

## Shotcrete Penetrometer

### Istruzioni per l'uso

Per la misurazione della resistenza  
alla compressione del calcestruzzo spruzzato giovane  
come da EN ISO 14488-2 (Metodo A)



## Scopo

Questo manuale contiene le istruzioni per l'uso dello Shotcrete Penetrometer Mecmesin, per la misurazione della forza di resistenza del calcestruzzo spruzzato giovane. Illustra anche la procedura per il susseguente calcolo della forza di compressione del calcestruzzo come da EN ISO 14488-2 (Metodo A) e metodi industriali di test simili.

Per le caratteristiche dettagliate e le specifiche tecniche dello strumento vedere il manuale *Istruzioni d'uso dinamometri AFG*, anch'esso incluso.

2014 © Mecmesin Ltd, fornito con i sistemi Mecmesin e non per distribuzione.

Manuale n. 431-447-01-L05

# Indice

---

<b>1. Lo Shotcrete Penetrometer</b>	<b>1</b>
1.1 Introduzione	1
<b>2. Usare il penetrometro</b>	<b>2</b>
2.1 EN ISO 14488-2 - Generalità	2
2.2 Principio	2
2.3 Apparato	3
2.4 Modulo protocollo test	3
2.5 Provini	4
2.6 Curve di conversione	4
<b>3. Procedura test</b>	<b>5</b>
3.1 Preparare il penetrometro	5
3.2 Preparare il modulo protocollo test	6
3.3 Testare il calcestruzzo in dieci posizioni	6
<b>4. Risultati</b>	<b>8</b>
4.1 Calcolo della forza di compressione	8
4.2 Rapporto test	9
4.3 Impiego del rapporto test Metodo A	9
<b>Appendice A Grafico curve conversione</b>	<b>10</b>
<b>Appendice B Esempio modulo protocollo test vuoto</b>	<b>11</b>



# 1. Lo Shotcrete Penetrometer

---

## 1.1 Introduzione

Lo Shotcrete Penetrometer Mecmesin consente di effettuare accurate misurazioni della forza richiesta per penetrare nel calcestruzzo spruzzato o colato durante la fase di sviluppo iniziale della forza di solidificazione. Queste letture della forza di resistenza vengono poi usate per la conversione in valori di forza di compressione. La sua precisione e portabilità lo rendono lo strumento ideale per test in loco come da BS EN ISO 14488 (Metodo A).

## 2. Usare il penetrometro

---

### 2.1 EN ISO 14488-2 - Generalità

La normativa 14488 è dedicata al calcestruzzo e prodotti correlati. La parte 2 si riferisce specificatamente alla 'Forza di compressione del calcestruzzo spruzzato giovane'.

Lo sviluppo della forza del calcestruzzo spruzzato giovane, con il Metodo A della normativa che prevede la penetrazione con apparato ad ago, è compreso nel campo da 0.2 MPa a 1.2 MPa. Lo Shotcrete Penetrometer Mecmesin viene usato per realizzare questi test in loco.

Questo manuale d'uso si riferisce alla normativa EN ISO 14488-2, comunque ci sono anche altre normative connesse che applicano lo stesso procedimento : EN 14488-2, DIN EN 14488-2, ISO 14488, BS ISO 14488.

Le sezioni seguenti di questo manuale d'uso si riferiscono a quelle sezioni della normativa specificatamente applicabili all'uso del penetrometro.

### 2.2 Principio

Il penetrometro è dotato di un ago di penetrazione di dimensioni specifiche e il Metodo A viene usato per misurare la forza richiesta per inserire l'ago nel calcestruzzo spruzzato fino ad una profondità di 15 mm  $\pm$ 2 mm.

Il penetrometro indica la forza di resistenza, dalla quale può essere derivata una stimata forza di compressione ricavata dall'appropriata curva di conversione di esempio inclusa con il prodotto e illustrata nell'Appendice A.

