

REGIONE PUGLIA

Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale e Tutela dell'Ambiente

Sezione RISORSE IDRICHE

Servizio SISTEMA IRDICO INTEGRATO



POR PUGLIA 2014-2020 Asse VI - Azione 6.4.c (ex 6.4.3)

“Infrastrutture per il pretrattamento, stoccaggio e riutilizzo delle acque reflue depurate”

COMUNE DI PALAGIANO



Riutilizzo ai fini irrigui delle acque reflue affinate licenziate di depuratori a servizio degli abitati di Palagiano e Massafra

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO: Relazione sulla qualità e dosatura dei materiali

R.U.P.
Ing. Silvia Micunco

Progettazione:
R.T.P. Ing. Giovanni LEUZZI
Ing. Roberto PISCONTI
Ing. Andrea DE GAETANI
Ing. Marco SPAGNOLO
Ing. Paolo GASPARRO

ELABORATO:

R07

Scala: /

Formato: A4

Data:

Aprile 2021

Revisione:

0



Sommario

GENERALITÀ.....	1
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	1
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI NELLE STRUTTURE.....	2
Calcestruzzo	2
Caratteristiche Calcestruzzo Tipo C12/15 per magroni:	2
Caratteristiche Calcestruzzo Tipo C35/45 per fondazioni:	2
Caratteristiche Calcestruzzo Tipo C35/45 per pareti, travi:.....	2
Messa in opera e compattazione del calcestruzzo.....	4
Stagionatura e protezione del calcestruzzo	4
Disarmo.....	4
Caratteristiche meccaniche	4
Importanza del copriferro.....	4
Importanza del copriferro.....	5
Acciaio per cemento armato	7
ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C	8

Con la presente relazione sui materiali si individuano e caratterizzano - sotto il profilo meccanico e prestazionale - i materiali impiegati per la realizzazione delle opere strutturali, o di cui queste risultano costituite. I parametri che caratterizzano i materiali così individuati intervengono coi loro valori nelle operazioni di calcolo e verifica della progettazione esecutiva delle opere.

GENERALITÀ

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati devono essere:

- ✓ identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- ✓ qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- ✓ accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

È onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione, secondo le modalità indicate nel capitolo 11 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE delle NTC2018.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 20 febbraio 2018;

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

UNI EN 197-1:2007 - Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;

UNI EN 12620:2008 - Aggregati per calcestruzzo;

UNI EN 934-2:2007 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 1008:2003 - Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo;

UNI EN 206-1:2006 - Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità; UNI ENV 13670-1:2001 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale Febbraio 2008 - Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive;

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI NELLE STRUTTURE

Calcestruzzo

Il calcestruzzo da adoperarsi per l'esecuzione delle opere di cui trattasi viene prescritto sulla base delle seguenti proprietà prestazionali:

- ✓ *classe di resistenza;*
- ✓ *classe di consistenza;*
- ✓ *diametro massimo dell'aggregato.*

Caratteristiche Calcestruzzo Tipo C12/15 per magroni:

Classe di esposizione ambientale	X0 (Per calcestruzzo privo di armatura)
Classe di resistenza minima	C12/15
Rapporto acqua/cemento Max	-
Contenuto cemento Min	-
Diametro inerte Max	31,5 mm
Classe di consistenza	S3 - Consistenza Semifluida: abbassamento(slump) da 100 a 150 mm
Procedura di Messa in Opera Tempo di attesa Max del cls in betoniera	60 min dall'arrivo in cantiere 90 min dalla preparazione dell'impasto
Altezza Max di caduta del getto	all'impianto 60 cm
Maturazione Durata minima della maturazione umidaTempo minimo di disarmo strutture	7 giorni dal getto 28 giorni dal getto

Caratteristiche Calcestruzzo Tipo C35/45 per fondazioni:

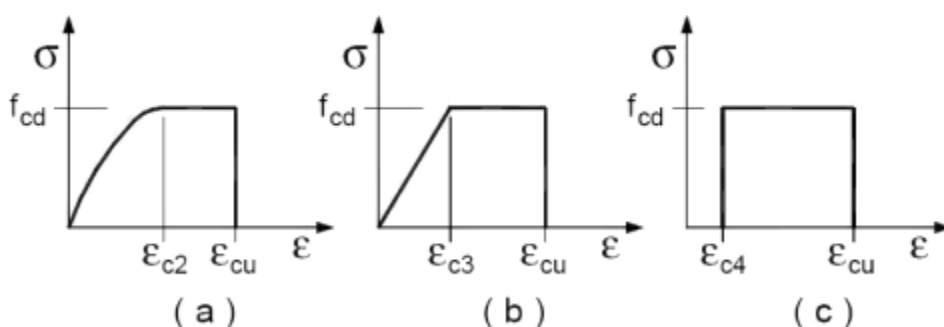
Classe di esposizione ambientale	XA1
Classe di resistenza minima	C35/45
Rapporto acqua/cemento Max	0,60
Contenuto cemento Min	280 kg/mc
Diametro inerte Max	31,5 mm
Classe di consistenza	S3 - Consistenza Semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
Copriferro minimo	40 mm + 10 mm tolleranza di posa
Procedura di Messa in Opera Tempo di attesa Max del cls in betoniera	60 min dall'arrivo in cantiere 90 min dalla preparazione dell'impasto
Altezza Max di caduta del getto	all'impianto 60 cm
Maturazione Durata minima della maturazione umidaTempo minimo di disarmo strutture	7 giorni dal getto 28 giorni dal getto

Caratteristiche Calcestruzzo Tipo C35/45 per pareti, travi:

Classe di esposizione	XA1
Classe di resistenza	C35/45
Rapporto acqua/cemento Max	0,60

Contenuto cemento Min	280 kg/mc
Diametro inerte Max	22 mm
Classe di consistenza	S3 - Consistenza Semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
Copriferro minimo	25 mm + 10 mm tolleranza di posa (elementi a piastra) 25 mm + 10 mm tolleranza di posa (altri elementi)
Procedura di Messa in Opera Tempo di attesa Max del cls in betoniera	60 min dall'arrivo in cantiere 90 min dalla preparazione dell'impasto
Altezza Max di caduta del getto	all'impianto 60 cm
Maturazione Durata minima della maturazione umida Tempo minimo di disarmo strutture	7 giorni dal getto 28 giorni dal getto

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2018; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta è stato adottato il modello riportato in a), mentre per le verifiche degli elementi a pressoflessione deviata è stato adottato il diagramma tipo a)



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

La deformazione massima $\epsilon_{c \max}$ è assunta pari a 0.0035.

I valori dei parametri caratteristici dei suddetti materiali sono riportati nei tabulati di calcolo, nella relativa sezione.

- Per ciascuna classe di calcestruzzo impiegata sono riportati i valori di:
- Resistenza di calcolo a trazione (f_{ctd})
- Resistenza a rottura per flessione (f_{cfm})
- Resistenza tangenziale di calcolo (T_{Rd})
- Modulo elastico normale (E)
- Modulo elastico tangenziale (G)
- Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale (γ_c)
- Resistenza cubica caratteristica del materiale (R_{ck})
- Coefficiente di Omogeneizzazione
- Peso Specifico
- Coefficiente di dilatazione termica

Messa in opera e compattazione del calcestruzzo

Il calcestruzzo verrà fornito direttamente da una centrale di betonaggio e la sua messa in opera (getto) avverrà mediante pompaggio.

Il calcestruzzo fresco gettato nella cassaforma dovrà essere compattato al fine di ottenere il serraggio reciproco delle particelle solide con conseguente riduzione dei vuoti.

La compattazione potrà avvenire per vibrazione e, localmente, per battitura delle casseforme. Potranno pertanto impiegarsi vibratorii interni (ad immersione o ad ago) con frequenza di vibrazione compresa tra 90 e 250 Hz; l'introduzione dell'ago vibrante sarà verticale; saranno garantiti per ogni punto, tempi di permanenza non inferiori a 5 secondi; l'estrazione dell'ago sarà graduale ed effettuata in modo da permettere la richiusura del foro da esso lasciato. Per gli strati più superficiali di getti estesi potrà accompagnarsi all'uso del vibratore ad immersione, quello della tavola vibrante.

Stagionatura e protezione del calcestruzzo

La stagionatura del calcestruzzo sarà di tipo ordinario, ovvero a temperatura ambiente non inferiore a 5 °C e non superiore a 35 °C.

A seconda delle condizioni climatiche sarà cura della Direzione dei Lavori prescrivere un eventuale apporto superficiale per irrorazione o, al contrario, la protezione del getto stesso dalle acque meteoriche piuttosto che dall'irraggiamento solare diretto ove molto intenso.

