



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FOGGIA**  
***DIPARTIMENTO SISTEMI INFORMATIVI ED INNOVAZIONE***  
***TECNOLOGICA***  
***DIPARTIMENTO EDILIZIA, CONTRATTI E APPALTI***

**PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI RILEGAMENTI IN  
FIBRA OTTICA DALLA DORSALE AMGAS PER LE ESIGENZE  
DELL'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FOGGIA.**

**ALLEGATO TECNICO**

**II RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**  
**(Geom. Silvio Ciampoli)**

**I DIRETTORI DEI LAVORI**  
**(Dott. Danilo De Rogatis)**  
**(Geom. Silvio Ciampoli)**

**IL DIRIGENTE**  
**(Ing. Antonio Tritto)**

<b>1 . OGGETTO DELL'APPALTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 . POSA DEL CAVO .....</b>	<b>4</b>
2.1 PERCORSI DELLA FIBRA ALL'INTERNO DELLE INFRASTRUTTURE .....	4
2.2 MODALITÀ DI POSA IN OPERA .....	4
<b>3 . ACCESSORI DI INSTALLAZIONE.....</b>	<b>5</b>
3.1 GIUNZIONE, TERMINAZIONE E COLLAUDO CAVI IN FIBRA OTTICA .....	5
<b>4 . COLLAUDO DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>9</b>
<b>5 . CAVO OTTICO.....</b>	<b>11</b>
5.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL CAVO A 24 F.O. SMR .....	11
5.1.1 <i>Descrizione</i> .....	11
5.2 CARATTERISTICHE FIBRA MONOMODALE SMR (ITU-T G652) CABLATA .....	11
5.2.1 <i>Composizione della fibra</i> .....	11
5.2.2 <i>Caratteristiche geometriche</i> .....	12
5.2.3 <i>Caratteristiche trasmissive</i> .....	12
<b>6 . CONCLUSIONI.....</b>	<b>13</b>

## 1. OGGETTO DELL'APPALTO

Oggetto del presente appalto è la realizzazione di rilegamenti in fibra ottica per ognuna delle sedi dell'Università degli Studi di Foggia da connettere alla rete metropolitana (d'ora in poi RM), secondo quanto definito nella "Convenzione per la realizzazione e la gestione della RETE METROPOLITANA DI FOGGIA", stipulata in data 23/07/2009 dall'Università degli Studi di Foggia (d'ora in poi "Committente" o "Unifg") e AMGAS S.p.A. (d'ora in poi AMGAS)

La RM (dorsale) si articola nelle due sottoreti fisiche AMGAS ed INFRATEL, realizzate mediante la posa di cavi distinti ciascuno da 24 coppie di fibre ottiche e consente di giungere in prossimità di tutti le sedi di interesse di Unifg.

Dalla dorsale fisica AMGAS, Unifg spillerà 4 coppie delle fibre ottiche, realizzando apposite muffole di estrazione della fibra primaria verso l'utente.

In particolare, le sedi interessate sono le seguenti:

- Palazzo Ateneo, via Gramsci 89-91
- Facoltà di Scienze Motorie, viale Virgilio.
- Facoltà di Economia, via Caggese.
- Facoltà di Giurisprudenza, I.go Giovanni Paolo II.
- Facoltà di Lettere e Filosofia, I.go Civitella.
- Facoltà di Scienze della Formazione, via Arpi.
- Facoltà di Agraria, via Napoli.
- Facoltà di Medicina, via Napoli.
- Bioagromed, Via Napoli.

Per realizzare l'intera infrastruttura occorrono le seguenti operazioni e forniture :

- Disfacimenti, scavi e minitrincee, reinterri e ripristini per circa 621 metri totali, di cui circa 230 metri di fornitura e posa tritubo/monotubo;
- Fornitura e posa di 9 pozzetti di raccordo comprensivi di chiusini carrabili e muffole di giunzione;
- Fornitura e posa di canaline a vista per circa per circa 545 metri
- Fornitura e posa di cavo a 24 Fibre per circa 1735 metri più bobina di 500 metri di scorta;
- Giunzione e attestazione ai terminali della fibra (8 fibre per rilegamento) e relativi test.
- Rilascio delle planimetrie relative alle opere civili realizzate lungo i percorsi di posa (*as-built*) e delle certificate di tutte le tratte e le giunzioni in fibra.

