

Giacca Brusaporci

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE 20 KV DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE FANO

UBICATO NEL COMUNE DI FANO (PU)

PROCEDURA AUTORIZZATIVA (Atto e/o Decreto Regionale o Provinciale) N° - DEL -

PROGETTO DEFINITIVO

REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
A	13/11/23	Graziano	Bolognesi	Bragnoni	Emissione per autorizzazione

INGEGNERIA & COSTRUZIONI	IMPIANTO
	FANO
IL DIRETTORE E RESPONSABILE TECNICO <i>Brusaporci</i>	TITOLO ELETTRODOTTO MT RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA ELETTRODOTTO MT

GESTORE RETE ELETTRICA	RICHIEDENTE 	LIVELLO PROG. PD	CODICE RINTRACCIABILITA' T0737460	TIPO DOCUMENTO D7	N° ELABORATO 501	FOGLIO / DI 1 / 17
FIRMA PER BENESTARE	FIRMA PER BENESTARE	NOME FILE 02501A			SCALA -	FORMATO A4

1 PREMESSA

Lo scopo della presente relazione è quello di specificare le modalità di esecuzione del collegamento in media tensione 20 kV, funzionale alla connessione alla RTN di un impianto fotovoltaico di potenza nominale paria a 17,550 MW del produttore Juwi Development 07 Srl.

Tale collegamento, una volta realizzato e collaudato, rientrerà nel perimetro della rete nazionale di distribuzione, di proprietà di e-distribuzione SpA. L'impianto, le opere connesse e le infrastrutture indispensabili sono ubicate nel Comune di Fano (sito in Provincia di Pesaro - Urbino). Il cavidotto interrato, descritto nella presente relazione, è costituito da tre terne di cavi MT 3x1x185 mm², di lunghezza di circa 1.200 m, collegherà l'impianto fotovoltaico alla futura cabina primaria di e-distribuzione 132/20 kV denominata "Fano Sud" come meglio evincibile nei documenti cartografici parte di questa progettazione.

2 NORMATIVA APPLICABILE

Le opere in argomento, se non diversamente precisato nelle Prescrizioni o nelle Specifiche Tecniche del Gestore di rete in esse richiamate, saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza di:

- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della accettazione, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica;
- vincoli paesaggistici ed ambientali;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- soluzioni di connessione emesse da e-distribuzione SpA con codice di rintracciabilità 307486543, e relativi allegati;
- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, vigenti al momento della consegna del nuovo impianto, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica;
- guide e-distribuzione, vincolanti in quanto le opere sono realizzate per conto di e-distribuzione.

Vengono di seguito elencati a titolo indicativo e non limitativo, alcuni riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d'impianto.

- Norma **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici";
- Norma **CEI EN 61936-1** "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Prescrizioni comuni";
- Norma **CEI EN 50522** "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Norma **CEI EN 50341-2-13** "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia";
- Norma **CEI 11-17; V1** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- Norma **CEI EN 62271-100** "Interruttori a corrente alternata ad alta tensione";
- Norma **CEI EN 62271-102** "Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione";
- Norma **CEI EN 60896-22** "Batterie stazionarie al piombo - Tipi regolate con valvole – Prescrizioni";
- Norma **CEI EN 60332-1-1** "Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura";
- Norma **CEI 20-37-0** "Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Generalità e scopo";
- Norma **CEI EN 61009-1** "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari";
- Norma **CEI EN 60358-1** "Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi - Norme generali";
- Norma **CEI 36-12** "Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V";
- Norma **CEI EN 61869-1** "Trasformatori di misura - Prescrizioni generali";
- Norma **CEI EN 61869-2** "Trasformatori di misura - Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente";
- Norma **CEI EN 61896-3** "Trasformatori di misura - Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione induttivi";
- Norma **CEI EN 61896-5** "Trasformatori di misura - Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione capacitivi";
- Norma **CEI 57-2** "Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI 57-3; V1** "Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate";
- Norma **CEI 64-2** "Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione";
- Norma **CEI 64-8; V5** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua";

- Norma **CEI 79-2; V2** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature";
- Norma **CEI 79-3** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti";
- Norma **CEI EN 60839-11-1** "Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Sistemi elettronici di controllo d'accesso - Requisiti per il sistema e i componenti";
- Norma **CEI EN 60335-2-103** "Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati";
- Norma **CEI EN 60076-1** "Trasformatori di potenza";
- Norma **CEI EN 60076-2** "Trasformatori di potenza - Sovratemperature in trasformatori immersi in liquidi";
- Norma **CEI EN 60137** "Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-3** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-4** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60068-3-3** "Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature";
- Norma **CEI EN 60099-4** "Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata";
- Norma **CEI EN 60099-5** "Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione";
- Norma **CEI EN 50110-1 e 2** "Esercizio degli impianti elettrici";
- Norma **CEI 7-6** "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici";
- Norma **UNI EN ISO 2178** "Misurazione dello spessore del rivestimento";
- Norma **UNI EN ISO 2064** "Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore";
- Norma **CEI EN 60507** "Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI EN 62271-1** "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione";
- Norma **CEI EN 60947-7-2** "Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame";
- Norma **CEI EN 60529** "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Norma **CEI EN 60168** "Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V";
- Norma **CEI EN 60383-1** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata";
- Norma **CEI EN 60383-2** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata";
- Norma **CEI EN 61284** "Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria";
- Norma **UNI EN 54-1** "Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio";
- Norma **UNI 9795** "Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- Norma **CEI EN 61000-6-2** "Immunità per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 61000-6-4** "Emissione per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 50182** "Conduttori per linee aeree - Conduttori a fili circolari cordati in strati concentrici";
- Norma **CEI EN 61284** "Linee aeree - Prescrizioni e prove per la morsetteria";
- Norma **CEI EN 60383-1; V1** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata - Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione";
- Norma **CEI EN 60305** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Elementi di isolatori di vetro e di ceramica per sistemi in corrente alternata - Caratteristiche degli elementi di isolatori a cappa e perno - Caratteristiche di elementi di catene di isolatori a cappa e perno";
- Norma **CEI 11-60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne";
- Norma **CEI 211-4** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma **CEI 211-6** "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
- Norma **CEI 103-6** "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
- Norma **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma **CEI 0-16-V2** "Regole tecniche di connessione (RTC) per Utenti attivi e passivi delle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma **CEI 11-46** "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa";
- Norma **CEI 11-47** "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa";

- Norma **CEI 11-61** "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche";
- Norma **CEI 11-62** "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria";
- Norma **CEI 11-63** "Cabine Primarie";
- Norma **CEI EN 61368-24** "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati";
- Norma **CEI 211-4** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche";
- Norma **CEI 0-2** "Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici";
- Unificazione **ENEL**.

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

3.1 Criteri di progettazione

La progettazione dell'opera oggetto del presente documento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Il percorso del cavidotto, completamente interrato, seguirà integralmente strade preesistenti provinciali e comunali e strade bianche di proprietà del demanio, come evidenziato nel documento 02532 - Inquadramento CTR, un estratto del quale è riportato alla Figura 1.

