



ISTRUZIONE OPERATIVA:

FORMA DI AGGREGATI LAPIDEI – INDICE DI FORMA

IO/LAB04/80

REV00

DEL 03/04/09

Pagina 1 di 6

SETTORE	<input type="checkbox"/> LI leganti idraulici	<input type="checkbox"/> CA calcestruzzi	<input checked="" type="checkbox"/> AG aggregati	<input type="checkbox"/> LM laterizi per murature	<input type="checkbox"/> LS laterizi per solai	<input type="checkbox"/> AC acciai da c. a.	<input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p.	<input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati
----------------	---	---	---	--	---	---	--	---

INDICE:

- 1) Scopo
- 2) Campo di applicazione
- 3) Norma di riferimento
- 4) Definizioni e simboli
- 5) Responsabilità
- 6) Apparecchiature
- 7) Modalità esecutive
- 8) Esposizione dei risultati

1. Scopo

Lo scopo della prova è quello di determinare l'indice di forma degli aggregati grossi. A tal fine i singoli granuli in un campione di aggregato grosso sono classificati in base al rapporto esistente tra la loro lunghezza L e il loro spessore E . L'indice di forma è calcolato come la massa dei granuli aventi un rapporto di dimensioni L/E maggiore di 3 espresso come percentuale sulla massa secca complessiva dei granuli esaminati.

2. Campo di applicazione

La prova si applica ad aggregati di origine naturale o artificiale, compresi gli aggregati leggeri ed il metodo di prova stabilito è applicabile a classi granulometriche d_i/D_i dove $D_i \leq 63\text{mm}$ e $d_i \geq 4\text{mm}$, secondo quanto espresso dalla norma di riferimento: UNI EN 933-4 (indicata dalla UNI EN 12620 al punto 4.4 e nel prospetto 1 della UNI 8520-1. E' opportuno ricordare che gli aggregati sono classificati dalla UNI EN 12620 come segue:

Aggregato	Dimensione
Grosso	$D/d \leq 2$ o $D \leq 11,2\text{ mm}$
	$D/d > 2$ e $D > 11,2\text{ mm}$
Fine	$D \leq 4\text{ mm}$ e $d = 0$
Naturale 0/8	$D = 8\text{ mm}$ e $d = 0$
Misto	$D \leq 45\text{ mm}$ e $d = 0$

3. Norma di riferimento

- UNI EN 933-4 (Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli – Indice di forma)
- UNI EN 933-1 (Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura)
- UNI EN 933-2 (Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Determinazione della distribuzione granulometrica - Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture)
- UNI EN 932-2 (Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Metodi per la riduzione dei campioni di laboratorio)

	ISTRUZIONE OPERATIVA: FORMA DI AGGREGATI LAPIDEI – INDICE DI FORMA	IO/LAB04/80 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 2 di 6
---	---	--

SETTORE	<input type="checkbox"/> LI leganti idraulici	<input type="checkbox"/> CA calcestruzzi	<input checked="" type="checkbox"/> AG aggregati	<input type="checkbox"/> LM laterizi per murature	<input type="checkbox"/> LS laterizi per solai	<input type="checkbox"/> AC acciai da c. a.	<input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p.	<input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati
----------------	--	--	--	---	--	--	---	--

- UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo)
 UNI 8520-1 (Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620-Parte 1: Designazione e criteri di conformità)
 UNI 8520-2 (Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620-Parte 2: Requisiti)
 CNR BU n.95/84 (Forma di aggregati lapidei)

4. Definizioni e simboli

- SPE Sperimentatore
 DL Direttore del Laboratorio
 MIN Minuta di prova

5. Responsabilità

5.1 Responsabilità dello Sperimentatore

Lo sperimentatore è responsabile:

- della precisa e puntuale applicazione di quanto previsto dal MQ del Sistema di Qualità Aziendale;
- della corretta esecuzione della prova;
- della corretta trascrizione ed elaborazione dei dati;
- del corretto uso della strumentazione utilizzata.