Per i dettagli si veda il computo metrico estimativo allegato.

I capitoli seguenti illustrano in dettaglio i requisiti tecnici ai quali le soluzioni proposte dovranno rispondere. Per tutto quanto non espressamente specificato nella presente

relazione tecnica, si faccia riferimento al documento “NT1 Norma Tecnica per la costruzione di Reti di Telecomunicazioni in fibra ottica per Infratel S.p.A.”, disponibile presso questa Amministrazione.

## **2. POSA DEL CAVO**

### **2.1 Percorsi della fibra all'interno delle infrastrutture**

I nuovi collegamenti saranno realizzati sfruttando, ove possibile, canalizzazioni e percorsi già esistenti e realizzando una nuova infrastruttura in trincea o mediante scavo tradizionale.

Analogamente, all'interno di ogni edificio i cavi verranno posati sfruttando canalizzazioni esistenti e, ove necessario, in canalizzazioni di nuova posa.

### **2.2 Modalità di posa in opera**

#### Realizzazione di nuova sede interrata

Per la definizione degli scavi (tradizionale, minitrincea, etc.) e dei relativi ripristini (binder, manto d'usura, asfalto colato, selciati, basoli, ghiaietto, brecciolino ecc.) bisognerà fare riferimento, per ogni singolo caso (marciapiedi, piste ciclabili, sedi stradali, camminamenti ecc.), sia alle prescrizioni del Comune di Foggia che al Nuovo Codice della Strada (D.L.vo 30.04.1992 – n. 285) e relativo Regolamento di Esecuzione e di Attuazione (DPR 16.12.1992 – n. 495) e successive modifiche ed integrazioni. La profondità di posa (piano di appoggio dei cavi e polifere sotterranei longitudinali alla carreggiata stradale, compreso banchine pavimentate, dovrà essere comunque rispondente a quanto previsto dal Nuovo Codice della Strada

#### Installazione pozzetti

In corrispondenza dei punti di giunzione del cavo in fibra ottica saranno installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo di tipo modulare dotati di chiusino in ghisa carrabile rispondente alle Norme UNI EN124 Classe D400.

#### Posa cavo

Il cavo in fibra ottica sarà posato nelle infrastrutture per mezzo di appositi organi a motore o a mano, rispettando i limiti di tiro e le prescrizioni imposte dalle caratteristiche del cavo stesso. I cavi da posare dovranno essere di tipo Afumex con capacità almeno 24 F.O. di cui 8 fibre da terminare. Ove possibile si potrà valutare la posa di cavo non Afumex, ottemperando comunque alle norme vigenti.

### 3. ACCESSORI DI INSTALLAZIONE

#### 3.1 Giunzione, terminazione e collaudo cavi in Fibra Ottica

Per la realizzazione dei rilegamenti d'utente in fibra ottica tra la dorsale esistente e le sedi utente da collegare è necessario eseguire una muffola di estrazione sul cavo di dorsale. Questo accessorio consente di intervenire su cavo continuo (senza eseguire le giunzioni sulle f.o. non interessate all'estrazione) predisponendo al suo interno, su opportuni moduli, le 8 fibre da derivare.

I moduli devono consentire di sistemare in modo ordinato le f.o. garantendo i raggi di curvatura idonei, il posizionamento delle scorte di fibra con il solo rivestimento primario per permettere interventi futuri ed i tegolini di protezione delle giunzioni. Hanno poi il pregio di permettere l'individuazione precisa del singolo Cliente collegato, garantendo una gestione puntuale della rete durante le fasi dell'esercizio. La muffola deve avere inoltre caratteristiche tali da consentire un grado di tenuta IP 68 (tenuta totale all'ingresso di acqua) e, mediante opportuni ingressi cavo, consentire l'attestazione di più cavi.

#### Muffola di giunzione

Per il collegamento in Fibra Ottica è necessario posare n° 9 muffole, in quanto la sede di Via Gramsci risulta già servita.

