

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

DIVISIONE DELLE COSTRUZIONI

AREA DEL SUPPORTO E DEL COORDINAMENTO

CASELLA POSTALE 2170 - 6501 BELLINZONA

CONCETTO DI GARANZIA DELLA QUALITÀ

per la fornitura e la posa
di misto granulare 0/45
impiegato nelle strade cantonali

INDICE

1. Generalità	3
1.1. Campo di applicazione	3
1.2. Oggetto	3
1.3. Scopo	3
2. Definizioni	4
3. Fondazione stradale	4
3.1. Spessore minimo	4
3.2. Divieto posa infrastrutture	4
3.3. Materiale	4
3.4. Posa e compattazione	5
4. Controllo della messa in opera	6
4.1. Controllo del sottofondo	6
4.2. Controllo dello strato di fondazione	7
4.3. Prove di carico dinamiche e altre prove	8
4.4. Valutazione dei risultati ottenuti	9
5. Accettazione dell'opera	9
6. Bibliografia	10
Allegato 1 Elenco tipologie di misti granulari riciclati 0/45 autorizzati per l'impiego quale misto di fondazione per le strade cantonali	11

1. Generalità

1.1. Campo di applicazione

Il concetto di garanzia di qualità per la fornitura e messa in opera di misto granulare 0/45 s'applica a tutte le strade cantonali aperte al traffico veicolare pubblico ed è rivolto a coloro che, intervenendo direttamente sul sedime stradale cantonale o nelle sue vicinanze, manomettono l'esistente strato di fondazione (fig.1 ②) o il sottofondo (fig. 1 ①), segnatamente:

- alle imprese di sottostruttura e di pavimentazione che operano su mandato della Divisione delle costruzioni (il committente dei lavori è il proprietario stradale);
- alle aziende di servizio comunale, aziende terze o privati (il committente dei lavori non è il proprietario stradale).

1.2. Oggetto

Il presente documento regola le disposizioni di fornitura, utilizzo e posa di misto granulare per la formazione o il ripristino del sottofondo (fig. 1 ①) e dello strato di fondazione (fig.1 ②) della rete viaria stradale cantonale.

