

PROGETTO OPERE CIVILI E C.S.P.:



86170 Isernia (IS)
via Libero Testa, 15/A
tel +39 0865 411 942
fax +39 0865 234 579
architetto@melfiprogetti.it
melficarlo@pec.it

dott.arch. Carlo MELFI



REGIONE MOLISE



Programma Operativo Regionale - Obiettivo Competitività regionale e Occupazione Fondo Europeo di Sviluppo Regionale - 2007/2013 - Asse III - Attività II.1.1 Razionalizzazione dell'uso delle fonti energetiche - Categoria B



COMUNE DI ISERNIA

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL CICLO INTEGRATO DELL'ACQUA: MINI CENTRALE IDROELETTRICA SU ACQUEDOTTO COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO

Redatto ai sensi del D. Lgs. n°50 del 18.04.16

ALLEGATO

PROGETTO STRUTTURALE CAMERA INTERRATA:
Relazione sui materiali

CODICE ELABORATO

B.2

SCALA

A TERMINI DI LEGGE QUESTO PROGETTO È DI PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELL'ARCH. CARLO MELFI ED È VIETATO RIPRODURLO O COMUNICARNE A TERZI IL CONTENUTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE

C.I.G.

DATA

AGOSTO 2019

C.U.P.

INDICE MODIFICHE	2							
	1							
	0	1^ EMISSIONE	DATA 08.19	SIGLA 409	DATA 08.19	SIGLA 404	DATA 08.19	SIGLA 417
	N°	MODIFICHE	ELABORATO		CONTROLLATO		APPROVATO	

INDICE

1	Premessa	2
2	Caratteristiche dei materiali da utilizzare	2
2.1	Calcestruzzo	2
2.2	Acciaio da armatura.....	7
2.3	Acciaio per carpenteria metallica	9

RELAZIONE SUI MATERIALI

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l'illustrazione dei materiali da utilizzare per gli interventi relativi al progetto di “Efficientamento energetico del ciclo integrato dell'acqua: minicentrale idroelettrica su acquedotto comunale” nel Comune di Isernia (Provincia di Isernia).

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA UTILIZZARE

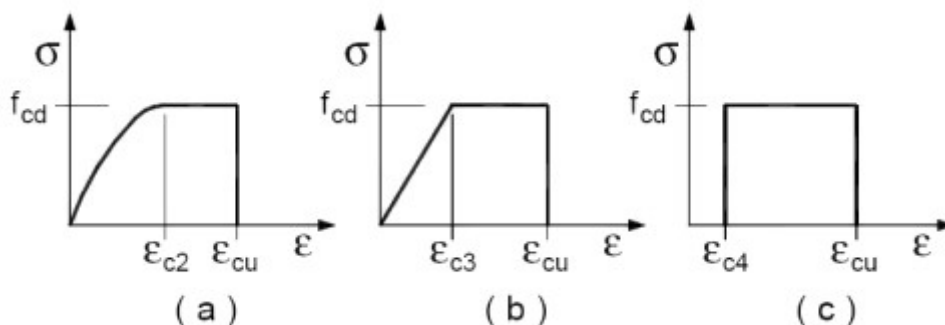
2.1 CALCESTRUZZO

Si utilizzerà calcestruzzo avente classe di resistenza **C25/30** kg/cmq; il miscuglio secco sarà proporzionato in media con 0,80 mc di ghiaia, 0,4 mc di sabbia e quantitativo di acqua di circa 150 litri al mc; in ogni caso la dosatura di cemento dovrà essere aumentata col crescere della fluidità dell'impasto in modo da mantenere costante il rapporto acqua/cemento. Le caratteristiche del materiale utilizzato, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, sono le seguenti:

Calcestruzzo classe **C25/30** ($R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$)

- resistenza caratteristica cilindrica a compressione: $f_{ck} = R_{ck} \cdot 0,83 = 30,0 \cdot 0,83 = 24,90 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$;
- coefficiente parziale del materiale calcestruzzo: $\gamma_c = 1,50$;
- resistenza di calcolo a compressione del cls: $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 24,90}{1,5} = 14,11 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018.



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

La deformazione massima $\varepsilon_{c \max}$ è assunta pari a 0,0035.

CEMENTO: Il cemento impiegato per il confezionamento del calcestruzzo dovrà rispondere ai requisiti prescritti nelle norme vigenti, dovrà essere sfuso, conservato in contenitori che lo proteggano dall'umidità e conforme alle disposizioni contenute nella norma europea CEN ENV 197/1, così come recepita in Italia dalla norma UNI EN 197/1.

