



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale*

Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione

Maggio 2006



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale*

Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione

Maggio 2006

INDICE

1.	Premesse – Campi d’applicazione	3
2.	Caratteristiche dei prodotti.....	3
2.1	- Caratteristiche del filo di acciaio.....	3
2.2	- Caratteristiche del rivestimento protettivo	4
2.3	- Caratteristiche geometriche della rete metallica a doppia torsione	5
2.4	- Resistenza a trazione della rete metallica a doppia torsione	6
3.	Indicazioni sulla vita utile dei prodotti e delle opere	7
4.	Controlli di qualità	8
4.1	– Documentazione di accompagnamento	9
4.2	– Etichettatura	9
5.	Accettazione - Prove di laboratorio sui materiali.....	10
5.1	Prove sul filo metallico	10
5.2	Prove sui rivestimenti protettivi del filo	10
5.3	- Prove sulla rete metallica	11
6.	Prescrizioni per il collaudo.....	11
7.	Indicazioni specifiche di Capitolato.....	12
8.	Considerato - Del voto n. 16 del 12-05-2006 dell'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici -omissis-	14
	Riferimenti Normativi.....	17

1. Premesse – Campi d'applicazione

Dispositivi e manufatti basati sull'impiego di rete metallica a doppia torsione adottati per la protezione di argini e rilevati (materassi), per opere di sostegno a gravità (gabbioni), per il contenimento di scarpate instabili (reti paramassi), per la costruzione di opere di sostegno speciali (terra rinforzata) hanno sostanziale valenza strutturale e, come tali, devono presentare i requisiti specificatamente richiesti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 Settembre 2005.

La rete metallica, costituendo componente strutturale essenziale, deve essere pertanto soggetta alle procedure di identificazione, certificazione ed accettazione finalizzate alla verifica della sua idoneità statica ed al mantenimento delle prestazioni nel tempo commisurate alla classe dell'opera ed alla vita utile, così come previsto nello stesso Decreto.

Scopo delle presenti Linee Guida è quello di fornire indirizzi e criteri di riferimento nella definizione e nell'ottenimento dei caratteri prestazionali specifici della rete metallica e dalle sue applicazioni nel rispetto del Decreto sulle Norme Tecniche per le costruzioni ed in coerenza con altre Normative europee ed internazionali riguardanti la produzione e l'impiego di questo materiale.

Le presenti Linee Guida comprendono e sostituiscono i contenuti della Circolare del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici n. 2078 del 27/8/1962, relativa alle " Norme da inserire nei Capitolati di lavori idraulici per la zincatura dei gabbioni di filo di ferro per difese e sistemazioni montane".

2. Caratteristiche dei prodotti

Le caratteristiche tecniche dei prodotti finiti che comportano impiego di rete metallica a doppia torsione debbono in generale fare riferimento a quelle del materiale di base (filo metallico), a quelle della rete che ne deriva ed a quelle dei materiali ad essa associati (pietrame e terra di interposizione e rinfianco; elementi di cucitura e collegamento; chiodature ed ancoraggi, ecc.) nonché a quelle al manufatto nel suo insieme.

Per le specifiche tecniche del filo d'acciaio impiegato per la costruzioni delle reti metalliche si può fare riferimento ad una ampia Normativa UNI ed EN riportata in Appendice e richiamata, ove rilevante, negli specifici paragrafi del presente testo.

2.1 - Caratteristiche del filo di acciaio

Il filo di acciaio impiegato per la costruzioni delle reti deve essere del tipo a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI-EN 10016-2. Il filo deve avere al momento della produzione una resistenza a trazione compresa fra i 350 ed i 550 N/mm² ed un allungamento minimo a rottura superiore o uguale al 10%.

Per le tolleranze ammesse sui valori del diametro del filo, per i limiti di ovalizzazione ed altre caratteristiche tecniche si può fare riferimento alle indicazioni della UNI-EN 10218-2.

A titolo di riferimento, vengono di seguito riportati i diametri nominali standard del filo attualmente disponibili insieme ai valori delle tolleranze ammesse su ciascun diametro nel caso che il filo sia stato sottoposto unicamente ad un trattamento di protezione galvanica.