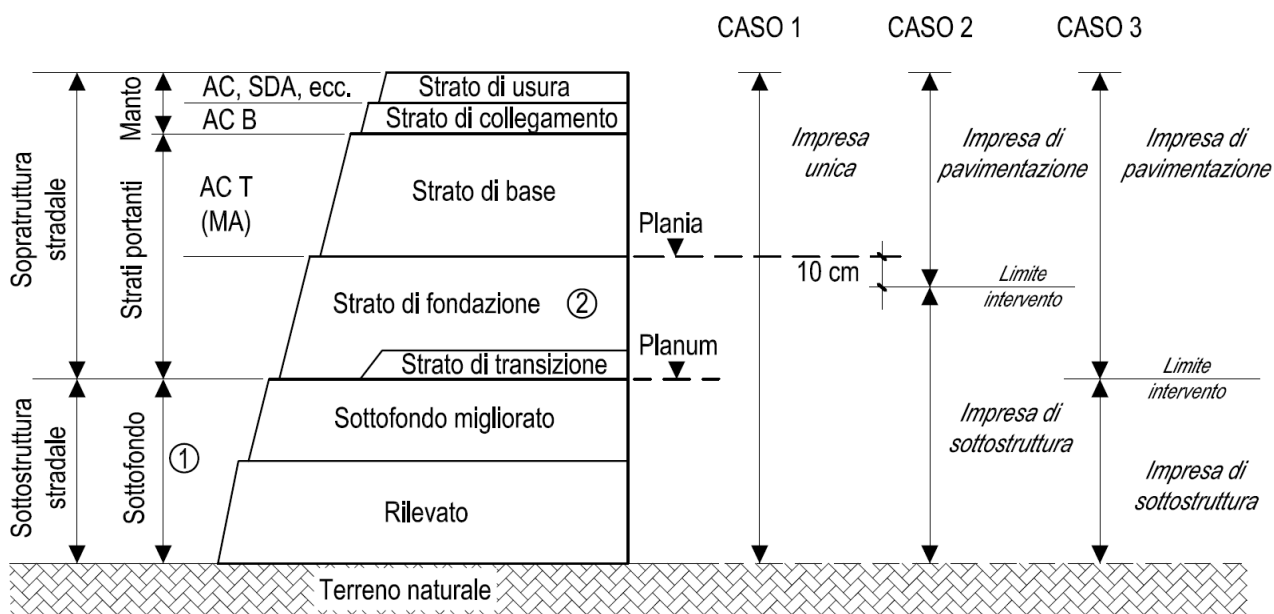


Fig. 1: Sezione della strada e casistica limite d'intervento delle imprese

1.3. Scopo

In considerazione dei compiti che sottofondo e strato di fondazione devono assolvere in materia di sicurezza e confort nei confronti dei sovrastanti strati di conglomerato bituminoso o cementizio, è di basilare importanza curare ogni aspetto della loro realizzazione – dalla scelta del materiale fino alla messa in opera – onde contribuire alla costruzione, alla manutenzione e alla conservazione di una infrastruttura stradale durevole e funzionale nel tempo.

2. Definizioni

Misto granulare

Miscela di aggregati non legati formati da granulati naturali o riciclati.

Tappa di lavoro

La porzione di strada ininterrotta che viene rivestita con conglomerato bituminoso o cementizio nel corso di uno o più turni di lavoro continuativi (posa senza interruzioni con lavoro diurno e/o notturno e/o a sciolta) è una tappa di lavoro. Più superfici stradali separate, seppur ravvicinate e trattate nel medesimo turno o turni continuati, sono da considerarsi ognuna una singola tappa.

Oggetto

L'oggetto è la somma delle singole tappe di lavoro, pari quindi all'estensione complessiva della superficie di cantiere da trattare.

3. Fondazione stradale

3.1. Spessore minimo

Fatto salve altre indicazioni da parte del proprietario dell'infrastruttura stradale, lo spessore minimo dello strato di fondazione in misto granulare 0/45, differenza di quota tra plania e planum, è fissato a 50 cm.

3.2. Divieto posa infrastrutture

Nello spessore costituente lo strato di fondazione stradale in misto granulare è vietata la posa di condotte o di infrastrutture di qualsiasi altra natura.

Eccezioni debitamente motivate sono da sottoporre preventivamente al proprietario stradale, corredate con proposte di accorgimenti costruttivi (ad esempio solette di assestamento, cunei di rinforzo in miscela, ecc) atti a escludere la comparsa di difetti nella pavimentazione stradale.

3.3. Materiale

Così come riportato all'allegato 1 del presente documento, per aspetti d'ordine generale e tecnico non è permessa la fornitura e l'utilizzo dei misti granulari riciclati denominati: misto di granulati d'asfalto, misto di granulati di beton, misto di granulati non selezionati.

Per la costruzione o il ripristino del sottofondo e dello strato di fondazione sono ammessi solo quei fornitori i cui prodotti sono autorizzati dalla Divisione delle costruzioni¹.

Nel caso di apporto di materiale per il sottofondo è possibile l'utilizzo di misto granulare naturale non normato, a condizione che soddisfi i criteri di gelività G1 – G2 [6].

¹ elenco consultabile al sito:

<http://www4.ti.ch/dt/dc/asco/ucp/temi/commesse-pubbliche/commesse-pubbliche/certificazioni-materiali-da-costruzione/>

⇒ Misti granulari

Per ragioni di protezione delle acque sotterranee è consentito unicamente l'utilizzo di misti granulari naturali vergini, privi dunque di componenti o frazioni provenienti da materiali riciclati, nei tratti stradali che sono ubicati:

- nelle zone di protezione delle acque sotterranee S1 e S2;
- nella zona di protezione delle acque sotterranee S3 così come nei settori di protezione delle acque A_u e A_o , laddove la differenza di quote tra il planum e il livello massimo di falda è inferiore a 2 m.

3.4. Posa e compattazione

Il misto granulare del sottofondo e dello strato di fondazione deve essere posato e compattato con mezzi meccanici adatti al raggiungimento delle caratteristiche finali richieste sull'opera eseguita (cfr. tabella 3), in modo tale che la pavimentazione definitiva non subisca danni derivanti d'assestamenti o cedimenti degli strati sottostanti.

È compito e responsabilità dell'esecutore dell'opera definire i mezzi, il numero ed i passaggi adatti per conseguire i valori di qualità prescritti. L'impresa è libera di attuare controlli interni ed intermedi volti a verificare la bontà di quanto in corso d'opera o eseguito.

Il misto granulare del sottofondo e dello strato di fondazione può essere posato e compattato solo in caso di condizioni ambientali favorevoli. Durante periodi di gelo, pioggia o forte vento la posa deve essere sospesa.

