$  43, pari almeno al 30% del totale.

Se è necessaria l'aggiunta di filler, oltre a quello naturalmente presente nella miscela, questo, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, in ogni caso deve soddisfare i requisiti di ASTM D 242 ovvero indicati nella Tabella 3.8.

FRAZIONE	PARAMETRO	NORMATIVA	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	BASE	VALORE BINDER	USURA
GROSSA	Los Angeles	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	≤ 25	≤ 20
	Micro Deval Umida	CNR 109/85	M <sub>DE</sub>	%	≤ 20	≤ 20	≤ 15
	Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	C	%	≥ 90 <sup>3</sup>	100	100
	Sensibilità al gelo	CNR 80/80	G	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
	Spogliamento in acqua a 40 °C	CNR 138/92		%	≤ 5	≤ 5	0
	Passante al setaccio 0,063	CNR 75/80	f	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
	Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 15	≤ 15	≤ 15
	Porosità	CNR 65/78		%		≤ 1,5	≤ 1,5
	Resistenza alla levigatezza CLA	EN 1097-8	LV		--	--	≥ 44
	Perdita di tenacità al solfato di sodio dopo 5 cicli	ASTM C88		%	10	10	10
	Perdita di tenacità al solfato di magnesio dopo 5 cicli	ASTM C88 UNI	MS	%	13 18	13 18	13 18
	Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose;	CNR 108/84		%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Contenuto di rocce degradabili	CNR 104/84		%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	
FINE	Los Angeles	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
	Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥ 60	≥ 60	≥ 75
	Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	IP	%	NP	≤ 6	≤ 6
	Limite Liquido	CNR-UNI 10014	WL	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
	Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	≤ 18	≤ 18	≤ 18
	Quantità di frantumato	CNR 109/85		%	---	≥ 40	≥ 70
	Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84		%	≤ 1	---	---
Contenuto di rocce degradabili	CNR 104/84		%	≤ 1	---	---	
FILLER	Spogliamento in acqua	CNR 138/92		%		≤ 5	≤ 5
	Passante al setaccio 0,125	UNI EN 933-10		%	≥ 85	≥ 85	≥ 85
	Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-10		%	≥ 70	≥ 70	≥ 70
	Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	IP		NP	NP	NP
	Vuoti Rigid	UNI	V	%		28-45	28-45
	Potere rigid.	CNR122/88	DPA	°C		Vedi tab. succ.	Vedi tab. succ.

Tabella 3.7 – Strato di base, binder ed usura in CLB – Requisiti di accettazione degli aggregati

<sup>3</sup> Per pavimentazioni progettate per pesi massimi non inferiori a 27.200 kg, l'aggregato deve contenere almeno il 70 % in peso di elementi aventi due o più facce fratturate, invece per pavimentazioni progettate per pesi massimi inferiori a 27.200 Kg detta percentuale scende al 50 %. Due facce contigue possono essere considerate separate se l'angolo tra i piani delle fratture è di almeno 30 gradi.

Rapporto Filler/Bitume	Potere rigidificante
1,5	≥ 5
2,0	≥ 12
2,5	≥ 25
3,0	≥ 40

Tabella 3.8

- b) **LEGANTE:** deve essere costituito da bitume modificato (bitume semisolido contenente polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche) per le zone sottoposte al transito/sosta degli aeromobili, ovvero da bitume semisolido (tal quale).

Nelle successive tabelle 3.9 e 3.10 sono riportate le caratteristiche dei bitumi tal quale del tipo 50/70 oppure 70/100 (da utilizzarsi a seconda della temperatura media della zona di impiego, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate) e del bitume modificato del tipo A o del tipo B (da utilizzarsi a seconda della temperatura media della zona di impiego)

PARAMETRO	NORMATIVA	UNITA' DI MISURA	VALORE	
			50/70	70/100
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	dmm	50 – 70	70 – 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	45 – 60	40 – 60
Punto di rottura Frass	UNI EN12593	°C	≤ - 6	≤ - 8
Ritorno elastico a 25 °C		%	--	--
Solubilità	UNI EN12592	%	≥ 99	≥ 99
Stabilità allo stoccaggio tube test		°C	--	--
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13072-2	Pa*s	0,03 – 0,1	0,02 – 0,1
<b>Valori dopo RTFOP – Rolling Thin Film Oven Test</b>				
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN1426	%	≥ 40	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 9	≤ 9

Tabella 3.9 – Strato di base, binder ed usura in CLB – Requisiti di accettazione del bitume tradizionale

PARAMETRO	NORMATIVA	UNITA' DI MISURA	VALORE		
			Base Modificata	SOFT	HARD
Penetrazione a 25 °C	EN1426	dmm	80 – 100	50 – 70	50 – 70
Punto di rammollimento	EN1427	°C	40 – 60	60 – 80	70 – 90
Punto di rottura Frass	EN12593	°C	≤ - 8	≤ - 10	≤ - 12
Ritorno elastico a 25 °C		%	--	≥ 70	≥ 80
Solubilità	EN12592	%		≥ 99	≥ 99
Stabilità allo stoccaggio tube test		°C	--	≤ 3	≤ 3
Viscosità dinamica a 160 °C	UNIEN 13302	Pa*s	0,01 – 0,1	0,1 – 0,35	0,15 – 0,4
<b>Valori dopo RTFOP – Rolling Thin Film Oven Test</b>					
Penetrazione residua a 25 °C	EN1426	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	EN1427	°C	≤ 9	≤ 8	≤ 5

Tabella 3.10 – Strato di base, binder ed usura in CLB – Requisiti di accettazione del bitume modificato

## CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela, progettata secondo quanto previsto nel capitolo 5 del *Asphalt Institute's Manual Series No. 2 (MS-2) - Mix Design Methods for Asphalt Concrete - sesta edizione*, deve soddisfare i requisiti riportati nelle successive tabelle da 3.11 a 3.14. In particolare:

- Nella tabella 3.11 sono specificati i fusi granulometrici<sup>4</sup> della miscela in funzione dello strato, riferita al peso degli aggregati, e la percentuale di bitume.
- Nella tabella 3.12 e 3.13 sono specificati i limiti dei parametri Marshall di progetto dei conglomerati bituminosi tradizionali e con bitume modificato.
- Nella tabella 3.13 sono specificati i limiti dei parametri volumetrici di progetto dei conglomerati bituminosi tradizionali e con bitume modificato.

