

Concrete
Specification, performance, production and conformity

Versione italiana
del settembre 2014

La norma si applica al calcestruzzo per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile. Il calcestruzzo può essere miscelato in cantiere, preconfezionato o prodotto in un impianto per componenti di calcestruzzo prefabbricato. La norma specifica i requisiti per:

- i materiali componenti del calcestruzzo;
- le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito e la loro verifica;
- le limitazioni per la composizione del calcestruzzo;
- la specifica del calcestruzzo;
- la consegna del calcestruzzo fresco;
- le procedure per il controllo di produzione;
- i criteri di conformità e la valutazione della conformità.

La norma non contiene tutte le disposizioni necessarie per la specificazione e la produzione del calcestruzzo: essa rinvia a disposizioni complementari in vigore nel paese in cui si produce ed utilizza il calcestruzzo. Di conseguenza la sua applicazione necessita del documento di applicazione nazionale UNI 11104 che costituisce parte integrante alla presente norma per la sua applicazione in Italia per il calcestruzzo strutturale.

TESTO ITALIANO

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 206 (edizione dicembre 2013) e tiene conto delle correzioni introdotte il 12 marzo 2014.

La presente norma sostituisce la UNI EN 206-1:2006 e la UNI EN 206-9:2010.

ICS 91.100.30

PREMESSA NAZIONALE

La presente norma costituisce il recepimento, in lingua italiana, della norma europea EN 206 (edizione dicembre 2013 con correzioni del 12 marzo 2014), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI

Cemento, malte, calcestruzzi e cemento armato

La presente norma è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 20 febbraio 2014.

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

English version

Concrete - Specification, performance, production and conformity

Béton - Spécification, performances, production et conformité

Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

This European Standard was approved by CEN on 28 September 2013.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

INDICE

		PREMESSA	1
figura	1	Relazioni tra la EN 206 e le norme per la progettazione e l'esecuzione, le norme per i costituenti e le norme di prova	1
		INTRODUZIONE	2
1		SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	3
2		RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3		TERMINI, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI	5
3.1		Termini e definizioni.....	5
3.2		Simboli e abbreviazioni.....	15
4		CLASSIFICAZIONE	16
4.1		Classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente.....	16
	prospetto 1	Classi di esposizione	17
	prospetto 2	Valori limite per le classi di esposizione per l'attacco chimico nel terreno naturale e nell'acqua del terreno	18
4.2		Classi per le proprietà del calcestruzzo fresco.....	18
	prospetto 3	Classi di abbassamento al cono	19
	prospetto 4	Classi di compattabilità	19
	prospetto 5	Classi di spandimento alla tavola a scosse	19
	prospetto 6	Classi di spandimento al cono di Abrams	19
	prospetto 7	Classi di viscosità – ξ_{500}	20
	prospetto 8	Classi di viscosità – ξ_v	20
	prospetto 9	Classi di capacità di attraversamento - scatola a L	20
	prospetto 10	Classi di capacità di attraversamento – anello a J	20
	prospetto 11	Classi di resistenza alla segregazione al setaccio	20
4.3		Classi per le proprietà del calcestruzzo indurito.....	21
	prospetto 12	Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante	21
	prospetto 13	Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo leggero	21
	prospetto 14	Classi di massa volumica per calcestruzzo leggero	22
5		REQUISITI PER IL CALCESTRUZZO E METODI DI VERIFICA	22
5.1		Requisiti di base per i costituenti.....	22
5.2		Requisiti di base per la composizione del calcestruzzo.....	23
	prospetto 15	Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo	28
5.3		Requisiti relativi alle classi di esposizione.....	28
5.4		Requisiti per il calcestruzzo fresco.....	29
5.5		Requisiti per il calcestruzzo indurito.....	31
6		SPECIFICA DEL CALCESTRUZZO	32
6.1		Generalità.....	32
6.2		Specifica del calcestruzzo a prestazione garantita	33
6.3		Specifica del calcestruzzo a composizione richiesta.....	34
6.4		Specifica del calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma	35
7		CONSEGNA DEL CALCESTRUZZO FRESCO	35
7.1		Informazioni dall'utilizzatore del calcestruzzo al produttore	35
7.2		Informazioni dal produttore del calcestruzzo all'utilizzatore	35
	prospetto 16	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo a 20 °C	36
7.3		Documento di consegna del calcestruzzo confezionato	36

7.4	Informazioni di consegna per il calcestruzzo miscelato in cantiere	37
7.5	Aggiustamenti della miscela dopo il processo di miscelazione principale e prima dello scarico.....	37
8	CONTROLLO DELLA CONFORMITÀ E CRITERI DI CONFORMITÀ	38
8.1	Generalità	38
8.2	Controllo della conformità del calcestruzzo a prestazione garantita	38
prospetto 17	Frequenza minima di campionamento per valutare la conformità	40
prospetto 18	Criterio di conferma per i membri della famiglia	41
prospetto 19	Valori per la verifica dello scarto tipo	41
prospetto 20	Criteri di conformità per la resistenza a trazione indiretta	43
prospetto 21	Valutazione della conformità per classi di consistenza, proprietà dell'SCC, contenuto di aria e omogeneità di distribuzione delle fibre del calcestruzzo fresco nel punto di consegna	44
prospetto 22	Valutazione della conformità del contenuto di fibre, della massa volumica, del rapporto massimo acqua/cemento e del contenuto minimo di cemento	45
prospetto 23	Criteri di conformità per valori prestabiliti a della consistenza e della viscosità	46
prospetto 24	Numeri di accettazione per i criteri di conformità indicati nel prospetto 22	46
8.3	Controllo della conformità del calcestruzzo a composizione richiesta compreso il calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma	46
8.4	Azioni da intraprendere in caso di non conformità del prodotto.....	47
9	CONTROLLO DI PRODUZIONE	47
9.1	Generalità	47
9.2	Sistemi di controllo di produzione.....	48
9.3	Dati registrati e altri documenti	48
prospetto 25	Dati registrati e altri documenti, dove pertinenti	48
9.4	Prove	49
9.5	Composizione del calcestruzzo e prove iniziali.....	49
9.6	Personale, attrezzature e installazioni	49
prospetto 26	Requisiti per attrezzatura di dosaggio	50
9.7	Dosaggio dei costituenti.....	50
prospetto 27	Tolleranze per il processo di dosaggio dei costituenti	51
9.8	Miscelazione del calcestruzzo.....	51
9.9	Procedimenti di controllo di produzione	51
prospetto 28	Controllo delle attrezzature	53
prospetto 29	Procedimenti di controllo di produzione e delle proprietà del calcestruzzo	54
10	VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ	55
10.1	Generalità	55
10.2	Valutazione, sorveglianza e certificazione del controllo di produzione.....	55
11	DESIGNAZIONE PER IL CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA	56
APPENDICE A (normativa)	PROVA INIZIALE	57
A.1	Generalità	57
A.2	Parte responsabile delle prove iniziali.....	57
A.3	Frequenza delle prove iniziali	57
A.4	Condizioni di prova	57
A.5	Criteri per l'adozione delle prove iniziali.....	58
APPENDICE B (normativa)	PROVE DI IDENTITÀ	59
B1	Generalità	59
B.2	Piano di campionamento e prove.....	59

B.3		Criteri di identità per la resistenza a compressione	59
	prospetto B.1	Criteri di identità per la resistenza a compressione	59
B.4		Criteri di identità per la consistenza e il contenuto d'aria	60
B.5		Criteri di identità per il contenuto di fibre e l'omogeneità del calcestruzzo fresco	60
	prospetto B.2	Criteri combinati di identità per contenuto di fibre e omogeneità del calcestruzzo fresco	60
APPENDICE (normativa)	C	DISPOSIZIONI PER LA VALUTAZIONE, LA SORVEGLIANZA E LA CERTIFICAZIONE DEL CONTROLLO DI PRODUZIONE	61
C.1		Generalità	61
C.2		Compiti dell'ente d'ispezione	61
C.3		Compiti dell'organismo di certificazione	63
APPENDICE (normativa)	D	REQUISITI AGGIUNTIVI PER LA SPECIFICA E LA CONFORMITÀ DEL CALCESTRUZZO PER OPERE GEOTECNICHE PARTICOLARI	64
D.1		Generalità	64
D.2		Costituenti	64
D.3		Calcestruzzo	65
	prospetto D.1	Contenuto minimo di fini e di cemento per calcestruzzo per pali trivellati e pali a spostamento gettati in opera	65
	prospetto D.2	Contenuto di cemento minimo per calcestruzzo per diaframmi	66
	prospetto D.3	Valori prestabiliti per il calcestruzzo fresco nelle diverse condizioni	66
APPENDICE (informativa)	E	RACCOMANDAZIONI PER L'IMPIEGO DI AGGREGATI	67
E.1		Generalità	67
E.2		Aggregati naturali normali e pesanti e loppa d'altoforno raffreddata in aria	67
	prospetto E.1	Raccomandazioni per aggregati naturali normali e pesanti e per loppa d'altoforno raffreddata in aria	67
E.3		Raccomandazioni per l'impiego di aggregati riciclati grossi	67
	prospetto E.2	Percentuale massima di sostituzione di aggregati grossi (% in massa)	68
	prospetto E.3	Raccomandazioni per aggregati riciclati grossi secondo la EN 12620	68
E.4		Raccomandazioni per l'impiego di aggregati leggeri	68
	prospetto E.4	Raccomandazioni per aggregati leggeri secondo il prEN 13055	68
APPENDICE (informativa)	F	RACCOMANDAZIONI PER I VALORI LIMITE DELLA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO	69
	prospetto F.1	Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo	70
APPENDICE (informativa)	G	LINEE GUIDA PER I REQUISITI DEL CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE ALLO STATO FRESCO	71
G.1		Generalità	71
G.2		Raccomandazioni sulla classificazione del calcestruzzo autocompattante	72
APPENDICE (informativa)	H	REGOLE DI APPLICAZIONE PER IL METODO C DEL PUNTO 8.2.1.3	73
H.1		Introduzione	73
H.2		Controllo basato sul sistema CuSum	73
H.3		Controllo basato sulle carte di Shewhart con limiti modificati per variabili	74
APPENDICE (informativa)	J	DEROGA PER L'ADEGUAMENTO A UNA REGOLAMENTAZIONE SPAGNOLA NOTIFICATA	75
APPENDICE (informativa)	K	FAMIGLIE DI CALCESTRUZZI	76
K.1		Generalità	76
K.2		Selezione della famiglia di calcestruzzi	76

K.3		Diagramma di flusso per la valutazione di appartenenza e conformità di una famiglia di calcestruzzi	77
APPENDICE (informativa)	L	ULTERIORI INFORMAZIONI RIGUARDANTI PARAGRAFI SPECIFICI	78
APPENDICE (informativa)	M	GUIDA ALLE DISPOSIZIONI VIGENTI NEL LUOGO D'IMPIEGO	80
		BIBLIOGRAFIA	82

PREMESSA

Il presente documento (EN 206:2013) è stato elaborato dal Comitato Tecnico CEN/TC 104 "Calcestruzzo e prodotti relativi", la cui segreteria è affidata al DIN.

Alla presente norma europea deve essere attribuito lo status di norma nazionale, o mediante pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, entro giugno 2014, e le norme nazionali in contrasto devono essere ritirate entro giugno 2014.

In conformità alla Decisione del CEN/BT (Decisione BT42/2013) la EN 12620:2013 è stata ritirata. Quindi, il presente documento è stato allineato alle specifiche fornite nella EN 12620:2002+A1:2008. Il prima possibile il CEN/TC 154 pubblica una nuova versione della EN 12620, il CEN/TC 104 intende aggiornare la EN 206.

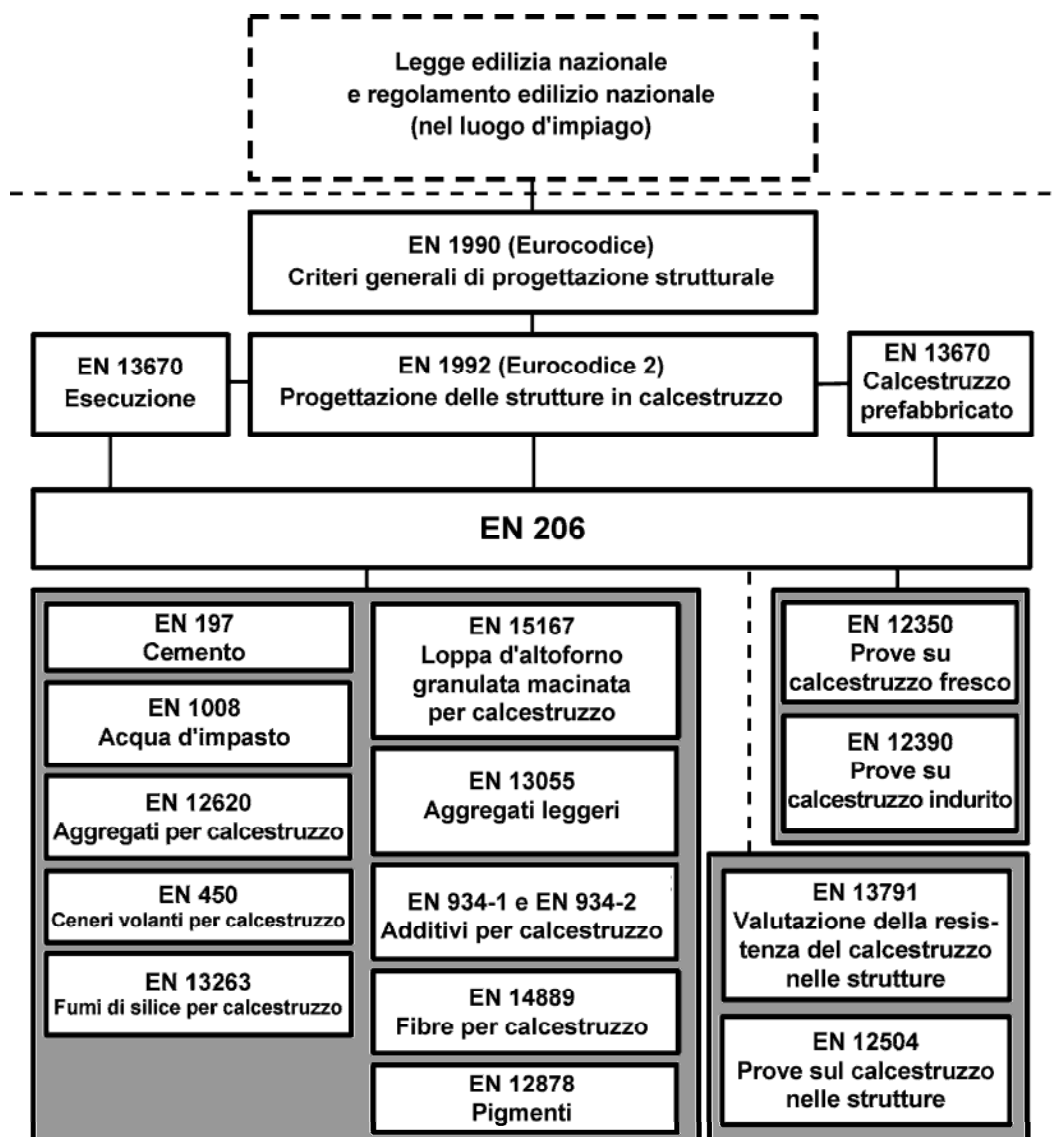
Il presente documento sostituisce la EN 206-1:2000 e la EN 206-9:2010.

In particolare, i seguenti punti principali sono stati sottoposti a revisione nella preparazione della presente norma europea:

- a) aggiunta di regole di applicazione per il calcestruzzo con fibre e calcestruzzo con aggregato riciclato;
- b) revisione del concetto del valore k per le ceneri volanti, e i fumi di silice e aggiunta di nuove regole per loppa d'altoforno granulata macinata;
- c) introduzione dei principi relativi al concetto di prestazione per l'utilizzo di aggiunte, per esempio concetto di prestazione equivalente del calcestruzzo e concetto di prestazione equivalente delle combinazioni;
- d) revisione e aggiunta di nuovi concetti per la valutazione di conformità;
- e) integrazione della EN 206-9 "Additional rules for self-compacting concrete (SCC)";
- f) integrazione di requisiti aggiuntivi di calcestruzzo per opere geotecniche speciali (appendice D);

Nota L'appendice D è stata elaborata congiuntamente dal CEN/TC 104 e dal CEN/TC 288.

La figura 1 illustra le relazioni tra EN 206 e le norme per la progettazione e l'esecuzione, le norme per i costituenti e le norme di prova



In conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, gli enti nazionali di normazione dei seguenti Paesi sono tenuti a recepire la presente norma europea: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Croazia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Repubblica ex Jugoslava di Macedonia, Romania, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia e Ungheria.

INTRODUZIONE

La presente norma europea è destinata all'applicazione nell'ambito di diverse condizioni climatiche e geografiche, diversi livelli di protezione e diverse tradizioni ed esperienze regionali consolidate. Per trattare queste situazioni sono state introdotte delle classi per le proprietà del calcestruzzo. Nel caso in cui tali soluzioni generali non siano possibili, i punti pertinenti contengono il permesso per l'applicazione delle disposizioni nazionali vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo.

La presente norma europea contiene le regole per l'utilizzo di costituenti che sono trattati da norme europee. I costituenti non trattati da norme europee possono essere utilizzati in conformità alle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo.

Se il calcestruzzo è in conformità ai valori limite, il calcestruzzo nella struttura è ritenuto conforme ai requisiti di durabilità per l'utilizzo previsto nella condizione ambientale specifica, purché:

- siano state scelte le classi di esposizione appropriate;
- il calcestruzzo rispetti il copriferro minimo richiesto per la condizione ambientale specifica in conformità alla norma di progetto pertinente, per esempio la EN 1992-1-1;
- il calcestruzzo sia correttamente messo in opera, compattato e stagionato, per esempio in conformità alla EN 13670 o ad altre norme pertinenti;
- sia attuata la manutenzione appropriata durante la vita operativa.

Sono in corso di sviluppo dei concetti basati sulla prestazione come alternative al concetto dei valori limite.

Il calcestruzzo conforme alla presente norma europea può essere ritenuto conforme ai requisiti di base per materiali da utilizzare in tutte tre le classi di esecuzione come definito nella EN 13670.

La presente norma europea definisce i compiti del prescrittore, del produttore e dell'utilizzatore. Per esempio, il prescrittore è responsabile della specifica del calcestruzzo, punto 6, e il produttore è responsabile della conformità e del controllo di produzione, punti 8 e 9. L'utilizzatore è responsabile del getto in opera del calcestruzzo nella struttura. In pratica, possono esserci diversi soggetti che specificano più requisiti a vari stadi del progetto e del processo di costruzione, per esempio il cliente, il progettista, l'impresa, il subappaltatore della messa in opera del calcestruzzo. Ciascuno è responsabile di trasferire i requisiti specificati, assieme a tutti i requisiti aggiuntivi, alla parte successiva della catena finché raggiungono il produttore. Nell'ambito della presente norma europea, questa compilazione finale è nota come "specifica del calcestruzzo". All'opposto, il prescrittore, il produttore e l'utilizzatore possono essere la stessa parte (per esempio un produttore di calcestruzzo prefabbricato o un'impresa che progetta e costruisce). Nel caso del calcestruzzo preconfezionato, l'acquirente del calcestruzzo fresco ha il ruolo di prescrittore che fornisce la specifica del calcestruzzo al produttore.

La presente norma europea tratta anche lo scambio di informazioni necessario tra i diversi soggetti. Gli aspetti contrattuali non sono affrontati. Dove sono indicate responsabilità per i soggetti coinvolti, queste sono responsabilità tecniche.

Se non diversamente specificato, le note e le note a piè di pagina dei prospetti della presente norma europea sono normative; le altre note e note a piè di pagina sono informative.

Ulteriori spiegazioni e una guida sull'applicazione della presente norma sono indicati in altri documenti, quali i rapporti tecnici CEN.

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

- (1) La presente norma europea si applica a calcestruzzo per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate, e prodotti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile.
- (2) Il calcestruzzo nell'ambito della presente norma europea può essere:
 - normale, pesante e leggero;
 - confezionato in cantiere, preconfezionato o prodotto in un impianto per prodotti di calcestruzzo prefabbricato;
 - compattato o autocompattante per non trattenere quantità apprezzabili di aria intrappolata oltre all'aria inglobata.
- (3) La presente norma specifica i requisiti per:
 - i costituenti del calcestruzzo;
 - le proprietà del calcestruzzo fresco e indurito e la loro verifica;
 - le limitazioni per la composizione del calcestruzzo;
 - la specifica del calcestruzzo;
 - la consegna del calcestruzzo fresco;
 - le procedure di controllo di produzione;
 - i criteri di conformità e la valutazione della conformità.
- (4) Altre norme europee relative a prodotti specifici, per esempio prodotti prefabbricati o processi che rientrano nello scopo e campo di applicazione della presente norma, possono richiedere o consentire scostamenti.
- (5) Requisiti aggiuntivi o diversi possono essere indicati per applicazioni specifiche in altre norme europee, per esempio:
 - calcestruzzo da utilizzare in strade e altre aree soggette al traffico (per esempio pavimentazioni di calcestruzzo secondo la EN 13877-1);
 - tecnologie particolari (per esempio calcestruzzo proiettato secondo la EN 14487).
- (6) Requisiti supplementari o procedimenti di prova diversi possono essere specificati per tipi specifici di calcestruzzo e applicazioni, per esempio:
 - calcestruzzo per strutture massive (per esempio dighe);
 - calcestruzzo miscelato a secco;
 - calcestruzzo con un D_{\max} di 4 mm o minore (malta);
 - calcestruzzi autocompattanti (SCC) contenenti aggregati leggeri o pesanti o fibre;
 - calcestruzzo con struttura aperta (per esempio calcestruzzo drenante).
- (7) La presente norma non si applica a:
 - calcestruzzo aerato;
 - calcestruzzo alveolare;
 - calcestruzzo con massa volumica minore di 800 kg/m³;
 - calcestruzzo refrattario.
- (8) La presente norma non tratta i requisiti di salute e sicurezza per la protezione dei lavoratori durante la produzione e la consegna del calcestruzzo.

RIFERIMENTI NORMATIVI

I seguenti documenti, in tutto o in parte, sono richiamati, con carattere normativo, nel presente documento e sono indispensabili per la sua applicazione. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

EN 196-2	Methods of testing cement - Part 2: Chemical analysis of cement
EN 197-1	Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements

EN 450-1	Fly ash for concrete - Part 1: Definition, specifications and conformity criteria
EN 934-1:2008	Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 1: Common requirements
EN 934-2	Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling
EN 1008	Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete
EN 1097-3	Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 3: Determination of loose bulk density and voids
EN 1097-6:2013	Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 6: Determination of particle density and water absorption
EN 1536	Execution of special geotechnical work - Bored piles
EN 1538	Execution of special geotechnical work - Diaphragm walls
EN 12350-1	Testing fresh concrete - Part 1: Sampling
EN 12350-2	Testing fresh concrete - Part 2: Slump-test
EN 12350-4	Testing fresh concrete - Part 4: Degree of compactability
EN 12350-5	Testing fresh concrete - Part 5: Flow table test
EN 12350-6	Testing fresh concrete - Part 6: Density
EN 12350-7	Testing fresh concrete - Part 7: Air content - Pressure methods
EN 12350-8	Testing fresh concrete - Part 8: Self-compacting concrete - Slump-flow test
EN 12350-9	Testing fresh concrete - Part 9: Self-compacting concrete - V-funnel test
EN 12350-10	Testing fresh concrete - Part 10: Self-compacting concrete - L box test
EN 12350-11	Testing fresh concrete - Part 11: Self-compacting concrete - Sieve segregation test
EN 12350-12	Testing fresh concrete - Part 12: Self-compacting concrete - J-ring test
EN 12390-1	Testing hardened concrete - Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds
EN 12390-2	Testing hardened concrete - Part 2: Making and curing specimens for strength tests
EN 12390-3	Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens
EN 12390-6	Testing hardened concrete - Part 6: Tensile splitting strength of test specimens
EN 12390-7	Testing hardened concrete - Part 7: Density of hardened concrete
EN 12620:2002 + A1:2008	Aggregates for concrete
EN 12699	Execution of special geotechnical work - Displacement piles
EN 12878	Pigments for the colouring of building materials based on cement and/or lime - Specifications and methods of test
prEN 13055	Lightweight aggregates for concrete, mortar, grout, bituminous mixtures, surface treatments and for unbound and bound applications
EN 13263-1	Silica fume for concrete - Part 1: Definitions, requirements and conformity criteria
EN 13577	Chemical attack on concrete - Determination of aggressive carbon dioxide content in water

EN 14199	Execution of special geotechnical works - Micropiles
EN 14216	Cement - Composition, specifications and conformity criteria for very low heat special cements
EN 14488-7	Testing sprayed concrete - Part 7: Fibre content of fibre reinforced concrete
EN 14721	Test method for metallic fibre concrete - Measuring the fibre content in fresh and hardened concrete
EN 14889-1:2006	Fibres for concrete - Part 1: Steel fibres - Definitions, specifications and conformity
EN 14889-2:2006	Fibres for concrete - Part 2: Polymer fibres – Definitions, specifications and conformity
EN 15167-1	Ground granulated blast furnace slag for use in concrete, mortar and grout - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria
prEN 16502	Test method for the determination of the degree of soil acidity according to Baumann-Gully
EN ISO 7980	Water quality - Determination of calcium and magnesium - Atomic absorption spectrometric method (ISO 7980)
ISO 4316	Surface active agents - Determination of pH of aqueous solutions - Potentiometric method
ISO 7150-1	Water quality - Determination of ammonium - Part 1: Manual spectrometric method
ASTM C 173	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

3 TERMINI, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

3.1 Termini e definizioni

Ai fini del presente documento si applicano i termini e le definizioni seguenti.

3.1.1 Generalità

3.1.1.1

calcestruzzo:

en: concrete

fr: béton

de: Beton

Materiale formato mescolando cemento, aggregato grosso e fine ed acqua, con o senza l'introduzione di additivi, aggiunte o fibre, che sviluppa le sue proprietà mediante idratazione.

3.1.1.2

famiglia di calcestruzzi:

en: concrete family

fr: famille de béton

de: Betonfamilie

Gruppo di composizioni di calcestruzzo per le quali è stata stabilita e documentata una relazione affidabile tra le proprietà rilevanti.

3.1.1.3

consegna:

en: delivery

fr: livraison

de: Lieferung

Processo con cui il produttore consegna il calcestruzzo fresco.

-
- 3.1.1.4 calcestruzzo a prestazione garantita:
en: designed concrete
fr: béton à propriétés spécifiées
de: Beton nach Eigenschaften
Calcestruzzo le cui proprietà richieste e caratteristiche addizionali se presenti sono specificate al produttore che è responsabile di fornire un calcestruzzo conforme alle proprietà richieste e alle caratteristiche addizionali.
- 3.1.1.5 vita utile di progetto:
en: design working life
fr: durée de vie de projet
de: Bemessungslebensdauer
Periodo durante il quale si assume che una struttura o una parte di essa sia utilizzata per il suo scopo previsto con manutenzione anticipata ma senza che siano necessari interventi di riparazione sostanziali.
- 3.1.1.6 documento:
en: document
fr: document
de: Dokument
Informazioni con il loro mezzo di supporto, che può essere carta, nastro magnetico, disco elettronico od ottico, fotografia, campione di riferimento o una loro combinazione.
- 3.1.1.7 azioni ambientali:
en: environmental actions
fr: actions dues à l'environnement
de: Umwelteinflüsse
Quelle azioni chimiche e fisiche alle quali il calcestruzzo è esposto e che producono effetti sul calcestruzzo o sull'armatura o sugli inserti metallici che non sono considerati come carichi nel progetto strutturale.
- 3.1.1.8 elemento prefabbricato:
en: precast element
fr: élément préfabriqué
de: Fertigteil
Elemento di calcestruzzo gettato e stagionato in un luogo diverso dalla sua destinazione finale d'uso (prodotto in fabbrica o realizzato in sito).
- 3.1.1.9 prodotto prefabbricato:
en: precast product
fr: produit préfabriqué
de: Fertigteil
Elemento prefabbricato prodotto in conformità alla norma di prodotto europea pertinente.
- 3.1.1.10 calcestruzzo a composizione richiesta:
en: prescribed concrete
fr: béton à composition prescrite
de: Beton nach Zusammensetzung
Calcestruzzo la cui composizione e i materiali costituenti da utilizzare sono specificati al produttore che è responsabile di produrre un calcestruzzo con la composizione specificata.