## 2.3 Apparato

### Penetrometro

Lo Shotcrete Penetrometer Mecmesin è adatto per testare come da normativa alla precisione richiesta di 10 N (fare riferimento alle specifiche tecniche del dinamometro digitale AFG).

### Ago penetratore

L'ago penetratore dovrebbe avere un diametro di 3 mm  $\pm$  0.1 mm e la punta conica ad angolo  $60^\circ \pm 5^\circ$ .

Lo Shotcrete Penetrometer Mecmesin ha in dotazione n. 15 aghi penetratori che vengono montati sull'adattatore e fissati tramite una brugola, come da foto sotto:



## 2.4 Modulo protocollo test

Il calcolo della forza risultante dai dati del test richiede la misurazione della forza di compressione in più punti. E' necessario avere un modulo protocollo test per registrare tutti i dati. Un modulo di esempio è illustrato nell'Appendice B.

La normative indica le informazioni richieste che devono essere registrate per rispettare le regolamentazioni e questi dati saranno definiti in questo manuale d'uso.

## 2.5 Provini

La procedura di test può essere usata in qualsiasi luogo senza alcuna preparazione preventiva.

Per il test è richiesto uno strato di calcestruzzo spruzzato con spessore non inferiore a 100 mm.

## 2.6 Curve di conversione

L'Appendice A di questo manuale d'uso contiene un grafico delle curve di conversione per consentire il calcolo dell'equivalente forza di compressione (MPa) del calcestruzzo da una lettura della forza mediante penetrometro (N).

Questo grafico è derivato dalle curve di calibrazione di esempio previste nelle procedure di test della norma EN 14488-2 Allegato A (informativo).

Nel grafico sono riprodotte due curve lineari e le loro formule associate per due tipici preparati rispettivamente  $<8$  mm e  $<=16$  mm. Il valore della forza di compressione sull'asse -y può essere derivata dal valore della forza di resistenza sull'asse -x sia tramite estrazione diretta dalla curva o mediante calcolo usando l'appropriata formula, come indicato.

Queste curve vengono fornite come esempio di riferimento in base ai dati pubblicati nella norma, tuttavia la composizione di ogni singola miscela può influenzare la precisione dell'approssimazione. L'utilizzatore ha la libertà di implementare le loro principali funzioni correlative se questo le rende più appropriate.



## 3. Procedura test

---

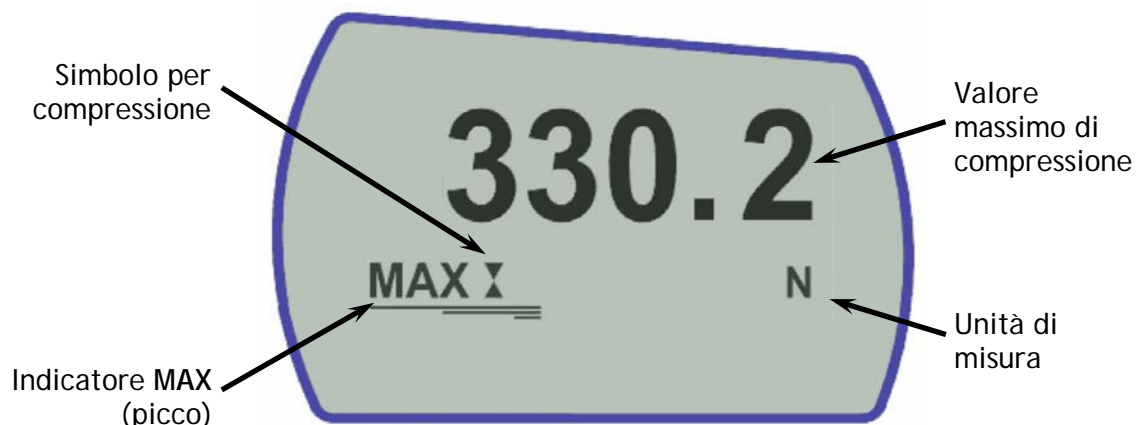
La procedura di test della norma EN ISO 14488-2 (Metodo A) viene ripetuta a diversi intervalli di tempo, esempio a 5, 20, 40, 60 e 120 minuti o fino a quando i valori della forza di compressione calcolati rimarranno sotto 1.5 MPa.