Base		Binder		Usura	
D Aggregato (mm)	% passante	D Aggregato (mm)	% passante	D Aggregato (mm)	% passante
45	100	31,5	100		
31,5	87 - 100	22,4	90 - 100	16	100
22,4	72 - 90	16	78 - 94	12,5	90 - 100
16	55 - 78	12,5	66 - 86	8	70 - 88
8	36 - 60	8	52 - 72	4	40 - 58
4	25 - 48	4	34 - 54	2	25 - 38
2	18 - 38	2	25 - 40	0,5	10 - 20
0,5	8 - 21	0,5	10 - 22	0,25	8 - 16
0,25	5 - 16	0,25	6 - 16	0,063	6 - 10
0,063	4 - 8	0,063	4 - 8		
<b>Percentuale di bitume</b>					
	3,8 – 5,2		4,1 - 5,5		4,5 – 6,1

Tabella 3.11 – Fusi granulometrici

Nelle miscele per lo stato di base e binder è possibile utilizzare inerti da riciclo nella percentuale in peso massima del 30 %, a condizione che la miscela riciclata risultante soddisfi tutti i requisiti specificati per le miscele vergini.

TEST	Unità di misura	BASE	BINDER	USURA
Costipamento	n. colpi	75	75	75
Stabilità	KN	>8	>10	>11
Rigidezza	KN/mm	>2,5	3 - 4,5	3 - 4,5
Vuoti residui	%	4 - 7	4 - 6	3 - 6
Perdita di stabilità dopo 15 gg di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>			>0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>			>70

Tabella 3.12 – Conglomerati bituminosi tradizionali – parametri Marshall di progetto

<sup>4</sup> Il diametro massimo degli inerti non dovrà eccedere un terzo dello spessore dello strato

TEST	Unità di misura	BASE	BINDER	USURA
Costipamento	n. colpi	75	75	75
Stabilità	KN	>9	>11	>12
Rigidezza	KN/mm	2,5 – 4,0	3 - 4,5	3,5 - 5
Vuoti residui	%	6 - 8	4 - 6	3 - 5
Perdita di stabilità dopo 15 gg di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>			>0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>			>70

Tabella 3.13 – Conglomerati con bitume modificato – parametri Marshall di progetto

Parametro	Condizioni di prova									% VUOTI
	BASE			BINDER			USURA			
Pressione verticale (kPa)	600			600			600			
Angolo di rotazione	1,25° ± 0,02			1,25° ± 0,02			1,25° ± 0,02			
Velocità di rotazione (giri/min)	30			30			30			
Diametro provino (mm)	150			100			100			
Bitume	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	
N. giri N1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11 - 15
N. giri N2	100	110	120	100	110	120	120	130	140	3 - 6
N. giri N3	180	190	200	180	190	200	210	220	230	>2
Caratteristiche meccaniche										
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (N/mm <sup>2</sup> ) (*)	0,72 – 1,4	0,95 – 1,70		0,72 – 1,4	0,95 – 1,70		0,72 – 1,4	0,95 – 1,70		
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (N/mm <sup>2</sup> ) (*)	≥65	≥75		≥65	≥75		≥65	≥75		
(*) Provini compattati ad N3										

Tabella 3.14 – Conglomerati bituminosi – parametri volumetrici di progetto

### 3.4.4. Lastra in calcestruzzo

Le pavimentazioni rigide sono costituite da un insieme di lastre in calcestruzzo, prive di armatura strutturale, la cui compartecipazione è assicurata da un sistema di giunti longitudinali e trasversali. I giunti, inoltre, consentono di controllare le deformazioni del calcestruzzo limitando le sollecitazioni di origine meccanica termica ed igrometrica.

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

**CEMENTO:** deve essere utilizzato un cemento a basso calore di idratazione al fine di limitare gli effetti del ritiro. Saranno pertanto preferiti cementi di tipo pozzolanico.

I cementi utilizzati nel confezionamento dei calcestruzzi per pavimentazioni dovranno essere dotati della “Dichiarazione di Prestazione” e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/201.

**AGGREGATI:** Gli aggregati da utilizzare nel confezionamento dei calcestruzzi per pavimentazioni, dotati di marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 12620 con criterio di conformità di tipo 2+ e nel rispetto dei requisiti previsti dalla norma UNI 8520/2, sono costituiti da elementi lapidei integri o frantumati, naturali o artificiali, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo.

Gli aggregati devono possedere le caratteristiche fondamentali indicate nel prospetto 1 della Norma UNI 8520-97 parte 2a per la categoria A.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati<sup>5</sup>, da elementi naturali a spigoli vivi.

Per tutte le pezzature impiegate sono inoltre valide le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di forma  $\geq 0,15$  (UNI 8520/18);
- assorbimento di umidità degli aggregati  $\leq 1$  % (UNI 8520/16);
- coefficiente di abrasione Los Angeles  $\leq 30$  % (UNI 8520/19).

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso riportato in Tabella 3.15.

Dimensioni aggregato (mm)	Passante (%)
8	100
4 mm	90 - 100
2 mm	65 - 90
1 mm	45 - 75
0,5 mm	22 - 46
0,25 mm	7 - 25
0,125 mm	0 - 5

Tabella 3.15 - Fuso granulometrico Calcestruzzo

**Acqua d'impasto:** deve ottemperare alle prescrizioni della norma UNI EN 1008.

**Additivi:** aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità in massa rispetto al cemento, inducono le richieste modifiche delle proprietà del calcestruzzo. In funzione delle caratteristiche della pavimentazione da realizzare e delle condizioni ambientali al momento del getto possono essere impiegate le seguenti tipologie di additivi:

- *Superfluidificanti o riduttori d'acqua;*
- *Ritardanti o acceleranti* (da utilizzarsi in aggiunta e non in sostituzione ad un normale additivo superfluidificante);
- *Additivi ad azione mista;*
- *Aeranti;*
- *Riduttori di ritiro (SRA - "Shrinkage Reducing Admixtures");*
- *Espansivi non metallici.*

**Aggiunte minerali:** utilizzate nel calcestruzzo allo scopo di migliorarne alcune proprietà o di ottenere proprietà speciali, sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- aggiunte praticamente inerti (Tipo I);
- aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente (Tipo II).

Le aggiunte di Tipo I devono essere dotate di marcatura CE ai sensi della UNI EN 12620 e rispettare i requisiti previsti per i filler nella UNI 8520/2.

<sup>5</sup> Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.



Le aggiunte di Tipo II, utilizzabili nei calcestruzzi per pavimentazioni, possono essere:

- ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450;
- fumi di silice conformi alle norme UNI EN 13263/1 e UNI EN 13263/2;
- loppe d’altoforno conformi alla UNI EN 15167-1.

### **CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA**

Il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianti dotati di un Sistema di Controllo della Produzione (FPC) predisposto in conformità a quanto previsto dalle Linee Guida Ministeriali e certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

Il Progettista dovrà prescrivere il calcestruzzo specificandone, quantomeno, le seguenti caratteristiche principali:

**Classe di resistenza:** non può essere inferiore alla C35/45 e la resistenza media a trazione per flessione non dovrà comunque essere inferiore a 5 MPa.