Il trasporto, lo stoccaggio e il pompaggio nei silo dovranno essere tali da evitare miscelazioni tra i diversi tipi di classe di resistenza. La velocità di presa del cemento dovrà essere tale da risultare né troppo breve, per consentire una posa agevole del calcestruzzo in opera, né troppo lunga, per evitare che agenti esterni possano interferire con le normali reazioni di presa. Inoltre la velocità di presa dovrà essere controllata in laboratorio con l'ago di Vicat al fine di riscontrare la rispondenza alle suindicate esigenze. La resistenza meccanica del cemento dovrà essere accertata in laboratorio mediante prova di compressione. Si riportano di seguito le tabelle, da normativa UNI EN 197/1, riguardanti i requisiti meccanici, fisici e chimici dei leganti.

REQUISITI MECCANICI E FISICI						
CLASSE	Resistenza a compressione (N/mmq)				Tempo di inizio presa (min)	Espansione (mm)
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32.5	-	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32.5 R	≥ 10	-				
42.5	≥ 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
42.5 R	≥ 20	-				
52.5	≥ 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52.5 R	≥ 30	-				

REQUISITI CHIMICI		
Proprietà	Classe di resistenza	Requisiti espressi come percentuale in massa
Perdita al fuoco	tutte le classi	$\leq 5,0 \%$
Residuo insolubile	tutte le classi	$\leq 5,0 \%$
Solfati (come SO₃)	32.5	$\leq 3,5 \%$
	32.5 R	
	42.5	
	42.5 R	$\leq 4,0 \%$
	52.5	
	52.5 R	
Cloruri	52.5 R	$\leq 0,10 \%$

INERTI: L'inerte impiegato dovrà avere dimensioni variabili e dovrà provenire dalla frantumazione artificiale di ghiaia di fiume o di cava accuratamente lavata in impianto fisso di trattamento. L'inerte, inoltre, lavato con acqua dolce, dovrà essere ben assortito e formato da elementi resistenti e non gelivi, senza parti friabili gassose, polverulente, terrose e comunque di sostanze nocive alla stagionatura del conglomerato e alla conservazione delle armature. Deve essere inoltre specificato che non dovranno essere presenti sulla superficie degli inerti materiali estranei come ad esempio materiali limosi, argillosi e sostanze di natura organica. L'inerte dovrà presentare, tra l'altro, una resistenza meccanica superiore a quella del calcestruzzo ed elevata resistenza all'usura. Pertanto saranno da adoperarsi inerti silicei o calcarei con controllo della percentuale di silice amorfa presente. Le dimensioni degli inerti saranno decrescenti in modo tale che gli spazi tra i granuli di pezzatura maggiore siano riempiti da materiale di minori dimensioni. La dimensione massima dell'inerte sarà scelta in base alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e con l'ingombro dell'armatura. Nella seguente tabella è riportato il diametro massimo dell'inerte in funzione dei vari tipi di costruzione.

<i>Sezione minima della struttura (cm)</i>	<i>Diametro massimo dell'inerte (mm)</i>			
	Muri, travi e pilastri armati	Muri non armati	Solette	
			molto armate	poco armate o non armate
5,5 - 12,5	12,5 - 19	19	19 - 25	19 - 37
15 - 27,5	19 - 37,5	37,5	37,5	37,5 - 75
30 - 72,5	25 - 75	75	37,5 - 75	75
75	37,5 - 75	150	37,5 - 75	75 - 100

La sabbia da utilizzare dovrà provenire da letto di fiume e dovrà essere di matrice silicea, bene assortita per dimensioni, costituita da grani resistenti. Detta sabbia, inoltre, dovrà essere lavata in impianto fisso, avendo cura che non lasci traccia di sporco e non contenga materie organiche.

ACQUA: L'acqua di impasto dovrà essere limpida, non aggressiva e priva di percentuali dannose di sali. Qualora disponibile dovrà essere utilizzata acqua potabile, altrimenti, per acqua di provenienza diversa, dovranno essere condotti accurati esami chimici in laboratorio.

DOSAGGIO COMPONENTI RAPPORTO A/C: La quantità d'acqua aggiunta alla miscela verrà espressa in termini di rapporto a/c, definito come il rapporto in peso tra l'acqua di miscelazione e la quantità di cemento per unità di volume dell'impasto. Nella tabella seguente è indicato il rapporto a/c per i diversi tipi di elementi strutturali. Per l'opera in oggetto si utilizzerà un rapporto $a/c = 0,60$ parametro che dovrà essere controllato per garantire un'adeguata lavorabilità, elevata durabilità e resistenza meccanica.

