



COMUNE DI CANCELLO ED ARNONE

(Provincia di Caserta)

CONCESSIONE

(ai sensi dell'Art. 183, comma 15 del D. Lgs 50/2016)

C.I.G.8083736DF7 - C.U.P. E16D19000150005

PROGETTAZIONE, REALIZZAZIONE E GESTIONE IN CONCESSIONE DEL SISTEMA CIMITERIALE IN CANCELLO ED ARNONE

CONCESSIONARIO



SISTEMA CIMITERIALE CANCELLO ED ARNONE S.R.L.

Via Consolare n.1 - 81030 Cannello ed Arnone

P.Iva 04618680617

PROGETTO ESECUTIVO

AMPLIAMENTO CIMITERO DI ARNONE

STR-37	RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI	REV	Scala
		00	---

SERVIZI DI ARCHITETTURA & INGEGNERIA

Gruppo di lavoro:

NEA SINAPSIS Architettura e Ingegneria Srl:

Arch. Antonietta Santoro
Arch. Feliciarosa Marcelli
Arch. Assunta Duracci

Collaboratori:

Strutture: Ing. Giuseppe Civale
Impianti: Ing. Domenico Carlo
Geologia: Dott.ssa Geologo Angela Gianfrancesco
Rilievi: Geom. Mario Nicolò

Progettisti:

Ing. Giuseppe Civale
Ordine degli Ingegneri di Salerno n. 3683

Ing. Saverio Catena
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 242

Ing. Luigi Bartoli
Ordine degli Ingegneri di Salerno n. 6991



Direttore tecnico NEA SINAPSIS Architettura e Ingegneria Srl:

Arch. Feliciarosa Marcelli
O.A.P.P.C. di Caserta n.455

Progettista coordinatore:

Arch. Antonietta Santoro
O.A.P.P.C. di Caserta n.456

SERVIZI DI ARCHITETTURA ED
INGEGNERIA

NEA SINAPSIS
Architettura e Ingegneria S.r.l.

Roma - via Antonio Salandra,18
C.F. 14404371008 REA RM-1518457
neasinaspis@legalmail.it



SERVIZI DI ADVISING
ECONOMICO-FINANZIARI E
TECNICO-LEGALI

PARSIFAL
Advisoring & Consulting S.r.l.

Roma - P.zza del Popolo,18_ Palazzo Valadier
C.F. 14295691001 REA RM-1510506
parsifalaeo@legalmail.it



1. PREMESSE

Ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 (cap. 10) e delle relative Istruzioni applicative di cui alla Circolare n. 617 del 02.02.2009 (cap. C10), entrambi emanati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, viene redatta la presente relazione sui materiali strutturali previsti per l'interventoPer brevità, nel seguito le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 e le relative istruzioni applicative di cui alla Circolare n. 617 del 02.02.2009 si indicheranno, rispettivamente, come “NTC2018” e “Circolare”.

1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La presente relazione è stata redatta in conformità alle seguenti norme nazionali:

- Legge n. 1086 del 05.11.1971: *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.
- Legge n. 64 del 02.02.1974: *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*.
- Legge Regione Campania n. 9 del 07.01.1983: *“Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico”*.
- D.M. 14.01.2008: *“Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”*.
- Circolare n. 617 del 02.02.2009: *“Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”*
- D.M. 17.01.2018: *“Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”*.

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione della struttura in oggetto è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- calcestruzzo di classe C25/30;
- acciaio in barre e reti elettrosaldate da c.a. di tipo B450C controllato in stabilimento;

Le caratteristiche meccaniche assunte nel progetto delle opere sono riportate anche negli elaborati contenenti la *Relazione di calcolo strutturale* e di volta in volta precisate a seconda degli elementi strutturali progettati e verificati.