**Classe di esposizione ambientale.**

**Lavorabilità:** il valore ottimale della consistenza da mantenere durante la produzione del calcestruzzo verrà stabilito dalla D.L. in funzione della metodologia di stesa impiegata, dopo aver eseguito la strisciata di prova.

**Dosaggio di cemento:** il dosaggio, il tipo e la classe di cemento da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele. In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 300 kg/m<sup>3</sup>.

**Il rapporto acqua-cemento (a/c)** delle miscele sarà stabilito in modo da garantire il raggiungimento della resistenza meccanica e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele sia allo stato fresco che indurito. In ogni caso il rapporto a/c non dovrà superare il valore di 0.50. Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta. Pertanto bisognerà tenere conto dell’umidità degli aggregati al momento dell’impasto, sia che essa sia in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati, in fase di qualificazione, secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a.

Qualora, gli elaborati progettuali richiedano l’impiego di un additivo aerante, dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d’aria aggiunta specificato in Tabella 10A.3. Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela.

Diametro massimo dell’aggregato (mm)	Aria Aggiunta (%)
32	4
16	5
8	6

## **4. DIMENSIONAMENTO**

Il dimensionamento delle pavimentazioni inserite in Catalogo è stato effettuato sia con metodi empirico - teorico che con metodi razionali.

I metodi adottati sono quelli indicati dalla FAA nella circolare relativa al dimensionamento delle pavimentazioni (AC 150/5320 6F) ed in quella relativa alla determinazione del PCN (AC

150/5335 5C)

Inoltre, per il dimensionamento razionale si è fatto ricorso anche a specifiche procedure di analisi strutturale e specifici criteri di verifica a rottura per fatica. Il modello strutturale adottato è stato quello del Westergard, per le pavimentazioni rigide, e quello del multistrato elastico, per le pavimentazioni flessibili e semirigide. Per quest'ultimo, in particolare, ci si è ispirati all'algoritmo indicato della circolare UFC 3-260-02 del DEPARTMENT OF THE ARMY della U.S. Army Corps of Engineers, opportunamente adattata per tener conto delle peculiarità italiane.

Mediante il software BISAR, sviluppato dalla Shell Research, sono state calcolate le tensioni, le deformazioni e gli spostamenti in prefissati punti del multistrato elastico sottoposto ai due carichi uniformemente distribuiti su impronte circolari di cui al par. 3.1. Le tensioni e le deformazioni così determinate hanno costituito i parametri di ingresso delle leggi di fatica (leggi di decadimento) relative a ciascun materiale, ossia delle relazioni che hanno permesso di determinare il numero di ripetizioni di carico ammissibile secondo un meccanismo che porta al collasso dell'infrastruttura per progressiva riduzione del livello di servizio.

I parametri di calcolo e le leggi di fatica impiegate sono stati scelti facendo riferimento alle prescrizioni normative, alla letteratura scientifica e alla esperienze sperimentali più recenti.

## 5. IL CATALOGO

Nel catalogo, in funzione della categoria del sottofondo e del numero totale di decolli equivalenti che si prevede possano esserci nel corso della vita utile (20 anni), sono riportati gli spessori e i materiali costituenti i diversi strati della pavimentazione.

Il numero di decolli equivalenti del singolo aeromobile costituente la MIX di traffico è ottenuto mediante la seguente espressione:

$$TC_{EQi} = (TC_i \times 0,8^{(M-N)}) \sqrt{W_i/W} \quad (4.1)$$

In cui:

- $TC_{EQi}$  è il numero di decolli equivalenti dell'aereo di progetto;
- $TC_i$  è il numero di decolli dell'aereo costituente la MIX di traffico;
- $M$  è il numero di ruote della gamba di forza del carrello principale dell'aereo di progetto (due);
- $N_i$  è il numero di ruote della gamba di forza del carrello principale dell'aereo costituente la MIX di traffico;
- $W$  è il peso gravante sulla singola ruota della gamba di forza del carrello principale dell'aereo di progetto (20 KN);
- $W_i$  è il peso gravante sulla singola ruota della gamba di forza del carrello principale dell'aereo costituente la MIX di traffico;

Pertanto il numero totale di decolli equivalenti sarà dato da:

$$TC_{EQ} = \sum_i TC_{EQi} = \sum_i (TC_i \times 0,8^{(M-N)}) \sqrt{W_i/W} \quad (4.2)$$

Si fa presente che per le pavimentazioni rigide non armate è previsto l'impiego di barre di

compartecipazione aventi lunghezza uguale a 500 mm e poste ad interasse di 300 mm.

## **6. COSTO PARAMETRICO**

Il presente catalogo fornisce, per ciascuna delle cinque macro-regioni in cui è stata suddivisa l'Italia anche una stima del costo unitario (costo a m<sup>2</sup>) di ciascun pacchetto di pavimentazione. Detti valori, ottenuti applicando alle singole quantità il prezzo unitario desumibile dai prezzi regionali e delle Camere di Commercio (ove non disponibili nei prezzi regionali), sono al netto delle spese per l'esecuzione degli scavi ovvero dei rilevati.

## **7. ESEMPIO DI UTILIZZO DEL CATALOGO**

Occorre redigere uno studio di fattibilità tecnico-economico per una nuova pista di volo di un aeroporto ubicato in Campania. Dai dati del MPA, applicando le relazioni 4.1 e 4.2 di cui al paragrafo precedente, è stato ricavato un numero di decolli equivalenti all'aereo di progetto nel corso della vita utile di 20 anni pari a 700.000, inoltre da indagini geotecniche risulta che il sottofondo presenta un CBR pari a 11.

Dalle schede di catalogo delle pavimentazioni flessibili, di cui all'allegato B, intersecando la riga  $525.600 < N \leq 788.400$  con la colonna  $10 \leq \text{CBR} < 12$  si ottiene il pacchetto n. 3 costituito da: usura in clb da 5 cm, binder in clb da 8 cm, base in clb da 16 cm, fondazione in MC da 25 cm e sottofondazione in MGS da 25 cm.

Dall'allegato D, intersecando la riga Pacchetto 3 con la colonna Sud si ottiene il costo unitario pari ad €/m<sup>2</sup> 76,00.

Volendo realizzare le testate della pista in pavimentazione rigida mediante la precedente relazione 2.3 si ricava la portanza del sottofondo espressa in termini di modulo di reazione e pari a 50 MN/m<sup>3</sup>.

Analogamente al caso precedente, dalle schede di catalogo delle pavimentazioni rigide, di cui all'allegato C, intersecando la riga  $525.600 < N \leq 788.400$  con la colonna  $50 \leq K < 60$  si ottiene il pacchetto n. 3 costituito da: una lastra da 40 cm in cls soprastante una fondazione in MC da 30 cm ed una sottofondazione in MGS da 30 cm.

Dall'allegato C, intersecando la riga Pacchetto 3 con la colonna Sud si ottiene il costo unitario pari ad €/m<sup>2</sup> 101,00.