Il misto granulare dello strato di fondazione è da posare e compattare con un contenuto di acqua che non deve discostare $\pm 2\%$ dal valore ottimale (W_{opt}), comunicato dal produttore nella dichiarazione di prestazione.

Durante il trasporto non sono ammessi depositi intermedi così come lo scarico e lo stoccaggio di volumi maggiori di 100 m^3 al fine di evitare ogni forma di segregazione del misto granulare. Allo stesso modo lo scarico in cantiere del misto granulare impiegato per la formazione dello strato di fondazione deve aver luogo su uno livello di misto granulare già posato ed essere ripartito con mezzi idonei. Il transito di automezzi avviene solo sullo strato di fondazione già posato e compattato e per nessun motivo sul terreno di sottofondo (planum).

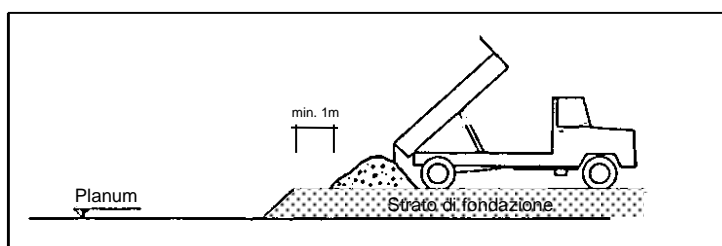


Fig. 2: Messa in opera dello strato di fondazione

4. Controllo della messa in opera

4.1. Controllo del sottofondo

Prima della posa dello strato di fondazione in misto granulare 0/45 è richiesta la verifica in cantiere della portanza del sottofondo, alla quota del planum, con l'esecuzione di prove di carico ME in sito con piastra \varnothing 30 cm. Tutti i costi risultanti dalla verifica testé citata sono a carico del committente dell'opera.

È compito dell'impresa esecutrice operante dare seguito alle verifiche in cantiere. Nel caso in cui il committente sia il proprietario stradale, l'impresa esecutrice deve informare con due giorni d'anticipo la direzione lavori circa la data e l'ora in cui s'intendono attuare le prove in modo che la direzione lavori possa coordinare l'intervento del laboratorio del committente per l'esecuzione delle prove.

L'imprenditore deve considerare nei propri programmi i tempi necessari all'esecuzione delle prove.

Le prove sono eseguite unicamente da un laboratorio di prova accreditato SAS e con metodo conforme a [8].

I requisiti minimi e le frequenze di prova per singola tappa sono riportate nella sottostante tabella.

Parametro da verificare	Limite richiesto Quota planum	Frequenza prove da eseguire per TAPPA	
Modulo di compressibilità M_{E1} [MN/m ²]	≥ 30 o secondo progetto	Lunghezza della tappa [ml]	Prove di carico^{1) 2) 3)} [pz]
		fino a 49	1
Modulo di deformabilità E_V [MN/m ²]	≥ 23 o secondo progetto	50 ÷ 175	1 – 2
		175 ÷ 249	2 – 3
		250 ÷ 324	3 – 4
		325 ÷ 399	4 – 5
		400 ÷ 474	5 – 6

Tabella 1: frequenza prove di carico ME in sito per verifica del sottofondo (PLANUM)

Note:

- 1) Per oggetti o tappe quali rappezzi o scavi trasversali $< 20 \text{ m}^2$, il proprietario stradale può richiedere una prova.
- 2) In casi particolari il proprietario stradale può esigere l'attuazione di un numero maggiore di prove rispetto a quelle esposte.
- 3) Le prove di carico sono da ripartirsi uniformemente all'interno della tappa.

4.2. Controllo dello strato di fondazione

A conclusione della posa dello strato di fondazione è richiesta la verifica in cantiere della sua portanza con l'esecuzione di prove di carico ME in sito con piastra \varnothing 30 cm. Tutti i costi risultati dalla verifica testé menzionata sono a carico del committente dell'opera.

La competenza e la modalità d'attuazione del controllo in cantiere dipendono dalle imprese che eseguono le opere di sottostruttura e di pavimentazione. A dipendenza delle ditte operanti in cantiere sono possibili tre casi (cfr. figura 1).

Caso 1: l'impresa di sottostruttura e di pavimentazione è la medesima (impresa unica).
È compito dell'impresa esecutrice operante dare seguito all'esecuzione delle verifiche sul cantiere. La quota di prova è quella della plania.