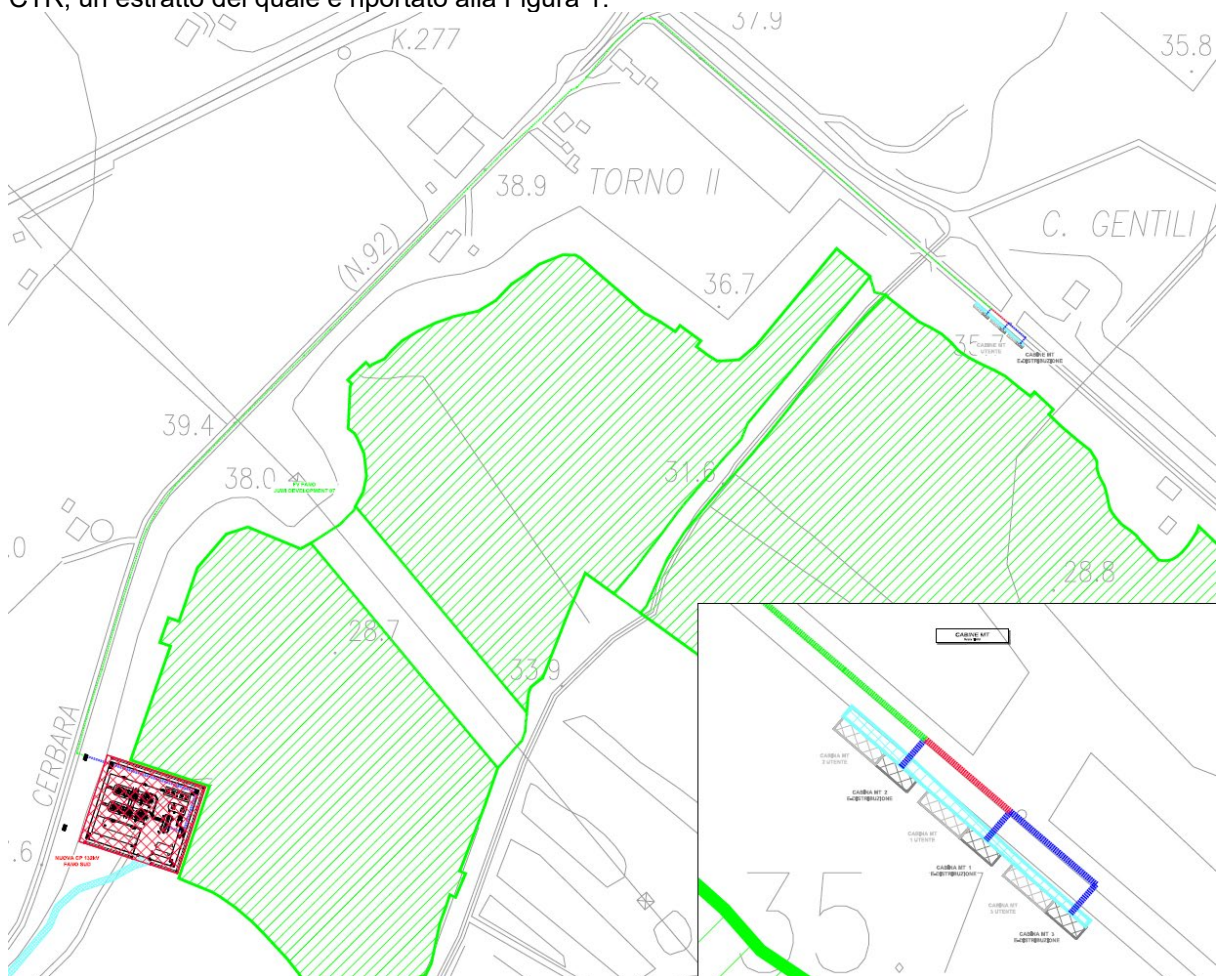


Figura 1

3.2 Piano particellare

Come evincibile dal Piano particellare, (documento 02521, riportato in estratto alla Figura 2), la posa del cavo MT viene localizzata di fatto interamente sotto strada, essa risulta non sempre identificata catastalmente, ad ogni modo saranno inserite nell'elenco ditte oggetto di servitù (doc. 02522) anche le particelle con accatastamento diverso da quello di strada e le particelle confinanti lato Sud in modo da non ricadere in eventuali disallineamenti catastali ed avere la possibilità di scavare la trincea anche in banchina.

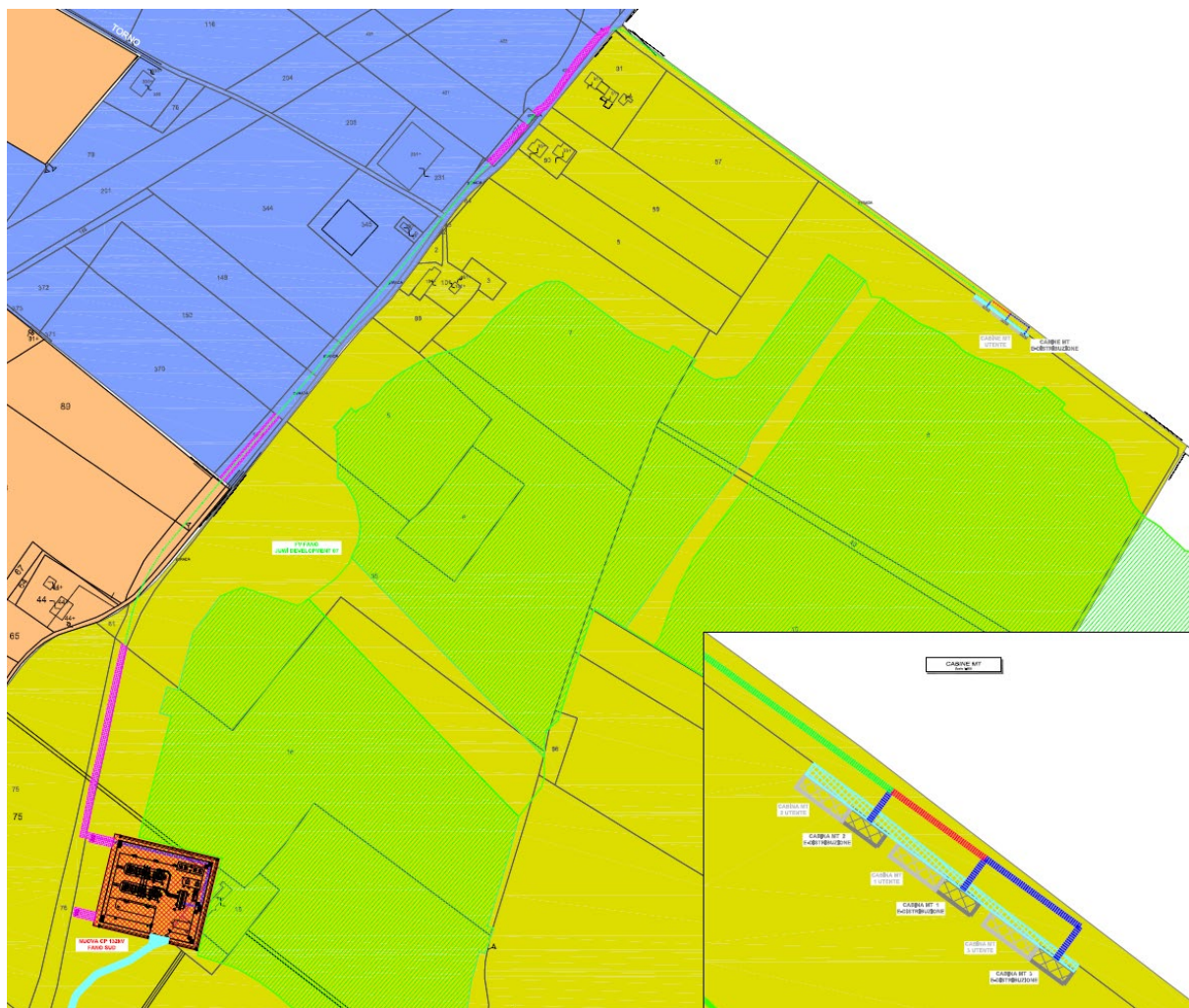


Figura 2

3.3 Interferenze con opere esistenti

Le interferenze del cavidotto in progetto con le opere esistenti, rilevate a seguito di sopralluoghi sono riportate nel documento 02534 - Corografia attraversamenti ed accessi al cantiere.

Tutte le interferenze sono solamente planimetriche e non necessitano di interventi, ad eccezione dell'interferenza fra le cabine MT e la linea telefonica (numero 16 del documento 02534), che dovrà essere interrata per risolvere tale interferenza.

Vengono poi riportate nei paragrafi seguenti le prescrizioni in merito agli attraversamenti dei sottoservizi, definite dagli enti coinvolti sia in base alle norme CEI e leggi in materia, quali CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo" e DM 24 Novembre 1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

3.3.1 Incroci e parallelismi tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione interrati

Dal momento che i cavi di cui alla presente relazione sono posati all'interno di tubazioni, la norma CEI 11-17 non prevede la necessità di osservare alcuna distanza minima fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione interrati.