## **8. ALLEGATI**

Allegato A – SCHEDE DI CATALOGO PAVIMENTAZIONI RIGIDE

Allegato B – SCHEDE DI CATALOGO PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI

Allegato C – COSTO PARAMETRICO PAVIMENTAZIONI RIGIDE

Allegato D - COSTO PARAMETRICO PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI

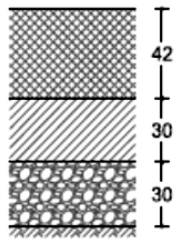
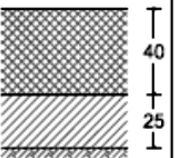
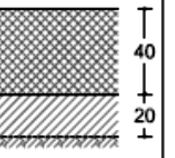
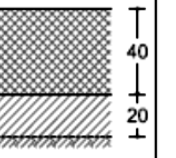
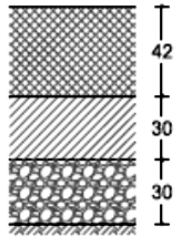
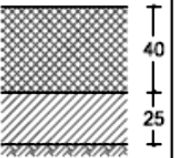
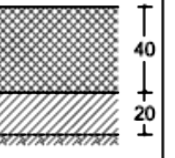
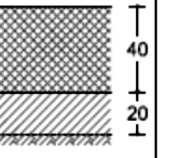
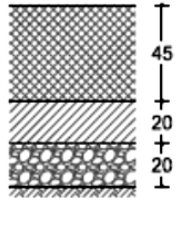
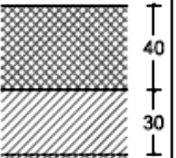
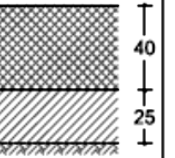
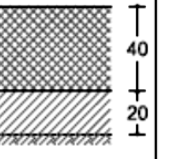
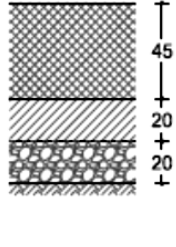
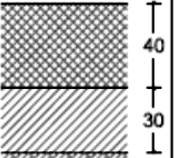
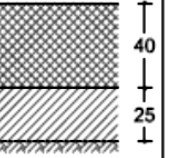
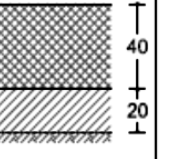
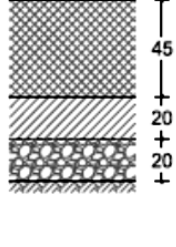
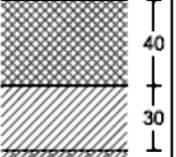
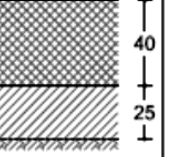
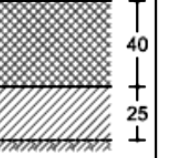
Allegato E – MODULO DI DEFORMAZIONE MISTO CEMENTATO PAVIMENTAZIONE SEMIRIGIDA

Pagina intenzionalmente bianca

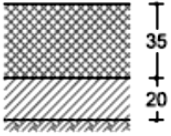
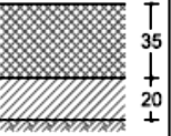
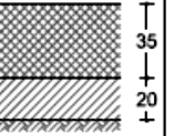
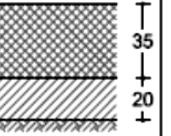
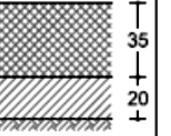
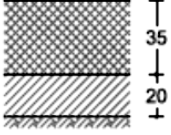
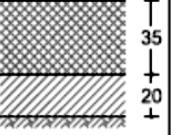
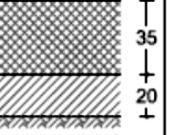
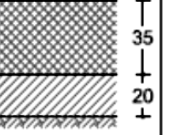
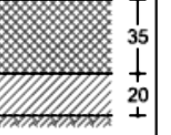


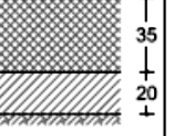
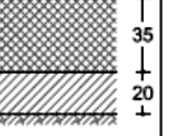
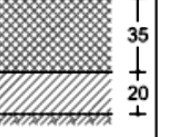
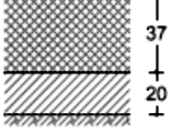
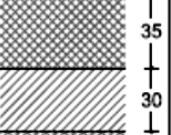
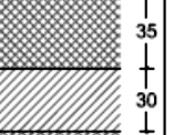

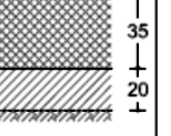
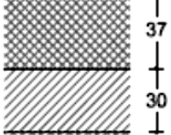

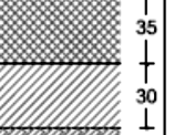
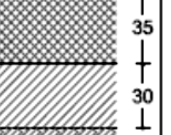
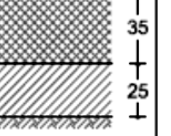
ALLEGATO A

NUMERO DECOLLI EUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	K < 50	50≤K<60	60≤K<70	70≤K<80	80≤K<90
N ≤ 65,700	SOTTOFONDO NON ADEGUATO AL TIPO ED ENTITA' DI TRAFFICO (PREVEDERE BONIFICA)				
65,700 < N ≤ 262,800					
262,800 < N ≤ 525,600					
525,600 < N ≤ 788,400					
788,400 < N ≤ 1.182,600					

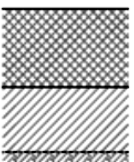
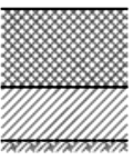
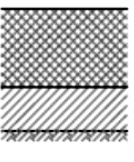
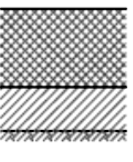
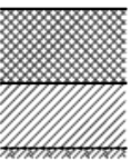
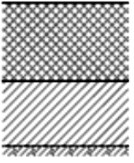
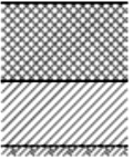
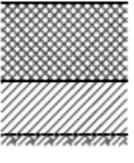
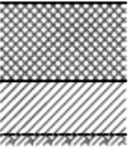
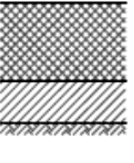
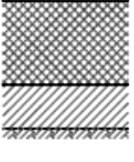
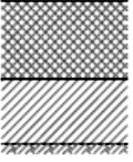
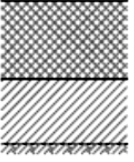
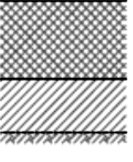
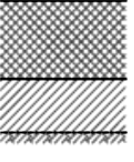
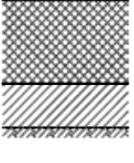
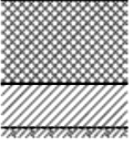
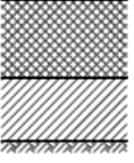
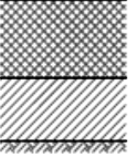
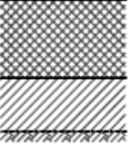
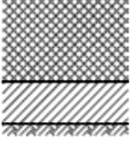
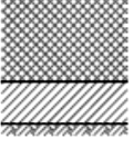
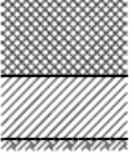
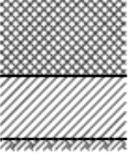
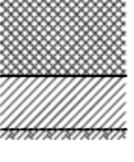
ALLEGATO A