Diametro (*)	Tolleranza
(mm)	(mm)
2,2	±0,06
2,4	±0,06
2,7	±0,06
3,0	±0,07
3,4	±0,07
3,9	±0,07

Tab. 1

(*) Valori riferiti alla classe T1 della norma UNI-EN 10218-2

2.2 - Caratteristiche del rivestimento protettivo

La protezione del filo dalla corrosione, non potendo essere di fatto associato ad un sovrasspessore di tipo sacrificale a causa del suo piccolo spessore iniziale, deve essere affidato ad un rivestimento appartenente alle seguenti consolidate tipologie:

- *Rivestimenti con forte zincatura;*
- *Rivestimento con leghe di Zinco-Alluminio 5% terre rare;*
- *Rivestimenti in materiali organici polimerici.*

Ad ogni tipo di rivestimento compete in generale una diversa vita operativa in relazione ai caratteri di impiego ed alle diverse condizioni ambientali così come descritte nel Cap.5 del DM 14/09/2005..

Per le caratteristiche dei diversi tipi di rivestimento protettivo con zinco o leghe di zinco, può essere fatto riferimento a quanto previsto dalla norma UNI EN 10223-3 ed a quelli prescritti per la Classe A della norma UNI EN 10244-2. Lo spessore minimo di entrambi i tipi di rivestimento deve essere rapportato al diametro nominale del filo secondo quanto indicato dalla stessa norma UNI EN 10224-2 e riportato nelle seguente Tabella 2.

Diametro (mm)	Ricoprimento minimo (gr/m ²)
2.0	215
2.2	230
2.4	230
2.7	245
3.0	255
3,4	265
3.9	275

Tab. 2

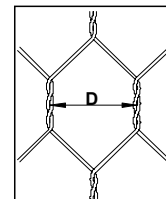
Il rivestimento in materiale organico costituito da polimeri di diverso tipo costituisce una protezione aggiuntiva ed integrativa da adottare in ambienti fortemente aggressivi e/o per opere di elevata vita utile. I rivestimenti organici polimerici devono essere conformi alle prescrizioni delle norme UNI EN 10245-2, per i rivestimenti in PVC, e UNI EN 10245-3 per i rivestimenti in polietilene. Possono essere costituiti anche da polimeri di diversa composizione, purché ne venga garantita e certificata un'aderenza ottimale sul filo ed una valida resistenza agli agenti atmosferici (raggi U.V. e temperatura) e comunque rispettino, per quanto applicabili, i requisiti di base indicati da UNI EN 10245.

Il rivestimento in materiale organico deve essere comunque associato a rivestimenti galvanici altamente prestazionali quali ad esempio quelli costituiti da leghe di zinco, zinco-alluminio.

2.3 - Caratteristiche geometriche della rete metallica a doppia torsione

Per la denominazione della maglia tipo, le dimensioni e le relative tolleranze, può essere fatto riferimento alle specifiche della norma UNI EN 10223-3 e rappresentate nella seguente tabella che si riferisce alle reti standard disponibili in commercio.

Denominazione Tipo	Diametro "D" nominale (mm)	Tolleranze 16%
6x8	60	Da -4% a +16%
8x10	80	



Tab. 3

Le combinazioni-tipo tra le dimensioni "D" della maglia e il diametro del filo "d" con cui questa è costituita generalmente impiegate sono di seguito riportate:

	Maglia tipo	(D = mm)	Diametro minimo "d" del filo (*) (mm)
Rete per opere parasassi	6x8	60	2,7
	8x10	80	2,7(**)
	8x10	80	3,0
Gabbioni	6x8	60	2,7
	8x10	80	2,7(**)
	8x10	80	3,0
Materassi metallici	6x8	60	2,2 (**)
Opere in terra rinforzata	8x10	80	2,2 (**)
			2,7 (**)

Tab. 4

(*) Escluso l'eventuale rivestimento polimerico esterno

(**) Diametri standard per fili con rivestimento polimerico

Per ciascuna applicazione la combinazione tra diametro delle maglia "D" e quello del filo "d" deve essere comunque univocamente individuata e il diametro del filo non può essere indicato come "superiore a" o "non inferiore a" o messo in alternativa tra due o più valori.