3.1.1.11	<p>produttore:</p> <p>en: producer</p> <p>fr: producteur</p> <p>de: Hersteller</p> <p>Persona o organizzazione che produce calcestruzzo fresco.</p>
3.1.1.12	<p>disposizioni vigenti nel luogo d'impiego:</p> <p>en: provisions valid in the place of use</p> <p>fr: dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton</p> <p>de: am Ort der Verwendung geltende Regeln</p> <p>Disposizioni nazionali in una premessa nazionale o appendice nazionale alla presente norma europea, o in una norma nazionale complementare alla presente norma europea applicabili nel luogo d'impiego del calcestruzzo.</p>
3.1.1.13	<p>calcestruzzo preconfezionato:</p> <p>en: ready-mixed concrete</p> <p>fr: béton prêt à l'emploi</p> <p>de: Transportbeton</p> <p>Calcestruzzo consegnato nello stato fresco da una persona o organizzazione che non è l'utilizzatore; ai sensi della presente norma è anche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - calcestruzzo prodotto fuori cantiere dall'utilizzatore; - calcestruzzo prodotto in cantiere, ma non dall'utilizzatore.
3.1.1.14	<p>calcestruzzo autocompattante (SCC):</p> <p>en: self-compacting concrete</p> <p>fr: béton auto-plaçant</p> <p>de: selbstverdichtender Beton</p> <p>Calcestruzzo in grado di spandersi e compattarsi sotto l'azione del solo peso proprio e di riempire completamente le casseforme passando attraverso armature, condotti, nicchie ecc., mantenendo omogeneità.</p>
3.1.1.15	<p>calcestruzzo confezionato in cantiere:</p> <p>en: site-mixed concrete</p> <p>fr: béton de chantier</p> <p>de: Baustellenbeton</p> <p>Calcestruzzo prodotto nel luogo di costruzione dall'utilizzatore del calcestruzzo per il proprio utilizzo.</p>
3.1.1.16	<p>cantiere (luogo di costruzione):</p> <p>en: site (construction site)</p> <p>fr: chantier (chantier de construction)</p> <p>de: Baustelle</p> <p>Area nella quale è eseguito il lavoro di costruzione.</p>
3.1.1.17	<p>specifica del calcestruzzo:</p> <p>en: specification of concrete</p> <p>fr: spécification du béton</p> <p>de: Festlegung</p> <p>Compilazione finale di requisiti tecnici documentati forniti al produttore in termini di prestazione o composizione.</p>

3.1.1.18	<p>prescrittore:</p> <p>en: specifier</p> <p>fr: prescripteur</p> <p>de: Verfasser der Festlegung</p> <p>Persona o organizzazione che stabilisce la specifica per calcestruzzo fresco e indurito.</p>
3.1.1.19	<p>calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma:</p> <p>en: standardized prescribed concrete</p> <p>fr: béton à composition prescrite dans une norme</p> <p>de: Standardbeton</p> <p>Calcestruzzo a composizione richiesta la cui composizione è indicata in una norma vigente nel luogo d'impiego del calcestruzzo.</p>
3.1.1.20	<p>utilizzatore:</p> <p>en: user</p> <p>fr: utilisateur</p> <p>de: Verwender</p> <p>Persona o organizzazione che utilizza calcestruzzo fresco nell'esecuzione di una costruzione o di un elemento.</p>
3.1.2	Costituenti
3.1.2.1	<p>aggiunta:</p> <p>en: addition</p> <p>fr: addition</p> <p>de: Betonzusatzstoff</p> <p>Costituente inorganico finemente suddiviso utilizzato nel calcestruzzo allo scopo di migliorare certe proprietà o di ottenere proprietà particolari.</p>
3.1.2.2	<p>aggiunta di tipo I:</p> <p>en: type I addition</p> <p>fr: addition de type I</p> <p>de: Typ-I-Zusatzstoff</p> <p>Aggiunta praticamente inerte.</p>
3.1.2.3	<p>aggiunta di tipo II:</p> <p>en: type II addition</p> <p>fr: addition de type II</p> <p>de: Typ II-Zusatzstoff</p> <p>Aggiunta pozzolanica o ad attività idraulica latente.</p>
3.1.2.4	<p>additivo:</p> <p>en: admixture</p> <p>fr: adjuvant</p> <p>de: Betonzusatzmittel</p> <p>Costituente aggiunto durante il processo di miscelazione in piccole quantità rispetto alla massa del cemento allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo fresco o indurito.</p>

-
- 3.1.2.5 aggregato:
 en: aggregate
 fr: granulat
 de: Gesteinskörnung
 Costituente minerale granulare naturale, artificiale, di recupero o riciclato idoneo all'impiego nel calcestruzzo.
- 3.1.2.6 aggregato in frazione unica:
 en: all-in aggregate
 fr: grave
 de: Gesteinskörnungsgemisch
 Aggregato costituito da una miscela di aggregati grossi e fini con D maggiore di 4 mm e $d = 0$.
- 3.1.2.7 dimensione dell'aggregato:
 en: aggregate size
 fr: classe granulaire
 de: Korngröße
 Designazione dell'aggregato in termini di dimensione inferiore (d) e superiore (D) del setaccio, espressa come d / D .
- 3.1.2.8 cemento:
 en: cement
 fr: ciment
 de: Zement
 Materiale inorganico finemente macinato che, a seguito della miscelazione con acqua, forma una pasta che fa presa ed indurisce mediante reazioni e processi di idratazione e che, dopo indurimento, mantiene la sua resistenza e stabilità anche sott'acqua.
 [FONTE: EN 197-1]
- 3.1.2.9 fini nel calcestruzzo:
 en: fines in concrete
 fr: fines du béton
 de: Mehlkorn
 Somma di materiali solidi nel calcestruzzo fresco con dimensioni delle particelle minori o uguali a 0,125 mm.
- 3.1.2.10 aggregato pesante:
 en: heavy-weight aggregate
 fr: granulat lourd
 de: schwere Gesteinskörnung
 Aggregato avente massa volumica delle particelle essiccate in stufa $\geq 3\,000\text{ kg/m}^3$ quando determinata secondo la EN 1097-6.
- 3.1.2.11 aggregato leggero:
 en: lightweight aggregate
 fr: granulat léger
 de: leichte Gesteinskörnung
 Aggregato di origine minerale avente massa volumica dei granuli essiccati in stufa $\leq 2\,000\text{ kg/m}^3$ quando determinata secondo la EN 1097-6 oppure massa volumica in mucchio di aggregati essiccati in stufa $\leq 1\,200\text{ kg/m}^3$ quando determinata secondo la EN 1097-3.

- 3.1.2.12 aggregato normale:
en: normal-weight aggregate
fr: granulât courant
de: normale Gesteinskörnung
Aggregato avente massa volumica dei granuli essiccati in stufa $>2\,000\text{ kg/m}^3$ e $<3\,000\text{ kg/m}^3$, quando determinata secondo la EN 1097-6.
- 3.1.2.13 fibre polimeriche:
en: polymer fibres
fr: fibres polymères
de: Polymerfasern
Filamenti rettilinei o sagomati di materiale estruso, orientato e tagliato che si prestano ad essere miscelati omogeneamente nel calcestruzzo.
[FONTE: punto 3.2 della EN 14889-2:2006]
- 3.1.2.14 aggregato lavato di recupero:
en: reclaimed washed aggregate
fr: granulats récupéré par lavage
de: wiedergewonnene gewaschene Gesteinskörnung
Aggregati ottenuti mediante lavaggio del calcestruzzo fresco.
- 3.1.2.15 aggregato frantumato di recupero:
en: reclaimed crushed aggregate
fr: granulât récupéré par concassage
de: wiedergewonnene gebrochene Gesteinskörnung
Aggregato ottenuto mediante frantumazione di calcestruzzo indurito che non è stato precedentemente utilizzato nella costruzione.
- 3.1.2.16 aggregato riciclato:
en: recycled aggregate
fr: gravillon recyclé
de: grobe rezyklierte Gesteinskörnung
Aggregato risultante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nella costruzione.
- 3.1.2.17 fibre di acciaio:
en: steel fibres
fr: fibres d'acier
de: Stahlfasern
Filamenti rettilinei o sagomati di filo d'acciaio trafilato a freddo, fibre rettilinee o sagomate di lamiera tagliata, fibre estratte da massa fusa, fibre sbarbate di filo metallico trafilato a freddo o fibre macinate da blocchi di acciaio, che si prestano ad essere miscelati omogeneamente nel calcestruzzo.
[FONTE: ripresa dal punto 3.1 della EN 14889-1:2006]
- 3.1.3 Calcestruzzo fresco**
- 3.1.3.1 agitatore:
fr: cuve agitatrice
de: Rührwerk
Attrezzatura generalmente montata sul telaio di un automezzo e capace di mantenere il calcestruzzo fresco in uno stato omogeneo durante il trasporto.

-
- 3.1.3.2 impasto:
 en: batch
 fr: gâchée
 de: Charge
Quantità di calcestruzzo fresco prodotta in un ciclo di operazioni di un mescolatore o la quantità scaricata durante 1 min da un miscelatore continuo.
- 3.1.3.3 metro cubo di calcestruzzo:
 en: cubic metre of concrete
 fr: mètre cube de béton
 de: Kubikmeter Beton
Quantità di calcestruzzo fresco che, quando compattata secondo il procedimento indicato nella EN 12350-6, occupa un volume di 1 m³.
- 3.1.3.4 contenuto d'acqua efficace:
 en: effectice water content
 fr: teneur en eau efficace
 de: wirksamer Wassergehalt
Differenza fra l'acqua totale presente nel calcestruzzo fresco e l'acqua assorbita dagli aggregati.
- 3.1.3.5 aria inglobata:
 en: entrained air
 fr: air entrainé
 de: künstliche Luftporen
Bolle d'aria microscopiche incorporate intenzionalmente nel calcestruzzo durante la miscelazione, generalmente mediante l'impiego di un agente tensioattivo; le bolle sono pressoché sferiche e il loro diametro è generalmente compreso tra 10 µm e 300 µm.
- 3.1.3.6 aria intrappolata:
 en: entrapped air
 fr: air occlus
 de: Lufteinschlüsse
Vuoti d'aria nel calcestruzzo non inglobati intenzionalmente.
- 3.1.3.7 calcestruzzo fresco:
 en: load
 fr: béton frais
 de: Frischbeton
Calcestruzzo che è completamente miscelato e ancora in una condizione che lo rende in grado di essere compattato mediante il metodo previsto.
- 3.1.3.8 carico:
 en: load
 fr: charge
 de: Ladung
Quantità di calcestruzzo, comprendente uno o più impasti, trasportata in un veicolo.

-
- 3.1.3.9 attrezzatura non agitante:
 en: non-agitant equipment
 fr: cuve non agitatrice
 de: Ausrüstung ohne Rührwerk
Attrezzatura utilizzata per trasportare calcestruzzo senza agitazione (punto 3.1.3.1).
Esempio:
Un camion o una benna.
- 3.1.3.10 capacità di attraversamento:
 en: passing ability
 fr: aptitude à l'écoulement
 de: Blockierneigung
Capacità del calcestruzzo fresco di spandersi attraverso gli interstizi più ristretti come gli spazi tra le barre d'armatura evitando ogni segregazione o arresto del flusso.
- 3.1.3.11 resistenza alla segregazione:
 en: segregation resistance
 fr: résistance à la ségrégation
 de: Sedimentationsstabilität
Capacità del calcestruzzo fresco di rimanere omogeneo nella composizione quando è allo stato fresco.
- 3.1.3.12 spandimento al cono di Abrams:
 en: slump-flow
 fr: étalement au cône d'Abrams
 de: Setzfließmaß
Diametro medio dello spandimento del calcestruzzo fresco dopo sollevamento del cono di Abrams normalizzato.
- 3.1.3.13 contenuto totale d'acqua:
 en: total water content
 fr: teneur en eau totale
 de: Gesamtwassergehalt
Acqua aggiunta più l'acqua già contenuta negli aggregati e sulla superficie dell'aggregato più l'acqua degli additivi e delle aggiunte utilizzate in forma di sospensione e l'acqua derivante da una eventuale aggiunta di ghiaccio o da riscaldamento mediante vapore.
- 3.1.3.14 autobetoniera:
 en: truck mixer
 fr: camion malaxeur
 de: Fahrmischer
Miscelatore per calcestruzzo montato su un telaio semovente in grado di miscelare e consegnare un calcestruzzo omogeneo.
- 3.1.3.15 viscosità del calcestruzzo:
 en: viscosity of concrete
 fr: viscosité apparente
 de: Viskosität
Resistenza allo scorrimento del calcestruzzo fresco una volta iniziato lo scorrimento.

3.1.3.16	<p>rapporto acqua/cemento:</p> <p>fr: rapport eau/ciment</p> <p>de: Wasserzementwert</p> <p>Rapporto in massa tra il contenuto d'acqua efficace e il contenuto di cemento nel calcestruzzo fresco.</p>
Nota 1	Qualora si utilizzino aggiunte, il rapporto acqua/cemento è sostituito secondo il punto 5.4.2 (3).
3.1.4	Calcestruzzo indurito
3.1.4.1	<p>calcestruzzo leggero:</p> <p>en: lightweight concrete</p> <p>fr: béton léger</p> <p>de: Leichtbeton</p> <p>Calcestruzzo avente massa volumica dopo essiccamento in stufa non minore di 800 kg/m³ e non maggiore di 2 000 kg/m³.</p>
3.1.4.2	<p>calcestruzzo indurito:</p> <p>en: hardened concrete</p> <p>fr: béton durci</p> <p>de: Festbeton</p> <p>Calcestruzzo allo stato solido che ha sviluppato una certa resistenza.</p>
3.1.4.3	<p>calcestruzzo pesante:</p> <p>en: heavy-weight concrete</p> <p>fr: béton lourd</p> <p>de: Schwebet beton</p> <p>Calcestruzzo avente massa volumica dopo essiccamento in stufa maggiore di 2 600 kg/m³.</p>
3.1.4.4	<p>calcestruzzo normale:</p> <p>en: normal-weight concrete</p> <p>fr: béton de masse volumique normale</p> <p>de: Normalbeton</p> <p>Calcestruzzo avente massa volumica dopo essiccamento in stufa maggiore di 2 000 kg/m³ ma non maggiore di 2 600 kg/m³.</p>
3.1.5	Conformità e controllo di produzione
3.1.5.1	<p>qualità media in uscita a seguito del controllo, AOQ:</p> <p>en: average outgoing quality, AOQ</p> <p>fr: qualité moyenne après contrôle, AOQ</p> <p>de: Durchschlupf, AOQ</p> <p>Percentuale della distribuzione sconosciuta al disotto del valore caratteristico richiesto moltiplicata per la probabilità di accettazione corrispondente di tale distribuzione quando si utilizza la valutazione di conformità applicata.</p>
Nota 1	Nel caso della resistenza, il termine 'richiesto' è riferito alla resistenza caratteristica per la classe di resistenza a compressione specificata o alla resistenza caratteristica del calcestruzzo di riferimento della famiglia.
3.1.5.2	<p>limite di qualità in uscita a seguito del controllo, AOQL:</p> <p>en: average outgoing quality limit, AOQL</p> <p>fr: limite de la qualité moyenne après contrôle, AOQL</p> <p>de: maximaler Durchschlupf, AOQL</p> <p>Frazione media massima al disotto del valore caratteristico richiesto nella produzione di calcestruzzo accettato (o in uscita a seguito del controllo).</p>

-
- 3.1.5.3 livello di qualità accettabile, AQL:
 en: average outgoing quality limit, AOQL
 fr: niveau de qualité acceptable, NQA
 de: annehmbare Qualitätsgrenze, AQL
Percentuale di distribuzione sconosciuta peggiore della caratteristica specificata della proprietà in esame che è considerata soddisfacente per la produzione del calcestruzzo.
- 3.1.5.4 resistenza caratteristica:
 en: characteristic strength
 fr: résistance caractéristique
 de: charakteristische Festigkeit
Valore della resistenza al disotto del quale si attende che cada il 5% della popolazione di tutte le misure possibili di resistenza sul volume di calcestruzzo considerato.
- 3.1.5.5 classe di resistenza a compressione:
 en: compressive strength class
 fr: classe de résistance à la compression
 de: Druckfestigkeitsklasse
Classificazione comprendente il tipo di calcestruzzo (normale e pesante o leggero), la resistenza caratteristica minima misurata su cilindri (150 mm di diametro per 300 mm di lunghezza) e la resistenza caratteristica minima misurata su cubi (150 mm di lunghezza dello spigolo).
- 3.1.5.6 prova di conformità:
 en: conformity test
 fr: essai de conformité
 de: Konformitätsprüfung
Prova eseguita dal produttore per determinare la conformità del calcestruzzo.
- 3.1.5.7 valutazione della conformità:
 en: evaluation of conformity
 fr: evaluation de conformité
 de: Beurteilung der Konformität
Esame sistematico del grado con cui un prodotto soddisfa i requisiti specificati.
- 3.1.5.8 prova di identità:
 en: identity test
 fr: essai d'identification
 de: Identitätsprüfung
Prova per determinare se impasti o carichi selezionati provengono da una popolazione conforme.
- 3.1.5.9 prova iniziale:
 en: initial test
 fr: essai initial
 de: Erstprüfung
Prova o prove da eseguire prima che inizi la produzione di un nuovo calcestruzzo o di una nuova famiglia di calcestruzzi per determinare quale sia la composizione in grado di soddisfare tutti i requisiti allo stato fresco e indurito specificati.

3.1.5.10

verifica:

en: verification

fr: vérification

de: Nachweise

Conferma mediante l'esame di evidenze oggettive che i requisiti specificati sono stati soddisfatti.

3.2

Simboli e abbreviazioni

X0	Classe di esposizione in assenza di rischio di attacco o corrosione
XC1 fino a XC4	Classi di esposizione per il rischio di corrosione indotta da carbonatazione
XD1 fino a XD3	Classi di esposizione per il rischio di corrosione indotta da cloruri non provenienti dall'acqua di mare
XS1 fino a XS3	Classi di esposizione per il rischio di corrosione indotta da cloruri provenienti dall'acqua di mare
XF1 fino a XF4	Classi di esposizione per il rischio di attacco di gelo/disgelo
XA1 fino a XA3	Classi di esposizione per il rischio di attacco chimico
S1 fino a S5	Classi di consistenza espresse dall'abbassamento al cono
C0 fino a C4	Classi di consistenza espresse come indice di compattabilità
F1 fino a F6	Classi di consistenza espresse come diametro di spandimento alla tavola a scosse
SF1 fino a SF3	Classi di consistenza espresse come diametro di spandimento al cono di Abrams
VS1, VS2	Classi di viscosità per il tempo t_{500}
VF1, VF2	Classi di viscosità per il tempo di efflusso t_v dall'imbuto a V,
t_{500}	Tempo di spandimento alla tavola a scosse, in secondi, per raggiungere un diametro di 500 mm nella prova di spandimento al cono di Abrams
t_v	Tempo di efflusso, in secondi, nella prova dell'imbuto a V
PL1, PL2	Classi di capacità di attraversamento per la prova della scatola a L
PJ1, PJ2	Classi di capacità di attraversamento per la prova dell'anello a J
SR1, SR2	Classi di resistenza alla segregazione
C.../...	Classi di resistenza a compressione nel caso di calcestruzzo normale e pesante
LC.../...	Classi di resistenza a compressione nel caso di calcestruzzo leggero
SCC	Calcestruzzo autocompattante
ECPC	Concetto di calcestruzzo a prestazione equivalente
EPCC	Concetto di prestazione equivalente delle combinazioni
f_{ck}	Resistenza a compressione caratteristica del calcestruzzo
Nota	Dove utilizzato nella presente norma esso si applica sia a $f_{ck,cyl}$ sia a $f_{ck,cube}$.
$f_{ck,cyl}$	Resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo determinata su cilindri
$f_{c,cyl}$	Resistenza a compressione del calcestruzzo determinata su cilindri
$f_{ck,cube}$	Resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo determinata su cubi
$f_{c,cube}$	Resistenza a compressione del calcestruzzo determinata su cubi
f_{cm}	Resistenza media a compressione del calcestruzzo
Nota	Dove utilizzato nella presente norma esso si applica sia a $f_{cm,cyl}$ sia a $f_{cm,cube}$.
$f_{cm,j}$	Resistenza media a compressione del calcestruzzo alla scadenza di (j) giorni

f_{ci}	Singolo risultato di prova della resistenza a compressione del calcestruzzo
$f_{ctk,sp}$	Resistenza caratteristica a trazione indiretta del calcestruzzo
$f_{ctm,sp}$	Resistenza media a trazione indiretta del calcestruzzo
$f_{cti,sp}$	Singolo risultato di prova della resistenza a trazione indiretta del calcestruzzo
ggbs	Loppa d'altoforno granulata macinata
Cl, ...	Classe del contenuto di cloruri
D1,0 fino a D2,0	Classi di massa volumica del calcestruzzo leggero
D	Dimensione del setaccio superiore in un aggregato classificato come d / D
Nota	La EN 12620 consente che una percentuale in massa definita di particelle sia maggiore di ' D '.
D_{lower}	Valore più piccolo di D per la frazione di aggregato più grossa nel calcestruzzo ammessa dalla specifica del calcestruzzo
D_{upper}	Valore più grande di D per la frazione di aggregato più grossa nel calcestruzzo ammessa dalla specifica del calcestruzzo
D_{max}	Valore dichiarato di D della frazione di aggregati più grossa effettivamente utilizzata nel calcestruzzo
CEM...	Tipo di cemento secondo la EN 197-1
σ	Stima dello scarto tipo di una popolazione
s_n	Scarto tipo di n risultati di prova consecutivi
AOQ	Qualità media in uscita a seguito del controllo
AOQL	Limite della qualità media in uscita a seguito del controllo
AQL	Livello di qualità media
w / c	Rapporto acqua/cemento
k	Fattore che tiene conto dell'attività di una aggiunta di tipo II
n	Numero

4

CLASSIFICAZIONE

4.1

Classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente

- (1) Le azioni ambientali sono classificate come classi di esposizione nel prospetto 1. Gli esempi forniti sono informativi.

Nota 1 Le classi di esposizione da selezionare dipendono dalle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo. Questa classificazione dell'esposizione non esclude la considerazione di condizioni particolari esistenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo o l'applicazione di misure protettive quali l'utilizzo di acciaio inossidabile o di altri metalli resistenti alla corrosione e l'utilizzo di rivestimenti protettivi per il calcestruzzo o l'armatura.

Nota 2 Il calcestruzzo può essere soggetto a più di una delle azioni descritte nel prospetto 1 e può essere necessario esprimere le condizioni dell'ambiente alle quali esso è esposto come combinazione di classi di esposizione. Le diverse superfici di calcestruzzo di un dato componente strutturale possono essere soggette a diverse azioni ambientali.

- (2) Nel caso di attacco chimico, può essere necessario uno studio particolare per stabilire la condizione di esposizione pertinente quando si è:

- al di fuori dei limiti del prospetto 2;
- in presenza di altri aggressivi chimici;
- in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche;
- in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.

Nota 3 Le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego possono riguardare alcune di queste situazioni.

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto secco.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XC1	Secco o permanentemente acquoso	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria bassa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.
XC2	Acquoso, raramente secco	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata o elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.
XC4	Ciclicamente acquoso e secco	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2.
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi sali disgelanti, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina.
XD2	Acquoso, raramente secco	Piscine. Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri.
XD3	Ciclicamente acquoso e secco	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri. Pavimentazioni. Pavimentazioni di parcheggi.
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare o con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XS1	Esposto ad aria che trasporta salsedine ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture in prossimità o sulla costa.
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine.
XS3	Zone esposte alla marea, alle onde e agli spruzzi	Parti di strutture marine.
5 Attacco del gelo/disgelo con o senza agenti antigelo		
Nel caso in cui il calcestruzzo bagnato sia esposto a un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo.
XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e a nebbia di agenti antigelo.
XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua, in presenza di agente antigelo o acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo. Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a spruzzi contenente agenti antigelo e zone esposte alle onde di strutture marine esposte al gelo.
6 Attacco chimico		
Nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	Calcestruzzo esposto al terreno naturale e all'acqua del terreno secondo il prospetto 2.

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le classi di esposizione
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Calcestruzzo esposto al terreno naturale e all'acqua del terreno secondo il prospetto 2.
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	Calcestruzzo esposto al terreno naturale e all'acqua del terreno secondo il prospetto 2.

- (3) Gli ambienti chimicamente aggressivi classificati nel prospetto 2 si riferiscono a terreno naturale e acqua del terreno a temperature dell'acqua/terreno comprese fra 5 °C e 25 °C e una velocità dell'acqua sufficientemente bassa da poter essere approssimata a condizioni statiche. Il valore più gravoso per ognuna delle singole caratteristiche chimiche determina la classe di esposizione. Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'ambiente deve essere classificato nella classe più elevata successiva, a meno che uno studio particolare dimostri che ciò non è necessario.

Caratteristica chimica	Metodo di prova di riferimento	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno				
SO ⁻² ₄ mg/l	EN 196-2	≥ 200 e ≤ 600	> 600 e ≤ 3 000	> 3 000 e ≤ 6 000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 e ≥ 5,5	< 5,5 e ≥ 4,5	< 4,5 e ≥ 4,0
CO2 mg/l aggressiva	EN 13577	≥ 15 e ≤ 40	> 40 e ≤ 100	> 100 fino a saturazione
NH4 mg/l	ISO 7150-1	≥ 15 e ≤ 30	> 30 e ≤ 60	> 60 e ≤ 100
Mg2+ mg/l	EN ISO 7980	≥ 300 e ≤ 1 000	> 1 000 e ≤ 3 000	> 3 000 fino a saturazione
Terreno				
SO ⁻² ₄ mg/kga totale	EN 196-2b	≥ 2 000 e ≤ 3 000c	> 3 000c e ≤ 12 000	> 12 000 e ≤ 24 000
Acidità secondo Baumann Gully ml/kg	prEN 16502	> 200	Non incontrato nella pratica	
a) I terreni argillosi con una permeabilità minore di 10 ⁻⁵ m/s possono essere classificati in una classe inferiore. b) Il metodo di prova prescrive l'estrazione di SO ⁻² ₄ mediante acido cloridrico; in alternativa si può utilizzare l'estrazione con acqua, se nel luogo d'impiego del calcestruzzo vi è questa pratica. c) Il limite di 3 000 mg/kg deve essere ridotto a 2 000 mg/kg, nel caso in cui esiste il rischio di accumulo di ioni solfato nel calcestruzzo causato da cicli di essiccamento/bagnatura o suzione capillare.				

4.2 Classi per le proprietà del calcestruzzo fresco

4.2.1 Classi di consistenza

- (1) Nel caso in cui il calcestruzzo è classificato rispetto alla consistenza, si applicano i prospetti 3, 4, 5 e 6. Nel caso di SCC, si applicano solo le classi del prospetto 6.
- (2) La consistenza può essere specificata anche mediante un valore prestabilito con tolleranze come indicato nel prospetto 23.

Nota 1 Le classi di consistenza nei prospetti da 3 a 6 non sono direttamente correlate. Per calcestruzzo a consistenza terra umida, cioè calcestruzzo con basso contenuto d'acqua progettato per essere compattato con procedimenti particolari, la consistenza non è classificata.

Nota 2 Per ulteriori informazioni vedere riga 1 dell'appendice L.

prospetto 3

Classi di abbassamento al cono

Classe	Abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2 mm
S1	Da 10 a 40
S2	Da 50 a 90
S3	Da 100 a 150
S4	Da 160 a 210
S5 ^{a)}	≥ 220
a) Vedere nota 1 al punto 5.4.1.	

prospetto 4

Classi di compattabilità

Classe	Indice di compattabilità in conformità alla EN 12350-4
C0 ^{a)}	≥ 1,46
C1	Da 1,45 a 1,26
C2	Da 1,25 a 1,11
C3	Da 1,10 a 1,04
C4 ^{b)}	< 1,04
a) Vedere nota 1 al punto 5.4.1.	
b) La classe C4 si applica solo al calcestruzzo leggero.	

prospetto 5

Classi di spandimento alla tavola a scosse

Classe	Diametro di spandimento alla tavola a scosse in conformità alla EN 12350-5 mm
F1 ^{a)}	≤ 340
F2	Da 350 a 410
F3	Da 420 a 480
F4	Da 490 a 550
F5	Da 560 a 620
F6 ^{a)}	≥ 630
a) Vedere nota 1 al punto 5.4.1.	

prospetto 6

Classi di spandimento al cono di Abrams

Classe	Spandimento al cono di Abrams ^{a)} in conformità alla EN 12350-8 mm
SF1	Da 550 a 650
SF2	Da 660 a 750
SF3	Da 760 a 850
a) La classificazione non è applicabile al calcestruzzo con diametro D_{max} maggiore di 40 mm.	

4.2.2**Classi per proprietà aggiuntive dell'SCC**

- (1) Se il calcestruzzo autocompattante è classificato rispetto alla viscosità, si applica la capacità di attraversamento o la resistenza alla segregazione al setaccio, come da prospetti da 7 a 11.