NUMERO DECOLLI EUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	K < 50	50≤K<60	60≤K<70	70≤K<80	80≤K<90
1.182,600<N≤1.576,800	SOTTOFONDO NON ADEGUATO AL TIPO ED ENTITA' DI TRAFFICO (PREVEDERE BONFICA)				
1.576,800<N≤1.839,600					
1.839,600<N≤2.102,400					
2.102,400<N≤2.365,200					
2.365,200<N≤2.628,000					
		2	5	6	6
		2	5	6	6
		1	4	5	6
		1	4	5	6
		1	4	5	5

ALLEGATO A

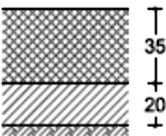
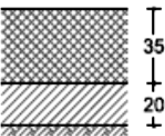
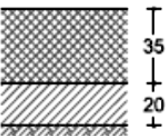
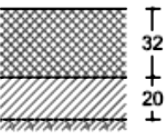
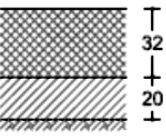
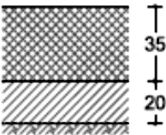
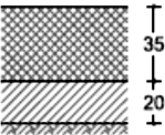
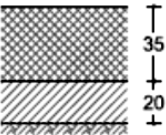
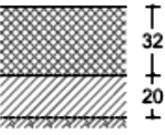
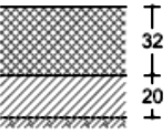
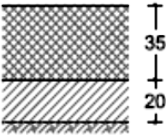
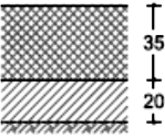
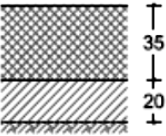
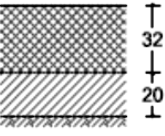
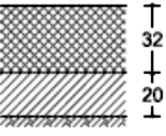
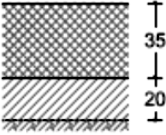
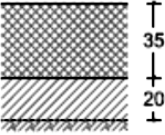
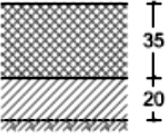
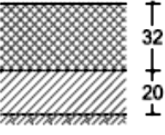
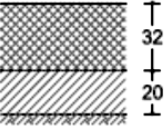

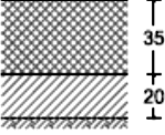
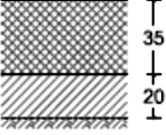
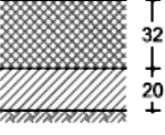
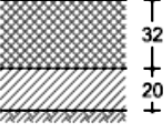
NUMERO DECOLLI EQUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$90 \leq K < 100$	$100 \leq K < 110$	$110 \leq K < 120$	$120 \leq K < 130$	$130 \leq K < 140$
$N \leq 65,700$					
$65,700 < N \leq 262,800$					
$262,800 < N \leq 525,600$					
$525,600 < N \leq 788,400$					
$788,400 < N \leq 1,182,600$					

ALLEGATO A

NUMERO DECOLLI EUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$90 \leq K < 100$	$100 \leq K < 110$	$110 \leq K < 120$	$120 \leq K < 130$	$130 \leq K < 140$
1.182,600 < N ≤ 1.576,800					
1.576,800 < N ≤ 1.839,600					
1.839,600 < N ≤ 2.102,400					
2.102,400 < N ≤ 2.365,200					
2.365,200 < N ≤ 2.628,000					



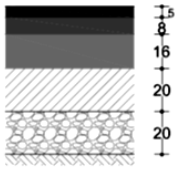
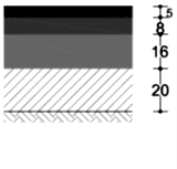
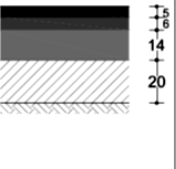
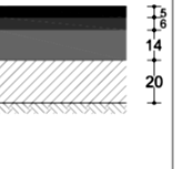
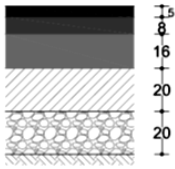
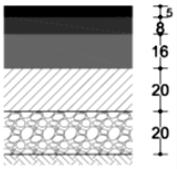
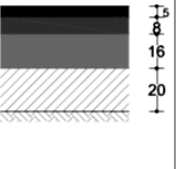
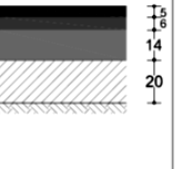
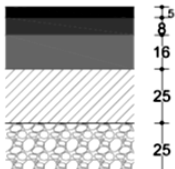
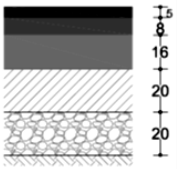
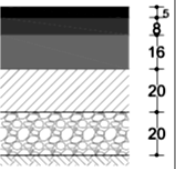
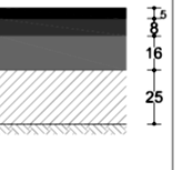
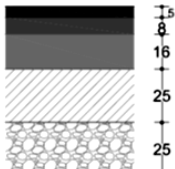
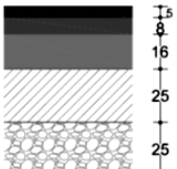
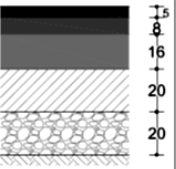
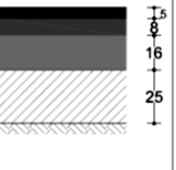
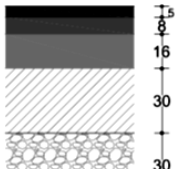
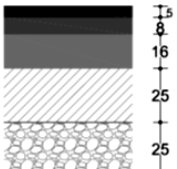
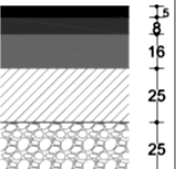
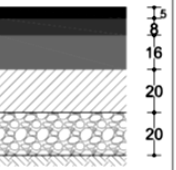
ALLEGATO A

NUMERO DECOLLI EUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$140 \leq K < 160$	$160 \leq K < 180$	$180 \leq K < 200$	$200 \leq K < 220$	$K = 220$
$N \leq 65,700$					
	12	12	12	13	13
$65,700 < N \leq 262,800$					
	12	12	12	13	13
$262,800 < N \leq 525,600$					
	12	12	12	13	13
$525,600 < N \leq 788,400$					
	12	12	12	13	13
$788,400 < N \leq 1,182,600$					
	11	12	12	13	13