3.3.2 Incroci e parallelismi fra cavi di energia e tubazioni metalliche interrati

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) o a servizi di posta pneumatica, non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. La distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione dovrà essere non inferiore a 0,30 m, dal momento che i cavi di cui alla presente relazione sono posati all'interno di tubazioni in materiale plastico. Non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a

60°. Ove non risulti possibile osservare puntualmente le prescrizioni su questo distanziamento si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta, previo accordo fra gli esercenti:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

4 DATI DI PROGETTO

4.1 Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali di riferimento per la realizzazione delle presenti opere sono le seguenti:

- Massima temperatura ambiente per l'esterno +40 °C
- Minima temperatura ambiente per l'esterno -25 °C
- Umidità relativa massima per l'interno 90 %
- Altezza dell'installazione sul livello del mare < 1.000 m
- Classificazione sismica Ag/g 0,25 - Zona 2
- Zona climatica secondo CEI 11-60 A

4.2 Dati elettrici di progetto

- Tensione nominale 20 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione massima 24 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale 50 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 125 kV
- Corrente nominale di breve durata (1 secondo) 20 kA

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

COME DETTAGLIATO NEI SINGOLI PARAGRAFI CHE SEGUONO, LE OPERE DI CUI ALLA PRESENTE SPECIFICA SONO LE SEGUENTI:

1. Cabine di consegna 1-2-3, a specifica e-distribuzione DG2092, allestite con n° 3-5 quadri, composti da scomparti unificati e-distribuzione, ed un locale misura con gruppo di misura standard e-distribuzione;
2. Elettrodotto interrato 20 kV, realizzato con tre terne di cavi tipo ARE4H5EX o ARP1H5EX, di sezione 3x1x185 mm², della lunghezza di 1.200 m circa, per la connessione dell'impianto FV Juwi Development 07. I cavi saranno posati all'interno di tubazione diametro esterno 160 mm;

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

6.1 Cabine di consegna

Per l'impianto fotovoltaico di Fano, si installeranno tre cabine di consegna prefabbricate, ognuna costituita da un locale consegna ed un locale misura. Le cabine dovranno essere rispondenti agli standard e-distribuzione DG2092 ed ai relativi documenti richiamati in questa specifica. Architettonico della cabina, comprensiva di basamento, è allegato al documento 02264 - Planimetria e sezioni cabina di consegna MT.

Il basamento di fondazione sarà costituito da un manufatto prefabbricato con struttura monoblocco di tipo "a vasca" con intercapedine di 50 cm sotto al pavimento della cabina. Il basamento di fondazione è dotato, su tutti i lati, di diaframmi a frattura prestabilita Ø 200 mm per il passaggio dei cavi mediante passacavo omologato e-distribuzione DS920, e garantisce la tenuta idraulica anche in assenza di cavi. Le predisposizioni a frattura prestabilita, posizionate ad una altezza dal fondo di 8 cm dovranno permettere, in caso di sversamenti accidentali d'olio dal trasformatore, un contenimento di almeno 600 litri. Il basamento di fondazione sarà inoltre dotato di numero due connettori di terra in acciaio che annegati nel calcestruzzo e collegati all'armatura metallica, consentano il collegamento interno / esterno alla rete di messa a terra.

6.2 Quadri MT

Per la composizione dei quadri media tensione, e la relativa consistenza, fare riferimento al documento 02565 – Schema unifilare, unitamente alle corrispondenti specifiche dell'unificazione e-distribuzione.

6.3 Conduitori MT

Si prevede l'utilizzo di cavi MT 12/20 kV del tipo tripolari ad elica visibile, con isolamento estruso a spessore ridotto in XLPE, schermo in nastri di alluminio e guaina in PE. I cavi dovranno essere rispondenti alle norme EN 50575. Esempio del cavo è riportato in Figura 3.

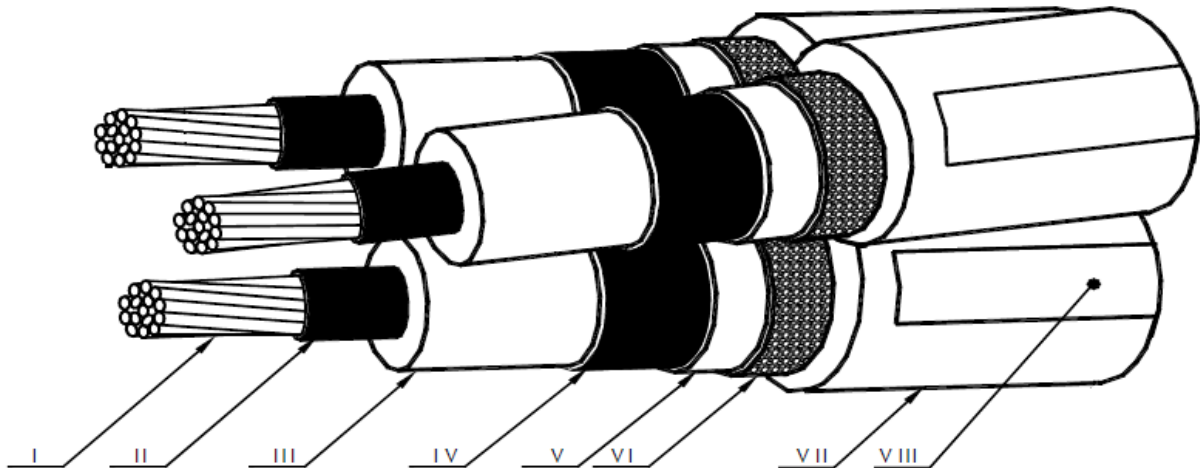


Figura 3

Caratteristiche funzionali:

- Tensione nominale U_0/U : 12/20 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Resistenza elettrica massima dello schermo: 3 Ω /km
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura minimo: 14 volte il diametro del cavo, inteso come 1,5 volte il diametro di uno dei conduttori unipolari
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del conduttore elettrico

6.3.1 Strato di semiconduttore

Materiale: Estruso

6.3.2 Isolamento

Materiale: Polietilene reticolato XLPE

6.3.3 Strato semiconduttore

Materiale: Estruso, pelabile a freddo

6.3.4 Schermo

Tipo: nastri di alluminio

6.3.5 Guaina esterna

Materiale: Miscela a base di PE
Colore: Rosso

6.3.6 Unificazione e-distribuzione

GSC001, e relativi documenti collegati.

6.4 Giunti unipolari cavi MT

Si prevede l'utilizzo di giunti diritti unipolari per cavi MT a campo radiale con isolamento estruso. I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 600 m l'uno dall'altro. I giunti saranno del tipo elastico o retraibile a freddo, con schermo a fili di rame. La specifica di unificazione e-distribuzione è la GSC004.

6.5 Terminali e capocorda

I terminali dei cavi MT in arrivo nella CP Fano Sud saranno del tipo unipolare sconnettibile a cono interno per quadri MT isolati in SF₆, mentre quelli in ingresso negli scomparti DY 803/2 saranno di tipo isolati in aria. I terminali saranno rispondenti alle specifiche e-distribuzione e adeguati per cavi di sezione 185 mm².

6.6 Tubo per posa cavi MT

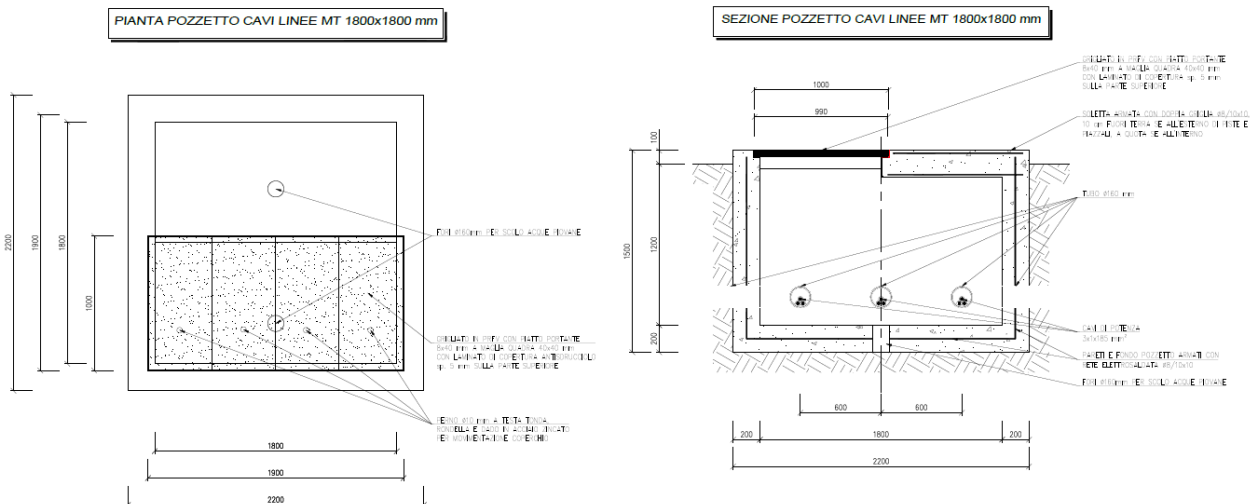
La protezione meccanica dei cavi sarà assicurata da cavidotto in tubo flessibile (cd. corrugato) in polietilene ad alta densità (HDPE) di colore nero per la guaina esterna ed in polietilene a bassa densità (LDPE) per la guaina interna, tipo 450 o 750 come caratteristiche di resistenza a schiacciamento. La verifica allo schiacciamento è la caratteristica più importante dal momento che il tubo viene interrato e di conseguenza sottoposto al carico statico sovrastante. A ciò si deve aggiungere l'eventuale carico dovuto a sollecitazioni sopra il terreno come il carico veicolare. La verifica di questa resistenza è basata sulla normativa italiana CEI EN 61386-24. Mentre la resistenza allo schiacciamento è una proprietà che accompagna il cavidotto durante la sua vita "terrena", la prova all'urto serve a garantire il cavidotto durante la posa. La prova simula le sollecitazioni accidentali dovute alle pietre presenti nel terreno che cadono sulla superficie del manufatto durante la fase di interrimento. Per questo è opportuno che lo strato di terreno adiacente al cavidotto sia privo di sassi aventi un diametro superiore a 80-100 mm. In caso contrario dovrà essere cura dell'esecutore provvedere alla pulizia della trincea e sostituzione del materiale non idoneo con inerte prescritto dalla direzione lavori. Il diametro esterno dei tubi sarà di 160 mm a protezione del cavo con sezione 3x1x185 mm². Il tubo diametro 160 mm è condizione vincolante che sia conforme alla specifica e-distribuzione DS4247. La giunzione fra 2 tubazioni di tipo corrugato deve essere effettuata utilizzando gli appositi raccordi forniti dal costruttore.