Caso 2: l'impresa di sottostruttura e di pavimentazione sono differenti.
È compito dell'impresa di sottostruttura dare seguito all'esecuzione delle verifiche sul cantiere. La quota di prova è fissata a 10 cm sotto il livello della plania.

Caso 3: l'impresa di sottostruttura e di pavimentazione sono differenti.
È compito dell'impresa di pavimentazione dare seguito all'esecuzione delle verifiche sul cantiere. La quota di prova è quella della plania.

Il limite d'intervento e di competenza tra impresa di sottostruttura e impresa di pavimentazione per i casi 2 e 3 è raffigurato alla figura 1.

È compito dell'impresa esecutrice operante dare seguito alle verifiche in cantiere. Nel caso in cui il committente sia il proprietario stradale, l'impresa esecutrice deve informare con due giorni d'anticipo la direzione lavori circa la data e l'ora in cui s'intendono attuare le prove in modo che la direzione lavori possa coordinare l'intervento del laboratorio del committente per l'esecuzione delle prove.

L'imprenditore deve considerare nei propri programmi i tempi necessari all'esecuzione delle prove.

Le prove sono eseguite unicamente da un laboratorio di prova accreditato SAS e con metodo conforme a [8].

I requisiti minimi e le frequenze di prova per singola tappa sono riportate nella sottostante tabella.

Parametro da verificare	Limite richiesto		Frequenza prove da eseguire per TAPPA																			
	Quota plania - 10 cm (Caso 2)	Quota plania (Caso 1 e 3)																				
Modulo di compressibilità M_{E1} [MN/m ²]	≥ 90	≥ 100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lunghezza della tappa [m]</th> <th>Prove di carico^{1) 2) 3)} [pz]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>fino a 49</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>50 ÷ 124</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>125 ÷ 174</td> <td>2 - 3</td> </tr> <tr> <td>175 ÷ 224</td> <td>3 - 4</td> </tr> <tr> <td>225 ÷ 274</td> <td>4 - 5</td> </tr> <tr> <td>275 ÷ 324</td> <td>5 - 6</td> </tr> <tr> <td>325 ÷ 374</td> <td>6 - 7</td> </tr> <tr> <td>375 ÷ 424</td> <td>7 - 8</td> </tr> </tbody> </table>		Lunghezza della tappa [m]	Prove di carico ^{1) 2) 3)} [pz]	fino a 49	1	50 ÷ 124	2	125 ÷ 174	2 - 3	175 ÷ 224	3 - 4	225 ÷ 274	4 - 5	275 ÷ 324	5 - 6	325 ÷ 374	6 - 7	375 ÷ 424	7 - 8
Lunghezza della tappa [m]	Prove di carico ^{1) 2) 3)} [pz]																					
fino a 49	1																					
50 ÷ 124	2																					
125 ÷ 174	2 - 3																					
175 ÷ 224	3 - 4																					
225 ÷ 274	4 - 5																					
275 ÷ 324	5 - 6																					
325 ÷ 374	6 - 7																					
375 ÷ 424	7 - 8																					
Modulo di deformabilità E_V [MN/m ²]	≥ 65	≥ 75																				
$f_E = M_{E2} / M_{E1}$ [-]	≤ 2.5	≤ 2.5																				

Tabella 2: frequenza prove di carico ME in sito per verifica dello strato di fondazione (PLANIA)

Note:

- 1) Per oggetti o tappe quali rappezzi o scavi trasversali < 20 m², il proprietario stradale può richiedere una prova.
- 2) In casi particolari il proprietario stradale può esigere l'attuazione di un numero maggiore di prove rispetto a quelle esposte.
- 3) Le prove di carico sono da ripartirsi uniformemente all'interno della tappa.

4.3. Prove di carico dinamiche e altre prove

Nel caso l'esecuzione delle prove di carico ME con piastra e autocarro (prove statiche) non fosse possibile (ostacoli diversi, sito inaccessibile, ecc) possono essere eseguite, sempre da un laboratorio accreditato SAS, le prove di carico ME dinamiche.

In questo caso la variante sulla procedura di prova per la verifica della portanza del materiale posato dovrà essere autorizzata dal proprietario stradale.

Ulteriori prove sul materiale fornito e/o posato (esempio: verifica del grado di compattazione, contenuto di acqua, analisi granulometriche sul materiale) potranno ad ogni modo essere richieste dal committente dei lavori e/o dal proprietario stradale in qualsiasi momento.