Come già detto, la giunzione del cavo ottico sarà realizzata tramite una muffola la cui caratteristica principale sarà quella di permettere una sistemazione ordinata delle fibre ottiche, garantendo un raggio di curvatura non inferiore a 30 mm. La muffola dovrà garantire, inoltre, la tenuta stagna per evitare che umidità, acqua o altri agenti esterni possano danneggiare le fibre posizionate nei relativi moduli di giunzione. Le dimensioni della muffola dovranno consentire alla stessa di essere posizionata nei manufatti previsti per l'allocazione della stessa. La muffola sarà dotata di una flangia sulla quale i cavi confluiscono e vengono bloccati ad essa, utilizzando guaine termorestringenti per garantire una chiusura perfetta.

Le teste dei cavi, opportunamente sguainate, saranno posizionate in modo tale da bloccare meccanicamente gli elementi di forza dei cavi al telaio interno. I tubetti dei cavi proseguiranno fino all'ingresso del modulo di giunzione dove le fibre ottiche con il solo rivestimento acrilico saranno sistemate, lasciando una scorta di circa 1,2-1,5 metri per ciascun lato del cavo, per eventuali interventi di manutenzione e comunque per permettere all'operatore di agire comodamente con la giuntatrice a fusione. In Fig. 1 è mostrato un esempio di muffola.



Fig. 1- Muffola di giunzione

### Giunzione

La tecnica da utilizzare, prevede il riscaldamento, mediante arco elettrico, delle estremità delle fibre da giuntare, fino al punto di fusione, così da ottenere la perfetta saldatura delle fibre stesse.

La giunzione a fusione sarà eseguita con apposite giuntatrici in grado di svolgere automaticamente tutte le operazioni di allineamento, prefusione e fusione delle fibre.

La zona di giunzione sarà protetta utilizzando un tubetto capillare nel quale si inietterà una resina, avente le stesse caratteristiche del rivestimento della fibra ottica, che successivamente sarà polimerizzata mediante l'applicazione di raggi U.V.; in alternativa al tubetto capillare potrà essere utilizzato un adeguato tegolino termorestringente.

Terminate le operazioni di giunzione e sistemati i moduli di giunzione e le relative scorte di fibra, all'interno della muffola dovranno essere inserite due confezioni di sali igroscopici ed in seguito la muffola sarà chiusa con l'apposito collare.

Per essere certi che la muffola è stata chiusa correttamente la Ditta esecutrice procederà con una verifica di tenuta pneumatica inserendo gas Elio alla sovrappressione di 400 hP.

### Sistemazione in pozzetto

Le muffole nel pozzetto vengono fissate sulla parete lunga in posizione orizzontale mediante le apposite staffe. La ricchezza di cavo viene disposta lungo il perimetro e appoggiata sul fondo del pozzetto. Quando il pozzetto presenta l'altezza sufficiente a garantire il corretto raggio di curvatura, è possibile eseguire con il cavo, sulla parete opposta a quella che ospiterà il giunto, un giro fissato con i morsetti, in modo da evitare che il cavo stesso attraversi la luce del pozzetto; il resto della scorta si dispone sul fondo.

Le ricchezze cavo devono essere previste di almeno 20 mt sia presso i giunti di derivazione che di spillamento e anche di 20 mt lato utenza, preferibilmente quanto più in prossimità del telaio terminale.

### Terminazione dei cavi ottici presso sede utente

Nel presente paragrafo sono illustrati i principali criteri realizzativi, necessari alla terminazione dei cavi ottici.

Per la terminazione dei cavi ottici, s'intende il complesso d'accessori formati da box di terminazione e connettori necessari al collegamento tra i cavi di linea provenienti dall'esterno e i futuri apparati.

Per terminare il cavo derivato dalla dorsale si possono utilizzare due accessori: o una borchia di terminazione da posizionare a muro o un subtelaio di terminazione nel caso l'Amministrazione abbia a disposizione un rack. Entrambi gli accessori consentono di sguainare i cavi fissandoli meccanicamente e di consentire la giunzione delle f.o. del cavo alle rispettive semibretelle connettorizzate. Naturalmente questi accessori devono essere posizionati nelle vicinanze degli apparati.

I connettori ottici da impiegare per la terminazione saranno di tipo SC-SC, salvo sopraggiunte esigenze dell'Amministrazione successive all'espletamento della gara. Il connettore SC deve essere conforme alle specifiche IEC 874-14, CECC 86 265-806, IEC 1300-2 e 1300-3, I-ETS 300-671. I cavi a fibra singola sono terminati mediante giunzione a fusione di semibretelle SC-SC.

