



Provincia
di Pesaro e Urbino

FRONTESPIZIO PROTOCOLLO

Con la presente si consegna copia analogica a stampa, tratta, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 3/bis, comma 4/bis ed all'art. 23 del D.Lgs 82/2005, dal documento informatico sottoscritto con firma digitale, predisposto e conservato presso l'Amministrazione in conformità al D.Lgs. 82/2005 (C.A.D.) identificato con HASH, indicato/i in calce, dell'atto in oggetto e dei suoi allegati.

Protocollo n. 42205 del 16/11/2023

Classificazione 014-8 Fascicolo 111/2022

**Oggetto: GAUDENZI SIMONE - DEPOSITO PROGETTO STRUTTURALE CIG.
Z91390BF37 -CUP. B27H21001430001 LAVORI DI STRAORDINARIA MANUTENZIONE
E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA**

TestodelMessaggio.html

E1CF1BA780B0818F091AC831BBE7A61E65D925A628E09BA727BCC23636A9FE71DC7C62DBCCF72D0
619820626E2E2C510B1FFF370A2325788FA475ABDCF6ED07E

CAPITOLATO_SPECIALE_SP.3_TAVERNELLE_15_11_23_ESEC.pdf.p7m

CC1D59E137CA34A5F8A6A340E0703AC7D343699B36795A518C3F79B911E88FAFD0AE1337463712A4
B9D03F6F73A0A9B116585395BA087561AD73D7C2185EF5BC

COMPUTO_METRICO_SP.3_TAVERNELLE_13_11_23_ESEC.pdf.p7m

17D02C5F10D759F65D73D1EAF1E1B65177CB4009BD7A8A499535120243E3CCE20108264FB35C33CD
19BD6862ACF0F2F2646954C9EB0E67920907124B3A437DE4

ELENCO PREZZI UNITARI_PONTE_TAVERNELLE_SP3_13_11_23_ESEC.pdf.p7m

6605C1BEAAB03A5932C1F1165B64641D42F8BC0D83622BE447B8B47D979FCAA0157AB9CC89782E48
732298151DC35E570BF04C8A8EDA10C7CB2913FAAE2C4707

RELAZIONE DI CALCOLO CORDOLO IN C.A._SP.3_TAV_13_11_2023_ESEC.pdf.p7m

3ECC02C41D5F70B1F89B036D089B599BE827006F26840E5D91C9A0ADCD2316A560E6A53920713214
58B27A3042BE34B7610B39ED968960D190FC81700FC13D48

RELAZIONE DI CALCOLO

STRUTTURALE_OPERATIVITA_PONTE.S.P.3.TAVERNELLE_13_11_23_ESEC.pdf.p7m

6968F7FCC9310B18040D584672EF27F7E27CCBC2A1BDD7A737E21C2E771564CD9BC1780A978ED3A1D0C74E9D4FF035E4C2A47CD17350A2FE1D25791CF34ABAD9

relazione generale_PONTE_SP.3._TAVERNELLE_13_1_23_ESEC.pdf.p7m

04FBFB86F07F89C9CB147AD9EBB8E5EEEC88834D18A23CC44962DEFBECED8E46025881E9F20BE57573E7D215F49FCB5B7FC824A054A02F003E2A236F6EF40327

RELAZIONE_SPECIALISTICA_BARRIERE_SP.2_TAVERNELLE_ESEC_13_11_23.pdf.p7m

018D3E9DD7AE8FB9C969A42DF9231D3A294C07B88FA6B132E13554941865EA02CFAD4D8A4DDB5CF A752716D66C7601BCC39C12FB0FBDC3FBD098578B9D9CD241

TAV.A1_PONTE_sp.3.tavernelle_13_Nov_2023_esec.pdf.p7m

CE64F325E49E53F923F0E5A5A2CDE2001B99A0C12A8A4DB5CC27DB559EFE0FBA5191A504D5519A89780107EEF3F531334BD96EBA1C42ABF5ED1010EECBCAE01E

TAV.A2_PONTE_sp.3.tavernelle_13_Nov_2023_esec.pdf.p7m

DAA1D6B1F5F01B9ADA2EB1035B35485A9CA67E93C600B0ECF5B2C2B318D5040BF432A946A530267DC619B3E396F7F36FCD8EF89149529BB28354FDBBD6DB8752

TAV.A3_PONTE_sp.3.tavernelle_13_Nov_2023_esec.pdf.p7m

F30BB844F42A7B644F7B3F0C06D73623D71FF1AFF1031B8CC379C4DA540C7FD6125A8DBC32679C465B68B3F20D1AC0318032954C39E7AC711515ACA750D5A47B

TAV.S1_PONTE_sp.3.tavernelle_13_Nov_2023_esec.pdf.p7m

E541E0BFDB303C6AE740DEDB82E36AA220604B8075FDDE117FB639811402DF28B4DC86B85A3C2723A3E794D58CB7FB8D069119BCDE056FFA95753F933F51FA36

Vulnerabilita" STATICA_PONTE_sp.3_TAV_13_11_23_ESEC.pdf.p7m

5AA30DF3499337C5D840A8C4A6E5ED9A0F1E6EE316C6E08191E2403346814C51AEB9BA4BEA892A444E86B6AE65BAC0607BF9A029584F7A7DC3F7B7F7545C732E

Ing. Simone Gaudenzi

Sede operativa in Pesaro (PU)

61122, in Via degli Abeti 300

Sede Amministrativa in Pesaro(PU)

61121, in Strada Panoramica Adriatica 111.

PIVA 02093800411 - C.F. GDNSMN75E06G479U

Tel. 0721-33310 /Cell. 348-5944938



COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI – D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data: **13-11-2023**

Tavola: **CSP**

ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE SULLA SP. 3 - FLAMINIA

D.L. n. 104 del 14/08/2020 - SCHEDA MIT N. 02027.V1.PU
CUP B27H210014300001 – CIG. Z91390BR37

ART. 2 - AMMONTARE DELL'APPALTO E DESIGNAZIONE DELLE OPERE.

L'importo complessivo dei lavori a misura, di cui all'oggetto, compensati nell'appalto, comprensivi degli oneri per la sicurezza, ammonta preventivamente ad Euro € 191.281,36 (come risulta dal seguente prospetto):

a1) Importo per l'esecuzione delle Lavori (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)	€ 191,281.36
a2) Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (NON soggetti a Ribasso d'asta)	€ 9,102.03
a3) Importo Oneri Sicurezza Inclusa(NON soggetti a ribasso)	€ 9,156.08
Importo a base d'asta	€ 173,023.25
b) Somme a disposizione della stazione appaltante per:	
b1) Lavori in economia, previsti in progetto, ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€ -
b2) Rilievi accertamenti e indagini	
b3) Allacciamenti a pubblici servizi	
b4) Imprevisti	
b5) Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi	
b7) Spese di carattere strumentale e per l'assicurazione dei dipendenti della PA incaricati della progettazione, spese tecniche relative a: progettazione, alle necessarie attività preliminari e di supporto, nonché al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori ed al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, assistenza giornaliera e contabilità	€ 9,900.00
b8) art. 45 dlgs. 36/2023 Incentivi alle funzioni tecniche 2% (100%)	€ 3,825.62
b15) IVA ed eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (casse professionali 4%)	€ 44,743.02
b16) contributo ANAC	€ 250.00
Sommano	€ 58,718.64
TOTALE PROGETTO	€ 250,000.00

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Le cifre del presente quadro, che indicano gli importi presunti delle diverse categorie di lavori, soggetti al ribasso d'asta, potranno variare tanto in più quanto in meno entro i limiti fissati ai sensi dell'art. 118 del D.P.R. n. 207/2010 per effetto di variazione nelle rispettive quantità, e così tanto in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni, senza che l'appaltatore possa trarne argomento per chiedere compensi aggiuntivi o prezzi diversi da quelli indicati nell'elenco prezzi.

Gli apprestamenti necessari alla messa in atto delle misure preventive di sicurezza ai sensi del D. Lgs. n. 81/2008 non sono soggette a ribasso.

Le forniture dei materiali dovranno essere certificate CE, ed in particolare la produzione in stabilimento dei conglomerati bituminosi e gli aggregati naturali.

*Ai solo fini del rilascio del certificato di esecuzione dei lavori eseguiti, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere generali **“OG 3”** - (D.P.R. n. 34/ 2000).*

Non sono previsti lavori appartenenti a categorie scorporabili ai sensi del combinato disposto dell'articolo 18 della legge n. 55 del 1990, dell'articolo 30 del d.P.R. n. 34 del 2000 e degli articoli 72, 73 e 74 del regolamento generale.

ART. 3 - NORME GENERALI.

Per l'esecuzione delle opere oggetto del presente appalto l'impresa dovrà rigidamente osservare tutte le norme fissate dal D. Lgs. 18 aprile 2016 n. 50, dal D.M. 19/04/2000 n. 145 (Capitolato Generale per l'appalto di opere pubbliche) e dal capitolato d'appalto per i lavori stradali approvato dal consiglio Provinciale con delibera N°582 del 13 Settembre 1982 nonché integrazione alle norme tecniche.

*I lavori e le somministrazioni **appaltati a misura** saranno liquidati in base ai prezzi unitari che risultano dall'apposito elenco allegato, con deduzione del ribasso pattuito.*

Tali prezzi comprendono:

A) Per i materiali: ogni spesa per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc., nessuna eccettuata per darli a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro anche se fuori strada;

B) Per gli operai e i mezzi d'opera: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere nonché le quote per assicurazioni sociali;

C) Per i noli ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti al loro uso compreso il conducente;

D) Per i lavori: tutte le spese per i mezzi d'opera provvisori, nessuna esclusa, e quanto occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'impresa dovrà sostenere a tale scopo.

I prezzi medesimi, diminuiti del ribasso offerto e sotto le condizioni tutte del contratto e del capitolato d'appalto, si intendono accettati dall'appaltatore, in base a calcoli di sua convenienza a tutto suo rischio, e quindi invariabili durante tutto il periodo dei lavori e delle forniture ed indipendenti da qualsiasi eventualità.

ART. 4 - GARANZIA PER LA PARTECIPAZIONE

In accordo all'articolo 93 del codice dei contratti, per la partecipazione NON è richiesta una cauzione provvisoria, pari al 2,00%.

ART. 5 - GARANZIE PER L'ESECUZIONE

L'appaltatore per la sottoscrizione del contratto deve costituire una garanzia a sua scelta sottoforma di cauzione o fideiussione pari al 10 per cento dell'importo contrattuale e tale obbligazione è indicata negli atti e documenti a base di affidamento di lavori. Al fine di salvaguardare l'interesse pubblico alla conclusione del contratto nei termini e nei modi programmati in caso di aggiudicazione con ribassi superiori al dieci per cento la garanzia da costituire è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento. Ove il ribasso sia superiore al venti per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al venti per cento. La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore. La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo. La stazione appaltante può richiedere al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'esecutore.

La garanzia fideiussoria di cui al comma 1 a scelta dell'appaltatore può essere rilasciata da imprese bancarie o assicurative che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano le rispettive attività o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo di cui all'articolo 107 del decreto legislativo 10 settembre 1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie e che sono sottoposti a revisione contabile da parte di una società di revisione iscritta nell'albo previsto dall'articolo 161 del decreto legislativo 24 febbraio 1998, n. 58 e che abbiano i requisiti minimi di solvibilità richiesti dalla vigente normativa bancaria assicurativa. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, secondo comma, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.

La garanzia fideiussoria è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 80 per cento dell'iniziale importo garantito. L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione certificato di collaudo, o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

In caso di raggruppamenti temporanei le garanzie fideiussorie e le garanzie assicurative sono presentate, su mandato irrevocabile, dalla mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti ferma restando la responsabilità solidale tra le imprese.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

La mancata costituzione della garanzia di cui al comma 1 determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della stazione appaltante, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria.

ART. 6 - RIDUZIONE DELLE GARANZIE

Ai sensi dell'articolo 93 del codice dei contratti, l'importo della garanzia di cui all'articolo Art. 30 e del suo eventuale rinnovo, è ridotto del 50 per cento per gli operatori economici ai quali venga rilasciata, da organismi accreditati, ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000. Si applica la riduzione del 50 per cento, non cumulabile con quella di cui al primo periodo, anche nei confronti delle microimprese, piccole e medie imprese e dei raggruppamenti di operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da microimprese, piccole e medie imprese.

L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 30 per cento, anche cumulabile con la riduzione di cui al comma 1, per gli operatori economici in possesso di registrazione al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), ai sensi del regolamento (CE) n. 1221/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2009, o del 20 per cento per gli operatori in possesso di certificazione ambientale ai sensi della norma UNI EN ISO 14001.

L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del 15 per cento, anche cumulabile con le riduzioni di cui ai comma precedenti, per gli operatori economici che sviluppano un inventario di gas ad effetto serra ai sensi della norma UNI EN ISO 14064-1 o un'impronta climatica (carbon footprint) di prodotto ai sensi della norma UNI ISO/TS 14067.

In caso di cumulo delle riduzioni, la riduzione successiva deve essere calcolata sull'importo che risulta dalla riduzione precedente.

Per fruire dei benefici di cui ai comma 1, 2 e 3, l'operatore economico segnala, in sede di offerta, il possesso dei relativi requisiti, e lo documenta nei modi prescritti dalle norme vigenti.

Art. 7 - OBBLIGHI ASSICURATIVI A CARICO DELL'APPALTATORE

In conformità dell'Art. 103, comma 7, del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., l'appaltatore è obbligato, almeno 10 (dieci) giorni prima della data prevista per la consegna dei lavori ai sensi dell'articolo Art. 12, a costituire e consegnare una polizza di assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori.

L'importo della somma da assicurare è indicato nei documenti e negli atti a base di gara ed è non inferiore all'importo del contratto con la seguente ripartizione:

partita 1) per le opere oggetto del contratto: importo non inferiore a quello del contratto stesso, al netto degli importi di cui alle partite 2) e 3),

partita 2) per le opere preesistenti: euro 100.000,00

partita 3) per demolizioni e sgomberi: euro 50.000,00

In caso di modifiche/variazioni dell'importo contrattuale, l'importo della Polizza relativa a danni per danneggiamento, distruzione di impianti ed opere anche preesistenti, deve essere integrata, in

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'appaltatore, per un importo pari a quello dei lavori aggiuntivi medesimi.

La polizza di cui al comma 1 deve assicurare la stazione appaltante anche contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori il cui massimale è pari ad un minimo di euro 1.500.000,00.

La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

L'omesso o il ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio o di commissione da parte dell'esecutore non comporta l'inefficacia della garanzia nei confronti della stazione appaltante.

ART. 8 - PAGAMENTI IN ACCONTO - CONTO FINALE.

Non sono previsti pagamenti in acconto.

L'appaltatore avrà diritto al pagamento in unica soluzione a completamento dei lavori con l'approvazione del conto finale.

L'importo contrattuale non deve essere superato, l'impresa resta unica responsabile di qualsiasi eccedenza di spesa, senza poter fare oggetto di rivalsa verso l'Amministrazione. A tale scopo l'impresa deve presentare alla Direzione dei Lavori alla scadenza di ogni settimana l'andamento dei lavori nonché la spesa programmata raggiunta.

Il conto finale dei lavori è redatto dal Direttore dei lavori entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale, e trasmesso al R.U.P.; col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di regolare esecuzione e alle condizioni di cui al successivo comma 5.

Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del R.U.P., entro il termine perentorio di 30 (trenta) giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato.

Il R.U.P., entro i successivi 60 (sessanta) giorni redige una propria Relazione Finale riservata, con la quale esprime il proprio parere motivato sulla fondatezza delle eventuali domande dell'esecutore.

La rata di saldo, nulla ostando, è pagata entro 60 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di regolare esecuzione previa presentazione di regolare fattura fiscale, ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267.

Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo o il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

L'appaltatore e il direttore dei lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

L'emissione di ogni certificato di pagamento è subordinata:

a) all'acquisizione del DURC dell'appaltatore e degli eventuali subappaltatori, ai sensi dell'articolo 53, comma 2; ai sensi dell'articolo 31, comma 7, della legge n. 98 del 2013, il titolo di pagamento deve essere corredato dal DURC, anche in formato elettronico;

b) all'acquisizione dell'attestazione di cui al successivo comma;

c) agli adempimenti di cui all'articolo 49 in favore dei subappaltatori e subcontraenti, se sono stati stipulati contratti di subappalto o sub-contratti di cui allo stesso articolo;

d) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 66 in materia di tracciabilità dei pagamenti;

e) ai sensi dell'articolo 48-bis del d.P.R. n. 602 del 1973, introdotto dall'articolo 2, comma 9, della legge n. 286 del 2006, all'accertamento, da parte della Stazione appaltante, che il beneficiario non sia inadempiente all'obbligo di versamento derivante dalla notifica di una o più cartelle di pagamento per un ammontare complessivo pari almeno all'importo da corrispondere con le modalità di cui al d.m. 18 gennaio 2008, n. 40. In caso di inadempimento accertato, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio.

Ai sensi dell'articolo 35, comma 28, della legge n. 248 del 2006, come modificato dall'articolo 13-ter della legge n.134 del 2012, poi dall'art. 50, comma 1, della legge XX del 2013, nessun pagamento può essere erogato prima dell'acquisizione dell'asseverazione di un responsabile del centro di assistenza fiscale o di un soggetto abilitato ai sensi dell'articolo 35, comma 1, del decreto legislativo 9 luglio 1997, n. 241 e dell'articolo 3, comma 3, lettera a), del d.P.R. 22 luglio 1998, n. 322, attestante che gli adempimenti fiscali, consistenti nel versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente dovute all'Erario in relazione alle prestazioni effettuate nell'ambito del rapporto contrattuale, scaduti alla data del pagamento della rata, siano stati correttamente eseguiti dall'appaltatore e dagli eventuali subappaltatori. In luogo di tale attestazione può essere presentata una dichiarazione sostitutiva, resa ai sensi del d.P.R. n. 445 del 2000, con cui l'appaltatore, e l'eventuale subappaltatore, attesta l'avvenuto adempimento dei predetti obblighi, con i contenuti e le modalità di cui alla Circolare dell'Agenzia delle Entrate, Ufficio Registro e altri Tributi Indiretti, n. 40/E dell'8 ottobre 2012.

Ai sensi dell'art. 30, comma 6 del D. Lgs. 50/2016, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'appaltatore, dei subappaltatori o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, di cui all'art. 105, comma 18, ultimo periodo del D. Lgs. 50/2016, impiegato nel cantiere, il R.U.P. invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'appaltatore, a provvedere entro 15 (quindici) giorni. Decorso infruttuosamente il suddetto termine senza che sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta, l'amministrazione committente provvede alla liquidazione del certificato di pagamento di cui al comma 5, trattenendo una somma corrispondente ai crediti vantati dal personale dipendente, ai fini di cui all'articolo 52, comma 2 del presente Capitolato.

ART. 9 - REVISIONE PREZZI E ADEGUAMENTO CORRISPETTIVO

1. Trattandosi di appalto di lavori bandito successivamente al 27 gennaio 2022, sono stabilite le seguenti clausole di revisione dei prezzi ai sensi dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022, n. 4 e dell'articolo 106, comma 1, lettera a), primo periodo, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, fermo restando quanto previsto dal secondo e dal terzo periodo del medesimo comma 1, dell'articolo 106. Per quanto non espressamente disciplinato dal presente articolo si fa riferimento al predetto articolo 29.

2. Prima della stipula del contratto il responsabile del procedimento e l'esecutore danno concordemente atto, con verbale da entrambi sottoscritto, del permanere delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione dei lavori, anche con riferimento al corrispettivo offerto dall'appaltatore.

3. Qualora l'appaltatore ritenga che il corrispettivo offerto debba essere aggiornato, per effetto di variazioni dei singoli prezzi dei materiali da costruzione, in aumento o in diminuzione, esso iscrive riserva sul verbale di cui al comma 2, demandando la sua effettiva esplicitazione nei sessanta giorni successivi alla pubblicazione in Gazzetta Ufficiale del decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4. La riserva di cui al presente comma non costituisce comunque giustificazione adeguata per la mancata stipulazione del contratto nel termine previsto dalla stazione appaltante né, tantomeno, giustificazione per la mancata esecuzione delle lavorazioni di progetto.

4. In deroga all'articolo 106, comma 1, lettera a), quarto periodo, del decreto legislativo 50 del 2016, le variazioni di prezzo dei singoli materiali da costruzione, in aumento o in diminuzione, saranno valutate dalla stazione appaltante soltanto se tali variazioni risultano superiori al cinque per cento rispetto al prezzo, rilevato nell'anno di presentazione dell'offerta, anche tenendo conto di quanto previsto dal decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4. In tal caso si procederà a compensazione, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il cinque per cento e comunque in misura pari all'80 per cento di detta eccedenza, nel limite delle risorse indicate al comma 7 del citato articolo 29.

In particolare, Istituto nazionale di statistica, entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto n.4 del 2022, sentito il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, definisce la metodologia di rilevazione delle variazioni dei prezzi dei materiali di costruzione di cui alla lettera b) del comma 1, anche per le finalità di cui all'articolo 133, comma 6, del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163. Entro il 31 marzo e il 30 settembre di ciascun anno, il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili procede alla determinazione con proprio decreto, sulla base delle elaborazioni effettuate dall'Istituto nazionale di statistica, delle variazioni percentuali dei singoli prezzi dei materiali da costruzione più significativi relativi a ciascun semestre.

5. La compensazione di cui al comma 4 è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il cinque per cento al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nei dodici mesi precedenti al decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, e nelle quantità accertate dal direttore dei lavori.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

6. A pena di decadenza, l'appaltatore presenterà alla stazione appaltante l'istanza di compensazione, confermando la riserva espressa ai sensi del comma 3, entro sessanta giorni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, esclusivamente per i lavori eseguiti nel rispetto dei termini indicati nel relativo cronoprogramma. Il direttore dei lavori della stazione appaltante verifica l'eventuale effettiva maggiore onerosità subita dall'esecutore, e da quest'ultimo provata con adeguata documentazione, ivi compresa la dichiarazione di fornitori o subcontraenti o con altri idonei mezzi di prova relativi alle variazioni, per i materiali da costruzione, del prezzo elementare dei materiali da costruzione pagato dall'esecutore, rispetto a quello documentato dallo stesso con riferimento al momento dell'offerta. Il direttore dei lavori verifica altresì che l'esecuzione dei lavori sia avvenuta nel rispetto dei termini indicati nel cronoprogramma.

7. Laddove la maggiore onerosità provata dall'esecutore sia relativa ad una variazione percentuale inferiore a quella riportata nel decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, la compensazione è riconosciuta limitatamente alla predetta inferiore variazione e per la sola parte eccedente il cinque per cento e in misura pari all'80 per cento di detta eccedenza. Ove sia provata dall'esecutore una maggiore onerosità relativa ad una variazione percentuale superiore a quella riportata nel predetto decreto, la compensazione è riconosciuta nel limite massimo pari alla variazione riportata nel decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4, per la sola parte eccedente il cinque per cento e in misura pari all'80 per cento di detta eccedenza.

8. Sono esclusi dalla compensazione i lavori contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta.

9. La compensazione non è soggetta al ribasso d'asta ed è al netto delle eventuali compensazioni precedentemente accordate.

10. Il Responsabile del Procedimento, in riferimento a quanto previsto dal presente articolo, conduce apposita istruttoria al fine di individuare la compensazione da riconoscere all'appaltatore. L'istruttoria tiene conto delle risultanze determinate dalla Direzione Lavori ai sensi del comma 6. L'istruttoria potrà essere espletata, in caso di ritardo di pubblicazione del decreto del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili previsto al comma 2, secondo periodo dell'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022 n.4 o nelle more dell'adozione del Decreto Ministeriale di cui all'articolo 133 comma 6 del D. Lgs 163/2006, ovvero in casi di qualificata urgenza che possono compromettere la realizzazione dell'opera o determinare la perdita di finanziamenti, utilizzando Prezzari aggiornati con carattere di ufficialità, rilevazioni Istat, nonché documentazioni eventualmente acquisite direttamente dallo stesso Responsabile del Procedimento presso produttori, fornitori, distributori e rivenditori.

11. In relazione alle variazioni dei prezzi dei materiali da costruzione di cui al presente articolo, qualora l'operatore economico abbia iscritto riserve sugli atti dell'appalto, procedendo alla loro esplicitazione e quantificazione, sarà comunque possibile addivenire ad accordo bonario ai sensi dell'articolo 205 del Decreto Legislativo 18 aprile 2016 n.50, nel rispetto dei limiti temporali e percentuali stabiliti dall'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022, n. 4. L'istruttoria del Responsabile del procedimento attesta il rispetto della presente condizione.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

12. In relazione ai contratti di cui al presente articolo è altresì ammessa transazione ai sensi dell'articolo 208 del Decreto Legislativo 18 aprile 2016 n.50 nel rispetto dei limiti temporali e percentuali stabiliti dall'articolo 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022, n. 4. L'istruttoria del Responsabile del procedimento attesta il rispetto della presente condizione.

13. Al di fuori delle fattispecie disciplinate dal presente articolo è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del Codice Civile.

ART. 10 - TEMPO CONCESSO ALL'IMPRESA PER DARE ULTIMATI I LAVORI E PROGRAMMA DEGLI STESSI E PENALE PER IL RITARDO.

Il tempo necessario per dare ultimati i lavori è di 60 giorni naturali, successivi e continui a decorrere dal verbale di consegna, e/o dell'atto di cottimo.

Per comprovate e motivate esigenze l'Amministrazione Provinciale decorsi 10 dieci giorni dalla data di aggiudicazione si riserva la possibilità di procedere alla consegna dei lavori in pendenza della stipula del contratto.

La data di ultimazione dei lavori verrà fissata con apposito certificato di ultimazione redatto dalla D.L. ovvero mediante redazione della liquidazione finale dei lavori, dopo che l'Impresa avrà notificato e/o comunicato l'avvenuta ultimazione delle opere.

Ai sensi dell'art. 145 del D.P.R. 05/10/2010 n. 207 e artt. 22 e 23 del D.M. 19/04/2000 n. 145 la penale per il ritardo nella ultimazione dei lavori viene fissata nella percentuale dell'uno per mille dell'ammontare netto contrattuale, per ogni giorno di ritardo, e comunque complessivamente non superiore al 10% da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate all'eventuale ritardo.

ART. 11 - VISITA DI COLLAUDO.

Il certificato di regolare esecuzione verrà emesso entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori, così come risulta dal certificato di ultimazione, ai sensi dell'art. 237 del D.P.R. 05/10/2010 n. 207.

Il certificato di regolare esecuzione dovrà essere approvato entro i tre mesi successivi.

Tali termini saranno prorogati senza dare luogo a diritti o rivendicazione da parte dell'impresa appaltatrice, qualora per inadempienze dell'appaltatore o responsabilità a suo carico, accertate in sede di visita di collaudo, il certificato di collaudo o quello di regolare esecuzione debbono essere rinviati in attesa che l'impresa porti a termine gli adempimenti di qualsiasi genere.

ART. 12. SUBAPPALTO

L'eventuale subappalto non può superare la quota del 30% (trenta per cento) dell'importo complessivo del contratto.

L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti dell'amministrazione committente per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

l'Amministrazione Committente non provvede a corrispondere direttamente ai subappaltatori e ai cottimisti l'importo dei lavori da loro eseguiti.

ART. 13 - ACCERTAMENTI

L'Impresa è tenuta ad accertarsi presso i vari Enti per l'esistenza di impianti aerei o sotto la pavimentazione stradale o piano di campagna (comprese eventuali targhette poste in superficie che individuano l'esistenza di servizi sotterranei o caditoie e pozzetti eventualmente nascosti) e qualsiasi danno provocato agli stessi sarà a carico dell'impresa stessa.

ART. 14 - OSSERVANZA DI LEGGI E REGOLAMENTI.

L'impresa è tenuta all'osservanza:

- a) Del D.Lgs. n. 50/2016;*
- b) Del D.Lgs. n. 81/2008;*
- c) Della L.R. n. 33/2008*
- d) Del Capitolato Generale di Appalto dei LL. PP., approvato con D.M. 19/4/2000, n. 145;*
- e) Del Regolamento D.P.R. 05/10/2010, n. 207;*
- f) Delle leggi e disposizioni vigenti circa l'assistenza sociale degli operai, le assicurazioni, prevenzione degli infortuni sul lavoro ed in genere di tutte le leggi e norme in vigore sui LL. PP.;*
- g) Delle disposizioni della Legge sulla assunzione obbligatoria degli invalidi, nonché delle norme in vigore e quelle che eventualmente venissero emanate in materia di assunzione della mano d'opera in genere;*
- h) L'Impresa è obbligata a fornire prima dell'inizio dei lavori alla D.L. il piano sostitutivo del piano di sicurezza e coordinamento.*

ART. 15. ADEMPIMENTI PRELIMINARI IN MATERIA DI SICUREZZA

Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al Decreto n. 81 del 2008, l'appaltatore deve trasmettere all'Amministrazione Committente, entro il termine prescritto da quest'ultima con apposita richiesta o, in assenza di questa, entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva e comunque prima della stipulazione del contratto o, prima della redazione del verbale di consegna dei lavori se questi sono iniziati nelle more della stipula del contratto:

- a) una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili;*
- b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;*
- c) ai fini dell'acquisizione d'ufficio del certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, dichiarazione attestante la propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;*

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

d) i dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC, ai sensi dell'articolo 53, comma 2 del presente Capitolato Speciale;

e) il documento di valutazione dei rischi di cui al combinato disposto degli articoli 17, comma 1, lettera a), e 28, commi 1, 1-bis, 2 e 3, del Decreto n. 81 del 2008. Se l'impresa occupa fino a 10 lavoratori, ai sensi dell'articolo 29, comma 5, primo periodo, del Decreto n. 81 del 2008, la valutazione dei rischi è effettuata secondo le procedure standardizzate di cui al decreto interministeriale 30 novembre 2012 e successivi aggiornamenti.

f) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008.

Entro gli stessi termini di cui al comma 1, l'appaltatore deve trasmettere al coordinatore per l'esecuzione il nominativo e i recapiti:

a) del proprio Responsabile del servizio prevenzione e protezione di cui all'articolo 31 del Decreto n.81 del 2008;

b) del proprio Medico competente di cui all'articolo 38 del Decreto n. 81 del 2008;

c) l'accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento, se presente, di cui al successivo articolo 13, con le eventuali richieste di adeguamento di cui all'articolo 14;

d) il piano operativo di sicurezza di cui al successivo articolo 15 od il piano sostitutivo di sicurezza, se dovuto.

Gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2 devono essere assolti:

a) dall'appaltatore, comunque organizzato anche nelle forme aggregate previste dall'art. 45 del D.Lgs. 50/2016, nonché, tramite questi, dai subappaltatori;

b) dal consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure dal consorzio stabile, di cui all'articolo 45 comma 2, lettere b) e c) del D.Lgs. 50/2016, se il consorzio intende eseguire i lavori direttamente con la propria organizzazione consortile;

c) dalla consorziata del consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure del consorzio stabile, che il consorzio ha indicato per l'esecuzione dei lavori, ai sensi degli articoli 48 comma 7 del D.Lgs. 50/2016, se il consorzio è privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; se sono state individuate più imprese consorziate esecutrici dei lavori gli adempimenti devono essere assolti da tutte le imprese consorziate indicate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite di una di esse appositamente individuata, sempre che questa abbia espressamente accettato tale individuazione;

d) da tutte le imprese raggruppate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa mandataria, se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo di cui all'articolo 45, comma 2, lett. d) del D. Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del decreto 81/2008 è individuata nella mandataria, come risultante dell'atto di mandato;

e) da tutte le imprese consorziate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa individuata con l'atto costitutivo o lo statuto del consorzio, se l'appaltatore è un consorzio ordinario di cui all'articolo 45, comma, 2 lett. e) del D.Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del decreto 81 è individuata con il predetto atto costitutivo o statuto del consorzio;

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

f) dai lavoratori autonomi che prestano la loro opera in cantiere.

Fermo restando quanto previsto al successivo articolo 46, comma 3, l'impresa affidataria comunica all'amministrazione committente gli opportuni atti di delega di cui all'articolo 16 del decreto legislativo n. 81 del 2008.