Il filo di bordatura laterale di tratti di rete e di quello dei singoli elementi di strutture scatolari (gabbioni e materassi metallici) deve avere un diametro maggiore di quello costituente la rete stessa, secondo quanto riportato dalla norma UNI EN 10223-3 e di seguito richiamato.

Diametro del filo della rete (mm)	Diametro minimo del filo di bordatura (mm)
2,2	2,7
2,7	3,4
3,0	3,9

Tab. 5

2.4 - Resistenza a trazione della rete metallica a doppia torsione

Il valore della resistenza a trazione della rete metallica assume valori differenti in funzione delle diverse combinazioni tra dimensioni della maglia e diametro del filo.

Il valore indicativo della resistenza caratteristica nominale da adottare nelle diverse applicazioni è rappresentato nella seguente tabella.

Tipo di opera	Resistenza caratteristica a trazione nominale (kN/m)
Opere di sostegno e difesa idraulica	50
Materassi metallici	37
Opere in terra rinforzata	35
Opere paramassi	50

Tab. 6

Valori diversi possono essere comunque assunti per applicazioni speciali, purché giustificate in funzione delle condizioni di installazione e del livello di sicurezza specificatamente richiesta.

Ai valori di resistenza caratteristica a trazione devono essere associati valori di "rigidezza" per le applicazioni in cui le prestazioni dipendono dalla deformabilità delle rete, quali in particolare reti paramassi e per i rinforzi di rilevati strutturali in terra armata.

3. Indicazioni sulla vita utile dei prodotti e delle opere

A ciascuna applicazione deve essere associato un tempo di vita utile, inteso, in accordo con la definizione data nel Cp.2 del D.M. 14.9.2005, come il periodo di tempo durante il quale l'opera mantiene, con interventi di manutenzione programmata, prestazioni compatibili con i requisiti essenziali richiesti.

Alla vita utile così definita devono essere adattati i criteri di progetto con particolare riferimento a quelli della rete e dei sistemi di protezione dalla corrosione dei fili metallici.

In generale la vita utile di un'opera dovrà essere riferita anche alla possibilità che per essa siano consentiti o meno sostituzioni di componenti o ripristini con operazioni di manutenzione ordinaria, nonché alle condizioni di aggressività ambientali. Uno schema di riferimento per il rispetto della prima condizione può essere ricavato dal seguente prospetto.

	<u>Tipo di opera</u>	<u>vita utile (minima)</u>
1	Opere caratterizzate da media difficoltà di manutenzione (es. reti paramassi)	25 anni
2	Opere caratterizzate da componenti difficilmente sostituibili senza rifacimento totale(es.opere di sostegno, idrauliche),	50 anni

3	Elementi non ispezionabili nè sostituibili (es. muri in terra rinforzata)	50 anni
---	--	---------

Per opere temporanee la durata di vita utile e' indicativamente fissata in 10 anni.

La scelta del materiale da adottare e della sua protezione dovrà derivare dalla combinazione tra i requisiti di vita utile richiesti dal tipo di opera come indicato nel precedente prospetto e dalle condizioni di aggressività (bassa, media, alta) degli ambienti nella quale l'opera verrà inserita così come definiti nel Cap. 5 del D.M. 14.9.2005, secondo i criteri di seguito indicati:

<u>Aggressività ambientale</u>	<u>tipo di opera</u>	<u>tipo di rivestimento</u>
bassa	1	Forte zincatura
media	1 e 2	Forte lega ZN – al 5%
alta	1 e 2	Forte lega ZN – al 5% e rivestimento plastico
qualsiasi	3	Forte lega ZN – al 5% e rivestimento plastico

Valutazioni diverse potranno eventualmente essere fatte in relazione alla specifica applicazione della rete, purché si ottengano prestazioni e durabilità equivalenti.

In ambienti dove è potenzialmente prevista la presenza di correnti vaganti, ad esempio in prossimità di impianti, linee ferroviarie e/o di campi di dispersione elettrica, e' opportuno adottare un livello di protezione massima, anche mediante uso di rivestimento polimerico, a meno di specifiche verifiche di dettaglio della particolare situazione in esame.