- (2) La viscosità può essere specificata anche mediante un valore prestabilito con tolleranze come indicato nel prospetto 23.
- (3) La capacità di attraversamento può essere specificata anche mediante un valore minimo quando determinata dalla prova della scatola a L o mediante un valore massimo quando determinata dalla prova dell'anello a J.
- (4) La resistenza alla segregazione al setaccio può essere specificata anche mediante un valore massimo.

prospetto 7

Classi di viscosità – t_{500}

Classe	t_{500} ^{a)} in conformità alla EN 12350-8 s
VS1	< 2,0
VS2	$\geq 2,0$
a) La classificazione non è applicabile al calcestruzzo con diametro D_{max} maggiore di 40 mm.	

prospetto 8

Classi di viscosità – t_v

Classe	t_v ^{a)} in conformità alla EN 12350-9 s
VF1	< 9,0
VF2	Da 9,0 a 25,0
a) La classificazione non è applicabile al calcestruzzo con diametro D_{max} maggiore di 22,4 mm.	

Nota 1 Le classi nei prospetti 7 e 8 sono simili ma non esattamente correlate.

prospetto 9

Classi di capacità di attraversamento - scatola a L

Classe	Rapporto della scatola a L in conformità alla EN 12350-10
PL1	$\geq 0,80$ con 2 barre d'armatura
PL2	$\geq 0,80$ con 3 barre d'armatura

prospetto 10

Classi di capacità di attraversamento – anello a J

Classe	Altezza all'interno e all'esterno dell'anello a J ^{a)} in conformità alla EN 12350-12 mm
PJ1	≤ 10 con 12 barre d'armatura
PJ2	≤ 10 con 16 barre d'armatura
a) La classificazione non è applicabile al calcestruzzo con dimensione massima dell'aggregato maggiore di 40 mm.	

Nota 2 Le classi nei prospetti 9 e 10 sono simili ma non esattamente correlate.

prospetto 11

Classi di resistenza alla segregazione al setaccio

Classe	Porzione segregata ^{a)} sottoposta a prova in conformità alla EN 12350-11 %
SR1	≤ 20
SR2	≤ 15
a) La classificazione non è applicabile al calcestruzzo con diametro D_{max} maggiore di 40 mm.	

4.3

Classi per le proprietà del calcestruzzo indurito

4.3.1

Classi di resistenza a compressione

- (1) Se il calcestruzzo è classificato rispetto alla sua resistenza a compressione, si applica il prospetto 12 per calcestruzzo normale e pesante e il prospetto 13 per il calcestruzzo leggero. Per la classificazione può essere utilizzata la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di cilindri di diametro 150 mm per 300 mm ($f_{ck,cyl}$) o la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di cubi di 150 mm ($f_{ck,cube}$), sottoposti a prova in conformità alla EN 12390-3.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 2 dell'appendice L.

prospetto 12

Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck,cube}$ N/mm ²
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

prospetto 13

Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo leggero

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica minima ^{a)} $f_{ck,cube}$ N/mm ²
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88
a) Possono essere utilizzati anche altri valori se la relazione fra questi e la resistenza cilindrica di riferimento è stabilita e documentata.		

4.3.2

Classi di massa volumica del calcestruzzo leggero

- (1) Se i calcestruzzi leggeri sono classificati per classi di massa volumica, si applica il prospetto 14.
- (2) La massa volumica del calcestruzzo leggero può essere anche specificata mediante un valore prestabilito.

prospetto 14

Classi di massa volumica per calcestruzzo leggero

Classe di massa volumica	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Intervallo di massa volumica determinato in conformità alla EN 12390-7 kg/m ³	≥ 800 e ≤ 1 000	> 1 000 e ≤ 1 200	> 1 200 e ≤ 1 400	> 1 400 e ≤ 1 600	> 1 600 e ≤ 1 800	> 1 800 e ≤ 2 000

5

REQUISITI PER IL CALCESTRUZZO E METODI DI VERIFICA

5.1

Requisiti di base per i costituenti

5.1.1

Generalità

- (1) Devono essere utilizzati solo costituenti di idoneità stabilita per il particolare impiego previsto del calcestruzzo conforme alla presente norma europea.
- (2) Nel caso in cui per un particolare costituente non vi sia una norma europea che si riferisca specificamente all'utilizzo di questo costituente nel calcestruzzo conforme alla presente norma, o nel caso in cui vi sia una norma europea esistente che non includa il prodotto particolare o nel caso in cui il costituente si scosti significativamente dalla norma europea, l'idoneità può essere stabilita da:
 - un Benestare tecnico europeo che si riferisca in modo specifico all'impiego del costituente nel calcestruzzo conforme alla presente norma;
 - disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo che si riferiscono specificamente all'utilizzo del costituente nel calcestruzzo conforme alla presente norma.

Nota 1 Nel caso in cui l'idoneità generale sia stabilita per un costituente, ciò non implica l'idoneità in ogni impiego previsto del calcestruzzo e per ogni composizione di calcestruzzo.

Nota 2 I Benestare tecnici europei per costituenti stabiliscono la loro idoneità generale per l'impiego nel calcestruzzo conforme alla presente norma. La EN 206 non è una norma europea armonizzata e le disposizioni di durabilità per il calcestruzzo sono indicate nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego. Pertanto per stabilire l'idoneità specifica è necessario per valutare il "Prodotto" rispetto alle disposizioni di durabilità vigenti nel luogo d'impiego.

- (3) I costituenti non devono contenere ingredienti dannosi in quantità tale da compromettere la durabilità del calcestruzzo o causare corrosione dell'armatura e devono essere idonei per l'impiego previsto nel calcestruzzo.

5.1.2

Cemento

- (1) L'idoneità generale è stabilita per cementi conformi alla EN 197-1. L'idoneità per calcestruzzo per strutture massive (per esempio dighe, vedere punto 1 (6), primo capoverso) è stabilita per cementi particolari a calore di idratazione molto basso conformi alla EN 14216.
- (2) L'idoneità di cementi di calcio alluminato e cementi alluminosi (conformi alla EN 14647) e dei cementi senza solfato (conformi alla EN 15743) può essere stabilita dalle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 3 dell'appendice L.

5.1.3

Aggregati

(1) L'idoneità generale è stabilita per:

- aggregati naturali normali, aggregati pesanti e loppa d'altoforno raffreddata in aria conformi alla EN 12620;
- aggregati leggeri conformi al prEN 13055;
- aggregati di recupero conformi al punto 5.2.3.3;

e conformi alle categorie indicate nella EN 12620 o nel prEN 13055 stabilite nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

Nota Le raccomandazioni per l'utilizzo di aggregati (categorie) sono indicate nell'appendice E.

(2) Gli aggregati riciclati e artificiali, diversi da loppa d'altoforno raffreddata in aria, possono essere utilizzati come aggregato per calcestruzzo se l'idoneità è stabilita da disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

5.1.4

Acqua d'impasto

(1) L'idoneità generale è stabilita per acqua d'impasto conforme alla EN 1008.

5.1.5

Additivi

(1) L'idoneità generale è stabilita per additivi conformi alla EN 934-2.

(2) Gli additivi non inclusi nella EN 934-2 (per esempio agenti di pompaggio) devono essere conformi ai requisiti generali della EN 934-1 e alle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

Nota La EN 934-1:2008 fornisce i requisiti generali appropriati nel prospetto 1, punti 5 e 6.

5.1.6

Aggiunte (inclusi filler minerali e pigmenti)

(1) L'idoneità generale come aggiunta di tipo I è stabilita per:

- aggregato filler conforme alla EN 12620 o al prEN 13055;
- pigmenti conformi alla EN 12878; per calcestruzzo armato, solo pigmenti di categoria B.

(2) L'idoneità generale come aggiunta di tipo II è stabilita per:

- cenere volante conforme alla EN 450-1;
- fumo di silice conforme alla EN 13263-1;
- loppa d'altoforno granulata macinata conforme alla EN 15167-1.

5.1.7

Fibre

(1) L'idoneità generale è stabilita per:

- fibre d'acciaio conformi alla EN 14889-1;
- fibre polimeriche conformi alla EN 14889-2.

5.2

Requisiti di base per la composizione del calcestruzzo

5.2.1

Generalità

(1) La composizione del calcestruzzo e i costituenti per il calcestruzzo a prestazione garantita o a composizione richiesta devono essere selezionati (vedere punto 6.1) in modo da soddisfare i requisiti specificati per il calcestruzzo fresco e indurito, che includono consistenza, massa volumica, resistenza e durabilità, tenendo conto del processo di produzione e del metodo previsto per l'esecuzione delle opere di calcestruzzo.

(2) Il produttore, qualora non siano dettagliati nella specifica del calcestruzzo, deve selezionare i tipi e le classi dei costituenti tra quelli con idoneità stabilita nelle disposizioni vigenti sul luogo d'impiego per le condizioni ambientali specificate.

(3) Il calcestruzzo dovrebbe essere progettato in modo da ridurre al minimo la segregazione e l'essudazione del calcestruzzo fresco se non diversamente specificato.

-
- (4) Nel caso di calcestruzzo a prestazione garantita, devono essere specificati i valori limite in termini di valori minimo e massimo e nel caso di calcestruzzo a composizione richiesta, la composizione deve essere specificata da valori prestabiliti.
 - (5) Per calcestruzzi a composizione richiesta secondo norma, le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego devono specificare la composizione ed elencare i tipi e le categorie di materiali costituenti con idoneità stabilita. Queste composizioni devono soddisfare il criterio di adozione delle prove iniziali indicato nel punto A.5.
 - (6) L'appendice D specifica i requisiti aggiuntivi per calcestruzzo per opere geotecniche particolari.

5.2.2

Scelta del cemento

- (1) Il cemento deve essere selezionato fra quelli di cui è stata stabilita l'idoneità, tenendo conto di quanto segue:
 - esecuzione dell'opera;
 - impiego previsto del calcestruzzo;
 - condizioni di stagionatura (per esempio trattamento termico);
 - dimensioni della struttura (lo sviluppo di calore);
 - condizioni ambientali alle quali la struttura deve essere esposta (vedere punto 4.1);
 - potenziale reattività dell'aggregato agli alcali rilasciati dai costituenti.

5.2.3

Scelta degli aggregati

5.2.3.1

Generalità

- (1) Il tipo di aggregato e le categorie, per esempio granulometria, appiattimento, resistenza al gelo/disgelo, resistenza all'abrasione, contenuto, fini, devono essere selezionati tenendo conto di quanto segue:
 - esecuzione dell'opera;
 - impiego previsto del calcestruzzo;
 - condizioni ambientali alle quali il calcestruzzo deve essere esposto;
 - tutti i requisiti per finiture superficiali ad aggregato esposto o per finiture all'utensile.
- (2) D_{\max} deve essere $\geq D_{\text{lower}}$ e $\leq D_{\text{upper}}$

5.2.3.2

Aggregato in frazione unica

- (1) L'aggregato in frazione unica con una gamma granulometrica maggiore di 0/8 conforme alla EN 12620 deve essere utilizzato solo nel calcestruzzo con classi di resistenza a compressione $\leq C12/15$.

5.2.3.3

Aggregato di recupero

- (1) L'aggregato di recupero può essere utilizzato come aggregato per il calcestruzzo purché sia utilizzato solo internamente dal produttore o un gruppo di produttori.
- (2) L'aggregato di recupero non deve essere aggiunto in quantità maggiori del 5% in massa dell'aggregato totale se non suddiviso in classi granulometriche.
- (3) Nel caso in cui le quantità degli aggregati lavati di recupero siano maggiori del 5% in massa dell'aggregato totale, esse devono essere divise in aggregati grossi e fini separati e conformi alla EN 12620.
- (4) Nel caso in cui le quantità degli aggregati frantumati di recupero siano maggiori del 5% in massa dell'aggregato totale, esse devono essere trattate come aggregati riciclati.

5.2.3.4

Aggregati riciclati

- (1) Le raccomandazioni per l'utilizzo degli aggregati riciclati grossi sono indicate nell'appendice E.

Nota La presente norma non contiene raccomandazioni per l'utilizzo degli aggregati riciclati fini.

5.2.3.5

Resistenza alla reazione alcali-silice

- (1) Nel caso in cui gli aggregati contengano varietà di silice suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na_2O e K_2O originati da cemento, agenti disgelanti o altra origine) e il calcestruzzo sia esposto a condizioni umide, si devono intraprendere azioni per prevenire il degrado per reazione alcali-silice utilizzando disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 4 dell'appendice L.

5.2.4

Impiego dell'acqua d'impasto

- (1) L'acqua di recupero da processi dell'industria del calcestruzzo da sola o unita ad acqua potabile o acqua di origine sotterranea conforme alla EN 1008 può essere utilizzata come acqua d'impasto per calcestruzzo con o senza armatura o inserti metallici e anche per calcestruzzo precompresso, purché siano soddisfatti i requisiti secondo la EN 1008.

5.2.5

Impiego di aggiunte

5.2.5.1

Generalità

- (1) Le quantità di aggiunte di tipo I e di tipo II da utilizzare nel calcestruzzo devono essere trattate dalle prove iniziali (vedere appendice A).

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 5 dell'appendice L.

- (2) Le aggiunte di tipo II elencate nel punto 5.1.6 possono essere tenute in conto nella composizione del calcestruzzo con riferimento al dosaggio di cemento e al rapporto acqua/cemento se l'idoneità è stabilita mediante uno qualsiasi dei concetti secondo il punto (3). Le aggiunte di tipo I e le aggiunte di tipo II diverse da quelle definite nel punto 5.1.6 (2) possono essere tenute in conto se l'idoneità è stata stabilita nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.
- (3) L'idoneità del concetto del valore k e i principi dei concetti di prestazione equivalente (concetto di calcestruzzo a prestazione equivalente (ECPC), concetto di prestazione equivalente delle combinazioni (EPCC)) sono stabiliti.
- (4) Il punto 5.2.5.2 fornisce valori k per cenere volante e fumo di silice oltre a raccomandazioni per loppa d'altoforno granulata macinata, che sono idonee per l'impiego generale. Modifiche alle regole di applicazione del concetto del valore k indicate nei punti 5.2.5.2.2, 5.2.5.2.3 e 5.2.5.2.4 possono essere applicate nel caso in cui sia stata stabilita la loro idoneità (per esempio valori k più elevati, proporzioni aumentate delle aggiunte, combinazioni di aggiunte e altri cementi).
- (5) I concetti di prestazione equivalente (vedere punti 5.2.5.3 e 5.2.5.4) per l'utilizzo di aggiunte possono essere applicati nel caso in cui sia stata stabilita la loro idoneità.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 6 dell'appendice L.

- (6) Nei punti seguenti sono indicati i principi generali e le condizioni aggiuntive di impiego del concetto del valore k oltre ai principi generali del concetto del calcestruzzo a prestazione equivalente e del concetto di prestazione equivalente delle combinazioni per l'impiego di aggiunte.

Nota Il CEN/TR 16639 fornisce informazioni più dettagliate su questi concetti [26].

5.2.5.2

Concetto del valore k per cenere volante, fumo di silice e loppa d'altoforno granulata macinata

5.2.5.2.1

Generalità

- (1) Il concetto del valore k è un concetto prescrittivo. Esso si basa sul confronto della prestazione di durabilità (o resistenza come criterio collegabile alla durabilità dove appropriato) tra un calcestruzzo di riferimento con cemento "A" e un calcestruzzo di prova in cui una parte del cemento "A" è stata sostituita da un'aggiunta in funzione del rapporto acqua/cemento e del contenuto dell'aggiunta.

- (2) Il concetto del valore k permette di tenere in conto le aggiunte di tipo II:
 - sostituendo il termine “rapporto acqua/cemento” con “rapporto acqua/(cemento + $k \times$ aggiunta)”; e
 - la quantità di (cemento + $k \times$ aggiunta) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto per la classe di esposizione pertinente (vedere punto 5.3.2).
- (3) Le regole di applicazione del concetto del valore k per cenere volante conforme alla EN 450-1, fumo di silice conforme alla EN 13263-1 e loppa d'altoforno granulata macinata conforme alla EN 15167-1 assieme a cemento di tipo CEM I e CEM II/A conforme alla EN 197-1 sono indicate nei punti seguenti.

5.2.5.2.2

Valore k per cenere volante conforme alla EN 450-1

- (1) Un valore k di 0,4 è ammesso per calcestruzzo contenente cemento dei tipi CEM I e CEM II/A conformi alla EN 197-1.
- (2) Per l'utilizzo con cemento CEM I, la quantità massima di cenere volante da considerare deve soddisfare il requisito:
cenere volante/cemento $\leq 0,33$ in massa.
- (3) Per l'utilizzo con cemento CEM II/A, la quantità massima di cenere volante da considerare deve soddisfare il requisito:
cenere volante/cemento $\leq 0,25$ in massa.
- (4) Se si utilizza una quantità maggiore di cenere volante, l'eccesso non deve essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/(cemento + $k \times$ cenere volante) e del dosaggio minimo di cemento.

5.2.5.2.3

Valore k per fumo di silice di classe 1 conforme alla EN 13263-1

- (1) È ammessa l'applicazione dei seguenti valori di k per calcestruzzo contenente cemento dei tipi CEM I e CEM II/A (eccetto cementi contenenti fumo di silice) conforme alla EN 197-1:
 - per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$;
 - per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ eccetto per le classi di esposizione XC e XF, dove $k = 1,0$.
- (2) La quantità massima di fumo di silice di classe 1 da tenere in conto deve soddisfare il requisito:
fumo di silice/cemento $\leq 0,11$ in massa.
- (3) Se si utilizza una quantità maggiore di fumo di silice di classe 1, l'eccesso non deve essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/(cemento + $k \times$ fumo di silice) e del dosaggio minimo di cemento.
- (4) La quantità di cemento non deve essere ridotta di oltre 30 kg/m³ al disotto del dosaggio minimo di cemento richiesto per la classe di esposizione pertinente.

Nota Per il fumo di silice di classe 2 si applicano le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

5.2.5.2.4

Valore k per loppa d'altoforno granulata macinata conforme alla EN 15167-1

- (1) Il valore k e la quantità massima di loppa d'altoforno granulata macinata da tenere in conto per il concetto del valore k deve essere in conformità alle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 7 dell'appendice L.

5.2.5.3

Principi del concetto di calcestruzzo a prestazione equivalente

- (1) I principi del “concetto di calcestruzzo a prestazione equivalente, ECPC” ammettono modifiche ai requisiti per il dosaggio minimo di cemento e per il rapporto massimo di acqua/cemento quando si utilizzano una o più aggiunte specifiche e uno o più cementi specifici le cui origini produttive e le cui caratteristiche siano state chiaramente definite e documentate.

- (2) Secondo i requisiti del punto 5.2.5.1, si deve dimostrare che il calcestruzzo ha una prestazione equivalente, specialmente in riferimento alla sua reazione alle azioni ambientali quando confrontato con un calcestruzzo di riferimento in conformità ai requisiti della classe di esposizione pertinente (vedere punto 5.3.2).
- (3) Il concetto deve essere utilizzato solo con cementi conformi alla EN 197-1 più una o più aggiunte.

Nota 1 Le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego potrebbero porre restrizioni sui tipi di cemento e categorie di perdita per calcinazione della cenere volante per allineare la composizione ai cementi attualmente ammessi.

Nota 2 Il CEN/TR 16639 fornisce informazioni più dettagliate su questo concetto.

5.2.5.4

Principi del concetto di prestazione equivalente delle combinazioni

- (1) I principi del "concetto di prestazione equivalente delle combinazioni, EPCC" ammettono una gamma definita di combinazioni di cemento conforme alla EN 197-1 e aggiunta (o aggiunte) aventi idoneità stabilita (vedere punto 5.1.1) che possono essere tenute in conto totalmente in riferimento ai requisiti del rapporto massimo di acqua/cemento e del dosaggio minimo di cemento che sono specificati per un calcestruzzo.
- (2) Gli elementi della metodologia sono:
 - identificare un tipo di cemento che sia conforme a una norma di cemento europea e che abbia una composizione uguale o simile alla combinazione prevista;
 - valutare se, in relazione alla classe di esposizione pertinente, i calcestruzzi prodotti con la combinazione hanno una resistenza e durabilità simili ai calcestruzzi confezionati con il tipo di cemento identificato;
 - implementare un controllo di produzione che assicuri che questi requisiti per i calcestruzzi contenenti la combinazione siano definiti e implementati.

Nota Il CEN/TR 16639 fornisce informazioni sull'applicazione di questo concetto in tre stati membri del CEN.

5.2.7

Impiego degli additivi

- (1) La quantità totale di additivi, se presenti, non deve eccedere il dosaggio massimo raccomandato dal produttore dell'additivo e non deve essere maggiore di 50 g di additivo (come fornito) per kilogrammo di cemento a meno che non si stabilisca e si tenga conto dell'influenza del dosaggio più alto sulla prestazione e sulla durabilità del calcestruzzo.
- (2) Gli additivi utilizzati in quantità minore di 2 g/kg di cemento devono essere dispersi in una parte dell'acqua d'impasto a meno che l'additivo non possa essere disperso in modo omogeneo nell'acqua d'impasto (per esempio perché forma un gel). In questo caso, possono essere utilizzati altri metodi di inglobamento nel calcestruzzo.
- (3) Se la quantità totale di additivi liquidi è maggiore di 3 l/m³ di calcestruzzo, si deve tenere conto del suo contenuto di acqua quando si calcola il rapporto acqua/cemento.
- (4) Nel caso in cui si utilizzino più di un additivo, la compatibilità degli additivi deve essere controllata nelle prove iniziali.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 8 dell'appendice L.

5.2.8

Impiego delle fibre

- (1) Le fibre del tipo e quantità specificate devono essere aggiunte alla miscela in un procedimento che assicuri la loro dispersione in modo uniforme in tutto l'impasto.

Nota 1 Per ulteriori informazioni vedere riga 9 dell'appendice L.

Nota 2 Le EN 14889-1 ed EN 14889-2 richiedono che le fibre per impiego strutturale abbiano un sistema di attestazione di conformità 1 e accettano fibre per altri impieghi aventi un sistema di attestazione di conformità 3.

- (2) Le fibre di acciaio conformi alla EN 14889-1 con rivestimenti zincati non devono essere utilizzate nel calcestruzzo a meno che si dimostri che è impedita la formazione di idrogeno nel calcestruzzo.

5.2.8

Contenuto di cloruri

- (1) Il contenuto di cloruri di un calcestruzzo, espresso come percentuale di ioni cloruro in massa di cemento, non deve eccedere il valore della classe selezionata indicato nel prospetto 15.

prospetto 15

Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo

Impiego del calcestruzzo	Classe di contenuto di cloruri ^{a)}	Contenuto massimo di Cl ⁻ in massa di cemento ^{b)} %
Non contenente armatura di acciaio o inserti metallici ad eccezione dei dispositivi di sollevamento resistenti alla corrosione.	Cl 1,00	1,00
Contenente armatura di acciaio o altri inserti metallici.	Cl 0,20	0,20
	Cl 0,40 ^{c)}	0,40
Contenente armatura di acciaio da precompressione in diretto contatto con il calcestruzzo.	Cl 0,10	0,10
	Cl 0,20	0,20
<p>a) Per un impiego specifico del calcestruzzo, la classe da applicare dipende dalle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo.</p> <p>b) Qualora si utilizzino delle aggiunte di cui si tenga conto per il dosaggio del cemento, il contenuto di cloruri è espresso come percentuale di ioni cloruro in massa del cemento più la massa totale delle aggiunte di cui si è tenuto conto.</p> <p>c) Classi di diverso contenuto di cloruri possono essere ammesse per calcestruzzo contenente i cementi CEM III secondo le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.</p>		

- (2) Il cloruro di calcio e gli additivi a base di cloruri non devono essere aggiunti al calcestruzzo contenente armatura di acciaio, armatura di acciaio da precompressione o altri inserti metallici.
- (3) Il metodo per determinare il contenuto di cloruri dei costituenti deve essere in conformità al metodo di prova pertinente per il costituente.
- (4) Per la determinazione del contenuto di cloruri del calcestruzzo, si deve determinare la somma degli apporti dei costituenti utilizzando uno dei metodi seguenti, oppure una loro combinazione:
 - calcolo basato sul contenuto massimo di cloruri del costituente ammesso nella norma del costituente o dichiarato dal produttore di ciascun costituente;
 - calcolo basato sul contenuto di cloruri dei costituenti calcolato almeno mensilmente dalla somma delle medie delle ultime 25 determinazioni del contenuto di cloruri più $1,64 \times$ lo scarto tipo calcolato per ciascun materiale costituente.

Nota Quest'ultimo metodo è applicabile in particolare agli aggregati marini e a quei casi in cui non vi è alcun valore massimo dichiarato o di riferimento.

5.2.9

Temperatura del calcestruzzo

- (1) La temperatura del calcestruzzo fresco non deve essere minore di 5 °C al momento della consegna. Nel caso in cui sia necessario un requisito per una diversa temperatura minima o una temperatura massima del calcestruzzo fresco, esso deve essere specificato assieme alle tolleranze ammesse. Tutti i requisiti di raffreddamento o riscaldamento artificiale del calcestruzzo prima della consegna devono essere concordati fra il produttore e l'utilizzatore.

5.3

Requisiti relativi alle classi di esposizione

5.3.1

Generalità

- (1) I requisiti del calcestruzzo per resistere alle azioni ambientali sono indicati in termini di valore limite per la composizione del calcestruzzo e le proprietà stabilite del calcestruzzo (vedere punto 5.3.2), oppure i requisiti possono essere dedotti dai metodi legati alle prestazioni (vedere punto 5.3.3). I requisiti devono tenere conto della vita utile di progetto della struttura di calcestruzzo.

5.3.2

Valori limite per la composizione del calcestruzzo

- (1) I requisiti per il metodo di specifica per resistere alle azioni ambientali sono indicati nella presente norma in termini di proprietà stabilite del calcestruzzo e di valori limite della composizione.

Nota 1 Data la mancanza di esperienza su come la classificazione delle azioni ambientali sul calcestruzzo riflette le differenze locali nella stessa classe di esposizione nominale, i valori specifici di questi requisiti per le classi di esposizione applicabili sono indicati nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

- (2) I requisiti per ciascuna classe di esposizione devono essere specificati in termini di:
- tipi e classi ammessi dei costituenti;
 - rapporto massimo acqua/cemento;
 - dosaggio minimo di cemento;
 - classe minima di resistenza a compressione del calcestruzzo (facoltativa);
- e, ove pertinente,
- contenuto minimo di aria del calcestruzzo.

Nota 1 Una raccomandazione per la scelta di valori limite per la composizione del calcestruzzo e le proprietà è indicata nell'appendice F quando si utilizzano cementi comuni conformi alla EN 197-1, per i quali è stata stabilita l'idoneità all'impiego in una classe di esposizione considerata.

- (3) Le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo devono includere requisiti in base al presupposto di una vita utile di progetto prevista di almeno 50 anni nelle condizioni di manutenzione menzionate.

Nota 2 Per una vita utile di progetto più breve o più lunga, possono essere necessari requisiti meno onerosi o più severi. Una guida per l'interpretazione della "fine della vita utile di progetto", e su come tarare/validare i valori limite per la composizione del calcestruzzo da inserire nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego, può essere reperita nella ISO 16204.

- (4) Per le classi di esposizione combinate, si applica il più oneroso dei requisiti.

5.3.3

Metodi relativi alla prestazione

- (1) I requisiti relativi alle classi di esposizione possono essere stabiliti utilizzando i metodi relativi alla prestazione per la durabilità e possono essere specificati in termini di parametri relativi alla prestazione, per esempio la scagliatura del calcestruzzo in una prova di gelo/disgelo. L'applicazione di un metodo basato sulla prestazione dipende dalle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo.

Nota È in corso di sviluppo un insieme di metodi di prova europei legati alla prestazione, per esempio CEN/TS 12390-9, CEN/TS 12390-10, CEN/TS 12390-11 e CEN/TR 15177 ed è stata pubblicata la struttura per il procedimento di durabilità equivalente come CEN/TR 16563.

5.4

Requisiti per il calcestruzzo fresco

5.4.1

Consistenza, viscosità, capacità di attraversamento e resistenza alla segregazione

- (1) Qualora debba essere determinata la consistenza del calcestruzzo, essa deve essere misurata con uno dei metodi seguenti:
- abbassamento al cono secondo la EN 12350-2;
 - indice di compattabilità secondo la EN 12350-4;
 - prova di spandimento alla tavola a scosse secondo la EN 12350-5;
 - prova di spandimento al cono di Abrams secondo la EN 12350-8;
 - metodi specifici da concordare fra il prescrittore e il produttore per calcestruzzo per applicazioni particolari (per esempio calcestruzzo a consistenza terra-umida).