L'appaltatore deve assolvere gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2, anche nel corso dei lavori ogniqualvolta nel cantiere operi legittimamente un'impresa esecutrice o un lavoratore autonomo non previsti inizialmente.

ART. 16. ORGANIZZAZIONE DEI SINGOLI CANTIERI STRADALI E DISPOSIZIONI PER LA SICUREZZA DEGLI OPERATORIE DELLA CIRCOLAZIONE

Ai sensi dell'articolo 97, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008, l'appaltatore è obbligato:

a) ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15, 17, 18 e 19 del Decreto n. 81 del 2008 e all'allegato XIII allo stesso decreto nonché le altre disposizioni del medesimo decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere;

b) a rispettare e curare il pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene, nell'osservanza delle disposizioni degli articoli da 108 a 155 del Decreto n. 81 del 2008 e degli allegati XVII, XVIII, XIX, XX, XXII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV e XLI, allo stesso decreto;

c) a verificare costantemente la presenza di tutte le condizioni di sicurezza dei lavori affidati;

d) ad osservare le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere, in quanto non in contrasto con le disposizioni di cui al comma 1.

L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.

L'appaltatore garantisce che le lavorazioni, comprese quelle affidate ai subappaltatori, siano seguite secondo il criterio «incident and injury free».

L'Appaltatore dovrà provvedere, senza alcun compenso aggiuntivo:

- a tutte le opere di difesa del cantiere, con sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori e dei guasti in sede stradale, da attuarsi con cavalletti, fanali, nonché con i segnali prescritti, oltre a reti, barriere, ecc.

- ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza dei terzi sia verso l'interno che verso l'esterno delle pertinenze stradali.

- a curare la costruzione dei ponteggi necessari ad assicurare l'esecuzione dei lavori in corrispondenza di ponti, sottovia e muri di sostegno stradali senza interferire con la viabilità delle strade sopra e sottopassanti, con la continuità dei corsi d'acqua ed in genere con l'integrità dei terreni confinanti;

- alle opere di protezione provvisoria per garantire il transito.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'Appaltatore, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Nel caso in cui le opere di difesa del cantiere fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima dell'inizio dei lavori dovranno essere presi gli opportuni accordi di merito con la Direzione Lavori e con il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

In caso d'urgenza, l'Appaltatore ha obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica e/o l'incolumità dei lavoratori presenti, avvertendo nel contempo la Direzione Lavori ed il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione.

In ogni caso l'appaltatore non avrà diritto a compensi aggiuntivi oltre ai prezzi di contratto, qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori.

I singoli tratti stradali oggetto dei lavori sono da intendersi come singoli "cantieri stradali".

L'Appaltatore, al fine di garantire la sicurezza degli operatori impegnati nei lavori dei cantieri stradali in appalto, dovrà operare solo ed esclusivamente con "cantieri fissi", così come definiti dal Regolamento di attuazione del Codice della Strada (D.P.R. n. 495/1992) e successive modifiche ed integrazioni, nonché dal D.M. 10.07.2002 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo", adottando gli schemi allegati al D.M. e al Piano di Sicurezza e di Coordinamento. In deroga a quanto sopra menzionato l'adozione di "cantieri mobili", così come definiti dal Regolamento di attuazione del Codice della Strada (D.P.R. n. 495/1992) e successive modifiche ed integrazioni, nonché dal D.M. 10.07.2002 è concessa solo per l'esecuzione della segnaletica orizzontale e la pulizia delle pertinenze stradali così come previsto dal PSC e dalle direttive impartite dal Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione.

Qualora la sezione stradale disponibile, a lato del cantiere stradale stesso, per le strade tipo C/F/E, sia inferiore a ml 2,80 (più margine minimo di sicurezza) o per l'esecuzione di lavorazioni particolari, quali impermeabilizzazione, impalcati, ecc., sarà necessario provvedere alla chiusura della strada, con l'obbligo di deviazione su percorsi alternativi già individuati negli elaborati di progetto, previa emissione di apposita ordinanza da parte dell'amministrazione committente (Provincia di Mantova), proprietaria della strada. L'Appaltatore, nei cantieri su strade aperte al traffico veicolare in cui è prevista la fresatura di qualsiasi spessore del conglomerato bituminoso (manto d'usura, manto d'usura + strato di collegamento, ecc...), dovrà procedere nell'arco di una giornata lavorativa alla sola fresatura di un tratto stradale di lunghezza e superficie tale che possa essere, prima della fine della giornata lavorativa stessa, ripristinato completamente con la bitumatura (manto d'usura, monostrato, ecc...) dell'intero spessore fresato, in modo tale che, nelle ore serali e notturne, non risulti nessun dislivello tra i tratti non oggetto di interventi e il tratto o i tratti oggetto di fresatura e nuova bitumatura.

Solo per motivate esigenze e in casi eccezionali e dietro specifica autorizzazione congiunta del Responsabile dei Lavori e del Direttore dei Lavori, sarà possibile aprire alla circolazione dei veicoli nelle ore serali e notturne, i tratti stradali fresati senza la posa della nuova bitumatura, a condizione che tali tratti fresati, sia longitudinalmente che trasversalmente all'asse della strada, siano raccordati ai tratti non fresati in modo dolce, non repentino e che non presentino nessun gradino o salto improvviso di quota tale da risultare pericolosi per la circolazione dei veicoli stessi.

L'Appaltatore, subito dopo la posa dell'ultimo strato di conglomerato bituminoso (manto d'usura, monostrato, ecc) per le strade aperte al traffico veicolare, dovrà realizzare tra i 5 (cinque) e 10 (dieci) giorni decorrenti dalla posa dell'ultimo strato di conglomerato bituminoso (manto d'usura,

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

monostrato, ecc) la segnaletica orizzontale al fine di evitare incidenti a terzi dovuti alla scarsa visibilità soprattutto nella stagione autunnale quando la possibilità di nebbie è molto elevata;

L'Appaltatore subito dopo la posa del nuovo manto d'usura/pavimentazione bituminosa o monostrato, per le strade aperte al traffico veicolare, qualora il dislivello tra il nuovo manto d'usura/pavimentazione bituminosa o monostrato e la banchina/ciglio stradale risulti pericoloso per la circolazione stradale (uguale o maggiore di cm 4,00) dovrà realizzare con la massima urgenza e, comunque, entro 24 (ventiquattro) ore decorrenti dalla posa del manto d'usura/ pavimentazione bituminosa o monostrato, la ripresa, sistemazione della banchina/ciglio stradale stesso.

L'appaltatore, durante tutta la durata dei lavori, dovrà posizionare tutta la segnaletica verticale prevista dal Codice della Strada (D.Lgs. n. 285/1992) e dal Regolamento di Attuazione (D.P.R. n.495/1992) per evidenziare:

- il cantiere stesso;*
- il pericolo dovuto alla mancanza della segnaletica orizzontale;*
- il pericolo dovuto alla presenza di anomalia della strada;*
- il pericolo dovuto alla presenza di materiale instabile in strada;*
- il pericolo dovuto alla presenza di banchina non praticabile e/o profonda.*

Devono essere immediatamente sospese le lavorazioni in caso di pioggia o presenza di nebbie e/odi foschie che impediscano la perfetta visibilità, pregiudichino la sicurezza degli operatori e degli utenti della strada e non permettano la perfetta realizzazione a regola d'arte delle opere.

L'Appaltatore resta unico responsabile, sia civilmente che penalmente, dei danni e degli incidenti che eventualmente fossero cagionati agli operatori e a terzi nel caso di non rispetto delle disposizioni sopra riportate.

L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori se è in difetto nell'applicazione di quanto stabilito all'articolo 11, commi 1, 2 e 5, oppure agli articoli 13, 14, 15 o 16 del presente Capitolato Speciale.

ART. 17. PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO

L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento se presente e predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte dell'amministrazione committente in qualunque momento dell'appalto, ai sensi dell'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008, in conformità all'allegato XV, punti 1 e 2, del Decreto n. 81 del 2008, corredato dal computo metrico estimativo dei costi per la sicurezza di cui al punto 4 dello stesso allegato, determinati all'articolo 2, comma 1, lettera b), del presente Capitolato speciale.

2. L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì:

a) alle eventuali modifiche e integrazioni disposte autonomamente dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione in seguito a sostanziali variazioni alle condizioni di sicurezza sopravvenute alla precedente versione del piano di sicurezza e di coordinamento;

b) alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ai sensi del successivo articolo 44.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

3. Se prima della stipulazione del contratto (a seguito di aggiudicazione ad un raggruppamento temporaneo di imprese) oppure nel corso dei lavori (a seguito di autorizzazione al subappalto o di subentro di impresa ad altra impresa raggruppata estromessa ai sensi dell'articolo 48, commi 17 o 18 del D.Lgs. n. 50/2016) si verifica una variazione delle imprese che devono operare in cantiere, il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione deve provvedere tempestivamente:

a) ad adeguare il PSC, se necessario;

b) ad acquisire i POS delle nuove imprese.

ART. 18. MODIFICHE E INTEGRAZIONI AL PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:

a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;

b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ha l'obbligo di pronunciarsi tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate dall'appaltatore; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.

Se entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronuncia:

a) nei casi di cui al comma 1, lettera a), le proposte si intendono accolte; l'eventuale accoglimento esplicito o tacito delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni in aumento o adeguamenti in aumento dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo;

b) nei casi di cui al comma 1, lettera b), le proposte si intendono accolte se non comportano variazioni in aumento o adeguamenti in aumento dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo, diversamente si intendono rigettate.

Nei casi di cui al comma 1, lettera b), nel solo caso di accoglimento esplicito, se le modificazioni e integrazioni comportano maggiori costi per l'appaltatore, debitamente provati e documentati, e se l'amministrazione committente riconosce tale maggiore onerosità, trova applicazione la disciplina delle varianti.

ART. 19. PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA - PIANO SOSTITUTIVO DI SICUREZZA

L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza o l'eventuale piano sostitutivo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza o l'eventuale piano sostitutivo, redatto ai sensi dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato Decreto n. 81 del 2008, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.

Il POS deve essere redatto da ciascuna impresa operante nel cantiere e consegnato alla stazione appaltante, per il tramite dell'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori per i quali esso è redatto.

Ai sensi dell'art. 105, comma 17 del D.Lgs. 50/2016, l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza, redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 47, comma 4, lettera e), sub. 2), del presente Capitolato speciale, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In ogni caso trova applicazione quanto previsto dall'articolo 41, comma 4 del presente Capitolato Speciale.

Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del Decreto n. 81 del 2008, il piano operativo di sicurezza non è necessario per gli operatori che si limitano a fornire materiali o attrezzature; restano fermi per i predetti operatori gli obblighi di cui all'articolo 26 del citato Decreto n. 81 del 2008.

Il piano operativo di sicurezza, fermi restando i maggiori contenuti relativi alla specificità delle singole imprese e delle singole lavorazioni, deve avere in ogni caso i contenuti minimi previsti dall'allegato I al decreto interministeriale 9 settembre 2014 (pubblicato sulla G.U. n. 212 del 12 settembre 2014); esso costituisce piano complementare di dettaglio del PSC di cui al precedente articolo 43.

ART. 20. OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del Decreto n.81 del 2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli da 88 a 104 e agli allegati da XVI a XXV dello stesso decreto.

I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.

L'appaltatore è obbligato a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta dell'Amministrazione Committente o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria; in caso di consorzio stabile o di consorzio di cooperative o di imprese artigiane tale obbligo incombe al consorzio. Il direttore tecnico

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

Ai sensi dell'articolo 105, comma 14, ultimo periodo del D.Lgs. 50/2016, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questi ultimi, degli obblighi di sicurezza.

Art. 21. ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al D.P.R. n. 207 del 2010 per quanto vigente e al presente Capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore anche gli oneri e gli obblighi che seguono.

L'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per l'approntamento dei cantieri stradali con l'adozione di tutti i provvedimenti e le cautele necessarie per garantire l'incolumità degli operai e delle persone, sia addette ai lavori, sia terze comunque presenti o passanti sul luogo di lavoro e per evitare danni ai beni pubblici o di interesse pubblico o privato. In particolare, in ogni cantiere stradale, deve essere garantita la sicurezza delle persone presenti all'interno del cantiere stesso enel contempo mantenere la sicurezza degli utenti della strada che transitano a lato del cantiere stesso.

È fatto obbligo all'Appaltatore:

- di impiegare mezzi di cantiere ad emissione ridotta di vibrazione e/o rumore omologati.*
- di adottare provvedimenti atti a ridurre le emissioni di gas e polveri e ad evitare il rilascio di materiale sulle strade da parte dei mezzi di trasporto;*
- dell'installazione, del mantenimento in efficienza e rilievo della segnaletica temporanea (di avvicinamento, di posizione e di fine prescrizione) per ogni cantiere stradale al fine di garantire la sicurezza degli operatori e degli utenti della strada;*
- dello smaltimento di tutti i rifiuti prodotti nell'ambito del cantiere secondo le attuali normative in materia (D.Lgs. 03/04/06 n.152 e s.m.i.) con presentazione alla Direzione Lavori dei documenti giustificativi dello smaltimento (formulari, ecc.).*

L'installazione e l'impiego di tutte le attrezzature e i mezzi d'opera adeguati, in relazione all'entità delle opere, tali da garantire il buon funzionamento e la celerità del cantiere, nonché la compatibilità dei mezzi impiegati con il tipo di lavoro da eseguirsi e con la sicurezza per gli operai e gli utenti della viabilità stradale. Tali mezzi sono comunque soggetti, prima dell'uso, al preventivo benestare della Direzione Lavori e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione. A tal proposito si precisa che, ai sensi dell'articolo 4 della legge n. 136 del 2010 la proprietà degli automezzi adibiti al trasporto dei materiali per l'attività del cantiere deve essere facilmente individuabile; a tale scopo la bolla di consegna del materiale deve indicare il numero di targa dell'automezzo e le generalità del proprietario nonché, se diverso, del locatario, del comodatario, dell'usufruttuario o del soggetto che ne abbia comunque la stabile disponibilità.

I movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;

l'assunzione in proprio, tenendo indenne l'amministrazione committente, di ogni responsabilità risarcitoria e delle relative obbligazioni comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'appaltatore a termini di contratto;

l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;

le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;

il mantenimento, fino all'emissione del certificato di regolare esecuzione provvisorio, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;

il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto dell'amministrazione committente e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;

la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'amministrazione committente intenderà eseguire direttamente oppure a mezzo di altre ditte dalle quali, come dall'amministrazione committente, l'appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;

la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;

le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi;

l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto dell'amministrazione committente, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal presente capitolato o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili, nonché la fornitura al Direttore Lavori, prima della posa in opera di qualsiasi materiale o l'esecuzione di una qualsiasi tipologia di lavoro, della campionatura dei materiali, dei dettagli costruttivi e delle schede tecniche relativi alla posa in opera;

la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché l'illuminazione notturna del cantiere; in particolare l'appaltatore dovrà applicare segnalazioni regolamentari diurne e notturne, mediante appositi cartelli e fanali, se necessario anche presidiati da idoneo personale, nei tratti stradali interessati dai lavori. Le suddette segnalazioni corrisponderanno ai tipi prescritti dal Nuovo Codice della Strada approvato con Decreto Legislativo 30.04.1992 n° 285 e s.m.i. e dal relativo Regolamento d'esecuzione e di attuazione (D.P.R. 16/12/92 n.495), nonché agli schemi previsti dal "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo" come da Decreto 10 luglio 2002 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, purché non in contrasto con la segnaletica prevista dal Regolamento d'attuazione del Nuovo Codice della Strada. L'appaltatore inoltre provvederà alla custodia e sorveglianza, nonché al mantenimento costante dell'efficienza diurna e notturna della segnaletica di cantiere affidata a personale dell'Appaltatore stesso o all'uopo incaricato. L'Appaltatore è obbligato a sostituire, a sua cura e spese, l'attrezzatura sottratta, danneggiata e ad eseguire le conseguenti riparazioni.

in caso di lavori puntuali, la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere di spazi idonei ad uso ufficio; in particolare dovranno essere messi a disposizione, dalla consegna dei lavori fino all'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione nell'ambito del cantiere principale, in posizione da concordare con il Direttore Lavori, adeguati locali ad uso ufficio per il personale di Direzione Lavori e d'assistenza e per il Coordinatore per l'Esecuzione dei Lavori, arredati, illuminati e riscaldati, oltre ad idonei servizi igienico-sanitari. I locali suddetti dovranno essere dotati di telefono ed avere la disponibilità di fax, fotocopiatrice, tavolo da disegno e Personal Computer. A carico dell'Appaltatore saranno, inoltre, le spese per la custodia, la pulizia, l'illuminazione e il riscaldamento, la manutenzione ordinaria e il canone telefonico fino a consegna dell'opera ultimata nel suo complesso. L'impianto di adeguati edifici per l'alloggio del personale addetto ai lavori e per la loro mensa, dimensionati in relazione alle esigenze, dotati di servizi igienico - sanitari, con docce, debitamente illuminati e riscaldati, con allacciamenti idrico, elettrico e di smaltimento dei liquami, conformi alle normative vigenti. Tali fabbricati dovranno essere in un'idonea zona del cantiere, o in prossimità di esso, in modo da consentire l'accesso libero dall'esterno e la separazione dall'area destinata a cantiere vero e proprio. A riguardo degli alloggi e della mensa è consentito, in alternativa, stipulare apposite convenzioni con strutture alberghiere e/o locali dotati di idonea capacità d'accoglienza.

a predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;

la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal presente capitolato o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;

l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;

l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati l'amministrazione committente, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.

la pulizia, prima dell'uscita dal cantiere, dei propri mezzi e/o di quelli dei subappaltatori e l'accurato lavaggio giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori, compreso la pulizia delle caditoie stradali;

la dimostrazione dei pesi, a richiesta del Direttore Lavori, presso le pubbliche o private stazioni di pesatura.

gli adempimenti della legge n. 1086 del 1971, al deposito della documentazione presso l'ufficio comunale competente e quant'altro derivato dalla legge sopra richiamata;

il divieto di autorizzare Terzi alla pubblicazione di notizie, fotografie, disegni e documenti cinematografici delle opere oggetto dell'appalto salvo esplicita autorizzazione scritta dell'amministrazione committente;

l'ottemperanza alle prescrizioni previste dal DPCM del 1 marzo 1991 e successive modificazioni in materia di esposizioni ai rumori;

il completo sgombero del cantiere entro 15 giorni dal positivo collaudo provvisorio delle opere con perfetta pulizia delle sedi stradali e loro pertinenze e ripristino dello stato dei luoghi antecedente l'esecuzione dei lavori.

la richiesta tempestiva dei permessi, sostenendo i relativi oneri, per la chiusura al transito veicolare e pedonale (con l'esclusione dei residenti) delle strade urbane interessate dalle opere oggetto dell'appalto;

l'installazione e il mantenimento in funzione per tutta la necessaria durata dei lavori la cartellonista a norma del codice della strada atta ad informare il pubblico in ordine alla variazione della viabilità cittadina connessa con l'esecuzione delle opere appaltate. L'appaltatore dovrà preventivamente concordare tipologia, numero e posizione di tale segnaletica con il locale comando di polizia municipale e con il coordinatore della sicurezza;

l'installazione di idonei dispositivi e/o attrezzature per l'abbattimento della produzione delle polveri durante tutte le fasi lavorative, in particolare nelle aree di transito degli automezzi.

La fornitura degli operai e dei tecnici qualificati, nonché degli strumenti occorrenti per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica, contabilità e verifica della regolare esecuzione dei lavori, nonché le prestazioni occorrenti per le prove, le misurazioni e gli assaggi previsti nel Capitolato Speciale d'Appalto e di tutte quelle ulteriori che la Direzione Lavori ritenga opportuno effettuare.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

La consegna, all'Amministrazione Committente, della documentazione prevista dalla normativa vigente in materia di sicurezza dei cantieri. Gli oneri e le responsabilità derivanti dall'inosservanza dei tempi stabiliti dall'Amministrazione Committente per l'incompletezza dei documenti di cui sopra, sono esclusivamente a carico dell'Appaltatore.

L'osservanza alle norme derivanti dalle vigenti leggi e dai decreti relativi alla prevenzione infortuni sul lavoro, all'igiene del lavoro, alle assicurazioni contro gli infortuni sul lavoro, alle previdenze varie per la disoccupazione involontaria, l'invalidità e la vecchiaia, per la tubercolosi e le altre malattie professionali e di ogni altra disposizione in vigore, o che potrà intervenire in corso di appalto, per la tutela materiale e morale dei lavoratori.

L'organizzazione delle lavorazioni anche in orario notturno e/o nei giorni festivi, su specifica richiesta della D.L., nel rispetto delle norme previste dal CCNL applicato ai lavoratori, alle medesime condizioni e prezzi previsti in appalto.

La fornitura, la posa e la manutenzione continua di tutta la segnaletica verticale ed orizzontale necessaria alla deviazione provvisoria della circolazione in caso di chiusura della strada per lavorazioni particolari o per larghezza insufficiente della sezione stradale disponibile, a lato del cantiere stradale stesso (inferiore a ml 2,80 più margine minimo di sicurezza), e per la realizzazione del senso unico alternato regolato da movieri o da impianto semaforico.

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le pratiche e gli oneri per l'occupazione temporanea o definitiva delle aree pubbliche o private per le strade di servizio, per l'accesso ai vari cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, per la loro illuminazione durante il lavoro notturno, per deviazioni o conservazioni provvisorie di strade ed acque pubbliche e private, per cave di prestito, per il conferimento in discariche autorizzate di materiali dichiarati inutilizzabili dalla Direzione Lavori e d'eventuali rifiuti anche speciali, nel rispetto della normativa vigente; per tutto quanto altro necessario all'esecuzione dei lavori resta in proposito precisato che l'Appaltatore, oltre ad essere tenuto ad eseguire a propria cura e spese le opere di consolidamento delle discariche che fossero ritenute necessarie, risponderà sempre e direttamente nei confronti dei terzi, per le succitate occupazioni, obbligando sia sollevare da ogni corrispondente richiesta il Committente che pertanto, ed in ogni caso, rimane del tutto estraneo.

Ogni altro onere derivante dalla necessità di eseguire i lavori anche in presenza di traffico, nonché quelli derivanti dalla presenza nella zona dell'intervento di cavidotti, impianti interrati di vario genere e linee aeree in esercizio, la cui individuazione, protezione ed eventuale rimozione, anche provvisoria, nel corso dei lavori rimane ad esclusivo carico dell'Appaltatore. L'Appaltatore resta peraltro totalmente responsabile degli eventuali danni causati a detti servizi, anche qualora la loro ubicazione, profondità, altezza non sia conforme e/o non indicata nel Progetto Definitivo-Esecutivo.

Ogni intervento dovrà essere effettuato d'intesa con la Direzione Lavori ed in conformità alle prescrizioni fornite dai vari Enti Gestori dei servizi.

La comunicazione, nei giorni che saranno stabiliti dalla Direzione Lavori, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera. Per ogni giorno di ritardo, rispetto alla data fissata dalla Direzione Lavori, per l'invio delle suddette notizie, sarà applicata una multa pari al 10% della penalità prevista dal precedente art. 18, restando salvi, bene inteso, i più gravi provvedimenti che potranno essere adottati a suo carico, in analogia a quanto sanciscono il Regolamento e il Capitolato Generale relativamente all'irregolarità di gestione e per le più gravi inadempienze contrattuali, nonché la sospensione dell'erogazione dei pagamenti.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Le spese per l'acquisizione di tutte le certificazioni relative alle caratteristiche tecniche e di qualità di tutti i materiali utilizzati dall'Appaltatore per la realizzazione delle opere, da presentare alla Direzione Lavori contestualmente alla provvista dei materiali.

La fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi del loro sviluppo, nel numero e nelle dimensioni che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

L'appaltatore è tenuto ad informare tempestivamente l'amministrazione Committente, il Coordinatore Sicurezza per l'Esecuzione dei lavori e la Direzione Lavori di eventuali infortuni occorsi al proprio personale o ad Imprese terze all'interno del cantiere.

Nel caso venga prevista la possibilità di lavoro in contemporanea con altre Imprese presenti sui luoghi dei lavori in oggetto, ciò deve essere eseguito senza alcuna dilazione nei tempi o richiesta d'oneri aggiuntivi, anche qualora l'eventualità dovesse essere stata imposta dall'Amministrazione Committente medesima, e in tutti i casi previa approvazione da parte della Direzione Lavori e, comunque, nel pieno rispetto delle normative in materia di Sicurezza.

Fornire alla Direzione Lavori ed al Coordinatore Sicurezza per l'Esecuzione dei lavori, il numero del telefono fisso e mobile del Responsabile di Cantiere o dell'Appaltatore per il loro reperimento sollecito 24 ore su 24.

L'appaltatore, inoltre, ai fini dell'applicazione delle normative sulla sicurezza e sulla salute sul luogo del lavoro, di cui al D.Lgs. n. 81/2008 e successive modificazioni ed integrazioni, dovrà formare e informare il proprio personale sui rischi specifici nell'ambiente in cui andrà ad operare. In ogni caso, l'Appaltatore si obbliga a far partecipare, prima dell'inizio dei lavori, il Direttore del Cantiere ed altri tecnici responsabili operativi dei lavori e/o il Responsabile della Sicurezza a riunioni di coordinamento ai fini di una reciproca informazione sui rischi specifici dell'appalto. In caso di sostituzione del Responsabile di Cantiere, l'incaricato dovrà essere sottoposto ad analogo incontro informativo. A tali incontri vi è l'obbligo di partecipare, pena la sospensione o, in caso di reiterato rifiuto, la risoluzione contrattuale.

I materiali in provvista dovranno essere trasportati in cantiere utilizzando di norma le strade provinciali, evitando, salvo cause di forza maggiore, la viabilità locale, al fine di arrecare il minor disagio possibile alla cittadinanza residente e per non danneggiare le strade comunali.

Se risulterà necessario ricorrere alla chiusura di alcune strade interessate dalle lavorazioni, l'Appaltatore dovrà fornire mezzi e personale in quantità adeguate alla tipologia delle lavorazioni da eseguire, al fine di limitare i tempi di chiusura delle strade allo stretto indispensabile. Prima della suddetta chiusura l'Appaltatore dovrà concordare con la Direzione Lavori, se non già previsto nel progetto, la segnaletica da apporre sui percorsi di deviazione del traffico veicolare e la durata delle lavorazioni. La comunicazione della chiusura dovrà avvenire con congruo anticipo, in modo da poter consentire agli Enti interessati l'emissione delle opportune Ordinanze e per darne conoscenza agli Organismi preposti alla sicurezza ed alla tutela della incolumità pubblica.

All'appaltatore spettano tutti gli oneri per l'allontanamento dal cantiere dei materiali di risulta degli scavi in genere e delle fresature, dei quali non è previsto dal progetto il riutilizzo in cantiere, o nel caso in cui la Direzione Lavori accerti la non idoneità al riutilizzo, sempre nel rispetto della normativa vigente in materia di rifiuti.

L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dall'amministrazione committente (Consorzi, privati, Provincia, gestori di servizi a rete e altri eventuali

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

In caso di danni causati da forza maggiore a opere e manufatti nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'Appaltatore, del subappaltatore, sub affidatario o delle persone delle quali egli è comunque tenuto a rispondere. I lavori di ripristino o rifacimento sono eseguiti dall'appaltatore ai prezzi di contratto decurtati della percentuale di incidenza dell'utile, come dichiarata dall'appaltatore in sede di verifica della congruità dei prezzi o, se tale verifica non è stata fatta, come prevista nelle analisi dei prezzi integranti il progetto a base di gara o, in assenza di queste, nella misura prevista dall'articolo 32, comma 2, lettera c), del d.P.R. n. 207 del 2010.

L'Appaltatore è tenuto a prendere, tempestivamente ed efficacemente, tutte le misure preventive atte ad evitare i danni innanzi detti; in tutti i casi è tenuta alla loro riparazione a sua cura e spese.

Alla fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dalla DL, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo alla DL tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;

2. Ai sensi dell'articolo 4 della legge n. 136 del 2010 la proprietà degli automezzi adibiti al trasporto dei materiali per l'attività del cantiere deve essere facilmente individuabile; a tale scopo la bolla di consegna del materiale deve indicare il numero di targa dell'automezzo e le generalità del proprietario nonché, se diverso, del locatario, del comodatario, dell'usufruttuario o del soggetto che ne abbia comunque la stabile disponibilità.

3. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorti, rogge, privati, Provincia, gestori di servizi a rete e altri eventuali soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.

4. In caso di danni causati da forza maggiore a opere e manufatti, i lavori di ripristino o rifacimento sono eseguiti dall'appaltatore ai prezzi di contratto decurtati della percentuale di incidenza dell'utile determinata con le modalità di cui all'articolo 24, comma 3 del presente Capitolato Speciale.

5. L'appaltatore è altresì obbligato:

a) ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni se egli, invitato non si presenta;

b) a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostogli dalla DL, subito dopo la firma di questi;

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

c) a consegnare alla DL, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente Capitolato speciale e ordinate dalla DL che per la loro natura si giustificano mediante fattura;

d) a consegnare alla DL le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dalla DL.

7. L'appaltatore deve produrre alla DL un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione oppure a richiesta della DL. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

8. E' fatto assoluto divieto all'Impresa di dare ordini e disposizioni ai cantonieri, e capi zona e di servirsi della loro opera in qualunque modo e per qualunque ragione.

ART. 22. NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub sistemi 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 di appalto, negli elaborati grafici del progetto definitivo-esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata al presente capitolato.

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 rispettivamente l'art. 101, comma 3 del D. Lgs. 50/2016 e gli articoli 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.

L'appaltatore, sia per sé che per i propri fornitori, deve garantire che i materiali da costruzione utilizzati siano conformi al D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246.

L'appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle «Norme tecniche per le costruzioni» approvate con il decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 (in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008).

ART. 23 – CONTROLLI

Quest'Amministrazione Provinciale si riserva di eseguire a suo insindacabile giudizio tutti i controlli che riterrà opportuni sia sulla qualità che sulla quantità dei materiali, sottoponendo a verifica di pesatura i mezzi adibiti al trasporto degli stessi. Tali controlli, che dovranno essere eseguiti presso laboratori specializzati, indicati dalla direzione lavori, si intendono a totale carico della ditta appaltatrice, senza che l'Appaltatore possa esimersi o trarne argomenti per chiedere compensi aggiuntivi.

Inoltre, è facoltà dell'amministrazione inviare proprio personale presso la pesa indicata dalla ditta per sovrintendere alle operazioni di pesatura. E' fatto obbligo alla ditta, riportare nelle eventuali bolle oltre che il peso "netto" del materiale trasportato anche il peso "lordo" (mezzo+materiale").

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "Flaminia", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO.

ART. 2 - AMMONTARE DELL'APPALTO E DESIGNAZIONE DELLE OPERE.

ART. 3 - NORME GENERALI.

ART. 4 - GARANZIA PER LA PARTECIPAZIONE

ART. 5 - GARANZIE PER L'ESECUZIONE

ART. 6 - RIDUZIONE DELLE GARANZIE

Art. 7 - OBBLIGHI ASSICURATIVI A CARICO DELL'APPALTATORE

ART. 8 - PAGAMENTI IN ACCONTO - CONTO FINALE.

ART. 9 - REVISIONE PREZZI E ADEGUAMENTO CORRISPETTIVO

ART. 10 - TEMPO CONCESSO ALL'IMPRESA PER DARE ULTIMATI I LAVORI E PROGRAMMA DEGLI STESSI E PENALE PER IL RITARDO.

ART. 11 - VISITA DI COLLAUDO.

ART. 12. SUBAPPALTO

ART. 13 - ACCERTAMENTI.

ART. 14 - OSSERVANZA DI LEGGI E REGOLAMENTI.