Per la definizione della vita utile di opere di difesa idraulica si dovrà tener specificatamente conto del possibile danneggiamento della rete per abrasione da parte del trasporto solido e della maggiore o minore facilità di eseguire eventuali ripristini e quindi prevedere in fase di progetto accorgimenti tecnici opportuni (ad esempio scelta della fondazione più idonea per opere longitudinali o della protezione della gaveta per briglie).

4. Controlli di qualità

Le reti metalliche a doppia torsione devono essere prodotte con un sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di fabbricazione del produttore, predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001.2000 (controllo permanente della produzione in fabbrica) che deve assicurare il mantenimento della costanza e la affidabilità delle prestazioni indipendentemente dal processo di produzione, così come specificatamente richiamato nel citato

DM 14/9/2005.

Per impieghi con alti requisiti di sicurezza (ad esempio opere di sostegno, in terra rinforzata, opere paramassi) il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di fabbricazione del produttore deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dal predetto certificato.

Per gli altri impieghi strutturali il produttore deve presentare rapporti di prova relativi a tutte le caratteristiche sopramenzionate, effettuati da laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/01 e con data di esecuzione non antecedente a 1 anno dalla consegna dei materiali.

4.1 – Documentazione di accompagnamento

Ogni fornitura di materiale deve essere accompagnata dal “certificato di origine” rilasciato in originale, nel quale vengono specificati:

- il tipo e nome commerciale del prodotto
- descrizione del prodotto (identificazione, impiego previsto, ecc);
- condizioni particolari applicabili all'uso del prodotto (per esempio disposizioni per l'impiego del prodotto in determinate condizioni, ecc.);
- le sue caratteristiche dimensionali e tecniche (dimensioni, maglia tipo, caratteristiche meccaniche e diametro del filo, tipo e quantità del rivestimento in zinco e/o lega di zinco, resistenza nominale della rete e riferimenti normativi inclusa questa Linea Guida)
- il nome della Ditta produttrice
- la Ditta a cui viene consegnato il prodotto
- la località del cantiere e le quantità fornite

Quando è prevista la certificazione del controllo di produzione in fabbrica (usi critici):

- nome e indirizzo dell'ente autorizzato;
- numero del certificato di controllo della produzione di fabbrica;
- condizioni e periodo di validità del certificato, se necessario.

4.2 – Etichettatura

Ciascun prodotto, nella confezione fornita dal produttore, deve chiaramente e costantemente essere riconoscibile attraverso idonea etichettatura dalle quale risultino, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo stabilimento di produzione ed al lotto di produzione, alle caratteristiche tecniche tipologiche e prestazionali del materiale e quanto altro previsto dal Cap. 11.2 del DM 14/9/2005 .

5. Accettazione - Prove di laboratorio sui materiali

La accettazione dei materiali, oltre che alla verifica della completezza della documentazione di accompagnamento, può essere subordinata all'esito di prove specifiche su campioni di filo ed elementi di rete, secondo quanto previsto dal DM 14/9/2005 relativamente ai materiali da costruzione. Le prove debbono essere eseguite in laboratori abilitati.

Ai fini dell'accettazione i valori delle caratteristiche tecniche riscontrate nelle prove dovranno essere confrontati con quelli dichiarati dai produttori nella documentazione di accompagnamento di cui al punto 4.1

5.1 Prove sul filo metallico

La prova di resistenza a trazione dei fili metallici prima della tessitura della rete deve essere eseguita secondo le indicazioni contenute nel paragrafo 3 della norma UNI EN 10218-1.

5.2 Prove sui rivestimenti protettivi del filo

I diversi tipi di rivestimento protettivo possono essere soggetti a prove di laboratorio sia per la verifica delle entità del trattamento eseguito (pesi, omogeneità della ricopertura e aderenza), sia per le prestazioni raggiunte (test di invecchiamento accelerato).

In particolare per i rivestimenti con zinco e sue leghe possono essere eseguite le seguenti prove secondo le prescrizioni delle norme UNI EN 10244-2 :

a) Verifica sulla quantità di ricoprimento.