Il collegamento fra la terminazione del cavo e le apparecchiature si realizza mediante bretelle connettorizzate di opportuna lunghezza. Il tipo di connettore impiegato (lato apparecchiatura) sarà di tipo LC-Duplex. La bretella connettorizzata deve sempre presentare la guaina di tipo LSZH. Nelle Fig. 2 e 3 sono rappresentati i tipi di connettori ottici più comuni.

Nel caso in specie dovranno essere forniti ed installati a cura della Ditta esecutrice esclusivamente box di terminazione fino a 12 terminazioni.

Nei paragrafi che seguono sono descritte le metodologie da adottare per la terminazione dei box di terminazione e connettori.

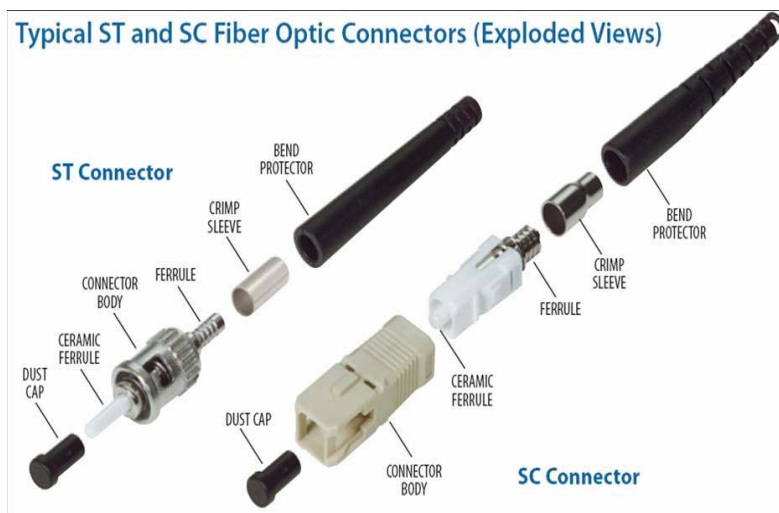


Fig. 2 - Connettori di tipo ST ed SC



Fig. 3 - Connettori ottici più comuni

### Box di terminazione

Il box di terminazione consentirà la giunzione delle fibre ottiche provenienti dai cavi della rete esterna con le relative semibretelle connettorizzate con connettori LC-Duplex.

Ogni box deve permettere la giunzione delle fibre ottiche nei moduli di giunzione e deve garantire la protezione e la guida della fibra al fine di garantire il costante rispetto del minimo raggio di curvatura anche durante le operazioni di gestione e manutenzione, preservando da rischi di disservizio.

La giunzione tra le fibre del cavo e le bretelle del box di terminazione dovrà seguire il codice colore riportato nella Specifica Tecnica dei cavi.

Il box deve essere montato ed il cavo attestato come da istruzioni proprie all'accessorio utilizzato.

All'esterno del box deve essere apposta un'etichetta che identifichi il cavo terminato. Un esempio di box di terminazione è mostrato in Fig. 4.

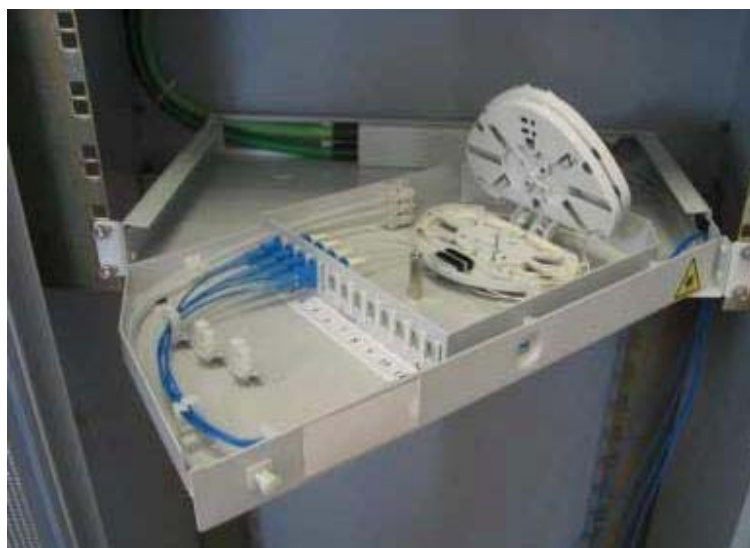


Fig. 4 - Box di terminazione ottica

#### Identificazione ed imballaggio

Le parti costituenti la spina ed il manicotto devono essere contenute entro apposite bustine con stampigliato il nome del costruttore, la data di fabbricazione, il lotto di produzione ed il numero seriale identificativo di identificazione.

