

mezzi e dovrà predisporre un programma di scavo opportuno ed accettato dalla direzione lavori.

Per gli scavi eseguiti sotto il livello di falda su terreni permeabili e con uno strato d'acqua costante fino a 20 cm. dal fondo dello scavo, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'estrazione della stessa; per scavi eseguiti a profondità maggiori di 20 cm. dal livello superiore e costante dell'acqua e qualora non fosse possibile creare dei canali di deflusso, saranno considerati scavi subacquei e computati come tali.

Le suddette prescrizioni non si applicano per gli scavi in presenza di acqua proveniente da precipitazioni atmosferiche o rotture di condotte e per i quali l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'immediata estrazione dell'acqua ed alla riparazione dei danni eventualmente causati.

Tutte le operazioni di rinterro dovranno sempre essere autorizzate dalla direzione lavori.

### **Fondazioni**

Tutte le opere di fondazione dovranno essere realizzate conformemente ai disegni di progetto e la preparazione, la posa in opera, i getti di conglomerato, le armature, ecc. saranno eseguiti nella completa osservanza della normativa vigente e delle eventuali prescrizioni della Direzione dei Lavori.

### **Opere in cemento armato**

I conglomerati cementizi, gli acciai, le parti in metallo dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia e alle prescrizioni richiamate nel presente capitolato per tutte le opere in cemento armato, cemento armato precompresso e strutture metalliche. Le prescrizioni di cui sopra verranno quindi applicate a solai, copertura, strutture verticali e orizzontali e a complessi di opere, omogenee o miste, che assolvono una funzione statica con l'impiego di qualunque tipo di materiale.

Tutte le fasi di lavoro sui conglomerati e strutture in genere saranno oggetto di particolare cura da parte dell'Appaltatore nell'assoluto rispetto delle qualità e quantità previste.

### Leganti

Nelle opere in oggetto dovranno essere impiegati esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia.

### Inerti

Gli inerti potranno essere naturali o di frantumazione e saranno costituiti da elementi non friabili, non gelivi e privi di sostanze organiche, argillose o di gesso; saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso.

Tutte le caratteristiche, la provenienza e la granulometria saranno soggette alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. La curva granulometrica dovrà essere studiata in modo tale da ottenere la lavorabilità richiesta alle miscele, in relazione al tipo di impiego e la massima compattezza necessaria all'ottenimento delle resistenze indicate.

### Acqua

L'acqua per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali (in particolare cloruri e solfati), non aggressiva e rispondente ai requisiti richiesti dalla normativa.

### Armatura

Oltre ad essere conformi alle norme vigenti, le armature non dovranno essere ossidate o soggette a difetti e fenomeni di deterioramento di qualsiasi natura.

### Impasti

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto dovranno essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. L'impiego di additivi dovrà essere effettuato sulla base di controlli sulla loro qualità, aggressività ed effettiva rispondenza ai requisiti richiesti.

---

Il quantitativo dovrà essere il minimo necessario, in relazione al corretto rapporto acqua-cemento e considerando anche le quantità d'acqua presenti negli inerti; la miscela ottenuta dovrà quindi rispondere alla necessaria lavorabilità ed alle caratteristiche di resistenza finali previste dalle prescrizioni.

L'impasto verrà effettuato con impianti di betonaggio idonei e tali da garantire l'effettivo controllo sul dosaggio dei vari materiali; l'impianto dovrà, inoltre, essere sottoposto a periodici controlli degli strumenti di misura che potranno anche essere verificati, su richiesta della Direzione Lavori, dai relativi uffici abilitati.

#### Campionature

Durante tutta la fase dei getti in calcestruzzo, normale o armato, previsti per l'opera, la direzione lavori farà prelevare, nel luogo di esecuzione, campioni provenienti dagli impasti usati nelle quantità e con le modalità previste dalla normativa vigente, disponendo le relative procedure per l'effettuazione delle prove da eseguire ed il laboratorio ufficiale a cui affidare tale incarico.

#### Posa in opera del conglomerato - trasporto

Il trasporto degli impasti dal luogo di preparazione a quello d'uso dovrà essere effettuato con contenitori idonei sollevati meccanicamente (per limitatissime distanze) o su betoniere dotate di contenitori rotanti. Il tempo necessario per il trasporto e l'eventuale sosta prima del getto non deve superare il tempo massimo consentito per garantire un getto omogeneo e di qualità; nel calcestruzzo ordinario questo tempo massimo sarà di 45-60 minuti e nel caso di calcestruzzo preriscaldato, di 15-30 minuti. Il tempo minimo di mescolamento dovrà essere di 5 minuti ca. oppure 30 giri del contenitore rotante.

#### Controllo dei casseri

Prima dell'effettuazione del getto i casseri, le armature e gli eventuali inserti verranno accuratamente controllati e saranno verificati gli allineamenti, le posizioni, la pulizia interna e del fondo.

#### Getto del conglomerato

Prima della operazioni di scarico dovranno essere effettuati controlli sulle condizioni effettive di lavorabilità che dovranno essere conformi alle prescrizioni previste per i vari tipi di getto. Durante lo scarico dovranno essere adottati accorgimenti per evitare fenomeni di segregazione negli impasti.

Il getto verrà eseguito riducendo il più possibile l'altezza di caduta del conglomerato ed evitando ogni impatto contro le pareti delle casseforme od altri ostacoli; si dovrà, quindi, procedere gettando, in modo uniforme, per strati orizzontali non superiori a 40 cm. vibrando, contemporaneamente al procedere del getto, le parti già eseguite.

Il getto dovrà essere effettuato con temperature di impasto comprese tra i 5 ed i 30 gradi C e con tutti gli accorgimenti richiesti dalla Direzione Lavori in funzione delle condizioni climatiche.

#### Ripresa del getto

Il getto andrà eseguito in modo uniforme e continuo; nel caso di interruzione e successiva ripresa, questa non potrà avvenire dopo un tempo superiore (in funzione della temperatura esterna) alle 2 ore a 35 gradi C, oppure alle 6 ore a 5 gradi C.

Qualora i tempi di ripresa superassero tali limiti si dovranno trattare le zone di ripresa con malte speciali ed accorgimenti indicati dalla Direzione Lavori.

#### Vibrazione

La vibrazione avrà come scopo la costipazione del materiale e potrà essere:

**A)** interna (immersione)

**B)** esterna (sulle casseforme)

**C)** su tavolo

**D)** di superficie.

**A)** La vibrazione per immersione verrà eseguita con vibrator a tubo o lama secondo le dimensioni ed il tipo di

---

casseforme usate per il getto.

Il numero ed il diametro dei vibratorii sarà stabilito in funzione della seguente tabella

diam. ago	25 mm.	capacità	1/3 mc/h
	35/50		5/10 mc/h
	50/75		10/20 mc/h
	100/150		20/50 mc/h

Si dovranno, inoltre, usare vibratorii con ampiezza di vibrazione maggiore di 1 mm. e frequenza compresa tra 10.000 e 12.000 cicli per minuto.

La frequenza di vibrazione dovrà essere scelta in rapporto al tipo di granulometria impiegato secondo la seguente tabella indicativa:

diam. inerte	6 cm.	frequenza	1.500 c.p.m.
	1,5cm		3.000 c.p.m
	0,6cm		6.000 c.p.m.
	0,2cm		12.000 c.p.m.
fino e cemento			20.000 c.p.m.

Nell'esecuzione della vibrazione dovranno essere osservate anche le prescrizioni riportate di seguito:

- il getto sarà eseguito in strati uniformi di spessore non superiore a 30/40 cm.;
- il vibratore sarà inserito nel getto verticalmente ad intervalli stabiliti dalla Direzione Lavori;
- la vibrazione dovrà interessare per almeno 10/15 cm. lo strato precedente;
- i vibratorii dovranno essere immersi e ritirati dal getto a velocità media di 10 cm./sec.; il tempo di vibrazione sarà compreso tra 5/15 secondi;
- la vibrazione sarà sospesa all'apparire, in superficie, di uno strato di malta ricca d'acqua;
- è vietato l'uso di vibratorii per rimuovere il calcestruzzo;
- si dovrà avere la massima cura per evitare di toccare con l'ago vibrante le armature predisposte nella cassaforma.

**B)** La vibrazione esterna sarà realizzata mediante l'applicazione, all'esterno delle casseforme, di vibratorii con frequenze comprese tra i 3.000 ed i 14.000 cicli per minuto e distribuiti in modo opportuno.

**C)** La vibrazione su tavolo sarà realizzata per la produzione di manufatti prefabbricati mediante tavoli vibranti con frequenze comprese tra i 3.000 ed i 4.500 c.p.m.

**D)** I vibratorii di superficie saranno impiegati, conformemente alle prescrizioni della Direzione Lavori, su strati di conglomerato non superiori a 15 cm.. Salvo altre prescrizioni, non è consentita la vibrazione di calcestruzzi con inerti leggeri.

#### Maturazione

La normale maturazione a temperatura ambiente sarà effettuata nel rispetto delle ordinarie precauzioni e delle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dalla Direzione Lavori.

Nel caso di impiego di sistemi di maturazione a vapore del conglomerato si dovranno osservare, nelle varie fasi di preriscaldamento, riscaldamento e raffreddamento le seguenti prescrizioni:

#### Preriscaldamento

Potrà, se richiesto, essere effettuato:

- a)** con getti di vapore nella betoniera;

**b)** con innalzamento della temperatura dei materiali d'impasto.

In entrambi i casi verranno scaldate anche le casseforme la cui temperatura, in caso di calcestruzzi normali, non dovrà essere superiore di 5/10 gradi C a quella dell'impasto; per calcestruzzi alleggeriti con argilla espansa, la temperatura delle casseforme non dovrà superare quella dell'impasto.

Durante il preriscaldamento, per un calcestruzzo con temperatura di 30 gradi C, non si dovranno usare inerti con temperature superiori ai 50 gradi C ed acqua con temperatura superiore agli 80 gradi C; il tempo di getto non dovrà essere superiore a 40 minuti.

La fase di preriscaldamento potrà essere effettuata anche con prematurazione (ciclo lungo) di 3 ore e temperatura del calcestruzzo non inferiore a 15 gradi C.

La fase di RISCALDAMENTO potrà essere adottata per impasti a temperatura ambiente oppure già preriscaldati.

Nel caso di calcestruzzo a temperatura ambiente si dovrà usare un ciclo di riscaldamento lungo con gradiente di temperatura non superiore ai 20-25 gradi C/h.

I calcestruzzi preriscaldati a ciclo lungo con temperature di impasto a 30 gradi C potranno essere sottoposti a riscaldamento con gradiente termico non superiore ai 30/33 gradi C/h.

Durante tutte le fasi di preriscaldamento e riscaldamento si dovrà mantenere un idoneo livello di umidità dell'ambiente e dei manufatti e non dovranno verificarsi oscillazioni di temperatura.

#### Raffreddamento

Sarà eseguito con gradiente termico di 20/25 gradi C/h fino al raggiungimento di una temperatura del calcestruzzo che abbia una differenza, in più od in meno, non superiore ai 15 gradi C rispetto alla temperatura esterna.

#### Disarmo

Per i tempi e le modalità di disarmo si dovranno osservare tutte le prescrizioni previste dalla normativa vigente e le eventuali specifiche fornite dalla Direzione Lavori; in ogni caso il disarmo dovrà avvenire per gradi evitando di introdurre, nel calcestruzzo, azioni dinamiche e verrà eseguito dopo che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore richiesto.

#### Acciaio

Tutti i materiali in acciaio usati per la realizzazione di opere in cemento armato o strutture metalliche dovranno avere caratteristiche conformi alle prescrizioni della normativa vigente, certificate da idonei documenti di accompagnamento e confermate dalle prove fatte eventualmente eseguire dalla direzione lavori presso laboratori riconosciuti.

Salvo prescrizioni diverse, previste nella descrizione particolareggiata dei lavori, i sovraccarichi utili da adottare nei calcoli statici sono fissati come segue:

**a)** per solai normali di abitazioni: Kg.250/mq.;

**b)** per solai di calpestio dei portici e dei negozi: Kg.500/mq.;

**c)** per solai di sottotetto Kg.250/mq.; con particolari rinforzi in corrispondenza dei muri di colmo e lungo i compluvi e dei tavolati in sostituzione delle terzere.

Nei solai con luce maggiore di ml.5 dovrà prevedersi almeno una nervatura di ripartizione con armatura doppia simmetrica costituita da tre ferri  $\varnothing$  5 ogni nervatura distanti cm.50

In tutte le strutture in c.a. dovranno essere previsti prima del getto tutti i fori ed i passaggi necessari per gli scarichi, colonne montanti, degli impianti in genere e quant'altro necessario per evitare successive rotture delle strutture stesse.

L'imprenditore è particolarmente interessato alla osservanza di queste prescrizioni; le eventuali successive aperture in rottura di canne omesse saranno a suo esclusivo carico.

---

In corrispondenza dei fori per il passaggio delle canne e delle batterie di canne i solai dovranno essere rinforzati mediante bilancini in c.a. convenientemente dimensionati in modo che non vengano provocate rotture in sede di installazione delle medesime.

Tutti i solai nel caso di costruzioni di muratura in genere saranno ancorati ai cordoli in c.a. come previsto dall'art.122 del presente Capitolato.

### **Impermeabilizzazioni**

Le seguenti strutture o parti di esse saranno sempre sottoposte, salvo diverse prescrizioni, a trattamento impermeabilizzante:

1. solai di terrazzi praticabili e non praticabili;
2. soglie esterne, davanzali e parapetti;
3. coperture piane

Il piano di posa dei manti impermeabilizzanti su opere murarie, dovrà avere, comunque, pendenze non inferiori al 2%, essere privo di asperità e con una superficie perfettamente lisciata (a frattazzo o simili), livellata, stagionata e con giunti elastici di dilatazione; lo spessore minimo non dovrà mai essere inferiore ai 4 cm.

I materiali impiegati e la messa in opera dovranno presentare i requisiti richiesti, essere integri, senza borse, fessurazioni o scorrimenti e totalmente compatibili con il sistema adottato al fine di garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua.

Nella realizzazione e messa in opera dei sistemi di impermeabilizzazione si dovrà adottare uno dei seguenti tipi di posa:

**a)** il sistema in indipendenza dovrà essere eseguito con la posa a secco della membrana impermeabile senza alcun collegamento al supporto; in questo caso lo strato impermeabile dovrà essere completato da una copertura (ghiaia o pavimentazione pesante). Dovranno essere previsti, inoltre, idonei strati di scorrimento;

**b)** il sistema in semindipendenza verrà realizzato, in assenza di ghiaia o pavimentazioni di copertura, fissando lo strato impermeabile al supporto nei punti perimetrali e di particolare sollecitazione meccanica; la superficie totale dei punti di ancoraggio non dovrà essere superiore al 35% dalla superficie impermeabilizzante (in zone fortemente ventose tale valore verrà elevato al 56-60%);

**c)** il sistema in aderenza sarà usato in situazioni di vento forte, falde di copertura a forte pendenza, in prossimità di bocchettoni, muretti, cornicioni, ecc. e sarà realizzato mediante il fissaggio totale dello strato impermeabile al supporto sottostante.

Prima della posa in opera della barriera al vapore si dovrà regolarizzare il piano di posa e dovranno essere eliminate tutte le eventuali irregolarità e salti di quota; nel caso di solai costituiti da elementi prefabbricati, tutte le zone di accostamento tra i manufatti dovranno essere ricoperte con strisce di velo di vetro posato a secco.

#### **Barriera al vapore**

La barriera al vapore, nel caso di locali con umidità relativa dell'80% alla temperatura di 20 gradi C, sarà costituita da una membrana bituminosa del peso di 2 Kg./mq. armata con una lamina di alluminio da 6/100 di mm. di spessore posata su uno strato di diffusione al vapore costituito da una membrana bituminosa armata con velo di vetro e munita di fori; questa membrana verrà posata in opera mediante una spalmata di bitume ossidato (2 Kg./mq.) applicato a caldo previo trattamento dell'elemento portante con primer bituminoso in solvente.

Nel caso di locali con umidità relativa entro i valori normali, la barriera al vapore sarà costituita da una membrana impermeabile, a base di bitume distillato o polimeri, con armatura in velo di vetro del peso di 3 Kg./mq. posata a fiamma sull'elemento portante previamente trattato con primer bituminoso a solvente e con sormonta dei teli di almeno 5 cm. saldati a fiamma.

Gli eventuali elementi isolanti posti sopra la barriera al vapore dovranno sempre essere (salvo nella soluzione del tetto rovescio) totalmente incollati.

---

### Strato di scorrimento

Verrà posto tra gli strati impermeabilizzanti ed il relativo supporto e dovrà avere caratteristiche di imputrescibilità, rigidità, basso coefficiente di attrito, buona resistenza meccanica; sarà costituito da un feltro di vetro da 50 g/mq. trattato con resine termoindurenti oppure da cartonfeltro bitumato cilindrato da 300 g/mq.

Lo strato di scorrimento dovrà essere posato a secco come pure la prima membrana ad esso sovrastante che dovrà essere saldata solo nelle zone di sormonta dei teli.

Lo strato di scorrimento non dovrà essere posato in prossimità dei contorni, dei volumi tecnici della copertura, dei bocchettoni, dei caminetti di ventilazione, delle gronde e dei giunti di dilatazione, fermandosi a 20-30 cm. da tali elementi.

### Membrane impermeabili

Saranno costituite da fogli impermeabilizzanti in PVC rinforzato e simili con o senza rinforzi (in tessuto di vetro o sintetico) posati secondo i sistemi in indipendenza in semindipendenza o in aderenza e secondo le relative specifiche fornite dal progetto, dalle case produttrici e dalla Direzione Lavori.

Si dovranno, comunque, eseguire risvolti di almeno 20 cm. di altezza lungo tutte le pareti verticali di raccordo, adiacenti ai piani di posa, costituite da parapetti, volumi tecnici, locali di servizio, impianti, ecc.

### **Isolamenti**

Le strutture, o parti di esse, costituenti elementi di separazione fra ambienti di diverse condizioni termo-acustiche, dovranno rispondere alle caratteristiche di isolamento prescritte

I materiali saranno messi in opera secondo la normativa prevista e le raccomandazioni dei produttori, dopo adeguata preparazione delle superfici interessate, degli eventuali supporti e provvedendo all'eliminazione delle situazioni di continuità termo-acustiche non richieste.

Oltre all'osservanza delle disposizioni normative vigenti e delle prescrizioni suddette, le caratteristiche di isolamento richieste dovranno essere verificate in modo particolare nelle pareti (esterne, divisorie tra gli alloggi, confinanti con locali rumorosi, vani scala, ecc.) e nei solai (di copertura, intermedi, a contatto con l'esterno, ecc.).

I materiali impiegati dovranno essere adeguatamente protetti dalle sollecitazioni meccaniche e dagli agenti atmosferici e, nel caso di posa in opera in ambienti esterni od aggressivi, dovranno avere le caratteristiche di resistenza ed imputrescibilità adeguate al loro uso.

Sarà comunque obbligatorio, durante la posa in opera, osservare tutti gli accorgimenti e le prescrizioni necessarie o richieste per la realizzazione dei requisiti di isolamento termo-acustici ed anticondensa adeguati alle varie condizioni.

### **Intonaci**

L'esecuzione degli intonaci, interni od esterni, dovrà essere effettuata dopo un'adeguata stagionatura (50 - 60 giorni) delle malte di allettamento dalle murature sulle quali verranno applicati.

Le superfici saranno accuratamente preparate, pulite e bagnate.

Per le strutture vecchie non intonacate si dovrà provvedere al distacco di tutti gli elementi non solidali con le murature, alla bonifica delle superfici ed alla lavatura.

Per le strutture già intonacate si procederà all'asportazione dei tratti di intonaco non aderenti o compromessi, alla scarpellatura delle superfici ed alla lavatura.

L'esecuzione degli intonaci dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici; lo strato finale non dovrà presentare crepature, irregolarità negli spigoli, mancati allineamenti o altri difetti; le superfici dovranno essere perfettamente piane con ondulazioni inferiori all'uno per mille e spessore di almeno 15 mm.

La messa in opera dello strato di intonaco finale sarà, comunque, preceduta dall'applicazione, sulle murature interessate, di uno strato di intonaco grezzo al quale verrà sovrapposto il tipo di intonaco (intonaco civile, a stucco, plastico, ecc.) indicato dalle prescrizioni per la finitura.

---

Particolarmente per ciascun tipo di intonaco si prescrive quanto appresso:

**a) Intonaco grezzo o arricciature** - Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta bastarda per intonachi detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola e col frattazzo stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le parti riescano per quanto possibile regolari.

**b) Intonaco comune o civile** - Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina che si conguaglierà con le fasce di guida, per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

**c) Intonachi colorati** - Per gli intonachi delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati, per ciascuna delle facciate stesse, per modo che dalle opportune combinazioni degli intonachi colorati, escano quelle decorazioni che dalla D.L. saranno giudicate convenienti.

I supporti da trattare devono essere puliti; ogni parte instabile deve essere eliminata e successivamente si può procedere all'applicazione del prodotto.

La temperatura di impiego dovrà essere compresa tra gli 8° e 30°C. Bisogna evitare: l'applicazione su supporti non omogenei senza l'utilizzo della rete in fibra di vetro alcali resistente; di applicare l'intonaco in pieno sole ed in presenza di forte vento; di utilizzare quantità di acqua in proporzione diversa onde evitare variazione di colore; di applicare l'intonaco sulla stessa facciata con intervalli superiori ai 30 minuti.

A prodotto in fase di indurimento (da 3 a 24 ore dall'applicazione) si esegue la finitura con apposito grattone. Il giorno seguente bisogna eseguire un lavaggio della facciata con acqua fino ad eliminare la polvere superficiale di grattatura.

**d) Intonaco a stucco o a gesso scagliola** - Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm.4 ÷ 5 di malta per stucchi, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola, così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione.

Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla Direzione dei Lavori.

**e) Intonaco a stucco lucido** - Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo però deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto di fenditure.

Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.

Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lisciandolo con panno.