La verifica è basata sull'impiego del metodo volumetrico, con procedure riportate nel par 5 della citata norma UNI EN 10244-2. Nel caso in cui i campioni soggetti a prova siano prelevati dalla rete finita prima della installazione, le prescrizioni riguardanti la massa del rivestimento minima vengono ridotte del 5%, in base a quanto specificamente indicato nel paragrafo 6.4 della UNI EN 10223-3.

b) Verifica sull'aderenza del rivestimento

Il controllo dell'aderenza del rivestimento deve essere eseguito avvolgendo il filo su un mandrino avente diametro pari a 4 volte il diametro del filo, con procedure conformi a quanto previsto dal paragrafo 4.2.5 della UNI EN 10244-2. Ad avvolgimento avvenuto non si debbono verificare screpolature del rivestimento.

c) Uniformità del rivestimento

La verifica della uniformità del rivestimento, ovvero della sua centratura sul filo sono condotte mediante immersione dei campioni in una soluzione di solfato di rame, secondo le procedure previste dalle norme UNI EN 10244-2 ed UNI EN 10223-3. La determinazione dell'uniformità del rivestimento viene valutata in funzione dell'apparire evidente di tracce di rame, provenienti dalla soluzione tampone che si sostituiscono allo zinco sull'acciaio del filo.

Ciascuna tipologia di prova sopracitata dovrà essere eseguita almeno su n. 5 campioni di filo.

d) Test di invecchiamento accelerato

I fili devono essere sottoposti all'origine ad un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa SO₂ (0,2 l/ciclo) su campioni di rete sottoposti preliminarmente a prova di trazione secondo il punto 5.3 effettuata al 50% del carico di rottura nominale in conformità alle norme UNI-EN-ISO 6988. Si deve eseguire un numero minimo di 28 cicli consecutivi al termine dei quali il rivestimento non deve presentare tracce evidenti di corrosione.

Per quanto riguarda i rivestimenti organico polimerici, le caratteristiche fisico meccaniche del polimero base con cui è costituito il rivestimento, dopo un'esposizione continua ai U.V. di 4000 ore, non potranno variare più del 25%. Per la rete plasticata costituente i vari prodotti finiti dovrà essere verificato che durante le prove di trazione, fino ad un carico corrispondente al 50% di quello di rottura nominale, non si verifichino rotture localizzate del rivestimento polimerico nelle torsioni della rete stessa.

5.3 - Prove sulla rete metallica

Per la misura della resistenza a trazione della rete metallica si possono usare campioni aventi una larghezza minima pari a 8 volte la larghezza "D" della singola maglia ed una lunghezza minima tra le attrezzature di immorsatura della rete pari ad una lunghezza di maglia intera (definendo come lunghezza di maglia intera una porzione di rete contenente due doppie torsioni successive complete).

6. Prescrizioni per il collaudo

Il collaudo di manufatti o dispositivi basati sull'impiego di reti metalliche, in aggiunta a quanto specificatamente previsto dal Regolamento di cui al DPR 554/1999 e dal DM 14/09/2005, deve in tutti i casi comprendere la verifica della conformità e della completezza della documentazione e delle certificazioni previste nella presente linea guida. Queste potranno essere verificate sulla base anche di eventuali prove di controllo sul filo e sulla rete sopra richiamate.

Per quanto riguarda il collaudo di materassi a rete metallica, di opere di sostegno in gabbioni o in terra rinforzata, il collaudo dovrà riferirsi anche alla rispondenza alle indicazioni di progetto in merito al pietrame di riempimento e della terra interposta, delle loro modalità di posa in opera e di compattazione nonché dei collegamenti tra elementi diversi. A tale scopo è pertanto da considerare buona norma quella di prevedere che il Collaudo venga svolto in corso d'opera.

Il collaudo di reti paramassi, deve essere esteso a quello delle funi di rinforzo e collegamento e dei chiodi e dei tiranti di ancoraggio per i quali dovrà essere acquisita, analogamente a quanto fatto per la rete, la documentazione di accompagnamento. Per il collaudo

dei chiodi e degli ancoraggi si dovrà fare riferimento alle procedure previste dal Cap 7 del DM 14/9/2005.