6.7 Segnalazione dei cavi

Superiormente ai tubi, ad un'altezza di almeno 20 cm dal profilo superiore degli stessi, sarà posato un nastro segnaletico conforme alla specifica e-distribuzione DS4285.

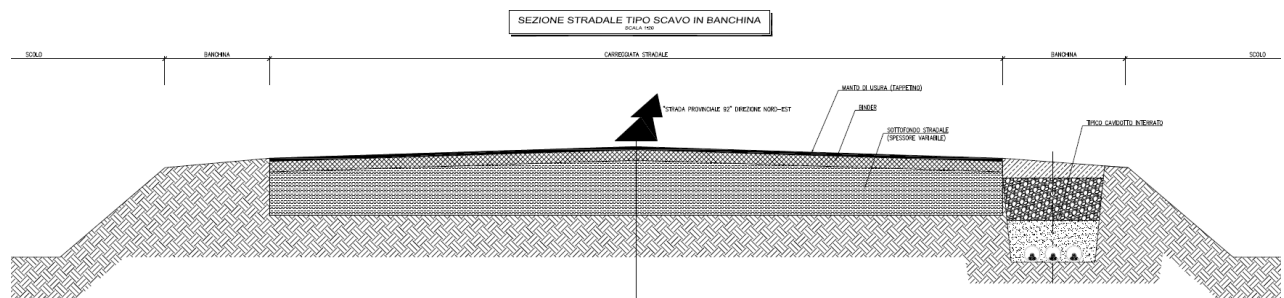
6.8 Pozzetti

Di norma non sono da prevedere pozzetti o camerette di posa dei cavi in corrispondenza di giunti e deviazioni del tracciato (come da "Criteri generali Cavo MT Ed.1", parte 1 – paragrafo 4), nel caso specifico sono previsti n° 4 pozzettoni con luce interna di 1,8x1,8m posizionati lato Ovest rispetto alla CP a 5 m dalla strada provinciale in modo da favorire l'ingresso di nuove linee MT al fine di collegare la nuova Sezione MT della cabina primaria al territorio circostante.

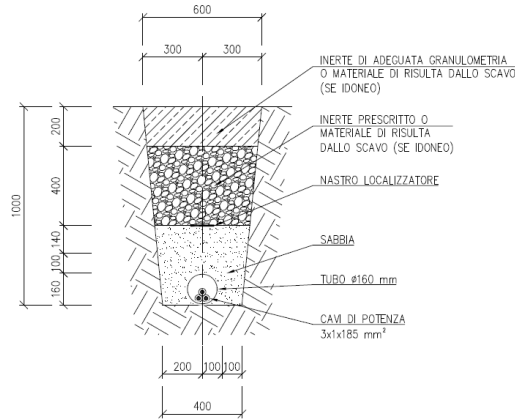


7 POSA DEL CAVO INTERRATO

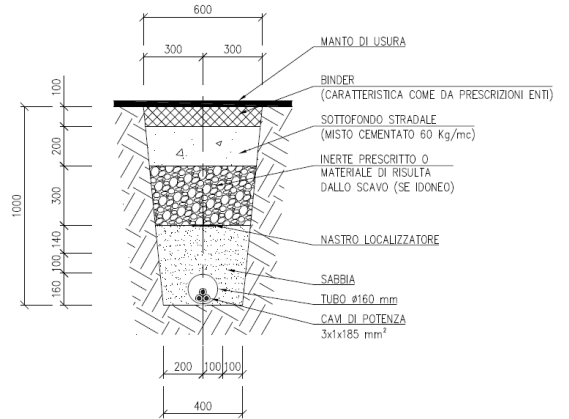
Piano di posa dei cavi e pacchetto di riempimento dei cavidotti sono visibili nel documento 02542 – Sezioni di posa cavidotti MT. Verrà posizionato un nastro monitoratore al di sopra dei cavi (almeno 20 cm al di sopra del profilo superiore dei tubi), al fine di segnalarne preventivamente la presenza in caso di esecuzione di scavi.



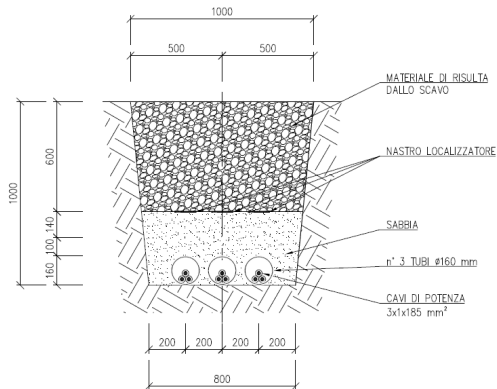
SCAVO SOTTO STRADA BIANCA O BANCHINA
3x1x185 mm² 12/20 kV



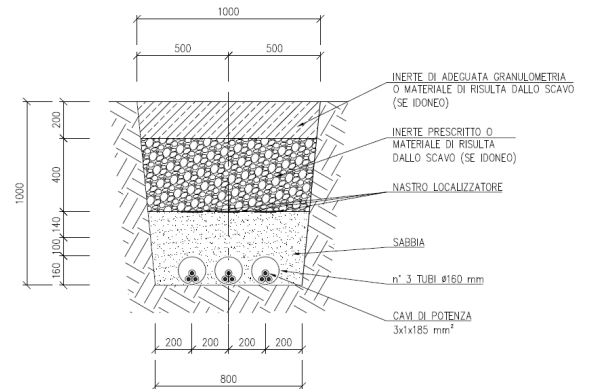
SCAVO SOTTO STRADA ASFALTATA
3x1x185 mm² 12/20 kV



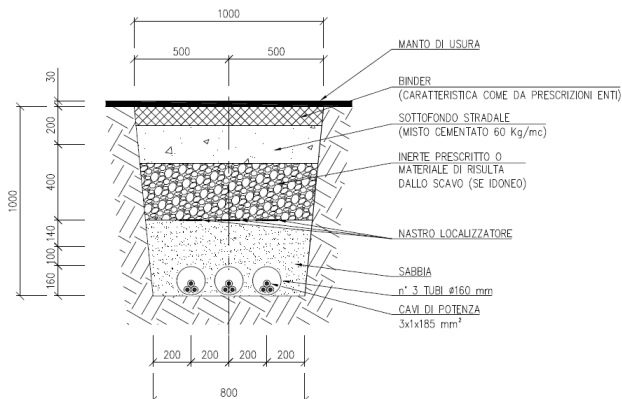
SCAVO SOTTO TERRENO ESISTENTE
3x3x1x185 mm² 12/20 kV



SCAVO SOTTO STRADA BIANCA O BANCHINA
3x3x1x185 mm² 12/20 kV



SCAVO SOTTO STRADA ASFALTATA
3x3x1x185 mm² 12/20 kV



Il percorso del cavidotto, come evincibile dagli elaborati grafici, interesserà le seguenti strade:

- Strada provinciale 92, localizzata nel Comune di Fano: scavo a cielo aperto (e ripristino) sotto sede stradale e/o banchina stradale. Lo scavo in uscita dalla CP sarà realizzato partendo dal pozzetto localizzato in prossimità della Strada Provinciale stessa. Il tratto di cavidotto entrante in Cabina Primaria sarà realizzato in fase di costruzione della cabina stessa con la predisposizione di posa di n° 12 tubi corrugati a doppia parete ø160mm che collegano i pozzettoni adiacenti alla strada con quelli all'interno della Cabina Primaria;

- Deviazione a dx in direzione Nord-Est su Strada Comunale Via Papiria prima del cavalcavia n°24 che sorpassa la SS 73 localizzata nel Comune di Fano: scavo a cielo aperto (e ripristino) dalla sede stradale.
- Deviazione a dx in direzione Sud-Est su Strada comunale Via Papiria, localizzata nel Comune di Fano: scavo a cielo aperto (e ripristino) sotto sede stradale;
- Ingresso nelle cabine di consegna dell'Impianto Fotovoltaico Juwi Development 07, situate a lato Sud-Est della Strada Comunale Via Papiria: scavo a cielo aperto (e ripristino) sotto sede stradale (strada di accesso Cabine di Consegna).