ART. 15. ADEMPIMENTI PRELIMINARI IN MATERIA DI SICUREZZA

ART. 16. ORGANIZZAZIONE DEI SINGOLI CANTIERI STRADALI E DISPOSIZIONI PER LA SICUREZZA DEGLI OPERATORIE DELLA CIRCOLAZIONE

ART. 17. PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO

ART. 18. MODIFICHE E INTEGRAZIONI AL PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

ART. 19. PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA - PIANO SOSTITUTIVO DI SICUREZZA

ART. 20. OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

Art. 21. ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE

ART. 22. NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE

ART. 23 - CONTROLLI

CAPITOLATO SPECIALE – NORME TECNICHE

CAPITOLATO SPECIALE – NORME TECNICHE

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 “FLAMINIA”, zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

II Parte – Prescrizioni tecniche

CAPO III

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

MODO DI ESECUZIONE ED ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI

Art. 40 - Premessa

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme del D.P.R. 21/4/93 n.246 (Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE) sui prodotti da costruzione e corrispondere a quanto stabilito nel presente capitolato speciale; ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme UNI, le norme C.E.I., le norme C.N.R. e le norme stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto dell'ANAS pubblicato dalla MB&M di Roma nel 1993, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

La Direzione lavori ha la facoltà di richiedere la presentazione del campionario di quei materiali che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere.

Inoltre sarà facoltà dell'Amministrazione appaltante chiedere all'Appaltatore di presentare in forma dettagliata e completa tutte le informazioni utili per stabilire la composizione e le caratteristiche dei singoli elementi componenti le miscele come i conglomerati in calcestruzzo o conglomerati bituminosi, ovvero tutti i presupposti e le operazioni di mix design necessarie per l'elaborazione progettuale dei diversi conglomerati che l'Impresa ha intenzione di mettere in opera per l'esecuzione dei lavori.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Quando la Direzione lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente da cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere verranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione dell'Amministrazione appaltante, o dalle disposizioni che verranno ordinate volta a volta dalla Direzione dei lavori.

Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'utilizzo, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione lavori.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione, oppure riportate sugli altri elaborati progettuali.

Art. 41 – Provenienza e qualità dei materiali

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere dovranno provenire da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti tecnici di seguito riportati.

A) ACQUA

L'acqua dovrà essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri), esente da materie terrose, non aggressiva o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.

B) CALCE

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione e prove di cui alle norme vigenti riportate nella norma UNI EN 459-1.

C) POZZOLANE

Le pozzolane provengono dalla disgregazione di tufi vulcanici. Le calci aeree grasse impastate con pozzolane danno malte capaci di indurire anche sott'acqua. Le pozzolane e i materiali a comportamento pozzolanico dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportate nella norma UNI EN 196-5.

D) LEGANTI IDRAULICI

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni e requisiti di accettazione di cui alla norma UNI EN 13282. Essi dovranno essere conservati in depositi coperti e riparati dall'umidità.

E) GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA (AGGREGATI LAPIDEI – INERTI)

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, ai sensi D.M. 14/01/2008, dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose e di gesso, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Le dimensioni della ghiaia o del pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche dell'opera da eseguire, dal copriferro e dall'interferro delle armature.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5.

L'Impresa dovrà garantire la regolarità delle caratteristiche della granulometria per ogni getto sulla scorta delle indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione lavori.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme UNI EN 13043.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n.4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme UNI EN 13043.

Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nella norma UNI EN 13043.

Devono essere costituiti da materiale frantumato spigoloso e poliedrico. Per l'additivo (filler) che deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, all'occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l'esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

F) CUBETTI DI PIETRA, PIETRINI IN CEMENTO E MASSELLI IN CALCESTRUZZO

I cubetti di pietra dovranno rispondere alla norma UNI EN 1342. I pietrini in cemento dovranno corrispondere alle norme UNI 2623-44 e seguenti.

I pavimenti in masselli di calcestruzzo risponderanno alle norme UNI EN 1338 E UNI EN 11241.

G) MATTONI

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche del D.M. 14/01/2008.

H) MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare per gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 14/01/2008. La Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

I) LEGNAMI

I legnami, da impiegare in opere stabili e provvisorie, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni riportate dal D.M. 14/01/2008.

J) BITUMI.

Le caratteristiche per l'accettazione dei bitumi per usi stradali secondo le norme UNI EN 12591 e UNI/TR 11361 sono riportate nella seguente tabella:

Gradazione del bitume	20/30	35/70	50/70	70/100	160/220
Penetrazione a 25 °C [dmm]	20-30	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di rammollimento (palla-anello) [°C]	55/63	50/58	46/54	43/51	35/43
Punto di rottura Fraas [max °C]		≤-5	≤-8	≤-10	≤-15
Solubilità in CS ₂ [min %]	≥99,0	≥99,0	≥99,0	≥99,0	≥99,0
Variazione della massa (valore assoluto) [%]	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,8	≤1,0
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore min espresso in % di quello del bitume originario	≥55	≥53	≥50	≥46	≥37
Variazione del punto di rammollimento [°C]	≤10	≤11	≤11	≤11	≤12
Punto di infiammabilità	≥240	≥240	≥230	≥230	≥220

La Direzione dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà le campionature di bitume, operazione necessaria per fornire un campione rappresentativo del bitume in esame, secondo la norma UNI EN 58 "Campionamento dei leganti bituminosi".

K) BITUMI LIQUIDI

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al fascicolo n. 7 del C.N.R., edizione 1957.

L) EMULSIONI BITUMINOSE

Emulsioni cationiche (acide)

La norma UNI/TR 11362 indica le linee guida delle specifiche per emulsioni bituminose cationiche devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

			Classi prestazionali							
Requisiti tecnici		Metodi di prova	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7	Classe 8	Classe 9
a	Indice di rottura	UNI EN 13075-1	<80	50-100	70-130	120-180	170-230	>220		
b	Contenuto di legante (Per contenuto in acqua), % in massa	UNI EN 1428	38-42	48-52	53-57	58-62	63-67	65-69	67-71	>71
c	Contenuto di legante recuperato (residuo della distillazione), % in massa	UNI EN 1431	>38	>48	>53	>58	>63	>65	>67	>71
d	Contenuto di olio distillato, % in massa	UNI EN 1431	<2,0	<3,0	<5,0	<8,0	<10,0	5-15	>15	
e	Tempo di efflusso 2 mm a 40 °C	UNI EN 12846	<20	15-45	35-80	70-130				
f	Tempo di efflusso 2 mm a 40 °C	UNI EN 12846					10-45	30-70	50-100	
g	Staccio da 0,5 mm, % in massa	UNI EN 1429	<0,1	<0,2	<0,5					
h	Staccio da 0,16 mm, % in massa	UNI EN 1429	<0,25	<0,5						
i	Tendenza alla sedimentazione (7 gg di stoccaggio)	UNI EN 12847	<5	<10						
l	Adesività, % di recupero	UNI EN 13614	>75	>90						
m	Penetrazione a 25 °C, dmm	UNI EN 1426	<50	<110	<150	<220	≤300	>300		
n	Punto di rammollimento (palla-anello), °C	UNI EN 1427	>55	>50	>43	>39	>35	≤35		

Per le mani di ancoraggio, da effettuare prima della stesa di successivi strati in conglomerato bituminoso, sono da preferire le emulsioni di classi 2÷4 salvo diversa indicazione della voce della lavorazione sull'elenco prezzi o da differente ordinativo della Direzione lavori.

M) BITUMI MODIFICATI

I bitumi modificati, costituiti da bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastici che, quando non diversamente prescritto, devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

Bitumi modificati – UNI EN 14023

			Classi dei bitumi modificati							
Norma EN	Unità di misura		Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7	Classe 8	Classe 9
CARATTERISTICHE OBLIGATORIE										
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	10-40	25-55	45-80	40-100	65-105	75-130	90-150	120-200
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C min	≥80	≥75	≥70	≥65	≥60	≥55	≥50	≥45
Coesione	UNI EN 13703	J/cm ² min	≥3 a +5°C	≥2 a +5°C	≥1 a +5°C	≥2 a 0°C	≥2 a +10°C	≥3 a +10°C	≥0,5 a +15°C	≥2 a +15°C
Punto di infiammabilità	UNI EN ISO 2592	°C min	≥250	≥235	≥220					

N) EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE MODIFICATE

Per i lavori inerenti le pavimentazioni stradali, le emulsioni modificate sono di natura cationica (acida), che utilizzano come legante del bitume modificato e dovranno possedere, se non diversamente specificato, i requisiti di accettazione di seguito indicati:

Caratteristiche	Norme di riferimento	Valori
Contenuto di acqua (% in peso)	UNI EN 1428	< 35
Contenuto di bitume (% in peso)	UNI EN 1431	> 65
Contenuto di flussante (% in peso)	UNI EN 1431	< 2
Velocità di rottura demulsiva (% in peso)	ASTM D 244-72	> 50
Omogeneità (% in peso)	ASTM D 244-72	< 0,2
Sedimentazione a 5 gg (% in peso)	UNI EN 12847	< 5
Viscosità Engler a 20 °C (°E)	UNI EN 20048	> 15
Grado di acidità (pH)	UNI EN 12850	< 7

O) IMPERMEABILIZZAZIONI PER PONTI E VIADOTTI

Impermeabilizzazione in soluzione continua

Premessa:

Questo sistema di impermeabilizzazione dei viadotti consiste nella realizzazione di un pacchetto costituito da bitume modificato con l'interclusione di un tessuto non tessuto in poliestere da filo continuo o da fiocco che protegge il manto stesso dal transito dei mezzi di cantiere durante le fasi costruttive. A lavori ultimati dell'impermeabilizzazione è possibile realizzare lo strato di collegamento (binder) e quello di usura in conglomerato bituminoso. All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la normale mano di attacco con emulsione bituminosa.

I lavori non si dovranno eseguire a temperature inferiori a +10 °C.

Modalità di esecuzione del trattamento:

1. Accurata pulizia della superficie da impermeabilizzare, mediante motosoffiatore e se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione. La superficie si deve presentare asciutta, perfettamente stagionata ed esente da oli.
2. Spargimento di bitume modificato alla temperatura di 200 °C, in ragione di 2,5 Kg/mq mediante autocisterna termica provvista di impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica.
3. Immediata applicazione del tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto per 20 cm.
4. Spargimento della seconda mano di bitume modificato in ragione di 2 Kg/mq sempre con autospruzzatrice con barra automatica di spruzzatura.
5. Spargimento di sabbia indifferentemente di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 Kg/mq.

Tutte le precedenti operazioni, le cautele e le precauzioni, sono a cura e spese dell'Impresa, pertanto si intendono compensate già nel prezzo unitario della lavorazione stabilito in sede di gara.

Caratteristiche del tessuto non tessuto di poliestere:

Dovrà essere privo di collanti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura. Pertanto il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura. Se non diversamente specificato sulla voce dell'elenco prezzi, e salvo diverso ordinativo della Direzione lavori la grammatura del tessuto non tessuto dovrà essere almeno di 150 grammi/mq. Le caratteristiche chimico-fisiche da rispettare sono riportate nella seguente tabella:

Caratteristiche	Valori
Punto di rammollimento (°C)	240
Punto di fusione (°C)	260
Resistenza ai raggi UV	ottima
Resistenza agli agenti chimici	ottima
Tenuta allo scorrimento (carico costante)	ottima

Ripresa di umidità a 20 °C (65% di UR) (%)	0,4
--	-----

Caratteristiche del bitume modificato:

Dovrà essere conforme alle prescrizioni riportate di seguito:

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori	
Penetrazione a 25 °C [dmm]	UNI EN 1426	55-65	
Punto di rammollimento [°C]	UNI EN 1427	55-65	
Punto di rottura Fraas [°C]	UNI EN 12593	< -15	
Viscosità dinamica a 80 °C [Pa s]	UNI EN 13302	20÷80	
Viscosità dinamica a 160 °C [Pa s]	UNI EN 13302	0,20÷0,60	
Stabilità allo stoccaggio [°C]	Tuben test	dopo 24 h	< 3
		dopo 7 gg	< 3

P) TUBAZIONI

Tubi di acciaio:

I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Tubi di cemento:

I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Tubi di poli-cloruro di vinile (PVC):

I tubi PVC dovranno avere impressi sulle superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ. Min. Sanità n. 125 del 18 luglio 1967.

Come previsto dalle norme UNI 7441-75, 7443-75, 7445-75, 7447-75 i tubi si distinguono in:

- tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°;
- tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione, per temperature fino a 60°;
- tipo 313, per acqua potabile in pressione;
- tipo 301, per acque di scarico e ventilazione nei fabbricati, per temperature max perm. di 50°;
- tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. di 70°;
- tipo 303/1 (SN2)e 303/2 (SN4), per acque di scarico, interrate, per temperature max perm. di 40°.

Il Direttore dei lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché, messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi di polietilene (PE):

I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2, 5, 4, 6, 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme UNI 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme UNI 711, 7612, 7613, 7615.

Tubi drenanti in PVC:

I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle D.I.N. 16961, D.I.N. 1187 e D.I.N. 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

- 1) tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza, (d.e. mm da 50 a 200).

2) tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza, (d.i. mm da 100 a 250).

3) tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Q) MATERIALI PER APPLICAZIONI GEOLOGICHE - GEOSINTETICI

Geotessili non tessuti:

Teli realizzati a struttura piana composta da fibre sintetiche "coesionate" mediante agugliatura meccanica o con termosaldatura. In relazione alla lunghezza delle fibre di polipropilene e/o poliestere, i geotessili non tessuti si distinguono a filamento continuo e a filamento non continuo (a fiocco). Tali materiali saranno posti in opera per l'esecuzione di drenaggi, come separatori o elementi di rinforzo. Per l'applicazione di drenaggi, devono usare i geotessili non tessuti a filo continuo e devono avere i seguenti requisiti: peso unitario di almeno 110 g/mq, permeabilità di circa 300 l/mq/s e diametro di filtrazione 0,235 mm a secco e 0,15 mm umido, salvo diversa prescrizione o indicativo della Direzione lavori. Per tutti gli altri impieghi si dovranno utilizzare geotessili non tessuti, con caratteristiche funzionali adatti alla particolare situazione dell'applicazione, previa autorizzazione della Direzione lavori. Per determinare peso e spessore si farà riferimento le norme di cui ai B.U. - C.N.R. n. 110 del 23/12/1985 e n. 111 del 24/11/1985, e le norme UNI 4818, 5114, 511, 5121, 5419, UNI 8279/1-16 ediz. 1981-87, UNI 8639-84, 8727-85, 8986-87.

Geotessili tessuti:

Sono definite come strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche di fibre di polipropilene e/o poliestere, che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra, possono suddividersi in tessuti a monofilamento o a bandalette (nastri appiattiti). L'applicazione di questi materiali è identico a quello dei geotessili non tessuti. Il geotessile dovrà essere atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presente nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e dovrà possedere le seguenti caratteristiche minime:

[I valori dovranno essere indicati nella fase progettuale o lasciati agli ordinativi della Direzione lavori]

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerea (EN 965)	(g/mq)	
Resistenza a trazione (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	(%)	
Resistenza al punzonamento statico (EN ISO 12236)	(kN)	
Permeabilità su battente idraulico di 10 cm	(l/mq/s)	
Apertura di filtrazione (EN ISO 12956)	(μ m)	

Geoteti:

Geosintetici con struttura a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (con spessore compreso tra 3 e 10 mm) che si incrociano con angolo costante (tra 60° e 90°), in modo da formare aperture regolari costanti tra 10 e 60 mm di ampiezza. Vengono prodotte per estrusione di polimeri termoplastici (polietilene ad alta densità o polipropilene) e la saldatura delle due serie di fili viene eseguita per parziale compenetrazione nei punti di contatto. Devono essere applicate congiuntamente a geotessili come filtri, come elementi di tenuta per assolvere la funzione di drenaggio o per protezione meccanica nel caso di una loro applicazione non combinata.

Biotessili:

Costituite da fibre naturali (juta e/o cocco) sono assemblate in modo da formare una struttura tessute aperta e nello stesso tempo deformabile o mediante sistema di agugliatura meccanica, trovano

applicazione per il rivestimento superficiale a protezione dall'erosione durante la crescita di vegetazione.

Biostuie:

Sono costituite da fibre naturali quali paglia, cocco, sisal ecc..., in genere contenute tra reti di materiale sintetico (polipropilene o poliammide) o naturale (juta). La loro applicazione consiste esclusivamente in quella di rivestimento superficiale dall'erosione durante la fase di inerbimento delle scarpate stradali.