L'impresa esecutrice dei lavori è comunque responsabile del raggiungimento dei valori limiti anche per le prove complementari ed alternative richieste.

4.4. Valutazione dei risultati ottenuti

I risultati delle prove di carico ME (prove statiche) eseguite per tappa sono considerati qualitativamente conformi se soddisfano i criteri riportati nello specchio sottostante.

No. di prove per TAPPA	Parametro di comparazione	Planum	Quota	
			Plania – 10 cm (Caso 2)	Plania (Caso 1 e 3)
una	M_{E1} [MN/m ²]	≥ 30 o secondo progetto	≥ 90	≥ 100
	E_V [MN/m ²]	≥ 23 o secondo progetto	≥ 65	≥ 75
≥ 2	M_{E1} singolo [MN/m ²] (≥ 95% del valore richiesto)	≥ 28.5	≥ 85.5	≥ 95
	Tolleranza ¹⁾ [MN/m ²]	≥ 27	≥ 81	≥ 90
	E_V singolo [MN/m ²] (≥ 95% del valore richiesto)	≥ 21.8	≥ 61.7	≥ 71.2
	Tolleranza ¹⁾ [MN/m ²]	≥ 20.7	≥ 58.5	≥ 67.5
	M_{E1} medio [MN/m ²]	≥ 30	≥ 90	≥ 100
	f_E singolo [-]	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5
	Condizione di omogeneità [MN/m ²]	$M_{E1} \max < M_{E1} \text{ medio} \times 1.5$	---	---

Tabella 3: valori di comparazione per la verifica dell'idoneità dei risultati ottenuti

Nota:

1) Tolleranza: se vengono eseguite fino a 4 prove, tutti i risultati devono soddisfare il valore di comparazione richiesto. Per un numero maggiore di prove, un valore di ogni serie di 5 può risultare inferiore a quello richiesto ma la differenza non deve eccedere il 10% del valore prescritto.

5. Accettazione dell'opera

Tutti i risultati delle prove eseguite durante l'esercizio del cantiere sono da trasmettere dal laboratorio accreditato esecutore delle stesse, via posta elettronica in formato pdf, a:

- impresa operante;
- committente dei lavori e/o la sua direzione dei lavori;
- proprietario stradale: servizio che attua l'alta sorveglianza (AO o CM) e Ufficio del tracciato.

L'impresa operante è tenuta ad informare il laboratorio prescelto su questo modo di procedere e di regolare in tal senso le necessarie disposizioni contrattuali. Medesimo discorso qualora il committente dei lavori non fosse il proprietario della strada.

Se i risultati risultassero conformi non è necessaria l'autorizzazione da parte del proprietario stradale per proseguire i lavori.

Per contro in caso di non conformità del sottofondo (planum) o dello strato di fondazione (planina), il proprietario stradale viene immediatamente informato e coinvolto nella scelta del metodo proposto dall'impresa (e dal committente qualora questo non fosse il proprietario stradale) per il ripristino e la messa in conformità dell'opera.

In ogni caso il benessere al prosieguo dei lavori viene rilasciato unicamente dal proprietario stradale o dal suo rappresentante; da notare che ciò non libera l'impresa esecutrice dalle proprie responsabilità per difetti in applicazione della norma SIA118

Dopo il ripristino le prove sono ripetute e nuovamente valutate.

La maniera di procedere summenzionata vale pure per le prove dinamiche di cui al capitolo 4.3 richieste dal committente dei lavori e/o dal proprietario stradale. In questo caso i valori ottenuti devono soddisfare i requisiti riportati in norme e direttive pertinenti o, in assenza di queste, in convenzioni concordate tra l'impresa esecutrice dei lavori ed il proprietario stradale.

Qualora il committente fosse il proprietario stradale, vige il principio che i costi supplementari dovuti ad eventuali ulteriori prove, che si rendessero necessarie a seguito di risultati non soddisfacenti, sono a carico dell'impresa esecutrice. Inoltre, tutti gli oneri per il ripristino di una situazione non conforme, il costo delle prove non conformi e di eventuali ulteriori costi supplementari derivanti dalla non conformità sono a carico dell'imprenditore.