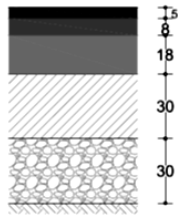
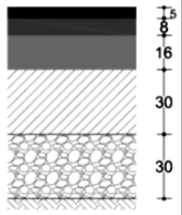
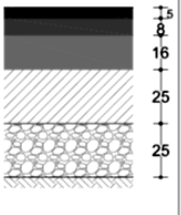
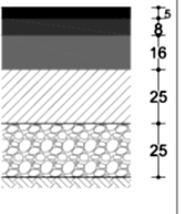
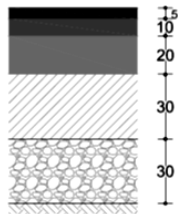
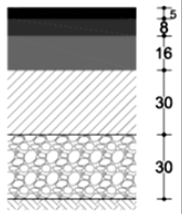
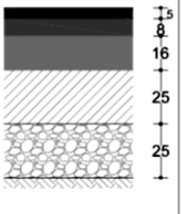
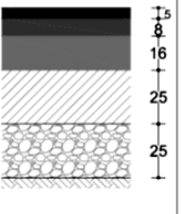
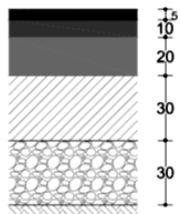
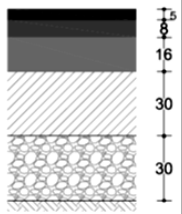
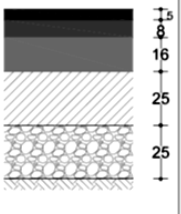
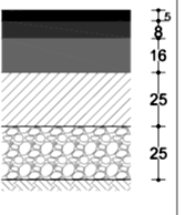
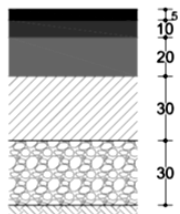
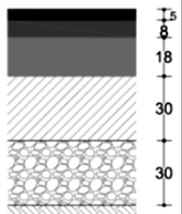
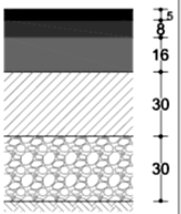
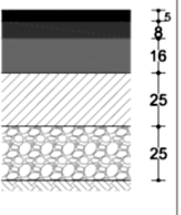
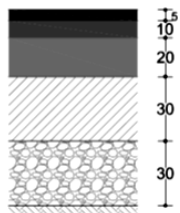
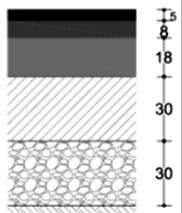
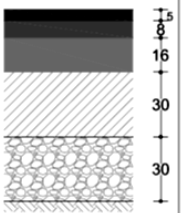
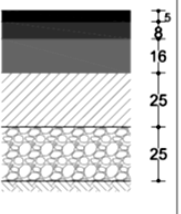
ALLEGATO A

NUMERO DECOLLI EUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$140 \leq K < 160$	$160 \leq K < 180$	$180 \leq K < 200$	$200 \leq K < 220$	$K=220$
1.182,600 < N ≤ 1.576,800					
1.576,800 < N ≤ 1.839,800					
1.839,800 < N ≤ 2.102,400					
2.102,400 < N ≤ 2.365,200					
2.365,200 < N ≤ 2.628,000					

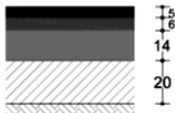
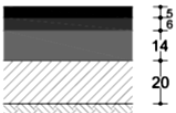
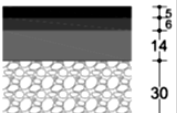
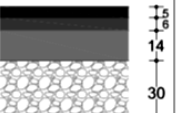
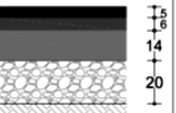
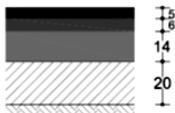
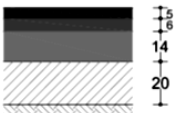
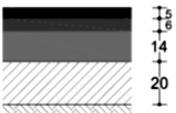
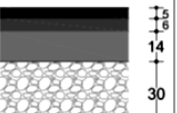




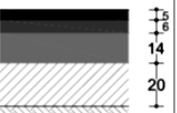











ALLEGATO B

NUMERO DECOLLI EQUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	CBR < 8	8 ≤ CBR < 10	10 ≤ CBR < 12	12 ≤ CBR < 14	14 ≤ CBR < 16
N ≤ 65.700	SOTTOFONDO NON ADEGUATO AL TIPO ED ENTITA' DI TRAFFICO (PREVEDERE BONIFICA)				
65.700 < N ≤ 262.800					
262.800 < N ≤ 525.600					
525.600 < N ≤ 788.400					
788.400 < N ≤ 1.182.600					