Geostuoie:

Sono costituite da filamenti di materiale sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene o altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10/20 mm, caratterizzato da un indice dei vuoti molto elevato > del 90%. La loro applicazione risponde essenzialmente a due applicazioni ovvero come protezione dall'erosione superficiale provocata da acque piovane e di ruscellamento e di rivestimento di sponde di corsi d'acqua con basse velocità.

Geocompositi per il drenaggio:

Sono formati dall'associazione (in produzione) di uno strato di georete o di geostuoia racchiuso tra uno o due strati di geotessile. Lo spessore complessivo del geocomposito può variare tra 5 e 30 mm.

Geogriglie:

Le geogriglie hanno lo scopo principale di rinforzo sia dei terreni naturali che dei strati bituminosi delle sovrastrutture stradali.

Sono così classificabili:

a) *estruse*: strutture piane realizzate con materiali polimerici (polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante processo di estrusione e stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (geogriglie monodirezionali) o nelle due direzioni principali (bidirezionali);

b) *tessute*: strutture piane a forma di rete realizzate mediante la tessitura di fibre sintetiche su vari tipi di telai, eventualmente ricoperte da un ulteriore strato protettivo (PVC o altro materiale plastico);

c) *a sovrapposizione*: sono realizzate mediante la sovrapposizione e successiva saldatura di geonastri costituiti da un nucleo in poliestere ad alta tenacità rivestito con guani protettiva in polietilene.

La geogriglia dovrà essere completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e stabilizzato ai raggi UV. Il materiale fornito dovrà essere certificato secondo le norme ISO 9002 e dovranno essere note le curve sforzo/deformazione nel tempo sino ai 120 anni. Le caratteristiche minime di seguito riportate dovranno essere certificate dall'Appaltatore:

[I valori dovranno essere indicati nella fase progettuale o lasciati agli ordinativi della Direzione lavori]

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerica (EN 965)	[g/mq]	
Maglia	[cmxcm]	
Resistenza a trazione longitudinale (EN ISO 10319)	[kN/m]	
Resistenza a trazione trasversale (EN ISO 10319)	[kN/m]	
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	[%]	
Coefficiente di danneggiamento all'installazione per materiale granulare di diametro pari a 125 mm	--	
Allungamento massimo sulla curva dei 120 anni al 40% del NBL	[%]	

Geocelle:

Sono composte da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza pari a circa 75/150 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o similare. Le geocelle possono essere realizzate anche con materiali naturali es. fibra di cocco. Il loro scopo è quello di contenimento del terreno in pendio per evitare scoscendimenti superficiali.

Per tutte le diverse applicazioni e tipi dei geosintetici, l'Appaltatore prima di ogni loro impiego dovrà fornire alla Direzione dei lavori i relativi certificati di produzione del materiale, quest'ultimo, a suo insindacabile giudizio, ha tuttavia la facoltà di effettuare prelievi a campione sui prodotti approvvigionati in cantiere.

Art. 42 – Accettazione, qualità ed impiego dei materiali – Certificazioni di conformità

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni al Laboratorio prove ed analisi debitamente riconosciuto.

Si richiamano le indicazioni e le disposizioni dell'articolo 167 del Regolamento D.P.R. 207/2010. Qualora nelle somme a disposizione riportate nel quadro economico del progetto esecutivo non vi fosse l'indicazione o venga a mancare la relativa disponibilità economica a seguito dell'affidamento dei lavori, le relative spese per gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche previste dal presente capitolato si dovranno intendere a completo carico dell'Impresa appaltatrice. Tale disposizione vale anche qualora l'importo previsto nelle somme a disposizione non sia sufficiente a coprire per intero le spese per accertamenti e verifiche di laboratorio, pertanto in questo caso l'Impresa esecutrice dei lavori dovrà farsi carico della sola parte eccedente alla relativa copertura finanziaria.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio tecnico o sedi distaccate dell'Amministrazione appaltante, numerandoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori (o dal suo assistente di cantiere) e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Per la fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale di seguito elencate:

- apparecchi, giunti, appoggi e sistemi antisismici per ponti e viadotti;
- barriere di sicurezza;
- barriere fonoassorbenti;
- impianti elettrici;
- impianti di illuminazione;
- impianti di ventilazione;
- impianti tecnologici per l'edilizia civile ed industriale;
- segnaletica verticale e orizzontale;

L'Impresa appaltatrice delle relative forniture si dovrà attenere alle specifiche riportate sulle Circolari del Ministero dei LL.PP. del 16/5/96 n.2357, 27/12/96 n.5923, 9/6/97 n.3107 e del 17/6/98 n. 3652 nei riguardi della presentazione della dichiarazione di impegno o di conformità o certificazione di conformità sia all'atto dell'offerta che all'aggiudicazione dei lavori.

Per i prodotti per i quali sono state emanate le disposizioni attuative che consentono l'apposizione del marchio di conformità CE o laddove sia prevista una procedura di omologazione/approvazione dello stesso che sostituisce la certificazione di conformità.

A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE MOVIMENTI DI TERRE
--

Art. 43 – Tracciamenti

L'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettazione completa o parziale del lavoro, prima di iniziare i lavori di sterro o riporto, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate e alla formazione delle cunette. A suo

tempo dovrà pure posizionare delle modine, nei tratti più significativi o nei punti indicati dalla Direzione lavori, utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo armato, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 44 - Scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i fossi, cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni progettuali salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature provvisorie. L'Impresa nell'eseguire le trincee e i rilevati o altri scavi in genere, dovrà ultimarle al giusto piano prescritto, inoltre dovrà essere usata ogni esattezza nella profilatura delle scarpate e dei cigli stradali e nello spianare le banchine stradali.

Nel caso che, a giudizio della Direzione lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa dovrà ricorrere all'impiego di adeguati mezzi meccanici e di manodopera sufficiente in modo da ultimare le sezioni di scavo di ciascun tratto iniziato.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati dovranno essere eseguite con inclinazioni come previsto dagli elaborati progettuali o dagli ordinativi scritti della Direzione lavori o appropriate per impedire dei scosscimenti in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno. L'Impresa, rimane la sola responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, sarà altresì obbligata a provvedere alla rimozione del materiale franato, a sua cura e spese.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione lavori presso Laboratori autorizzati.

Le terre verranno caratterizzate secondo la norma UNI EN 13242 e classificate secondo le norme AASHTO vedi norma UNI 10006.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La Direzione lavori in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali di trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione d'apporto tra cui la fornitura e la posa in opera di teli geosintetici.

Art. 45 – Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti secondo le indicazioni degli elaborati progettuali, salvo approfondimenti, spostamenti o modifiche di altro genere date per iscritto dalla Direzione lavori in corso d'opera. I cigli degli scavi saranno diligentemente profilati e la loro pendenza di progetto o necessaria per impedire franamenti di materie saranno ottenuti praticando gli scavi necessari di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

La quota dei piani di posa dei rilevati si dovrà approfondire, come minimo, fino alla completa rimozione dello strato di coltre costituito da terreno vegetale o interessato dalle lavorazioni agricole praticate nella zona ricadente l'impianto dei rilevati.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A₁, A₂ e A₃ (classifica AASHTO) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHTO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di imposta del rilevato appartengono ai gruppi A₄, A₅, A₆ e A₇ (classifica AASHTO), la Direzione lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi, fino a profondità non superiore a 1,5÷2,0 m dal piano di campagna, o approfondire lo scavo dalle indicazioni degli elaborati progettuali o dai rilevamenti geognostici, per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A₁, A₂ e A₃.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHTO modificata e ove la Direzione lavori lo rende necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone.

Qualora si rinvergono strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 ml) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati. Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assettamento, ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione lavori mediante ordine scritto.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

Nei terreni acclivi si consiglia di sistemare il piano di posa a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello di falda è superficiale.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione lavori con ordine scritto, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento, quali:

- umidità propria del terreno;
- analisi granulometrica;
- limiti e indici di Atterberg;
- classificazione secondo la norma AASHTO;
- prova di costipamento AASHTO modificata.

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante misurazione del modulo di compressibilità Me (N/mm^2) determinato con piastra circolare avente diametro da 30 cm (Norme Svizzere VSS-SNV 670317 – C.N.R., B.U. n.146 del 14/12/1992).

Si definisce il valore di Me pari a :

$$Me = fo \times \Delta p \times D / \Delta s$$

dove si ha:

- fo : fattore di forma della ripartizione del costipamento (piastre circolari pari a 1);
- Δp : incremento della pressione trasmessa dalla piastra (N/mm^2) (variabile in relazione alla struttura in esame);
- D : diametro della piastra in mm;
- Δs : corrispondente incremento di cedimento della superficie caricata (mm).

Pertanto facendo la seguente distinzione in base all'altezza dei rilevati si ha:

- fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,05 a 0,15 N/mm^2
- da 4 m a 10 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,15 a 0,25 N/mm^2

In entrambi i casi il modulo Me misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico non dovrà essere inferiore a 30 N/mm^2 .

Art. 46 – Formazione rilevati

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A_1 , A_2 , e A_3 (classifica AASHTO), con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} e A_3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} e A_3 da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A_4 provenienti dagli scavi, la Direzione lavori prima del loro impiego potrà ordinare l'eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20 con percentuale di pezzatura grossa (compreso tra 5 e 20 cm) non superiore del 30% in peso del materiale costituente il rilevato, sempreché tale percentuale abbia granulometria sufficientemente assortita. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A_4 , A_5 , A_6 e A_7 si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazione necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione lavori. E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione lavori che si riserverà la facoltà di fare analizzare tali materiali da Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa. Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata come di seguito riportata:

- non inferiore al 95% negli strati inferiori
- non inferiore al 98% in quello superiore (ultimi 30 cm)

La Direzione lavori provvederà al controllo della massa volumica in sito alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato; il numero di controlli dovrà essere commisurato all'entità dell'opera: orientativamente dovrà prevedersi almeno una prova ogni 2.000 m³.

Per i controlli può usarsi l'apparecchio a sabbia o quello a radioisotopi opportunamente tarato.

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stesa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (AASHO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dell'ultimo strato del rilevato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, mediante misurazione del modulo di compressibilità Me determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mm² non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento della densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare. Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

In alcuni casi la Direzione lavori potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40, le caratteristiche saranno conformi alle prescrizioni riportate dall'elenco prezzi o dalle indicazioni del presente Capitolato Speciale.

Art. 47 – Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al disopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono inoltre alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi a larga sezione eseguiti sotto il piano di campagna per apertura della sede stradale, scavi per tratti di strada in trincea, per formazione di cassonetti, per lavori di spianamento del terreno, per il taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, scavi per le demolizioni delle normali sovrastrutture tipo pavimentazioni stradali, di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Scavi da eseguire su qualunque terreno, esclusa la roccia da mina ma compreso dei trovanti rocciosi e muratura fino a 1 mc, compreso l'onere per ridurli a pezzature massime di 30 cm per il loro reimpiego se ritenuti idonei dalla Direzione lavori nello stesso cantiere per la costituzione dei rilevati.

Art. 48 – Scavi di fondazione (Scavi a sezione obbligata)

Per scavi di fondazione si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, in relazione alle indicazioni e prescrizioni riguardanti le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione (D.M. 14/01/2008 §6.8.6).

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni progettuali sono perciò di semplice indicazione e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di

speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

Prima di iniziare le opere di fondazione, la Direzione dei lavori dovrà verificare ed accettare i relativi piani di posa, sotto pena di demolire l'opera eseguita per l'Appaltatore.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, potranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ad anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norme essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20, l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione, questi scavi verranno compensati a parte con il relativo prezzo a scavi subacquei.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali. L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto di pompaggio nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Lo scavo a sezione obbligata è da intendersi anche per l'esecuzione delle trincee drenanti (a sezione trapezia o rettangolare) da realizzarsi per l'abbassamento della falda idrica e relativo smaltimento delle acque non superficiali; tali sezioni potrebbero essere realizzati previo esecuzione di scavi di sbancamento atti alla preparazione del piano di posa dei mezzi meccanici.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spese ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste. Il legname impiegato a tale scopo, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta.

Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

L'Impresa sarà tenuta ad usare ogni accorgimento tecnico per evitare l'immissione entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti, salvo i danni riconosciuti di forza maggiore.

Art. 49 – Utilizzo di terre e rocce derivanti da operazioni di scavo

a) Premessa

Per la corretta gestione delle terre e rocce da scavo, anche di gallerie si fa riferimento alla Delibera di Giunta Regionale n. 884 del 20/06/2011 L.R. n.24/2009 art. 2 comma 1 lett. e) – “Approvazione linee guida ed indicazioni operative per l’utilizzo di terre e rocce derivanti da operazioni di scavo ai sensi dell’art. 186 del D.L. n°152 del 03/04/2006”.

b) Presupposti per l’utilizzo

Le terre e le rocce da scavo:

- non devono provenire dall’interno della pavimentazione di siti contaminati inseriti nella relativa anagrafe regionale anche se già sottoposti ad interventi di bonifica;
- devono garantire, fin dalla fase di produzione, il rispetto dei requisiti di qualità ambientale specificati in seguito;
- per il loro utilizzo, non devono richiedere la necessità di preventivo trattamento o trasformazione preliminare, inclusa la miscelazione se ha come effetto la diluizione di inquinanti, per soddisfare i requisiti di qualità ambientale. Non sono considerate operazioni di preventivo trattamento o di trasformazione preliminare la riduzione volumetrica, la macinatura, la vagliatura e la stabilizzazione geotecniche del materiale, a condizione che siano sempre verificati e rispettati i requisiti di qualità ambientale e merceologici;
- non devono contenere elementi estranei alle terre e rocce da scavo, quali, ad esempio, rifiuti o materiali derivanti da operazioni di demolizione.

c) Modalità di utilizzo

Sono consentiti i seguenti utilizzi, ogni altro escluso:

- nei processi industriali, in sostituzione dei materiali da cava;
- per rinterrati, riempimenti, rimodellazioni e rilevati in interventi di miglioramento ambientale di siti anche non degradati.

d) Requisiti di qualità ambientale

Deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non sia contaminato, con riferimento alla destinazione d’uso del medesimo, e che detto materiale sia compatibile con il sito di destinazione. In particolare l’utilizzo di terre e rocce da scavo come sottoprodotti è consentito esclusivamente nel rispetto dei seguenti criteri:

- ai fini dell’utilizzo in processi industriali in sostituzione dei materiali da cava, le terre e le rocce da scavo devono avere composizione compatibile con i valori della colonna A; altrimenti possono essere utilizzati negli impianti industriali nei quali le loro caratteristiche fisiche e chimiche vengono sostanzialmente modificate nell’ambito del processo produttivo per la realizzazione di prodotti o manufatti merceologicamente ben distinti dalle terre e rocce di partenza o da loro frazioni comunque nel rispetto delle norme tecniche di settore;
- ai fini dell’utilizzo per rinterrati, riempimenti, rimodellazioni e rilevati in interventi di miglioramento ambientale di siti anche non degradati.

Se la destinazione d’uso del sito ove è previsto il reimpiego corrisponde a verde pubblico, verde privato ovvero zona residenziale o agricola è ammesso l’utilizzo di terre e rocce da scavo solo se le stesse presentano caratteristiche compatibili con la colonna A.

Se la destinazione d’uso del sito ove è previsto il reimpiego corrisponde a zona commerciale o industriale, zona per la viabilità o zona per i servizi non a verde, è ammesso l’uso di terre e rocce da scavo con caratteristiche anche non compatibili con la colonna A purché, in ogni caso, nel rispetto dei valori della colonna B.

In deroga a quanto disposto sopra per le destinazioni d’uso, il reimpiego delle terre e delle rocce con presenza di elementi in concentrazioni superiori a quanto ivi previsto, è ammissibile solo al verificarsi di entrambe queste condizioni:

- i terreni siano di sicura origine naturale e tale presenza sia dovuta a fenomeni naturali, riconosciuti e certificati a livello locale da un professionista tecnico competente;
- l'operazione di reimpiego sia effettuata all'interno di aree nelle quali il professionista tecnico competente riconosca e certifichi, la presenza di terreni di analoga composizione mineralogica e geochimica, purché i valori che eccedono i valori limite per la specifica destinazione d'uso non siano superiori ai valori di fondo naturale ivi riconosciuti.

e) Deposito provvisorio

L'eventuale deposito in attesa di utilizzo delle terre e rocce da scavo presso il sito di produzione, o presso aree individuate dall'apposito progetto, non può avere durata superiore ad un anno.