Si specifica che le tecniche di scavo, ed i relativi pacchetti di riempimento, qui elencati e rappresentati negli elaborati facenti parte la presente progettazione, saranno oggetto di concordamento con e-distribuzione ed i titolari delle strade, in base alle prescrizioni che verranno emesse, oltre che nel rispetto delle norme e della buona tecnica. Sarà pertanto cura della progettazione esecutiva definire i dettagli per ottemperare a quanto sopra.

8 REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI

Le fasi lavorative necessarie alla realizzazione degli elettrodotti in cavo interrato sono le seguenti e si prevede di eseguirle in una volta soltanto:

- Asportazione di pavimentazioni (ove presenti) secondo le tecniche prescritte dagli enti proprietari);
- scavo in trincea;
- posa tubi per cavidotto MT;
- traino dei cavi MT;
- posizionamento giunti tubi;
- esecuzione giunzioni cavi MT;
- esecuzione giunzione tubi;
- rinterrati trincea;
- riasfaltatura della sede stradale (ove presente), ovvero ricoprimento del pacchetto di riempimento (nel caso di scavi fuori dalla sede stradale);
- esecuzione terminali nei quadri di arrivo.

8.1 Norme generali e di sicurezza

Tutti gli scavi necessari da realizzare dovranno essere eseguiti limitando al minimo la manomissione della strada e delle sue pertinenze. Non sono previsti attraversamenti trasversali, lo scavo deve essere eseguito ove possibile in banchina o occupando metà carreggiata, onde assicurare la continuità del traffico nella restante metà. Lo scavo longitudinale, lungo la strada SP92 (per circa 640 m), sarà eseguito con cantieri la cui lunghezza massima sarà determinata di volta in volta, d'intesa con il personale della Provincia di Pesaro Urbino, in base alla natura del terreno ed alle necessità organizzative di cantiere. Lungo la strada comunale Via Papiria, non potrà essere occupata, di norma, una larghezza del piano viabile tale da non consentire il doppio senso di marcia. Qualora particolari condizioni orografiche e di larghezza della struttura viaria non consentano di garantire quanto sopra, con il conseguente senso unico alternato, i cantieri non potranno avere lunghezza superiore a 500 m e comunque gli stessi, saranno chiusi nel più breve tempo possibile, ripristinando il doppio senso di marcia, al fine di garantire la sicurezza della circolazione stradale. Di norma lo scavo non può restare aperto nelle ore notturne e nei giorni festivi. Il cantiere dovrà occupare la pertinenza stradale il tempo strettamente necessario per l'esecuzione dei lavori e per il ripristino a regola d'arte del sito; l'esecutore dei lavori dovrà provvedere alla periodica e costante pulizia della zona, sia sulla proprietà privata e sia sulla sede stradale durante tutto il periodo delle lavorazioni. Durante l'esecuzione dei lavori dovrà essere apposta, ad opportuna distanza, la necessaria segnaletica di cantiere, eventuali protezioni, atti a garantire l'assoluta sicurezza dei transitanti, in conformità di quanto disposto dal DLgs n. 285/1992 e dal DPR n. 495/1992. Durante le ore notturne, e se necessario nelle ore di limitata visibilità, dovranno essere posizionate e ben visibili le segnalazioni luminose a luce rossa e i dispositivi a luce rossa riflessa. In tutti i casi, il cantiere dovrà essere dotato di un segnalamento in avvicinamento e di un segnalamento di localizzazione, secondo gli schemi grafici allegati al DM 10 Luglio 2002, nonché al Decreto Interministeriale 4 Marzo 2013. La suddetta segnaletica dovrà essere adattata alle circostanze che la impongono, secondo i principi di coerenza, credibilità, visibilità eleggibilità. L'installazione dei sistemi di segnalamento temporaneo previsti dagli artt. 30 e seguenti del DPR 495/1992 e dal DM 10 Luglio 2002 dovrà assicurare la loro efficienza e garantire la corretta visibilità del cantiere di notte e/o in condizioni di scarsa visibilità, per la sicurezza della circolazione stradale in conformità di quanto disposto dal DLgs 285/1992 e dal DPR 495/1992. In ordine alla sicurezza del pubblico transito, si dovranno adottare tutte le cautele necessarie, ponendo e mantenendo in opera tutte le segnalazioni di pericolo prescritte dal DLgs 285/1992 e dal DPR 495/1992.

8.2 Asportazione di pavimentazioni

Ove il passaggio del cavidotto avverrà su strada asfaltata, mediante scavo a cielo aperto, le esistenti pavimentazioni in conglomerato bituminoso dovranno venire asportate mediante apposita macchina fresatrice o con sega a terra con ruota diamantata.

8.3 Scavo

Dovranno essere impiegati lavoratori e mezzi d'opera idonei, per quantità e qualità, alla tipologia di scavo da eseguire, oltre a predisporre ogni accorgimento necessario alla salvaguardia della sicurezza dei lavoratori e all'osservanza delle norme vigenti, per assicurare l'esecuzione dell'opera in conformità ai principi della Regola d'Arte. Rientrano in tale ambito la predisposizione degli accorgimenti per mantenere gli scavi asciutti e la messa in opera delle puntellature, sbadacchiature ed armature necessarie a contrastare le spinte dei terreni, delle acque di falda e delle intemperie, al fine di garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti. Si dovrà adottare ogni cautela atta a prevenire smottamenti degli scavi, e nel caso provvedere alla rimozione del materiale eventualmente smottato, ed al ripristino delle sezioni di scavo, fronti e scarpate come prescritte in progetto. Gli scavi devono essere eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dagli elaborati di progetto, con particolare cura per la direttrice di tracciato, salvo varianti progettuali che la Committente ha la facoltà di richiedere in fase esecutiva. Deve essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i piani di appoggio, i fronti scavo, nel sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli strada. Le strade oggetto delle opere di scavo ed interessate dal transito dei mezzi d'opera, sia pubbliche che private, devono essere mantenute in pulizia. Tutto il materiale di scavo proveniente dagli scavi sotto strada asfaltata, o relativa banchina, non potrà essere riutilizzato ma portato a rifiuto in apposita discarica con le modalità previste dalle normative vigenti in materia. Qualora invece il materiale proveniente dagli scavi dovesse essere utilizzato per successivi rinterri, riempimenti, rimodellazioni e formazione di rilevati, lo stesso deve essere depositato in luogo adatto, regolarmente autorizzato e in conformità alle normative vigenti, ed accettato dalla direzione lavori. Tale luogo dovrà essere provvisto delle necessarie protezioni, compartimentazioni e/o puntellature. Il materiale depositato non deve in ogni caso risultare di danno alcuno alle lavorazioni, alle proprietà pubbliche e private ed al libero deflusso delle acque meteoriche superficiali.

8.4 Posa tubazioni

Le tubazioni devono essere poste in opera secondo le direzioni e la configurazione indicate negli elaborati di progetto o concordate in sede esecutiva con la direzione lavori, impiegando tubi interi delle massime lunghezze commerciali, in modo da ridurre al minimo il numero delle giunzioni; non è quindi ammesso l'uso non necessario di tubi di lunghezza ridotta o di spezzoni di tubazioni. La sigillatura delle giunzioni deve essere effettuata a colla o con giunto elastico di neoprene. Lo spessore del ricoprimento e protezione delle tubazioni, realizzato con bauletto in calcestruzzo o malta, cementizia deve essere di almeno 10 cm. I tubi devono quindi essere posati con le estremità affacciate sul letto preventivamente spianato e battuto. Per la congiunzione delle due estremità contrapposte delle tubazioni occorre dapprima infilare l'anello elastico di tenuta, avendo cura che ad operazione ultimata resti compresso in modo uniforme lungo il suo contorno. Nelle congiunzioni a bicchiere la testa dei tubi non deve essere spinta fin contro il fondo del bicchiere per evitare che i movimenti della tubazione indotti dagli assestamenti del terreno producano rotture. Le condutture devono essere realizzate il più possibile rettilinee, in modo da evitare gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di direzione. Durante la posa e l'innesto di tronchi successivi di tubazione si deve aver cura di mantenere costantemente chiuso l'ultimo elemento messo in opera mediante un consistente tampone sferico assicurato da una fune, o con tappi pneumatici, in modo da impedire l'introduzione di corpi estranei nelle condotte, soprattutto in caso di allagamento dello scavo. La posa delle tubazioni tra pozzetti di derivazione adiacenti deve assicurare la minima pendenza necessaria allo scaricare delle eventuali infiltrazioni d'acqua. Le giunzioni fra i tubi e il loro innesto nei pozzetti di derivazione devono essere sigillate con materiale idoneo.