Disarmo

In generale, nel caso di disarmo, le relative operazioni verranno effettuate con particolare cura, gradualità e delicatezza, evitando di far subire alla struttura colpi, sovraccarichi e/o deterioramenti. La rimozione dei casseri di sostegno e delle relative strutture di supporto potrà avvenire non prima dei previsti tempi minimi per la stagionatura del calcestruzzo.

Caratteristiche meccaniche

I valori da attribuire ai parametri meccanici del calcestruzzo, e che intervengono direttamente nei calcoli delle strutture, sono quelli derivanti dal valore della classe di resistenza prescritta.

Da tale parametro discendono i valori di resistenza a compressione ed a trazione, il modulo elastico istantaneo e tutti gli altri parametri che intervengono nelle operazioni di calcolo.

I valori sono riportati nella relazione di calcolo e/o nei relativi tabulati, ottenuti dalle formulazioni matematiche di cui alle norme tecniche per le costruzioni di riferimento (N.T.C. 2018)

Importanza del copriferro

Per la durabilità, devono prescriversi classi superiori ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche. Introduciamo un'altra informazione fondamentale da prescrivere: il copriferro. Come dice il termine stesso, si indica con esso uno spessore di calcestruzzo atto a proteggere le armature metalliche dall'aggressività dell'ambiente esterno. Più in particolare, si definisce copriferro nominale la distanza fra la superficie esterna dell'armatura più vicina alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo.

Importanza del copriferro

Vi è un valore minimo che però può essere ridotto se al contempo viene aumentato il copriferro. Infatti, il paragrafo paragrafo 4.1.2.2.4.3 “Condizioni ambientali” è interamente riferito alla protezione delle armature metalliche.

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

“Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici”.

La classe del calcestruzzo dipende dalla quantità di cemento e all'aumentare di quest'ultimo ne beneficia la durabilità. Le Linee Guida per il calcestruzzo strutturale, infatti, precisano quanto segue:

“I criteri in base ai quali si definisce la durabilità del calcestruzzo fanno riferimento al tipo e al contenuto di cemento, al rapporto a/c ed allo spessore del copriferro.

Questi criteri sono comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare della intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo di cemento, si riduce il rapporto a/c, si aumenta lo spessore del copriferro. Pertanto, tenuto conto che il controllo di qualità del calcestruzzo è basato sulla resistenza caratteristica a compressione, la durabilità è tanto più alta quanto maggiore è la resistenza caratteristica”.

Se facciamo riferimento al Capitolo 11 “Materiali e prodotti per uso strutturale”, in particolare al paragrafo 11.2.1 “Specifiche per il calcestruzzo” da cui emerge che:

“Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) ed ai requisiti di durabilità delle opere”.

Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi 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 asciutto.	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 sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi 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 asciutto.	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 sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

prospetto F1 Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	-	-	-
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati ^{b)}		
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																	
b)	Qualora la presenza di SO ₄ ²⁻ comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																	

Acciaio per cemento armato

L'acciaio da utilizzarsi quale rinforzo del calcestruzzo al fine di ottenere il cemento armato è il seguente:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

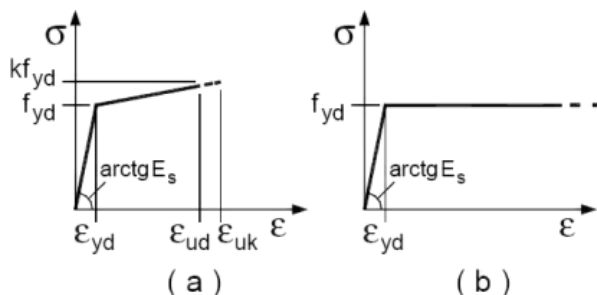
Esso è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzarsi nei calcoli:

$$f_{y \text{ nom}} \geq 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t \text{ nom}} \geq 540 \text{ N/mm}^2$$

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate nelle NTC; in particolare è stato adottato il modello elastico perfettamente plastico.

Trattasi di acciaio in barre, a seconda del diametro, ad aderenza migliorata che potrà



essere lavorato (sagomato e assemblato) direttamente in cantiere, a piè d'opera; oppure potrà essere oggetto di fornitura, presagomato e/o preassemblato in un Centro di trasformazione.

Dai suddetti parametri discendono i valori di resistenza; i parametri elastici sono quelli riportati nella relazione di calcolo e/o nei relativi tabulati, ove sono esposti anche tutti gli altri parametri di calcolo ottenuti dalle formulazioni matematiche di cui alle norme tecniche per le costruzioni di riferimento.

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel **capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 gennaio 2018.**