**f) Intonaco di cemento liscio** - L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a), impiegando per rinzaffo la malta cementizia normale e per gli strati successivi come detto alla lettera b). L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio a cazzuola.

**g) Rivestimento in cemento a graniglia martellinata** - Questo rivestimento sarà formato in conglomerato di cemento nel quale sarà sostituito al pietrisco la graniglia delle qualità, delle dimensioni e del colore che saranno indicati. La superficie in vista sarà lavorata a bugne, a fasce, a riquadri, ecc. secondo i disegni, e quindi martellinata, lisciata, raschiata o smerigliata a macchina, ad eccezione di quegli spigoli che la D.L. ordinasse di formare lisci o lavorati a scalpello piatto.

**h) Rabbocature** - Le rabbocature che occorresse di eseguire sui muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco saranno formate con malta cementizia, salvo diverse disposizioni.

Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino ad una conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poi riscagliate e profilate con apposito ferro.

**i) Intonaco civile con sottofondo in perlite o vermiculite** - Verrà eseguito stendendo su sottofondo eseguito con

malta alla perlite per rustico di almeno tre centimetri di spessore, una stabilitura di malta di calce dolce. L'esecuzione del sottofondo avverrà per strati successivi dopo che ciascuno strato sia sufficientemente indurito. La stabilitura verrà applicata in seguito quando il sottofondo abbia fatto sufficiente presa.

### **Controsoffitti**

Tutti i controsoffitti previsti, indipendentemente dal sistema costruttivo, dovranno risultare con superfici orizzontali o comunque rispondenti alle prescrizioni, essere senza ondulazioni, crepe o difetti e perfettamente allineati. Al manifestarsi di tali screpolature la D.L. avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Appaltatore il rifacimento, a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto, con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.)

La posa in opera sarà eseguita con strumenti idonei ed in accordo con le raccomandazioni delle case produttrici, comprenderà, inoltre, tutti i lavori necessari per l'inserimento dei corpi illuminanti, griglie del condizionamento, antincendio e quanto altro richiesto per la perfetta funzionalità di tutti gli impianti presenti nell'opera da eseguire.

Nel caso di esecuzione di controsoffitti in locali destinati a deposito di materiali infiammabili o lavorazioni soggette a norme di prevenzione incendi, dovranno essere usati, a carico dell'Appaltatore, materiali e modalità di montaggio conformi alla normativa vigente (fibre non combustibili, montaggio a struttura nascosta, ecc.) secondo quanto fissato dalle specifiche richieste a tale proposito.

Qualora si rendesse necessario l'uso del controsoffitto per la realizzazione di corpi appesi (apparecchi illuminanti, segnaletica, ecc.) verranno eseguiti, a carico dell'Appaltatore, adeguati rinforzi della struttura portante delle lastre di controsoffitto mediante l'uso di tiranti aggiuntivi; questi tiranti dovranno essere fissati, in accordo con le richieste della Direzione Lavori, in punti di tenuta strutturale e con sistemi di ancoraggio che garantiscano la necessaria stabilità.

Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendi-lumi necessari. Tutti i legnami impiegati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolino su tutte le facce.

La Direzione Lavori potrà prescrivere anche la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dai controsoffitti.

### **OPERE DA FABBRO**

#### **Opere in ferro**

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano; le chiodature, ribaditure ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere limitati.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera senza coloritura.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello alla preventiva approvazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

**a) Inferriate ecc.** - Saranno costruiti a perfetta regola d'arte secondo i tipi previsti in progetto o, in mancanza, che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per il ferro incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza e discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi formati a fuoco nessuna fessura che si

prolunghi oltre il buco necessario.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi in modo da non poter mai essere in nessun caso sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno poi muniti di forti grappe ed arpioni ben inchiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

**b) Infissi in ferro** - Infissi per finestre, vetrate ed altre, potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra, con ferri comuni profilati o con profilati speciali.

In tutti i casi dovrà uniformarsi ai disegni di progetto o in mancanza essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione Appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a recupero ad asta rigida, con corsa inversa, ed avranno il fermo inferiore e superiore.

Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a secondo di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm.12, con ghiande terminali, e nel caso di serramenti per negozi, vetrine, porte di primo ingresso scala saranno in ottone o in ottone cromato.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole o maniglioni di manovra saranno in ottone semplice o cromato a scelta della D.L.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio e di catenaccioli di fermo.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

Per le ringhiere di scala, parapetti balconi, inferriate e cancelli in genere l'Appaltatore, fermo restando quanto previsto nelle descrizioni particolareggiate delle opere, dovrà uniformarsi in tutto e per tutto ai particolari di progetto, anche se detti particolari non fossero materialmente allegati ai disegni di progetto.

Prima di dare corso all'ordinativo delle opere l'Appaltatore sarà tenuto a presentare il campione di una parte del lavoro da eseguire per la preventiva approvazione.

### **Opere da lattoniere in genere**

Le opere di lamiera di ferro nera o zincata, di ghisa, di zinco, di rame, di piombo, di ottone, di alluminio o altri metalli dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, lavorate a regola d'arte e a perfetta finitura e con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati o con una mano di catrame liquido o di minio di piombo e olio di lino cotto od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della D.L.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture o saldature secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione ed in conformità dei campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.

I canali di gronda dovranno essere realizzati con i materiali indicati e collocati in opera con pendenze non inferiori all'1% e lunghezza non superiori ai 12 metri, salvo diverse prescrizioni.

Nelle località soggette a condizioni atmosferiche particolari (neviccate abbondanti, ecc.) saranno realizzati telai di protezione e supporto dei canali di gronda.

I pluviali saranno collocati, in accordo con le prescrizioni, all'esterno dei fabbricati o inseriti in appositi vani delle murature, saranno del materiale richiesto, con un diametro interno non inferiore a 100 mm. e distribuiti in quantità di uno ogni 50 mq. di copertura, o frazione della stessa, con un minimo di uno per ogni piano di falda.

---

Il posizionamento avverrà ad intervalli non superiori ai 20 ml. ad almeno 10 cm. dal filo esterno della parete di appoggio e con idonei fissaggi a collare da disporre ogni 1,5-2 metri.

Nel caso di pluviali allacciati alla rete fognaria, dovranno essere predisposti dei pozzetti sifonati, facilmente ispezionabili e con giunti a tenuta.

Le prescrizioni indicate sono da applicare, in aggiunta alle richieste specifiche, ai manufatti ed alla pose in opera di scossaline, converse, ecc.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare, a richiesta della D.L., i progetti delle varie opere, tubazioni, reti distribuzione, raccolta ecc., con i relativi calcoli, disegni e relazioni, di annotarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenerne l'approvazione da parte della Direzione stessa prima di iniziare l'esecuzione delle relative opere.

## **OPERE DA PITTORE**

### **Norme generali**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente e accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomciate e lisce, previa imprimitura, con le modalità o sistemi migliori atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

Per le superfici metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre alla perfetta esecuzione dei lavori.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la precisa dimostrazione circa il numero di passate applicate, la decisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere alla esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione una dichiarazione scritta.

L'Appaltatore ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della D.L. prima di porre mano all'opera stessa. Egli dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo necessario ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere eseguite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico il lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

### **Esecuzioni particolari**

Le opere complete di rifinitura dovranno essere di norma eseguite secondo le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di variare a suo insindacabile giudizio le opere elementari elencate in appresso, togliendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico, e l'Appaltatore dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta sulla perfetta riuscita dell'opera. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza di ciò semplici variazioni in meno o in più, in corrispondenza delle varianti introdotte ed alle indicazioni della tariffa prezzi, per le varie operazioni elementari,

---

senza che l'Appaltatore possa accampare per ciò diritto a compensi speciali.

A) Tinteggiatura a calce a due mani di mezza tinta o tinte forti su intonachi di pareti o soffitti di ambienti o scale - Sarà eseguita come appresso:

1. imbiancatura preparatoria a latte di calce (qualora non sia già stata effettuata sull'intonaco fresco);
2. eventuali stuccature;
3. raschiatura e scartavetratura;
4. doppio strato di tinta a calce con terre ordinarie e fissativo di cui la prima mano con il pennellone e la seconda con la pompa.

B) Tinteggiatura a colla e gesso - La tinta sarà formata con bianco di zinco (o Meudon) stemperato a caldo nell'acqua insieme con colla e con colori che verranno prescritti. L'applicazione verrà effettuata dopo il raffreddamento. I colori potranno essere comuni di terre ordinarie e colori fini.

La tinteggiatura sarà eseguita come appresso:

1. preparazione con una mano di tinteggiatura a calce;
2. stuccatura, raschiatura e scartavetratura;
3. applicazione di due mani di tinta.

Il grado di intensità dell'applicazione dovrà essere tale da presentare, con due mani, una coloritura perfettamente uniforme.

**C) Verniciatura ad olio su legnami, intonachi, metalli** - La vernice sarà formata da olio di lino cotto, biacca e colori macinati. La verniciatura sarà eseguita come appresso:

**a) per i legnami:**

1. una prima mano di olio di lino cotto, o una mano di vernice come sopra molto diluita (velatina);
2. rasatura a stucco (formato da olio di lino cotto, colla e gesso);
3. levigatura con carta vetrata fina;
4. applicazione di due mani della vernice ad olio formata come sopra.

Ogni applicazione di vernice dovrà avere una tonalità di colore leggermente diversa.

**b) per gli intonachi:**

1. rasatura a stucco e levigatura come per i legnami;
2. applicazione di una mano di colla forte;
3. applicazione di due mani di vernice ad olio formato come sopra e applicata con le stesse modalità.

**c) per i metalli:**

1. raschiatura, stuccatura di eventuali falle e levigatura con carta vetrata fina;
2. applicazione di una mano di vernice ad olio di lino cotto e minio di piombo;
3. applicazione di due mani di vernice ad olio formata come sopra e applicata con le stesse modalità.

**D) Verniciatura a smalto comune su legnami ed intonachi:**

1. preparazione dei legnami e degli intonachi come alla precedente voce C);
  2. applicazione di una mano di vernice ad olio di lino cotto, biacca e colore;
  3. applicazione di una o due mani di vernice a smalto o di cementite (eseguita con appropriati prodotti in commercio).
-

## Rinforzo strutturale con reti in fibra di Poliparafenilenbenzobisoxazolo

Rinforzo strutturale con reti in fibra di PBO

Questo sistema di rinforzo strutturale sarà costituito da una rete mono-bidirezionale in fibra di PBO (del tipo RUREGOLD XP Calcestruzzo della Ruredil o similari) e da una matrice inorganica ecocompatibile (del tipo RUREGOLD MX Calcestruzzo della Ruredil o similari) da utilizzare per incrementare la resistenza a flessione semplice, taglio e pressoflessione di pilastri e travi, aumentare la duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri, aumentare la resistenza dei nodi travi pilastro, incrementare la duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, aumentare la capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico.

Il sistema FRCM conforme al DT n. 200/2004 e DT n. 200 R1/2013 dovrà avere:

La matrice (del tipo Ruregold MX Calcestruzzo della Ruredil o similari) conforme alla norma UNI EN 1504-3 dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza a compressione: 40 MPa
- resistenza a flessione: 4,0 MPa
- modulo elastico a 28 giorni: 7.000 MPa

La rete in fibra di PBO (del tipo RUREGOLD XP Calcestruzzo della Ruredil o similari) conforme al DT n. 200/2004 e DT n. 200 R1/2013 avrà le seguenti caratteristiche:

- densità (g/cm<sup>3</sup>): 1,56
- resistenza a trazione (GPa): 5,8
- modulo elastico (GPa): 270
- allungamento a rottura (%): 2,15
- peso della fibra di PBO nella rete: 88 g/m<sup>2</sup>
- spessore equivalente di tessuto secco - in ordito: 0,0455 mm. – in trama: 0,0115 mm.
- carico massimo per unità di larghezza – ordito: 264,0 kN/m – trama: 66,5 kN/m

Il sistema FRCM dovrà avere classificazione di reazione al fuoco, secondo UNI EN 13501-1: A2 – s1,d0.

Inoltre il sistema FRCM dovrà essere sottoposto a prove di durabilità conformemente a quanto prescritto dalla AC 434. In particolare:

- cicli di gelo e disgelo secondo ASTM D 2247-11
- immersione in acqua di mare (1000 e 3000 ore)
- immersione in soluzione alcalina a 37°C (1000 e 3000 ore)
- La resistenza a trazione dei provini trattati nelle condizioni sopra descritte, dovrà essere almeno pari all'85% di quella dei provini mantenuti in condizioni standard nel caso di esposizione per 1000 ore; e non inferiore all'80% di quella dei provini mantenuti in condizioni standard nel caso di esposizione per 3000 ore.

Il sistema dovrà essere posto in opera secondo le seguenti fasi e metodologie:

- Previa preparazione e pulizia del supporto (da computarsi a parte) applicazione di una specifica malta inorganica (del tipo Ruregold MX Calcestruzzo della Ruredil o similari) per circa 3 -4 mm;
- Annegare in rapida successione con la malta ancora fresca la rete in fibra di PBO (del tipo RUREGOLD XP Calcestruzzo della Ruredil o similari);
- Ricoprire il tutto con un'altra mano di malta inorganica (del tipo Ruregold MX Calcestruzzo della Ruredil o similari) per circa 3-4 mm. ;
- La rete deve essere stesa con cura esercitando una certa pressione al fine di permettere alla malta sottostante di penetrare attraverso la maglia;
- Nei punti di giunzione si prevede una sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

Eventuale applicazione, su richiesta del progettista, di un secondo strato di rete orientato a 45° rispetto al precedente, completato dalla stesura di uno strato di malta, da computarsi a parte. La quantità di rete di PBO da utilizzare e il suo dimensionamento saranno stabiliti dal progettista secondo criteri di calcolo statico.

#### Note Aggiornamenti:

- Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti. Dicembre 2018
- Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti. CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO TECNICO CENTRALE. Maggio 2019. (aggiorna e sostituisce la precedente Linea Guida pubblicata con DP n. 220 del 9 luglio 2015)
- M\_INF.CSLP.REG\_ATTI\_INT\_CONSUP.R.0000208.09-04-2019. Approvazione “Linee Guida per la identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete)”
- M\_INF.CSLP.REG\_ATTI\_INT\_CONSUP.R.0000293.29-05-2019 .

#### DECRETA

##### Articolo 1

1. E' approvato il testo della *“Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti”*, che aggiorna e sostituisce la medesima Linea guida già pubblicata dal Consiglio Superiore dei lavori pubblici con DP n.220 del 9 luglio 2015.

##### Articolo 2

1. Restano validi, fino alla naturale scadenza, i Certificati di Idoneità Tecnica (CIT) ed i Certificati di Valutazione Tecnica (CVT) già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale ai sensi della precedente Linea Guida.

2. Per un periodo di dodici mesi, decorrenti dalla data del presente decreto, esclusivamente per quanto concerne l'impiego di compositi a matrice polimerica (FRP) rinforzati con fibre di acciaio o di basalto, da utilizzarsi per il consolidamento di costruzioni esistenti, i Fabbricanti che abbiano presentato al Servizio Tecnico Centrale istanza di CVT per compositi realizzati con le suddette fibre, nelle more del rilascio o diniego del certificato, possono fare riferimento a quanto disposto in merito al punto 8.6 delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17.01.2018, commercializzando i medesimi prodotti per i quali è stata richiesta la certificazione, accompagnati da dichiarazione – resa sotto la propria responsabilità - che gli stessi sono conformi alle disposizioni della Linea Guida di cui all'art. 1 del presente decreto.

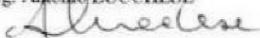
3. Trascorso il periodo di cui al comma 2, fermo restando quanto previsto al comma 1, per il consolidamento di costruzioni esistenti tramite compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP), potranno essere impiegati solo materiali in possesso di CVT rilasciato ai sensi della Linea Guida di cui all'art. 1 del presente decreto, ovvero in possesso di European Technical Assessment (ETA); in quest'ultimo caso, ai fini dell'impiego, resta comunque fermo il rispetto delle disposizioni delle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni e della Linea Guida di cui all'art. 1 del presente decreto.

##### Articolo 3

1. Il presente decreto e la Linea Guida allegata sono pubblicati sul sito internet istituzionale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici.

**Prof. Ing. Donato CARLEA**

Il Dirigente Div. 2<sup>a</sup>  
Ing. Antonio LUCCHESI



**SEGUONO LE SCHEDE TECNICHE E PRESTAZIONALI DI:**

- **RETE IN FIBRA DI PBO BIDIREZIONALE IN MATRICE INORGANICA ECOCOMPATIBILE**
- **CONNESSIONI IN FIBRA DI PBO UNIDIREZIONALI IN MATRICE INORGANICA ECOCOMPATIBILE**

**SI PRECISA CHE LA DICITURA "RUREDIL" ASSUME CARATTERE TIPOLOGICO E NON PREFERENZIALE IN CASO DI FORNITURA.**

---

# RUREGOLD® XP Calcestruzzo

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete bidirezionale in PBO e matrice inorganica stabilizzata per le costruzioni in calcestruzzo



## Il materiale

RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete bidirezionale non bilanciata in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ed eguaglia le prestazioni dei tradizionali FRP con fibre di carbonio e legante epossidico.

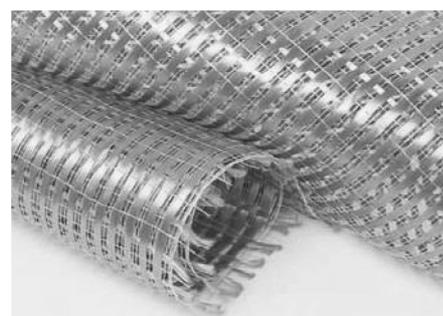
Il sistema RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO è costituito da:

- RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO: rete in fibra di PBO con larghezza 50 e lunghezza 15 m o larghezza 100 e lunghezza 15 m;
- RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO: matrice inorganica stabilizzata conforme alla norma UNI EN 1504-3.

## Le proprietà

Il sistema RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a flessione semplice, taglio e pressoflessione di pilastri e travi, della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri, della resistenza dei nodi travi-pilastro;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne elevati tassi di umidità ambientale;



viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a

elevati tassi di umidità ambientale;

- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

## I campi di applicazione

RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO viene impiegato per il rinforzo delle strutture in calcestruzzo armato normale e precompresso, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature. In particolare, si applica nel rinforzo statico:

- a flessione, a taglio, a torsione;
  - nel confinamento di pilastri pressoinflessi con piccola eccentricità e con grande eccentricità, attuando anche un rinforzo longitudinale;
- e nell'adeguamento sismico per incrementare:
- la resistenza a flessione semplice o a pressoflessione di pilastri e travi;
  - la resistenza a taglio di travi e pilastri;
  - la duttilità delle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura;
  - la resistenza a trazione dei pannelli dei nodi trave-pilastro con le fibre disposte secondo le isostatiche di trazione.

## Modalità di applicazione

### Preparazione del supporto

- Eliminare polvere e parti incoerenti o procedere prima ad una sabbiatura meccanica o con idropulitrice fino a totale eliminazione dello strato millimetrico della boiaccia cementizia. Particolare attenzione deve essere rivolta ai residui lasciati dai trattamenti superficiali, quali pitture, disarmanti, isolanti ecc.
- La superficie idonea all'applicazione dei sistemi di rinforzo composito deve risultare planare e priva di irregolarità. Eventuali difetti macroscopici devono essere riparati utilizzando le idonee malte della linea EXOCEM seguendo le indicazioni contenute nella rispettive schede tecniche.
- È inoltre prescritto l'arrotondamento di eventuali spigoli (raggio di curvatura +/- 3 cm) quando questi vengono fasciati dal composito.

### Preparazione del materiale

- Versare nella betoniera circa il 90% dell'acqua prescritta, quindi azionare l'impastatrice aggiungendo RUREGOLD® MIX CALCESTRUZZO senza interruzioni per evitare la formazione di grumi.

- Mescolare l'impasto per 2-3 minuti, quindi aggiungere la restante acqua prevista in scheda tecnica e rimescolare per altri 1-2 minuti. Lasciare riposare l'impasto per circa 2-3 minuti, quindi rimescolarlo e infine applicarlo.
- È sconsigliata la miscelazione a mano.

### Messa in opera

- Bagnare il sottofondo saturandolo con acqua, avendo cura di asportarne l'eccesso.
- Applicare RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO con frattazzo metallico liscio in spessore di circa 3-4 mm; attendere un paio di minuti prima di annegarvi la rete RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO .
- Applicare un secondo strato di circa 3-4 mm di RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO in modo tale da coprire completamente la rete. Nel caso in cui fossero previsti più strati sovrapposti di RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO, ripetere le operazioni indicate ai punti precedenti, fresco su fresco, avendo l'accortezza di applicare lo strato successivo quando il precedente non sia ancora completamente indurito.
- Nei punti di giunzione, prevedere una sovrapposizione di circa 10 cm.
- Qualora la malta perda lavorabilità, non aggiungere ulteriore acqua, ma rimescolare l'impasto per circa 1-2 minuti prima di continuare ad applicarlo.
- Si raccomanda di non eseguire l'applicazione del sistema RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO al sole, durante le ore calde dei mesi estivi, con vento moderato o forte.
- In caso di pioggia, provvedere a proteggere la struttura con mezzi adeguati.
- È consigliabile applicare il prodotto con temperature comprese tra +5 °C e +35 °C. Temperature più basse (4-10°C) rallentano notevolmente la presa, mentre temperature più elevate (35-50°C) fanno perdere velocemente lavorabilità alla malta.

### Stagionatura

- Come nel comune impiego di qualsiasi malta cementizia, in condizioni ambientali severe (forte ventilazione o esposizione solare), è necessario prevedere l'impiego di un agente antievaporante (CURING S) o l'utilizzo di un tessuto non tessuto umido.
- In caso di pioggia imminente, provvedere a proteggere il rinforzo applicato con mezzi adeguati.