8.5 Rinterri trincea

Lo scavo deve essere riempito ed opportunamente compattato con i materiali previsti nelle sezioni di posa cavidotti. Nel caso di scavi longitudinali, al fine di evitare franamenti e fessurazioni, lo scavo dovrà essere riempito ed opportunamente compattato per strati di 20 cm (in caso anche di stesso materiale). Ove il riempimento debba essere effettuato mediante misto cementato, questo dovrà essere dosato a 60 kg/m³, e adeguatamente compattato a fasce di 20 cm, mediante l'utilizzo di idonei mezzi meccanici quali vibro costipatori o rulli.

8.6 Trivellazione orizzontale controllata

Non sono previste attività di "Trivellazione Orizzontale Controllata" (TOC).

8.7 Posa cavi ed esecuzione di terminazioni e giunzioni cavi MT

La posa ed il collegamento devono essere eseguiti a "Regola d'Arte", nel rispetto delle norme vigenti in materia di costruzione impianti, lavori su impianti e di prevenzione degli infortuni. La movimentazione e la posa dei cavi devono avvenire con l'ausilio di opportune attrezzature e mezzi d'opera per salvaguardarne l'integrità

della guaina esterna ed evitare stiramenti, quali gru, alza-bobine, rulli, calze e corde di traino e argani. Le principali attività sono:

- Scarico da automezzo, con opportuni mezzi d'opera, presa in carico delle bobine di cavo e stoccaggio in apposita area di deposito temporaneo, per il successivo trasporto a piè d'opera e posa. Deve essere evitato sempre lo strisciamento del cavo sul suolo per preservare l'integrità della guaina esterna isolante, e deve essere inoltre preservata l'integrità del piano di stoccaggio temporaneo (per esempio piano in asfalto reso tenero dalle alte temperature);
- Predisposizione delle vie cavo, posizionamento di rulli e altri dispositivi guida-cavo nei cambi di direzione e di livello;
- Se richiesto dal Costruttore delle terminazioni o dei giunti, oppure in caso di cattive condizioni meteorologiche, devono essere realizzati opportuni ripari per il personale e per preservare le terminazioni o i giunti;
- Rilievo della lunghezza dei singoli cavi, da confrontare con quelle di progetto e redazione del piano di taglio e posa da sottoporre all'approvazione preventiva della direzione lavori, in modo da ottimizzare i tagli onde evitare la carenza di adeguate scorte per le tratte più lunghe senza l'interposizione di giunti, ed avere il minor sfrido possibile;
- Taglio a misura e posa dei cavi, realizzate con attrezzature idonee alla tipologia del cavo e alla tipologia di posa, nel rispetto dei raggi di curvatura ammessi dal Costruttore ed evitando danneggiamenti e stirature del cavo. La lunghezza deve tenere conto anche della quantità di cavo utilizzata nell'esecuzione delle terminazioni e dei giunti, inoltre se previsto dal progetto, deve essere considerata anche una scorta per future intestazioni e/o giunzioni, che deve essere ricavata realizzando opportune anse, sempre nel rispetto dei minimi raggi di curvatura. Dopo il taglio l'estremità del cavo deve essere protetta contro l'umidità con l'applicazione di opportuni cappellotti termorestringenti e correttamente identificata per agevolare le successive operazioni di terminazione o giunzione. Il tiro del cavo può essere effettuato unicamente sui conduttori, per questo motivo devono essere utilizzati idonei dispositivi d'ancoraggio da posizionare in testa al cavo, con l'interposizione, fra quest'ultimo e la fune di tiro, di un giunto a snodo, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione a torsione sviluppatasi sulla fune traente. Nei cambi di direzione o di livello e negli ingressi dei quadri, deve essere evitato che il cavo appoggi direttamente su spigoli vivi che col tempo possono danneggiare il cavo. Stesso discorso anche nel caso di incroci fra terne di cavi, dove il peso del cavo superiore non deve danneggiare il cavo sottostante, sono quindi comprese le strutture quali staffe o canale necessarie allo scopo;
- Realizzazione delle terminazioni e/o dei giunti con personale qualificato, nel rispetto delle prescrizioni tecniche del fornitore e con l'impiego di attrezzature adatte alla tipologia del cavo, del terminale o del giunto, comprendente nel caso di terminazione, del posizionamento del cavo nella sede definitiva, sguainamento, asportazione dello schermo con realizzazione del collegamento a terra, asportazione dello strato semiconduttivo e accurata pulizia dell'isolante, controllo del campo elettrico a mezzo di tubi e guaine termorestringenti o nastri, pressatura del capocorda con apposito attrezzo oleodinamico, e finitura con guaina protettiva e campane antieffluvio sia che trattasi di elementi plastici e/o siliconici che in porcellana. Nel caso di giunzioni invece trattasi di posizionamento dei due cavi nella sede definitiva e taglio a misura, sguainamento, asportazione dello schermo con realizzazione della giunzione dei due schermi o della separazione con eventuale collegamento a terra, asportazione dello strato semiconduttivo e accurata pulizia dell'isolante, controllo del campo elettrico a mezzo di tubi e guaine termorestringenti o nastri, pressatura del capocorda con apposito attrezzo oleodinamico e finitura con guaina protettiva. È altresì ricompreso il rilievo delle coordinate della posizione dei giunti da trascrivere negli elaborati progettuali, da effettuarsi con opportuna strumentazione, per agevolare eventuali ricerche guasti future;
- Misurazione, recupero su bobina e stoccaggio di tutte le rimanenze dei cavi: il recupero, opportunamente suddivisi per tipologia, riconsegna alla Committente e/o smaltimento secondo le regole locali, di tutti gli scarti dovuti alle lavorazioni;
- Aggiornamento e consegna alla Committente della tabella posa e collegamento cavi, con evidenziate tutte le modifiche relative a lunghezza, formazione, percorso e collegamento dei cavi posati, oltre all'elenco delle coordinate dei giunti;
- Sigillatura degli ingressi dei cavi nei quadri o nelle sezioni passamuro, sagomando le piastre di ingresso qualora non fossero già predisposte e rifinitura del taglio con guarnizione a protezione del cavo. Negli ingressi dei fabbricati sigillare con l'impiego di accessori preformati reperibili sul mercato o attraverso l'applicazione di malte apposite del tipo antiroditoro e antifiama. Se richiesto negli elaborati progettuali deve essere eseguita anche la sigillatura nei passaggi tra i singoli locali e/o la sigillatura della tenuta idraulica in caso di ingressi di cavi sotto battente idraulico;
- terminate le operazioni di posa e collegamento, i cavi devono essere lasciati in sicurezza mediante connessione a vista con messa terra prima dell'esecuzione della prova di isolamento in corrente continua e/o alternata sui cavi, giunti e terminazioni eseguite.