La scadenza sopra indicata non si applica alle terre e rocce da scavo in deposito presso siti di utilizzo nel rispetto del provvedimento urbanistico - edilizio di autorizzazione alla realizzazione delle opere per le quali è previsto l'utilizzo delle stesse.

f) Adempimenti e documentazione

Ai fini dell'utilizzo delle terre e delle rocce da scavo deve essere predisposto un elaborato progettuale formulato in conformità al modello Mod. A e relativi allegati, nelle linee guida n. 884 del 20/06/2011, e si fonda sulla relazione geologica di progetto.

Il progetto è presentato all'autorità competente per i procedimenti: valutazione di impatto ambientale su progetto definitivo; autorizzazione integrata ambientale; concessione edilizia; segnalazione certificata di inizio attività; ovvero viene allegato al progetto e trasmesso per conoscenza ai comuni interessati. Nel caso di lavori pubblici non soggetti a VIA, né a CE, né a SCIA, l'elaborato progettuale deve essere presentato congiuntamente alla domanda di rilascio dei provvedimenti sopra elencati o comunque prima del rilascio degli stessi.

In caso di eventuali variazioni in merito a quanto dichiarato nel modello A, il proponente deve presentare alle autorità competenti per i procedimenti apposita comunicazione sottoscritta dal progettista, con allegata variante di progettuale, prima di procedere a qualsiasi forma di reimpiego delle terre o rocce.

Qualora si renda necessario modificare l'elaborato progettuale in relazione alle indicazioni del sito di origine o del sito di deposito provvisorio o dell'impianto di reimpiego, anche in assenza di indagini analitiche, la stessa comunicazione va anche trasmessa per conoscenza ai comuni interessati.

Le caratteristiche chimico-fisico delle terre rocce da scavo, dichiarata nel mod. A, devono essere verificate, in accordo con la relazione di progetto debitamente sottoscritta dal professionista incaricato, effettuando le seguenti indagini sui campioni:

- la verifica analitica delle loro caratteristiche chimiche, in riferimento al seguente set di parametri minimi:

Metalli: Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo, Zinco, Rame, Cromo totale, Idrocarburi C>12, idrocarburi C<12;

il progettista, sulla base di un modello concettuale del sit, tenuto conto delle eventuali relazioni di carattere geologico, chimico ed agronomico, si assumerà la possibilità di approfondire o meno le indagini rispetto al set di parametri minimi richiesti;

- l'effettuazione del test di cessione eseguito sul tal quale con la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2, per verificare le interazioni con le acque superficiali e sotterranee. Il progettista, si assume la responsabilità dell'eventuale presenza di altri analiti, specifici del singolo caso, che devono essere soggetti di analisi secondo quanto esplicitamente riportato nell'elaborato progettuale. Il test di cessione non è richiesto per le terre e le rocce da scavo che presentino concentrazioni entro i valori limiti stabiliti nella colonna A.

Nel caso di utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati realizzati a beneficio dell'agricoltura, ivi comprese le destinazioni a pascolo o il verde paesaggistico, l'elaborato progettuale è affiancato ad una relazione agronomica, corredata da opportune indagini analitiche, volta a dimostrare l'idoneità del materiale per la formazione e l'uso del suolo agricolo ai fini delle verifiche di coerenza con le finalità dell'intervento.

In tutti i casi di utilizzo di terre e rocce da scavo, il materiale deve essere accompagnato durante il trasporto da un documento che ne attesti la provenienza e la destinazione: tale documentazione deve

essere conservata in originale, fino a 12 mesi successivi al collaudo dei lavori, dal D.L. o dal proprietario dell'opera prevista nel sito di utilizzo e, qualora richiesto, deve essere esibita ad ogni organo di controllo.

In ogni caso di produzione o utilizzo delle terre e rocce da scavo, ai fini di una maggiore caratterizzazione ambientale del sito, è comunque fatta salva la più ampia facoltà da parte del professionista incaricato, qualora lo ritenga opportuno, di integrare l'elaborato progettuale mediante specifica indagine di carattere ambientale anche mediante sondaggi preventivi ed analisi dei campioni prelevati.

g) Verifiche finali

Al completamento degli interventi di produzione e di utilizzo di terre e rocce da scavo, il soggetto che ha la disponibilità del sito e dell'impianto di utilizzo deve produrre all'autorità competente, nonché al comune territorialmente competente in relazione al sito di utilizzo, la documentazione atta a mostrare l'effettivo reimpiego dei materiali scavati (mod. D allegato nelle linee guida n. 884 del 20/06/2011).

h) Semplificazioni procedurali

Nel caso di interventi di modesta entità, intesi come quelli che prevedano un volume da scavare non superiore a 200 m³, non è necessario redigere l'elaborato progettuale, né eseguire o produrre le relative indagini, certificazioni e relazioni, però il proprietario del terreno, o comunque il soggetto che ha la disponibilità del sito di origine, deve presentare al Comune, in sede di acquisizione dei titoli abitativi a carattere urbanistico - edilizio, una dichiarazione a cura del progettista, o comunque di un tecnico competente incaricato, con la quale si attesti che i predetti materiali non provengano da siti contaminati inseriti nella relativa anagrafe regionale ancorché sottoposti ad interventi di bonifica, né da siti potenzialmente contaminati o interessati da procedure di bonifiche, né da aree di potenziale contaminazione. Nel caso di terre e rocce da scavo siano prodotte in aree con terreni di sicura origine naturale attestati dal progettista e confermati da specifica relazione tecnica.

Deve inoltre essere dichiarato che le stesse saranno utilizzate solo in aree con fondi naturali analoghi o in aree con destinazione d'uso compatibile con i valori di fondo naturale riconosciuti nel sito di origine.

Nel caso di scavi, movimentazioni o prelievi di terre e rocce connessi con l'esecuzione delle opere e degli interventi di sistemazione idraulica e forestale realizzati da soggetto attuatore pubblico, l'indagine ambientale e l'elaborato progettuale, nonché la documentazione delle verifiche finali, non sono necessari, purché siano soddisfatte entrambe queste condizioni:

- gli scavi non interessano aree comprese nell'anagrafe dei siti da bonificare o nell'elenco dei siti potenzialmente inquinanti o sottoposti a procedure di bonifica e comunque non siano state interessate da attività o eventi di protezione contaminazione ambientale;
- l'autorità competente all'esecuzione delle predette opere o interventi non rilevi autonomamente l'esigenza di attivare specifica indagine ambientale.

Anche in questo caso deve essere allegato al progetto la dichiarazione con la quale si attesta che le terre e rocce da scavo provengano da aree che non sono state interessate da attività o eventi di potenziale contaminazione ambientale.

Nel caso di scavi connessi con l'esecuzione di opere ed interventi in cui sia certo che il suolo non contaminato e l'altro materiale nel corso dell'attività di costruzione sarà riutilizzato allo stato naturale al solo fine del riempimento nel corso della costruzione della medesima opera o intervento e nello stesso sito in cui è stato scavato, l'indagine ambientale e l'elaborato progettuale previsti, nonché la documentazione delle verifiche finali non sono necessari.

In tal caso il proprietario del terreno, o comunque il soggetto richiedente avente titolo, deve presentare all'autorità competente al rilascio delle eventuali autorizzazioni di carattere ambientale o dei titoli abitativi a carattere urbanistico - edilizio, una dichiarazione a cura del progettista o comunque di un tecnico incaricato, con la quale si attesti che:

- gli scavi non interessano aree comprese nell’anagrafe dei siti da bonificare o nell’elenco dei siti potenzialmente inquinanti o sottoposti a procedure di bonifica e comunque non siano state interessate da attività o eventi di protezione contaminazione ambientale;
- il progettista delle predette opere o interventi, sulla base degli studi geologici e stratigrafici, dell’analisi storica delle attività umane svolte nel sito, della verifica delle fonti di pressione ambientale, non rilevi autonomamente l’esigenza di attivare specifica indagine ambientale.

i) Criteri di accertamento delle caratteristiche di qualità ambientale

In caso di cumuli, le operazioni di campionamento devono essere effettuate con modalità conformi alla norma UNI 10802.

Resta fermo che il numero di campioni potrà essere ulteriormente incrementato in funzione dell’eventuale presenza di eterogeneità litologiche o di utilizzo del sito.

Nel caso di scavi finalizzati alla realizzazione di gallerie naturali, o di grandi scavi in terreni di sicura origine naturale, il numero di campioni deve essere definito nel progetto in funzione delle diverse formazioni geologiche individuate.

Il test di cessione eseguito sul tal quale con la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2, finalizzato all’accertamento dei requisiti di qualità ambientale, va effettuato tutte le volte che, sulla base dell’elaborato progettuale, si renda necessario valutare la cedibilità di contaminati da parte delle terre e rocce da scavo al fine, in particolare, di salvaguardare le acque sotterranee o superficiali in ossequio alle condizioni in cui alle lettere c), d), ed f) del comma 1 dell’art. 186 del n. 152/2006 e ss.mm.ii..

l) Aree di potenziale contaminazione ambientale

Sono considerate “Aree a potenziale contaminazione” le aree caratterizzate da una delle seguenti condizioni:

- aree che sono già state oggetto della localizzazione e presenza nel passato di impianti ricadenti:
 - nell’allegato A del D.M. 16/05/89 – Criteri e linee guida per la redazione dei Piani Regionali di Bonifica;
 - nella disciplina del 334/1999 “Attuazione della direttiva 98/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose” e s.m.i.;
 - nella disciplina della Autorizzazione Integrata ambientale di cui alla direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrante dell’inquinamento;
 - nella disciplina della gestione dei rifiuti: impianti di gestione dei rifiuti eserciti in regime di autorizzazione o di comunicazione (procedure semplificate di recupero);
- aree in cui sono o sono stati localizzati impianti con apparecchiature contenenti PCB di cui al D.Lgs. 209/99 e s.m.i., fino a distanza di 10 metri lineari dai contorni dello scavo;
- aree con presenza al momento dello scavo o pregressa, di serbatoi o cisterne interrate, sia dismesse che rimosse che in uso, contenenti, nel passato o al momento dello scavo, idrocarburi o sostanze etichettate pericolose ai sensi della direttiva 67/548/CE e successive modificazioni ed integrazioni, fino ad una distanza massima di 20 m dai contorni dello scavo;
- aree interessate da scarichi di acque reflue industriali, all’interno o ad una distanza massima di 50 m dal contorno dello scavo;
- aree ricomprese nella fascia limitrofa a strade di grande comunicazione, entro 20 m dal piede del rilevato stradale;
- aree che siano state interessate da eventi, anche accidentali, di potenziale contaminazione ambientale.

Art. 50 – Palificazioni

PALIFICAZIONE ESEGUITA IN OPERA CON TUBO INFISSO (PALI TRIVELLATI)

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, con procedimento quindi che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo forma) con elemento di estremità con ghiera tagliente, di diametro uguale e a quello teorico del palo.

Il tubo metallico, ove non sia di un sol pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo e garantiscano la perfetta coassialità. Comunque dovrà essere possibile applicare all'estremità superiore un coperchio con presa per tubazione ad aria compressa ove occorresse adoperarlo e per espellere l'acqua o per provvedere con tale metodo all'esecuzione e costipamento della base e primo tronco del fusto sino a che non vi sia più introduzione di acqua. Si dovrà avere la possibilità di proseguire la perforazione mediante appositi scalpelli quando si incontrano trovanti e vecchie murature.

Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e senza sollevarlo o ritirare il tubo e messa in opera la gabbia metallica se questa sia prevista per tutta la lunghezza, si inizierà la formazione della base gettando con una benna (chiusa all'estremità inferiore da una valvola automatica) o con altro sistema idoneo piccole e successive quantità di calcestruzzo o costipandole o mediante battitura (con maglio di peso variabile da ql 12, per tubi del diametro di cm 45, a ql 6, per tubi del diametro di cm 30) o con uno dei pestoni in uso.

E' assolutamente vietato procedere al getto del calcestruzzo con caduta libera dall'alto (ovvero dal piano della base superiore del palo) per evitare la segregazione degli inerti che compongono la miscela.

Prima di procedere al getto sarà resa stagna la estremità inferiore del tubo provvedendo alla costruzione di un tappo di conglomerato alla base del palo e sarà estratta l'acqua eventualmente penetrata nel tubo. La sbulbatura di base ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo od in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà poi alla esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno, e sollevando gradatamente il tubo-forma metallico, in modo tale che restino nel tubo almeno 50 cm di conglomerato, senza abbandonarlo mai in modo da evitare che nel tubo si introducano acqua o terra; dopo il getto di ciascuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo o con battitura con uno dei sistemi brevettati e dalla Direzione dei lavori riconosciuto idoneo in relazione alla lunghezza dei pali.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo di lamierino esterno al tubo forma, che verrà lasciato in posto. Cura particolare dovrà usarsi affinché, non si verificino soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo, in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e ciò specialmente al momento della sfilatura del tubo forma.

In presenza di terre sciolte in acque potrà procedersi al getto del conglomerato per maggiori altezze, senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per i pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geognostiche degli strati attraversati. La effettiva portata verrà valutata all'atto esecutivo mediante prove di carico su prototipi.

PROVE DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità previste dal D.M. 11/3/88 e della Circ. Min. LL.PP. n.30483 del 24/9/97 o dal DM 14/1/08.

Tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a raggiungere il valore di carico limite per il quale si arriva alla condizione di

rottura del terreno. Se questo non risultasse possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari ad almeno 2,5 volte il carico di esercizio.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro:

- data,
- ora di ogni variazione del carico,
- le corrispondenti letture ai flessimetri,
- il diagramma carichi-cedimenti.

Al termine delle prove, la Direzione dei lavori si riserva il diritto di ricontrollare la taratura della strumentazione utilizzata.

Art. 51 – Malte

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

(composizione per 1 mc di malta)

<i>Malta comune</i>	Calce aerea (mc)	Sabbia (mc)
Magra per murature	0,32	0,96
Grassa per murature	0,36	0,90
Per opere di rifinitura	0,43	0,86
Per intonaci (interni)	0,50	0,75

<i>Malta di calce idraulica</i>	Calce idraulica (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	324	1,08
Grassa per murature	412	1,03
Per opere di rifinitura	450	1,00
Per intonaci	528	0,96

<i>Malta cementizia</i>	Cemento Portland (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	364	1,04
Grassa per murature	400	1,00
Per opere di rifinitura	475	0,95
Per intonaci	540	0,90

<i>Malta pozzolanica</i>	Pozzolana (mc)	Calce spenta (mc)
Per muri a sacco, malta grossa	1,10	0,22
Per murature, malta media	1,05	0,26
Per murature di mattoni, malta fina	1,00	0,33
Per intonaci, malta fina	1,05	0,15

(composizione per 1 mc di sabbia)

<i>Malta bastarda</i>	Cemento Portland (Kg)	Malta idraulica (Kg)
Malta media	100	300
Malta energica	200	200

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui saranno portati a rifiuto.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Art. 52 – Conglomerati cementizi

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nel D.M. 14/01/2008 punto 11.2.

Pertanto si dovrà rispettare le specifiche tecniche che riguardano i materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione, le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito ed i metodi per la loro verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità contenute nella norma U.N.I. 9858 (maggio 1991).

L'Impresa dovrà garantire le prestazioni del calcestruzzo, per tutta la durata dei lavori, sulla scorta dei dati fondamentali riportati negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione lavori, ovvero:

- 1) classe di resistenza desiderata in fase di esercizio (R_{ck} per provini cubici - f_{ck} per provini cilindrici),
- 2) dimensione massima nominale dell'aggregato,
- 3) classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali e destinazione del calcestruzzo (calcestruzzo normale, armato e precompresso),
- 4) classe di consistenza (mediante misura dell'abbassamento al cono – UNI 9418 o determinazione del tempo Vébè – UNI 9419).

Inoltre per particolari condizioni o costruzioni, i calcestruzzi possono essere prescritti mediante i dati addizionali (facoltativi) di cui al punto 8.2.3 delle norme tecniche U.N.I. 9858.