### Caratteristiche tecniche

Caratteristiche della fibra in PBO (POLIParafenIlLenbenZOblSOXaZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm <sup>3</sup>
Allungamento a rottura	2,15 %

Caratteristiche della rete RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO	
Peso delle fibre di PBO nella rete	88 g/m <sup>2</sup>
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione dell'ordito	0,0455 mm
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione della trama	0,0115 mm
Carico di rottura dell'ordito per unità di larghezza	264,0 kN/m
Carico di rottura della trama per unità di larghezza	66,5 kN/m
Peso della rete (supporto + fibre in PBO)	110 g/m <sup>2</sup>

Caratteristiche della Matrice Inorganica RureGold® MX Calcestruzzo	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	175 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,80 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREDIL MX CALCESTRUZZO	25 - 27 litri
Resa	≈ 1,400 kg/m <sup>2</sup> /mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	40,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	4,0 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	12.500 MPa

Caratteristiche del Sistema RureGold® XP Calcestruzzo	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

## Conformità dei sistemi di rinforzo strutturali alla norma europea Uni en 13501-1 (fuoco)

**FRCM: Fiber Reinforced Cementitious Matrix**

I rinforzi strutturali FRCM, tipo RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO, sono classificati come materiali che non danno nessun contributo ad incrementare il fuoco anche in condizioni di un incendio pienamente sviluppato. Inoltre, non provocano fumi tossici e non formano gocce incandescenti, potenzialmente molto pericolosi per le persone durante un incendio.

Classificazione di reazione al fuoco: A2 – s1,d0

**FRP: Fiber Reinforced Polymer**

I rinforzi strutturali FRP, tipo Carbon Fiber Reinforced Polymer, sono, invece, classificati come materiali combustibili, suscettibili di flash over.

Classificazione di reazione al fuoco: E

I sistemi FRP, contribuendo alla generazione e/o alla propagazione del fuoco, necessitano di una adeguata protezione con prodotti intumescenti (come previsto dal DT 200/2004).

## Influenza della temperatura e dell'umidità in esercizio, sulle prestazioni meccaniche di rinforzi strutturali FRP e FRCM

Ruredil ha commissionato uno studio sperimentale all'Istituto per le Tecnologie della Costruzione del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ITC-CNR), per valutare il comportamento a taglio e flessione dei sistemi FRP ed FRCM variando umidità relativa e temperatura di esercizio.

**Sistema C-FRP: Carico di rottura a taglio in funzione di temperatura e UR**

Il grafico riassume il comportamento a taglio del rinforzo FRP nelle condizioni ambientali di temperatura compresa tra 23°C e 40°C con UR tra 50% e 100%.

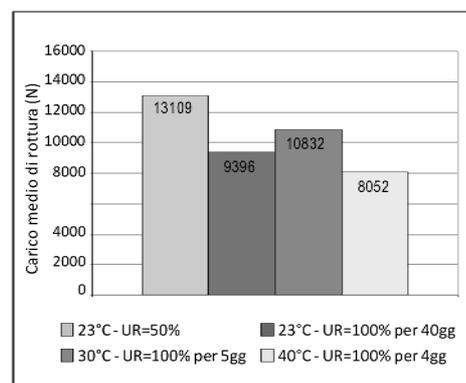
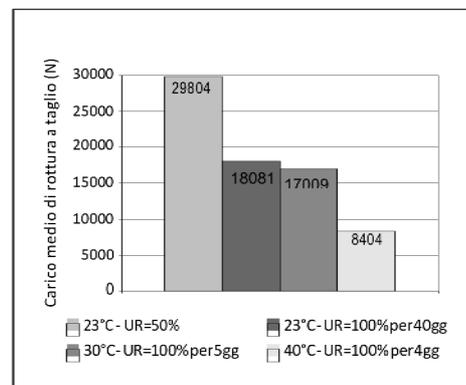
Da rilevare come in pochi giorni (5gg) di esposizione al 100% di UR per una temperatura ambientale di 30°C si abbia una notevole perdita della capacità di resistenza a taglio del

**Sistema C-FRP: Carico di rottura a flessione in funzione di temperatura e UR**

Il grafico riassume il comportamento a flessione del rinforzo FRP nelle condizioni ambientali di temperatura compresa tra 23°C e 40°C con UR tra 50% e 100%. 40°C con UR tra 50% e 100%.

## Stoccaggio

- RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO: conservare la confezione all'asciutto e lontano da fonti di calore.
- RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO: è sensibile all'umidità, pertanto deve essere conservato in ambiente coperto e asciutto, a una temperatura compresa tra +5 °C e +35 °C. Una volta aperta la confezione, utilizzare tutto il contenuto. La durata nella confezione sigillata è di 24 mesi dal confezionamento.



Anche per la prova a flessione si osserva che bastano pochi giorni (5gg) di esposizione al 100% di UR ad una temperatura ambientale di 30°C per avere una perdita della capacità di resistenza del rinforzo (-17%), decremento che in soli 4gg a 40 °C e 100% di UR diventa del 38%.

### Sistema PBO-FRCM: Carico di rottura a flessione in funzione di temperatura e UR

Infine l'ultimo grafico riassume il comportamento a flessione del rinforzo FRCM (RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO) nelle condizioni ambientali di temperatura compresa tra 23 °C e 30 °C con UR tra 50% e 100%.

A differenza dei sistemi FRP i rinforzi a matrice cementizia non subiscono alcun decremento delle prestazioni meccaniche al variare della temperatura ed umidità relativa.

Pertanto alla luce della sperimentazione eseguita, anche in assenza di normativa cogente, si raccomanda al progettista, al committente e all'impresa esecutrice di verificare se sulla scheda tecnica degli FRP sono riportati, per le condizioni termoigrometriche comprese tra 25 ÷ 45 °C e/o UR tra 60 ÷ 100%, i valori di resistenza a taglio e flessione. Questi dati, qualora non fossero riportati sulla scheda tecnica, dovrebbero comunque essere messi a disposizione dall'azienda produttrice con certificazione di Ente esterno, vista la rilevanza dei sistemi FRP sulla sicurezza degli interventi di consolidamento e di adeguamento e/o di rinforzo sismico dell'edilizia preesistente.

## Prestazioni meccaniche

L'eventuale modalità di crisi dell'elemento strutturale c.a.-composito avviene per:

1. rottura per compressione del calcestruzzo compresso;
2. rottura per trazione del materiale di rinforzo (in rari casi);
3. delaminazione del rinforzo che si realizza con il distacco del rinforzo dal supporto (nel 99% dei casi).

Nello spirito del Documento Tecnico CNRDT200/2004, il dimensionamento di un rinforzo a flessione deve essere calcolato considerando la relazione:  $\epsilon_{fd} = \min \{ \epsilon_{FRd}, \epsilon_{fdd} \}$

dove:

$\epsilon_{FRd}$  = deformazione caratteristica a rottura del rinforzo

$\epsilon_{fdd}$  = dilatazione massima per delaminazione intermedia

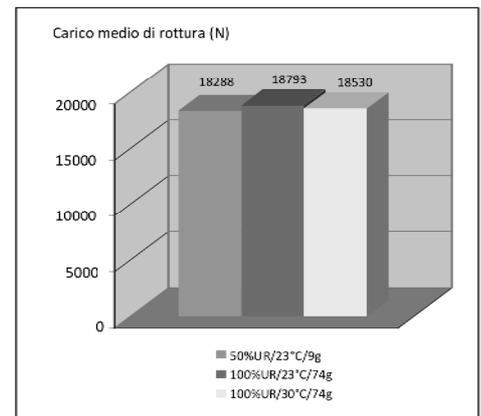
Pertanto, è importante, ai fini progettuali, una accurata caratterizzazione dell'interfaccia tra il rinforzo e il supporto, e quindi calcolare  $\epsilon_{fd}$ .

## Prove di caratterizzazione

Per la valutazione dell'efficienza del PBO-FRCM per il rinforzo di travi di calcestruzzo sono state eseguite le seguenti prove:

### Dilatazione di delaminazione intermedia:

prove di flessione su tre e quattro punti di travi di sezione 40 cm x 25 cm testate su luci di 1,6 m e 2,2 m con diverse configurazioni di rinforzo. In termini di incrementi di resistenza, si osserva che il beneficio del rinforzo fibroso, rispetto al caso non rinforzato, si aggira sul 10-50% o più (vedi esempio diagramma carico-spostamento in mezzeria (es. Fig. 1).



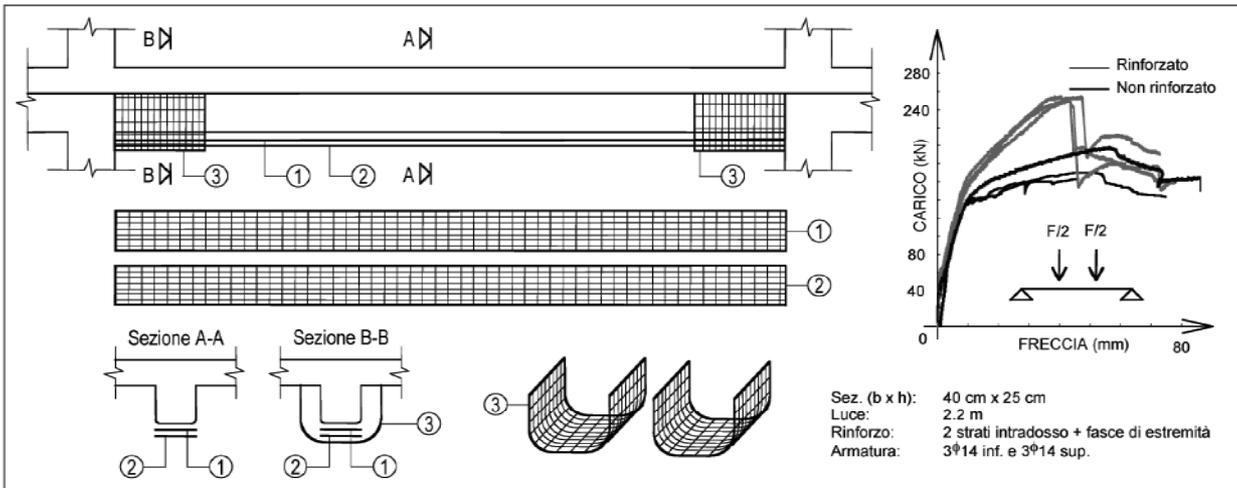


Fig. 1

### Dilatazione di delaminazione di estremità:

- prove di trazione secondo lo schema in Fig. 2.

In tutti i provini il rinforzo è disposto su due facce parallele (uno strato per ogni faccia). I diversi provini sono stati realizzati adottando diverse lunghezze di ancoraggio L, pari a 50, 100, 150 e 200 mm.

Queste prove hanno consentito di tracciare, per le diverse lunghezze di ancoraggio adottate, le curve sforzo normale massimo - scorrimento massimo (all'estremo caricato) e sforzo normale massimo - scorrimento minimo (all'estremo libero). Sulla base di questi risultati è possibile la calibrazione di un legame aderenza - scorrimento relativamente all'interfaccia fibre/matrice e quindi la valutazione dell'energia di frattura di detta superficie di interfaccia.

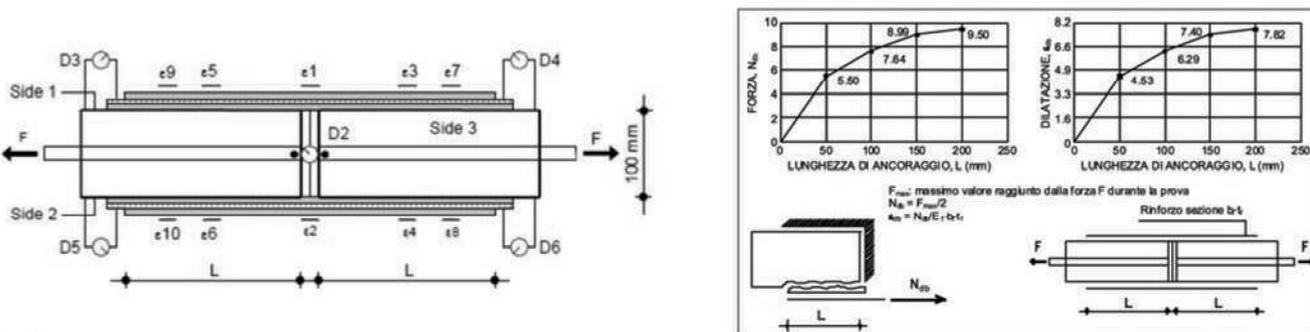


Fig. 2

### Confinamento:

Infine, è stata realizzata una campagna sperimentale di prove di compressione centrata di cilindri e prismi a sezione quadrata di calcestruzzo non confinati e confinati (vedi Fig. 3) utilizzando varie configurazioni di rinforzo, caratterizzate dal numero di strati di rete applicati. Sia nel caso dei cilindri che nel caso dei prismi sono stati considerati uno, due e tre strati di rete. Dalle prove è risultato che il confinamento con materiale composito RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO è efficace sia in termini di incremento di resistenza che di incremento di deformazione ultima.

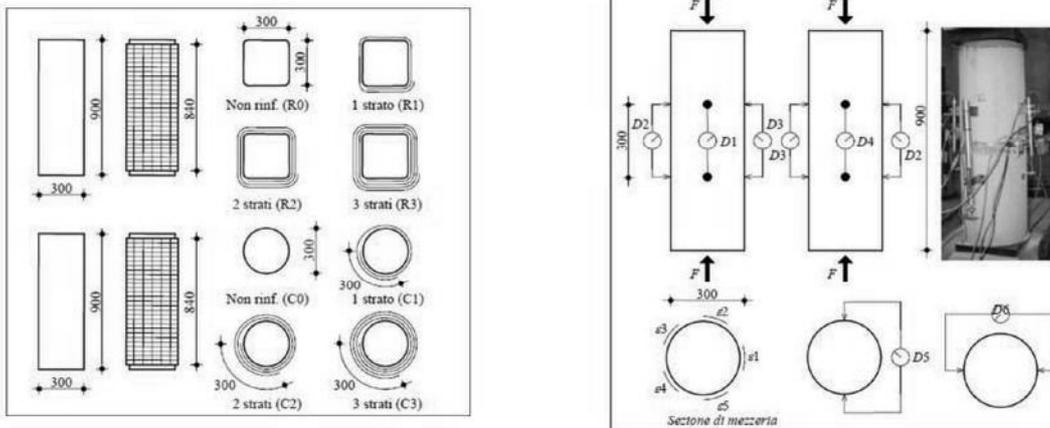


Fig. 3

### Criteri di progettazione dei rinforzi con RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO

Nello spirito del Documento Tecnico CNR-DT 200/2004, il dimensionamento del rinforzo flessionale può essere condotto allo Stato Limite Ultimo, considerando una resistenza di progetto del rinforzo che tenga conto della modalità di crisi per «delaminazione intermedia», che nel caso del rinforzo RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO avviene solitamente per scorrimento tra le fibre e la matrice cementizia.

#### travi inflesse di c.a.

Sulla base delle sperimentazioni condotte, si suggerisce di assumere come resistenza a trazione di progetto del rinforzo (tenendo conto anche della crisi per delaminazione intermedia) i seguenti valori.

- Con uno strato di rinforzo all'intradosso e fasce U di estremità:  
 $F_{rd} = 158,5 \text{ kN/m}$  (forza per unità di larghezza di rinforzo), corrispondente alla tensione di rottura (ordito) di calcolo  $f_{rd} = 3483 \text{ N/mm}^2$  e alla dilatazione ultima di calcolo  $\epsilon_{rd} = 12,9\%$ .
- Con due strati di rinforzo all'intradosso, fino a un massimo di quattro, e fasce U di estremità:  
 $F_{rd} = 294,8 \text{ kN/m}$  (forza per unità di larghezza di rinforzo), corrispondente alla tensione di rottura (ordito) di calcolo  $f_{rd} = 3240 \text{ N/mm}^2$  e alla dilatazione ultima di calcolo  $\epsilon_{rd} = 12,0\%$ .

I valori sopra riportati sono da utilizzarsi esclusivamente per la valutazione del momento ultimo delle sezioni rinforzate a flessione.

Anche la verifica allo Stato Limite Ultimo di delaminazione di estremità può essere condotta nello spirito del documento CNR-DT 200/2004 considerando, per le diverse configurazioni, tensioni di distacco all'estremità del rinforzo pari a circa il 20% delle resistenze di calcolo sopra indicate.

Per contrastare la delaminazione di estremità del rinforzo sono comunque utili le fasce a staffa come in figura 1 (che operano inoltre un rinforzo a taglio).

#### Confinamento

I valori della resistenza a compressione degli elementi confinati possono essere ottenuti introducendo nelle formulazioni delle linee guida CNR-DT200/2004 la dilatazione di delaminazione delle fibre dalla matrice cementizia  $\epsilon_{rd}$ , rispettivamente  $\epsilon_{rd} = 12,9\%$  per uno strato di rinforzo,  $\epsilon_{rd} = 12,0\%$  per due strati di rinforzo fino a un massimo di quattro.

Si rimarca che le resistenze di calcolo sopra riportate possono essere raggiunte solo se il calcestruzzo del copriferro possiede idonee caratteristiche meccaniche.

In caso contrario, potrebbero verificarsi rotture premature nel copriferro e conseguentemente la crisi con scorrimento delle fibre nella matrice cementizia non potrebbe essere raggiunta.

Si raccomanda pertanto una attenta valutazione delle caratteristiche meccaniche dello strato superficiale del calcestruzzo e la ricostruzione dell'intero copriferro se queste non risultassero adeguate e nei casi di avanzata corrosione delle armature metalliche.

Determinata la sezione di rinforzo che soddisfa lo Stato Limite Ultimo, possono essere eseguite le verifiche agli Stati Limite di Esercizio, ed in particolare quella relativa alle tensioni. In generale, è da considerare lo stato di sollecitazione preesistente (dovuto ai carichi presenti all'istante dell'applicazione del rinforzo), al quale consegue una dilatazione differenziale tra il supporto e il rinforzo.

### **nota bene**

*Il progetto di un intervento di rinforzo deve comunque basarsi, come per ogni tipo di materiale composito, su una attenta valutazione delle caratteristiche della struttura da rinforzare. In particolare devono essere indagate la qualità dei materiali in opera (calcestruzzo, acciaio, muratura e relativa malta) il loro eventuale stato di degrado e la loro efficienza statica (come ad esempio l'ammontare di armatura metallica presente, lo stato del copriferro e la corrosione delle armature). Deve poi essere valutata la modalità di crisi della struttura prima e dopo l'intervento di rinforzo.*

*Il progettista deve conoscere le proprietà meccaniche e la durabilità del rinforzo strutturale nelle diverse condizioni termoigrometriche in cui esso verrà applicato. Il progettista, prima della consegna del progetto esecutivo, dovrà stimare, sulla base di imprescindibili prove in situ, la caratterizzazione meccanica della struttura e i danni locali (fessurazioni e distacchi) da riparare. Una prova globale di carico prima e dopo l'intervento è fortemente raccomandata, per certificare il funzionamento dell'accoppiamento composito-struttura.*

*Il direttore dei lavori dovrà procedere ad un'accurata verifica di accettazione del materiale composito sotto il profilo meccanico e di stabilità nelle diverse condizioni ambientali di applicazione del medesimo, al rispetto delle condizioni previste dal progettista per quanto riguarda le superfici di incollaggio e all'esecuzione di una prova preventiva oltre alle usuali attività di controllo sulla posa in opera che includono l'applicazione del composito.*

## Scheda CataLOGO rUreGOLd® XP CaLCeStrUZZO

Specifiche chimico/fisiche:	Composizione di massima:	Confezione	Codice
Peso della rete (PBO + supporto): 110g/m <sup>2</sup> ± 3%	Rete in fibra di PBO.	bobine da 15 m <sup>2</sup> (15m lineari, altezza 100 cm)	0109450030
	<b>definizione prestazionale:</b> Rete bidirezionale in PBO non bilanciata per rinforzi strutturali a base cementizia di costruzioni in calcestruzzo.	bobine da 7,5 m <sup>2</sup> (15m lineari, altezza 50 cm)	0109450020
		<b>Consumo</b> Da considerare un sormonto dei teli di circa 10cm in corrispondenza delle giunzioni.	

Aggiornamento 03.2013

La nostra Società è certificata secondo UNI EN ISO 9001:2008 da ICMQ e Certiquality per la: "Progettazione, produzione e commercio di prodotti chimici e speciali per edilizia". Il nostro sistema qualità si basa sulla vendita a catalogo, strumento contrattuale tra la nostra società e il cliente. Ruredil, con questo strumento, garantisce al suo cliente che il prodotto, oggetto di fornitura, è conforme alle specifiche chimico-fisiche della presente scheda catalogo. Questo tipo di vendita ci esonera dall'emissione del certificato di analisi che, per sua natura, garantisce solamente le prestazioni della specifica fornitura.

## Scheda CataLOGO rUreGOLd® MX CaLCeStrUZZO

Specifiche chimico/fisiche:	Composizione di massima:	Confezione	Codice
Densità (malta fresca): 1,80 ± 0,05 g/cc Consistenza: 175 mm ± 10 Conforme alla norma UNI EN 1504-3	Matrice inorganica stabilizzata.	sacchi da 25 kg	0109453020
	<b>definizione prestazionale:</b> Matrice inorganica stabilizzata per rinforzi strutturali FRCM di elementi e strutture in calcestruzzo.	<b>resa</b> Circa 5 sacchi per 1 rotolo di rete.	

Aggiornamento 09.2012

La nostra Società è certificata secondo UNI EN ISO 9001:2008 da ICMQ e Certiquality per la: "Progettazione, produzione e commercio di prodotti chimici e speciali per edilizia". Il nostro sistema qualità si basa sulla vendita a catalogo, strumento contrattuale tra la nostra società e il cliente. Ruredil, con questo strumento, garantisce al suo cliente che il prodotto, oggetto di fornitura, è conforme alle specifiche chimico-fisiche della presente scheda catalogo. Questo tipo di vendita ci esonera dall'emissione del certificato di analisi che, per sua natura, garantisce solamente le prestazioni della specifica fornitura.