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 10 dell'appendice L.

- (2) Qualora debba essere determinata la viscosità del calcestruzzo autocompattante, essa deve essere misurata con uno dei metodi seguenti:
- tempo t_{500} secondo la EN 12350-8;
 - tempo t_v secondo la EN 12350-9.

- (3) Qualora debba essere determinata la capacità di attraversamento del calcestruzzo autocompattante, essa deve essere misurata con uno dei metodi seguenti:
- prova della scatola a L secondo la EN 12350-10;
 - prova dell'anello a J secondo la EN 12350-12.
- (4) Qualora debba essere determinata la resistenza alla segregazione del calcestruzzo autocompattante, essa deve essere misurata per mezzo della prova di resistenza alla segregazione al setaccio secondo la EN 12350-11.
- Nota La consistenza, la viscosità, la capacità di attraversamento e la resistenza alla segregazione possono essere determinate anche mediante metodi alternativi vigenti nel luogo d'impiego se vi è una relazione stabilita (vedere punto 9.4).
- (5) Il punto di conformità alle proprietà designate deve essere al momento dell'impiego del calcestruzzo o nel caso di calcestruzzo preconfezionato, al momento della consegna.
- (6) Se il calcestruzzo è consegnato in autobetoniera o agitatore, le proprietà devono essere misurate utilizzando un campione composito o un campione puntuale in conformità alla EN 12350-1.
- (7) Le proprietà possono essere specificate mediante riferimento a una classe secondo i punti 4.2.1 o 4.2.2 oppure mediante un valore prestabilito. Le tolleranze massime relative per valori prestabiliti sono indicate nel prospetto 23.

5.4.2

Contenuto di cemento e rapporto acqua/cemento

- (1) Qualora si debba determinare il contenuto di cemento, di acqua o di aggiunta, il contenuto di cemento, il contenuto di acqua o l'acqua aggiunta devono essere ricavati dalla copia stampata delle quantità registrate in fase di dosaggio oppure qualora non si utilizzi un sistema di registrazione automatico, dal tabulato di produzione abbinato all'elenco di composizioni degli impasti.
- (2) Qualora si debba determinare il rapporto acqua/cemento, esso deve essere calcolato sulla base del contenuto di cemento determinato e del contenuto di acqua effettivo [per additivi liquidi vedere punto 5.2.6(3)]. L'assorbimento di acqua degli aggregati normali e pesanti deve essere determinato in conformità alla EN 10976. L'assorbimento di acqua dell'aggregato leggero grosso nel calcestruzzo fresco deve essere considerato come il valore ottenuto a 1 h sulla base del metodo indicato nell'appendice C della EN 1097-6:2013, utilizzando lo stato di umidità all'atto dell'utilizzo invece dello stato dopo essiccamento in stufa.

Nota 1 Per ulteriori informazioni vedere riga 11 dell'appendice L.

Nota 2 La prova secondo la EN 1097-6 può essere modificata per tenere conto di tutti i fini, ove ammesso dalle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

- (3) Qualora si debba tener conto delle aggiunte nella composizione del calcestruzzo rispetto al contenuto minimo di cemento e al rapporto massimo di acqua/cemento, il contenuto di cemento è sostituito dal:
- contenuto di (cemento + $k \times$ aggiunta); o,
 - contenuto di (cemento + aggiunta);
- in funzione del concetto utilizzato (vedere punto 5.2.5).
- (4) Qualora sia richiesta la determinazione del contenuto di cemento, del contenuto dell'aggiunta o del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo fresco mediante analisi, il metodo di prova e le tolleranze devono essere concordati fra il prescrittore e il produttore.

Nota 3 Vedere CR 13902 [28].

5.4.3

Contenuto di aria

- (1) Qualora si debba determinare il contenuto di aria del calcestruzzo, esso deve essere misurato in accordo alla EN 12350-7 per calcestruzzo normale e pesante e in accordo all'ASTM C 173 per il calcestruzzo leggero.

5.4.4

Contenuto di fibre

- (1) Qualora si debba determinare il contenuto di fibre nel calcestruzzo fresco, esso deve essere ricavato dalla copia stampata delle quantità registrate in fase di dosaggio oppure qualora non si utilizzi un sistema di registrazione automatico, dal tabulato di produzione abbinato all'elenco di composizioni degli impasti.

5.5

Requisiti per il calcestruzzo indurito

5.5.1

Resistenza

5.5.1.1

Generalità

- (1) Qualora si debba determinare la resistenza, essa deve essere basata su prove effettuate su cilindri di 150/300 mm o su cubi di 150 mm di spigolo conformemente alla EN 12390-1 e confezionati e stagionati in conformità alla EN 12390-2 da campioni prelevati in conformità alla EN 12350-1.
- (2) Nella valutazione della resistenza si possono utilizzare altre dimensioni di provini formati e altri regimi di stagionatura purché sia stata stabilita e documentata la relazione con quelli normalizzati.

5.5.1.2

Resistenza a compressione

- (1) Qualora si debba determinare la resistenza a compressione, essa deve essere espressa come $f_{c,cyl}$ dove determinato utilizzando provini cilindrici e $f_{c,cube}$ quando determinato utilizzando provini cubici, in conformità alla EN 12390-3.
- (2) Il produttore deve dichiarare in tempo prima della consegna se deve essere valutata la resistenza a compressione sulla base di prove su cilindro o cubo. Qualora si debba utilizzare un metodo diverso, questo deve essere concordato fra il prescrittore e il produttore.
- (3) Se non diversamente specificato, la resistenza a compressione è determinata su provini sottoposti a prova a 28 giorni. Per impieghi particolari, può essere necessario specificare la resistenza a compressione a scadenze anteriori o posteriori ai 28 giorni (per esempio per elementi strutturali massivi) o dopo conservazione in condizioni particolari (per esempio trattamento termico).
- (4) La resistenza caratteristica del calcestruzzo deve essere uguale o maggiore della resistenza a compressione minima per la classe di resistenza a compressione specificata, vedere prospetti 12 e 13.
- (5) Se ci si aspetta che le prove per la resistenza a compressione indichino valori non rappresentativi, per esempio quando si sottopone a prova calcestruzzo della classe di consistenza C0 o minore di S1, si deve modificare il metodo di prova oppure si può valutare la resistenza a compressione nella struttura esistente o nel componente strutturale.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 12 dell'appendice L.

5.5.1.3

Resistenza a trazione indiretta

- (1) Qualora si debba determinare la resistenza a trazione indiretta del calcestruzzo, essa deve essere misurata in conformità alla EN 12390-6. Se non diversamente specificato, la resistenza a trazione indiretta è determinata su provini sottoposti a prova a 28 giorni.
- (2) La resistenza caratteristica a trazione indiretta del calcestruzzo deve essere uguale o maggiore della resistenza caratteristica a trazione indiretta specificata.

Nota Qualora si debba determinare la resistenza a flessione, si può utilizzare lo stesso approccio. In questo caso la norma di prova appropriata è la EN 12390-5.

5.5.2

Massa volumica

- (1) In base alla sua massa volumica, il calcestruzzo nella condizione dopo essiccamento in stufa è definito come calcestruzzo normale, calcestruzzo leggero o calcestruzzo pesante (vedere definizioni).
- (2) Qualora si debba determinare la massa volumica del calcestruzzo nella condizione dopo essiccamento in stufa, essa deve essere misurata in conformità alla EN 12390-7.
- (3) Per il calcestruzzo normale, la massa volumica nella condizione dopo essiccamento in stufa deve essere maggiore di 2 000 kg/m³ e non maggiore di 2 600 kg/m³. Per il calcestruzzo leggero, la massa volumica nella condizione dopo essiccamento in stufa deve essere entro i valori limite per la classe di massa volumica specificata, vedere prospetto 14. Per il calcestruzzo pesante, la massa volumica nella condizione dopo essiccamento in stufa deve essere maggiore di 2 600 kg/m³. Qualora la massa volumica sia specificata come valore prestabilito, si applica una tolleranza di ± 100 kg/m³ salvo diversa indicazione.
- (4) Qualora si debba determinare la conformità del calcestruzzo leggero alla classe di massa volumica specificata, la determinazione della massa volumica del calcestruzzo leggero indurito deve essere in conformità alla EN 12390-7 nella condizione dopo essiccamento in stufa. Quando si determina la conformità del calcestruzzo leggero alla massa volumica prestabilita in conformità al punto 8.2.3.3, la determinazione della massa volumica del calcestruzzo leggero indurito deve essere in conformità alla EN 12390-7 nella condizione dopo essiccamento in stufa o nella condizione specificata.

5.5.3

Resistenza alla penetrazione dell'acqua

- (1) Qualora si debba determinare la resistenza alla penetrazione dell'acqua su provini, il metodo (per esempio EN 12390-8) e i criteri di conformità devono essere concordati fra il prescrittore e il produttore.
- (2) In assenza di un metodo di prova concordato, la resistenza alla penetrazione dell'acqua può essere specificata indirettamente mediante valori limite per la composizione del calcestruzzo.

5.5.4

Reazione al fuoco

- (1) Il calcestruzzo che è composto da aggregati minerali conformi al punto 5.1.3, cemento conforme al punto 5.1.2, additivi conformi al punto 5.1.5, aggiunte conformi al punto 5.1.6, fibre conformi al punto 5.1.7 o altri materiali costituenti inorganici conformi al punto 5.1.1, è classificato come Euroclasse A1 e non richiede prove.¹⁾

6

SPECIFICA DEL CALCESTRUZZO

6.1

Generalità

- (1) Il prescrittore del calcestruzzo deve assicurare che tutti i requisiti pertinenti per le proprietà del calcestruzzo siano inclusi nella specifica del calcestruzzo fornita al produttore. Il prescrittore deve anche specificare ogni requisito delle proprietà del calcestruzzo necessario per il trasporto dopo la consegna, il getto in opera, la compattazione, la stagionatura o l'ulteriore trattamento. La specifica deve includere, se necessario, ogni requisito particolare (per esempio per ottenere una finitura architettonica).
- (2) Il prescrittore deve tenere conto di quanto segue:
 - applicazione del calcestruzzo fresco e indurito;
 - condizioni di stagionatura;
 - dimensioni della struttura (lo sviluppo di calore);
 - azioni ambientali alle quali deve essere esposta la struttura;

1) Vedere Decisione della Commissione (94/611/CE) [3].

- vita utile di progetto;
 - qualsiasi requisito per aggregato esposto o finiture lavorate del calcestruzzo;
 - tutti i requisiti che hanno effetto sui D_{upper} e D_{lower} specificati;
- Nota 1 Tali requisiti sono indicati, per esempio, nelle EN 1992-1-1 ed EN 13670.
- qualsiasi restrizione sull'impiego di costituenti con idoneità stabilita, per esempio risultanti da classi di esposizione.
- Nota 2 Le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo possono contenere requisiti per alcune di queste considerazioni.
- (3) Il calcestruzzo deve essere specificato come calcestruzzo a prestazione garantita con riferimento in generale alla classificazione o ai valori prestabiliti indicati al punto 4 e ai requisiti indicati dal punto 5.3 al punto 5.5 (vedere punto 6.2) oppure come calcestruzzo a composizione richiesta mediante prescrizione della composizione (vedere punto 6.3). La specifica per un calcestruzzo a prestazione garantita o per un calcestruzzo a composizione deve essere fatta sulla base dei risultati delle prove iniziali (vedere appendice A) o di informazioni derivate da esperienze di lungo termine con calcestruzzi paragonabili, tenendo conto dei requisiti di base per costituenti (vedere punto 5.1) e della composizione del calcestruzzo (vedere punti 5.2 e 5.3.2).
- (4) Per il calcestruzzo a composizione richiesta, il prescrittore è responsabile di assicurare che la specifica del calcestruzzo sia conforme ai requisiti generali della presente norma europea e la composizione specificata sia capace di raggiungere la prestazione prevista del calcestruzzo sia nello stato fresco sia indurito. Il prescrittore deve conservare e aggiornare la documentazione di supporto relativa alla prescrizione per la prestazione prevista, vedere punto 9.5. Nel caso del calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma, ciò è di responsabilità degli enti nazionali di normazione.
- Nota 3 Per il calcestruzzo a composizione richiesta, la valutazione di conformità è basata solamente sul raggiungimento della composizione specificata e non su prestazioni previste dal prescrittore.

6.2 Specifica del calcestruzzo a prestazione garantita

6.2.1 Generalità

- (1) Il calcestruzzo a prestazione garantita deve essere specificato per mezzo di requisiti di base di cui al punto 6.2.2, che devono essere indicati in ogni caso, e di requisiti aggiuntivi di cui al punto 6.2.3, che devono essere specificati ove richiesto.
- (2) Le abbreviazioni da utilizzare nelle specifiche sono indicate nel punto 11.

6.2.2 Requisiti di base

- (1) La specifica del calcestruzzo deve contenere:
- a) un requisito di conformità alla presente norma;
 - b) la classe di resistenza a compressione;
 - c) le classi di esposizione (vedere punto 11 per le abbreviazioni);
 - d) D_{upper} e D_{lower} ;
- Nota 1 D_{upper} dovrebbe essere non maggiore di α_g secondo la EN 1992-1-1.
- e) la classe del contenuto di cloruri in conformità al prospetto 15.
- (2) In aggiunta, per il calcestruzzo leggero:
- f) la classe di massa volumica o massa volumica prestabilita.
- (3) In aggiunta, per il calcestruzzo pesante:
- g) la massa volumica prestabilita.
- (4) In aggiunta, per il calcestruzzo preconfezionato e calcestruzzo miscelato in cantiere:
- h) la classe di consistenza o un valore prestabilito per la consistenza.

Nota 2 Vedere l'appendice G per una guida su come specificare la consistenza del calcestruzzo autocompattante.

6.2.3

Requisiti aggiuntivi

- (1) Le voci seguenti possono essere specificate utilizzando i requisiti di prestazione e i metodi di prova ove appropriati:

- tipi specifici o classi di cemento;
- tipi specifici o categorie di aggregato;

Nota In questi casi è responsabilità del prescrittore la formulazione di una composizione del calcestruzzo che riduca al minimo il degrado per reazione alcali-silice (vedere punto 5.2.3.5).

- tipo, funzione (cioè strutturale o non strutturale) e contenuto minimo di fibre o classi di prestazione del calcestruzzo fibrorinforzato. Nel caso delle classi di prestazione, si devono specificare le classi, i metodi di prova e i criteri di conformità;
- caratteristiche richieste per resistere all'attacco del gelo/disgelo (per esempio contenuto minimo dell'aria, vedere punto 5.4.3).

Nota 3 Per ulteriori informazioni vedere riga 13 dell'appendice L.

- requisiti per la temperatura del calcestruzzo fresco qualora siano diversi da quelli del punto 5.2.9;
- sviluppo di resistenza (vedere prospetto 16);
- sviluppo di calore durante l'idratazione;
- presa ritardata;
- resistenza alla penetrazione dell'acqua;
- resistenza all'abrasione;
- resistenza a trazione indiretta (vedere punto 5.5.1.3);
- ritiro per essiccamento, scorrimento viscoso, modulo di elasticità (per esempio come indicato nel punto A.4 (9));
- specifiche aggiuntive per calcestruzzo per opere geotecniche particolari (vedere appendice D);
- proprietà aggiuntive per calcestruzzo autocompattante (vedere appendice G);
- altri requisiti tecnici (per esempio requisiti relativi al raggiungimento di una finitura particolare o metodo particolare di getto in opera, tempo di mantenimento della consistenza).

6.3

Specifica del calcestruzzo a composizione richiesta

6.3.1

Generalità

- (1) Il calcestruzzo a composizione richiesta deve essere specificato mediante requisiti di base di cui al punto 6.3.2, che devono essere indicati in ogni caso, e requisiti aggiuntivi di cui al punto 6.3.3, che devono essere specificati ove richiesto.

6.3.2

Requisiti di base

- (1) La specifica del calcestruzzo deve contenere:

- a) un requisito di conformità alla presente norma;
- b) tipo e classe di resistenza del cemento;
- c) contenuto di cemento prestabilito;
- d) il rapporto w/c prestabilito o la consistenza in termini di classe o valore prestabilito;

Nota 1 Per ulteriori informazioni vedere riga 14 dell'appendice L.

- e) tipi, categorie di aggregati e contenuto massimo di cloruri degli aggregati;
- f) nel caso di calcestruzzo leggero o pesante la massa volumica massima o minima dell'aggregato come appropriato;
- g) dimensione massima dell'aggregato D_{upper} , D_{lower} e ogni limitazione per la categoria granulometrica;

Nota 2 D_{upper} dovrebbe essere non maggiore di d'_g secondo la EN 1992-1-1.

- h) tipo e quantità di additivi, aggiunte o fibre, se presenti;
- i) se sono utilizzati additivi, aggiunte o fibre, le origini di questi costituenti e del cemento in sostituzione delle caratteristiche che non sono definibili mediante altri mezzi.

6.3.3

Requisiti aggiuntivi

- (1) La specifica del calcestruzzo può contenere:
 - origini di alcuni, o di tutti, i costituenti del calcestruzzo in sostituzione delle caratteristiche che non sono definibili mediante altri mezzi;
 - requisiti aggiuntivi per gli aggregati;
 - requisiti per la temperatura del calcestruzzo fresco nel caso in cui siano diversi da quelli del punto 5.2.9;
 - altri requisiti tecnici.

6.4

Specifica del calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma

- (1) Il calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma deve essere specificato mediante citazione:
 - della norma vigente nel luogo d'impiego del calcestruzzo indicante i requisiti pertinenti;
 - della denominazione del calcestruzzo in tale norma.
- (2) Il calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma deve essere utilizzato solo per:
 - calcestruzzo normale per strutture di calcestruzzo semplice e armato;
 - classi di resistenza a compressione di progetto $\leq C16/20$ a meno che sia ammessa la classe di resistenza C20/25 nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo;
 - classi di esposizione X0 e XC1 a meno che le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo ammettano altre classi di esposizione.

7

CONSEGNA DEL CALCESTRUZZO FRESCO

7.1

Informazioni dall'utilizzatore del calcestruzzo al produttore

- (1) L'utilizzatore deve concordare con il produttore
 - la data, l'ora e la frequenza di consegna;e dove appropriato informare il produttore in merito a:
 - trasporto particolare in sito;
 - metodi particolari di getto in opera;
 - limitazione del veicolo di consegna, per esempio tipo (agitatore/attrezzatura non agitante), dimensione, altezza o massa totale.

7.2

Informazioni dal produttore del calcestruzzo all'utilizzatore

- (1) Le informazioni seguenti devono essere fornite per calcestruzzo a prestazione garantita dal produttore su richiesta dell'utilizzatore:
 - a) tipo e classe di resistenza del cemento e tipo di aggregati;
 - b) tipo di additivi, tipo di aggiunte, se presenti;
 - c) descrizione delle fibre secondo la EN 14889-1 o la EN 14889-2 e contenuto, se specificato;
 - d) descrizione delle fibre secondo la EN 14889-1 o la EN 14889-2, se specificata dalla classe di prestazione del calcestruzzo fibrorinforzato;
 - e) rapporto acqua/cemento prestabilito;

- f) risultati di precedenti prove pertinenti per il calcestruzzo, per esempio dalla produzione, dal controllo di conformità e dalle prove iniziali;
 - g) sviluppo della resistenza;
 - h) origine dei costituenti;
 - i) D_{\max} .
- (2) Per la determinazione del tempo di stagionatura, si possono indicare le informazioni sullo sviluppo della resistenza sia nei termini del prospetto 16 sia mediante una curva di sviluppo della resistenza a 20 °C nel periodo di tempo compreso tra 2 e 28 giorni.

prospetto 16

Sviluppo della resistenza del calcestruzzo a 20 °C

Sviluppo della resistenza	Rapporto di resistenza $r = f_{cm,2} / f_{cm,28}$
Rapido	$\geq 0,5$
Medio	$Da \geq 0,3$ a $< 0,5$
Lento	$Da \geq 0,15$ a $< 0,3$
Molto lento	$< 0,15$

- (3) Il rapporto della resistenza per indicare lo sviluppo della resistenza è il rapporto della resistenza a compressione media a 2 giorni ($f_{cm,2}$) rispetto alla resistenza a compressione media a 28 giorni ($f_{cm,28}$), determinato dalle prove iniziali o basato sulla prestazione nota di un calcestruzzo di composizione comparabile. Per queste prove iniziali, si devono prelevare, confezionare, stagionare e sottoporre a prova dei provini per la determinazione della resistenza in conformità alle EN 12350-1, EN 12390-1, EN 12390-2 ed EN 12390-3.
- (4) Il produttore deve informare l'utilizzatore dei rischi per la salute che si possono verificare durante la manipolazione del calcestruzzo fresco come richiesto mediante disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo fresco.

Nota La presente norma non prescrive una specifica modalità di fornitura dell'informazione dato che essa dipende dai rapporti che intercorrono tra produttore ed utilizzatore, per esempio nel caso di calcestruzzo miscelato in cantiere o di prodotti di calcestruzzo prefabbricati, il produttore e l'utilizzatore del calcestruzzo possono coincidere.

7.3

Documento di consegna del calcestruzzo preconfezionato

- (1) Alla consegna, il produttore deve fornire all'utilizzatore un documento di consegna per ciascun carico di calcestruzzo su cui sono stampate, timbrate o scritte almeno le informazioni seguenti:
- nome dell'impianto di preconfezionamento;
 - numero di serie del documento;
 - data e ora del carico, cioè ora del primo contatto tra cemento e acqua;
 - numero dell'autobetoniera o identificativo del veicolo;
 - nome dell'acquirente;
 - nome e ubicazione del cantiere;
 - dettagli o riferimenti alle specifiche, per esempio codice, numero d'ordine;
 - quantità di calcestruzzo in metri cubi;
 - dichiarazione di conformità con riferimento alle specifiche e alla presente norma europea;
 - nome o marchio dell'organismo di certificazione se pertinente;
 - ora di arrivo in cantiere del calcestruzzo;
 - ora di inizio scarico;
 - ora di fine scarico.

-
- (2) In aggiunta, il documento di consegna deve indicare i dettagli di quanto segue:
- a) per calcestruzzo a prestazione garantita:
 - classe di resistenza;
 - classi di esposizione;
 - classe di contenuto di cloruri;
 - classe di consistenza o valore prestabilito;
 - valori limite della composizione del calcestruzzo, se specificati;
 - tipo e classe di resistenza del cemento, se specificati;
 - tipo di additivo e di aggiunta, se specificati;
 - tipo e contenuto di fibre o classe di prestazione del calcestruzzo fibrorinforzato, se specificati;
 - proprietà particolari, se richieste;
 - D_{\max} ;
 - nel caso di calcestruzzo leggero o pesante: classe di massa volumica o massa volumica prestabilita.
 - b) per calcestruzzo a composizione richiesta:
 - dettagli della composizione, per esempio il contenuto di cemento e, se richiesto, il tipo di additivo;
 - il rapporto w/c prestabilito o la consistenza in termini di classe o valore prestabilito, come specificato;
 - D_{\max} ;
 - tipo e contenuto di fibre, se specificato.
- (3) Nel caso di calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma, l'informazione da fornire deve seguire le disposizioni della norma pertinente.

7.4

Informazioni di consegna per il calcestruzzo miscelato in cantiere

- (1) Le informazioni appropriate come richieste nel punto 7.3 per il documento di consegna sono pertinenti anche per il calcestruzzo miscelato in cantiere quando il cantiere è esteso o sono coinvolti numerosi tipi di calcestruzzo o quando il soggetto che produce il calcestruzzo è diverso dal soggetto che è responsabile della messa in opera del calcestruzzo.

7.5

Aggiustamenti della miscela dopo il processo di miscelazione principale e prima dello scarico

- (1) In generale, non è ammesso l'aggiustamento delle proporzioni della miscela dopo il processo di miscelazione principale.
- (2) In casi particolari, è possibile aggiungere additivi, pigmenti, fibre o acqua qualora:
- ciò avvenga sotto la responsabilità del produttore;
 - la consistenza e i valori limite siano conformi ai valori specificati; e
 - vi sia un procedimento documentato per intraprendere questo procedimento in modo sicuro all'interno del controllo di produzione in fabbrica.
- (3) Inoltre, se si aggiunge acqua, si deve effettuare un controllo della conformità su un campione del prodotto finale.
- (4) In tutti i casi, si deve registrare sul documento di consegna la quantità di acqua, additivi, pigmenti o fibre (se il contenuto di fibre è specificato) aggiunti all'autobetoniera. Per la rimescolazione, vedere punto 9.8.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 15 dell'appendice L.

8.1**Generalità**

- (1) Il controllo della conformità comprende la combinazione di azioni e decisioni da intraprendere in accordo alle regole di conformità preliminarmente adottate al fine di verificare la conformità del calcestruzzo alle specifiche del calcestruzzo. Il controllo della conformità è parte integrante del controllo di produzione (vedere punto 9).

Nota Le proprietà del calcestruzzo oggetto di controllo della conformità sono quelle misurate mediante le prove appropriate utilizzando procedure normalizzate. I valori effettivi delle proprietà del calcestruzzo nella struttura possono differire da quelli determinati mediante le prove, in quanto dipendenti per esempio dalle dimensioni delle strutture, dal getto in opera, dalla compattazione, dalla stagionatura e dall'ambiente.

- (2) Il piano di campionamento e prove, e i criteri di conformità devono essere conformi alle procedure indicate nei punti 8.2 o 8.3. Queste disposizioni si applicano anche al calcestruzzo per prodotti prefabbricati a meno che la norma di prodotto specifica contenga un insieme di disposizioni equivalenti. Se il prescrittore richiede frequenze di campionamento più elevate, ciò deve essere concordato preliminarmente. Per le proprietà non trattate nei presenti punti del piano di campionamento e prove, il metodo di prova e i criteri di conformità devono essere concordati tra produttore e prescrittore.
- (3) Il luogo di campionamento per le prove di conformità deve essere scelto in modo che le proprietà pertinenti del calcestruzzo e la composizione non cambino significativamente tra il luogo di campionamento e il luogo di consegna. Nel caso di calcestruzzo leggero prodotto con aggregati insaturi, i campioni devono essere prelevati nel luogo di consegna.
- (4) Per la valutazione della conformità deve essere consentito tenere conto delle prove effettuate durante il controllo di produzione qualora esse coincidano con quelle richieste per il controllo della conformità. Nella valutazione della conformità il produttore può anche utilizzare altri dati relativi a prove effettuate sul calcestruzzo consegnato.
- (5) La conformità o la non conformità è giudicata sulla base dei criteri di conformità. La non conformità può comportare ulteriori interventi sul luogo di produzione e sul cantiere (vedere punto 8.4).

8.2**Controllo della conformità del calcestruzzo a prestazione garantita****8.2.1****Controllo della conformità per la resistenza a compressione****8.2.1.1****Generalità**

- (1) Per calcestruzzo normale e pesante delle classi di resistenza da C8/10 a C55/67 o calcestruzzo leggero da LC8/9 a LC55/60, il campionamento e le prove devono essere effettuati sulle composizioni dei singoli calcestruzzi o su famiglie di calcestruzzi di stabilita idoneità come determinato dal produttore salvo diversi accordi. Il concetto di famiglia non deve essere applicato a calcestruzzo con classi di resistenza maggiori. Il calcestruzzo leggero non deve essere mescolato con famiglie contenenti calcestruzzo normale. I calcestruzzi leggeri prodotti con aggregati dimostrati come simili possono essere riuniti in un'unica famiglia a se stante.

Nota Per una guida alla selezione delle famiglie di calcestruzzi, vedere l'appendice K. Informazioni più dettagliate per l'applicazione del concetto di famiglia di calcestruzzi sono indicate nel CEN/TR 16369 e nel Rapporto CEN CR 13901.

- (2) Nel caso di famiglie di calcestruzzi, il produttore deve raggiungere il controllo su tutti i membri della famiglia e il campionamento deve essere effettuato sull'intera gamma di composizione di calcestruzzo prodotta all'interno della famiglia.