3 SPECIFICHE E CONTROLLI DI QUALITÀ SUI MATERIALI

3.1 Generalità sulle procedure

In accordo con quanto stabilito dalle NTC2018, i materiali e i prodotti per uso strutturale previsti nel presente progetto per la realizzazione delle nuove strutture in c.a. dovranno 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.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso "B" indicato nel § 11.1 delle NTC2008) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso "C" indicato nel § 11.1 delle NTC2008) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, dovranno essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n. 380/2001 (Testo Unico dell'Edilizia);
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente

abilitati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. I materiali e i componenti prodotti in stabilimento dovranno essere adeguatamente controllati dal produttore secondo specifiche procedure di controllo permanente della produzione. Tutti i materiali posti in opera saranno sottoposti alle procedure e alle prove sperimentali di accettazione prescritte nelle NTC2018 e dettagliatamente richiamate nei paragrafi seguenti. La qualità dei materiali sarà garantita anche in termini di durabilità, definita come capacità di conservare le caratteristiche fisico-meccaniche nel tempo. Tale requisito si ritiene essenziale affinché i livelli di sicurezza possano essere effettivamente mantenuti durante l'intera vita nominale dell'opera.

3.2 Specifiche per il calcestruzzo

Come anticipato al § 3.2, verrà impiegato un calcestruzzo di classe C20/25 con diametro massimo dell'aggregato pari a 30 mm. La tipologia di calcestruzzo da impiegarsi sarà "a prestazione garantita", per cui se ne omette di seguito la prescrizione della relativa composizione.

L'acqua di impasto dovrà essere limpida e priva di sali in percentuale dannosa o aggressiva (particolarmente solfati e cloruri), in accordo con quanto stabilito dalla norma UNI EN 1008:2003.

Il cemento dovrà essere dotato di apposito certificato di conformità ad una norma della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), secondo le disposizioni vigenti in materia. Esso dovrà essere conforme anche conforme alle prescrizioni di cui alla Legge n. 595 del 26.05.1965.

La ghiaia e la sabbia (aggregati) dovranno essere certificati mediante sistema di attestazione della conformità 2+ ai sensi del DPR n. 246/93. Esse saranno costituite da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, etc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Ai fini della durabilità, lo strato di calcestruzzo costituente il copriferro delle barre di armatura non dovrà mai essere inferiore a 30 mm.

3.3 Controlli di qualità del calcestruzzo

Il valore caratteristico della resistenza cubica a compressione del calcestruzzo, ottenuto mediante prove di compressione monoassiale su provini cubici normalizzati di spigolo 150 mm e definito come frattile inferiore del 5% (probabilità di essere minorato), non dovrà

essere inferiore a 30 MPa. Il valore caratteristico della resistenza cilindrica a compressione del calcestruzzo, ottenuto mediante prove di compressione monoassiale su provini cilindrici normalizzati di diametro 150 mm e altezza 300 mm e definito come frattile inferiore del 5% (probabilità di essere minorato), non dovrà essere inferiore a 25 MPa. I provini dovranno essere confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4 delle NTC2018 e le prove di compressione dovranno essere effettuate a 28 giorni di maturazione. Non sono previsti processi accelerati di maturazione.

Il controllo di qualità del calcestruzzo dovrà articolarsi nelle seguenti fasi:

- *Valutazione preliminare della resistenza;*
- *Controllo di produzione;*
- *Controllo di accettazione.*

Sono ammesse prove complementari ad integrazione delle prove di accettazione. Sia le prove di accettazione che le eventuali prove complementari dovranno essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

3.3.1 Valutazione preliminare della resistenza

Prima dell'inizio della costruzione delle opere, il costruttore dovrà effettuare idonee prove preliminari di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto e, in particolare, la resistenza caratteristica specificata nel § 4.3.

3.3.2 Prelievo dei campioni

Durante la posa in opera del calcestruzzo il Direttore dei Lavori dovrà far prelevare una quantità di calcestruzzo sufficiente per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo è definita "*resistenza di prelievo*" dalle NTC2018, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. La preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo dovranno essere conformi alle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002, mentre la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo dovrà essere condotta impiegando i procedimenti specificati nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

3.3.3 Controllo di accettazione

Ai sensi della Legge n. 1086/71, del DPR n. 380/2001 e delle NTC2008, il Direttore dei Lavori dovrà effettuare il *controllo di tipo A* per verificare che il calcestruzzo messo in opera sia conforme a quello stabilito dal presente progetto e sperimentalmente accertato in sede di valutazione preliminare. Il controllo si riterrà positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risulta:

$$R_1 \geq R_{ck} - 3.5$$

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5$$

con R_1 il valore minimo di resistenza dei prelievi ed la resistenza media dei prelievi R_m così definita:

$$R_m = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 R_i$$

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ e consiste nell'esecuzione di tre prelievi, ciascuno dei quali su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulterà quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ di getto. Per ogni giorno di getto andrà comunque effettuato almeno un prelievo. Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione andrà eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori, che provvederà alla redazione di apposito verbale di prelievo e disporrà l'identificazione dei provini mediante sigle indelebili. La consegna dei campioni al laboratorio dovrà avvenire intorno al 28° giorno di maturazione in ambiente protetto e comunque entro qualche settimana dal prelievo (§ C11.2.5.3 della Circolare). Per il controllo di tipo A il numero minimo di campioni di calcestruzzo da consegnare al laboratorio sarà pari a 6.

Il Certificato rilasciato dal laboratorio prove materiali ai sensi della Legge n. 1086/71 dovrà essere riferito a tale verbale. La domanda di prove al laboratorio sarà sottoscritta dal Direttore dei Lavori e conterrà precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove di compressione dovranno essere condotte in conformità alla norma UNI EN 12390-3:2003 e i certificati di prova dovranno rispettare i contenuti minimi precisati nel § 11.2.5.3 delle NTC2018.

3.4 Specifiche per l'acciaio da c.a.

Come anticipato al § 3.2, è previsto l'impiego di acciaio da c.a. di tipo B450C controllato in stabilimento. Barre e reti metalliche dovranno essere prodotte impiegando acciai saldabili qualificati e controllati e non andranno assolutamente poste in opera se eccessivamente

ossidate, corrose o recanti difetti superficiali che ne possano ridurre la resistenza, ovvero se ricoperte da sostanze che possano sensibilmente ridurre l'aderenza al calcestruzzo.

3.4.1 Caratteristiche delle barre di acciaio

Le proprietà meccaniche delle barre di acciaio messe in opera dovranno essere conformi ai valori di seguito elencati:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Rapporto di incrudimento caratteristico: $1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
- Rapporto caratteristico tra tensione di snervamento della barra e valore nominale:
 $(f_y/f_{y \text{ nom}})_k \leq 1.25$
- Allungamento caratteristico a rottura: $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:

4 ϕ per $\phi < 12 \text{ mm}$

5 ϕ per $12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$

8 ϕ per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$

10 ϕ per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere effettuato in accordo con quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004. La prova di piegamento sarà conforme alle indicazioni fornite nel § 11.3.2.3 delle NTC2018.

3.4.2 Caratteristiche delle reti di acciaio elettrosaldate

Secondo quanto specificato nel § 11.3.2.5 delle NTC2018, i nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 e pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 MPa. Tale resistenza al distacco della saldature del nodo dovrà essere controllata e certificata dal produttore delle reti, apponendo propria etichettatura su ciascun pannello o pacco di reti. Al momento dell'accettazione in cantiere, il Direttore dei Lavori verificherà la presenza di tale etichettatura.

3.5 Controlli di qualità dell'acciaio da c.a.

Le NTC2008 prevedono al § 11.3.1.1 i seguenti controlli obbligatori:

- *controllo in stabilimento di produzione*, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- *controllo nei centri di trasformazione*, da eseguirsi sulle forniture;
- *controllo di accettazione in cantiere*, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

3.5.1 Controlli negli stabilimenti di produzione

I controlli di produzione, effettuati in stabilimento secondo quanto riportato nei §§ 11.3.2.10.1 e 11.3.2.11.1 delle NTC2018, dovranno essere seguiti dal rilascio dell'Attestato di Qualificazione, che ha validità quinquennale, e dall'apposizione della marcatura CE sugli elementi in acciaio. Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche effettuate sui componenti in acciaio, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, dovranno riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Tutte le forniture di acciaio per le quali non sussista l'obbligo della marcatura CE dovranno essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato potrà essere utilizzato senza limitazione di tempo e il riferimento ad esso dovrà essere riportato sul documento di trasporto. Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera verificherà la conformità alle prescrizioni sulla qualità della produzione e delle forniture e, in caso negativo, provvederà a rifiutare eventuali forniture non conformi.

Ai sensi del § C11.3.1.5 della Circolare, nel caso sussista l'obbligo della marcatura CE (caso "A"), le forniture di acciaio dovranno essere accompagnate da:

- copia della Dichiarazione di conformità CE, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione e il destinatario;
- documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio e al destinatario.