<i>CONDIZIONI CLIMATICHE</i>						
Tipo di strutture	Climi freddi con ampie escursioni termiche o soggetti a frequenti cicli di gelo e disgelo			Climi freddi con piccole escursioni termiche e con temperature raramente sotto 0°C, non troppo piovosi e non troppo asciutti		
	Aria	Acqua dolce	Acqua di mare o ambienti solfatici	Aria	Acqua dolce	Acqua di mare o ambienti solfatici

Strutture armate con copriferro inferiore a 25mm, sezioni sottili, parapetti, strutture ornamentali.	0,49	0,44	0,40	0,53	0,49	0,40
Sezioni di spessore intermedio, travi, pilastri, banchine, muri di riporto.	0,53	0,49	0,44	*	0,53	0,44
Strutture di notevole spessore (dighe).	0,58	0,49	0,44	*	0,53	0,44
Getti sott'acqua	-	0,44	0,44	-	0,44	0,44
Lastre poggiate su terreno	0,53	-	-	*	-	-
Strutture protette, interrato o per interni.	*	-	-	*	-	-
* Fissati in base alle caratteristiche di resistenza meccanica e lavorabilità richieste						

Classi di esposizione e durabilità del calcestruzzo per i manufatti da realizzare in c.a.

Classe di esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima classe di resistenza
XC2	Ambiente ordinario.	Superfici a contatto con acqua per lungo tempo. Fondazioni	0,60	C25/30

DOSAGGIO CEMENTO: Il dosaggio del cemento per i getti armati dovrà essere non inferiore a 300 Kg per ogni metro cubo e sarà determinato in base al crescere della fluidità dell'impasto in maniera tale da mantenere costante il rapporto a/c.

TRASPORTO E GETTO DEL CALCESTRUZZO: Gli impasti dovranno essere preparati e trasportati in modo da escludere il pericolo di separazione dei componenti o il prematuro inizio della presa al momento del getto. Dovranno essere evitati percorsi accidentati e tempi di trasporto eccessivamente lunghi, che potrebbero pregiudicare l'omogeneità del getto per fenomeni di segregazione e la consistenza per evaporazione dell'acqua dell'impasto.

L'operazione di getto dovrà compiersi prima che inizi il processo di presa e, quindi, prima che trascorran due ore dalla preparazione per temperature comprese tra 15 e 20°C. Il conglomerato non dovrà essere posto in opera a temperature inferiori a 0°C. In modo eccezionale, se il getto dovesse avvenire a temperature inferiori a 0°C, si dovrà fare ricorso ad additivi antigelo o ad opportune cautele.

Inoltre dovrà essere verificato che il conglomerato avvolga sempre perfettamente le armature metalliche e che riempia completamente le casseforme. Per evitare segregazioni si procederà al riempimento dei casseri dal basso verso l'alto e avendo cura di porsi alla massima distanza possibile dalle pareti delle casseforme.

COSTIPAMENTO DELL'IMPASTO: Il getto dovrà essere opportunamente compattato con l'ausilio di vibratori meccanici. La vibrazione dovrà essere eseguita sistematicamente in modo tale che ogni strato risulti ben compattato con lo strato sottostante. Le immissioni dell'asta del vibratore dovranno essere verticali ed effettuate ad una distanza assiale massima di otto volte il diametro. Il calcestruzzo dovrà essere costipato con cura in corrispondenza degli incroci in modo da evitare la formazione di nidi di ghiaia.

MATURAZIONE DEL CALCESTRUZZO: Allo scopo di evitare un'eccessiva evaporazione dell'acqua con il conseguente ritiro del conglomerato e la formazione di un'accentuata fessurazione, la superficie dei getti dovrà essere mantenuta umida per almeno tre giorni e, dove possibile, prolungata per sette giorni. Dovranno essere inoltre adottate tutte le protezioni contro l'irraggiamento diretto del sole, il vento e le basse temperature, fenomeni che possono innescare maturazioni locali differenti sulla superficie totale del getto.

2.2 ACCIAIO DA ARMATURA

Si utilizzerà acciaio in barre tipo B450C, privo di difetti che tendono a penalizzare la resistenza come ossidazione, corrosione e non ricoperto da sostanze che possono ridurre l'aderenza al conglomerato.