6. Bibliografia

- [1] SN 640 302b (2000) *Strada e corpo ferroviario - Terminologia*
- [2] SN 640 324 (2011) *Dimensionamento della struttura stradale - Terreno di fondazione e pavimentazioni*
- [3] SN 640 580 (2016) *Strati di fondazione sciolti – Esecuzione ed esigenze della messa in opera*
- [4] SN 640 585b (2006) *Compattazione e portanza - Esigenze*
- [5] SN 670 119-NA (2011) *Granulati per materiali legati con leganti idraulici e materiali sciolti utilizzati per lavori del genio civile e per la costruzione di strade - Misti granulari sciolti - Esigenze*
- [6] SN 670 140b (2001) *Dimensionamento al gelo*
- [7] SN 670 311 (2006) *Compattazione e portanza - Metodi di controllo*
- [8] SN 670 317 (1998) *Terreni - Prove con piastra E_v e M_E*

Allegato 1
(estratto norma VSS 670 119-NA)

**Elenco tipologie di misti granulari riciclati 0/45 autorizzati per
l'impiego quale misto di fondazione per le strade cantonali**

Anforderungen an die Bestandteile von rezyklierten Gesteinskörnungen und Gesteinskörnungsgemischen <i>Exigences relatives aux constituants des granulats et graves recyclés</i>		
Bezeichnung gemäss <i>Désignation selon</i> SN 670 050 [3]	Referenz zur / <i>Référence à</i> SN EN 13242 [10]	
	Anforderungen (Kategorie) <i>Exigences (catégorie)</i>	Legende <i>Légende</i>
RC-Asphaltgranulatgemisch <i>RC-Grave de granulats asphalte</i>	<i>Ra</i> 80 <i>(Rc+Rb)</i> 2- <i>Ru</i> 20- <i>Rg</i> 2- <i>FL</i> 5- <i>X</i> 0,3-	
RC-Betongranulatgemisch 1) <i>RC-Grave de granulats béton</i>	<i>Ra</i> 4- <i>Rb</i> 2- <i>Ru</i> 70- <i>Rc</i> 30 <i>Rg</i> 2- <i>FL</i> 5- <i>X</i> 0,3-	<i>Ra</i> Bitumenhaltige Materialien [Masse-%] <i>Matériaux bitumineux [% massique]</i> <i>Rb</i> Mauerziegel (Mauersteine, Ziegel), Kalksandsteine, nicht schwimmender Porenbeton [Masse-%] <i>Éléments en argile cuite (briques et tuiles), éléments en silicate de calcium, béton cellulaire non flottant [% massique]</i>
RC-Mischgranulatgemisch <i>RC-Grave de granulats non triés</i>	<i>Ra</i> 4- <i>(Rc+Ru+Rb)</i> 95 <i>Rg</i> 2- <i>FL</i> 5- <i>X</i> 1-	<i>Rc</i> Beton, Betonprodukte, hydraulisch gebundene Gesteinskörnungen, Mörtel, Mauerstein aus Beton [Masse-%] <i>Béton, produits en béton, granulats traités aux liants hydrauliques, mortier, éléments en béton [% massique]</i>
RC-Kiesgemisch P <i>RC-Grave P</i>	<i>Ra</i> 4- <i>Rb</i> 1- <i>Rc</i> 4- <i>Ru</i> 95 <i>Rg</i> 2- <i>FL</i> 5- <i>X</i> 0,3-	<i>Ru</i> Ungebundene natürliche Gesteinskörnungen, Naturstein [Masse-%] <i>Granulats naturels non liés, pierre naturelle [% massique]</i> <i>Rg</i> Glas [Masse-%] <i>Verre [% massique]</i>
RC-Kiesgemisch A <i>RC-Grave A</i>	<i>Ra</i> 30- <i>Rb</i> 1- <i>Rc</i> 4- <i>Ru</i> 70 <i>Rg</i> 2- <i>FL</i> 5- <i>X</i> 0,3-	<i>FL</i> Schwimmendes Material [cm ³ · kg ⁻¹] <i>Matériau flottant</i> <i>X</i> Sonstige Materialien (Metalle, Holz, Kunststoffe, Gummi, nicht schwimmend sowie Gips) [Masse-%] <i>Autres matériaux métaux, bois, matière plastique et caoutchouc non flottants, plâtre [% massique]</i>
RC-Kiesgemisch B <i>RC-Grave B</i>	<i>Ra</i> 4- <i>Rb</i> 1- <i>Rc</i> 30- <i>Ru</i> 70 <i>Rg</i> 2- <i>FL</i> 5- <i>X</i> 0,3-	