Nel caso non sussista l'obbligo della marcatura CE (caso "B"), le forniture di acciaio dovranno essere accompagnate da:

- copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione e il destinatario;
- documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, alle colate e al destinatario.

I detti certificati non sono sostitutivi di quelli emessi dal laboratorio prove materiali di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 nell'ambito dei controlli obbligatori di cantiere, a cura del Direttore dei Lavori.

3.5.2 Controlli nei centri di trasformazione

Eventuali centri di trasformazione potranno ricevere e lavorare i prodotti qualificati all'origine e accompagnati dalla documentazione elencata al § 4.4.1 della presente relazione. Tali centri potranno confezionare elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni. Anche per tali centri i processi di trasformazione dovranno essere conformi ad un sistema di gestione della qualità, in accordo con la norma UNI EN ISO 9001:2000, che dovrà essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati dovrà essere accompagnata da:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.

Il Direttore dei Lavori verificherà tale documentazione e rifiuterà eventuali forniture non conformi.

I controlli nei centri di trasformazione consisteranno in prove di trazione e di piegamento delle barre e dovranno essere effettuati secondo le procedure riportate nel § 11.3.2.10.3 delle NTC2008.

3.5.3 Controlli di accettazione

Le NTC2018 descrivono ai § 11.3.2.10.4 e 11.3.2.11.3 i controlli di accettazione in cantiere da effettuarsi, rispettivamente, sulle barre e sulle reti di acciaio elettrosaldate.

Per le barre (§ 11.3.2.10.4) i controlli andranno effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, su 3 spezzoni marchiati di uguale diametro, per ciascuno dei diametri

selezionati e nell'ambito di ciascun lotto di spedizione. I valori di resistenza e di allungamento a rottura di ciascun campione, accertati in accordo con quanto precisato nel § 4.4.2 della presente relazione prima della messa in opera, dovranno essere conformi a quelli riportati di seguito:

- Valore minimo della tensione di snervamento: $f_{y,min} = 425 \text{ MPa}$
- Valore massimo della tensione di snervamento: $f_{y,max} = 572 \text{ MPa}$
- Valore minimo dell'allungamento a rottura: $A_{gt,min} \geq 6.0\%$
- Rapporto di incrudimento: $1.13 \leq f_t/f_y < 1.37$
- Piegamento/raddrizzamento: assenza di cricche

Sarà cura del Direttore dei Lavori effettuare il prelievo dei campioni, la loro etichettatura e il loro invio ad un laboratorio prove autorizzato. La domanda di prove al laboratorio sarà sottoscritta dallo stesso Direttore dei Lavori e dovrà contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. I contenuti minimi del Certificato emesso dal laboratorio sono riportati nel § 11.3.2.10.4 delle NTC2018.

Per le reti elettrosaldate (§ 11.3.2.11.3) i controlli di accettazione dovranno essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

3.5.4 Prove di aderenza

Ai soli fini della qualificazione iniziale, le barre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo *beam-test*, da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005.

Le tensioni di aderenza ricavate dovranno soddisfare le seguenti relazioni:

$$\tau_m \geq 0.098 \cdot (80 - 1.2 \cdot \phi)$$

$$\tau_r \geq 0.098 \cdot (130 - 1.9 \cdot \phi)$$

essendo: il diametro della barra (in mm); ϕ_m il valore medio della tensione di aderenza (in MPa) calcolata in corrispondenza di uno scorrimento pari a 0.01, 0.1 e 1 mm; τ_r la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove dovranno essere estese ad almeno tre diametri, come segue:

- uno nell'intervallo $5 \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$;
- uno nell'intervallo $12 \leq \phi \leq 18 \text{ mm}$;
- uno pari al diametro massimo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza

delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno per un numero significativo di barre (conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004):

- il valore dell'area relativa di nervatura f_r , per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura f_p , per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri, valutati come indicato, dovrà risultare compreso entro i seguenti limiti:

- per $5 \leq \phi \leq 6$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0.035$;
- per $6 < \phi \leq 12$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0.040$;
- per $\phi > 12$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0.056$.

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, dovranno essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero dentellature.

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, le prove di aderenza non sono obbligatorie ma la rispondenza va verificata mediante misure geometriche.