5.2 Responsabilità del DL

Il Direttore del Laboratorio è responsabile:

- Della precisa e puntuale applicazione di quanto previsto dal MQ del Sistema di Qualità Aziendale;
- Della correttezza delle elaborazioni;
- Della certificazione emessa a fronte della prova fatta.

6. Apparecchiature

AI SENSI DELLA UNI EN 933-4

- Stacci di prova (conformi a quanto espresso nella UNI EN 933-2 con le seguenti dimensioni delle aperture: 4mm; 5,6mm; 8mm; 11,2mm; 16mm; 22,4mm; 31,5mm; 45mm; 63mm)
- Fondo e coperchio adatti agli stacci
- Calibro a cursore per granuli
- Bilance o basculi
- Stufa ventilata
- Vassoi

AI SENSI DEL CNR BU n.95/84

- Calibro doppio scorrevole costruito in modo che il rapporto tra l'apertura L del calibro principale e quella del calibro secondario S sia eguale a 3
- Bilancia tecnica
- Stufa con regolazione termostatica
- Setacci con apertura di 63mm e 4mm

	ISTRUZIONE OPERATIVA: FORMA DI AGGREGATI LAPIDEI – INDICE DI FORMA	IO/LAB04/80
		REV00
		DEL 03/04/09 Pagina 3 di 6

SETTORE	<input type="checkbox"/> LI leganti idraulici	<input type="checkbox"/> CA calcestruzzi	<input checked="" type="checkbox"/> AG aggregati	<input type="checkbox"/> LM laterizi per murature	<input type="checkbox"/> LS laterizi per solai	<input type="checkbox"/> AC acciai da c. a.	<input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p.	<input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati
----------------	--	--	--	---	--	--	---	--

7. Modalità Esecutive

7.1. Operazioni preliminari:

a. Individuazione del materiale da sottoporre a prova

Lo sperimentatore, dalla lavagna sita in laboratorio evince il campione di prova da mettere in lavorazione

b. Preparazione del campione di prova ai sensi della UNI EN 933-4

Il campione deve essere ridotto in conformità ai requisiti della UNI EN 932-2 al fine di ottenere una massa da sottoporre a prova idonea, come indicato nel prospetto 1 della UNI EN 933-4 di seguito riportata.

UNI EN 933-4 prospetto 1 Massa dei campioni di prova

Dimensioni aggregato superiore D mm	Massa della porzione di prova (minimo) kg
63	45
32	6
16	1
8	0,1

Nota 1 - Per le dimensioni dell'aggregato superiore D le masse appropriate delle porzioni di prova possono essere interpolate da quelle indicate nel prospetto 1.

Nota 2 - Per gli aggregati con massa volumica minore di 2,00 Mg/m³ o maggiore di 3,00 Mg/m³, bisognerebbe apportare un'adeguata correzione alle masse di porzioni di prova indicate al prospetto 1 sulla base del rapporto di densità, al fine di ottenere una porzione di prova avente approssimativamente lo stesso volume di quelle degli aggregati di normale massa volumica.

A seguito della riduzione lo sperimentatore essicca il campione ottenuto alla temperatura di (110±5)°C fino a massa costante. Staccia il campione, al raggiungimento della massa costante, su idonei stacci con sufficiente vigore per garantire la completa separazione dei granuli di dimensioni maggiori di 4mm. Scarta i granuli trattenuti sullo staccio da 63mm e quelli passati attraverso lo staccio da 4mm. Pesa il materiale ottenuto ed annota la massa del campione di prova (M₀), che successivamente provvederà a riportare sulla MIN