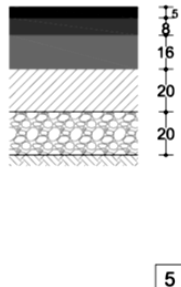
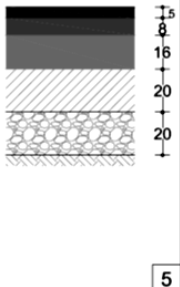
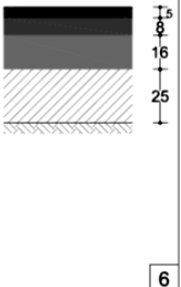
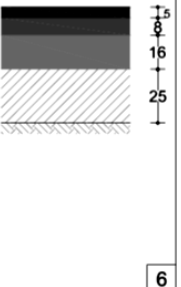
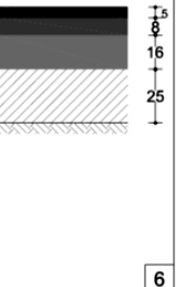
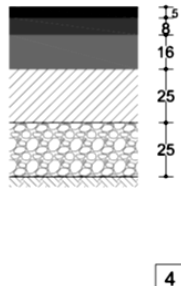
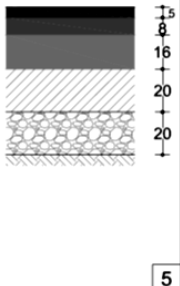
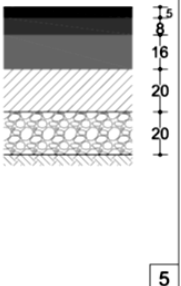
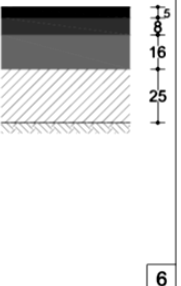
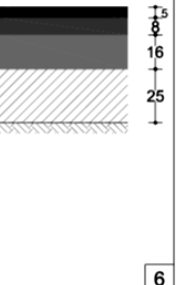
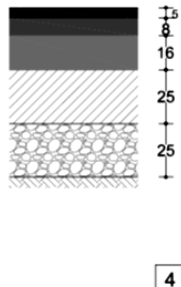
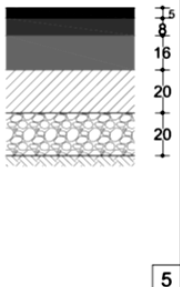
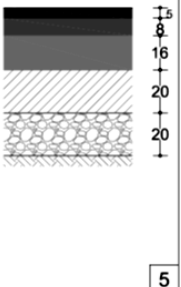
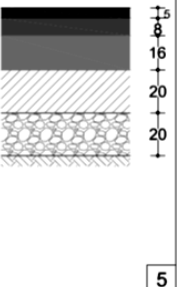
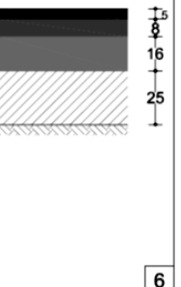
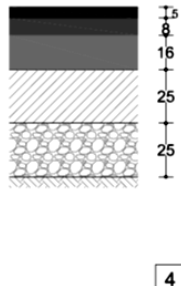
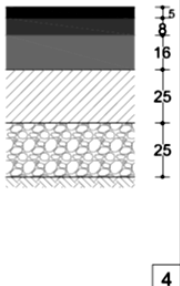
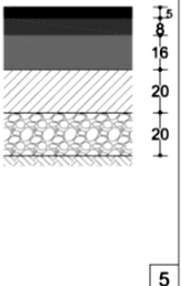
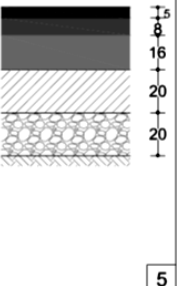
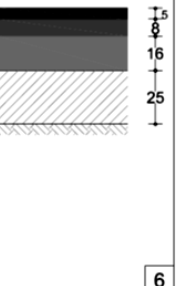
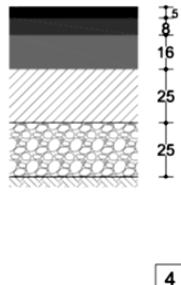
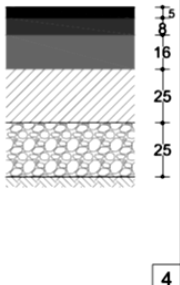
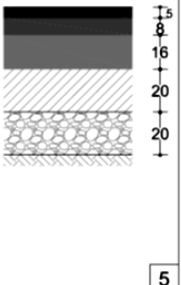
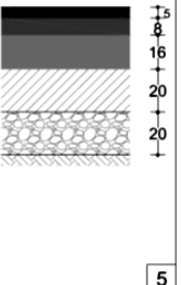
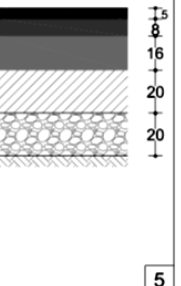
ALLEGATO B

NUMERO DECOLLI EQUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	CBR < 8	8 ≤ CBR < 10	10 ≤ CBR < 12	12 ≤ CBR < 14	14 ≤ CBR < 16
1.182.600 < N ≤ 1.576.800	SOTTOFONDO NON ADEGUATO AL TIPO ED ENTITA' DI TRAFFICO (PREVEDERE BONIFICA)				
		2	3	4	4
1.576.800 < N ≤ 1.839.600					
		1	3	4	4
1.839.600 < N ≤ 2.102.400					
	1	3	4	4	
2.102.400 < N ≤ 2.365.200					
	1	2	3	4	
2.365.200 < N ≤ 2.628.000					
	1	2	3	4	

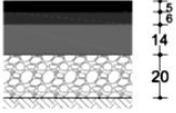
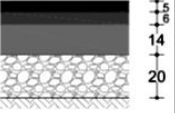
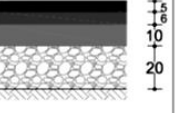
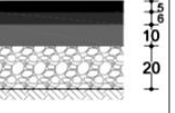
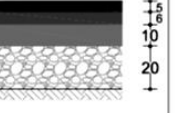
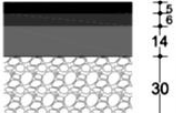
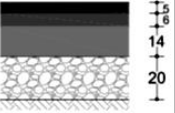
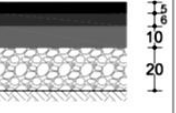
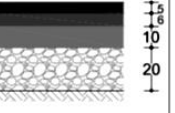
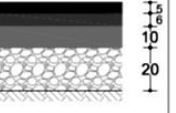
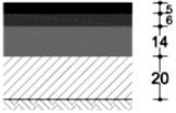
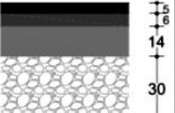
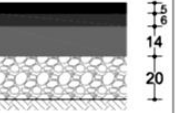
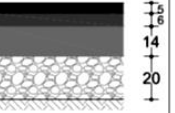
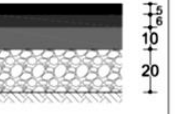
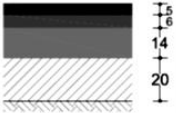
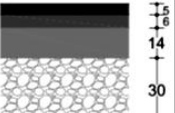
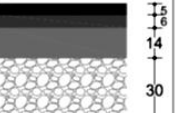
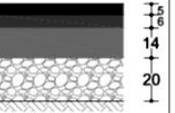
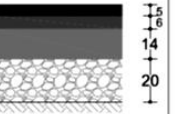
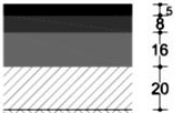

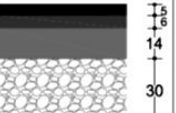
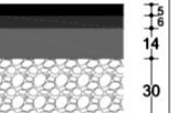
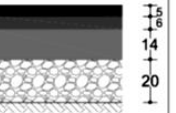
ALLEGATO B

NUMERO DECOLLI EQUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$16 \leq \text{CBR} < 18$	$18 \leq \text{CBR} < 20$	$20 \leq \text{CBR} < 22$	$22 \leq \text{CBR} < 24$	$24 \leq \text{CBR} < 26$
$N \leq 65.700$					
	8	8	9	9	10
$65.700 < N \leq 262.800$					
	8	8	8	9	8
$262.800 < N \leq 525.600$					
	7	7	7	8	8
$525.600 < N \leq 788.400$					
	6	6	6	7	7
$788.400 < N \leq 1.182.600$					
	5	6	6	6	6