NOTA: quando i valori di forza di compressione calcolati aumentano fino a circa 1.5 MPa, la procedura con il penetrometro non è più applicabile, in quanto questo indica che il calcestruzzo ha superato la fase iniziale di sviluppo della forza. Per ulteriori informazioni fare riferimento alla normativa completa.

### 3.1 Preparare il penetrometro

Il penetrometro viene fornito con lo strumento predisposto per valutare la forza di compressione. Se necessario, fare riferimento al manuale del dinamometro per applicare le seguenti condizioni:

1. Il penetrometro deve essere settato per rilevare il valore massimo delle letture (picco).
2. Per la curva/formula di conversione deve essere settata l'appropriata unità di misura (Newton).
3. Il display deve essere orientato adeguatamente per una facile lettura (invertito).



## 3.2 Preparare il modulo protocollo test

Preparare un modulo nuovo, vuoto, e registrare:

1. L'orario di termine della spruzzatura
2. Il luogo della spruzzatura.

Completion of Spraying	
Time:	11:10
Place:	Loc A 7

## 3.3 Testare il calcestruzzo in dieci posizioni

Preparare l'acquisizione dei dati

Per calcolare il singolo valore rappresentativo per la forza di compressione del calcestruzzo di ogni test, vengono effettuate 10 campionature con il penetrometro.

I dati vengono inseriti su una riga nel modulo protocollo test in corrispondenza dell'orario stampato, esempio a 5, 20, 40, 60, 120 minuti.

Registrare l'orario di inizio del test, esempio a 5 minuti, inserendolo nell'apposita casella come indicato sotto:

Times of Testing			Penetrometer: penetration resist.					
Mins	Start	End	1	2	3	4	5	6
5	11:15							
20								
40								

## Effettuare le 10 letture

Per ogni campionatura seguire i seguenti step:

1. Verificare che il penetrometro sia azzerato.
2. Selezionare un'area sulla zona spruzzata.
3. Applicare lo strumento perpendicolarmente alla superficie dello strato di calcestruzzo spruzzato e fermamente inserire l'ago fino a una profondità di 15 mm con movimento singolo e costante. Se questo non è consentito a causa di un ostacolo interno, smettere e ripetere l'operazione in una posizione adiacente.
4. Leggere il picco massimo di compressione (resistenza) sul display.
5. Registrare il valore sul modulo protocollo test nella colonna 1 in corrispondenza del relativo orario:

Times of Testing			Penetrometer: penetration resist					
Mins	Start	End	1	2	3	4	5	6
5	11:15		122					
20								
40								

6. Pulire l'ago, se necessario.
7. Resettare il penetrometro come da punto 1 sopra.
8. Ripetere il test 10 volte più velocemente possibile (e entro 1 minuto per forze sotto 0.5 MPa) registrando i valori in sequenza nelle caselle adiacenti.
9. Registrare l'orario di termine del test:

Times of Testing			Penetrometer: penetration resist					
Mins	Start	End	1	2	3	4	5	6
5	11:15	11:21	122	131	114	109	98	12
20								
40								