8.8 Pavimentazione stradale

Le sezioni stradali evidenziate nel documento 02542 mostrano i vari pacchetti stradali da realizzarsi per permettere una posa ottimale dei cavidotti in progetto. Durante le fasi di posa degli elettrodotti interrati, la sovrastruttura stradale dovrà essere realizzata in modo da assicurare quattro aspetti fondamentali:

- garantire ai veicoli una superficie di rotolamento regolare e sicura;
- ripartire sul terreno di appoggio (sottofondo) le azioni dei veicoli in maniera tale da non indurre deformazioni sul piano viabile e da non creare sollecitazioni eccessive ai cavidotti posati all'interno delle varie sezioni stradali;
- proteggere il terreno sottostante dagli agenti atmosferici;
- garantire un'evacuazione corretta delle temperature generate dai cavidotti;

i lavori di rifacimento stradali da eseguire durante le varie fasi di cantiere verranno differenziati a seconda delle condizioni della viabilità originaria tenendo conto della tipologia di strada. In particolare, per le strade di viabilità pubblica asfaltate si procederà con il rifacimento delle stesse tramite una sovrastruttura semi rigida che avrà la seguente formazione:

- manto di usura;
- binder;

questi due strati definiscono lo strato superficiale, ovvero direttamente esposto alle azioni del traffico e degli agenti atmosferici. Sia il tappeto d'usura, sia il binder dovranno possedere una elevata resistenza meccanica ed una elevata resistenza a fatica:

- misto cementato;

al fine di diminuire notevolmente la deformabilità della pavimentazione, anche soprattutto in funzione della presenza di cavidotti elettrici interrati, si è deciso di adottare il misto cementato per impedire che il traffico veicolare possa generare delle tensioni che possano a loro volta generare sollecitazioni dannose per i cavidotti in progetto. Il misto cementato permette quindi di posare i cavidotti profondità ridotte garantendo allo stesso tempo resistenza meccanica e adeguata evacuazione del calore. La posa degli elettrodotti interrati è normata dalla CEI 11-17;

- struttura portante (fondazione);

la struttura portante, fondazione, ha l'esclusiva funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto bituminoso (strato superficiale) e di sopportare e distribuire sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico. Nel progetto in esame sarà realizzata in sabbia con caratteristiche minime da garantire gli standard tecnici previsti;

- sottofondo stradale;

secondo la norma UNI 10006/02 (recepita dalla UNI EN ISO 14688-1:2018) il sottofondo può essere definito come il terreno che sostiene la sovrastruttura sul quale interviene direttamente l'azione dei carichi esterni da questa trasmessa. La superficie superiore del terreno di sottofondo rappresenta il piano di posa della sovrastruttura. Il sottofondo stradale deve garantire portanza sufficientemente elevata, durevole e uniforme e per questo motivo deve possedere elevata portanza, capacità di conservazione nel tempo delle sue caratteristiche meccaniche e superficie superiore regolare. Nei tratti in cui la sede stradale pubblica non è asfaltata, ma è presente una strada bianca o carraia, il rifacimento della sovrastruttura stradale porterà ad una sovrastruttura flessibile dove l'intero strato superficiale sarà sostituito da uno strato di inerte di adeguata granulometria e lo strato di fondazione sarà riempito con materiale di risulta dallo scavo. Infine, per i tratti dove i cavidotti risultano su terreno vegetale o su strada sterrata non pubblica, la sezione di scavo prevede un adeguato spessore di materiale di risulta e uno strato sufficiente di sabbia da permettere la corretta posa dei cavidotti.

Tutte le sezioni dei cavidotti MT in progetto sono mostrate all'interno del documento 02542.

8.9 Rifacimento pavimentazioni

Per la realizzazione delle pavimentazioni bituminose, gli elaborati di progetto riportano le indicazioni di spessore relativi agli strati compressi e compattati. Per quanto riguarda i tratti da riasfaltare sulla strada SP 92, si dovrà applicare uno strato di binder avente uno spessore di cm 10 e, comunque, non inferiore a quello

dello strato esistente, e avente le caratteristiche conformi alle prescrizioni vigenti. Negli stessi tratti, prima della stesa del conglomerato bituminoso, dovrà essere effettuata l'applicazione di una mano d'attacco per l'adesione dello stesso e dovrà essere effettuata la stesa dello strato di usura tradizionale (3 cm) aventi le caratteristiche conformi alle prescrizioni dettate dalla Regione. La fresatura ed il ripristino dovranno essere uniformi per tutta la lunghezza dello scavo e la pavimentazione posta in opera dovrà raccordarsi perfettamente al piano viabile esistente.

Tra gli strati devono essere realizzati i trattamenti superficiali di legatura, costituiti dalla stesura di una mano di emulsione bituminosa a freddo nella misura di 1,5 kg/m². La parte superficiale a vista della pavimentazione di finitura o di usura va trattata con mano di bitume a caldo in ragione di 2 kg/m² con l'aggiunta di spolvero di sabbia fine pulita in ragione di 5 kg/m². L'applicazione del bitume a caldo deve essere preceduta da un'accurata ripulitura delle superfici, da eseguirsi esclusivamente a secco, con l'eventuale integrazione dei rappezzi che si rendessero necessari utilizzando pietrisco bitumato. Sia per il trattamento superficiale, che per i trattamenti di seconda mano, per la stesura di emulsioni devono essere utilizzati regoli di delimitazione lungo i margini della massiciata; detta applicazione deve essere eseguita sul piano viabile reso perfettamente asciutto ed in condizioni di tempo caldo e secco. La condizione ideale per portare a termine tali lavorazioni è il raggiungimento di 40°C della temperatura della strada. Il conglomerato bituminoso per la realizzazione delle pavimentazioni deve essere riscaldato tra i 160°C ed i 180°C con idonee caldaie che permettano un rigoroso controllo della temperatura, al fine di non ottenere un bitume a scarsa fluidità a causa di un insufficiente riscaldamento, od alterazioni del bitume per eccessivo riscaldamento, compromettendone in tal modo le qualità leganti. Nel caso in cui durante l'esecuzione del lavoro, il primo ripristino del piano viabile risultasse non a regola d'arte presentando ad esempio, scalinature, dossi, avvallamenti, ondulazioni, ecc., si dovrà immediatamente eseguire nelle more del ripristino definitivo, un primo ripristino provvisorio consistente nella fresatura dell'intero tratto interessato con una larghezza pari allo scavo eseguito maggiorata su ogni lato di 50 cm e comunque si dovrà garantire la copertura di tutti gli eventuali tratti anomali, e infine nella posa dello strato d'usura previsto.

Nel caso in cui lo scavo interessi anche la segnaletica orizzontale, prima di provvedere alla rimozione della cartellonistica di cantiere è necessario posizionare apposita segnaletica verticale "segni orizzontali in rifacimento" (rif. Art. 31 fig. II 391 del Regolamento di Attuazione del CdS). La segnaletica orizzontale deve essere ripristinata entro 3 giorni dalla realizzazione del binder.

Nei tratti di cavidotto lungo la Strada Comunale Via Papiria, all'interno del Comune di Fano, la cui posa comporti la manomissione del piano bitumato, i ripristini dovranno essere effettuati mediante il rifacimento dell'asfaltatura secondo le indicazioni che saranno fornite dal Comune di Fano in relazione alle caratteristiche dell'esistente pavimentazione.

8.9.1 *Requisiti del sottofondo*

Al fine di garantire il raggiungimento del parametro denominato "vita utile" adeguato, corrispondente al periodo di tempo al di là del quale la degradazione strutturale della strada rende necessario un intervento di rifacimento, è necessario garantire un'adeguata capacità portante del terreno, cioè del sottofondo.

Durante le fasi di ispezione del sottofondo stradale questo deve garantire principalmente tre requisiti fondamentali:

- drenaggi delle acque;
- sostituzione o correzione del terreno in sito se non idoneo;
- costipamento.

Il drenaggio delle acque è necessario per impedire ristagni d'acqua e allo stesso tempo per evitare infiltrazioni nel sottofondo che possono portare nel tempo a cedimenti del rilevato stradale; per impedire ciò, se necessario, è possibile utilizzare dreni sub orizzontali per permettere lo scolo delle acque nei fossi adiacenti.

Per quel che concerne invece la verifica del materiale presente in sito, generalmente si effettuano dei prelievi di terreno direttamente nelle sezioni di progetto; quando a 20 cm sotto il p.c. si rinvenivano terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (Classifica UNI 10006/2002), anche se soggetti all'azione dell'acqua o del gelo, la preparazione consisterà in una compattazione dello strato sottostante per almeno 30 cm fino a raggiungere una densità secca pari al 95% di quella ottimale determinata con la prova Proctor AASHO modificata. Quando invece a 20 cm sotto il p.c. si rinvenivano terreni appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8 dovranno essere asportati per uno spessore di almeno 30 cm e sostituiti con materiali appartenenti ai gruppi A1, A3 e A2-4 non plastici; tale operazione si rende necessaria soprattutto quando il terreno è suscettibile all'azione dell'acqua o del gelo. Il materiale di riporto dovrà essere adeguatamente compattato

fino a raggiungere una densità secca pari al 95% di quella ottimale determinata con la prova Proctor AASHO Modificata.

Classificazione generale	Terre ghiaio - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri	
	A 1		A 3	A 2			A 4	A 5	A 6	A 7			A 8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	-	N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	IP ≤ LL - 30	IP > LL - 30	> 10
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa			Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellenti a buono				Da mediocre a scadente								Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna e lieve		Media			Molto elevata		Media	Elevata	Media			
Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve			Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elev.			
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa					Scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo. Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla.			Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido.		Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.			Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.	

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R.-U.N.I. 10006

In alternativa all'asportazione del terreno non idoneo è possibile eseguire un trattamento a calce e/o cemento che permette un notevole aumento della portanza del sottofondo.