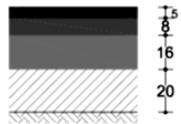
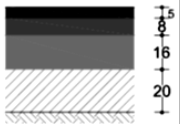
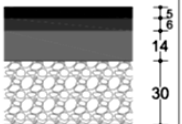
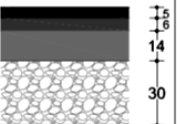
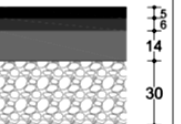
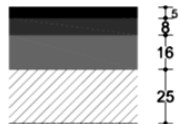
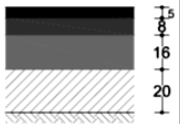
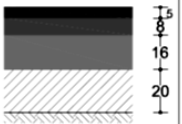
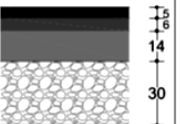
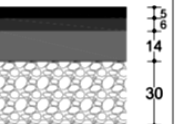

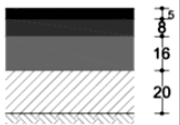
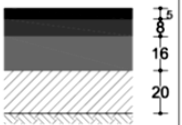
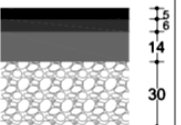
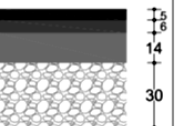


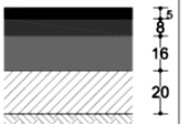
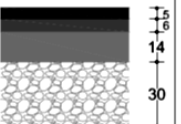
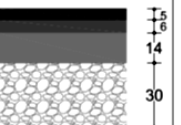
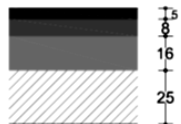
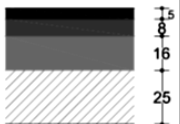
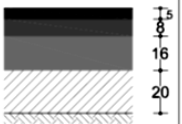
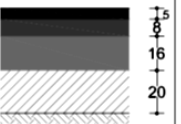
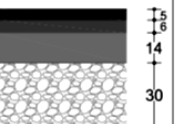
ALLEGATO B

NUMERO DECOLLI EQUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$16 \leq \text{CBR} < 18$	$18 \leq \text{CBR} < 20$	$20 \leq \text{CBR} < 22$	$22 \leq \text{CBR} < 24$	$24 \leq \text{CBR} < 26$
1.182.600 < N ≤ 1.576.800					
1.576.800 < N ≤ 1.839.600					
1.839.600 < N ≤ 2.102.400					
2.102.400 < N ≤ 2.365.200					
2.365.200 < N ≤ 2.628.000					

ALLEGATO B

NUMERO DECOLLI EQUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$26 \leq \text{CBR} < 30$	$30 \leq \text{CBR} < 34$	$34 \leq \text{CBR} < 38$	$38 \leq \text{CBR} < 42$	$\text{CBR} \geq 42$
$N \leq 65.700$					
	10	10	11	11	11
$65.700 < N \leq 262.800$					
	9	10	11	11	11
$262.800 < N \leq 525.600$					
	8	9	10	10	11
$525.600 < N \leq 788.400$					
	8	9	9	10	9
$788.400 < N \leq 1.182.600$					
	7	7	9	9	10

ALLEGATO B

NUMERO DECOLLI EQUIVALENTI	PORTANZA SOTTOFONDO				
	$26 \leq \text{CBR} < 30$	$30 \leq \text{CBR} < 34$	$34 \leq \text{CBR} < 38$	$38 \leq \text{CBR} < 42$	$\text{CBR} \geq 42$
1.182.600 < N ≤ 1.576.800					
1.576.800 < N ≤ 1.839.600					
1.839.600 < N ≤ 2.102.400					
2.102.400 < N ≤ 2.365.200					
2.365.200 < N ≤ 2.628.000					



ALLEGATO C

Pacchetto	Spessore (cm)	PAVIMENTAZIONI RIGIDE COSTO €				
		NORD-OVEST	NORD -EST	CENTRO	SUD	ISOLE
Pacchetto 1	83	€ 109,00	€ 127,00	€ 129,00	€ 100,00	€ 137,00
Pacchetto 2	102	€ 116,00	€ 133,00	€ 137,00	€ 105,00	€ 149,00
Pacchetto 3	100	€ 112,00	€ 129,00	€ 133,00	€ 101,00	€ 145,00
Pacchetto 4	70	€ 104,00	€ 120,00	€ 122,00	€ 95,00	€ 135,00
Pacchetto 5	65	€ 101,00	€ 117,00	€ 118,00	€ 93,00	€ 130,00
Pacchetto 6	60	€ 99,00	€ 114,00	€ 115,00	€ 91,00	€ 125,00
Pacchetto 7	67	€ 99,00	€ 113,00	€ 116,00	€ 90,00	€ 128,00
Pacchetto 8	62	€ 96,00	€ 110,00	€ 112,00	€ 88,00	€ 123,00
Pacchetto 9	57	€ 94,00	€ 108,00	€ 109,00	€ 86,00	€ 118,00
Pacchetto 10	65	€ 95,00	€ 109,00	€ 112,00	€ 87,00	€ 124,00
Pacchetto 11	60	€ 93,00	€ 106,00	€ 108,00	€ 85,00	€ 119,00
Pacchetto 12	55	€ 90,00	€ 104,00	€ 105,00	€ 83,00	€ 114,00
Pacchetto 13	62	€ 90,00	€ 103,00	€ 106,00	€ 82,00	€ 118,00

ALLEGATO D

Pacchetto	Spessore (cm)	PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI COSTO IN €				
		NORD-OVEST	NORD -EST	CENTRO	SUD	ISOLE
Pacchetto 1	€ 95,0	€ 86,0	€ 92,0	€ 101,0	€ 76,0	€ 112,0
Pacchetto 2	€ 91,0	€ 86,0	€ 89,0	€ 88,0	€ 84,0	€ 112,0
Pacchetto 3	€ 89,0	€ 82,0	€ 84,0	€ 84,0	€ 80,0	€ 107,0
Pacchetto 4	€ 79,0	€ 78,0	€ 80,0	€ 80,0	€ 76,0	€ 101,0
Pacchetto 5	€ 69,0	€ 75,0	€ 76,0	€ 76,0	€ 73,0	€ 94,0
Pacchetto 6	€ 54,0	€ 71,0	€ 73,0	€ 72,0	€ 70,0	€ 92,0
Pacchetto 7	€ 49,0	€ 69,0	€ 71,0	€ 69,0	€ 67,0	€ 87,0
Pacchetto 8	€ 45,0	€ 61,0	€ 63,0	€ 61,0	€ 60,0	€ 78,0
Pacchetto 9	€ 55,0	€ 61,0	€ 61,0	€ 61,0	€ 59,0	€ 68,0
Pacchetto 10	€ 45,0	€ 58,0	€ 59,0	€ 57,0	€ 56,0	€ 65,0
Pacchetto 11	€ 41,0	€ 52,0	€ 51,0	€ 49,0	€ 49,0	€ 56,0