Se necessario, provvede a ridurre ulteriormente il campione, sempre in conformità a quanto espresso nella UNI EN 932-2 per ottenere un campione di prova avente una massa maggiore del valore minimo ma non di un esatto valore predeterminato

c. Minuta di Prova

Si munisce della Minuta di Prova per la registrazione dei dati della prova

7.2. Esecuzione della prova

AI SENSI DELLA UNI EN 933-4

7.2.1 Campioni di prova in cui $D \leq 2d$

- Lo sperimentatore, deve provvedere ad individuare e separare la frazione granulometrica predominante d_i/D_i , per il campione di prova, di cui riporta la massa (M₀), precedentemente determinata in grammi sulla MIN
- Provvede ad eseguire la stacciatura della porzione di prova, in conformità alla UNI EN 933-1, secondo la procedura espressa nell'istruzione operativa IO/LAB04/19
- Individuata la frazione granulometrica predominante, provvede a scartare tutti i granuli minori di (d_i) o maggiori di (D_i)
- Determina la massa M₁ della frazione granulometrica predominante, e ne riporta il valore in grammi sulla MIN

	ISTRUZIONE OPERATIVA: FORMA DI AGGREGATI LAPIDEI – INDICE DI FORMA	IO/LAB04/80 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 4 di 6
---	---	--

SETTORE	<input type="checkbox"/> LI leganti idraulici	<input type="checkbox"/> CA calcestruzzi	<input checked="" type="checkbox"/> AG aggregati	<input type="checkbox"/> LM laterizi per murature	<input type="checkbox"/> LS laterizi per solai	<input type="checkbox"/> AC acciai da c. a.	<input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p.	<input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati
----------------	---	---	---	--	---	---	--	---

- Misura la lunghezza L e lo spessore E di ogni granulo della frazione dominante utilizzando il calibro a cursore e separa i granuli aventi un rapporto dimensionale $L/E > 3$ dai restanti granuli, classificandoli come non cubici
- Determina la massa dei singoli granuli non cubici e riporta in grammi sulla MIN la loro massa complessiva M_2
- Al termine dell'ultima operazione di pesatura, procede alla pulizia dei vari stacci utilizzati utilizzando una spazzola di ferro per gli stacci a maglie robuste ed un pennello per gli stacci a maglie fini, assicurandosi di non danneggiare le maglie durante l'operazione di pulitura
- Pone il residuo dei campioni di prova sul carrello che successivamente sarà depositato nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 gg.
- Firma la Minuta di Prova

AI SENSI DEL CNR BU n.95/84

7.2.2 Forma di aggregati lapidei

7.2.2.1 Dimensioni e forma di un elemento

- Lo sperimentatore, ai fini della determinazione dei coefficienti di forma, appiattimento e allungamento del campione da esaminare, determina per il numero di elementi caratterizzanti il campione i valori di lunghezza L, spessore S e larghezza D di ogni elemento e ne riporta i valori medi sulla MIN

7.2.2.2 Determinazione dell'indice di Forma

- Lo sperimentatore, ai fini della determinazione dell'indice di forma, procede preliminarmente alla preparazione del campione da sottoporre a prova
- A tal fine provvede a vagliare il campione originario sul setaccio da 4mm, scartando il materiale passante
- Dal materiale trattenuto al setaccio da 4mm, ricava, mediante operazioni di riduzione, un campione avente massa M, rapportata al diametro massimo dei grani presenti, pari a:
 - $M \geq 200D_{max}$ per materiale avente $D_{max} \leq 20mm$
 - $M \geq 600D_{max}$ per materiale avente $D_{max} > 20mm$
- Da tale campione ricava un provino costituito da non meno di 100 elementi prelevati a caso dopo opportuno mescolamento
- Essicca il provino così ottenuto in stufa alla temperatura di $110 \pm 5^\circ C$ fino al raggiungimento di massa costante
- Pesa il provino e ne riporta il valore della massa M_0 in grammi sulla MIN
- Misura per ciascun elemento la lunghezza L fra le ganasce del calibro principale, quindi passa ogni elemento fra le ganasce del calibro secondario secondo lo spessore S
- Raccoglie e pesa tutti gli elementi passanti al calibro secondario, determinando e riportando sulla MIN il peso M_1
- Al termine dell'ultima operazione di pesatura, procede alla pulizia dei vari stacci utilizzati utilizzando una spazzola di ferro per gli stacci a maglie robuste ed un pennello per gli stacci a maglie fini, assicurandosi di non danneggiare le maglie durante l'operazione di pulitura
- Pone il residuo dei campioni di prova sul carrello che successivamente sarà depositato nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 gg.
- Firma la Minuta di Prova