# RUREGOLD® JX Joint

Sistema di connessione strutturale FRCM con fibre unidirezionali in PBO e matrice inorganica stabilizzata per l'ancoraggio dei sistemi di rinforzo RUREGOLD®



## Il materiale

RUREGOLD® JX JOINT è un sistema di connessione in fibre unidirezionali di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) per la realizzazione dell'ancoraggio fra le strutture esistenti e i sistemi di rinforzo strutturale in PBO di tipo FRCM. Il connettore è da realizzarsi a piè d'opera ed è costituito da un fascio di fibre lunghe unidirezionali di PBO trattenute all'interno di una speciale rete che conferisce una forma cilindrica al sistema.

Il sistema RUREGOLD® JX JOINT è costituito da:

- RUREGOLD® JX JOINT: fascio in fibra di PBO con diametro 3 o 6 mm, lunghezza 10 m;
- RUREGOLD® MJ JOINT: matrice inorganica stabilizzata idonea per applicazioni su calcestruzzo e muratura.

Il sistema di rinforzo prevede l'impregnazione e l'ancoraggio del connettore RUREGOLD® JX JOINT con la malta RUREGOLD® MJ JOINT.

## Le proprietà

Il sistema RUREGOLD® JX JOINT, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MJ JOINT, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un sistema di connessione FRP a base di resina epossidica o poliesteri:

- efficace collegamento tra la struttura dell'edificio e i sistemi di rinforzo applicati, per realizzare la continuità necessaria a garantire l'affidabilità del rinforzo;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive tra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- ottima adesione a qualsiasi materiale da costruzione: calcestruzzo armato normale e precompresso, o muratura;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;



- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

## I campi di applicazione

RUREGOLD® JX JOINT viene impiegato per la connessione dei sistemi di rinforzo della linea RUREGOLD® al supporto delle strutture, siano esse in calcestruzzo o in muratura, in tutte le condizioni termoigrometriche di esercizio.

## Modalità di applicazione

### Operazioni preliminari

- Praticare i fori nel supporto con la profondità, l'inclinazione e la distanza prevista da progetto, impiegando un trapano con un numero di giri adeguato alla consistenza del materiale da perforare.
- Nel caso la messa in opera del connettore serva per l'ancoraggio di un rinforzo strutturale, eseguire l'operazione di perforazione dopo l'applicazione del rinforzo strutturale medesimo, a indurimento della matrice avvenuto.

### Preparazione del supporto

- Eliminare polvere e parti incoerenti prodotte con la perforazione all'interno del foro mediante un getto di aria compressa, per garantire la migliore adesione della matrice al supporto.

### Preparazione del materiale

- Miscelare per almeno 3 minuti con trapano a frusta a bassa velocità, l'intero contenuto della confezione con circa il 90% dell'acqua prescritta fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi. Aggiungere, la restante quantità d'acqua come indicato nella tabella di confezionamento (non superare il limite massimo prescritto del 21%, pari a 1,05 litri per ogni confezione da 5 kg).
- Tagliare il fiocco RUREGOLD® JX JOINT con una lunghezza pari a quella del foro precedentemente eseguito, aumentata di almeno 15 cm per ogni estremità da ancorare sulla superficie della struttura.

### Messa in opera

Bagnare il foro per l'alloggiamento del connettore, evitando ristagni d'acqua.

Sfilare dall'estremità del fiocco le fibre dalla speciale rete di contenimento del connettore, avendo cura di non estrarla completamente, ma solo per la lunghezza che dovrà essere inserita nel foro e trattenere con una mano l'estremo del connettore non "liberato" dalla rete; procedere all'apertura del fascio di fibre in PBO per favorire la successiva impregnazione della matrice RUREGOLD® MJ JOINT.

Impregnare le fibre mediante completa immersione del connettore nella matrice RUREGOLD® MJ JOINT; per favorire questa operazione, si raccomanda di prelevare una porzione della malta RUREGOLD® MJ JOINT precedentemente confezionata e portarla a consistenza superfluida con acqua (4 parti di malta fresca + 1 parte di acqua).

- Riposizionare la speciale rete di contenimento, avendo cura di compattare bene le fibre intrise di matrice.
- Riempire il foro con RUREGOLD® MJ JOINT; con l'ausilio di RUREGOLD® PISTOLA.
- Inserire nel foro il connettore impregnato, avendo cura di spingerlo in profondità.
- Eliminare la calza nel tratto di connettore che fuoriesce dal foro.
- Applicare un primo strato di 3-4 mm di RUREGOLD® MJ JOINT sulla superficie precedentemente rinforzata con uno dei sistemi della linea RUREGOLD® in corrispondenza del foro da cui fuoriesce il connettore.
- Aprire le fibre del connettore, distenderle a ventaglio sulla superficie e ricoprirle completamente con un secondo strato di 3-4 mm di RUREGOLD® MJ JOINT.

### Caratteristiche tecniche

Caratteristiche della fibra in PbO (POLIParafenilLenbenZOblsOXaZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm <sup>3</sup>
Allungamento a rottura	2,15 %

Caratteristiche della Matrice in Organica RUREGOLD® MJ JOINT	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	190 mm
Peso specifico malta fresca (UNI EN 1015-6)	1,80 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 5 kg di RUREGOLD® MJ JOINT	1 - 1,05 litri (pari a 20-21 %)
Resa per 10 m di connettore	8 - 10 kg
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	40,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	3,0 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	18.500 MPa

Caratteristiche Meccaniche del Sistema RUREGOLD® JX JOINT		
Diametro	3 mm	6 mm
Tensione di rottura a trazione	≥1500 MPa	≥1500 MPa
Dilatazione di delaminazione per calcestruzzo	4‰	4‰
Dilatazione di delaminazione per muratura	5‰	5‰

Caratteristiche del Sistema RUREGOLD® JX JOINT	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

### stoccaggio

- RUREGOLD® JX JOINT: conservare la confezione all'asciutto e lontano da fonti di calore.
- RUREGOLD® MJ JOINT: è sensibile all'umidità, pertanto deve essere conservato in ambiente coperto e asciutto, ad una temperatura compresa tra + 5 °C e + 35 °C. Una volta aperta la confezione, utilizzare tutto il contenuto. La durata nella confezione sigillata è di 24 mesi dal confezionamento.

## Conformità dei sistemi di rinforzo strutturali alla norma europea UNI en 13501-1 (fuoco)

*FRCM: Fiber Reinforced Cementitious Matrix*

I rinforzi strutturali FRCM, tipo RUREGOLD® JX JOINT, sono classificati come materiali che non danno nessun contributo ad incrementare il fuoco anche in condizioni di un incendio pienamente sviluppato. Inoltre, non provocano fumi tossici e non formano gocce incandescenti, potenzialmente molto pericolosi per le persone durante un incendio.

Classificazione di reazione al fuoco: A2 – s1,d0

*FRP: Fiber Reinforced Polymer*

I rinforzi strutturali FRP, tipo Carbon Fiber Reinforced Polymer, sono, invece, classificati come materiali combustibili, suscettibili di flash over.

Classificazione di reazione al fuoco: E

I sistemi FRP, contribuendo alla generazione e/o alla propagazione del fuoco, necessitano di una adeguata protezione con prodotti intumescenti (come previsto dal DT 200/2004).

## Prestazioni meccaniche

Nello spirito del Documento Tecnico CNRDT200/2004, il dimensionamento di un rinforzo a flessione deve essere calcolato considerando la relazione:  $\epsilon_{fd} = \min \{ \epsilon_{frd}, \epsilon_{fdd} \}$

dove:

$\epsilon_{frd}$  = deformazione caratteristica a rottura del rinforzo

$\epsilon_{fdd}$  = dilatazione massima per delaminazione intermedia

Pertanto, è importante, ai fini progettuali, una accurata caratterizzazione dell'interfaccia tra il rinforzo e il supporto, e quindi calcolare  $\epsilon_{fd}$ .

Per la valutazione dell'efficienza del connettore RUREGOLD® JXJOINT sono state eseguite:

- le prove di trazione del connettore da fori praticati in blocchi di calcestruzzo (metodologia interna);
- prove di aderenza su muretti in muratura secondo double-shear push test (Yao et Al 2004).

A titolo di esempio sono riportati alcuni grafici rappresentativi delle prove svolte.

*RUREGOLD® JX JOINT diametro 3 mm / RUREGOLD® MJ JOINT*

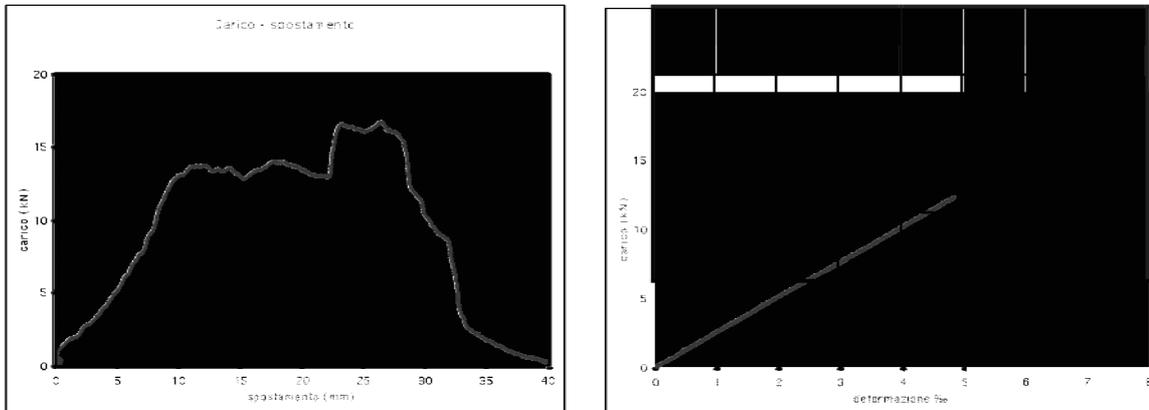


Fig. 1.  
Prove di trazione da fori praticati in blocchi di calcestruzzo.

*RUREGOLD® JX JOINT diametro 3 mm / RUREGOLD® MJ JOINT*

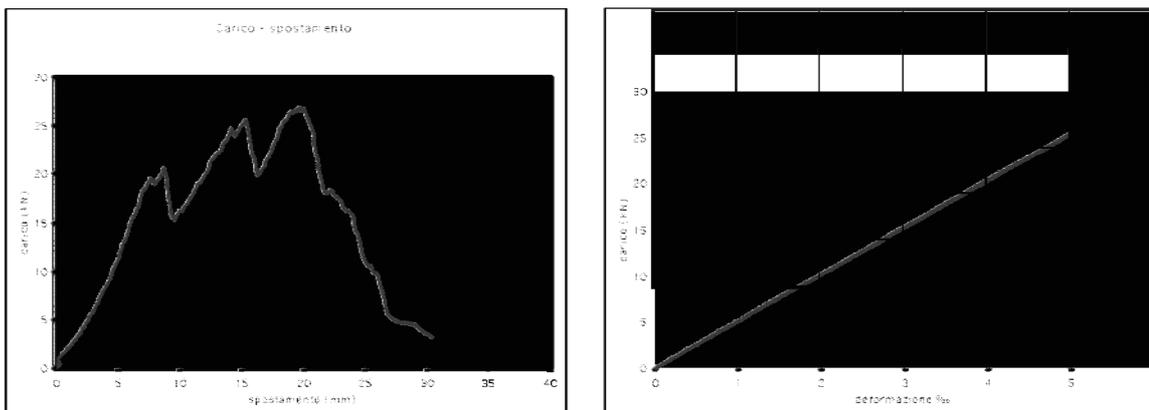


Fig. 2.  
Prove di aderenza su muretti in muratura secondo double-shear push test.

### nota bene

Il progetto di un intervento di rinforzo deve comunque basarsi, come per ogni tipo di materiale composito, su una attenta valutazione delle caratteristiche della struttura da rinforzare. In particolare devono essere indagate la qualità dei materiali in opera (calcestruzzo, acciaio, muratura e relativa malta), il loro eventuale stato di degrado e la loro efficienza statica (come ad esempio l'ammontare di armatura metallica presente, lo stato del copriferro e la corrosione delle armature). Deve poi essere valutata la modalità di crisi della struttura prima e dopo l'intervento di rinforzo.

Il progettista deve conoscere le proprietà meccaniche e la durabilità del rinforzo strutturale nelle diverse condizioni termoigrometriche in cui esso verrà applicato. Il progettista, prima della consegna del progetto esecutivo, dovrà stimare, sulla base di imprescindibili prove in situ, la caratterizzazione meccanica della struttura e i danni locali (fessurazioni e distacchi) da riparare. Una prova globale di carico prima e dopo l'intervento è fortemente raccomandata, per certificare il funzionamento dell'accoppiamento composito-struttura.

Il direttore dei lavori dovrà procedere ad un'accurata verifica di accettazione del materiale composito sotto il profilo meccanico e di stabilità nelle diverse condizioni ambientali di applicazione del medesimo, al rispetto delle condizioni previste dal progettista per quanto riguarda le superfici di incollaggio e all'esecuzione di una prova preventiva oltre alle usuali attività di controllo sulla posa in opera che includono l'applicazione del composito.

### sCheda CataLOgOrUregOLd® JX JOInt

specifiche chimico/fisiche:	Composizione di massima:	Confezione	Codice
Lunghezza: 10 m ± 3%	Fascio in fibra di PBO.	dispenser da 10 m, 0 3 mm	0109401020
	<b>definizione prestazionale:</b> Connettore in PBO per l'ancoraggio dei rinforzi strutturali a matrice inorganica della linea RUREGOLD®.	dispenser da 10 m, 0 6 mm	0109401030
		<b>Consumo</b> Da considerare una lunghezza aggiuntiva a quella del foro pari ad almeno 15 cm per ogni estremità da fissare al supporto.	

Aggiornamento 09.2012

La nostra Società è certificata secondo UNI EN ISO 9001:2008 da ICMQ e Certiquality per la: "Progettazione, produzione e commercio di prodotti chimici e speciali per edilizia". Il nostro sistema qualità si basa sulla vendita a catalogo, strumento contrattuale tra la nostra società e il cliente. Ruredil, con questo strumento, garantisce al suo cliente che il prodotto, oggetto di fornitura, è conforme alle specifiche chimico-fisiche della presente scheda catalogo. Questo tipo di vendita ci esonera dall'emissione del certificato di analisi che, per sua natura, garantisce solamente le prestazioni della specifica fornitura.

### sCheda CataLOgOrUregOLd® MJ JOInt

specifiche chimico/fisiche:	Composizione di massima:	Confezione	Codice
Densità (malta fresca): 1,80±0,05g/cc Consistenza: 190 mm ± 10	Matrice inorganica stabilizzata.	secchi da 5 kg	0109454020
	<b>definizione prestazionale:</b> Matrice inorganica stabilizzata per l'impregnazione e l'ancoraggio del connettore RUREGOLD® JX JOINT.	<b>resa</b> 0,8 - 1,0 kg/m lineare di connettore, ovvero circa 2 secchi per 1 dispenser di connettore.	

Aggiornamento 09.2012

La nostra Società è certificata secondo UNI EN ISO 9001:2008 da ICMQ e Certiquality per la: "Progettazione, produzione e commercio di prodotti chimici e speciali per edilizia". Il nostro sistema qualità si basa sulla vendita a catalogo, strumento contrattuale tra la nostra società e il cliente. Ruredil, con questo strumento, garantisce al suo cliente che il prodotto, oggetto di fornitura, è conforme alle specifiche chimico-fisiche della presente scheda catalogo. Questo tipo di vendita ci esonera dall'emissione del certificato di analisi che, per sua natura, garantisce solamente le prestazioni della specifica fornitura.

# C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

## Rete bidirezionale in carbonio da 42+42 g/m<sup>2</sup> per il rinforzo FRCM con matrice inorganica

**C-Mesh Gold 42/42** è un sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete bidirezionale in carbonio e matrice inorganica stabilizzata per il rinforzo delle strutture in muratura. La grammatura leggera la rende idonea per presidi antiribaltamento e antisfondellamento spesso con l'utilizzo di connettori in carbonio.

Questo sistema di rinforzo non utilizza resine epossidiche ed eguaglia le prestazioni dei tradizionali FRP con fibre di carbonio e legante epossidico.



Bio



Reversibile



Supporti umidi



Permeabilità al vapore



Compatibile con la muratura



Presidio passivo

## PROPRIETÀ DEL SISTEMA

- ▶ Eliminazione del rischio di innesco dei meccanismi locali di collasso per ribaltamento dei tamponamenti, grazie anche al connettore che viene inserito fra il tramezzo e la trave/solaio;
- ▶ Incremento della resistenza a taglio dei pannelli in muratura, della capacità portante di colonne e pilastri e eliminazione della formazione di cerniere su archi e volte, favorendo la redistribuzione delle tensioni all'interno della struttura;
- ▶ Elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma).

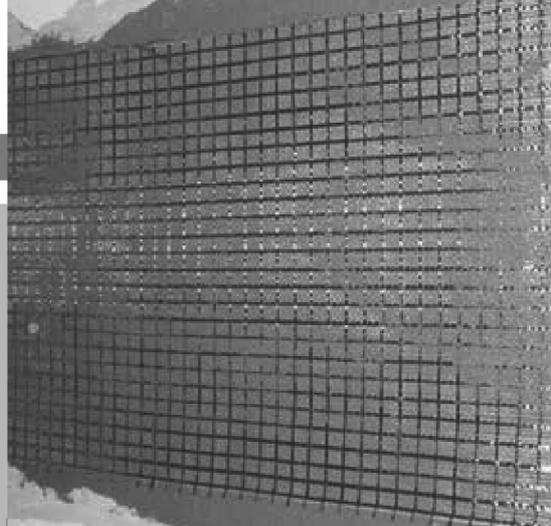
## CAMPI DI APPLICAZIONE

- ▶ Interventi leggeri su elementi in muratura portante e sui pannelli di tamponamento;
- ▶ Sostituzione della tradizionale lastra armata eseguita con reti di vetro, sintetiche o di acciaio elettrosaldato;
- ▶ Realizzazione di un sistema antiribaltamento per gli elementi verticali di chiusura non portanti, limitando le fessurazioni che possono condurre al crollo o al ribaltamento del tamponamento.

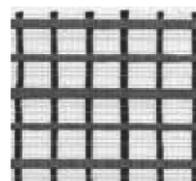
## MODALITÀ DI APPLICAZIONE

### Operazioni preliminari

- ▶ Realizzare ogni 2 metri lineari dei fori all'intradosso della trave o adiacenti al tramezzo distanti dalla muratura 1,5 cm circa, aventi diametro 2 cm e profondità di almeno 10 cm.
- ▶ Impiegare un trapano con un numero di giri adeguato alla consistenza del materiale da perforare e pulirli dalla polvere.



## IL SISTEMA È COSTITUITO DA:



### ▶ C-MESH GOLD 42/42

Rete bidirezionale in fibra di carbonio da 42 g/m<sup>2</sup> in ordito e 42 g/m<sup>2</sup> in trama, disponibile in altezza:  
• 100 cm (lunghezza bobine pari a 15 m).



### ▶ C-MX GOLD 30

Matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica conforme alla norma UNI EN 998-2.



### ▶ C-JOINT GOLD

Elemento di connessione in fibra di carbonio, Ø 3 e 6 mm, di lunghezza 10 m.



### ▶ C-MX GOLD JOINT

Matrice inorganica stabilizzata per l'applicazione di C-JOINT GOLD.



## C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

### Preparazione del supporto

- ▶ Rimuovere l'intonaco pre-esistente mediante demolizione con martelletti elettrici o ad aria compressa. Qualora non sia possibile utilizzare mezzi meccanici, procedere mediante semplice scalpellatura.
- ▶ Eliminare i trattamenti superficiali protettivi, di "primer aggrappanti" o qualunque altra sostanza che possa pregiudicare la buona adesione al supporto.
- ▶ Eseguire la battitura e l'asportazione delle parti incoerenti con eventuale idrosabbiatura o idrolavaggio a bassa pressione con spazzolatura.
- ▶ Prima di procedere alla posa del rinforzo, eseguire la regolarizzazione del sottofondo utilizzando le idonee malte della linea **Ruregold** (vedi schema a lato) seguendo le indicazioni contenute nelle rispettive schede tecniche.

### Messa in opera del sistema di connessione C-Joint Gold

- ▶ Bagnare la superficie interna dei fori realizzati per saturare il supporto.
- ▶ Tagliare il connettore **C-Joint Gold** con una lunghezza che eccede di circa 15 cm la profondità del foro eseguito.
- ▶ Miscelare per almeno 3 minuti con trapano a frusta a bassa velocità, l'intero contenuto della confezione di **C-MX Gold Joint** con circa il 90% dell'acqua prescritta fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi. Aggiungere la restante quantità d'acqua come indicato nella tabella di confezionamento (non superare il limite massimo prescritto del 21%, pari a 1,05 litri per ogni confezione da 5 kg).
- ▶ Sfilare da un'estremità la speciale rete di contenimento del connettore, avendo cura di non estrarla completamente; procedere all'apertura del fascio di fibre in carbonio per favorire la successiva impregnazione della malta **C-MX Gold Joint**, trattenendo con una mano l'estremità del connettore non "liberato" dalla rete.
- ▶ Impregnare, mediante completa immersione, le fibre libere del connettore nella malta **C-MX Gold Joint**. Per favorire questa operazione, si raccomanda di prelevare una porzione della malta **C-MX Gold Joint** precedentemente confezionata e portarla a consistenza superfluida con acqua (4 parti di malta fresca + 1 parte di acqua).
- ▶ Riposizionare la speciale rete di contenimento, avendo cura di compattare bene le fibre intrise di malta.
- ▶ Riempire il foro con la malta **C-MX Gold Joint** con l'ausilio di **Ruregold Pistola**.
- ▶ Inserire nel foro il connettore impregnato avendo cura di spingerlo in profondità.

### Preparazione del materiale

#### Matrice C-MX Gold 30

- ▶ Versare nella betoniera circa il 90% dell'acqua prescritta, quindi azionare l'impastatrice aggiungendo la matrice **C-MX Gold 30** senza interruzioni per evitare la formazione di grumi.
- ▶ Mescolare l'impasto per 2-3 minuti, quindi aggiungere la restante acqua prevista in scheda tecnica e rimescolare per altri 1-2 minuti. Lasciare riposare l'impasto per circa 2-3 minuti, quindi rimescolarlo e infine applicarlo.
- ▶ È sconsigliata la miscelazione a mano.