7. Indicazioni specifiche di Capitolato

Qualora non specificatamente comprese negli elaborati grafici di progetto o nella descrizione dei prezzi per la stima delle opere, è opportuno che vengano inseriti in Capitolato tutte quelle indicazioni relative ai materiali ed alla loro messa in opera, ed in particolare le seguenti specifiche indicazioni:

a) *Pietrame di riempimento per gabbioni e materassi metallici* - Deve essere costituito da materiale litoide proveniente da cava o da materiale d'alveo, non friabile né gelivo e quindi non deteriorabile dagli agenti atmosferici, di elevato peso specifico (non inferiore a 22 kN/m³) e di pezzatura superiore alla dimensione della maglia (minimo 1,5 D) in modo da non permettere alcuna fuoriuscita del riempimento né in fase di posa in opera né in esercizio. Il materiale di riempimento dovrà essere messo in opera con operazioni meccanizzate e/o manuali in modo da raggiungere sempre una porosità del 30-40% in modo da ottenere un idoneo peso di volume, nel rispetto delle ipotesi di progetto.

b) *Terreno di rinfianco per opere in terra rinforzata* - Il materiale interposto tra gli elementi di rinforzo in rete metallica a doppia torsione deve essere costituito da terreno di buona qualità, di elevato potere drenante ed alto angolo di attrito interno e, soprattutto, deve mantenere inalterate le proprie caratteristiche nel tempo. Il materiale deve appartenere ai gruppi A-2-4, A-2-5, o a gruppi di caratteristiche migliori, secondo la classificazione delle UNI 10006. I valori di granulometria consigliata vanno dai materiali più fini con granulometria minore o uguale a 0,02 mm (con percentuale non superiore al 10 %), ai ciottoli di maggiori dimensioni fino a 200 mm: l'impiego di ciottolame superiore a 100 mm deve comunque essere limitato (non oltre il 10-15 %) in quanto rende più laboriose le operazioni di compattazione. La compattazione deve comunque raggiungere il 95 % della prova Proctor modificata. Eventuali diverse composizioni possono essere impiegate purché precedute da una accurata sperimentazione preliminare.

La accettazione del materiale di riempimento dovrà essere comunque subordinata all'esito di prove di laboratorio al fine di verificarne la idoneità delle caratteristiche geotecniche del rilevato strutturale ed in particolare la loro rispondenza alle ipotesi di progetto. In caso di difformità, anche parziale, tra dati misurati e quelli adottati in progetto, tutte le verifiche geotecniche dovranno essere adeguatamente aggiornate.

c) *Collocazione in opera di reti paramassi in aderenza* - Le opere paramassi in aderenza per i rafforzamenti corticali, costituite da reti metalliche a doppia torsione abbinate a funi o pannelli in funi metalliche, devono prevedere la stesa continua dei rotoli di rete metallica mediante l'uso dei mezzi opportuni (autogrù, verricelli, elicottero, ecc.), seguendo le indicazioni di massima contenute

nel manuale “ La protezione del corpo stradale contro la caduta massi” Ente Nazionale per le Strade- 2001, Allegato 3 Norme tecniche”. I teli devono essere accuratamente legati tra di loro lungo i rinforzi longitudinali esistenti nella rete e realizzati con filo di diametro maggiore rispetto a quello della rete secondo quanto previsto dalle presenti Linee Guida, con spaziatura tra i diversi punti di legatura non maggiore di 20 cm. I rotoli di rete devono essere ancorati in sommità mediante una fune metallica collegata ad ancoraggi adatti, per tipologia e spaziatura, alle caratteristiche geotecniche del terreno ed alla entità dei carichi.

Specifiche indicazioni devono riguardare la possibilità che il rivestimento possa essere in stretta aderenza alla pendice o possa consentire l'accumulo al piede e la successiva rimozione di materiale detritico. Qualora le caratteristiche locali lo richiedano, per la rete di contenimento potrà essere richiesta una integrazione con funi e pannelli da distribuire lungo la pendice in funzione delle accertate caratteristiche geotecniche locali dei terreni.

d) Interventi di rinaturalizzazione – Nel caso in cui le opere prevedano un intervento complementare di “rinaturalizzazione” questo deve essere specificatamente previsto e computato in progetto ed essere basato sull'abbinamento con piante vive in conformità alle indicazioni contenute nelle “Linee guida per capitolati speciali per opere di ingegneria naturalistica ed opere a verde” individuando per ogni localizzazione il tipo e la quantità di piante da utilizzare.

e) Manutenzione – Per ogni applicazione dovranno essere specificatamente previste le modalità operative di interventi di ripristini e di sostituzioni parziali a seguito di danneggiamenti locali. In generale la riparazione dovrà essere estesa ad una porzione maggiore di quella direttamente danneggiata e commisurata alla causa del danno in modo da non costituire elemento di debolezza.