## 4. Risultati

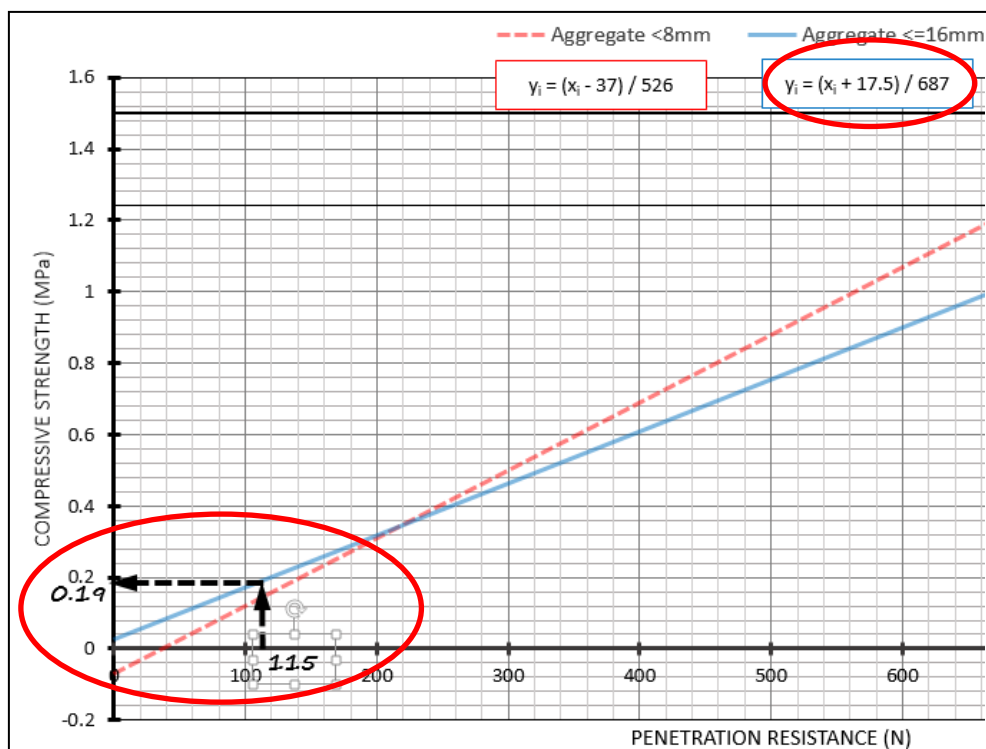
### 4.1 Calcolo della forza di compressione

Per ogni ciclo di test:

1. Calcolare la media della forza di resistenza delle 10 prove e inserire il valore nell'apposita casella:

Penetrometer: penetration resistance test readings (N)										Mean
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
122	131	114	109	98	125	119	120	103	108	115

2. Derivare la forza di compressione stimata, usando il valore della media di cui sopra, dalla curva di conversione relativa o da formula. Nell'esempio di cui sotto, per calcolare il valore derivato di un aggregato  $\leq 16$  mm è stata usata la curva di conversione ( $115 \text{ N} \equiv 0.19 \text{ MPa}$ ):



NOTA: Non è permessa l'estrapolazione oltre i limiti della curva di conversione (1.5 MPa).

3. Registrare il valore della forza di compressione sul modulo protocollo test nell'apposita casella:

Penetrometer: penetration resistance test readings (N)								Mean	Mpa
3	4	5	6	7	8	9	10	115	0.19
114	109	98	125	119	120	103	108		

## 4.2 Rapporto test

Il rapporto test per EN ISO 14488-2 (Metodo A) includerà:

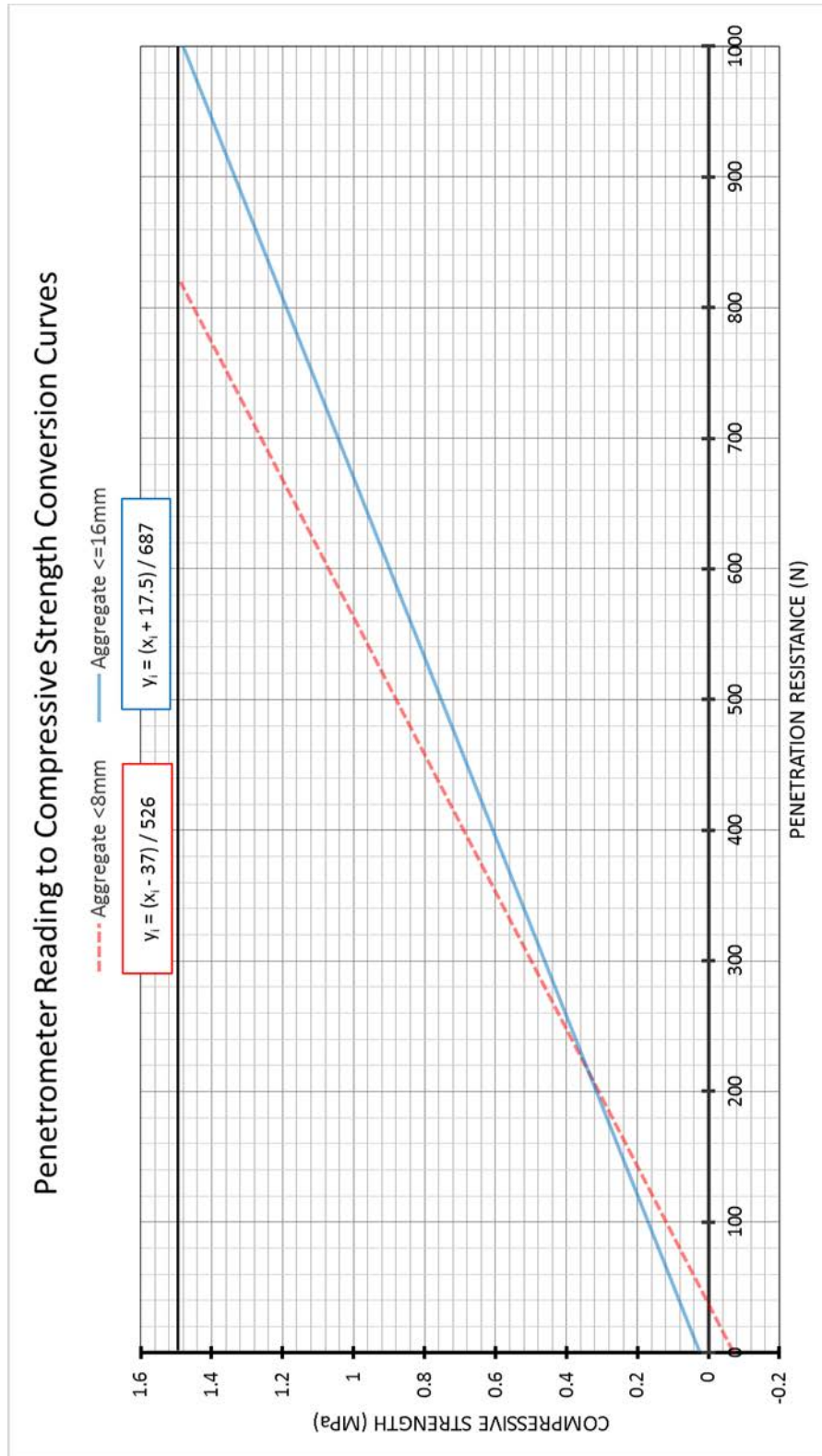
1. Modulo protocollo test
2. Descrizione del luogo e della data del test
3. Modello e numero di matricola dello strumento
4. Orario di completamento della spruzzatura e orario inizio e fine test ai relativi minuti previsti
5. 10 valori di lettura della forza di resistenza e il valore della media

## 4.3 Impiego del rapporto test Metodo A

Alla fine della fase di sviluppo iniziale della forza, il rapporto test metodo A indicherà un certo numero di valori di forza di compressione calcolati in diversi intervalli di tempo. Questi valori verranno riportati su un grafico, con i dati similari da Metodo B della norma, per indicare l'evoluzione della forza di compressione nel tempo. Questo grafico completo può essere poi usato per attribuire al calcestruzzo la specifica classe di forza prevista dalla norma EN 14487-1 o da normative equivalenti.