### Messa in opera

#### Applicazione del sistema di rinforzo C-Mesh Gold 42/42

- ▶ Bagnare il sottofondo saturandolo con acqua, avendo cura di asportarne l'eccesso.
- ▶ Applicare la matrice **C-MX Gold 30** con frattazzo metallico liscio in spessore di circa 3 mm e annegarvi la rete **C-Mesh Gold 42/42**.
- ▶ Applicare un secondo strato di circa 3 mm di matrice **C-MX Gold 30** in modo tale da coprire completamente la rete, avendo l'accortezza di applicare lo strato successivo quando il precedente non sia ancora completamente indurito. **C-Mesh Gold 42/42** dovrà essere applicata con orientamento 0°/90°, rispetto al piano di terra o la linea di allettamento dei mattoni della muratura. Nel caso in cui fossero previsti più strati sovrapposti di **C-Mesh Gold 42/42**, ripetere le operazioni indicate ai punti precedenti, sempre fresco su fresco, preferibilmente alternando l'orientamento.

### Malte di preparazione del supporto

#### Supporti in MURATURA

- ▶ **MX Gold RW**: malta ad alte prestazioni per il ripristino strutturale delle murature.
- ▶ **MX Gold CP**: malta a base di calce e pozzolana per il ripristino strutturale delle murature.
- ▶ **MX Gold PVA**: malta ad alte prestazioni per il ripristino strutturale delle murature con fibre di polivinilalcol.

### Stoccaggio

- ▶ **C-Mesh Gold 42/42** e **C-Joint Gold**: conservare le confezioni all'asciutto e lontano da fonti di calore.
- ▶ **C-MX Gold 30** e **C-MX Gold Joint**: sono sensibili all'umidità, pertanto devono essere conservati in ambiente coperto e asciutto, ad una temperatura compresa tra +5°C e +35°C. Una volta aperta la confezione, utilizzare tutto il contenuto. La durata nella confezione sigillata è di 24 mesi dal confezionamento.

## C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

mento 0°/90° con l'orientamento +45°/-45° (in diagonale rispetto allo strato precedente di rete) o come prescritto dal progettista.

- ▶ Nei punti di giunzione, prevedere una sovrapposizione di circa 10 cm.
- ▶ Qualora la malta perda lavorabilità, non aggiungere ulteriore acqua, ma rimescolare l'impasto per circa 1-2 minuti prima di continuare ad applicarlo.
- ▶ Si raccomanda di non eseguire l'applicazione del sistema **C-Mesh Gold 42/42** al sole, durante le ore calde dei mesi estivi, con vento moderato o forte.
- ▶ In caso di pioggia, provvedere a proteggere la struttura con mezzi adeguati.
- ▶ È consigliabile applicare il prodotto con temperature comprese tra +5°C e +35°C. Temperature più basse (4-10°C) rallentano notevolmente la presa, mentre temperature più elevate (35-50°C) fanno perdere velocemente lavorabilità alla malta.

### Ancoraggio del sistema di connessione **C-Joint Gold** al rinforzo **FRCM**

- ▶ Attendere il completo indurimento del rinforzo **C-Mesh Gold 42/42** prima di procedere alle successive operazioni.
- ▶ Eliminare la calza nel tratto di connettore che fuoriesce dal foro.
- ▶ Applicare un primo strato di 3-4 mm di matrice **C-MX Gold Joint** sulla parete precedentemente rinforzata con il sistema **C-Mesh Gold 42/42** in corrispondenza del foro da cui fuoriesce il connettore.
- ▶ Aprire le fibre del connettore, distenderle a ventaglio sulla superficie e ricoprirle completamente con un secondo strato di 3-4 mm di **C-MX Gold Joint**.

### Stagionatura

- ▶ Come nel comune impiego di qualsiasi malta, in condizioni ambientali severe (forte ventilazione o esposizione solare), è necessario prevedere l'impiego di un agente antievaporante o l'utilizzo di un tessuto non tessuto umido.
- ▶ In caso di pioggia imminente, provvedere a proteggere il rinforzo applicato con mezzi adeguati.

## C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

### CARATTERISTICHE TECNICHE

PROPRIETÀ DELLA FIBRA IN CARBONIO		CLASSIFICAZIONE DI REAZIONE AL FUOCO (UNI EN 13501-1)		
Resistenza a trazione	4.800 MPa	A <sub>2</sub> - nessun contributo all'incendio		
Modulo elastico	240 GPa	s <sub>1</sub> - scarsa emissione di fumo		
Densità di fibra	1,82 g/cm <sup>3</sup>	d <sub>0</sub> - assenza di gocce/particelle ardenti		
Allungamento a rottura	1,8 %			
PROPRIETÀ DELLA RETE BIDIREZIONALE		C-MESH GOLD 42/42		
Peso delle fibre di carbonio nella rete	84 g/m <sup>2</sup>			
Spessore per il calcolo della sezione di carbonio a 0° e 90°	0,023 mm			
SPECIFICHE PER LA FORNITURA				
Confezione	Bobine da 15 m <sup>2</sup> (15 m lineari, altezza 100 cm)			
Consumo di premiscelato secco	Da considerare un sormonto dei teli di circa 10 cm in corrispondenza delle giunzioni.			
PROPRIETÀ DEL CONNETTORE		C-JOINT GOLD		
Diametro	6 mm	10 mm	12 mm	
Tensione di rottura a trazione	≥ 900 MPa	≥ 900 MPa	≥ 900 MPa	
SPECIFICHE PER LA FORNITURA				
Confezione	Dispenser da 10 m			
Consumo	Da considerare una lunghezza aggiuntiva a quella del foro pari ad almeno 15 cm per ogni estremità.			
PROPRIETÀ DELLA MATRICE INORGANICA		C-MX GOLD 30	C-MX GOLD JOINT	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	165 mm	190 mm		
Peso specifico malta fresca (UNI EN 1015-6)	1,50 ± 0,05 g/cc	1,80 ± 0,05 g/cc		
Acqua d'impasto per 100 kg di premiscelato secco	26 - 28 litri	-		
Acqua d'impasto per 5 kg di premiscelato secco	-	1,0 - 1,05 litri		
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	> 20,0 MPa (a 28 gg)	40,0 MPa		
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	> 3,5 MPa (a 28 gg)	3,0 MPa		
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	> 7000 MPa (a 28 gg)	18.500 MPa		
SPECIFICHE PER LA FORNITURA				
Confezione	Sacchi da 25 kg	Secchi da 5 Kg		
Consumo di premiscelato secco	1,2 Kg/m <sup>2</sup> /mm	8 - 10 kg per 10 m di connettore		

#### Conformità dei sistemi di rinforzo strutturale alla Norma Europea UNI EN 13501-1 (Fuoco)

##### FRCM: Fiber Reinforced Cementitious Matrix

I rinforzi strutturali FRCM, tipo Carbon Fiber Reinforced Polymer, sono classificati come materiali che non danno nessun contributo all'incendio, con scarsa emissione di fumi ed assenza di particelle/gocce ardenti.

**Classificazione di reazione al fuoco: A<sub>2</sub> - s<sub>1</sub>,d<sub>0</sub>**

##### FRP: Fiber Reinforced Polymer

I rinforzi strutturali FRP, tipo Carbon Fiber Reinforced Polymer, sono, invece, classificati come materiali combustibili, suscettibili di flash over.

**Classificazione di reazione al fuoco: E**

I sistemi FRP, contribuendo alla generazione e/o alla propagazione del fuoco, necessitano di una adeguata protezione con prodotti intumescenti (come previsto dal DT 200/R1-2013).

## C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

### Criteria di progettazione per il rinforzo di murature e tamponamenti con il sistema C-Mesh Gold 42/42

Una muratura rinforzata con il sistema di rinforzo **C-Mesh Gold 42/42** permette l'esistenza di uno stato tensionale che in assenza di rinforzo non potrebbe sussistere. Infatti, il placcaggio realizzato con **C-Mesh Gold 42/42** impedisce la formazione delle cerniere fra due conci adiacenti grazie alla formazione di tensioni tangenziali sulla superficie di interfaccia tra rinforzo e supporto.

L'eventuale modalità di crisi dell'elemento strutturale muratura-composito avviene, pertanto, per:

1. Rottura per compressione della muratura;
2. Rottura per trazione del materiale di rinforzo (in rari casi);
3. Delaminazione del rinforzo che si realizza con il distacco del rinforzo dal supporto e con asportazione di uno strato di muratura (nel 99% dei casi).

Nello spirito del Documento Tecnico CNR-DT200/R1-2013, il dimensionamento di un rinforzo a flessione deve essere calcolato considerando la relazione:

$$\epsilon_{fd} = \min \{ \epsilon_{fRd}, \epsilon_{fdd} \} \text{ dove:}$$

$\epsilon_{fRd}$  = dilatazione a rottura del rinforzo

$\epsilon_{fdd}$  = dilatazione massima per delaminazione intermedia

Pertanto, è importante, ai fini progettuali, quantificare il valore  $\epsilon_{fd}$ , che coincide, nella maggioranza dei casi con il valore  $\epsilon_{fdd}$  della relazione precedente, il cui valore si riferisce alla modalità di crisi n° 3.

Nel caso del sistema **C-Mesh Gold 42/42**, questo termine è stato dedotto attraverso una numerosa campagna sperimentale.

Per l'analisi delle caratteristiche meccaniche del legame di aderenza fra la muratura e il sistema **C-Mesh Gold 42/42** è stata utilizzata una prova, denominata in letteratura tecnica, double-shear push test (Yao et Al 2004).

Queste prove hanno consentito di associare ad ogni lunghezza di ancoraggio adottata la corrispondente forza di delaminazione e la corrispondente dilatazione di delaminazione, intesa come dilatazione di delaminazione di estremità.

Nella tabella sotto riportata sono raccolti i valori di calcolo della dilatazione di delaminazione di estremità  $\epsilon_{fdd2}$ , delaminazione intermedia  $\epsilon_{fdd}$ , resistenza meccanica a trazione fino a delaminazione F, e lunghezza efficace  $L_{eff}$  ottenuti per provini costituiti da murature realizzate con differenti materiali:

VALORI DI DELAMINAZIONE SU DIVERSI SUPPORTI (SECONDO DT 200/R1-2013)

	Mattoni pieni in buono stato	Mattone forati	Tufo calcareo	Mattoni pieni in cattivo stato
Dilatazione di delaminazione di estremità $\epsilon_{fdd2}$ (‰)	2,5	0,6	2,2	2,5
Dilatazione di delaminazione intermedia $\epsilon_{fdd}$ (‰)	5,0	1,2	4,4	5,0
Resistenza meccanica a trazione fino a delaminazione F (MPa)	742	315	930	637
Lunghezza efficace $L_{eff}$ (mm)	250	250	250	250

**I valori di tensione di rottura e di dilatazione ultima sono raggiunti dopo 7 giorni di maturazione del composito sul supporto.**



## C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

Si rimarca che le resistenze di calcolo indicate in tabella possono essere raggiunte solo se la muratura possiede idonee caratteristiche meccaniche. In caso contrario, potrebbero verificarsi rotture premature nella muratura e conseguentemente, la crisi con scorrimento delle fibre nella matrice cementizia potrebbe non essere raggiunta.

Si raccomanda pertanto un'attenta valutazione delle caratteristiche meccaniche del supporto e verificare che questi risultati adeguato al placcaggio del sistema di rinforzo.

### Schemi di progettazione per rinforzi di tramezzi in laterizio con il sistema C-Mesh Gold 42/42

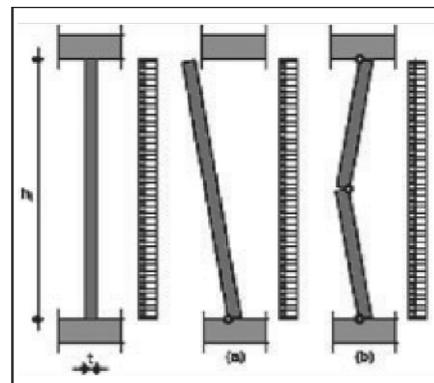
I tramezzi di laterizio soggetti ad azione sismica possono manifestare i tipici meccanismi locali di collasso per ribaltamento schematizzati in figura seguente:

Per impedire il meccanismo di tipo (a), relativamente all'accelerazione spettrale, è necessaria una reazione vincolare all'estremo superiore e inferiore del tramezzo. Il vincolo può essere efficacemente realizzato utilizzando il connettore **C-Joint Gold** ogni 2 m di muratura.

Per impedire, invece, il meccanismo di collasso di tipo (b), cioè la formazione della cerniera centrale, sempre relativamente all'accelerazione spettrale, è necessario disporre il rinforzo composito FRCM su tutta la superficie del tramezzo, dimensionato affinché la sezione di mezzeria abbia un momento resistente di calcolo superiore al momento sollecitante. Nella realtà gli effetti (a) e (b) si sommano, determinando il collasso del tramezzo: in tal caso l'utilizzo del sistema di rinforzo strutturale **C-Mesh Gold 42/42** contrasta efficacemente tali fenomeni.

Il segmento di connettore **C-Joint Gold** deve essere annegato per metà della sua lunghezza negli elementi che costituiranno il vincolo (travi e solai) e fissato con la malta **C-MX Gold Joint**; l'altra metà del connettore sarà fissato sul tramezzo o muro di tamponamento sempre con **C-MX Gold Joint**; sopra il sistema di rinforzo **C-Mesh Gold 42/42**.

Le diverse configurazioni che si possono incontrare sono schematizzate nelle fig.1, fig.2 e fig.3 riportate nella pagina seguente e rappresentano il vincolo di un tramezzo o di un muro di tamponamento allo scheletro portante, e di un tramezzo ai solai superiore e inferiore.



# C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

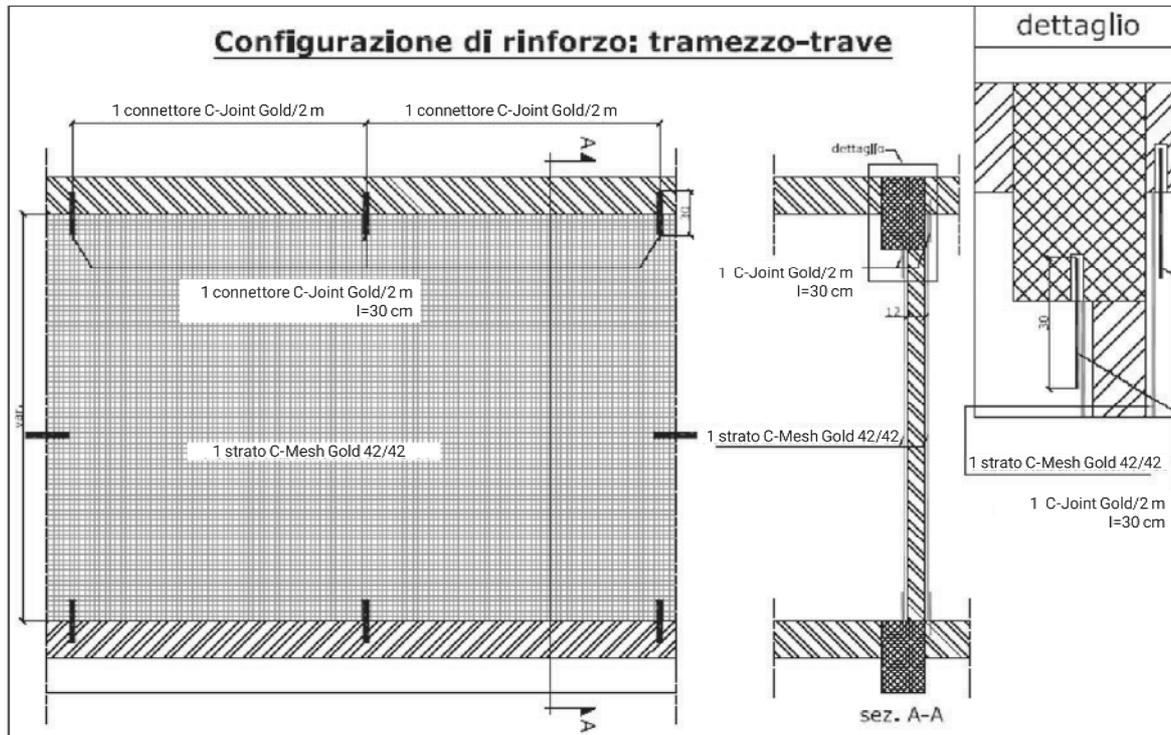


Fig. 1

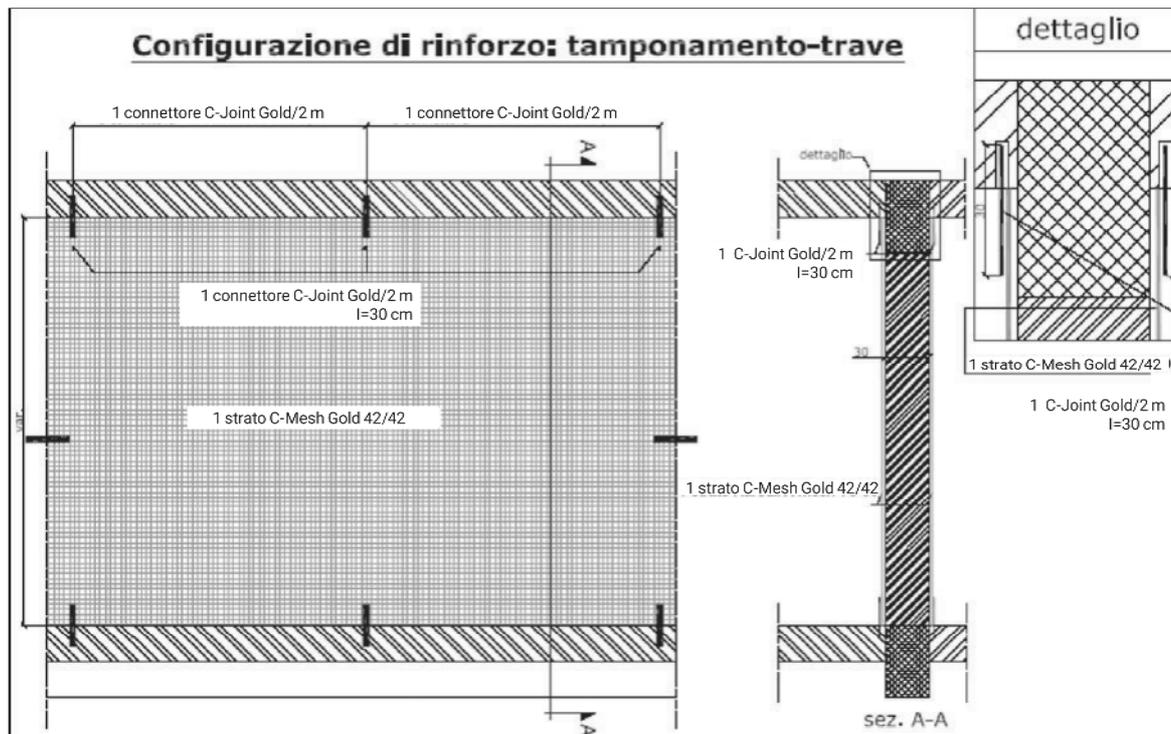


Fig. 2



## C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

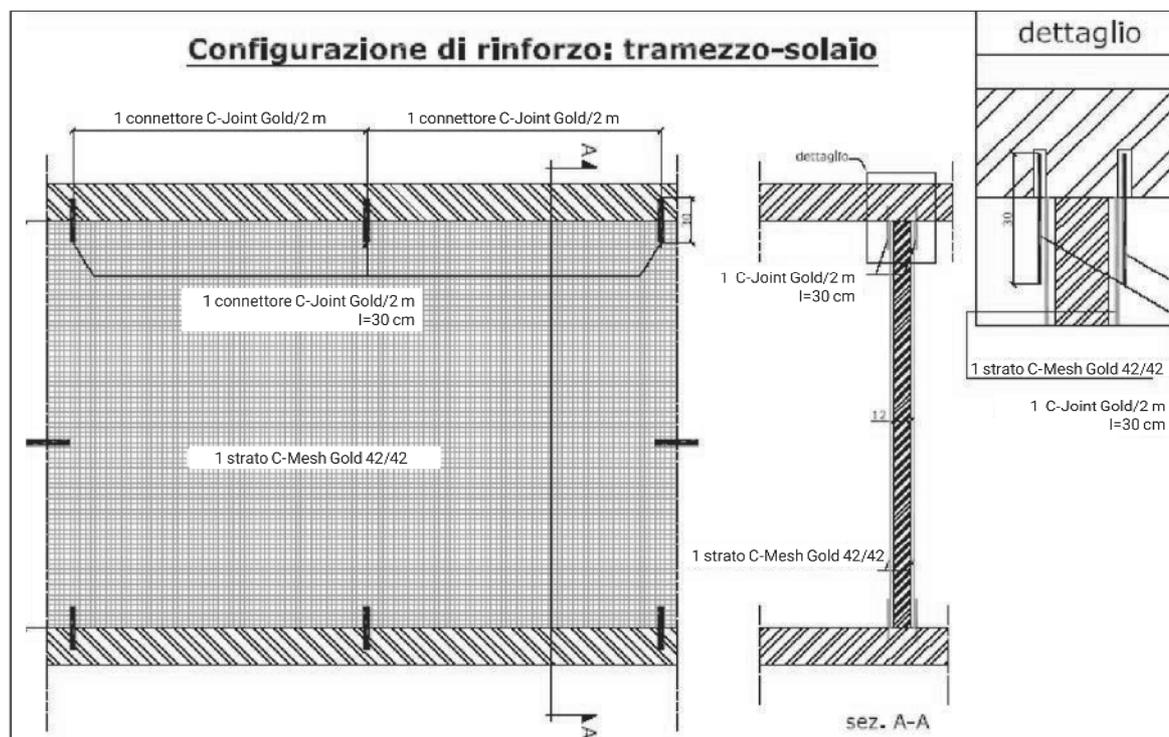


Fig. 3

### Nota bene

Il **progetto** di un intervento di rinforzo deve comunque basarsi, come per ogni tipo di materiale composito, su una attenta valutazione delle caratteristiche della struttura da rinforzare. In particolare devono essere indagate la qualità dei materiali in opera (calcestruzzo, acciaio, muratura e relativa malta), il loro eventuale stato di degrado e la loro efficienza statica (come ad esempio l'ammontare di armatura metallica presente, lo stato del copriferro e la corrosione delle armature). Deve poi essere valutata la modalità di crisi della struttura prima e dopo l'intervento di rinforzo.