CONSIDERATO

8. Voto n. 16 del 12.05.06 dell'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – omissis -

Preliminarmente l'Assemblea osserva che per le opere di sostegno e quelle in terra rinforzata, esistono specifiche indicazioni contenute nel D.M 14.9.2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni" dove, al Capitolo 7 - Opere interagenti con i terreni e le rocce, paragrafo 7.3.2, tra le opere di sostegno sono comprese le *"strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (terra armata; terra rinforzata; muri cellulari; ecc)"* e (paragrafo 7.3.5.2) *"la stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno di fondazione deve essere studiata nelle condizioni corrispondenti alle diverse fasi costruttive, al termine della costruzione e in esercizio. Le verifiche locali devono essere estese agli elementi artificiali di rinforzo, eventualmente presenti all'interno ed alla base del manufatto, con riferimento anche ai problemi di durabilità."*

Rileva inoltre che al Capitolo 11 *"Materiali e prodotti strutturali"* è specificato che questi devono essere:

- *identificati* mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- *certificati* mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle citate Norme Tecniche;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle norme stesse per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

Costituisce regola generale che le prove siano eseguite dai laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

La norma stabilisce inoltre che, tutti i produttori di materiali, prodotti o componenti da usarsi a fini strutturali devono dotarsi di un sistema di controllo della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera; per tali prodotti il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione del produttore, deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire copia della certificazione del controllo in fabbrica e verificare che la documentazione di accompagnamento della fornitura riporti gli estremi di detta

certificazione, nonché di effettuare le prove di accettazione. Ove opportuno, il D.L. potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, e di altri componenti).

La definizione di materiale o prodotto usato a fini strutturali è inoltre esplicitata nella Direttiva europea 89/106 e nel relativo decreto di attuazione, il DPR n. 246/93, laddove è specificato che un prodotto “strutturale” è quello che consente all’opera ove questo è incorporato, di soddisfare il requisito essenziale n.1 “Resistenza meccanica e stabilità”. Tale requisito essenziale è soddisfatto se, a seguito dell’installazione del prodotto nell’opera questa adeguatamente progettata e costruita consente di evitare pericoli per la pubblica incolumità, nonché:

- Collasso dell’opera o di una sua parte
- Deformazioni inammissibili
- Danni ad altre parti od impianti
- Danni sproporzionati alla causa che li ha innescati

In base a quanto previsto dal Regolamento sui Lavori Pubblici, DPR 554/99, il capitolato speciale d'appalto è suddiviso in due parti, l’una contenente la descrizione delle lavorazioni e l’altra la specificazione delle prescrizioni tecniche.

Nella seconda parte, in particolare, devono essere indicate le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell’intervento, l’ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; nel caso specifico in cui il progetto prevede l’impiego di componenti prefabbricati, ne vanno precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all’omologazione e all’esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.

Avuto riguardo a quanto sopra, l’Assemblea ritiene che la rete metallica a doppia torsione, per le applicazioni di che trattasi, possa essere in generale compresa tra i materiali utilizzati a fini strutturali in relazione all’uso previsto ed alla sua criticità anche nei riguardi della pubblica incolumità.

In tal senso le presenti Linee Guida forniscono compiutamente quei riferimenti normativi e procedurali relativi a tutte le fasi di produzione, fornitura, posa in opera e di controllo utili all’ottenimento dei requisiti di stabilità, funzionalità e durata richiesti nei diversi tipi di applicazione.

In particolare, dopo le premesse contenute nel Capitolo 1, nel successivo Capitolo 2 le Linee Guida definiscono con chiarezza sia le caratteristiche meccaniche della rete che le caratteristiche geometriche, con le relative tolleranze.