Dopo il costipamento, prima della realizzazione della sovrastruttura, si dovrà verificare il raggiungimento del 95% del grado di compattazione con prova di densità in sito e il modulo di deformazione M_d , con prova di carico su piastra, che fornisce una misura convenzionale della capacità portante. Il controllo della densità in sito è previsto (dalla Norma UNI10006/02 recepita dalla UNI EN ISO 14688-1:2018) solo per materiali costituiti da elementi con dimensioni minori di 20 mm.

Di norma, il Modulo di Deformazione M_d , salvo diverse prescrizioni di progetto, dovrà risultare non inferiore a:

- 50 Mpa nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm² per il piano di posa della sovrastruttura;
- 30 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm² quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compreso tra 0,5 e 1 m;
- 20 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0,05-0,15 N/mm² quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compreso tra 1.00 e 2.00 m;
- 15 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0,05-0,15 N/mm² quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è > di 2.00 m.

8.9.2 Requisiti della sovrastruttura portante

Per sovrastruttura portante (fondazione) si intende quella porzione di rilevato compresa tra il sottofondo e lo strato superficiale; a seconda delle sezioni in progetto, questo strato potrà contenere sabbia, misto cementato o direttamente materiale di risulta opportunamente compattato.

Le sabbie dovranno essere appartenenti ai gruppi A3 o A2-4 prive di plasticità, stese e costipate per strati inferiori di 30 cm.

Dopo il costipamento, prima della posa dello strato in ghiaia soprastante dovranno essere eseguiti controlli per verificare il raggiungimento del 95% del grado di compattazione, con prove di densità in sito, e per

verificare il modulo di deformazione M_d (con prove di carico su piastra) che dovrà essere di 50 MPa calcolato nell'intervallo di carico nell'intervallo di carico compreso tra 0,15-0,25 N/mm².

In caso di utilizzo di misto cementato, quest'ultimo rappresenta uno strato costituito da una miscela di ghiaia e sabbia impastato con cemento e acqua. Può essere confezionato in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso di volume, oppure confezionato in sito tramite utilizzo di spandi cemento e pulvimixer. Saranno impiegate ghiaie e sabbie con percentuale di frantumato complessivo non inferiore al 40% in peso e dovranno avere le stesse caratteristiche degli inerti utilizzati nello strato in misto granulare precedentemente descritto, ad esclusione del diametro massimo che non deve avere dimensioni superiori a 40 mm.

La percentuale esatta di acqua e cemento (Portland, pozzolanico 325 o 425 escluso cemento a rapido indurimento) saranno stabilite in relazione ad uno studio di laboratorio in cui verranno confezionati dei provini da sottoporre a prova di compressione e trazione indiretta (Brasiliana) dopo 7 giorni di maturazione in ambiente umido (norma B.U. CNR n. 29). I provini confezionati (tre per ogni tipo di prova e dosaggio di cemento) dovranno avere resistenza a compressione dopo 7 giorni compresa fra 2,5 e 4,5 N/mm² ed a trazione indiretta non inferiore a 0,25 N/mm².

La stesa della miscela dovrà avvenire con temperature ambientali comprese fra 0°C e 25°C in assenza di pioggia. Ogni strato non dovrà superare lo spessore di 20 cm dopo compattazione, sul quale andare a posare lo strato successivo. Il controllo viene eseguito con prelievo di materiale fresco durante la stesa che servirà per confezionare dei provini da sottoporre a prova di compressione e trazione indiretta dopo 7 giorni di maturazione, in alternativa vengono prelevati dei provini in sito con carotatrice e sottoposti alle prove di laboratorio sopra descritte. Anche per gli strati in sottoposti alle prove di laboratorio sopra descritte. Anche per gli strati in misto cementato è previsto la determinazione del modulo di deformazione M_d con prova di carico su piastra da eseguirsi nell'intervallo di tempo compreso fra 3 e 12 ore dopo la compattazione. Il modulo di deformazione M_d dovrà essere di almeno 100 MPa calcolato nell'intervallo di carico compreso tra 0,15-0,25 N/mm².

8.9.3 Requisiti degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso (binder – usura)

L'aggregato dovrà essere ottenuto per frantumazione e costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o materiali estranei.

L'aggregato sarà costituito da pietrischetti e ghiaie di provenienza e natura diversa, purché risponda ai seguenti parametri:

1. granulometria compresa nel fuso di riferimento:

Crivelli e setacci (mm)	Binder (%pass.)	Usura (%pass.)
Crivello 25	100	*
Crivello 15	65-100	100
Crivello 10	55-80	70-100
Crivello 5	30-60	43-67
Setaccio 2	20-45	25-45
Setaccio 0.4	7-25	12-24
Setaccio 0.18	5-15	7-15
Setaccio 0.075	4-8	6-11

2. perdita di peso alla prova Los Angeles <25% (Binder) - <20% (Usura);
3. coeff. di appiattimento <15% (Binder) - <15% (Usura);
4. percentuale superfici frantumate 100% (Binder) - 100% (Usura);
5. equivalente in sabbia >60% (Binder) - >75% (Usura);
6. resistenza al gelo disgelo <1 (Binder) - <1 (Usura);
7. resistenza alla levigabilità CLA >44 (Binder) - >44 (Usura);
8. resistenza all'usura Micro Deval * (Binder) - <10 (Usura).

La verifica dei requisiti di idoneità degli aggregati deve essere fatta prima dello studio mix design del conglomerato bituminoso.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi mescolati con bitume a caldo e dovrà rispondere ai seguenti parametri di riferimento:

1. contenuto bitume riferito al peso degli aggregati 4.5-5.5% (Binder) - 4.5-6.0% (Usura);
2. stabilità Marshall eseguita a 60° su provini costipati con 75 colpi per faccia >900 Kg (Binder) - >1000 Kg (Usura);
3. rigidità Marshall >300 (Binder) - >300 (Usura);
4. vuoti residui a rullatura ultimata <8% (Binder) - <6% (Usura);

Durante la stesa si prevede di eseguire prelievi di conglomerato bituminoso da sottoporre a prove di laboratorio per verificare se le caratteristiche della miscela sono rispondenti allo studio del mix design prescritto nel capitolato. Se il capitolato prevede la verifica della rigidità e stabilità Marshall si dovranno preparare provini con il metodo della compattazione e successive prove di compressione. Nel caso venga invece richiesto il metodo volumetrico, i provini da sottoporre a prova di trazione indiretta andranno confezionati con la pressa giratoria. Al termine della posa dopo rullatura dovranno essere effettuati controlli per accertare le caratteristiche e la buona esecuzione della pavimentazione. Si rende necessario l'utilizzo di una carotatrice elettrica per il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio.

In particolare sui provini occorre fare i seguenti controlli sugli strati di binder e usura:

- spessori;
- peso di volume;
- peso di specifico degli aggregati;
- contenuto percentuale di bitume;
- granulometria degli aggregati;
- percentuale vuoti residui.

8.10 Registrazione del tracciato

A lavori ultimati, allo scopo di conoscere con esattezza, nel tempo, la posizione del cavo e delle giunzioni, si dovrà rilevare e rappresentare il percorso e le quote effettive cui è stato posato il cavo nonché quelle dei servizi interferenti con lo stesso. Tale rilievo deve essere riportato su planimetria in scala opportuna (almeno 1:500), corredata di monografie e con indicato:

- la distanza del cavo da manufatti facilmente individuabili e possibilmente inamovibili;
- la posizione dei giunti;
- la profondità dei cavi;
- la distanza e l'interferenza con le altre opere interrate.

9 COLLAUDO DOPO LA POSA

9.1 Cavi MT

Questo tipo di collaudo è volto a verificare l'esistenza di difettosità, grossolani errori di confezionamento dei giunti e terminali e danneggiamenti intervenuti durante la posa. Per i cavi isolati in XLPE o HEPR è da evitare la prova in corrente continua che può provocare tensioni di polarizzazione che combinandosi con la tensione di rete alla messa in servizio del cavo potrebbe esporre l'isolante a tensioni elevate, con possibili deterioramenti dello stesso. Previa accordo con e-distribuzione, la prova può essere eseguita con tensione alternata anziché continua. In tal caso, la prova può essere eseguita alternativamente con uno dei metodi sottoindicati:

- Prova alla frequenza di rete applicando la tensione di esercizio trifase del sistema per la durata di 24 ore, previa verifica dell'isolamento con idonea strumentazione.
- Prova alla tensione di $3U_0$ (efficaci) ed alla frequenza di 0,1 Hz applicata tra conduttore e lo schermo metallico per la durata di 15 minuti.