# Appendice A

## Grafico curve conversione



# Appendice B

## Esempio modulo protocollo test vuoto

---

Test Protocol Form - EN ISO 14488-2 (Method A): Penetrometer

Completion of Spraying	
Time:	
Place:	

Project:	
Date:	

Times of Testing		Penetrometer: penetration resistance test readings (N)										Mean	Mpa			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Mins	Start															
	End															

Aggregate < 8 mm:  $Y_i = (X_i - 37) / 526$ 
Aggregate <= 16 mm:  $Y_i = (X_i + 17.5) / 687$

# Mecmesin

testing to perfection

Oltre 30 anni di esperienza nella tecnologia applicata a Forza e Torsione

Fondata nel 1977, Mecmesin Limited è oggi largamente riconosciuta come azienda leader del settore della tecnologia applicata a forza e torsione per controlli di qualità in produzione e progettazione. Il marchio Mecmesin è sinonimo di elevati livelli di performance e affidabilità, che garantiscono elevata accuratezza dei risultati. Manager del controllo qualità, progettisti ed ingegneri, che lavorano in tutto il mondo nelle linee di produzione o in laboratori di ricerca, fanno affidamento sui sistemi di misura di forza e torsione Mecmesin le cui applicazioni sono senza limiti e coprono ogni settore.

Visitate il nostro sito web: [www.mecmesin.com](http://www.mecmesin.com)

Algeria	Egitto	Libano	Singapore
Arabia Saudita	Emirati Arabi Uniti	Lituania	Siria
Argentina	Estonia	Macedonia	Slovacchia
Australia	Filippine	Malesia	Slovenia
Austria	Finlandia	Marocco	Spagna
Bangladesh	Francia	Messico	Sri Lanka
Belgio	Germania	Myanmar	Stati Uniti
Brasile	Giappone	Norvegia	Sudafrica
Bulgaria	Grecia	Nuova Zelanda	Svezia
Cambogia	India	Paesi Bassi	Svizzera
Canada	Indonesia	Paraguay	Taiwan
Cile	Iran	Perù	Thailandia
Cina	Irlanda	Polonia	Tunisia
Colombia	Israele	Portogallo	Turchia
Corea del Sud	Italia	Regno Unito	Ungheria
Costa Rica	Kosovo	Repubblica Ceca	Uruguay
Croazia	Kuwait	Romania	Vietnam
Danimarca	Laos	Russia	
Ecuador	Lettonia	Serbia	

Ovunque voi siate nel mondo, Mecmesin può aiutarvi tramite la sua rete globale di distribuzione ed assistenza.



FS 58553

## Head Office

Mecmesin Limited

w: [www.mecmesin.com](http://www.mecmesin.com)

e: [sales@mecmesin.com](mailto:sales@mecmesin.com)

## France

Mecmesin France

w : [www.mecmesin.fr](http://www.mecmesin.fr)

e: [contact@mecmesin.fr](mailto:contact@mecmesin.fr)

## Germany

Mecmesin GmbH

w: [www.mecmesin.de](http://www.mecmesin.de)

e: [info@mecmesin.de](mailto:info@mecmesin.de)

## North America

Mecmesin Corporation

w: [www.mecmesincorp.com](http://www.mecmesincorp.com)

e: [info@mecmesincorp.com](mailto:info@mecmesincorp.com)

## Asia

Mecmesin Asia Co. Ltd

w: [www.mecmesinasia.com](http://www.mecmesinasia.com)

e: [sales@mecmesinasia.com](mailto:sales@mecmesinasia.com)

## China

Mecmesin (Shanghai) Pte Ltd

w: [www.mecmesin.cn](http://www.mecmesin.cn)

e: [sales@mecmesin.cn](mailto:sales@mecmesin.cn)