-
- (3) Quando le prove di conformità si applicano a una famiglia di calcestruzzi, si seleziona un calcestruzzo di riferimento ossia quello prodotto con maggior frequenza o uno di quelli aventi classe di resistenza intermedia della famiglia di calcestruzzi. Per poter trasporre i risultati della prova di resistenza a compressione dal risultato di prova di ogni singolo calcestruzzo al calcestruzzo di riferimento, si stabiliscono delle relazioni tra ogni singola composizione di calcestruzzo della famiglia e il calcestruzzo di riferimento. Le relazioni devono essere riviste sulla base dei dati originali della prova di resistenza a compressione in occasione di ogni periodo di valutazione e quando si introducono modifiche apprezzabili nelle condizioni di produzione. In aggiunta, quando si valuta la conformità della famiglia, deve essere confermata anche l'appartenenza alla famiglia di ogni singolo membro (vedere punto 8.2.1.3).
 - (4) Nel piano di campionamento e prove, e nei criteri di conformità delle singole composizioni di calcestruzzo o famiglie di calcestruzzi, occorre distinguere tra produzione iniziale e produzione continua.
 - (5) La produzione iniziale comprende la produzione fino a quando sono disponibili almeno 35 risultati di prova.
 - (6) La produzione continua si raggiunge quando sono stati ottenuti almeno 35 risultati di prova in un periodo non maggiore di 12 mesi.
 - (7) Se la produzione di una singola composizione di calcestruzzo, o una famiglia di calcestruzzi, è stata sospesa per più di 12 mesi, il produttore deve adottare i criteri, il campionamento e il piano di prove indicati per la produzione iniziale.
 - (8) Durante la produzione continua, il produttore può adottare il piano di campionamento e prove, e i criteri della produzione iniziale.
 - (9) Se la resistenza è specificata per una scadenza diversa, la conformità si valuta su provini sottoposti a prova alla scadenza specificata.
 - (10) Qualora si debba valutare l'identità di un volume definito di calcestruzzo con una popolazione verificata come conforme ai requisiti di resistenza caratteristica, ciò deve avvenire in conformità all'appendice B.

8.2.1.2

Piano di campionamento e prove

- (1) I campioni di calcestruzzo devono essere selezionati in modo casuale e prelevati in conformità alla EN 12350-1. Il campionamento deve essere effettuato su singole composizioni di calcestruzzo o su ciascuna famiglia di calcestruzzi prodotti in condizioni che siano ritenute uniformi. La frequenza minima di campionamento e di prove del calcestruzzo deve essere in conformità al prospetto 17 alla frequenza che indica il numero maggiore di campioni per la produzione iniziale o continua, come appropriato.
- (2) Nonostante i requisiti di campionamento di cui al punto 8.1, i campioni devono essere prelevati dopo che sono state effettuate tutte le aggiunte di acqua o additivi nel calcestruzzo sotto la responsabilità del produttore, ma è ammesso il campionamento prima dell'aggiunta di fluidificante o superfluidificante per regolare la consistenza (vedere punto 7.5) qualora dalle prove iniziali risulti che il fluidificante o superfluidificante nella quantità da utilizzare non abbia effetto negativo sulla resistenza del calcestruzzo.
- (3) Il risultato di prova deve essere ottenuto da un singolo provino o dalla media dei risultati quando si sottopongono a prova due o più provini confezionati da un campione alla stessa scadenza.
- (4) Nel caso in cui si confezionano due o più provini da uno stesso campione e l'intervallo dei risultati di prova è maggiore del 15% della media allora i risultati devono essere scartati a meno che un'indagine non fornisca un motivo accettabile per giustificare l'eliminazione di un singolo risultato.

Produzione	Frequenza minima di campionamento		
	Primi 50 m ³ di produzione	Metri cubi successivi ai primi 50 m ³ di produzione ^{a)} , la frequenza maggiore indicata dal:	
		Calcestruzzo con certificazione del controllo di produzione	Calcestruzzo senza certificazione del controllo di produzione
Iniziale (fino a quando si ottengono almeno 35 risultati di prova)	3 campioni	1 ogni 200 m ³ o 1 ogni 3 giorni di produzione ^{d)}	1 ogni 150 m ³ o 1 per giorno di produzione ^{d)}
Continua ^{b)} (quando sono disponibili almeno 35 risultati di prova)	-	1 ogni 400 m ³ o 1 ogni 5 giorni di produzione ^{c) d)} o 1 per mese solare	
a) Il campionamento deve essere distribuito nel corso della produzione e non si dovrebbe effettuare più di 1 prelievo ogni 25 m ³ . b) Quando lo scarto tipo degli ultimi 15 o più risultati di prova eccede i limiti superiori di s_p , secondo il prospetto 19, la frequenza di campionamento deve essere aumentata a quella richiesta per la produzione iniziale per i successivi 35 risultati di prova. c) O qualora vi siano più di 5 giorni di produzione in 7 giorni solari consecutivi, uno per settimana solare. d) La definizione di un 'giorno di produzione' deve essere specificata nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.			

8.2.1.3 Criteri di conformità per la resistenza a compressione

8.2.1.3.1 Criteri per singoli risultati

- (1) La conformità della resistenza a compressione del calcestruzzo è valutata su provini sottoposti a prova a 28 giorni in conformità al punto 5.5.1.2. Ogni singolo risultato di prova, f_{ci} , deve soddisfare:

$$f_{ci} \geq (f_{ck} - 4) \text{ N/mm}^2 \quad (1)$$

Nota Se la resistenza è specificata per una scadenza diversa, la conformità è valutata su provini sottoposti a prova alla scadenza specificata.

8.2.1.3.2 Criteri per risultati medi

- (1) Il raggiungimento della resistenza caratteristica specificata deve essere valutato mediante uno dei metodi seguenti.

Metodo A: Produzione iniziale

- (2) Per la produzione iniziale, la resistenza media di gruppi non sovrapposti o sovrapposti di tre risultati consecutivi deve soddisfare:

$$f_{ci} \geq (f_{ck} + 4) \text{ N/mm}^2 \quad (2)$$

Nota 1 I criteri di conformità sono sviluppati sulla base di risultati di prova non sovrapposti. L'applicazione dei criteri a risultati di prova sovrapposti aumenta il rischio di scarto.

Metodo B: Produzione continua

- (3) Il metodo B si può scegliere una volta che sono state stabilite le condizioni di produzione continua.
- (4) La valutazione della conformità deve essere effettuata su risultati di prova ottenuti durante un periodo di valutazione che non deve eccedere il periodo indicato da una o più opzioni tra quelle indicate di seguito in base alla frequenza di prova:
- per impianti con frequenze di prova minori (numero di risultati di prova per calcestruzzo a prestazione garantita minore di 35 ogni tre mesi), il periodo di valutazione deve comprendere almeno 15 risultati e non più di 35 risultati consecutivi ottenuti in un periodo non maggiore di 6 mesi;
 - per impianti con frequenze di prova maggiori (numero di risultati di prova per calcestruzzo a prestazione garantita maggiore o uguale a 35 ogni tre mesi), il periodo di valutazione deve comprendere almeno 15 risultati consecutivi e non essere maggiore di tre mesi;

- (5) La resistenza media di gruppi di risultati di prova consecutivi non sovrapposti o sovrapposti ottenuta da un singolo calcestruzzo o da una famiglia di calcestruzzi in un periodo di valutazione deve soddisfare:

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 1,48\sigma) \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

- (6) Quando questo metodo è applicato a una famiglia di calcestruzzi, si deve valutare la media di tutti i risultati di prova non trasposti (f_{cm}) per un singolo membro della famiglia rispetto al criterio indicato nel prospetto 18. Qualsiasi calcestruzzo che non soddisfi questo criterio deve essere rimosso dalla famiglia e sottoposto singolarmente alla valutazione della conformità.
- (7) Il calcestruzzo (o i calcestruzzi) rimosso/i deve essere valutato individualmente alla valutazione della conformità utilizzando i criteri di conformità stabiliti per la produzione iniziale (Metodo A). La reintegrazione dei calcestruzzi rimossi è accettata solo dopo la revisione della relazione stabilita tra la composizione rimossa e il calcestruzzo di riferimento.

prospetto 18

Criterio di conferma per i membri della famiglia

Numero n di risultati di prova per la resistenza a compressione di un singolo membro della famiglia	Media degli n risultati (f_{cm}) per un singolo membro della famiglia N/mm ²
2	$\geq f_{ck} - 1,0$
3	$\geq f_{ck} + 1,0$
4	$\geq f_{ck} + 2,0$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$
Da 7 a 9	$\geq f_{ck} + 3,5$
Da 10 a 12	$\geq f_{ck} + 4,0$
13, 14	$\geq f_{ck} + 4,5$
≥ 15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$

Nota 2 Per una guida alla selezione delle famiglie di calcestruzzi, vedere l'appendice K.

- (8) Alla fine della produzione iniziale, lo scarto tipo (σ) della popolazione deve essere stimato da almeno 35 risultati di prova consecutivi ottenuti in un periodo maggiore di tre mesi. Quando inizia la produzione continua, questo valore di scarto tipo deve essere utilizzato per controllare la conformità nel periodo della prima valutazione. Alla fine dei periodi della prima e delle successive valutazioni, si controlla lo scarto tipo per determinare se è cambiato in modo significativo utilizzando i limiti indicati nel prospetto 19. Se non è cambiato in modo significativo, si applica la stima attuale dello scarto tipo al periodo di valutazione successivo. Qualora lo scarto tipo sia cambiato in modo significativo, si calcola un nuovo scarto tipo dai 35 risultati consecutivi più recenti e si applica al periodo di valutazione successivo.

Nota 3 Per ulteriori informazioni vedere riga 16 dell'appendice L.

prospetto 19

Valori per la verifica dello scarto tipo

Numero di risultati di prova	Limiti per s_n
Da 15 a 19	$0,63 \sigma \leq s_n \leq 1,37 \sigma$
Da 20 a 24	$0,68 \sigma \leq s_n \leq 1,31 \sigma$
Da 25 a 29	$0,72 \sigma \leq s_n \leq 1,28 \sigma$
Da 30 a 34	$0,74 \sigma \leq s_n \leq 1,26 \sigma$
35 ^{a)}	$0,76 \sigma \leq s_n \leq 1,24 \sigma$
a) In caso di più di 35 risultati di prova si applica la Formula (4).	

Metodo C: Utilizzo delle carte di controllo

- (9) Si può scegliere il Metodo C per valutare la conformità mediante l'utilizzo di carte di controllo una volta che si sono stabilite le condizioni di produzione continua e qualora la produzione del calcestruzzo sia coperta da certificazione di parte terza.
- (10) Il sistema di controllo deve comprendere l'applicazione di un modello riconosciuto di carta di controllo ed avere le caratteristiche seguenti:
- raggiungere una qualità media in uscita a seguito del controllo (AOQ) con un valore massimo non maggiore del 5,0%;
 - mirare ad assicurare la conformità della produzione pertinente con la resistenza caratteristica richiesta;
 - includere la sorveglianza regolare della resistenza e dello scarto tipo o degli scostamenti dai valori prestabiliti;
 - dove applicabile, includere uno o più procedure per accelerare la risposta del sistema (per esempio l'utilizzo di dati alle brevi stagionature, l'utilizzo di famiglie di calcestruzzi);
 - definire e applicare regole decisionali chiare per la conformità e i limiti di attenzione;
 - quando la carta di controllo indica che lo scarto tipo è $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$ al disopra del valore applicato corrente, cambiare il valore applicato.

Nota 4 Per ulteriori informazioni vedere riga 17 dell'appendice L.

- (11) Deve essere applicata una delle regole di applicazione indicate nell'appendice H o nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego che risponda ai requisiti del punto 8.2.1.3.2 (10).

Nota 5 L'appendice H indica un metodo di applicazione per carte di controllo Cusum e di Shewhart con esempi di regole di conformità che raggiungono un limite di qualità media in uscita a seguito del controllo non maggiore del 5,0%. Per una guida ai valori diversi da quelli indicati nell'appendice H vedere CEN/TR 16369, che per le carte di controllo Cusum si basa sul punto [1].

8.2.2 Controllo della conformità per la resistenza a trazione indiretta

8.2.2.1 Generalità

- (1) Si applica il punto 8.2.1.1, ma il concetto di famiglie di calcestruzzi non è applicabile. Ciascuna composizione di calcestruzzo deve essere valutata separatamente.

Nota Per ulteriori informazioni, vedere riga 18 dell'appendice L.

8.2.2.2 Piano di campionamento e prove

- (1) Si applica il punto 8.2.1.2.

8.2.2.3 Criteri di conformità per la resistenza a trazione indiretta

- (1) Quando la resistenza a trazione indiretta del calcestruzzo è specificata, la valutazione della conformità deve essere effettuata su risultati di prova ottenuti durante un periodo di valutazione che non deve eccedere il periodo indicato da una o più opzioni tra quelle indicate di seguito in base alla frequenza di prova:
- per impianti con frequenze di prova minori (numero di risultati di prova per calcestruzzo a prestazione garantita minore di 35 ogni tre mesi), il periodo di valutazione deve comprendere almeno 15 risultati e non più di 35 risultati consecutivi ottenuti in un periodo non maggiore di 6 mesi;
 - per impianti con frequenze di prova maggiori (numero di risultati di prova per calcestruzzo a prestazione garantita maggiore o uguale a 35 ogni tre mesi), il periodo di valutazione deve comprendere almeno 15 risultati consecutivi e non essere maggiore di tre mesi;

- (2) La conformità della resistenza a trazione indiretta del calcestruzzo è valutata su provini sottoposti a prova a 28 giorni, a meno che sia specificata una scadenza diversa in conformità al punto 5.5.1.3 per:
- gruppi di n risultati di prova consecutivi non sovrapposti o sovrapposti $f_{ctm,sp}$ (criterio 1);
 - ogni singolo risultato di prova $f_{cti,sp}$ (criterio 2).
- (3) La conformità alle caratteristiche di resistenza a trazione indiretta ($f_{ctk,sp}$) è confermata se i risultati di prova soddisfano entrambi i criteri del prospetto 20 per la produzione iniziale o continua, come appropriato.

prospetto 20

Criteri di conformità per la resistenza a trazione indiretta

Produzione	Numero di n risultati nel gruppo	Criterio 1	Criterio 2
		Media di n risultati ($f_{ctm,sp}$) N/mm ²	Ogni singolo risultato di prova ($f_{cti,sp}$) N/mm ²
Iniziale	3	$\geq f_{ctk,sp} + 0,5$	$\geq f_{ctk,sp} - 0,5$
Continua	Non minore di 15	$\geq f_{ctk,sp} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ctk,sp} - 0,5$

- (4) I requisiti per lo scarto tipo devono essere conformi al Metodo B del punto 8.2.1.3.2.

8.2.3 Controllo della conformità per proprietà diverse dalla resistenza

8.2.3.1 Generalità

- (1) Qualora siano specificate proprietà diverse del calcestruzzo, si devono effettuare valutazioni della conformità sulla base dei singoli carichi per valori di consistenza, viscosità, capacità di attraversamento, resistenza alla segregazione, contenuto di aria e se sono state aggiunte fibre nell'autobetoniera l'omogeneità di distribuzione delle fibre nel calcestruzzo fresco come specificato nel prospetto 21. Per le altre proprietà, si devono effettuare valutazioni della conformità come specificato nel prospetto 22 sulla produzione nel periodo di valutazione che non deve essere maggiore di 6 mesi.

Nota 1 Nel caso in cui si effettuino prove di identità per valutare che un volume definito di calcestruzzo appartenga a una popolazione verificata come conforme ai requisiti di consistenza del calcestruzzo, contenuto di aria del calcestruzzo fresco o al valore minimo specificato di contenuto di fibre, il procedimento da applicare è indicato nell'appendice B.

Nota 2 I criteri di conformità per un singolo impasto e i criteri della prova di identità sono gli stessi.

8.2.3.2 Piano di campionamento e prove

- (1) Gli impasti per le prove devono essere selezionati a caso e i campioni di calcestruzzo prelevati in conformità alla EN 12350-1. Il campionamento deve essere effettuato su ogni famiglia di calcestruzzi prodotti in condizioni che siano ritenute uniformi. Il numero minimo di provini e i metodi di prova devono essere in conformità ai prospetti 21 o 22, a seconda dei casi.

8.2.3.3 Criteri di conformità per proprietà diverse dalla resistenza

- (1) La conformità alla proprietà richiesta è confermata quando sia
- i singoli risultati di prova rientrano nello scostamento massimo ammesso indicato nei prospetti 21 e 22 o le tolleranze dei valori prestabiliti sono conformi al prospetto 23;
 - sia il numero di risultati di prova per la proprietà indicata nel prospetto 22 al di fuori del valore limite specificato o dei limiti di classe o delle tolleranze dei valori prestabiliti come appropriato non è maggiore del numero di accettazione di cui al prospetto 24; in alternativa, il requisito può essere basato su prove mediante variabili in conformità alla ISO 3951-1 (AQL = 4%).

- (2) Nel caso in cui l'impasto non soddisfi il singolo criterio, tale impasto è dichiarato non conforme e tale risultato lo esclude da ulteriori considerazioni di conformità del restante calcestruzzo.

prospetto 21

Valutazione della conformità per classi di consistenza, proprietà dell'SCC, contenuto di aria e omogeneità di distribuzione delle fibre del calcestruzzo fresco nel punto di consegna

Proprietà	Metodo di prova o metodo di determinazione	Numero minimo di campioni o determinazioni	Scostamento massimo ammesso ^{a)} al punto di consegna dei singoli risultati di prova dai valori limite o per la consistenza i limiti della classe specificata	
			Limite inferiore	Limite superiore
Aspetto	Confronto mediante ispezione visiva dell'aspetto di questo calcestruzzo con il suo aspetto comune	Ogni impasto; per consegne su automezzo, ogni carico	-	-
Abbassamento al cono	EN 12350-2	i) Frequenza come indicato nel prospetto 17 per resistenza a compressione ii) Quando si misura il contenuto d'aria iii) In caso di dubbio in seguito a ispezione visiva	-10 mm	+10 mm
Grado di compattabilità	EN 12350-4		-20 mm ^{b)}	+20 mm ^{b)}
			-0,03	+0,03
			-0,04 ^{b)}	+0,04 ^{b)}
Spandimento alla tavola a scosse	EN 12350-5		-10 mm -20 mm ^{b)}	+10 mm +20 mm ^{b)}
Spandimento al cono di Abrams	EN 12350-8		Nessuno scostamento ammesso	Nessuno scostamento ammesso
Viscosità	EN 12350-8 o EN 12350-9	Se specificato		
Capacità di attraversamento	EN 12350-10 o EN 12350-12			
Resistenza alla segregazione	EN 12350-11			
Contenuto d'aria del calcestruzzo fresco con aria inglobata ^{d)}	EN 12350-7 per calcestruzzo normale e pesante e ASTM C 173 per calcestruzzo leggero	1 campione / giorno di produzione ^{c)}	-0,5% in volume	+5,0% in volume
Mescolazione omogenea delle fibre nel calcestruzzo fresco qualora siano state aggiunte fibre nell'autobetoniera	Come indicato nel punto B.5	Frequenza ^{c)} come indicato nel prospetto 17 per la resistenza a compressione	Come indicato nel punto B.5	

a)

Qualora non vi sia alcun limite inferiore o superiore nella classe di consistenza pertinente, questi scostamenti non si applicano.

b)

Applicabile solo per prove di consistenza dallo scarico iniziale dall'autobetoniera o dall'agitatore (vedere punto 5.4.1).

c)

Eccetto il caso in cui le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego richiedano frequenza di prova minime più alte.

d)

Vedere punto 6.2.3 (1), quarto capoverso elencato.

Valutazione della conformità del contenuto di fibre, della massa volumica, del rapporto massimo acqua/cemento e del contenuto minimo di cemento

Proprietà	Metodo di prova o metodo di determinazione	Numero minimo di campioni o determinazioni	Numero di accettazione	Scostamento massimo ammesso dei singoli risultati di prova dai valori limite, dalla tolleranza di un valore prestabilito o dai limiti della classe specificata	
				Limite inferiore	Limite superiore
Contenuto di fibre d'acciaio del calcestruzzo fresco	Vedere punto 5.4.4.	1 determinazione al giorno	Vedere prospetto 24	-5% in massa	Nessun limite ^{a)}
Contenuto di fibre polimeriche del calcestruzzo fresco	Vedere punto 5.4.4	1 determinazione al giorno	Vedere prospetto 24	-10 % in massa	Nessun limite ^{a)}
Massa volumica del calcestruzzo pesante	EN 12390-7	Come da prospetto 17 per la resistenza a compressione	Vedere prospetto 24	-30 kg/m ³	Nessun limite ^{a)}
Massa volumica del calcestruzzo leggero	EN 12390-7	Come da prospetto 17 per la resistenza a compressione	Vedere prospetto 24	-30 kg/m ³	+30 kg/m ³
Rapporto massimo acqua/cemento, o Rapporto massimo acqua/(cemento + aggiunta) ^{b)} , oppure Rapporto massimo acqua/(cemento + $k \times$ aggiunta) ^{b)}	Vedere punto 5.4.2	1 determinazione al giorno	Vedere prospetto 24	Nessun limite ^{a)}	+0,02
Contenuto minimo di cemento, oppure Contenuto minimo (cemento + aggiunta) ^{b)} , oppure contenuto minimo (cemento + $k \times$ aggiunta) ^{b)}	Vedere punto 5.4.2	1 determinazione al giorno	Vedere prospetto 24	-10 kg/m ³	Nessun limite ^{a)}
a) Eccetto il caso in cui siano specificati i limiti.					
b) In base al concetto di aggiunta utilizzato, vedere punto 5.4.2.					

Abbassamento al cono			
Valore prestabilito in mm	≤ 40	Da 50 a 90	
Tolleranza in mm	± 10	± 20	± 30
Grado di compattabilità			
Valore prestabilito	≥ 1,26	Da 1,25 a 1,11	≤ 1,10
Tolleranza	± 0,13	± 0,11	± 0,08
Diametro di spandimento alla tavola a scosse			
Valore prestabilito in mm	Tutti i valori		
Tolleranza in mm	± 40		
Diametro di spandimento al cono di Abrams			
Valore prestabilito in mm	Tutti i valori		
Tolleranza in mm	± 50		
t ₅₀₀			
Valore prestabilito in s	Tutti i valori		
Tolleranza in s	± 1		
t _v			
Valore prestabilito in s	< 9	≥ 9	
Tolleranza in s	± 3	± 5	
a) Si applicano questi valori eccetto il caso in cui siano indicati dei valori alternativi nell'appendice D o nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.			

AQL = 4 %	
Numero di risultati di prova	Numero di accettazione
Da 1 a 12	0
Da 13 a 19	1
Da 20 a 31	2
Da 32 a 39	3
Da 40 a 49	4
Da 50 a 64	5
Da 65 a 79	6
Da 80 a 94	7
Da 95 a 100	8
Qualora il numero di risultati di prova sia maggiore di 100, i numeri di accettazione appropriati possono essere ricavati dal prospetto 2-A della ISO 2859-1:1999.	

8.3

Controllo della conformità del calcestruzzo a composizione richiesta compreso il calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma

- (1) Ogni impasto o carico di un calcestruzzo a composizione richiesta deve essere sottoposto a valutazione di conformità per quanto riguarda il contenuto di cemento, la dimensione massima e le proporzioni degli aggregati se specificate e, quando pertinente, il rapporto acqua/cemento, la quantità di additivo o di aggiunta. Le quantità di cemento, di aggregato (per ogni dimensione specificata), di additivo e di aggiunta come registrate nella documentazione di produzione o nella copia a stampa delle quantità di pesatura devono rimanere entro le tolleranze dei valori specificati indicati nel prospetto 27, e il rapporto acqua/cemento deve essere entro ±0,04 del valore specificato.

-
- (2) Quando si deve valutare la conformità della composizione mediante l'analisi del calcestruzzo fresco, i metodi di prova e limiti di conformità devono essere concordati preliminarmente tra l'utilizzatore e il produttore, tenendo conto dei limiti sopraindicati e della precisione dei metodi di prova.
 - (3) Quando si deve valutare la conformità della consistenza, si applicano i paragrafi pertinenti dei prospetti 21 e 24 del punto 8.2.3.
 - (4) Per:
 - il tipo di cemento e la classe di resistenza;
 - i tipi di aggregati;
 - il tipo di additivo, di aggiunta e di fibra, se presenti;
 - le origini dei costituenti del calcestruzzo, dove specificate,
 - la conformità deve essere valutata mediante confronto della documentazione di produzione e dei documenti di consegna per i costituenti con i requisiti specificati.

8.4

Azioni da intraprendere in caso di non conformità del prodotto

- (1) Le azioni che il produttore deve intraprendere in caso di non conformità sono le seguenti:
 - controllare i risultati di prova e se non sono validi, intraprendere azioni d'intervento per eliminare gli errori;
 - se la non conformità è confermata intraprendere azioni correttive inclusa una revisione della gestione dei procedimenti di controllo di produzione pertinenti;
 - qualora vi sia una non conformità confermata con la specifica del calcestruzzo che non era risultata evidente alla consegna, informare il(i) prescrittore(i) e l'utilizzatore(gli utilizzatori) al fine di evitare ogni danno conseguente;
 - registrare le azioni intraprese per i punti sopraelencati.
- (2) Se la non conformità del calcestruzzo deriva da aggiunta di acqua o additivi in cantiere (vedere punto 7.5), il produttore deve intraprendere azioni solo se ha autorizzato tale aggiunta.

Nota Se il produttore ha notificato la non conformità del calcestruzzo o se i risultati delle prove di conformità non soddisfano i requisiti, possono essere richieste ulteriori prove secondo la EN 12504-1 su carote prelevate dalla struttura o dai componenti oppure una combinazione di prove su carote e prove non distruttive sulla struttura o i componenti, per esempio secondo la EN 12504-2 o la EN 12504-4. Una guida per valutare la resistenza nella struttura o nei componenti strutturali è indicata nella EN 13791.

9

CONTROLLO DI PRODUZIONE

9.1

Generalità

- (1) Tutto il calcestruzzo deve essere sottoposto al controllo di produzione sotto la responsabilità del produttore.
- (2) Il controllo di produzione comprende tutte le misure necessarie a mantenere le proprietà del calcestruzzo in conformità ai requisiti specificati. Esso comprende:
 - selezione dei costituenti;
 - composizione del calcestruzzo;
 - produzione del calcestruzzo;
 - ispezioni e prove;
 - l'utilizzo dei risultati delle prove effettuate su costituenti, calcestruzzo fresco e indurito;
 - taratura dell'attrezzatura;
 - ove pertinente, ispezione dell'attrezzatura utilizzata nel trasporto del calcestruzzo fresco;
 - controllo di conformità le cui disposizioni sono indicate nel punto 8.

- (3) I requisiti per gli altri aspetti del controllo di produzione sono indicati nei sottopunti seguenti. Questi requisiti devono essere considerati tenendo conto del tipo e delle dimensioni di produzione, delle opere, dell'attrezzatura particolare, dei procedimenti e delle regole in uso nel luogo di produzione e impiego del calcestruzzo. Possono essere necessari requisiti aggiuntivi in circostanze particolari nel luogo di produzione o per requisiti specifici per strutture o elementi strutturali particolari.

Nota Il punto 9 tiene conto dei principi della EN ISO 9001.

9.2

Sistemi di controllo di produzione

- (1) La responsabilità, i ruoli e le interrelazioni di tutto il personale che gestisce, effettua e verifica le attività che incidono sulla qualità del calcestruzzo devono essere definite in un sistema di controllo di produzione documentato (manuale del controllo di produzione). Ciò riguarda in particolare il personale che necessita di autonomia organizzativa e autorità per minimizzare il rischio di non conformità del calcestruzzo e identificare e registrare qualsiasi problema di qualità.
- (2) Il sistema di controllo di produzione deve essere rivisto almeno ogni due anni dalla direzione del produttore per assicurare l'idoneità e l'efficacia del sistema. Le registrazioni di tali revisioni devono essere conservate per almeno tre anni a meno che sia richiesto per legge un periodo più lungo.
- (3) Il sistema di controllo di produzione deve contenere procedimenti e istruzioni adeguatamente documentati. Queste procedure e istruzioni devono essere istituiti, dove pertinente, nel rispetto dei requisiti di controllo indicati nei prospetti 28 e 29. Le frequenze previste delle prove e ispezioni da parte del produttore devono essere documentate. I risultati delle prove e ispezioni devono essere registrati.