Ogni cordone deve essere imballato singolarmente e completo di tutti gli accessori; l'imballo deve essere realizzato a regola d'arte in modo da garantire l'integrità dell'intero giunto durante lo stoccaggio ed il trasporto.

Su ogni cordone, in corrispondenza di ogni spina, devono essere riportate indelebilmente, senza arrecare deformazioni o danneggiamenti alla sua struttura, almeno le seguenti informazioni :

- nome del costruttore;
- data di fabbricazione;
- lotto di produzione;
- numero di serie identificativo del cordone.

## **4. COLLAUDO DELL'IMPIANTO**

L'Appaltatore, a conclusione delle operazioni di posa, di giunzione e terminazione di una tratta, dovrà verificare la corretta esecuzione delle attività effettuando una serie di misure sulla totalità delle fibre e degli elementi presenti nella tratta.

Si precisa che una tratta di rete è definita come quell'insieme di fibre che hanno lo stesso percorso e per elementi è quell'insieme di apparati che ne costituiscono la connessione.

Tale prescrizione comporta il collaudo non solo delle fibre ottiche attestate presso le sedi d'utente, ma anche quelle fibre non terminate ma giuntate in loop all'interno del giunto di spillamento utilizzato per il rilegamento della sede d'utente locale.

Le misure ottiche dovranno essere tutte realizzate in terza finestra alla lunghezza d'onda di 1550  $\mu\text{m}$ , per meglio rilevare eventuali stress concentrati o distribuiti lungo il collegamento.

La documentazione di certifica conterrà le seguenti misure per tutte le fibre di ogni cavo:

1. diagramma della potenza retrodiffusa;
2. lunghezza ottica del collegamento;
3. attenuazione dei giunti di linea bidirezionale;
4. attenuazione specifica;
5. attenuazione totale di sezione;
6. tenuta pneumatica delle muffole.

Le prime quattro tipologie di misure saranno realizzate mediante strumentazione OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*), mentre la misura di attenuazione totale di sezione sarà realizzata con un banco ottico (metodo dell'inserzione) e interesseranno esclusivamente le fibre ottiche terminate ai due estremi di ogni collegamento.

In particolare per i valori di attenuazione dei giunti, misurati bidirezionalmente, dovrà essere rispettata la seguente maschera di accettazione:

- 70% delle giunzioni inferiori od uguali a 0.09 dB
- 20% delle giunzioni inferiori od uguali a 0.15 dB
- 10% delle giunzioni inferiori od uguali a 0.2 dB

Contestualmente verranno allegare le planimetrie (*as.-built*) relative alle opere civili realizzate lungo i percorsi di posa.

La documentazione delle misure sarà consegnata in parte in formato elettronico (tracciati delle potenze retrodiffuse e tabelle dei dati estrapolati dai tracciati precedentemente citati) mentre in formato cartaceo saranno fornite le tabelle dei dati acquisiti.

IL Committente potrà richiedere (entro 60 gg dalla consegna della documentazione di collaudo) ulteriori verifiche da attuare congiuntamente al gestore della rete. In assenza di richieste di nuove misurazioni, il collaudo sarà ritenuto concluso positivamente.

Le fasi previste di cui sopra potranno essere:

- ispezione visiva delle terminazioni e attestazione delle fibre ai box di terminazione e all'interno delle muffole;
- misure a campione dell'attenuazione di sezione (metodo dell'inserzione);

- rilievo a campione del diagramma di retrodiffusione (metodo di *backscattering*);
- misure a campione dell'attenuazione dei giunti di linea (metodo di *backscattering*).