	ISTRUZIONE OPERATIVA: FORMA DI AGGREGATI LAPIDEI – INDICE DI FORMA						IO/LAB04/80 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 5 di 6		

SETTORE	<input type="checkbox"/> LI leganti idraulici	<input type="checkbox"/> CA calcestruzzi	<input checked="" type="checkbox"/> AG aggregati	<input type="checkbox"/> LM laterizi per murature	<input type="checkbox"/> LS laterizi per solai	<input type="checkbox"/> AC acciai da c. a.	<input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p.	<input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati
----------------	---	---	---	--	---	---	--	---

7.3. Riferimenti di calcolo

AI SENSI DELLA UNI EN 933-4

7.3.1 Campioni di prova in cui $D \leq 2d$

L'indice di forma SI viene calcolato ed arrotondato al numero intero più prossimo mediante la seguente equazione:

$$SI = \frac{M_2}{M_1} \cdot 100 \text{ in cui:}$$

- M_2 = massa dei granuli non cubici, in g
- M_1 = massa della frazione granulometrica predominante, in g

AI SENSI DEL CNR BU n.95/84

7.3.2 Forma di aggregati lapidei

7.3.2.1 Dimensioni e forma di un elemento

La forma degli elementi lapidei costituenti un campione viene individuata dai seguenti rapporti:

- Coefficiente di forma $C_f = \frac{L}{S}$
- Coefficiente di appiattimento $C_a = \frac{D}{S}$
- Coefficiente di allungamento $C_i = \frac{L}{D}$

in cui:

- L = Lunghezza, pari alla massima distanza fra due piani paralleli tangenti all'elemento (mm)
- S = Spessore, pari alla minima distanza fra due piani paralleli tangenti all'elemento (mm)
- D = Larghezza D, diametro uguale alla minima apertura del setaccio attraverso cui passa l'elemento (mm)

Si assume che un elemento ha forma non idonea quando risulta: $C_f \geq 3$ e/o $C_a \geq 1,58$

7.3.2.2 Indice di Forma

L'indice di Forma I_f viene determinato con la seguente formula: $I_f = \frac{M_1}{M_0} \cdot 100$ in cui:

- M_1 = massa degli elementi passanti al calibro secondario
- M_0 = massa totale dei 100 o più elementi sottoposti a misura

	ISTRUZIONE OPERATIVA: FORMA DI AGGREGATI LAPIDEI – INDICE DI FORMA	IO/LAB04/80 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 6 di 6
---	---	--

SETTORE	<input type="checkbox"/> LI leganti idraulici	<input type="checkbox"/> CA calcestruzzi	<input checked="" type="checkbox"/> AG aggregati	<input type="checkbox"/> LM laterizi per murature	<input type="checkbox"/> LS laterizi per solai	<input type="checkbox"/> AC acciai da c. a.	<input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p.	<input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati
----------------	---	---	---	--	---	---	--	---

8. Esposizione dei risultati

I dati riportati sulla MIN servono per la successiva certificazione che oltre ai dati individuativi del certificato di prova ed alle notizie fornite dal Committente conterrà:

- Normativa di riferimento
- Identificazione del campione
- Identificazione del laboratorio
- La data di ricevimento del campione
- L'indicazione e la massa delle frazioni granulometriche esaminate
- L'indice di forma, SI, arrotondato al numero intero più prossimo, in caso di prova eseguita ai sensi della UNI EN 933-4
- I coefficienti di forma, appiattimento e allungamento C_f , C_a , C_i e l'indice di forma I_f , in caso di prova eseguita ai sensi del CNR BU n.95/84
- La data di prova