9.3

Dati registrati e altri documenti

- (1) Tutti i dati pertinenti del controllo di produzione devono essere registrati; vedere prospetto 25. Le registrazioni del controllo di produzione devono essere conservate per almeno tre anni a meno che sia richiesto per legge un periodo più lungo.

prospetto 25 **Dati registrati e altri documenti, dove pertinenti**

Soggetto	Dati registrati e altri documenti
Requisiti specificati	Specifica di contratto o riepilogo dei requisiti
Costituenti	Nome dei fornitori, delle origini e dichiarazione della prestazione
Prove sull'acqua d'impasto (non richieste per acqua potabile)	Data e luogo di campionamento Risultati di prova
Prove sui costituenti	Data e risultati di prova
Composizione del calcestruzzo	Descrizione del calcestruzzo Registrazione delle masse dei costituenti nell'impasto o carico (per esempio contenuto di cemento) Rapporto acqua/cemento Contenuto di cloruri Codice di appartenenza alla famiglia
Prove sul calcestruzzo fresco	Data e luogo di campionamento Ubicazione nella struttura, se nota Consistenza (metodo di prova e risultati) Viscosità, se specificata Resistenza alla segregazione, se specificata Capacità di attraversamento, se specificata Massa volumica, se specificata Contenuto di fibre, se specificato Temperatura del calcestruzzo, se specificata Contenuto di aria, se specificato Volume dell'impasto o carico di calcestruzzo sottoposto a prova Numero e codici dei provini da sottoporre a prova Rapporto acqua/cemento, se specificato

Soggetto	Dati registrati e altri documenti
Prove sul calcestruzzo indurito	Data delle prove Codice e scadenza dei provini Risultati di prova per massa volumica e resistenza Osservazioni particolari (per esempio profilo di rottura insolito del provino)
Valutazione di conformità	Conformità/non conformità alle specifiche del calcestruzzo
Inoltre per calcestruzzo preconfezionato	Nome dell'acquirente Ubicazione dell'opera, per esempio il cantiere Numeri e date dei documenti di consegna relativi alle prove Documenti di consegna
Inoltre per calcestruzzo prefabbricato	Possono essere richiesti dati diversi o aggiuntivi dalla norma di prodotto pertinente

9.4

Prove

- (1) Le prove devono essere effettuate in conformità ai metodi di prova indicati nella presente norma (metodo di prova di riferimento) oppure si possono utilizzare altri metodi di prova se è stata stabilita la correlazione o relazione affidabile tra i risultati di tali metodi di prova e i metodi di prova di riferimento. La correttezza della relazione affidabile o correlazione deve essere esaminata ad intervalli appropriati. In caso di controversia, i metodi di riferimento hanno la precedenza.
- (2) L'esame deve essere effettuato separatamente per ciascun luogo di produzione che opera in condizioni diverse, nel caso in cui la relazione sia indicata nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.

9.5

Composizione del calcestruzzo e prove iniziali

- (1) Nel caso di impiego di una nuova composizione di calcestruzzo, si devono effettuare le prove iniziali per stabilire che il calcestruzzo raggiunga le proprietà specificate o la prestazione prevista con un adeguato margine (vedere appendice A). Ad eccezione del calcestruzzo autocompattante, le prove iniziali non sono richieste ove sia disponibile un'esperienza a lungo termine con un calcestruzzo o una famiglia simile. Il progetto e le relazioni di progetto del calcestruzzo devono essere ridefiniti in caso di modifica significativa dei costituenti. Le prove iniziali da parte del produttore non sono necessarie in caso di calcestruzzo a composizione richiesta o calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma.
- (2) Le nuove composizioni di calcestruzzo ottenute per interpolazione tra composizioni di calcestruzzo note o estrapolazioni di resistenza a compressione non maggiori di 5 N/mm² sono ritenute conformi ai requisiti per prove iniziali.
- (3) Le composizioni di calcestruzzo devono essere riviste periodicamente per assicurare che tutte le composizioni di calcestruzzo siano ancora in conformità ai requisiti attuali, tenendo conto del cambiamento delle proprietà dei costituenti e dei risultati delle prove di conformità sulle composizioni del calcestruzzo.

9.6

Personale, attrezzature e installazioni

9.6.1

Personale

- (1) Le conoscenze, la formazione e l'esperienza del personale coinvolto nella produzione e nel controllo di produzione devono essere adeguati al tipo di calcestruzzo, per esempio calcestruzzo autocompattante, calcestruzzo leggero.
- (2) Devono essere conservate le registrazioni appropriate relative alla formazione e all'esperienza del personale coinvolto nella produzione e nel controllo di produzione.

Nota In alcuni paesi sono richiesti requisiti particolari riguardanti il livello di conoscenze, di formazione e di esperienza per le diverse mansioni.

9.6.2

Attrezzature e installazioni

9.6.2.1

Immagazzinamento dei costituenti

- (1) I costituenti devono essere immagazzinati e manipolati in modo che le loro proprietà non subiscano alterazioni significative, per esempio mediante l'azione del clima, frammistione o contaminazione, e che mantengano la conformità alla rispettiva norma.
- (2) I comparti di immagazzinamento devono essere contrassegnati in modo chiaro al fine di evitare errori nell'impiego dei costituenti.
- (3) Si deve tenere conto delle istruzioni particolari dei fornitori dei costituenti.
- (4) Devono essere previsti mezzi per consentire il prelievo di campioni rappresentativi per esempio da cumuli, sili e contenitori.

9.6.2.2

Attrezzatura di dosaggio

- (1) La prestazione dell'attrezzatura di dosaggio deve essere tale da ottenere e mantenere nelle condizioni pratiche di funzionamento le tolleranze specificate nel punto 9.7.
- (2) L'attrezzatura di dosaggio deve essere conforme ai requisiti indicati nel prospetto 26.

prospetto 26

Requisiti per attrezzatura di dosaggio

Per dosaggio in massa		
Carico in % del fondo scala	Dal carico minimo ^{a)} al 20% del fondo scala	Dal 20% del fondo scala al carico massimo ^{a)}
Errore massimo ammissibile in % del carico	±2%	±1%
Per dosaggio in volume		
Volume misurato	< 30 l	≥ 30 l
Errore massimo ammissibile in % del volume	±3 %	±2 %
a) I carichi minimo e massimo sono forniti dal fabbricante dell'attrezzatura.		

9.6.2.3

Miscelatori

- (1) Tutti i miscelatori devono essere in grado di raggiungere una distribuzione uniforme dei costituenti, e una consistenza uniforme del calcestruzzo nel rispetto dei tempi e della capacità di miscelazione.
- (2) Le autobetoniere e gli agitatori devono essere equipaggiati in modo da consentire al calcestruzzo di essere consegnato in uno stato omogeneo. In aggiunta, le autobetoniere devono essere dotate di attrezzatura di misurazione e distribuzione idonea qualora si debbano aggiungere acqua o additivi in cantiere sotto la responsabilità del produttore. Qualora si debbano aggiungere delle fibre in autobetoniera sotto la responsabilità del produttore, deve essere disponibile un'idonea attrezzatura di distribuzione e misurazione della quantità di fibre sul luogo dell'aggiunta delle fibre.

9.6.2.4

Attrezzatura di prova

- (1) Tutti i necessari mezzi, attrezzature e istruzioni per l'impiego corretto devono essere disponibili quando richieste per ispezioni e prove su attrezzature, costituenti e su calcestruzzo.
- (2) L'attrezzatura di prova pertinente deve essere in taratura al momento della prova e il produttore deve mettere in atto un programma di taratura.

9.7

Dosaggio dei costituenti

- (1) Un documento di istruzioni di dosaggio indicante i dettagli del tipo e della quantità di costituenti deve essere disponibile nel luogo del dosaggio del calcestruzzo.

- (2) Per quantità di calcestruzzo maggiori o uguali a 1 m³, la tolleranza del disegno dei costituenti non deve eccedere i valori indicati nel prospetto 27 eccetto il caso in cui nelle disposizioni vigenti nel luogo di impiego siano indicate tolleranze diverse. Nel caso un certo numero di impasti miscelati o rimescolati in autobetoniera, si applicano al carico le tolleranze di cui al prospetto 27.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 19 dell'appendice L.

prospetto 27

Tolleranze per il processo di dosaggio dei costituenti

Costituente	Tolleranza
Cemento	± 3% della quantità richiesta
Acqua	
Aggregati totali	
Aggiunte e fibre utilizzati in quantità > 5% in massa del cemento	
Additivi, aggiunte e fibre utilizzati in quantità ≤ 5% in massa del cemento	± 5% della quantità richiesta
Note La tolleranza è la differenza tra il valore prestabilito e il valore misurato.	

- (3) Cementi, aggregati normali e pesanti e fibre così come aggiunte in forma di polveri devono essere dosati in massa, eccetto il caso in cui altri metodi raggiungono la tolleranza di dosaggio richiesta e ciò sia documentato.
- (4) L'acqua d'impasto, gli aggregati leggeri, gli additivi e le aggiunte in forma liquida devono essere dosati in massa o in volume.

9.8

Miscelazione del calcestruzzo

- (1) La miscelazione dei costituenti deve essere effettuata in un miscelatore conforme al punto 9.6.2.3 e deve essere protratta fino a quando il calcestruzzo è omogeneo.
- (2) I miscelatori non devono essere caricati in eccesso rispetto alla loro capacità di carico nominale.
- (3) Nel caso in cui si preveda di aggiungere i costituenti elencati nel punto 7.5 dopo il processo di miscelazione principale, il calcestruzzo deve essere rimescolato finché i costituenti aggiunti si disperdono completamente in tutto l'impasto o carico e, in caso di impiego di additivo, fino a divenire completamente efficace.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 20 dell'appendice L.

- (4) Per il calcestruzzo leggero impastato con aggregati insaturi, il periodo che intercorre tra la miscelazione iniziale e la fine della miscelazione finale (per esempio rimescolamento in autobetoniera) deve essere prolungato fintanto che l'assorbimento d'acqua da parte degli aggregati, e la conseguente espulsione d'aria dagli aggregati leggeri, risulti non avere alcun impatto negativo significativo sulle proprietà del calcestruzzo indurito.
- (5) La composizione del calcestruzzo fresco non deve essere alterata dopo lo scarico dal miscelatore.

9.9

Procedimenti di controllo di produzione

- (1) I costituenti, l'attrezzatura, i procedimenti di produzione e il calcestruzzo devono essere controllati riguardo alla loro conformità alle specifiche del calcestruzzo e ai requisiti della presente norma. Il controllo deve essere tale da rilevare i cambiamenti significativi che influenzano le proprietà e da intraprendere le azioni correttive appropriate.
- (2) Si deve adottare un procedimento per assicurare la correttezza di consegna, stoccaggio e impiego dei costituenti, che includa di:
- controllare che il materiale consegnato sia quello che era stato ordinato;
 - controllare che sia scaricato nell'esatta ubicazione;
 - impedire lo scarico di materiali che sono chiaramente non conformi;

- stoccare i materiali in modo da minimizzare il rischio di contaminazione o deterioramento;
- tenere le registrazioni delle consegne;
- sottoporre a prova le consegne sospette per tutte le proprietà di cui è in dubbio la conformità alla norma pertinente o ad altra specifica;
- effettuare controlli sul contenuto d'acqua degli aggregati.

Nota Per produrre calcestruzzo autocompattante costante, è essenziale avere materiali costituenti con proprietà costanti. Tali proprietà potrebbero necessitare di essere sorvegliate con una frequenza maggiore rispetto al calcestruzzo ordinario.

- (3) Se un produttore di calcestruzzo produce i propri aggregati, il produttore di calcestruzzo deve essere considerato come un produttore di aggregato e deve rispettare gli aspetti tecnici della norma europea pertinente sugli aggregati.
- (4) Il controllo dell'attrezzatura deve assicurare che i mezzi di stoccaggio, l'attrezzatura di pesatura e di misurazione, il miscelatore e l'apparecchiatura di controllo (per esempio la misurazione del contenuto d'acqua degli aggregati) siano in buone condizioni di funzionamento e che siano conformi ai requisiti della presente norma. La frequenza delle ispezioni e delle prove per l'attrezzatura (dove utilizzata) è indicata nel prospetto 28.
- (5) L'impianto, l'attrezzatura e i mezzi di trasporto devono essere sottoposti a un sistema di manutenzione programmata e devono essere mantenuti in una condizione di funzionamento efficiente in modo da non influenzare sfavorevolmente le proprietà e la quantità di calcestruzzo.
- (6) Le proprietà del calcestruzzo a prestazione garantita devono essere controllate rispetto ai requisiti specificati come indicato nel prospetto 29.
- (7) Le proporzioni del calcestruzzo a composizione richiesta, la sua consistenza e temperatura, dove specificato, devono essere controllate rispetto ai requisiti specificati come indicato nel prospetto 29 alle righe pertinenti il calcestruzzo a composizione richiesta.
- (8) Il controllo deve comprendere la produzione, il trasporto fino al punto di consegna e la consegna.
- (9) Per alcuni calcestruzzi possono essere necessari dei requisiti aggiuntivi per il controllo di produzione. Essi non sono definiti nella presente norma. Se il contratto ha definito dei requisiti particolari per il calcestruzzo, il controllo di produzione deve includere le azioni appropriate in aggiunta a quelle del prospetto 29.
- (10) Le azioni previste nei prospetti 28 e 29, in casi particolari, possono essere adattate alle condizioni del luogo di produzione specifico ed essere sostituite da azioni che forniscano un livello di controllo equivalente.

	Attrezzatura	Ispezione/Prova	Scopo	Frequenza minima
1	Cumuli, contenitori ecc.	Ispezione visiva	Accertare la conformità ai requisiti	Una volta alla settimana
2	Attrezzatura di pesatura	Ispezione visiva della prestazione	Accertare che l'attrezzatura di pesatura sia nella corretta condizione di pulizia e di funzionamento	Ogni giorno
3		Prova dell'attrezzatura di pesatura	Soddisfare i requisiti del punto 9.6.2.2	All'installazione Periodicamente ^a in base alle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego In caso di dubbio
4	Dosatore additivi (inclusi quelli montati su autobetoniera)	Ispezione visiva della prestazione	Accertare che l'attrezzatura di misurazione sia nella corretta condizione di pulizia e di funzionamento	Primo utilizzo della giornata per ciascun additivo
5		Prova dell'apparecchiatura di misurazione e completamento dello scarico	Soddisfare i requisiti del punto 9.6.2.2	All'installazione Periodicamente ^a dopo l'installazione In caso di dubbio
6	Misuratore d'acqua e dosatore d'acqua sull'autobetoniera	Prova dell'attrezzatura di misurazione	Soddisfare i requisiti del punto 9.6.2.2	All'installazione Periodicamente ^a dopo l'installazione In caso di dubbio
7	Attrezzatura per la misurazione in continuo del contenuto d'acqua degli aggregati	Confronto fra la quantità effettiva e la lettura del misuratore	Accertare i valori corretti	All'installazione Periodicamente ^a dopo l'installazione In caso di dubbio
8	Sistema di dosaggio	Ispezione visiva	Accertare che l'attrezzatura di dosaggio funzioni correttamente	Ogni giorno
9		Confronto (mediante un metodo idoneo in base al sistema di dosaggio) della massa attuale di costituenti nell'impasto con la massa prestabilita e, in caso di registrazione automatica dell'impasto, con la massa registrata	Soddisfare i requisiti del punto 9.7	All'installazione In caso di dubbio Periodicamente ^a dopo l'installazione
10	Apparecchiatura di prova	Taratura secondo le norme nazionali pertinenti o EN	Controllare la conformità	Periodicamente ^a Per l'apparecchiatura di prova della resistenza, almeno una volta all'anno
11	Miscelatori (comprese autobetoniere)	Ispezione visiva	Controllare l'usura dell'attrezzatura di miscelazione	Periodicamente ^a
a) La frequenza dipende dal tipo di attrezzatura, dalla sua sensibilità nell'impiego e dalle condizioni di produzione dell'impianto.				

	Tipo di prova	Ispezione/Prova	Scopo	Frequenza minima
1	Proprietà del calcestruzzo a prestazione garantita	Prova iniziale (vedere appendice A)	Fornire prova che le proprietà specificate sono soddisfatte dalla composizione proposta con un adeguato margine	Prima di utilizzare una nuova composizione di calcestruzzo.
2	Contenuto d'acqua degli aggregati fini	Sistema di misurazione in continuo, prova di essiccamento o equivalente	Determinare la massa a secco di aggregato e di acqua da aggiungere	Se non di continuo, ogni giorno, in base alle condizioni locali e atmosferiche possono essere richieste prove più o meno frequenti
3	Contenuto d'acqua degli aggregati grossi	Prova di essiccamento o equivalente	Determinare la massa a secco di aggregato e l'acqua da aggiungere	In base alle condizioni locali e atmosferiche
4	Contenuto d'acqua del calcestruzzo fresco	Controllo della quantità di acqua aggiunta ^{b)}	Fornire dati per il rapporto acqua/cemento	Ad ogni impasto o carico
5	Contenuto di cloruri del calcestruzzo	Determinazione iniziale mediante calcolo	Assicurare che non sia superato il contenuto massimo di cloruri	In occasione delle prove iniziali In caso di un aumento nel contenuto di cloruri dei costituenti
6	Consistenza	Ispezione visiva	Per confronto con l'aspetto normale	Ad ogni impasto o carico
7		Prova di consistenza secondo le EN 12350-2, EN 12350-4 o EN 12350-5	Per valutare il raggiungimento dei valori di consistenza specificati e controllare per esempio eventuali cambiamenti del contenuto d'acqua	Quando è specificata la consistenza, come da prospetto 17 per la resistenza a compressione Quando si sottopone a prova il contenuto d'aria In caso di dubbio in seguito a ispezione visiva
8		Prova di consistenza secondo la EN 12350-8		Almeno una volta al giorno. Quando si sottopone a prova la resistenza a compressione (stessa frequenza) Quando si sottopone a prova il contenuto d'aria In caso di dubbio in seguito a ispezione visiva
9	Viscosità del calcestruzzo	EN 12350-8 o EN 12350-9	Per valutare il raggiungimento dei valori di consistenza dichiarati	Quando si effettuano le prove iniziali Prima di utilizzare una nuova composizione di calcestruzzo In caso di una modifica nei costituenti. In caso di dubbio in seguito a ispezioni visive o alla prova di spandimento al cono di Abrams
10	Capacità di attraversamento	EN 12350-10 o EN 12350-12		
11	Resistenza alla segregazione	EN 12350-11		
12	Massa volumica del calcestruzzo fresco	Prove della massa volumica secondo la EN 12350-6	Per calcestruzzo leggero e pesante per la supervisione del controllo di dosaggio e massa volumica	Ogni giorno
13	Contenuto di cemento del calcestruzzo fresco	Controllo della massa di cemento dosato ^{b)}	Controllare il contenuto di cemento e fornire i dati del rapporto acqua/cemento	Ad ogni impasto o carico
14	Contenuto di aggiunte del calcestruzzo fresco	Controllo della massa di aggiunte dosato ^{b)}	Controllare il contenuto di aggiunte e fornire i dati del rapporto acqua/cemento (vedere punto 5.4.2)	Ad ogni impasto o carico
15	Contenuto di additivo del calcestruzzo fresco	Controllo della massa o volume di additivo dosato ^{b)}	Controllare il contenuto di additivo	Ad ogni impasto o carico
16	Rapporto acqua / cemento del calcestruzzo fresco	Mediante calcolo o mediante metodo di prova, vedere punto 5.4.2	Valutare il raggiungimento del rapporto acqua/cemento specificato	Ogni giorno, dove specificato

	Tipo di prova	Ispezione/Prova	Scopo	Frequenza minima
17	Contenuto d'aria del calcestruzzo fresco quando specificato	Prova secondo la EN 12350-7 per calcestruzzo normale e pesante ASTM C 173 per calcestruzzo leggero	Valutare il raggiungimento del contenuto specificato di aria inglobata	Per calcestruzzi contenenti aria inglobata: i primi impasti o carichi di ogni giorno di produzione fino allo stabilizzarsi dei valori
18	Temperatura del calcestruzzo fresco	Misurazione della temperatura	Valutare il raggiungimento della temperatura minima di 5 °C o del limite specificato	In caso di dubbio Quando è specificata la temperatura: - periodicamente, in base alla situazione; - ogni impasto o carico in cui la temperatura è vicina al limite
19	Massa volumica del calcestruzzo leggero o pesante indurito	Prova secondo la EN 12390-7 ^a	Valutare il raggiungimento della massa volumica specificata	Quando è specificata la massa volumica, la stessa frequenza della prova di resistenza a compressione
20	Prova di resistenza a compressione su provini di calcestruzzo prodotti mediante stampi	Prova secondo la EN 12390-3	Valutare il raggiungimento della resistenza specificata	Quando è specificata la resistenza a compressione, la stessa frequenza del controllo di conformità, vedere i punti 8.1 e 8.2.1
a)	Può essere sottoposta a prova anche in condizioni di saturazione, qualora sia stabilita una correlazione con la massa volumica dopo essiccamento in stufa.			
b)	Qualora non si utilizzi un sistema di registrazione automatico e si eccedano le tolleranze di dosaggio per l'impasto o il carico, registrare la quantità dell'impasto nel registro di produzione.			

10

VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

10.1

Generalità

- (1) Il produttore è responsabile della valutazione della conformità per i requisiti specificati del calcestruzzo. A tale scopo, il produttore deve svolgere i compiti seguenti:
 - a) prove iniziali, quando richiesto (vedere punto 9.5 e appendice A);
 - b) controllo di produzione (vedere punto 9), compreso controllo di conformità (vedere punto 8).
- (2) L'affidamento a enti d'ispezione e di certificazione accreditati di ispezionare il controllo di produzione e certificarne la conformità dipende dal livello dei requisiti di prestazione per il calcestruzzo, dal suo impiego previsto, dal tipo di produzione e dal margine di sicurezza nella composizione del calcestruzzo.
- (3) In generale, si raccomanda l'ispezione e la certificazione del controllo di produzione da parte di enti d'ispezione e di certificazione accreditati. Ciò non è considerato necessario per il calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma con un ampio margine di sicurezza nella composizione (vedere punto A.5).
- (4) Per i prodotti di calcestruzzo prefabbricato, i requisiti e le disposizioni per la valutazione della conformità sono indicati nelle specifiche tecniche pertinenti (norme di prodotto e benessere tecnici).

10.2

Valutazione, sorveglianza e certificazione del controllo di produzione

- (1) Quando è richiesto in un contratto o nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego, che il controllo di produzione del produttore debba essere valutato e sorvegliato da un ente d'ispezione accreditato e poi certificato da un organismo di certificazione accreditato, si applicano le disposizioni per la valutazione, la sorveglianza e la certificazione indicate nell'appendice C.

- (1) Quando le caratteristiche essenziali del calcestruzzo a prestazione garantita devono essere indicate in forma abbreviata, deve essere applicato il formato seguente:
- riferimento alla presente norma europea; EN 206;
 - classe di resistenza a compressione: classe di resistenza a compressione come definita nei prospetti 12 o 13, per esempio C25/30;
 - classe(i) di esposizione: designazione(i) di classe definite nel prospetto 1. Se il calcestruzzo è esportato la(e) classe(i) di esposizione seguita(e) dall'abbreviazione del nome del Paese²⁾ che ha emesso le disposizioni per i valori limite, la composizione del calcestruzzo e le proprietà del calcestruzzo o altri gruppi di requisiti, per esempio XD2(F) qualora si applichino le disposizioni francesi;
 - contenuto massimo di cloruri: la classe definita nel prospetto 15, per esempio CI 0,20;
 - valore dichiarato della frazione più grossa di aggregato effettivamente utilizzato nel calcestruzzo: il valore di D_{max} , per esempio D_{max} 22;
 - massa volumica: le designazioni di classe come indicate nel prospetto 14 o il valore prestabilito, per esempio D1,8;
 - consistenza: mediante la classe come definita nel punto 4.2.1 o mediante un valore prestabilito e un metodo.

2) In conformità al codice internazionale riconosciuto delle targhe automobilistiche. Oltre all'abbreviazione del nome del Paese, è possibile aggiungere ulteriori informazioni riguardanti le disposizioni.

A.1 Generalità

- (1) La presente appendice fornisce i dettagli della prova iniziale come richiesto nei punti 5.2.5.1, 6.1 e 9.5.
- (2) La prova iniziale deve stabilire una composizione di calcestruzzo che soddisfi tutti i requisiti specificati per il calcestruzzo fresco e indurito. Quando il produttore o prescrittore può dimostrare che una composizione di calcestruzzo è adeguata, sulla base dei dati di prove precedenti o di esperienza a lungo termine, ciò può essere considerato come alternativa alle prove iniziali.

A.2 Parte responsabile delle prove iniziali

- (1) Le prove iniziali devono essere di responsabilità del produttore per il calcestruzzo a prestazione garantita, del prescrittore per il calcestruzzo a composizione richiesta e dell'ente di normazione per il calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma.

A.3 Frequenza delle prove iniziali

- (1) Le prove iniziali devono essere effettuate prima di utilizzare un nuovo calcestruzzo o una nuova famiglia di calcestruzzi.
- (2) Le prove iniziali devono essere ripetute qualora vi sia stato un cambiamento significativo nei materiali costituenti o nei requisiti specificati su cui si basavano le prove precedenti.

A.4 Condizioni di prova

- (1) In generale, le prove iniziali devono essere effettuate su calcestruzzo fresco con una temperatura compresa tra 15 °C e 22 °C.

Nota 1 Per ulteriori informazioni vedere riga 21 dell'appendice L.

- (2) Per la prova iniziale di un singolo calcestruzzo, devono essere sottoposti a prova almeno tre provini prelevati ciascuno da tre impasti. Quando la prova iniziale è per una famiglia di calcestruzzi, il numero di calcestruzzi da campionare deve rappresentare la gamma di composizione della famiglia. In questo caso, il numero di impasti per calcestruzzo può essere ridotto a uno.
- (3) La resistenza di un impasto o di un carico deve essere costituita dalla media dei risultati di prova. Il risultato della prova iniziale sul calcestruzzo è la resistenza media degli impasti o dei carichi.
- (4) Si deve registrare il tempo tra miscelazione e la prova di consistenza oltre ai risultati di prova.
- (5) Per prescrivere la composizione di un calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma che comprende tutti i materiali costituenti permessi, che si prevede siano utilizzati a livello nazionale, è necessario un numero di prove significativamente maggiore. I risultati delle prove iniziali devono essere documentati all'ente normativo di competenza.
- (6) Quando si deve produrre un calcestruzzo contenente fibre, le prove iniziali devono verificare che le procedure documentate del produttore consentano il raggiungimento di una distribuzione omogenea delle fibre in tutto l'impasto. Questo requisito è soddisfatto se i risultati di prova risultano conformi ai criteri indicati nel punto B.5 e il contenuto di fibre dell'impasto è uguale al contenuto di fibre specificato.

-
- (7) Nel caso del calcestruzzo autocompattante, le prove iniziali devono includere uno studio della robustezza di formulazione della miscela riguardante le variazioni del contenuto d'acqua. Questa indagine ha lo scopo di determinare l'intervallo ammissibile di contenuto di acqua entro il quale sono soddisfatte le specifiche allo stato fresco (consistenza, viscosità, capacità di attraversamento e resistenza alla segregazione).
 - (8) Nel caso in cui si deve utilizzare acqua di recupero nella produzione di calcestruzzo autocompattante, le prove iniziali devono dimostrare che le proprietà del calcestruzzo fresco sono adeguate, tenendo conto delle variazioni del contenuto di solidi e delle analisi chimiche dell'acqua di recupero nel luogo di produzione previsto.
 - (9) Nel caso in cui si deve produrre calcestruzzo contenente aggregati riciclati, si deve prendere in considerazione la necessità di effettuare prove per determinare il ritiro per essiccamento, lo scorrimento viscoso e il modulo di elasticità.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 22 dell'appendice L.

A.5

Criteri per l'adozione delle prove iniziali

- (1) Per valutare le proprietà del calcestruzzo, in particolare quelle del calcestruzzo fresco e, dove pertinente, la distribuzione dei vuoti d'aria per calcestruzzo indurito, si deve tenere conto della differenza tra il tipo di miscelatore e la procedura di miscelazione applicati durante la prova iniziale e quelli applicati durante la produzione effettiva.
- (2) La resistenza a compressione del calcestruzzo con la composizione da adottare per il caso in questione deve essere maggiore dei valori f_{ck} dei prospetti 12 o 13 con un adeguato margine. Il margine dovrebbe essere circa due volte lo scarto tipo previsto, che significa almeno un margine compreso tra 6 N/mm² e 12 N/mm² in base ai mezzi di produzione, ai materiali costituenti e alle informazioni pregresse disponibili sulla variabilità.
- (3) Il criterio per l'adozione delle prove iniziali per il calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma è:
$$f_{cm} \geq f_{ck} + 12 \quad (A.1)$$
- (4) La consistenza del calcestruzzo deve essere entro i limiti della classe di consistenza nel momento in cui il calcestruzzo sta per essere gettato o consegnato nel caso di calcestruzzo preconfezionato.
- (5) Per il calcestruzzo autocompattante, le prove iniziali devono dimostrare che nell'intervallo di spandimento al cono di Abrams ammesso la composizione del calcestruzzo mantiene le proprietà dichiarate in termini di viscosità, capacità di attraversamento e resistenza alla segregazione.
- (6) Per le altre proprietà che sono specificate, il calcestruzzo deve soddisfare i valori specificati con un margine appropriato.

B1 Generalità

- (1) La presente appendice fornisce i dettagli per le prove di identità come indicato nei punti 8.2.1.1 e 8.2.3.1.
- (2) Le prove di identità indicano se il volume definito di calcestruzzo da riesaminare appartiene alla stessa popolazione di quella verificata come conforme tramite la valutazione della conformità da parte del produttore.