Il **progettista** deve conoscere le proprietà meccaniche e la durabilità del rinforzo strutturale nelle diverse condizioni termoigrometriche in cui esso verrà applicato. Il progettista, prima della consegna del progetto esecutivo, dovrà stimare, sulla base di imprescindibili prove in situ, la caratterizzazione meccanica della struttura e i danni locali (fessurazioni e distacchi) da riparare. Una prova globale di carico prima e dopo l'intervento è fortemente raccomandata, per certificare il funzionamento dell'accoppiamento composito-struttura.

Il **direttore dei lavori** dovrà procedere ad un'accurata verifica di accettazione del materiale composito sotto il profilo meccanico e di stabilità nelle diverse condizioni ambientali di applicazione del medesimo, al rispetto delle condizioni previste dal progettista per quanto riguarda le superfici di incollaggio e all'esecuzione di una prova preventiva oltre alle usuali attività di controllo sulla posa in opera che includono l'applicazione del composito.

## C-MESH GOLD 42/42

Ruredil X Mesh TC30

### SCHEDA CATALOGO C-MESH GOLD 42/42

Specifiche chimico/fisiche	Composizione di massima	Confezione	Codice
Peso delle fibre di carbonio nella rete: 84 g/m <sup>2</sup>	Rete bidirezionale in fibra di carbonio.  <b>Definizione prestazionale</b> Rete bidirezionale in carbonio da 42+42 g/m <sup>2</sup> per il rinforzo FRCM con matrice inorganica.	Bobine da 15 m <sup>2</sup> (L 15 m - h 1 m).  <b>Consumo</b> Da considerare un sormonto dei teli di circa 10 cm in corrispondenza delle giunzioni.	0109080020

### SCHEDA CATALOGO C-MX GOLD 30

Specifiche chimico/fisiche	Composizione di massima	Confezione	Codice
Densità (malta fresca): 1,50 ± 0,05 g/cc Consistenza: 165 mm Conforme alla norma UNI EN 998-2	Matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica.  <b>Definizione prestazionale</b> Matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica conforme alla norma UNI EN 998-2.	Sacchi da 25 kg.  <b>Consumo di premiscelato secco</b> 1,2 kg/m <sup>2</sup> /mm.	0109136020

### SCHEDA CATALOGO C-JOINT GOLD

Specifiche chimico/fisiche	Composizione di massima	Confezione	Codice
Lunghezza connettore: 10 m ± 3%	Fascio in fibra di carbonio.  <b>Definizione prestazionale</b> Matrice inorganica stabilizzata per l'applicazione di <b>C-Joint Gold</b> .	Dispenser da 10 m, Ø 6 mm. Dispenser da 10 m, Ø 10 mm. Dispenser da 10 m, Ø 12 mm.  <b>Consumo</b> Da considerare una lunghezza aggiuntiva a quella del foro pari ad almeno 15 cm per ogni estremità.	0109124020 0109124030 0109124040

### SCHEDA CATALOGO C-MX GOLD JOINT

Specifiche chimico/fisiche	Composizione di massima	Confezione	Codice
Densità (malta fresca): 1,80 ± 0,05 g/cc Consistenza: 190 mm	Matrice inorganica stabilizzata.  <b>Definizione prestazionale</b> Matrice inorganica stabilizzata per l'applicazione di <b>C-Joint Gold</b> .	Secchi da 5 kg.  <b>Consumo di premiscelato secco</b> 8 - 10 kg per 10 m di connettore.	0109455020

La nostra Società è certificata secondo UNI EN ISO 9001:2015 da Certiquality per la "Commercializzazione di sistemi per il rinforzo strutturale dell'edilizia preesistente". Il nostro sistema qualità si basa sulla vendita a catalogo, strumento contrattuale tra la nostra società e il cliente. Ruregold, con questo strumento, garantisce al suo cliente che il prodotto, oggetto di fornitura, è conforme alle specifiche chimico-fisiche della presente scheda catalogo.

Questo tipo di vendita è esonerata dall'emissione del certificato di analisi che, per sua natura, garantisce solamente le prestazioni della specifica fornitura.

Le informazioni contenute in questa scheda si basano sulle nostre conoscenze ed esperienze; non possono quindi implicare una garanzia da parte nostra, né responsabilità circa l'impiego dei nostri prodotti, non essendo le condizioni di utilizzo sotto il nostro controllo.

**Ruregold S.r.l.** | Piazza Centro Commerciale, 43 - 20090 San Felice di Segrate (MI) - Italia  
Tel. +39 0283590006 | Fax +39 0283590007 | info@ruregold.it | [www.ruregold.it](http://www.ruregold.it)

## **CAPITOLO 8.28**

### **IMPIANTISTICA**

#### **Art. 8.28.1**

#### **GLI IMPIANTI**

##### **Generalità**

L'Appaltatore, in accordo con la Direzione dei Lavori, prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli impianti in genere (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) dovrà valutare, che tipo di azione intraprendere. Si dovrà valutare se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa. Potrebbe rendersi necessario un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc.; sul rilievo si potrebbero evidenziare tutti i vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere le canne fumarie dismesse, i cavedi, le asole, le intercapedini, i doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc.

Sulla base di queste informazioni, si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente, evitando inserimenti sotto-traccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Laddove si sceglierà di conservare gli impianti esistenti, essi dovranno essere messi a norma o potenziati sfruttando le linee di distribuzione esistenti. Ove previsto si utilizzeranno soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

Se il progetto dell'impianto non è fornito dalla Stazione Appaltante, la sua redazione sarà a carico dell'Appaltatore; egli dovrà sottoporre il progetto esecutivo, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla Direzione dei Lavori che agli organi preposti alla tutela con le quali concorderà anche le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.

##### **Art. 8.28.2**

#### **COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte.

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato e, ove necessario, le caratteristiche e prescrizioni di enti preposti o associazioni di categoria quali UNI, CEI, UNCSAAL ecc.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

##### **8.28.2.1) Apparecchi Sanitari**

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

durabilità meccanica;

robustezza meccanica;

assenza di difetti visibili ed estetici;

resistenza all'abrasione;

pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;

resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);

funzionalità idraulica.

Per gli apparecchi di ceramica la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 997 per i vasi, UNI 4543 e UNI EN 80 per gli orinatoi, UNI EN 14688 per i lavabi, UNI EN 14528 per i bidet.

Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543 relativa al materiale ceramico ed alle caratteristiche funzionali di cui al punto 1.

Per gli apparecchi a base di materie plastiche la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si ritiene comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 263 per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei diversi apparecchi sanitari ed alle seguenti norme specifiche: UNI 8196 per vasi di resina metacrilica; UNI EN 198 per vasche di resina acrilica; UNI EN 14527 per i piatti doccia ad impiego domestico; UNI 8195 per bidet di resina metacrilica.

Per tutti gli apparecchi e per una loro corretta posa, vanno rispettate le prescrizioni inerenti le dimensioni e le quote di raccordo previste nelle specifiche norme di seguito richiamate:

per i lavabi, norma UNI EN 31;

per i lavabi sospesi, norma UNI EN 32;

per i vasi a pavimento a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 33;

per i vasi a pavimento a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 37;

per i vasi sospesi a cacciata con cassetta appoggiata, norma UNI EN 34;

per i vasi sospesi a cacciata senza cassetta appoggiata, norma UNI EN 38;

per i bidet a pavimento, norma UNI EN 35;

per gli orinatoi a parete, norma UNI EN 80;

per i lavamani sospesi, norma UNI EN 111;

per le vasche da bagno, norma UNI EN 232;

per i piatti doccia, norma UNI EN 251, mentre per gli accessori per docce, norme UNI EN 1112 e 1113.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.2.2) Rubinetti Sanitari**

I rubinetti sanitari, rappresentati sugli elaborati grafici di installazione secondo la norma UNI 9511 e considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:

rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;

gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;

miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi: monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale (UNI EN 817);

miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

I rubinetti sanitari di cui sopra, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;

tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;

conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;

proporzionalità fra apertura e portata erogata;

minima perdita di carico alla massima erogazione;

silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;

facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;

continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori). La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 per rubinetti a chiusura automatica PN 10 la norma UNI EN 816 e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.

Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN 200 per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve dichiarare le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, manuttenzionale, ecc.

Tutte le rubinetterie dovranno essere preventivamente accettate, a giudizio insindacabile, dalla Direzione dei lavori. Tutti gli apparecchi dovranno essere muniti del certificato di origine, da presentare unitamente alla campionatura, attestante le qualità e le caratteristiche tecniche del prodotto.

#### **8.28.2.3 Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni (manuali, automatici)**

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nella norma UNI 4542.

Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolazione per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme UNI EN 274; la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.2.4 Tubi di Raccordo Rigidi e Flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;

non cessione di sostanze all'acqua potabile;

indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;

superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;

pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alle corrispondenti norme UNI specifiche tra le quali: UNI EN ISO 7686, UNI EN ISO 10147, UNI EN ISO 9852, UNI EN ISO 3501, UNI EN ISO 3503, UNI EN ISO 3458, UNI EN 969, UNI EN ISO 2505, UNI EN ISO 1167, UNI EN ISO 4671, UNI EN ISO 15875-3, UNI EN ISO 22391-3 e UNI EN 15014. Tale rispondenza deve essere comprovata da una dichiarazione di conformità.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.2.5) Rubinetti a Passo Rapido, Flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;

dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;

costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;

contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità.

#### **8.28.2.6) Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

troppopieno di sezione, tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;

rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo tale che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;

costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte, per effetto di rigurgito;

contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento UNI EN ISO 5135.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma UNI EN 997.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.2.7) Tubazioni e Raccordi**

Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta.

I tubi di acciaio devono rispondere alle norme UNI EN 10224 e UNI EN 10255.

I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio.

I tubi di rame devono rispondere alla norma UNI EN 1057; il minimo diametro esterno ammissibile è 10 mm.

I tubi di PVC e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme UNI EN ISO 1452-2 e UNI EN 12201; entrambi devono essere del tipo PN 10.

I tubi di piombo sono vietati nella distribuzione di acqua.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.2.8) Valvolame, Valvole di non Ritorno, Pompe**

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI EN 1074.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI EN 12729.

Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI EN ISO 4126-1.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI EN ISO 9906 e UNI EN ISO 9905.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.2.9) Apparecchi per produzione di acqua calda**

Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della Legge 1083 del 6 dicembre 1971.

Gli scaldacqua elettrici, in ottemperanza della Legge 1° marzo 1968 n. 186, devono essere costruiti a regola d'arte e sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI.

Gli scaldacqua a pompa di calore aria/acqua trovano riferimento nella norma UNI EN 16147.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità (e/o dalla presenza di marchi UNI e/o IMQ).

#### **8.28.2.10) Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua**

Per gli accumuli valgono le indicazioni riportate nell'Articolo sugli impianti.

Per gli apparecchi di sopraelevazione della pressione (autoclavi, idroaccumulatori, surpressori, serbatoi sopraelevati alimentati da pompe) vale quanto indicato nelle norme UNI 9182 - UNI EN 806 varie parti.

### **Art. 8.28.3**

#### **ESECUZIONE DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione

appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

1 Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.

Gli impianti, quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue:

Impianti di adduzione dell'acqua potabile.

Impianti di adduzione di acqua non potabile.

Le modalità per erogare l'acqua potabile e non potabile sono quelle stabilite dalle competenti autorità, alle quali compete il controllo sulla qualità dell'acqua.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

Fonti di alimentazione.

Reti di distribuzione acqua fredda.

Sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

2 Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182 - UNI EN 806 e la UNI 9511.

Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da:

acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica autorità; oppure

sistema di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta potabile della competente autorità; oppure

altre fonti quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.

Gli accumuli (I grandi accumuli sono soggetti alle pubbliche autorità e solitamente dotati di sistema automatico di potabilizzazione) devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:

essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;

essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;

avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle autorità competenti;

essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoio con capacità fino a 30 m<sup>3</sup> ed un ricambio di non meno di 15 m<sup>3</sup> giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;

essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione, e di rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice), le stesse colonne alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;

le tubazioni devono essere posate a distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso sanitario queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;

la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri apparecchiature elettriche, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;

la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al di sopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;

nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc. preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi quali valvole, ecc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori di dilatazione termica;

le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.

Nella realizzazione dell'impianto si devono inoltre rispettare le distanze minime nella posa degli apparecchi sanitari norma UNI 9182 e le disposizioni particolari necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata (d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e D.M. 236/89).

Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari, da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 64-8.

Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità (e scelte progettuali adeguate), in fase di esecuzione si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe, ecc. (in linea di principio non maggiori di 1.500 giri/minuto). In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

3 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire negativamente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi antivibranti, ecc.

Al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità, le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà inoltre i risultati del collaudo (prove idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la norma UNI 9182, punti 25 e 27. Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

#### **Art. 8.28.4**

##### **IMPIANTO DI SCARICO ACQUE USATE**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i., gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Inoltre l'impianto di scarico delle acque usate deve essere conforme alle disposizioni della Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

Si intende per impianto di scarico delle acque usate l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.

Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.

Il sistema di scarico può essere suddiviso in casi di necessità in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose, acque grasse. Il modo di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);

parte destinata alla ventilazione primaria;

parte designata alla ventilazione secondaria;

raccolta e sollevamento sotto quota;

trattamento delle acque.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI EN 12056.

I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

tubi di acciaio zincato: UNI EN 10224 e UNI EN 10255 (il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose). Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI ISO 5256, UNI EN 10240, UNI 9099, UNI 10416-1 esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;

tubi di ghisa: devono rispondere alla UNI EN 877, essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;

tubi di gres: devono rispondere alla UNI EN 295;

tubi di fibrocemento; devono rispondere alla UNI EN 588;

tubi di calcestruzzo armato/non armato devono essere conformi alle norme vigenti;

tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:

tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1329-1;

tubi di PVC per condotte interrato: norme UNI applicabili;

tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrato: UNI EN 12666-1;

tubi di polipropilene (PP): UNI EN 1451-1;

tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1519-1.

Per gli altri componenti vale quanto segue:

per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;

in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;

impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;

resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;

resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90° C circa;

opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;

resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;

resistenza agli urti accidentali.

In generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;

stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;

sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;

minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;

durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;

gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;

le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, i cui elaborati grafici dovranno rispettare le convenzioni della norma UNI 9511-5, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI EN 12056.

Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrato.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc.

Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.

Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI EN 12056. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;

essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;

devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi.

La loro posizione deve essere:

al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;

ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;

ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;

ad ogni confluenza di due o più provenienze;

alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.

Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40÷50 m.

I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per

diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Impianti trattamento dell'acqua.

Legislazione in materia.

Gli impianti di trattamento devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate nel d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

Caratteristiche ammissibili per le acque di scarico.

Le caratteristiche ammissibili per le acque di scarico da consegnare al recapito finale devono essere conformi a quanto previsto nell'Allegato 5 alla Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

Limiti di emissione degli scarichi idrici.

Gli impianti di trattamento, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere a questi requisiti:

- essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
- evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo con particolare riferimento alla propagazione di microrganismi patogeni;
- non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua a qualunque uso esse siano destinate;
- non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o con acqua potabile;
- non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed in particolare ai bambini;
- non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.

Caratteristiche dei componenti.

I componenti tutti gli impianti di trattamento devono essere tali da rispondere ai requisiti ai quali gli impianti devono uniformarsi:

Le caratteristiche essenziali sono:

- la resistenza meccanica;
- la resistenza alla corrosione;
- la perfetta tenuta all'acqua nelle parti che vengono a contatto con il terreno;
- la facile pulibilità;
- l'agevole sostituibilità;
- una ragionevole durabilità.

Collocazione degli impianti.

Gli impianti devono essere collocati in posizione tale da consentire la facile gestione sia per i controlli periodici da eseguire sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici spurghi. Al tempo stesso la collocazione deve consentire di rispondere ai requisiti elencati al precedente punto relativo ai requisiti degli impianti di trattamento.

Controlli durante l'esecuzione.

E' compito della Direzione dei Lavori effettuare in corso d'opera e ad impianto ultimato i controlli tesi a verificare:

- la rispondenza quantitativa e qualitativa alle prescrizioni e descrizioni di capitolato;
- la corretta collocazione dell'impianto nei confronti delle strutture civili e delle altre installazioni;
- le caratteristiche costruttive e funzionali delle parti non più ispezionabili ad impianto ultimato;
- l'osservanza di tutte le norme di sicurezza.

Collaudi.

Ad impianto ultimato dovrà essere eseguito il collaudo provvisorio per la verifica funzionale dei trattamenti da svolgere. A collaudo provvisorio favorevolmente eseguito, l'impianto potrà essere messo in funzione ed esercizio sotto il controllo della ditta fornitrice per un periodo non inferiore a 90 giorni in condizioni di carico normale.

Periodi più lunghi potranno essere fissati se le condizioni di carico saranno parziali.

Dopo tale periodo sarà svolto il collaudo definitivo per l'accertamento, nelle condizioni di regolare funzionamento come portata e tipo del liquame immesso, delle caratteristiche degli effluenti e della loro rispondenza ai limiti fissati in contratto. Le prove di collaudo dovranno essere ripetute per tre volte in giorni diversi della settimana.

A collaudo favorevolmente eseguito e convalidato da regolare certificato, l'impianto sarà preso in consegna dal Committente che provvederà alla gestione direttamente o affidandola a terzi.

Per la durata di un anno a partire dalla data del collaudo favorevole, permane la garanzia della ditta fornitrice che è tenuta a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque usate opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre (per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire in modo irreversibile sul funzionamento finale) verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione e degli elementi antivibranti.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione i risultati delle prove di tenuta all'acqua eseguendola su un tronco per volta (si riempie d'acqua e lo si sottopone alla pressione di 20 kPa per 1 ora; al termine non si devono avere perdite o trasudamenti).

Al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità le prove seguenti:

evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi previsti dal calcolo della portata massima contemporanea. Questa prova può essere collegata a quella della erogazione di acqua fredda, e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità, senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;

tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).

Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

## **Art. 8.28.5**

### **IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

1 Si intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali. Esso deve essere previsto in tutti gli edifici ad esclusione di quelli storico-artistici.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, definiti nella norma UNI EN 12056-3, oltre a quanto detto al comma a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI EN 607 soddisfa quanto detto sopra;
- i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI EN 10088;
- per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento la norma UNI EN 12056-3.

Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'articolo "Impianti di scarico acque usate". I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone.

Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.

Per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo sull'impianto di scarico acque usate.

Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

La Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **Art. 8.28.6**

##### **IMPIANTI DI ADDUZIONE GAS**

Si intende per impianti di adduzione del gas l'insieme di dispositivi, tubazioni, ecc. che servono a fornire il gas agli apparecchi utilizzatori (cucine, scaldacqua, bruciatori di caldaie, ecc.).

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti di adduzione del gas ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

La Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione procederà come segue:

verificherà l'insieme dell'impianto a livello di progetto per accertarsi che vi sia la dichiarazione di conformità alla legislazione antincendi (legge 818/84 e s.m.i. e circolari esplicative, DM 12/04/96) e alla legislazione di sicurezza (legge 6 dicembre 1971, n. 1083, e al DM 37/2008). [Per il rispetto della legge 1083/1971 "Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile" si devono adottare e rispettare tutte le norme UNI che decreti ministeriali hanno reso vincolanti ai fini del rispetto della legge stessa].

verificherà che la componentistica approvvigionata in cantiere risponda alle norme UNI-CIG rese vincolanti dai decreti ministeriali emanati in applicazione della legge 1083/71 e s.m.i. e del D.M. 37/2008, e per la componentistica non soggetta a decreto, verificherà la rispondenza alle norme UNI; questa verifica sarà effettuata su campioni prelevati in sito ed eseguendo prove (anche parziali) oppure richiedendo un attestato di conformità (Per alcuni componenti la presentazione della dichiarazione di conformità è resa obbligatoria dai precitati decreti e può essere sostituita dai marchi IMQ e/o UNI-CIG) dei componenti e/o materiali alle norme UNI;

verificherà in corso d'opera ed a fine opera che vengano eseguiti i controlli ed i collaudi di tenuta, pressione, ecc. previsti dalla legislazione antincendio e dalle norme tecniche rese vincolanti con i decreti precitati.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **Art. 8.28.7**

##### **IMPIANTO ELETTRICO E DI COMUNICAZIONE INTERNA**

###### **8.28.7.1) Disposizioni Generali**

Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella CEI 64-50, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

## 2 Norme e leggi.

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla normativa vigente ed in particolare al D.M. 22/01/2008, n. 37. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Si riportano a titolo meramente esemplificativo le seguenti norme:

CEI 11-17. Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.

CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.

CEI 64-2. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.

CEI 64-12. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.

CEI 99-5. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra.

CEI 103-1. Impianti telefonici interni.

CEI 64-50. Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici.

### **8.28.7.2) Caratteristiche Tecniche degli Impianti e dei Componenti**

Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti.

Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono:

punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi; illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.

Con impianti ausiliari si intendono:

l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto esterno;

l'impianto videocitofonico;

l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.

L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.

E' indispensabile per stabilire la consistenza e dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici la definizione della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la definizione dei servizi generali (servizi comuni: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri; servizi tecnici: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione esterna ed altri).

Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla CEI 64-50 per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.

Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'Ente distributore dell'energia elettrica. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare l'azienda fornitrice dello stesso.

Criteri di progetto.

Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema.

Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regime, che per il funzionamento anomalo per sovracorrente. Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.

E' indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere per il corto circuito minimo valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo

valori non inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e comunque non inferiori a quelli effettivi presumibili.

E' opportuno:

ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici con caratteristica L o comunque assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4s;

ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare degli interruttori automatici

differenziali.

Per gli impianti ausiliari e telefonici saranno fornite caratteristiche tecniche ed elaborati grafici (schemi o planimetrie).

Criteri di scelta dei componenti.

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio le prese a spina rispondenti alle norme CEI EN 50075 e CEI 23-50 e CEI 23-57).

### **8.28.7.3) Integrazione degli Impianti Elettrici, Ausiliari e Telefonici nell'Edificio**

#### **Generalità sulle condizioni di integrazione.**

Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere ed impianti.

A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).

Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla CEI 64-50 ove non diversamente specificato.

E' opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.

#### **Impianto di terra.**

E' indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno.

#### **Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.**

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni del D.M. 22/01/2008, n. 37 e delle norme CEI EN 62305-1/4, in base ai criteri di valutazione del rischio stabiliti dalla norma CEI EN 62305-2.

### **Art. 8.28.8**

#### **IMPIANTO DI RISCALDAMENTO**

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti di riscaldamento devono essere eseguiti secondo la regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

### **8.28.8.1) Generalità**

L'impianto di riscaldamento deve assicurare il raggiungimento, nei locali riscaldati, della temperatura indicata in progetto, compatibile con le vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici. Detta temperatura deve essere misurata al centro dei locali e ad un'altezza di 1,5 m dal pavimento. Quanto detto vale purché la temperatura esterna non sia inferiore al minimo fissato in progetto.

Nell'esecuzione dell'impianto dovranno essere scrupolosamente osservate, oltre alle disposizioni per il contenimento dei consumi energetici, le vigenti prescrizioni concernenti la sicurezza, l'igiene, l'inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo.

### **8.28.8.2) Sistemi di Riscaldamento**

I sistemi di riscaldamento degli ambienti si intendono classificati come segue:

- mediante "corpi scaldanti" (radiatori, convettori, piastre radianti e simili) collocati nei locali e alimentati da un fluido termovettore (acqua, vapore d'acqua, acqua surriscaldata);
- mediante "pannelli radianti" posti in pavimenti, soffitti, pareti, a loro volta riscaldati mediante tubi, in cui circola acqua a circa 50 °C;
- mediante "pannelli sospesi" alimentati come i corpi scaldanti di cui in a);
- mediante l'immissione di aria riscaldata per attraversamento di batterie. Dette batterie possono essere:
  - quelle di un apparecchio locale (aeroterma, ventilconvettore, convettore ventilato, ecc.);
  - quelle di un apparecchio unico per unità immobiliare (condizionatore, complesso di termoventilazione);
- mediante l'immissione nei locali di aria riscaldata da un generatore d'aria calda a scambio diretto.

Dal punto di vista gestionale gli impianti di riscaldamento si classificano come segue:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di più edifici raggruppati;
- di quartiere, quando serve una pluralità di edifici separati;
- urbano, quando serve tutti gli edifici di un centro abitato.

### **8.28.8.3) Componenti degli Impianti di Riscaldamento**

In base alla regolamentazione vigente tutti i componenti degli impianti di riscaldamento destinati vuoi alla produzione, diretta o indiretta, del calore, vuoi alla utilizzazione del calore, vuoi alla regolazione automatica e contabilizzazione del calore, debbono essere provvisti del certificato di omologazione rilasciato dagli organi competenti e della marchiatura CE.

I dispositivi automatici di sicurezza e di protezione debbono essere provvisti di certificato di conformità rilasciato, secondo i casi, dall'INAIL (ex I.S.P.E.S.L.) o dal Ministero degli Interni (Centro Studi ed Esperienze).

Tutti i componenti degli impianti debbono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza ai fini della loro revisione o della eventuale sostituzione.

La Direzione dei Lavori dovrà accertare che i componenti impiegati siano stati omologati e/o che rispondano alle prescrizioni vigenti.

### **8.28.8.4) Generatori di Calore**

Secondo il combustibile impiegato i generatori di calore possono essere alimentati:

- con combustibili solidi, caricati manualmente o automaticamente nel focolare;
  - con combustibili liquidi mediante apposito bruciatore;
  - con combustibili gassosi mediante apposito bruciatore.
- ad acqua calda;
- a vapore con pressione inferiore a 98067 Pa;
- ad acqua surriscaldata con temperatura massima corrispondente alla pressione di cui sopra;
- ad aria calda.

Il generatore di calore deve essere in grado di fornire il calore necessario con il rendimento previsto ai vari carichi e di esso dovrà essere precisato il tipo e la pressione massima di esercizio, il materiale impiegato, lo spessore della superficie di scambio e il volume del fluido contenuto (nel caso di generatori di vapore d'acqua il contenuto d'acqua a livello).

Per i generatori con camera di combustione pressurizzata bisogna assicurarsi, nel caso in cui il camino sia a tiraggio naturale e corra all'interno dell'edificio, che all'uscita dei fumi non sussista alcuna pressione residua.

Il generatore sarà dotato degli accessori previsti dalla normativa ed in particolare:

- dei dispositivi di sicurezza;

- dei dispositivi di protezione;

- dei dispositivi di controllo; previsti dalle norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.) In particolare:

  - dispositivi di sicurezza:

    - negli impianti ad acqua calda a vaso aperto, la sicurezza del generatore verrà assicurata mediante un tubo aperto all'atmosfera, di diametro adeguato;

    - negli impianti ad acqua calda a vaso chiuso, la sicurezza verrà assicurata, per quanto riguarda le sovrappressioni, dalla o dalle valvole di sicurezza e, per quanto riguarda la sovratemperatura, da valvole di scarico termico o da valvole di intercettazione del combustibile;

    - negli impianti a vapore a bassa pressione o ad acqua surriscaldata, la sicurezza dei generatori verrà assicurata dalle valvole di sicurezza.

  - dispositivi di protezione sono quelli destinati a prevenire l'entrata in funzione dei dispositivi di sicurezza, ossia termostati, pressostati e flussostati (livellostati nei generatori di vapore) essi devono funzionare e rispondere alle normative vigenti.

  - dispositivi di controllo sono: il termometro con l'attiguo pozzetto per il termometro di controllo e l'idrometro con l'attacco per l'applicazione del manometro di controllo.

Nei generatori di vapore: il livello visibile ed il manometro dotato di attacco per il manometro di controllo. Questi dispositivi devono rispondere alle normative vigenti.

Generatori d'aria calda a scambio diretto.

Dei generatori d'aria calda, a scambio diretto, ove ne sia consentito l'impiego per il riscaldamento di locali di abitazione ed uffici, dovrà essere dichiarata la natura e spessore della superficie di scambio, la pressione della camera di combustione e del circuito dell'aria, la potenza assorbita dal ventilatore.

Ai fini della sicurezza sarà verificata la tenuta del circuito di combustione e la pressione nel circuito dell'aria calda che deve mantenersi superiore alla pressione massima rilevata nel circuito di combustione.

Generatori di calore a scambio termico.

Comprendono scambiatori di calore in cui il circuito primario è alimentato da acqua calda o vapore od acqua surriscaldata prodotta da un generatore di calore ed il circuito secondario è destinato a fornire acqua calda a temperatura minore.

Tali apparecchi, se alimentati da un fluido a temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica, devono essere provvisti, sul circuito secondario, di valvole di sicurezza e di valvole di scarico termico, oltre alle apparecchiature di protezione (termostati, pressostati) che operano direttamente su generatore che alimenta il circuito primario, oppure sul circuito primario.

Devono disporre altresì degli apparecchi di controllo come i generatori d'acqua calda (termometro, idrometro con attacchi).

#### **8.28.8.5) Bruciatori**

I bruciatori di combustibili liquidi, o gassosi, ed i focolari per combustibili solidi, devono essere in grado di cedere al fluido termovettore il calore corrispondente al carico massimo del generatore servito.

In ogni caso la potenza del bruciatore non deve superare la potenza massima del generatore in questione. Il bruciatore deve essere corredato da dispositivi che ne arrestino il funzionamento ed intercettino l'afflusso del combustibile nel caso che la fiamma non si accenda o si spenga in corso di funzionamento.

In particolare le rampe di alimentazione dei bruciatori a gas debbono corrispondere esattamente per tipo e composizione a quelle prescritte dalle norme UNI CIG ed essere quindi dotate, oltre che di elettrovalvole di intercettazione, anche del dispositivo atto ad accertare l'assenza di perdite delle valvole stesse.

Negli impianti di maggiore importanza dotati di bruciatori di gas, si dovrà prevedere anche la verifica automatica del dispositivo di controllo della fiamma all'atto di ogni accensione o, se del caso, la verifica continua.

L'arresto dei bruciatori, in generale, deve verificarsi anche nel caso di intervento dei vari apparecchi di protezione: termostati, pressostati, flussostati, livellostati.

Condotti di evacuazione dei fumi ed aerazione delle centrali termiche.

I condotti dei fumi, raccordi fumari, canali fumari e camini debbono assicurare la corretta evacuazione dei fumi anche al carico massimo e nelle peggiori condizioni esterne di temperatura, pressione ed umidità relativa. Qualora i condotti non siano totalmente esterni all'edificio, il tiraggio ne dovrà assicurare la depressione lungo l'intero sviluppo così che in caso di lesioni, non vi sia fuoriuscita dei prodotti della combustione.

Lo sbocco all'esterno dovrà avvenire secondo le prescrizioni vigenti e comunque in modo da non recare molestie. In qualsiasi locale in cui funziona un generatore di calore, di qualsiasi potenza, deve essere assicurato il libero ingresso dell'aria necessaria mediante un'apertura non chiudibile di dimensioni adeguate.

I depositi di combustibili liquidi.

Devono rispettare la legislazione in base alla capacità, ai locali in cui possono essere collocati ed alla loro sistemazione, ove siano interrati o collocati in vista all'aperto.

Ove si presentassero delle perdite, il combustibile liquido dovrà fluire entro un apposito bacino di raccolta che, nel caso di interrimento, non deve inquinare il terreno e la falda acquifera.

Ogni serbatoio deve essere provvisto di un tubo di sfiato ubicato in modo che i prodotti gassosi non possano molestare le persone. Le tubazioni di adduzione del combustibile, liquido o gassoso, al serbatoio debbono potersi intercettare all'esterno delle centrali termiche, in caso di emergenza.

Deve essere provvisto altresì di un attacco di carico, facilmente accessibile e protetto da manomissioni.

Le tubazioni di adduzione ai bruciatori devono essere intercettabili all'esterno della centrale termica.

Le stazioni di riduzione per l'alimentazione dei bruciatori di gas ed i relativi contatori vanno collocati all'esterno e, dove ciò non è possibile, in ambienti aerati e separati dai locali di utilizzazione secondo la regolamentazione antincendio.

#### **8.28.8.6) Circolazione del Fluido Termovettore**

Pompe di circolazione.

Nel caso di riscaldamento ad acqua calda, la circolazione, salvo casi eccezionali in cui si utilizza la circolazione naturale per gravità, viene assicurata mediante elettropompe centrifughe la cui potenza elettrica assorbita non deve essere, di massima, maggiore di 1/500 della potenza termica massima dell'impianto.

Le pompe, provviste del certificato di omologazione, dovranno assicurare portate e prevalenze idonee per alimentare tutti gli apparecchi utilizzatori e debbono essere previste per un servizio continuo senza sensibile surriscaldamento del motore.

La tenuta sull'albero nelle pompe, accoppiato al motore elettrico con giunto elastico, potrà essere meccanica o con premistoppa, in quest'ultimo caso la perdita d'acqua dovrà risultare di scarsa rilevanza dopo un adeguato periodo di funzionamento.

Ogni pompa dovrà essere provvista di organi di intercettazione sull'aspirazione e sulla mandata e di valvole di non ritorno.

Sulla pompa, o sui collettori di aspirazione e di mandata delle pompe, si dovrà prevedere una presa manometrica per il controllo del funzionamento.

Ventilatori.

Nel caso di riscaldamento ad aria calda, l'immissione dell'aria nei vari locali si effettua mediante elettroventilatori centrifughi, o assiali, la cui potenza elettrica assorbita non deve essere, di massima, maggiore di 1/50 della potenza termica massima dell'impianto.

I ventilatori, provvisti di certificato di omologazione, dovranno assicurare portate e prevalenze idonee per l'immissione nei singoli locali della portata d'aria necessaria per il riscaldamento e debbono essere previsti per un servizio continuo senza sensibile surriscaldamento del motore.

#### **8.28.8.7) Distribuzione del Fluido Termovettore**

Rete di tubazioni di distribuzione. Comprende:

le tubazioni della centrale termica;

le tubazioni della sottocentrale termica allorché l'impianto sia alimentato dal secondario di uno scambiatore di calore;

la rete di distribuzione propriamente detta che comprende:

una rete orizzontale principale;

le colonne montanti che si staccano dalla rete di cui sopra;

le reti orizzontali nelle singole unità immobiliari;

gli allacciamenti ai singoli apparecchi utilizzatori;

la rete di sfiato dell'aria.

Le reti orizzontali saranno poste, di regola, nei cantinati o interrati: in quest'ultimo caso, se si tratta di tubi metallici e non siano previsti cunicoli accessibili aerati, si dovrà prevedere una protezione tale da non consentire alcun contatto delle tubazioni con terreno.

Le colonne montanti, provviste alla base di organi di intercettazione e di rubinetto di scarico, saranno poste possibilmente in cavedi accessibili e da esse si dirameranno le reti orizzontali destinate alle singole unità immobiliari.

Debbono restare accessibili sia gli organi di intercettazione dei predetti montanti, sia quelli delle singole reti o, come nel caso dei pannelli radianti, gli ingressi e le uscite dei singoli serpentine.

Diametri e spessori delle tubazioni debbono corrispondere a quelli previsti nelle norme UNI: in particolare per diametri maggiori di 1", tubi lisci secondo le norme UNI EN 10216 e UNI EN 10217. Per i tubi di rame si impiegheranno tubi conformi alla norma UNI EN 1057.

Le tubazioni di materiali non metallici debbono essere garantite dal fornitore per la temperatura e pressione massima di esercizio e per servizio continuo.

Tutte le tubazioni debbono essere coibentate secondo le prescrizioni dell'allegato B del d.P.R. 412/93, salvo il caso in cui il calore da esse emesso sia previsto espressamente per il riscaldamento, o per l'integrazione del riscaldamento ambiente.

I giunti, di qualsiasi genere (saldati, filettati, a flangia, ecc.) debbono essere a perfetta tenuta e laddove non siano accessibili dovranno essere provati a pressione in corso di installazione.

I sostegni delle tubazioni orizzontali o sub-orizzontali dovranno essere previsti a distanze tali da evitare incurvamenti.

Il dimensionamento delle tubazioni, sulla base delle portate e delle resistenze di attrito ed accidentali, deve essere condotto così da assicurare le medesime perdite di carico in tutti i circuiti generali e particolari di ciascuna utenza.

La velocità dell'acqua nei tubi deve essere contenuta entro limiti tali da evitare rumori molesti, trascinamento d'aria, perdite di carico eccessive e fenomeni di erosione in corrispondenza alle accidentalità.

Il percorso delle tubazioni e la loro pendenza deve assicurare, nel caso di impiego dell'acqua, il sicuro sfogo dell'aria e, nel caso dell'impiego del vapore, lo scarico del condensato oltre che l'eliminazione dell'aria.

Occorre prevedere, in ogni caso, la compensazione delle dilatazioni termiche; dei dilatatori, dovrà essere fornita la garanzia che le deformazioni rientrano in quelle elastiche del materiale e dei punti fissi che l'ancoraggio è commisurato alle sollecitazioni.

Gli organi di intercettazione, previsti su ogni circuito separato, dovranno corrispondere alle temperature e pressioni massime di esercizio ed assicurare la perfetta tenuta, agli effetti della eventuale segregazione dall'impianto di ogni singolo circuito.

Sulle tubazioni che convogliano vapore occorre prevedere uno o più scaricatori del condensato così da evitare i colpi d'ariete e le ostruzioni al passaggio del vapore.

Canali di distribuzione dell'aria calda.

Negli impianti ad aria calda, in cui questa viene immessa in una pluralità di ambienti, o in più punti dello stesso ambiente, si devono prevedere canali di distribuzione con bocche di immissione, singolarmente regolabili per quanto concerne la portata e dimensionati, come le tubazioni, in base alla portata ed alle perdite di carico.

I canali debbono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza, non soggetti a disgregazione, od a danneggiamenti per effetto dell'umidità e, se metallici, irrigiditi in modo che le pareti non entrino in vibrazione.

I canali dovranno essere coibentati per l'intero loro sviluppo a meno che il calore da essi emesso sia espressamente previsto per il riscaldamento, o quale integrazione del riscaldamento dei locali attraversati. La velocità dell'aria nei canali deve essere contenuta, così da evitare rumori molesti, perdite di carico eccessive e fenomeni di abrasione delle pareti, specie se non si tratta di canali metallici.

Le bocche di immissione debbono essere ubicate e conformate in modo che l'aria venga distribuita quanto più possibile uniformemente ed a velocità tali da non risultare molesta per le persone; al riguardo si dovrà tener conto anche della naturale tendenza alla stratificazione.

In modo analogo si dovrà procedere per i canali di ripresa, dotati di bocche di ripresa, tenendo conto altresì che l'ubicazione delle bocche di ripresa deve essere tale da evitare la formazione di correnti preferenziali, a pregiudizio della corretta distribuzione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.8.8) Apparecchi Utilizzatori**

Tutti gli apparecchi utilizzatori debbono essere costruiti in modo da poter essere impiegati alla pressione ed alla temperatura massima di esercizio, tenendo conto della prevalenza delle pompe di circolazione che può presentarsi al suo valore massimo qualora la pompa sia applicata sulla mandata e l'apparecchio sia intercettato sul solo ritorno.

Corpi scaldanti statici.

Qualunque sia il tipo prescelto, i corpi scaldanti debbono essere provvisti di un certificato di omologazione che ne attesti la resa termica, accertata in base alla norma UNI EN 442.

Essi debbono essere collocati in posizione e condizioni tali che non ne risulti pregiudicata la cessione di calore all'ambiente. Non si debbono impiegare sullo stesso circuito corpi scaldanti dei quali sia notevolmente diverso l'esponente dell'espressione che misura la variazione della resa termica in funzione della variazione della differenza tra la temperatura del corpo scaldante e la temperatura ambiente (esempio radiatori e convettori).

Sulla mandata e sul ritorno del corpo scaldante si debbono prevedere organi atti a consentire la regolazione manuale e, ove occorra, l'esclusione totale del corpo scaldante, rendendo possibile la sua asportazione, senza interferire con il funzionamento dell'impianto.

Corpi scaldanti ventilati.

Di tali apparecchi costituiti da una batteria percorsa dal fluido termovettore e da un elettroventilatore che obbliga l'aria a passare nella batteria, occorre, oltre a quanto già esposto per i corpi scaldanti statici, accertare la potenza assorbita dal ventilatore e la rumorosità dello stesso.

La collocazione degli apparecchi deve consentire una distribuzione uniforme dell'aria evitando altresì correnti moleste.

Pannelli radianti.

Costituiscono una simbiosi tra le reti di tubazioni in cui circola il fluido termovettore e le strutture murarie alle quali tali reti sono applicate (pannelli riportati) o nelle quali sono annegate (pannelli a tubi annegati). I tubi per la formazione delle reti, sotto forma di serpentini, o griglie, devono essere di piccolo diametro (20 mm al massimo) ed ove non si tratti di tubi metallici, dovrà essere accertata l'idoneità relativamente alla temperatura ed alla pressione massima di esercizio per un servizio continuo.

Prima dell'annegamento delle reti si verificherà che non vi siano ostruzioni di sorta ed è indispensabile una prova a pressione sufficientemente elevata per assicurarsi che non si verifichino perdite nei tubi e nelle eventuali congiunzioni.

Nel caso di pannelli a pavimento la temperatura media superficiale del pavimento finito non deve superare il valore stabilito al riguardo dal progettista e la distanza tra le tubazioni deve essere tale da evitare che detta temperatura media si consegua alternando zone a temperatura relativamente alta e zone a temperatura relativamente bassa.

Nel prevedere il percorso dei tubi occorre tener presente altresì che (anche con cadute di temperatura relativamente basse: 8-10 °C) le zone che corrispondono all'ingresso del fluido scaldante emettono calore in misura sensibilmente superiore a quelle che corrispondono all'uscita.

Le reti di tubi devono essere annegate in materiale omogeneo (di regola: calcestruzzo da costruzione) che assicuri la totale aderenza al tubo e ne assicuri la protezione da qualsiasi contatto con altri materiali e da qualsiasi liquido eventualmente disperso sul pavimento.

Nel caso di pannelli a soffitto, ricavati di regola annegando le reti nei solai pieni, o nelle nervature dei solai misti, la temperatura media superficiale non deve superare il valore stabilito dal progettista.

Il collegamento alle reti di distribuzione, deve essere attuato in modo che sia evitato qualsiasi ristagno dell'aria e che questa, trascinata dal fluido venga scaricata opportunamente; per lo stesso motivo è opportuno che la velocità dell'acqua non sia inferiore a 0,5 m/s.

Nel caso di reti a griglia, costituite da una pluralità di tronchi o di serpentini, collegati a due collettori (di ingresso e di uscita), occorre che le perdite di carico nei vari tronchi siano uguali, così da evitare circolazioni preferenziali. In concreto occorre che i vari tronchi, o serpentini, abbiano la stessa lunghezza (e, possibilmente, lo stesso numero di curve) e che gli attacchi ai collettori avvengano da parti opposte così che il tronco con la mandata più corta abbia il ritorno più lungo e il tronco con la mandata più lunga, il ritorno più corto.

Nei pannelli, cosiddetti "riportati", di regola a soffitto e talvolta a parete, ove le reti di tubazioni sono incorporate in uno strato di speciale intonaco, applicato alla struttura muraria, o anche separato dalla stessa, si dovrà prevedere un'adeguata armatura di sostegno, una rete portaintonaco di rinforzo è l'ancoraggio del pannello, tenendo conto delle dilatazioni termiche.