## 5. CAVO OTTICO

### 5.1 Caratteristiche costruttive del cavo a 24 F.O. SMR

#### 5.1.1 Descrizione

Il cavo ottico dovrà essere con struttura a tubetti loose, di tipo Afumex, con protezione antiroditore.

Le protezioni dovranno essere costituite da filati aramidici o di vetro, nastro di acciaio biplaccato, corrugato e termosaldato alla guaina esterna di politene.

In alternativa, potrà essere proposto un cavo dielettrico costituito da guaina interna in politene, filati di vetro, guaina esterne di politene.

In ogni caso, il cavo proposto dovrà rispettare i requisiti di seguito riportati.

### CARATTERISTICHE MECCANICHE E DIMENSIONALI

TEST	Norma di riferimento	Valori nominali
Raggio minimo di curvatura In installazione Lungo termine	<b>IEC 60794-1-2-E10-E11</b>	20 X diametro 15 x diametro
Tiro Massimo applicabile (N) Breve termine / Istallazione	<b>IEC 60794-1-2-E1A</b>	300 x (5tubi)
Resistenza allo schiacciamento (N/cm)	<b>IEC 60794-1-2-E3</b>	100
Range di temperatura Servizio Trasporto e stoccaggio	<b>IEC 60794-1-2-F1</b>	-30 + 70 °C -40 + 70 °C
Penetrazione dell'acqua 3 m cavo / 1mt acqua x 24 ore	<b>IEC 60794-1-2-F5B</b>	NESSUNA PERDITA

### 5.2 Caratteristiche fibra monomodale SMR (ITU-T G652) cablata

#### 5.2.1 Composizione della fibra

Il materiale costituente la fibra deve essere silice/silice drogata. La fibra deve essere di tipo a profilo d'indice a gradino "matched cladding design".

Il Fabbricante deve garantire l'uniformità delle caratteristiche del vetro di tutte le fibre di un impianto; la temperatura di rammollimento, ai fini dell'esecuzione della giunzione a fusione, deve quindi ritenersi costante.

ITU-T Standard	Nome	Attenuazione tipica @1550 nm	Valori CD tipica @1550 nm	Applicabilità
<b>G.652.A</b>	Standard Single Mode Fiber (SMF)	0.25dB/km	17 ps/(nm*km)	Adatta per DWDM
<b>G.652.C</b>	Low Water Peak SMF	0.25dB/km	17 ps/(nm*km)	Adatta per DWDM

### 5.2.2 Caratteristiche geometriche

–Diametro del campo modale a 1310 nm – (Peterman II°)	9,3 ± 0,5 μm
–Diametro del mantello	125 ± 2 μm
–Non circolarità del mantello	≤ 2 %
–Errore di concentricità	≤ 1 μm
–Doppio strato di acrilato – diametro esterno	245 ± 15 μm
–Raggio minimo di curvatura	30 mm

### 5.2.3 Caratteristiche trasmissive

Le caratteristiche trasmissive delle fibre sono di seguito elencate:

–Attenuazione a 1310 nm:	val. medio ≤ 0,38 dB/km
	val. massimo ≤ 0,44 dB/km
–Attenuazione a 1550 nm:	val. medio ≤ 0,22 dB/km
	val. massimo ≤ 0,28 dB/km
–Dispersione cromatica massima nel campo	
–1285 ÷ 1330 nm	≤ 3,5 ps/nm*km
–Dispersione cromatica media nel campo	
–1285 ÷ 1330 nm	≤ 3,0 ps/nm*km

-Dispersione cromatica massima a 1550 nm	$\leq 20 \text{ ps/nm*km}$
-Dispersione cromatica media a 1550 nm	$\leq 18 \text{ ps/nm*km}$
-Lunghezza d'onda a dispersione nulla ( $\lambda_0$ )	$1312 \pm 12 \text{ nm}$
-Lunghezza d'onda di taglio ( $\lambda_c$ )	$1160 \div 1320 \text{ nm}$

## 6. CONCLUSIONI

Per la realizzazione di n. 9 rilegamenti utente come specificato nel paragrafo 1, si preventiva un importo dei lavori di euro 82.089,72 IVA 20% inclusa, da considerare come base d'asta. Si allega al presente Allegato Tecnico il computo metrico estimativo.