B.2 Piano di campionamento e prove

- (1) Nel caso in cui si devono effettuare prove di identità, si deve definire il volume particolare di calcestruzzo, per esempio:
 - singolo impasto o carico la cui qualità è dubbia;
 - il calcestruzzo fornito per ciascun piano di un edificio o gruppo di travi/solette o colonne/pareti di un piano dell'edificio o parti simili di altre strutture;
 - il calcestruzzo consegnato ad un cantiere in una settimana, ma non oltre i 400 m³.
- (2) Si deve definire il numero di campioni da prelevare da un particolare volume di calcestruzzo.
- (3) Si devono prelevare campioni da diversi impasti o carichi in conformità alla EN 12350-1.
- (4) Si devono preparare e stagionare i provini per le prove di resistenza a compressione in conformità alla EN 12390-2. La resistenza a compressione deve essere determinata in conformità alla EN 12390-3. Il risultato di prova deve essere ottenuto dalla media dei risultati di due o più provini confezionati da un unico campione per sottoporli a prova alla stessa scadenza. Qualora l'intervallo dei valori di prova sia maggiore del 15 % della media, i risultati devono essere scartati a meno che un'indagine non fornisca un motivo accettabile per giustificare l'eliminazione di un singolo risultato.
- (5) La consistenza, il contenuto d'aria del calcestruzzo fresco, la viscosità, la capacità di attraversamento e la resistenza a segregazione devono essere sottoposte a prova in conformità al prospetto 21.

B.3 Criteri di identità per la resistenza a compressione

B.3.1 Calcestruzzo con certificazione del controllo di produzione

- (1) L'identità del calcestruzzo è valutata per ogni singolo risultato di prova di resistenza e per la media di n risultati discreti non sovrapposti.
- (2) Il calcestruzzo è ritenuto proveniente da una popolazione conforme se entrambi i criteri del prospetto B.1 sono soddisfatti per gli n risultati ottenuti dalle prove di resistenza sui campioni prelevati dal volume definito di calcestruzzo.

prospetto B.1 Criteri di identità per la resistenza a compressione

Numero n di risultati di prova per la resistenza a compressione del volume definito di calcestruzzo	Criterio 1	Criterio 2
	Media di n risultati (f_{cm}) N/mm ²	Ogni singolo risultato di prova (f_{ci}) N/mm ²
1	Non applicabile	$\geq f_{ck} - 4$
Da 2 a 4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
Da 5 a 6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

Nota I criteri di identità del prospetto B1 indicano una probabilità dell'1% che un volume di calcestruzzo conforme sia rifiutato.

B.3.2

Calcestruzzo senza certificazione del controllo di produzione

- (1) Dal volume definito di calcestruzzo si devono prelevare almeno tre campioni da sottoporre a prova.
- (2) Il calcestruzzo è ritenuto proveniente da una popolazione conforme se sono soddisfatti i criteri di conformità di cui al punto 8.2.1.3 per la produzione iniziale.

B.4

Criteri di identità per la consistenza e il contenuto d'aria

- (1) L'identità del calcestruzzo è valutata per ogni singolo risultato di prova come specificato nel prospetto 21. Il calcestruzzo è ritenuto proveniente da una popolazione conforme se i criteri del prospetto 21 sono soddisfatti per ogni singolo risultato di prova ottenuto dalle prove sui campioni prelevati dal volume definito di calcestruzzo.

B.5

Criteri di identità per il contenuto di fibre e l'omogeneità del calcestruzzo fresco

- (1) Il procedimento di prova per il contenuto di fibre d'acciaio e per l'omogeneità deve essere in conformità alla EN 14721 utilizzando tre campioni per carico. Il procedimento di prova (escludendo il campionamento) per il contenuto di fibre polimeriche di classe II e per l'omogeneità deve essere in conformità alla EN 14488-7. Per fibre polimeriche di classe Ia e classe Ib si devono utilizzare i metodi di prova vigenti nel luogo d'impiego. In tutti i casi, si devono prelevare tre campioni per carico durante lo scarico dal primo, dal centrale e dal terzo e ultimo carico.
- (2) Il calcestruzzo è ritenuto proveniente da una popolazione conforme se sono soddisfatti entrambi i criteri del prospetto B.2.

prospetto B.2

Criteri combinati di identità per contenuto di fibre e omogeneità del calcestruzzo fresco

Applicabile a	Criterio
Ogni campione	$\geq 0,80$ del valore minimo specificato
Media di 3 campioni da un carico	$\geq 0,85$ del valore minimo specificato

C.1 Generalità

- (1) Quando richiesto per il controllo di produzione (vedere punto 9), le disposizioni per la valutazione, la sorveglianza e la certificazione del controllo di produzione da parte di un ente accreditato sono indicate nella presente appendice.

C.2 Compiti dell'ente d'ispezione

C.2.1 Valutazione iniziale del controllo di produzione

- (1) L'ispezione iniziale dell'impianto del calcestruzzo e del rispettivo controllo di produzione deve essere effettuata da parte di un ente d'ispezione accreditato. Tale ispezione iniziale ha lo scopo di determinare se i requisiti, in termini di personale e attrezzatura per la produzione ordinaria e per il corrispondente controllo di produzione, risultano idonei.
- (2) L'ente d'ispezione deve controllare almeno:
- il manuale di controllo di produzione del produttore e valutarne le disposizioni e in particolare se è conforme ai requisiti per il controllo di produzione di cui al punto 9 e se tiene conto dei requisiti della presente norma;
 - la disponibilità di documenti aggiornati essenziali per le ispezioni dell'impianto nei luoghi pertinenti e se questi sono disponibili alle persone pertinenti;
 - se tutti i mezzi e le attrezzature necessarie sono disponibili per l'effettuazione delle ispezioni necessarie e delle prove sull'attrezzatura, sui materiali costituenti e sul calcestruzzo;
 - le conoscenze, la formazione e l'esperienza del personale addetto alla produzione e al controllo di produzione;
 - se le prove iniziali sono effettuate secondo l'appendice A della presente norma e se sono state registrate in maniera adeguata.
- (3) Se si effettuano prove indirette o se la conformità per la resistenza è basata su risultati trasposti del concetto di famiglia, il produttore deve dimostrare una correlazione o relazione sicura tra prove dirette e indirette che soddisfi l'ente d'ispezione.
- (4) Per dare affidabilità ai risultati del controllo di produzione, l'ente d'ispezione deve effettuare prove puntuali in parallelo a quelle del produttore. Tali prove possono essere sostituite da una sorveglianza approfondita dei dati del produttore e del sistema di controllo nel caso in cui il laboratorio di prova del produttore sia accreditato e sotto la sorveglianza di un ente di accreditamento.
- (5) Tutte le circostanze inerenti all'ispezione iniziale, specialmente l'attrezzatura sul luogo di produzione, il sistema di controllo di produzione e la valutazione del sistema, devono essere documentate in un rapporto di valutazione.
- (6) Una volta che l'unità di produzione ha superato l'ispezione iniziale soddisfacendo l'ente d'ispezione, detto ente deve emettere un rapporto di valutazione che dichiara che il controllo di produzione è conforme al punto 9 della presente norma. Questo rapporto deve essere consegnato al produttore e all'organismo di certificazione accreditato.

Nota Sulla base di questo rapporto, l'organismo di certificazione accreditato deciderà in merito alla certificazione del controllo di produzione (vedere punto C.3.1).

C.2.2

Sorveglianza continua del controllo di produzione

C.2.2.1

Ispezione ordinaria

- (1) L'obiettivo principale dell'ispezione ordinaria da parte dell'ente d'ispezione consiste nel controllare il mantenimento dei prerequisiti di produzione e del controllo di produzione concordato. A tale proposito, si utilizza il rapporto di valutazione dell'ispezione iniziale come dichiarazione del controllo di produzione concordato.
- (2) Il produttore è responsabile di mantenere il sistema di controllo di produzione. Nel caso in cui si apportino modifiche significative ai mezzi nel luogo di produzione, al sistema di controllo di produzione o al manuale di controllo di produzione, il produttore deve comunicare i cambiamenti all'ente d'ispezione che può richiedere una nuova ispezione.
- (3) Durante l'ispezione ordinaria, l'ente d'ispezione deve valutare almeno:
 - Le procedure di produzione, di campionamento e di prova;
 - i dati registrati;
 - i risultati di prova ottenuti dal controllo di produzione durante il periodo dell'ispezione
 - che le prove o le procedure richieste siano state effettuate alla frequenza appropriata;
 - che l'attrezzatura di produzione sia stata controllata e sottoposta a manutenzione come da programma;
 - che l'attrezzatura di prova sia stata sottoposta a manutenzione e taratura come da programma;
 - le azioni d'intervento intraprese rispetto a qualsiasi non conformità;
 - i documenti di consegna e le dichiarazioni di conformità, dove pertinente.
- (4) Per dare affidabilità al campionamento e alle prove del controllo di produzione del produttore, l'ente d'ispezione deve, durante l'ispezione ordinaria, prelevare campioni puntuali dalla produzione in corso per sottoporli a prova. Il campionamento in questo caso non deve essere annunciato preventivamente. L'ente d'ispezione deve determinare la frequenza appropriata per ciascuna unità di produzione, in cui si dovrebbero effettuare le prove sul calcestruzzo, tenendo conto delle singole circostanze. Tali prove, in singole circostanze particolari, possono essere sostituite da una sorveglianza approfondita dei dati e del sistema di controllo del produttore quando il laboratorio di prova del produttore sia accreditato e sotto la sorveglianza dell'ente di accreditamento.
- (5) I calcestruzzi a prestazione garantita devono essere sottoposti a prova per le proprietà specificate, per esempio resistenza, consistenza. Per il calcestruzzo a composizione richiesta, le prove devono riguardare solo la consistenza e la composizione.
- (6) Si deve effettuare un confronto tra i risultati di prova ordinari del produttore e i risultati delle prove effettuate dall'ente d'ispezione.
- (7) L'ente d'ispezione deve esaminare periodicamente la relazione sicura tra le prove dirette e indirette e la relazione tra i membri di una famiglia di calcestruzzi.
- (8) I risultati dell'ispezione ordinaria devono essere documentati in un rapporto da consegnare al produttore e all'organismo di certificazione.
- (9) Le ispezioni ordinarie devono essere effettuate, almeno, due volte all'anno, eccetto il caso in cui la verifica o il piano di certificazione definiscano le condizioni per diminuire o aumentare tale frequenza.

C.2.2.2

Ispezioni straordinarie

- (1) Una ispezione straordinaria è necessaria:
 - se durante un'ispezione ordinaria si rilevano forti discrepanze (nuova ispezione);
 - quando c'è stata un'interruzione della produzione per un periodo maggiore di sei mesi;

- nel caso in cui sia richiesto dal produttore, per esempio a causa di cambiamenti nelle condizioni di produzione;
 - se richiesto dall'organismo di certificazione, con adeguata motivazione.
- (2) Lo scopo, il tipo e la frequenza delle ispezioni straordinarie dipendono dalla situazione particolare.

C.3

Compiti dell'organismo di certificazione

C.3.1

Certificazione del controllo di produzione

- (1) L'organismo di certificazione deve certificare il controllo di produzione sulla base di un rapporto dell'ente d'ispezione attestante che l'unità di produzione ha superato la valutazione iniziale del controllo di produzione risultando soddisfacente per l'ente d'ispezione.
- (2) L'organismo di certificazione deve decidere dell'ulteriore validità del certificato sulla base dei rapporti di sorveglianza continua del controllo di produzione.

C.3.2

Provvedimenti in caso di non conformità

- (1) Nel caso in cui l'ente d'ispezione identifichi delle non conformità alla specifica del calcestruzzo o nel caso in cui siano stati rilevati dei difetti nel processo di produzione o nel controllo di produzione ai quali il produttore non ha reagito adeguatamente a tempo debito (vedere punto 8.4), l'organismo di certificazione deve richiedere al produttore di correggere i difetti entro un appropriato breve periodo. I provvedimenti del produttore devono essere verificati dall'ente d'ispezione.
- (2) Se appropriato, devono essere organizzate un'ispezione straordinaria e prove aggiuntive in caso di non conformità per:
- la resistenza;
 - il rapporto acqua/cemento;
 - i limiti di base della composizione;
 - la classe di prestazione del calcestruzzo fibrorinforzato;
 - la massa volumica del calcestruzzo a prestazione garantita leggero e pesante;
 - la composizione specificata nel caso di calcestruzzo a composizione richiesta.
- (3) Se i risultati dell'ispezione straordinaria non sono soddisfacenti o se le prove aggiuntive non rispettano i criteri stabiliti, l'organismo di certificazione deve sospendere o ritirare immediatamente il certificato di conformità del controllo di produzione.

Nota Dopo la sospensione o il ritiro del certificato di conformità del controllo di produzione, al produttore non è più permesso fare riferimento al certificato.

- (4) Nel caso di altri difetti, l'organismo di certificazione può considerare non necessaria un'ispezione straordinaria e può accettare la prova documentale che evidenzia che il difetto è stato corretto. Tale evidenza deve essere confermata durante la successiva ispezione ordinaria.

D.1

Generalità

- (1) La presente appendice fornisce dei requisiti aggiuntivi per la specifica e la conformità del calcestruzzo utilizzato in:
- pali trivellati costruiti in conformità alla EN 1536;
 - diaframmi costruiti in conformità alla EN 1538;
 - pali a spostamento gettati in opera costruiti in conformità alla EN 12699;
 - micropali costruiti in conformità alla EN 14199.

Nota 1 La presente appendice è il risultato dell'inclusione nella presente norma delle regole normative per calcestruzzo per opere particolari, che finora erano indicate nelle EN 1536, EN 1538, EN 12699 ed EN 14199, mirando a un'armonizzazione del sistema di regole per la specifica e la conformità del calcestruzzo che si utilizza nell'esecuzione di varie opere di calcestruzzo.

- (2) I requisiti forniti nella presente appendice devono essere specificati in conformità al punto 6.2.
- (3) Per le applicazioni sopra elencate, le disposizioni specifiche dell'appendice D devono prevalere.

Nota 2 Per le opere geotecniche particolari le disposizioni sui cementi, sul contenuto minimo di cemento, sul contenuto minimo di fini, sul massimo rapporto acqua/cemento, sui valori prestabiliti della consistenza e sulle tolleranze massime per i valori prestabiliti possono scostarsi dalle disposizioni per le altre opere.

D.2

Costituenti

D.2.1

Cemento

- (1) Il cemento deve essere conforme alle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego per le classi di esposizione specificate e deve essere di idoneità stabilita per l'impiego nelle applicazioni geotecniche trattate nella presente appendice.
- (2) Il cemento deve essere dei tipi seguenti come definito nella EN 197-1 oppure di un tipo ammesso nel punto (3):
- cemento Portland CEM I;
 - cemento Portland alla loppa CEM II/A-S e II/B-S;
 - cemento Portland al fumo di silice CEM II/A-D;
 - cemento Portland alla pozzolana CEM II/A-P e II/B-P;
 - cemento Portland alla cenere volante CEM II/A-V e II/B-V;
 - cemento Portland allo scisto calcinato CEM II/A-T e II/B-T;
 - cemento Portland al calcare CEM II/A-LL;
 - cemento Portland composito CEM II/A-M (S-V) e CEM II/B-M (S-V);
 - cementi Portland composti CEM II/A-M (S-LL, V-LL) e CEM II/B-M (S-LL, V-LL);
 - cemento d'altoforno CEM III/A, III/B e III/C.
- (3) I tipi di cemento ammessi nel punto 5.1.2 ma non elencati nel punto (2) possono essere utilizzati qualora sia stabilita l'idoneità per l'impiego in applicazioni geotecniche trattate dalla presente appendice nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo.

D.2.2

Aggregati

- (1) Al fine di minimizzare la segregazione, gli aggregati dovrebbero avere granulometria continua, e gli aggregati tondi sono preferiti.

Nota L'impiego di aggregato riciclato o poroso può influenzare la consistenza nel tempo.

- (2) Il D_{upper} specificato non deve essere maggiore di:
- per pali trivellati e diaframmi: 32 mm e 1/4 dello spazio netto tra le barre longitudinali,
 - per pali a spostamento: 32 mm e 1/3 dello spazio netto tra le barre longitudinali,
 - per micropali: 16 mm e 1/4 dello spazio netto tra le barre longitudinali,
 - in caso di posa subacquea: 1/6 del diametro interno della tramoggia o del tubo di pompaggio, quale dei due sia il minore.
- (3) Si deve specificare un D_{lower}

D.3

Calcestruzzo

D.3.1

Requisiti generali per la specifica e l'accettazione della formulazione della miscela

- (1) La formulazione della miscela di calcestruzzo deve soddisfare la specifica del calcestruzzo che deve tenere conto:
- della necessità di una alta resistenza alla segregazione;
 - della necessità di plasticità adeguata e di buona coesività;
 - della necessità di scorrere bene;
 - della necessità di poter essere compattato in modo adeguato per gravità;
 - della necessità di lavorabilità sufficiente per la durata del procedimento di posa, inclusa la rimozione di qualsiasi cassaforma temporanea.

Nota La scelta del cemento e l'utilizzo di aggiunte può migliorare certe proprietà del calcestruzzo.

- (2) La formulazione della miscela proposta deve essere accettata prima della produzione.

D.3.2

Contenuto minimo di fini e contenuto minimo di cemento

- (1) Per pali trivellati e pali a spostamento gettati in opera il contenuto minimo di fini e il contenuto minimo di cemento devono essere specificati in conformità al prospetto D.1:

prospetto D.1

Contenuto minimo di fini e di cemento per calcestruzzo per pali trivellati e pali a spostamento gettati in opera

Contenuto di cemento: posa nelle condizioni a secco		$\geq 325 \text{ kg/m}^3$
posa nelle condizioni di immersione (sott'acqua o fluidi di supporto)		$\geq 375 \text{ kg/m}^3$
Contenuto di fini ^{a)}		
aggregato grosso	$D_{lower} > 8 \text{ mm}$ $D_{upper} > 8 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$
aggregato grosso	$D_{lower} \geq 4 \text{ mm}$ $D_{upper} \leq 8 \text{ mm}$	$\geq 450 \text{ kg/m}^3$
a) Fini: Dimensioni delle particelle $\leq 0,125 \text{ mm}$ (incluse aggiunte e cemento).		

- (2) Per il calcestruzzo a consistenza semi asciutta che è costipato durante l'installazione di pali a spostamento gettati in opera il contenuto di cemento deve essere specificato con un minimo di 350 kg/m^3 e la classe di resistenza deve essere almeno C25/30.
- (3) Per i micropali, il contenuto minimo di fini e di cemento deve essere specificato con un minimo di 375 kg/m^3 e il D_{upper} specificato non deve essere maggiore di 16 mm.
- (4) In base al D_{max} selezionato dal produttore del calcestruzzo, il contenuto di cemento minimo per il calcestruzzo utilizzato nei diaframmi deve essere conforme al prospetto D.2.

Contenuto di cemento minimo per calcestruzzo per diaframmi

D_{\max} mm	Contenuto minimo di cemento kg/m ³
32	350
22,4	380
16	400

(5) Il calcestruzzo con $D_{\max} = 32$ mm utilizzato nei diaframmi deve essere conforme a quanto segue:

- contenuto di sabbia ($D \leq 4$ mm) maggiore del 40% in massa dell'aggregato totale;
- fini ($D \leq 0,125$ mm) nella miscela di calcestruzzo (incluso cemento e altri materiali fini) tra 400 kg/m³ e 550 kg/m³.

D.3.3**Rapporto acqua/cemento**

- (1) Il rapporto acqua/cemento massimo specificato non deve essere maggiore di
- quello indicato nelle disposizioni vigenti sul luogo d'impiego per resistere alle classi di esposizione specificate; e
 - 0,60;

quale dei due sia il valore minore.

D.3.4**Calcestruzzo fresco**

- (1) Fatta eccezione per il calcestruzzo a consistenza semi asciutta, la consistenza deve essere specificata come valore prestabilito di spandimento alla tavola a scosse, abbassamento al cono o spandimento al cono di Abrams. I valori prestabiliti per il diametro di spandimento alla tavola a scosse e l'abbassamento al cono da specificare sono indicati nel prospetto D.3.

Nota Per ulteriori informazioni vedere riga 23 dell'appendice L.

Valori prestabiliti per il calcestruzzo fresco nelle diverse condizioni

Diametro di spandimento alla tavola a scosse in conformità alla EN 12350-5 mm	Abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2 mm	Condizioni d'impiego tipiche (esempi)
500	150	- Calcestruzzo posato nelle condizioni a secco
560	180	- Calcestruzzo posato mediante pompaggio o - mediante tubo di tramoggia nelle condizioni subacquee
600	200	- Calcestruzzo posato mediante tubo di tramoggia in condizioni di immersione sotto un fluido di supporto

- (2) Le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego possono prevedere valori prestabiliti che si scostano dal prospetto D.3, per esempio per assicurare che una miscela a massa volumica alta sia dotata di una formulazione della miscela del calcestruzzo che soddisfa i requisiti relativi alle classi di esposizione.
- (3) Le tolleranze massime per i valori prestabiliti della consistenza per spandimento alla tavola a scosse e abbassamento al cono ≥ 100 mm per il calcestruzzo utilizzato nelle opere geotecniche particolari devono essere ± 30 mm.
- (4) Dove pertinente, dovrebbe essere specificata la consistenza dopo un periodo di tempo indicato dopo la miscelazione.

E.1 Generalità

- (1) La presente appendice fornisce raccomandazioni per l'utilizzo di:
- aggregati naturali normali, aggregati pesanti e loppa d'altoforno raffreddata in aria conformi alla EN 12620;
 - aggregati riciclati grossi conformi alla EN 12620;
 - aggregati leggeri conformi al prEN 13055.

E.2 Aggregati naturali normali e pesanti e loppa d'altoforno raffreddata in aria

- (1) Il prospetto E.1 fornisce raccomandazioni per le proprietà degli aggregati naturali normali e pesanti e della loppa d'altoforno raffreddata in aria.

prospetto E.1 **Raccomandazioni per aggregati naturali normali e pesanti e per loppa d'altoforno raffreddata in aria**

Proprietà ^{a)}	Punto della EN 12620:2002+A1:2008	Categoria secondo la EN 12620 ^{a)}
Contenuto di fini	4.6	Categoria o valore da dichiarare
Indice di appiattimento	4.4	$\leq F'_{50} \leq S'_{55}$
Contenuto di conchiglie ^{b)}	4.5	SC_{10}
Resistenza alla frammentazione	5.2	$\leq LA_{50} \leq SZ_{32}$
Massa volumica delle particelle essiccate in stufa λ_{Td}	5.5	Valore da dichiarare
Assorbimento d'acqua	5.5	Valore da dichiarare
Solfati solubili in acido	6.3.1	Aggregati naturali: $\leq AS_{0,8}$ Loppa d'altoforno raffreddata in aria: $\leq AS_{1,0}$
Contenuto di zolfo totale	6.3.2	Aggregati naturali: $\leq 1\%$ in massa Loppa d'altoforno raffreddata in aria: $\leq 2\%$ in massa
Contenuto di ioni cloruro idrosolubili	6.2	Valore da dichiarare
a) La categoria NR (nessun requisito) può essere applicata ad altre proprietà non specificate nel presente prospetto per le quali può essere dichiarata una categoria NR secondo la EN 12620.		
b) Pertinente solo per aggregato di origine marina.		

E.3 Raccomandazioni per l'impiego di aggregati riciclati grossi

- (1) Il presente punto fornisce raccomandazioni per l'impiego di aggregati riciclati grossi con $d \geq 4$ mm.
- (2) Il prospetto E.2 indica i limiti per la sostituzione di aggregati naturali normali grossi mediante aggregati riciclati grossi in relazione alle classi di esposizione. Il prospetto E.2 è valido per aggregati riciclati grossi conformi alla EN 12620 e alle categorie specificate nel prospetto E.3.

Percentuale massima di sostituzione di aggregati grossi (% in massa)

Tipo di aggregato riciclato	Classi di esposizione			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	Tutte le altre classi di esposizione ^{a)}
Tipo A: (Rc_{90} , Rcu_{95} , Rb_{10} , Ra_{1} , FL_{2} , XRg_{1})	50%	30%	30%	0%
Tipo B ^{b)} : (Rc_{50} , Rcu_{70} , Rb_{30} , Ra_{5} , FL_{2} , XRg_{2})	50%	20%	0%	0%
a) Gli aggregati riciclati di tipo A di origine nota possono essere utilizzati nelle classi di esposizione alle quali era destinato il calcestruzzo originale con una percentuale di sostituzione massima del 30 %.				
b) Gli aggregati riciclati di tipo B non dovrebbero essere utilizzati nel calcestruzzo con classi di resistenza a compressione > C30/37.				

Nota Per il rischio della reazione alcali-silice con gli aggregati riciclati, vedere punto 6.3.2 della EN 12620:2002+A1:2008.

Raccomandazioni per aggregati riciclati grossi secondo la EN 12620

Proprietà ^a	Punto della EN 12620:2002+A1:2008	Tipo	Categoria secondo la EN 12620
Contenuto di fini	4.6	A + B	Categoria o valore da dichiarare
Indice di appiattimento	4.4	A + B	$\leq F'_{50}$ o $\leq S'_{65}$
Resistenza alla frammentazione	5.2	A + B	$\leq LA_{50}$ o $\leq SZ_{32}$
Massa volumica delle particelle essiccate in stufa ρ_{rd}	5.5	A	$\leq 2\,100\text{ kg/m}^3$
		B	$\leq 1\,700\text{ kg/m}^3$
Assorbimento d'acqua	5.5	A + B	Valore da dichiarare
Costituenti ^{b)}	5.8	A	Rc_{90} , Rcu_{95} , Rb_{10} , Ra_{1} , FL_{2} , XRg_{1}
		B	Rc_{50} , Rcu_{70} , Rb_{30} , Ra_{5} , FL_{2} , XRg_{2}
Contenuto di solfati idrosolubili	6.3.3	A + B	$SS_{0,2}$
Contenuto di ioni cloruro solubili in acido	6.2	A + B	Valore da dichiarare
Influenza sul tempo di inizio presa	6.4.1	A + B	$\leq A_{40}$
a) La categoria NR (nessun requisito) si applica a tutte le altre proprietà non specificate nel presente prospetto per le quali può essere dichiarata una categoria NR secondo la EN 12620.			
b) Per applicazioni particolari che richiedono una finitura superficiale di alta qualità il costituente FL dovrebbe essere limitato alla categoria $FL_{0,2}$.			

E.4**Raccomandazioni per l'impiego di aggregati leggeri**

(1) Il prospetto E.4 fornisce raccomandazioni per le proprietà degli aggregati leggeri.

Raccomandazioni per aggregati leggeri secondo il prEN 13055

Proprietà	Requisito
Massa volumica delle particelle	Valore da dichiarare
Granulometria	Granulometria da dichiarare
Contenuto di fini	Valore da dichiarare
Assorbimento di acqua (5', 60' e 24h)	Valore da dichiarare
Resistenza alla frantumazione in mucchio	Valore da dichiarare
Contenuto di ioni cloruro idrosolubili	Valore da dichiarare
Solfati solubili in acido	$\leq 0,8\%$ in massa
Contenuto di zolfo totale	$\leq 0,8\%$ in massa
Contaminanti organici ^{a)}	Requisito del prEN 13055
a) Solo per aggregati naturali leggeri.	

Nota Per il rischio della reazione alcali-silice con gli aggregati leggeri, vedere prEN 13055.

- (1) La presente appendice fornisce raccomandazioni per la scelta dei valori limite della composizione e delle proprietà del calcestruzzo in relazione alle classi di esposizione secondo il punto 5.3.2.
- (2) I valori riportati nel prospetto F.1 sono basati sul presupposto di una vita utile di progetto previsionale della struttura di 50 anni.
- (3) I valori riportati nel prospetto F.1 sono riferiti all'impiego di cementi comuni conformi alla EN 197-1, per i quali è stata stabilita l'idoneità all'impiego in una classe di esposizione considerata nelle disposizioni vigenti sul luogo d'impiego, e di aggregati normali con D_{\max} nell'intervallo compreso tra 20 mm e 32 mm.
- (4) Le classi di resistenza minima sono dedotte dalla relazione tra il rapporto acqua/cemento e la classe di resistenza del calcestruzzo confezionato con cemento della classe di resistenza 32,5.
- (5) I valori limite per il rapporto massimo acqua/cemento e il contenuto minimo di cemento si applicano in tutti i casi mentre i requisiti per la classe di resistenza del calcestruzzo possono essere specificati in aggiunta.

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, si dovrebbe sottoporre a prova la prestazione del calcestruzzo secondo un metodo di prova appropriato rispetto a un calcestruzzo di cui è stata dimostrata la resistenza al gelo/disgelo per la classe di esposizione pertinente.

b) Quando i solfati nell'ambiente comportano classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare cemento resistente ai solfati conforme alla EN 197-1 o alle norme nazionali complementari.

c) Quando si applica il concetto del valore k_f il rapporto massimo w/c il contenuto minimo di cemento si modificano in conformità al punto 5.2.5.2.