Qualunque sia il tipo di pannello impiegato, si deve prevedere un pannello, od un gruppo di pannelli, per ogni locale dotato di una valvola di regolazione, collocata in luogo costantemente accessibile.

E' utile l'applicazione di organi di intercettazione sull'ingresso e sull'uscita così da poter separare dall'impianto il pannello od il gruppo di pannelli senza interferenze con l'impianto stesso.

Pannelli pensili.

Si considerano come corpi scaldanti tenendo conto che, in relazione al loro sviluppo ed alla loro collocazione, le temperature superficiali debbono essere compatibili con il benessere delle persone.

Riscaldatori d'acqua.

Sono destinati alla produzione di acqua calda per i servizi igienici e possono essere:

- ad accumulo con relativo serbatoio;
- istantanei;
- misti ad accumulo ed istantanei.

Il tipo di riscaldatore ed il volume di accumulo deve essere rispondente alla frequenza degli attingimenti:

saltuari, continui, concentrati in brevi periodi di tempo.

Qualora il fluido scaldante presenti una temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica occorre applicare al serbatoio di accumulo la valvola di sicurezza e la valvola di scarico termico.

Nel serbatoio d'accumulo è altresì indispensabile prevedere un vaso di espansione, o una valvola di sfioro, onde far fronte alla dilatazione dell'acqua in essi contenuta nel caso in cui non si verifichino attingimenti durante il riscaldamento dell'acqua stessa.

L'acqua deve essere distribuita a temperatura non superiore a 50 °C, è comunque opportuno, nel caso dell'accumulo, mantenere l'acqua a temperatura non superiore a 65 °C onde ridurre la formazione di incrostazioni, nel caso in cui l'acqua non venga preventivamente trattata.

Il generatore di calore destinato ad alimentare il riscaldatore d'acqua durante i periodi in cui non si effettua il riscaldamento ambientale deve essere di potenza non superiore a quella richiesta effettivamente dal servizio a cui è destinato.

Complessi di termoventilazione.

Sono costituiti, come i corpi scaldanti ventilati, da una batteria di riscaldamento alimentata dal fluido termovettore e da un elettroventilatore per la circolazione dell'aria nella batteria. Dovendo provvedere al riscaldamento di una pluralità di locali mediante l'immissione di aria calda, l'apparecchio dovrà essere in grado di fornire la potenza termica necessaria.

Dell'elettroventilatore, dotato di un motore elettrico per servizio continuo dovranno essere verificati: la portata, la prevalenza, la potenza assorbita ed il livello di rumorosità nelle condizioni di esercizio. L'apparecchio può essere provvisto di filtri sull'aria di rinnovo e/o sull'aria di circolazione (mentre la presenza di dispositivi di umidificazione lo farebbe annoverare tra gli apparecchi di climatizzazione invernale).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **8.28.8.9) Espansione dell'Acqua dell'Impianto**

Negli impianti ad acqua calda, o surriscaldata, occorre prevedere un vaso di espansione in cui trovi posto l'aumento di volume del liquido per effetto del riscaldamento. Il vaso può essere aperto all'atmosfera o chiuso, a pressione.

Il vaso aperto deve essere collocato a quota maggiore del punto più alto dell'impianto ed occorre assicurarsi che esso non sia in circolazione per effetto dello scarico del tubo di sicurezza (allacciato scorrettamente) o della rete di sfiato dell'aria (sprovvista di scaricatore idoneo). Ove si utilizzi un vaso

chiuso la pressione che vi deve regnare deve essere: nel caso di acqua calda, superiore alla pressione statica dell'impianto, nel caso di acqua surriscaldata superiore alla pressione del vapore saturo alla temperatura di surriscaldamento.

Il vaso chiuso può essere del tipo a diaframma (con cuscino d'aria prepressurizzato), autopressurizzato (nel quale la pressione, prima del riempimento, è quella atmosferica), prepressurizzato a pressione costante e livello variabile, prepressurizzato a pressione e livello costanti.

Questi ultimi richiedono per la pressurizzazione l'allacciamento ad una rete di aria compressa (o ad un apposito compressore) o a bombole di aria compressa o di azoto. I vasi chiusi collegati ad una sorgente esterna debbono essere dotati di valvola di sicurezza e se la pressione della sorgente può assumere valori rilevanti, occorre inserire una restrizione tarata sul tubo di adduzione cosicché la portata massima possa essere scaricata dalla valvola di sicurezza senza superare la pressione di esercizio per la quale il vaso è previsto.

In ogni caso, qualora la capacità di un vaso chiuso sia maggiore di 25 l, il vaso stesso è considerato apparecchio a pressione a tutti gli effetti.

#### **8.28.8.10) Regolazione Automatica**

Ogni impianto centrale deve essere provvisto di un'apparecchiatura per la regolazione automatica della temperatura del fluido termovettore, in funzione della temperatura esterna e del conseguente fattore di carico.

Il regolatore, qualunque ne sia il tipo, dispone di due sonde (l'una esterna e l'altra sulla mandata generale) ed opera mediante valvole servocomandate.

Il regolatore deve essere suscettibile di adeguamento del funzionamento del diagramma di esercizio proprio dell'impianto regolato. Debbono essere previste regolazioni separate nel caso di circuiti di corpi scaldanti destinati ad assicurare temperature diverse e nel caso di circuiti che alimentano corpi scaldanti aventi una risposta diversa al variare della differenza tra la temperatura dell'apparecchio e la temperatura ambiente.

E' indispensabile prevedere un sistema di regolazione automatica della temperatura ambiente per ogni unità immobiliare e di una valvola termostatica su ciascun corpo scaldante ai fini di conseguire la necessaria omogeneità delle temperature ambiente e di recuperare i cosiddetti apporti di calore gratuiti, esterni ed interni.

La regolazione locale deve essere prevista per l'applicazione di dispositivi di contabilizzazione del calore dei quali venisse decisa l'adozione.

#### **8.28.8.11) Alimentazione e Scarico dell'Impianto**

##### **Alimentazione dell'impianto.**

Può avvenire secondo uno dei criteri seguenti:

negli impianti a vapore, mediante elettropompe che prelevano l'acqua dalla vasca di raccolta del condensato, vasca in cui il livello è assicurato da una valvola a galleggiante allacciata all'acquedotto o ad un condotto di acqua trattata;

negli impianti ad acqua calda, con vaso di espansione aperto, o mediante l'allacciamento all'acquedotto (o ad un condotto di acqua trattata) del vaso stesso, in cui il livello è assicurato da una valvola a galleggiante come sopra; oppure mediante un allacciamento diretto dell'acquedotto (o del predetto condotto di acqua trattata) al generatore di calore o ad un collettore della centrale termica, allacciamento dotato di una valvola a perfetta tenuta da azionare manualmente;

negli impianti ad acqua calda con vaso chiuso, mediante l'allacciamento diretto all'acquedotto (od al predetto condotto dell'acqua trattata) attraverso una valvola di riduzione;

negli impianti ad acqua surriscaldata, mediante elettropompe che prelevano l'acqua dall'acquedotto o dal serbatoio dell'acqua trattata.

Occorrono ovviamente pompe di sopraelevazione della pressione qualora la pressione dell'acquedotto, o quella del condotto dell'acqua trattata, non fosse in grado di vincere la pressione regnante nel punto di allacciamento.

Nel caso di valvole a galleggiante collegate all'acquedotto, la bocca di ingresso dell'acqua deve trovarsi ad un livello superiore a quello massimo dell'acqua così che, in caso di eventuali depressioni nell'acquedotto non avvenga il risucchio in esso dell'acqua del vaso. Nel caso di allacciamenti diretti all'acquedotto è prescritta l'applicazione di una valvola di non ritorno così da evitare ogni possibile rientro nell'acquedotto dell'acqua dell'impianto.

Sulla linea di alimentazione occorre inserire un contatore d'acqua al fine di individuare tempestivamente eventuali perdite e renderne possibile l'eliminazione.

#### **Scarico dell'impianto.**

Deve essere prevista la possibilità di scaricare, parzialmente o totalmente, il fluido termovettore contenuto nell'impianto.

Se si tratta di acqua fredda, questa può essere scaricata direttamente nella fognatura; se si tratta di acqua calda, o addirittura caldissima (per esempio nel caso di spurghi di caldaia a vapore), occorre raffreddarla in apposita vasca prima di immetterla nella fognatura.

#### **8.28.8.12 Quadro e Collegamenti Elettrici**

Si dovrà prevedere un quadro elettrico per il comando e la protezione di ogni singolo motore da corto circuiti, abbassamenti di tensione, mancanza di fase e sovraccarichi prolungati.

Quadro e collegamenti elettrici, nonché la messa a terra di tutte le parti metalliche, dovranno essere conformi alle norme CEI ed in particolare a quella prevista espressamente per le centrali termiche nella CEI 64-2.

#### **8.28.8.13 La Direzione dei Lavori**

La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di riscaldamento opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).

Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta, consumo di combustibile (correlato al fattore di carico), ecc., per comprovare il rispetto della normativa vigente in materia

La Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

## **CAPITOLO 9 IMPIANTISTICA E COMPONENTI Art 8.28.9.1**

### **PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI**

I cavi o condutture utilizzati nell'impianto fotovoltaico devono essere in grado di sopportare, per la durata di vita dell'impianto stesso (fino a 30 anni), severe condizioni ambientali in termini di temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette. Per condutture si intende l'insieme dei cavi e del tubo o canale in cui sono inseriti.

I cavi dovranno avere una tensione nominale adeguata a quella del sistema elettrico. In corrente continua, la tensione non dovrà superare 1,5 volte la tensione nominale dei cavi riferita al loro impiego in corrente alternata (vedi norme CEI EN 50565-1, CEI EN 50565-2 e CEI 20-67). In corrente alternata la tensione d'impianto non dovrà superare la tensione nominale dei cavi.

I cavi sul lato corrente continua si distinguono in:

cavi solari (o di stringa) che collegano tra loro i moduli e la stringa al primo quadro di sottocampo o direttamente all'inverter;

- cavi non solari che sono utilizzati a valle del primo quadro.

I cavi che collegano tra loro i moduli possono essere installati nella parte posteriore dei moduli stessi, laddove la temperatura può raggiungere i 70-80 °C. Tali cavi quindi devono essere in grado di sopportare elevate temperature e resistere ai raggi ultravioletti, se installati a vista. Pertanto si useranno cavi particolari, usualmente unipolari con isolamento e guaina in gomma, tensione nominale 0,6/1kV, con temperatura massima di funzionamento non inferiore a 90 °C e con una elevata resistenza ai raggi UV.

I cavi non solari posti a valle del primo quadro, ad una temperatura ambiente di circa 30-40 °C, dato che usualmente si troveranno lontano dai moduli, se posati all'esterno dovranno essere anch'essi adeguatamente protetti con guaina per uso esterno; per la posa all'interno di edifici valgono le regole generali per gli impianti elettrici.

Per i cavi installati sul lato corrente alternata a valle dell'inverter valgono le stesse prescrizioni indicate per i cavi non solari lato corrente continua.

La sezione trasversale dei cavi sarà dimensionata proporzionalmente alla massima corrente prevista. Il cavo principale in corrente continua e i cavi provenienti dai diversi campi devono essere in grado di sopportare le correnti massime producibili dal generatore fotovoltaico. Come protezione contro i guasti di isolamento e di terra, è possibile usare interruttori automatici sensibili alle dispersioni di terra.

Il cavo principale in corrente continua sarà dimensionato per tollerare 1,25 volte la corrente di corto circuito del generatore in condizioni standard. Il valore calcolato per la sezione del cavo sarà da considerarsi minimo e, pertanto, andrà approssimato per eccesso fino al valore standard superiore (es. 4mm<sup>2</sup>, 6mm<sup>2</sup>, 10mm<sup>2</sup>, ecc.). Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 2% della tensione a vuoto), saranno quindi scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024/1 e CEI - UNEL 35026.

#### **Specifiche tecniche cavi e conduttori:**

isolamento dei cavi

i cavi utilizzati sul lato corrente continua dell'impianto dovranno essere scelti ed installati in modo da rendere minimo il rischio di guasto a terra e cortocircuito, le condutture dovranno avere cioè un isolamento doppio o rinforzato (classe II) (es. l'isolamento del cavo più l'isolamento del tubo o canale formano una conduttura con isolamento doppio); i cavi dovranno essere disposti in modo da minimizzare per quanto possibile le operazioni di cablaggio: in particolare la discesa dei cavi dovrà essere protetta meccanicamente tramite installazione in tubi, ove il collegamento al quadro elettrico e agli inverter avvenga garantendo il mantenimento del livello di protezione degli stessi. La messa in opera deve evitare che, durante l'esercizio, i cavi vengano sottoposti ad azioni meccaniche.

Tensione dell'impianto fotovoltaico fino alla quale un cavo può essere impiegato

Tensione nominale del cavo U <sub>0</sub> /U	Sistemi isolati da terra o con un polo a terra		Sistemi con il punto mediano a terra	
	Cavo ordinario	Cavo di classe II	Cavo ordinario	Cavo di classe II
450/750 V	675 V	450 V	1125 V	750 V
0,6/1 kV	900 V	675 V	1500 V	1035 V

colori distintivi dei cavi

conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti possono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare, i cavi solari potranno essere dotati di guaine di colore rosso (polo positivo), nero (polo negativo) e blu (neutro). Per i cavi lato corrente alternata dell'impianto andranno invece rispettati in modo univoco per tutto l'impianto i colori: nero, grigio e marrone. In tutti i casi, il giallo-verde contraddistingue il conduttore di protezione ed equipotenziale;



12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)						
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

### **Canalette porta cavi**

Per quanto possibile, si eviteranno sistemi di canali battiscopa per i quali, con i canali ausiliari, si applicano le norme CEI EN 50085-2-1. Per gli altri sistemi di canalizzazione si applica la norma CEI EN 50085-2-2. La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà di quella disponibile e deve essere tale da consentire un'occupazione della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8/5.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8, utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.); opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI EN 50525-1, CEI EN 50525-2-11, CEI EN 50525-2-12, CEI EN 50525-2-31, CEI EN 50525-2-51, CEI EN 50525-2-72, CEI EN 50525-3-31. Per i canali metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali, secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

### **Art 8.28.9.3**

#### **CONNESSIONI E MORSETTI**

Le connessioni dei cavi, sia giunzioni che derivazioni, devono essere realizzate a regola d'arte, al fine di evitare malfunzionamenti, resistenze localizzate e pericoli d'incendio.

Le scatole poste all'esterno dovranno avere grado di protezione almeno IP54 e un'adeguata resistenza ai raggi ultravioletti. L'ingresso dei cavi nelle scatole di giunzione deve avvenire mediante apposito passacavo, per non compromettere il grado di protezione e per limitare le sollecitazioni a trazione sulle connessioni.

Dovranno sempre essere utilizzati connettori e morsetti idonei ai requisiti richiesti dai sistemi fotovoltaici.

I connettori dovranno:

essere idonei all'uso in corrente continua;

avere una tensione nominale almeno uguale alla tensione massima di stringa e corrente nominale maggiore della portata dei cavi che connettono;

avere un isolamento doppio o rinforzato (classe II);

disporre di un sistema di ritenuta che ne impedisca la disconnessione accidentale;

poter funzionare alla temperatura massima prevista per i cavi;

essere resistenti ai raggi ultravioletti ed avere grado di protezione almeno IP54, se utilizzati all'esterno.

I morsetti dovranno:

essere utilizzati con viti e imbullonati;

essere posti in cassette di giunzione o direttamente sulle apparecchiature elettriche.

#### **Art 8.28.9.4**

##### **TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE**

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI EN 61386-1 e CEI EN 61386-22. Essi devono essere inseriti nelle scatole, preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione. La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è, in genere, possibile apportare sostanziali modifiche, né in fabbrica, né in cantiere. Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni. In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole. La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori, necessarie per le discese alle tramezze, che si monteranno in un secondo tempo, a getti avvenuti.

#### **Art 8.28.9.5**

##### **POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI SOTTO GUAINA in tubi interrati**

Per l'interramento dei cavi elettrici, qualora necessario, si dovrà procedere nel modo seguente:

    sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm sul quale si dovrà distendere il cavidotto corrugato pesante a doppia parete liscia internamente del tipo pesante con resistenza allo schiacciamento 750N;

    si dovrà, quindi, ricoprire mediante magrone di cls per tutto il tracciato;

La profondità di posa dovrà essere almeno 0,8 m, secondo le norme CEI 11-17.

##### **in cunicoli praticabili**

Si dovrà assicurare un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria. A questo riguardo la Ditta dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, e sarà altresì di competenza della Ditta soddisfare a tutto il fabbisogno di cavidotti, canalette, passaggi, brecce, cunicoli, mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo. Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito, di massima, intorno a 70 cm. In particolare, le parti in acciaio debbono essere zincate a caldo. Ogni 150/200 m di percorso, i cavi dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

##### **- in tubazioni a parete o in cunicoli non praticabili**

Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto, ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei, ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili con i dovuti adattamenti. Per la posa interrata delle tubazioni non idonee a proteggere meccanicamente i cavi, valgono le prescrizioni precedenti circa l'interramento dei cavi elettrici, le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa, il reinterro, ecc. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti con chiusino in ghisa carrabile sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare, come da elaborato grafico. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

    ogni 30 m circa, se in rettilineo;

ogni 15 m circa, se è interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

#### **Art 8.28.9.6**

##### **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Contrariamente alla costruzione di un impianto elettrico ordinario, il cui rischio di natura elettrica non si palesa finchè l'impianto non viene collegato alla rete, nell'installazione di un impianto fotovoltaico l'esposizione alla luce di un modulo comporta già una tensione tra i poli dello stesso.

Per evitare tale tensione è possibile chiudere in cortocircuito i connettori di un modulo così da azzerarla. Al fine di ridurre il pericolo elettrico inoltre, si potranno mantenere aperti i connettori di un modulo e il sezionatore di stringa oltre ad avere cura di far operare in tali lavorazioni, esclusivamente persone idonee per conoscenze e qualifica nonchè dotate di adeguati dispositivi di protezione individuale.

Tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse), devono essere protette contro i contatti indiretti.

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso complesso dovrà avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili e altre tubazioni entranti, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

##### **Segnaletica di sicurezza**

Tutti i quadri e le scatole dell'impianto fotovoltaico lato corrente continua, dovranno riportare un avviso che indica la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter.

In corrispondenza dell'interruttore generale dell'impianto utilizzatore dovrà essere collocato un avviso conforme alle indicazioni della norma CEI 82-25, che segnali la presenza della doppia sorgente di alimentazione (rete pubblica e generatore fotovoltaico). (vedi immagini tipo)



#### **Art 8.28.9.7**

##### **PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO**

Tra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni: apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

### **Art 8.28.9.8**

#### **PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE**

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti (come da elaborato grafico) causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:  $I_b < I_n < I_z$ ,  $I_f \leq 1,45 I_z$ . La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947-2. Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$I_q < I K_s^2$  conforme alle norme CEI 64-8.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

### **Art 8.28.9.9**

#### **APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO**

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto sul profilato, preferibilmente normalizzato CEI EN 60715.

In particolare:

gli interruttori automatici magnetotermici fino a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;

tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a).

gli interruttori con relè differenziali fino a 100 A devono essere modulari ed appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b); devono essere del tipo ad azione diretta;

gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 4 poli protetti fino a 100 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta, preferibilmente, di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione differenziale; è ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri, purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 6000 A;

il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto), sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

### **Art 8.28.9.10**

#### **INTERRUTTORI SCATOLATI**

Onde agevolarne l'installazione sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano stesse dimensioni di ingombro. Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità di servizio. Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 (CEI EN 60947-2), onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

#### **Art 8.28.9.11**

##### **INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE**

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di corto circuito elevate (> 6000 A), gli interruttori automatici magnetotermici devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (CEI EN 60947-2).

#### **Art 8.28.9.12**

##### **QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE**

In caso di installazione di quadri in resina isolante, i quadri devono avere attitudine a non innescare l'incendio per riscaldamento eccessivo; comunque, i quadri non incassati devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C. I quadri devono in tal caso, essere composti da cassette isolanti con piastra portapparecchi estraibile, per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina e devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 55; in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi. Questi quadri devono essere conformi alla norma CEI EN 61439-1 e consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

## **CAPITOLO 29**

### **LAVORI VARI**

#### **Art. 8.29.1**

##### **LAVORI COMPENSATI A CORPO**

Per i lavori compensati a corpo si prescrive:

le lavorazioni a corpo dovranno essere eseguite in modo tale che l'intervento ad esso relativo sia finito a perfetta regola d'arte. L'impresa si assume la responsabilità per le eventuali variazioni che si possono manifestare durante la lavorazione senza pretendere un maggiore corrispettivo rispetto a quanto pattuito in sede di offerta.

Le lavorazioni a corpo verranno contabilizzate in percentuale rispetto allo stato di lavorazione delle stesse.

#### **Art. 8.29.2**

##### **LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI**

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, nel caso in cui si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti prescrizioni:

dovranno essere eseguiti nel rispetto del progetto esecutivo, secondo le indicazioni della direzione lavori al fine di eseguirli a perfetta regola d'arte.

#### **Art. 8.29.3**

##### **LIMITAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE**

Oltre al rispetto dei limiti previsti dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nei termini previsti nel progetto, comprovati da una specifica dichiarazione di conformità di un tecnico abilitato, ai sensi del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., del D.M. LL.PP. 236/89 e del d.P.R. 503/96, le varie parti dell'opera, i singoli componenti e/o materiali, dovranno garantire l'accessibilità, l'adattabilità o la visibilità limitando la presenza di barriere architettoniche. In particolare dovranno essere evitati:

- ostacoli fisici che causino disagio alla mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi motivo, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea;

- ostacoli che limitano o impediscono a chiunque la comoda e sicura utilizzazione di parti, attrezzature o componenti;

- la mancanza di segnalazioni e accorgimenti che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque ed in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per i sordi.

La Direzione dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.