Al Capitolo 3 vengono fornite indicazioni circa la vita utile del prodotto e delle opere. Le indicazioni sulla vita utile delle opere e la relativa scala qualitativa della resistenza alla corrosione dei fili commerciali sono derivate dalla pratica utilizzazione nelle opere civili delle reti a doppia torsione, anche in accordo con le esperienze disponibili in letteratura.

Al Capitolo 4 vengono trattati i controlli di qualità ed i conseguenti criteri di accettazione del materiale; i predetti criteri vengono evidentemente legati ai controlli di laboratorio, trattati al successivo Capitolo 5; le valutazioni che è possibile trarre dalle prove di laboratorio, sia sul filo semplice che sulla rete, consentono al Progettista o al DL di qualificare il prodotto in relazione all'uso. La documentazione minima di accompagnamento e accettazione dei prodotti a doppia torsione deriva da un'analisi critica di quanto attualmente in essere a livello di produttori certificati in grado di fornire una reale tracciabilità della filiera produttiva.

La classificazione delle reti a doppia torsione nell'ambito dei prodotti da rinforzo suggerisce la necessità di procedure di collaudo delle opere realizzate con un approccio simile ai manufatti in calcestruzzo e/o muratura. Le Linee Guida forniscono quindi al progettista e/o al Direttore dei Lavori alcune prescrizioni minime da rispettare in questa fase delle attività di collaudo e/o progettazione nella convinzione che la reale affidabilità e durabilità dell'opera sia fortemente condizionata sia dalle modalità che dai materiali da costruzione impiegati (Capitolo 6).

In conclusione, le *Linee Guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione* predisposte dal Servizio Tecnico Centrale costituiscono un attuale ed utile strumento verso la corretta realizzazione di manufatti speciali con l'impiego della rete predetta.

Riferimenti Normativi

- (1) Norme tecniche per le costruzioni- DM 14 settembre 2005
- (2) Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici n. 2078 del 27/8/1962 – Norme da inserire nei Capitolati di lavori idraulici per la zincatura dei gabbioni di filo di ferro per difese e sistemazioni montane
- (3) UNI EN 10223-3 – Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni – Reti di acciaio a maglie esagonali per impieghi industriali – luglio 1999
- (4) UNI EN 10016-2 – Vergella di acciaio non legato destinata alla trafilatura e/o aqlla laminazione a freddo – Prescrizioni specifiche per vergella per impieghi generali
- (5) UNI EN 10218-2 – Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità – Dimensioni e tolleranze dei fili – luglio 1997
- (6) UNI EN 10244-2 – Fili e prodotti trafilati di acciaio – Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio – Rivestimenti di zinco o leghe di zinco – marzo 2003-09-11
- (7) UNI EN 10218-1 – Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità – Metodi di prova
- (8) UNI EN 10245-2 – Fili e prodotti trafilati di acciaio – Rivestimenti organici sui fili di acciaio – Fili rivestiti in PVC
- (9) EN 10245 – Steel wire and wire products – Organic coatings on steel wire – Part 3: PE coated wire
- (10) UNI EN ISO 6988 – Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti non organici – Prova con anidride solforosa con condensazione generale di umidità
- (11) Commissione Europea – Linea Guida F – Durability and the construction productive directive (Revisione agosto 2002)
- (12) Ground investigation and earthworks – procedures for geotechnical certification – Department of the Environment Transport and the Regions, Highways Agency – UK
- (13) British Standard BS 8006:1995 – Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills
- (14) UNI 10006/2002 – Costruzione e manutenzione delle strade. Tecniche di impiego delle terre Ground investigation and earthworks – procedures for geotechnical certification – Department of the Environment Transport and the Regions, Highways Agency – UK
- (15) Linee guida per i capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavori di opere a verde – Ministero dell'ambiente – Servizio valutazione impatto ambientale, informazioni ai cittadini e per la relazione sullo stato dell'ambiente – 1997
- (16) Ente Nazionale per le Strade – La protezione del corpo stradale contro la caduta massi – Gruppo Tecnico per la sicurezza stradale – Aprile 2001.