Le caratteristiche del materiale utilizzato, ai sensi del D.M. Min. LL. PP. 17/01/2018, sono le seguenti:

Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da Tabella 11.3.Ia

Tabella 11.3.Ia

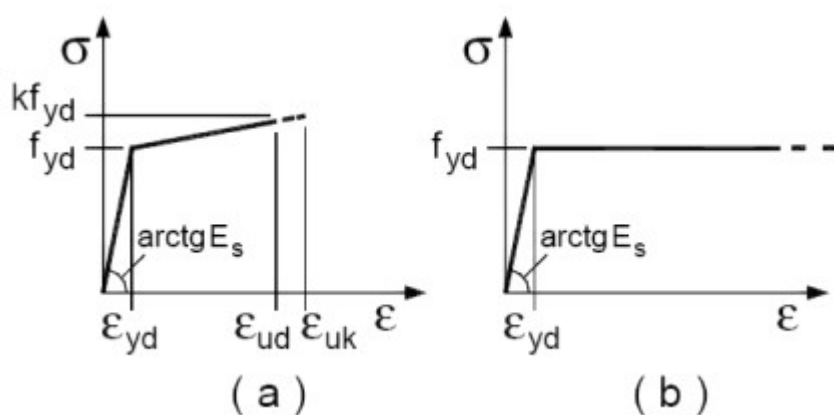
$f_{y,nom}$	450	[N/mm ²]
$f_{t,nom}$	540	[N/mm ²]

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella 11.3.Ib

Tabella 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y,nom}$	5,00
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t,nom}$	5,00
$(f_t / f_y)_k$	$\geq 1,15$	10,00
	$< 1,35$	
$(f_y / f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10,00
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,00
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	$4\varnothing$	
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	$5\varnothing$	
$16 \leq \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	$8\varnothing$	
$25 \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$	$10\varnothing$	

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio si possono adottare i seguenti modelli σ - ε



La resistenza di calcolo è data da f_{yk} / γ_f .

Il coefficiente di sicurezza per il materiale acciaio, γ_f si assume pari a 1,15.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella Norma UNI EN ISO 15630-1:1 2004. Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f(0,2)$.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90 °C, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20 °C. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

2.3 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura), UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377: 1999. In sede di progettazione si sono assunti convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210000 \text{ N/mm}^2$;
- modulo di elasticità trasversale $G = E / [2(1+\nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$;
- coefficiente di *Poisson* $\nu = 0,3$;
- coefficiente di dilatazione termica lineare $\alpha = 0,000001 \text{ } ^\circ\text{C}$;
- densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$.

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si sono assunti nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti:

Profilati cavi fini a caldo di acciai non legati e a grana fine per impieghi strutturali

Norme e qualità degli acciai	spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
UNI EN 10210-1				
UNI EN 10210-1				
S275H	275	430		

Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. E' ammesso l'uso di procedimenti diversi perché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo.

A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificatamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robottizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei lavori; per i cordoni d'angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa-testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a ipena penetrazione.

Bulloni

I bulloni conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592: 1968 devono appartenere alle sotto indicate

	alta resistenza
vite	8.8
dado	8

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente tabella sono riportate nelle seguente tabella

vite	8.8
f_{yb} [N/mm ²]	649,00
f_{tb} [N/mm ²]	800,00

Specifiche per acciai in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere consisteranno nell'effettuare un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t. Per strutture di modesta entità sarà sufficiente una copia conforme dei certificati di origine e provenienza dei profili, da cui desumere le caratteristiche meccaniche dei prodotti.

Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

Saldature: effettuate a norme CNR-UNI 10011/97

- saldature continue salvo diversa prescrizione;
- spessori tipici di saldatura $s = t_{\text{minimo}} > 3 \text{ mm}$;
- spessore della gola $> 0,7 t$
- t = spessore minimo delle lamiere da collegare.

Tolleranze di esecuzione

- sulla lunghezza degli elementi con estremità flangiata $\pm 1 \text{ mm}$;
- sulla lunghezza degli elementi che non presentano collegamenti;
- gli elementi compressi non devono presentare inflessioni laterali $> 1/1000$ delle loro lunghezze;
- le piastre degli attacchi a flangia non devono presentare deformazioni superiori a $> 1/1000$ della loro dimensione massima e comunque non superare il valore di 1,5 mm;
- le piastre degli attacchi a flangia devono essere accuratamente pulite e preferibilmente trattate mediante sabbiatura.

Saldature per attacchi flangiati / piastre composte da più piatti ecc.

Tali saldature ove non diversamente specificato vanno eseguite realizzando cordoni d'angolo distribuiti lungo tutto il perimetro di contatto tra le diverse lamiere/profilati da collegare con sezioni di gola non minore di $0,7 sp_1$ dove sp_1 è lo spessore minimo delle lamiere da collegare.