G.1

Generalità

- (1) I requisiti specifici per il calcestruzzo autocompattante allo stato fresco dipendono dal tipo di applicazione, e in particolare da:
 - condizioni di confinamento legate alla geometria dell'elemento di calcestruzzo e al tipo, alla posizione e al numero di inserti (massa volumica dell'armatura, spaziatura, copriferro e qualsiasi recesso ecc.);
 - attrezzatura di getto in opera (pompa, autobetoniera, benna);
 - procedimento di getto in opera (distanza tra punti di getto nelle sezioni di calcestruzzo);
 - metodo di finitura.
- (2) Il sistema di classificazione secondo il punto 4 fornisce una specifica appropriata dell'SCC per trattare questi requisiti, che sono caratterizzati da quattro parametri di prova principali:
 - spandimento al cono di Abrams SF;
 - viscosità VS o VF;
 - capacità di attraversamento PL o PJ;
 - resistenza alla segregazione SR.
- (3) Le caratteristiche del calcestruzzo autocompattante che sono appropriate per una data applicazione dovrebbero essere selezionate in base a questi quattro parametri e quindi specificate per classe o valore prestabilito secondo il punto 5.4.1.
- (4) Nel caso di calcestruzzo prefabbricato e calcestruzzo miscelato in cantiere, è usuale dimostrare la qualità del calcestruzzo direttamente nel prodotto finale. Per il calcestruzzo preconfezionato, i parametri e le classi dovrebbero essere selezionati con attenzione, controllati e giustificati sulla base dell'esperienza dell'impresa e del produttore di calcestruzzo o mediante impasti preliminari specifici. È pertanto importante che il prescrittore e il produttore del calcestruzzo discutano e definiscano in modo chiaro quei parametri prima di iniziare la costruzione di calcestruzzo.
- (5) Lo spandimento al cono di Abrams generalmente è specificato.
- (6) Se l'armatura è scarsa o inesistente, può non essere necessario specificare la capacità di attraversamento come requisito, vedere punto G.2.3. La viscosità del calcestruzzo autocompattante può essere importante dove è richiesta una buona finitura superficiale o l'armatura è molto fitta, vedere punto G.2.2. La stabilità diventa sempre più importante con l'aumentare della fluidità e il diminuire della viscosità del calcestruzzo autocompattante.
- (7) Il tempo richiesto di mantenimento della consistenza dipende dal tempo di trasporto e getto in opera così come dalla temperatura del calcestruzzo. Questo dovrebbe essere determinato e specificato, e il calcestruzzo autocompattante dovrebbe mantenere le sue proprietà allo stato fresco durante tale periodo.
- (8) Il calcestruzzo autocompattante dovrebbe essere gettato in opera possibilmente in un getto continuo, pertanto i ritmi delle consegne dovrebbero corrispondere al ritmo del getto in opera ed essere anche concordati con il produttore al fine di evitare interruzioni del getto in opera dovute a ritardi nella consegna o al getto in opera dopo che il calcestruzzo raggiunge il cantiere.

Nota Per un'ulteriore guida sull'SCC, vedere [2].

G.2 Raccomandazioni sulla classificazione del calcestruzzo autocompattante

G.2.1 Consistenza

- (1) Il valore di spandimento al cono di Abrams riguarda la consistenza ed è generalmente specificato.

G.2.2 Viscosità

- (1) Lo spandimento alla tavola a scossa del calcestruzzo autocompattante con bassa viscosità è inizialmente molto rapido e poi si ferma. Il calcestruzzo autocompattante con alta viscosità può continuare a scorrere per un periodo prolungato. La viscosità del calcestruzzo autocompattante può essere valutata misurando t_{500} (nella prova di spandimento al cono di Abrams) oppure t_v (nella prova dell'imbuto a V).
- (2) Può essere utile misurare il tempo t_{500} mentre si effettua la prova di spandimento al cono di Abrams come un modo per confermare l'uniformità del calcestruzzo autocompattante da impasto a impasto.

G.2.3 Capacità di attraversamento

- (1) La capacità di attraversamento riguarda la capacità della miscela fresca di scorrere senza perdere uniformità o causare blocchi attraverso spazi confinati e aperture strette come le aree d'armatura molto densa. Nel definire la capacità di attraversamento, è necessario considerare la geometria dell'armatura.
- (2) La dimensione da definire è lo spazio libero più piccolo attraverso il quale l'SCC deve scorrere continuamente per riempire la cassaforma ("spazio libero di scorrimento").
- (3) Per strutture complesse con spazio libero di scorrimento minore di 60 mm, possono essere necessari impasti preliminari specifici su modelli di dimensioni ridotte.

G.2.4 Resistenza alla segregazione

- (1) La resistenza alla segregazione descrive la stabilità del calcestruzzo autocompattante che è fondamentale per la sua omogeneità e qualità in cantiere.
- (2) Il calcestruzzo autocompattante può essere soggetto sia a segregazione dinamica durante il getto in opera sia a segregazione statica dopo il getto in opera, ma prima della presa. La segregazione statica è più dannosa in elementi alti ma anche in lastre sottili, può provocare difetti della superficie quali fessurazioni o indebolimento della superficie.
- (3) La prova di resistenza alla segregazione non è applicabile al calcestruzzo contenente fibre o aggregati leggeri.
- (4) Un'ulteriore guida sulla produzione e su altri aspetti del calcestruzzo autocompattante è indicata in [2].

H.1 **Introduzione**

- (1) La produzione del calcestruzzo è basata sul presupposto che quando si impastano e miscelano le stesse quantità di costituenti dello stesso tipo, il calcestruzzo ha le stesse proprietà. Le carte di controllo utilizzano i dati di produzione passati per controllare se il presupposto è valido confrontando ciò che è stato effettivamente raggiunto con ciò che si presume. Essi rilevano se è intervenuto un cambiamento nelle proprietà che richieda azione(i) correttiva(e).
- (2) Le regole di applicazione seguenti soddisfano i requisiti per il metodo C nel punto 8.2.1.3 per un AOQL non maggiore del 5 %.

Nota Il CEN/TR 16369 riporta una guida sull'uso delle carte di controllo, sui principi delle carte di controllo di accettazione suggerite e in particolare fornisce una serie di altre opzioni per la selezione dei parametri della maschera a V della CuSum e valori prestabiliti che soddisfino un AOQL non maggiore del 5 %.

H.2 **Controllo basato sul sistema CuSum**

- (1) Un sistema di controllo CuSum basato sulla ISO 7870-4 e avente le caratteristiche indicate di seguito soddisfa il metodo C del punto 8.2.1.3.

- Quando la conformità è basata su resistenza a 28 giorni, è consigliato un sistema che preannuncia la resistenza a 28 giorni dalle resistenze iniziali. Questi valori di resistenza prevista sono quindi sostituiti dalle resistenze effettive a 28 giorni quando esse diventano disponibili.

Nota 1 Se le prove di resistenza iniziale rivelano resistenze in eccesso rispetto a quelle richieste a 28 giorni, le prove a 28 giorni non sono richieste.

- Dove appropriato, si possono utilizzare famiglie di calcestruzzi.
- Sorveglianza continua e tracciati grafici di tre proprietà: resistenza media, scarto tipo e, dove applicabile, la correlazione tra i dati di resistenza iniziale e resistenza a 28 giorni. La conformità è basata solo sulla resistenza media.
- Resistenza media prestabilita fissata a un livello $\geq (f_{ck} + 1,96 \sigma)$.
- Scarto tipo minimo stimato di 3,0 N/mm².
- La maschera a V per la resistenza media (per conformità/non conformità) ha solo un margine superiore con un intervallo di decisione di 9σ e un gradiente di $0,5 \sigma$ e una lunghezza di 35 risultati.
- La maschera a V per le linee di attenzione ha un margine superiore e uno inferiore. Le linee di attenzione appropriate per la resistenza media e la correlazione di $8,1 \sigma$ e un gradiente di $\sigma/6$.

Nota 2 L'attraversamento di queste linee di attenzione non porta alla non conformità.

- La conformità/non conformità è basata sui dati di resistenza a 28 giorni effettiva ed è valutata sugli ultimi 35 risultati di prova ottenuti in un periodo non maggiore a 12 mesi.
 - Quando il tracciato CuSum per la resistenza media attraversa la linea di non conformità, si dichiara la non conformità sui 35 risultati di prova valutati, eccetto il caso in cui si possa dimostrare che la dichiarazione di non conformità è dovuta ad alcuni risultati specifici di resistenza bassa nel qual caso la dichiarazione di non conformità può essere limitata al periodo in cui si verificano questi risultati di resistenza bassa.
- (2) Qualora la resistenza media effettiva sia maggiore della resistenza media prestabilita o lo scarto tipo effettivo sia minore del valore corrente, le modifiche della miscela sono facoltative.

- (1) La ISO 7870-2 fornisce informazioni generali sulle carte di controllo di Shewhart e la ISO 7870-3 fornisce informazioni generali sulle carte di controllo di Shewhart per il controllo di accettazione. Le carte di controllo di Shewhart con limite modificato per variabili sono un'applicazione specifica di queste carte il cui scopo è valutare che la resistenza caratteristica del calcestruzzo prodotto sia maggiore di un valore prestabilito.
- (2) Una carta di controllo di Shewhart avente le caratteristiche indicate di seguito soddisfa il metodo C del punto 8.2.1.3:
- dove appropriato, si possono utilizzare le famiglie di calcestruzzi;
 - sorveglianza continua e tracciati grafici di due proprietà: resistenza media e scarto tipo. La conformità è basata solo sulla resistenza media;
 - lo scarto tipo minimo stimato è di 3,0 N/mm²;
 - la non conformità è dichiarata quando la media di n risultati di resistenza misurati è al disotto della linea inferiore L_I situata a una data distanza da f_{ck} con:
$$L_I \geq f_{ck} + (q_n \sigma) \quad (H.1)$$

dove:

 - q_n dipende da n e dall'AOQL scelto;
 - σ è uno scarto tipo stimato, controllato mediante la carta di controllo per lo scarto tipo.

Nel caso di $15 \leq n \leq 35$ e $q_n \geq 1,48$, le carte di Shewhart soddisfano i requisiti del metodo C del punto 8.2.1.3.2.
- La conformità/non conformità è basata sui dati della resistenza a 28 giorni effettiva ed è valutata sugli ultimi n risultati di prova ottenuti in un periodo non maggiore di 12 mesi.

- (1) Nella regolamentazione spagnola cogente (Instrucción de Hormigón Estructural (in inglese: Structural Concrete Code), approvata il 18 luglio 2008 mediante regio decreto 1247/2008), vi è il requisito che il rischio per il consumatore non sia maggiore del 50% qualora la popolazione nel periodo di valutazione abbia esattamente il 5% di tutti i risultati possibili al di sotto della resistenza caratteristica. La modifica di questa regolamentazione nazionale non rientra nella competenza dei membri CEN/CENELEC. Per l'applicazione della EN 206 in Spagna, la regolamentazione nazionale rimane valida e la Spagna è libera di utilizzare coefficienti maggiori nella formula presentata nella sezione 8.2.1.3.2 (metodo B).

K.1 Generalità

- (1) La presente appendice fornisce i dettagli sull'impiego delle famiglie di calcestruzzi come consentito nel punto 8.2.1.1.

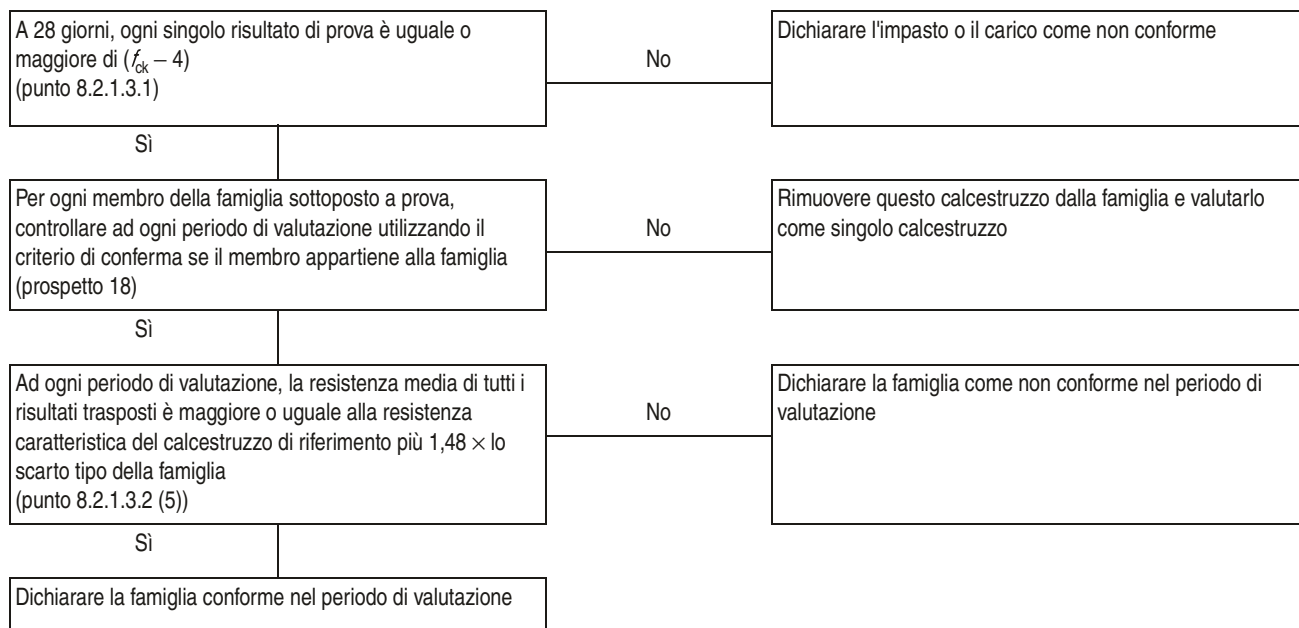
Nota Per un'ulteriore guida, vedere il CR 13901 e il CEN/TR 16369.

K.2 Selezione della famiglia di calcestruzzi

- (1) Quando si seleziona la famiglia per il controllo di produzione e della conformità, occorre che il produttore ottenga il controllo su tutti i membri della famiglia. In caso di scarsa esperienza dell'impiego del concetto di famiglia di calcestruzzi per una famiglia, si raccomanda quanto segue:
- cemento di un solo tipo, classe di resistenza e origine;
 - aggregati palesemente simili e aggiunte di tipo I;
 - calcestruzzi con o senza additivo riduttore di acqua/fluidificante;
 - tutta la gamma delle classi di consistenza;
 - calcestruzzi con una gamma limitata di classi di resistenza.
- (2) I calcestruzzi contenenti una aggiunta di tipo II, per esempio aggiunta pozzolanica o ad idraulicità latente, dovrebbero essere inclusi in una famiglia separata.
- (3) I calcestruzzi contenenti additivi che possono avere effetto sulla resistenza a compressione, per esempio additivi riduttori di acqua/superfluidificanti, acceleratori, ritardanti o aeranti dovrebbero essere trattati come calcestruzzi singoli o famiglie separate.
- (4) Per essere palesemente simili, gli aggregati dovrebbero essere della stessa origine geologica, essere dello stesso tipo, per esempio frantumati, e avere una prestazione simile nel calcestruzzo.
- (5) Prima di utilizzare il concetto di famiglia o di estendere le famiglie indicate sopra, si dovrebbero sottoporre a prova le relazioni in base ai dati precedenti per dimostrare che esse forniscono un controllo di produzione e di conformità adeguato e reale.

K.3

Diagramma di flusso per la valutazione di appartenenza e conformità di una famiglia di calcestruzzi



APPENDICE L ULTERIORI INFORMAZIONI RIGUARDANTI PARAGRAFI SPECIFICI (informativa)

Tenere presente le informazioni seguenti, riguardanti paragrafi specifici della presente norma:

Riga	Punto	Nota
1	4.2.1 (2)	La consistenza dovrebbe essere specificata mediante valori prestabiliti solo in casi particolari.
2	4.3.1 (1)	In casi particolari, si possono utilizzare livelli di resistenza intermedi fra quelli dei prospetti 12 o 13.
3	5.1.2 (2)	Quando si utilizzano cementi conformi alle EN 14647 o EN 15743, i veicoli di trasporto per cemento, sili e sistemi di convogliamento dovrebbero essere svuotati prima di passare ad altri cementi e dopo la fine dell'impiego.
4	5.2.3.5 (1)	Si dovrebbero adottare appropriate precauzioni all'origine geologica degli aggregati, tenendo conto dell'esperienza di lungo termine con la particolare combinazione di cemento e aggregato. Il CEN/TR 16349 fornisce un quadro di riferimento per specificare i requisiti per minimizzare il rischio di degrado per reazione alcali-silice.
5	5.2.5.1 (1)	Si dovrebbe tenere conto dell'influenza delle aggiunte sulle proprietà diverse dalla resistenza.
6	5.2.5.1 (5)	L'accertamento dell'idoneità di cui ai punti (4) e (5) dovrebbe risultare dalle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo.
7	5.2.5.2.4 (1)	Un valore k di 0,6 per calcestruzzo contenente i tipi di cemento CEM I e CEM II/A conformi alla EN 197-1 è raccomandato per ggbs conformi alla EN 15167-1. La quantità massima di ggbs dovrebbe soddisfare la raccomandazione ggbs/cemento $\leq 1,0$ in massa. Se si utilizza una quantità maggiore di ggbs, l'eccesso non dovrebbe essere computato nel calcolo del rapporto acqua/(cemento + $k \cdot$ ggbs) e del contenuto minimo di cemento.
8	5.2.6 (4)	Se la prova di compatibilità per l'agente aerante in combinazione con altri additivi non è stata effettuata dal fornitore dell'additivo, dovrebbe essere effettuata tra le prove iniziali.
9	5.2.7 (1)	La presente norma fornisce le regole per la produzione di calcestruzzo con una quantità specificata di fibre. Nel caso in cui siano richiesti parametri di progetto specifici, le procedure di prova e la documentazione di conformità dovrebbero essere concordati.
10	5.4.1 (1)	A causa della perdita di sensibilità dei metodi di prova oltre certi valori di consistenza, si raccomanda di utilizzare le prove indicate per: - abbassamento al cono ≥ 10 mm e ≤ 210 mm; - grado di compattabilità $\geq 1,04$ e $< 1,46$; - diametro di spandimento alla tavola a scosse > 340 mm e ≤ 620 mm; - diametro di spandimento al cono di Abrams > 550 mm e ≤ 850 mm.
11	5.4.2 (2)	Per aggregati fini leggeri, il metodo di prova e i criteri dovrebbero seguire le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego del calcestruzzo.
12	5.5.1.2 (5)	La valutazione della resistenza della struttura o del componente strutturale dovrebbe essere basata sulla EN 13791.
13	6.2.3 (1)	Prima di specificare il contenuto d'aria alla consegna, lo specificatore dovrebbe tenere conto della possibile perdita di aria durante il pompaggio, il getto in opera, la compattazione ecc. successive alla consegna.
14	6.3.2 (1), d)	Il valore specificato del rapporto w/c prestabilito dovrebbe essere almeno 0,02 minore di qualsiasi valore limite previsto.
15	7.5 (4)	Se si aggiungono additivi, pigmenti, fibre o acqua al calcestruzzo in un'autobetoniera in sito senza approvazione/supervisione del personale responsabile del controllo qualità del produttore o se lo si fa in quantità maggiore rispetto a quella ammessa dalla specifica del calcestruzzo, l'impasto o carico di calcestruzzo dovrebbe essere registrato come "non conforme" sul documento di consegna. La parte che autorizza questa aggiunta è responsabile delle conseguenze e tale parte dovrebbe essere registrata sul documento di consegna.
16	8.2.1.3.2 (8)	Questi limiti sono basati sulla formula seguente: $\sqrt{\frac{\chi^2_{0,025;n-1}}{n-1}} \sigma \leq s_n \leq \sqrt{\frac{\chi^2_{0,975;n-1}}{n-1}} \sigma$ <div style="text-align: right;">(4)</div> dove: $\chi^2_{\alpha;\nu}$ il frattile α di una distribuzione chi-quadrato con $\nu = n - 1$ gradi di libertà.

17	8.2.1.3.2 (10)	Poiché una carta di controllo comprende piani di campionamento successivi (con uno scarto tipo noto), si può stabilire la curva caratteristica operativa del singolo piano di campionamento. La curva AOQ è quindi determinata moltiplicando ciascuna percentuale di tutti i risultati possibili al di sotto della resistenza caratteristica richiesta nella produzione per la probabilità di accettazione corrispondente.
18	8.2.2.1 (1)	Quando è specificata la resistenza a flessione, si può utilizzare lo stesso approccio.
19	9.7 (2)	Le tolleranze d'impasto per impasti minori di 1 m ³ dovrebbero essere indicate nelle disposizioni vigenti nel luogo d'impiego.
20	9.8 (3)	In un'autobetoniera, la durata del rimescolamento dopo il processo di miscelazione principale non dovrebbe essere minore di 1 min/m ³ e non minore di 5 min dopo l'aggiunta di additivi o fibre.
21	A.4 (1)	Se la messa in opera del calcestruzzo avviene in condizioni di temperatura divergenti, o se si applica un trattamento termico, il produttore dovrebbe esserne informato, in modo da poter considerare i relativi effetti sulle proprietà del calcestruzzo e la necessità di eventuali prove aggiuntive.
22	A.4 (9)	Le proporzioni nel prospetto E.2, basate sull'esperienza, danno luogo a un calcestruzzo con proprietà di deformazione normali e generalmente le prove non sono necessarie. In casi particolari, per esempio travi a campata lunga, sono richieste le prove e la necessità di tali prove dovrebbe essere concordata tra produttore e utilizzatore.
23	D.3.4 (1)	Il calcestruzzo posato mediante pompaggio o in condizioni di immersione (diametro di spandimento alla tavola a scosse almeno 560 mm o abbassamento al cono almeno 180 mm) può essere prodotto senza l'impiego di additivo super riduttore di acqua ad alta efficacia/superfluidificante.

APPENDICE M GUIDA ALLE DISPOSIZIONI VIGENTI NEL LUOGO D'IMPIEGO (informativa)

Le disposizioni vigenti nel luogo d'impiego sono richieste o ammesse nei punti seguenti della presente norma:

Punto	Titolo	Paragrafo
1	Scopo e campo di applicazione	paragrafi (5) e (6)
4.1	Classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente	paragrafi (1) e (2)
5.1.1	Generalità	paragrafo (2)
5.1.2	Cemento	paragrafo (2)
5.1.3	Aggregati	paragrafi (1) e (2)
5.1.5	Additivi	paragrafo (2)
5.2.1	Generalità	paragrafi (2) e (5)
5.2.3.5	Resistenza alla reazione alcali-silice	paragrafo (1)
5.2.5.1	Generalità	paragrafi (2), (4) e (5)
5.2.5.2.3	Valore k per fumo di silice di classe 1 conforme alla EN 13263-1	paragrafo (4)
5.2.5.2.4	Valore k per loppa d'altoforno granulata macinata conforme alla EN 15167-1	paragrafo (1)
5.2.5.3	Concetto di calcestruzzo a prestazione equivalente	paragrafo (3)
5.2.8	Contenuto di cloruri	prospetto 15, "Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo", note a e c
5.3.2	Valori limite per la composizione del calcestruzzo	paragrafi (1) e (3)
5.3.3	Metodi relativi alla prestazione	paragrafo (1)
5.4.2	Contenuto di cemento e rapporto acqua/cemento	paragrafo (2)
6.1	Generalità	paragrafo (2)
6.4	Specifiche del calcestruzzo a composizione richiesta secondo norma	paragrafo (2)
7.2	Informazioni dal produttore del calcestruzzo all'utilizzatore	paragrafo (4)
7.3	Documento di consegna del calcestruzzo preconfezionato	paragrafo (3)
8.2.1.2	Piano di campionamento e prove	prospetto 17, "Frequenza minima di campionamento per valutare la conformità", nota d
8.2.1.3.2	Criteri per risultati medi	paragrafo (11)
8.2.3.3	Criteri di conformità per proprietà diverse dalla resistenza	prospetto 21, "Criteri di conformità per classi di consistenza, contenuto d'aria e omogeneità di distribuzione delle fibre del calcestruzzo fresco nel punto di consegna", nota c
8.2.3.3	Criteri di conformità per proprietà diverse dalla resistenza	prospetto 23, "Tolleranze per valori prestabiliti della consistenza e della viscosità", nota a
9.4	Prove	paragrafo (2)
9.7	Dosaggio dei costituenti	paragrafo (2)
9.9	Procedimenti di controllo di produzione	prospetto 28, "Controllo dell'attrezzatura", riga 3, colonna 4
10.2	Valutazione, sorveglianza e certificazione del controllo di produzione	paragrafo (1)
Appendice A.4	Condizioni di prova	paragrafo (5)

Appendice D.2.1	Cemento	paragrafi (1) e (3)
Appendice D.3.3	Rapporto acqua/cemento	paragrafo (1)
Appendice D.3.4	Calcestruzzo fresco	paragrafo (2)
Appendice F	Raccomandazione per i valori limite della composizione del calcestruzzo	paragrafo (3)
Appendice F	Raccomandazione per i valori limite della composizione del calcestruzzo	prospetto F.1, "Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo", nota b

BIBLIOGRAFIA

- [1] Caspeelee, R and Taerwe, L.: "Combined production and conformity control of concrete with acceptance cusum control charts". P.H.A.J.M. Van Gelder, D. Proske & J.K. Vrijling (Eds.), *Proc. 7th International Probabilistic Workshop*, 25-26 November 2008, Delft, The Netherlands, 2009, pp. 73-86.
- [2] *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete — Specification — Production and Use*. May 2005
(<http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>)
- [3] 94/611/EC: Commission Decision of 9 September 1994 implementing Article 20 of Directive 89/106/EEC on construction products
- [4] EN 1992-1-1 Eurocode 2: Design of concrete structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings
- [5] EN 12390-5 Testing hardened concrete — Part 5: Flexural strength of test specimens
- [6] EN 12390-8 Testing hardened concrete — Part 8: Depth of penetration of water under pressure
- [7] CEN/TS 12390-9 Testing hardened concrete — Part 9: Freeze-thaw resistance — Scaling
- [8] CEN/TS 12390-10 Testing hardened concrete — Part 10: Determination of the relative carbonation resistance of concrete
- [9] CEN/TS 12390-11 Testing hardened concrete — Part 11: Determination of the chloride resistance of concrete, unidirectional diffusion
- [10] EN 12504-1 Testing concrete in structures — Part 1: Cored specimens — Taking, examining and testing in compression
- [11] EN 12504-2 Testing concrete in structures — Part 2: Non-destructive testing — Determination of rebound number
- [12] EN 12504-4 Testing concrete in structures — Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity
- [13] EN 13369 Common rules for precast concrete products
- [14] EN 13670 Execution of concrete structures
- [15] EN 13791 Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components
- [16] EN 13877-1 Concrete pavements — Part 1 : Materials
- [17] CR 13901 The use of the concept of concrete families for the production and conformity control of concrete
- [18] CR 13902 Test methods for determining the water/cement ratio of fresh concrete
- [19] EN 14487-1 Sprayed concrete — Part 1: Definitions, specifications and conformity
- [20] EN 14647 Calcium aluminate cement — Composition, specifications and conformity criteria
- [21] CEN/TR 15177 Testing freeze-thaw resistance of concrete — Internal structural damage
- [22] EN 15743 Supersulfated cement — Composition, specifications and conformity criteria
- [23] CEN/TR 16349 Framework for a specification on the avoidance of a damaging Alkali-Silica Reaction (ASR) in concrete
- [24] CEN/TR 16369 Use of control charts in the production of concrete
- [25] CEN/TR 16563 Principles of the equivalent durability procedure
- [26] CEN/TR 16639 Use of k-value concept, equivalent concrete performance concept and equivalent performance of combinations concept
- [27] EN ISO 9001 Quality management systems — Requirements (ISO 9001)

-
- | | | |
|------|-----------------|--|
| [28] | ISO 2859-1:1999 | Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection |
| [29] | ISO 3951-1 | Sampling procedures for inspection by variables — Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL |
| [30] | ISO 7870-2 | Control charts — Part 2: Shewhart control charts |
| [31] | ISO 7870-3 | Control charts — Part 3: Acceptance control charts |
| [32] | ISO 7870-4 | Control charts — Part 4: Cumulative sum charts |
| [33] | ISO 16204 | Durability — Service life design of concrete structures |
| [34] | DIN 4030-2 | Assessment of water, soil and gases for their aggressiveness to concrete — Part 2: Sampling and analysis of water and soil samples |
-