Il quantitativo d'acqua d'impasto del calcestruzzo deve tenere presente dell'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

I getti devono essere convenientemente vibrati.

Gli impasti di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza al lavoro. I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto.

Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme U.N.I. 8520/1-22 ediz. 1984-86. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme U.N.I. 7459/1-12 ediz. 1976.

Gli eventuali additivi, da utilizzare per il confezionamento dei calcestruzzi, previa autorizzazione della Direzione lavori, devono ottemperare alle prescrizioni delle norme tecniche da U.N.I. 7101 a U.N.I. 7120 e U.N.I. 8145 (superfluidificanti).

Art. 53 – Muratura di mattoni

Per le caratteristiche meccaniche e modalità esecutive delle murature si farà riferimento alle seguenti norme tecniche:

- D.M. LL. PP. 20/11/1987, “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- Circ. M. LL.PP. 4/1/1989 n. 30787, “ Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”;
- Circ. M. LL.PP. 30/1/1981 n. 21745, “Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma”.

I mattoni all'atto del loro impiego dovranno essere abbondantemente bagnati sino a sufficiente saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 0,5 cm..

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le murature di rivestimento saranno fatte a ricorsi bene allineati e collegati a morsa con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruiti in modo tale che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva di intradosso tracciata sopra la centinatura e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

Art. 54 – Opere in cemento armato normale e precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà rispettare strettamente il contenuto delle seguenti norme tecniche:

- L. 5/11/1971 n. 1086, “Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D. M. LL.PP. 9/1/1996, “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- Circ. M. LL.PP. 14/2/1974 n. 11951, “Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione”;
- Circ. M. LL.PP. 31/1/1979 n. 19581, “ Legge 5/11/1971 n. 1086, art. 7 – Collaudo Statico”;
- Circ. M. LL.PP. 9/1/1980 n. 20049, “Legge 5/11/1971 n. 1086 – Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato”;
- Circ. M. LL.PP. 15/10/1996 n. 252 AA.GG./S.T.C., “Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9/1/1996”.

Per le opere ricadenti in zona sismica, l'Impresa dovrà anche attenersi alle prescrizioni contenute nelle seguenti norme tecniche:

- L. 2/2/1974 n. 64, “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

- D.M. LL.PP. 16/1/1996, “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- D.M. LL.PP. 2/1/1981, “ Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia”;
- Circ. M. LL.PP. 12/12/1981 n. 22120, “Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in cemento armato ed a struttura metallica danneggiati dal sisma”;
- Circ. M. LL.PP. 10/4/1997 n. 65, “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/1/1996”;
- Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale, “ Linee guida per progettazione, esecuzione e collaudo di strutture isolate dal sisma”.

Per l’esecuzione di opere quali, ponti, viadotti le normative tecniche di riferimento sono:

- D.M. 4/5/1990, “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”;
- Circ. M.LL.PP. 25/2/1991 n.34233, “Istruzione per l’applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4/5/1990”.

Prima dell’inizio dei getti di ciascuna opera d’arte, l’Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all’esame della Direzione lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura negli elaborati progettuali delle opere comprese nell’appalto. Tale studio di prequalificazione, da eseguirsi presso un Laboratorio autorizzato, deve riportare:

- classe di resistenza,
- natura – provenienza – qualità degli inerti.
- analisi granulometrica degli inerti,
- tipo e dosaggio del cemento,
- rapporto acqua/cemento,
- tipo e dosaggio di eventuali additivi,
- classe di consistenza per la valutazione della lavorabilità dell’impasto cementizio.

La Direzione lavori dovrà essere informata anche sul tipo di impianto di confezionamento con la relativa ubicazione, sistemi di trasporto, modalità di esecuzione dei getti e della conseguente stagionatura.

L’Impresa rimane l’unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, nonostante l’esame e la verifica sugli studi preliminari di qualificazione, da parte della Direzione lavori; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Il confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà avvenire negli impianti preventivamente sottoposti all’esame della Direzione lavori. Gli impianti di betonaggio saranno di tipo automatico o semiautomatico, ma tali da garantire per tutta la durata dei lavori degli discostamenti non superiore al 5 % dai dosaggi dei singoli componenti della miscela stabili nella fase preliminare di accettazione.

La lavorabilità non dovrà essere raggiunta con il maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. L’Impresa, previa autorizzazione del Direttore dei lavori, potrà utilizzare l’impiego di additivi quali fluidificanti o superfluidificanti, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per il raggiungimento della classe di consistenza prevista per l’esecuzione delle opere.

Il trasporto del conglomerato cementizio dall’impianto di confezionamento al località del cantiere dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibile segregazione dei singoli materiali e comunque lasciando inalterate le caratteristiche di confezionamento del calcestruzzo. I calcestruzzi debbono essere approvvigionati in cantiere o preparati in sito soltanto nella quantità necessaria per l’impasto immediato e cioè debbono essere predisposti di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, pulizia del sottofondo, pulizia nelle zone oggetto di ripresa dei getti, posizionato le casseformi e predisposto le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prime del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione lavori; questo in particolare modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera.

La Direzione dei lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare le riprese dei getti; per tale accorgimento l'Impresa non potrà avanzare nessuna richiesta di maggiori compensi anche se sarà costretta ad una turnazione del proprio personale.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti tali da evitare la segregazione dei singoli componenti della miscela

Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 centimetri.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta o altri sostanze (disarmanti) in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto, debbono essere sufficientemente robusti, oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase di getto e di pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a centimetri 15. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseformi. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature; inoltre vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti. La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20). La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire la solidità dell'opera. Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere regolarmente inaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con della ghiaia lavata, con teli mantenuti umidi, applicare dei prodotti stagionanti che formano membrane protettive (U.N.I. 8866, U.N.I. 8656 e U.N.I. 8660) per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Nei casi di ripresa dei getti, quando questi veramente inevitabili, si deve inumidire la superficie del conglomerato eseguito in precedenza se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o terminata si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, si dovrà applicare un sottile strato di malta di cemento in modo da assicurare un buon collegamento del getto di calcestruzzo nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato verrà disposto, da parte della Direzione lavori, in conformità a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. LL.PP. 9/1/1996, ovvero:

- controllo di accettazione (punto 5), che si effettua durante l'esecuzione delle opere;
- prove complementari (punto 6), da eseguire, ove ritenuto necessario a completamento delle prove precedenti.

Nel caso che la resistenza dei provini assoggettati a prove nei Laboratori risulti inferiore a quello indicato negli elaborati progettuali o dall'ordinativo del Direttore dei lavori, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, quali prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi riconosciuti validi dalla Direzione

lavori. A ulteriore controlli ultimati, verrà redatta apposita relazione, da parte dell'Appaltatore a firma di un tecnico abilitato, dove si indichi in base alla resistenza del conglomerato risultante, ferme restando le ipotesi di vincolo, a quali sollecitazioni e a quali carichi la struttura può essere sottoposta in fase di esercizio.

La Direzione lavori, previa approvazione della relazione anche da parte Responsabile del procedimento, decida che la resistenza caratteristica è ancora compatibile con la destinazione d'uso dell'opera progettata e in conformità delle leggi in vigore, dovrà contabilizzare il calcestruzzo in base al valore della resistenza caratteristica risultante. Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le finalità di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- determinazione della consistenza – prova di abbassamento al cono (slump test) – [U.N.I. 9418],
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco – [U.N.I. 6393],
- massa volumica del calcestruzzo - [U.N.I. 6394/1/2],
- prova del contenuto d'aria - [U.N.I. 6395],
- resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo - [U.N.I. 7087],
- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate – [U.N.I. 6132],
- prova di resistenza a compressione con sclerometro (vedere.: A.N.A.S., *Capitolato Speciale d'Appalto, parte II, Norme tecniche, MB&M di Roma, 1993, pagina 43*).

Tutte le precedenti prove verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei lavori.

I prelievi dei provini e campioni di calcestruzzo in cantiere dovranno essere conformi alle norme tecniche:

- U.N.I. 6126 – Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere,
- U.N.I. 6127 – Provini in calcestruzzo – preparazione e stagionatura.

Le frequenze minimo di prelievo saranno come dall'allegato 2 del D.M. LL.PP. 9/1/1996.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

In riferimento alle strutture oggetto del presente appalto si dovrà applicare e fare riferimento alle seguenti normative e prescrizioni:

Norme Tecniche per Costruzioni DM 14/01/2008

Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato

Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale

Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza

UNI EN 206-1	<i>Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità</i>
UNI 11104	<i>Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1</i>
UNI EN 197-1: 2006	<i>Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni</i>
UNI 9156	<i>Cementi resistenti ai solfati</i>
ISO 9001:2000	<i>Sistema di gestione per la qualità. Requisiti</i>
D.P.R. 246/93	<i>Marcatatura CE aggregati utilizzati per i calcestruzzi</i>
UNI EN 12620	<i>Aggregati per calcestruzzo</i>

UNI 8520 Parte 1 e 2	<i>Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti</i>
UNI EN 1008:2003	<i>Acqua d'impasto per il calcestruzzo</i>
UNI EN 934-2	<i>Additivi per calcestruzzo</i>
UNI EN 450	<i>Ceneri volanti per calcestruzzo</i>
UNI-EN 13263 parte 1 e 2	<i>Fumi di silice per calcestruzzo</i>
UNI EN 12350-2	<i>Determinazione dell' abbassamento al cono</i>
UNI EN 12350-5	<i>Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse</i>
UNI EN 12350-7	<i>Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco</i>
UNI 7122	<i>Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata</i>
UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4	<i>Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione</i>
prEN 13791	<i>Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera</i>
UNI EN 12504-1	<i>Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione</i>
EN 10080 Ed. maggio 2005	<i>Acciaio per cemento armato</i>
UNI EN ISO 15630 -1/2	<i>Acciai per cemento armato: Metodi di prova</i>
EUROCODICE 2- UNI ENV 1992	<i>Progettazione delle strutture in c.a.</i>
UNI ENV 13670-1	<i>Execution of concrete structures</i>
UNI 8866	<i>Disarmanti</i>

CALCESTRUZZO DESTINATO ALLA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE E INFRASTRUTTURE STRADALI IN ZONE A CLIMA TEMPERATO

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in clima temperato, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104), R_{ck} 40 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, D_{max} 32 mm, CI 0.4

CAMPO DI VALIDITA'

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi in calcestruzzo delle strutture ed infrastrutture stradali che operano in zone a clima temperato ove il ricorso al trattamento con sali disgelanti è limitato a pochi cicli all'anno. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte alle pavimentazioni stradali in calcestruzzo prive di manto bituminoso, alle pile, ai pulvini, alle solette in calcestruzzo di ponti e viadotti, ai tombini di attraversamento, alle strutture di sostegno a lato delle strade, alle cunette per la raccolta delle acque piovane che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.08).

PRESCRIZIONI PER GLI INGREDIENTI UTILIZZATI PER IL CONFEZIONAMENTO DEL CONGLOMERATO

- A1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
- A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2
- A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo

termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

A5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

PRESCRIZIONI PER IL CALCESTRUZZO

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4

B3) Rapporto a/c max: 0.50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 Kg/m³

B7) Aria intrappolata: max. 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

PRESCRIZIONI PER LA STRUTTURA

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R_{ck} minima in opera valutata su carote $h/d=1$): $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 34 \text{ N/mm}^2$

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetta con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14/01/2008

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura f_t	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico**	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

CALCESTRUZZO DESTINATO ALLA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE STRADALI SITUATE IN AREE A CLIMA RIGIDO E SOTTOPOSTE A TRATTAMENTI CON SALI DISGELANTI A BASE DI CLORURO

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in zone a clima rigido sottoposte a trattamento con sali disgelanti a base di cloruro:

- nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XD3 (UNI 11104) se esse sono a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato;
- nella classe di esposizione XC4 + XF4 + XD3 (UNI 11104) se esse sono a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento;
- nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XD1 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo verticale

quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey;

- nella classe di esposizione XC4 + XF4 + XD1 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo prevalentemente orizzontale come le zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo,

**R_{ck} 35 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm,
D_{max} 32 mm, aria inglobata 5 ± 1%, C1 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25**

CAMPO DI VALIDITA'

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono relative a strutture ed infrastrutture stradali che sono situate in zona a clima rigido e che, pertanto, durante il periodo invernale sono sottoposte a trattamenti con sali disgelanti per la prevenzione o per la rimozione del ghiaccio dalla sede stradale. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, quindi, sono rivolte a elementi strutturali a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini di ponti e viadotti in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato. Suddette prescrizioni, inoltre, attengono alle opere a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento. Le prescrizioni della presente scheda possono essere estese alle strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey oltre che alle zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo.

PRESCRIZIONI PER GLI INGREDIENTI UTILIZZATI PER IL CONFEZIONAMENTO DEL CONGLOMERATO

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2

A3.1) Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI-EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; **Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI-EN 12620**

A5) Cemento **CEM III o CEM IV** (in alternativa CEM II e cenere volante o fumo di silice in parziale sostituzione) conforme alla norma UNI-EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

PRESCRIZIONI PER IL CALCESTRUZZO

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale in accordo alla seguente tabella:

Classe di esposizione	Struttura o elemento strutturale
XC4 + XF3 + XD3	pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato
XC4 + XF4 + XD3	pavimentazioni stradali, rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento
XC4 + XF3 + XD1	muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey > 100
XC4 + XF4 + XD1	zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo

B3) Rapporto a/c max: 0.45

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)

- B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)
 B6) Dosaggio minimo di cemento: 360 Kg/m³
 B7) Aria inglobata: 5.0 ± 1%
 B9) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
 B10) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
 B11) Classe di consistenza al getto S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
 B12) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

PRESCRIZIONI PER LA STRUTTURA

C1) Copriferro minimo in accordo alla tabella che segue:

Classe di esposizione	Struttura o elemento strutturale	Copriferro (mm)
XC4 + XF3 + XD3	pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato	50/60
XC4 + XF4 + XD3	pavimentazioni stradali, rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento	50/60
XC4 + XF3 + XD1	muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey > 100	40/50
XC4 + XF4 + XD1	zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo	40/50

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R_{ck} minima in opera valutata su carote $h/d=1$): $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 30 \text{ N/mm}^2$

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C inossidabile conforme al D.M. 14/01/2008 e alla normativa Europea applicabile

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_v	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura $f_{7\%}$	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7\%$
Rapporto $f_{7\%}/f_v$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$

Art. 55 – Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture

Per la costruzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, cordonate, soglie ecc. verrà confezionato e posto in opera, opportunamente costipato con vibratori un calcestruzzo avente un $R_{ck} \geq 300 \text{ Kg/cm}^2$ (30 N/mm^2), salvo diverso ordine della Direzione lavori.

Le prescrizioni inerenti i conglomerati cementizi rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto. Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento lisciato.

L'Impresa dovrà porre tutte le cure e attenzioni nell'esecuzione delle casseformi per ottenere un perfetta esecuzione del getto o raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti di dilatazione o contrazione e le particolari indicazioni della Direzione dei lavori.

Art. 56 – Armature, centinature, casseforme, opere provvisionali

Nella realizzazione di tali opere provvisionali, l'Impresa dovrà adottare il sistema e tecnica che riterrà più opportuno, in base alla capacità statica, di sicurezza e alla sua convenienza. Inoltre dovranno essere eseguite delle particolari cautele e tutti gli accorgimenti costruttivi per rispettare le

norme, i vincoli che fossero imposti dagli Enti competenti sul territorio per il rispetto di impianti e manufatti particolari esistenti nella zona dei lavori che in qualche modo venissero ad interferire con essi, compreso l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua, la presenza di servizi di soprassuolo e di sottosuolo, nonché le sagome da lasciare libere al di sopra di ferrovie, strade camminamenti quali marciapiedi ad uso pedonale.

Art. 57 – Strutture in acciaio

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme seguenti:

- D. M. LL.PP. 9/1/1996, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- Circ. M. LL.PP. 15/10/1996 n. 252 AA.GG./S.T.C., “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9/1/1996”;
- D.M. 4/5/1990, “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”;
- Circ. M.LL.PP. 25/2/1191 n.34233, “Istruzione per l’applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4/5/1990”.
- Norma tecnica C.N.R.-U.N.I. 10011-86, “Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”
- Norme Tecniche per Costruzioni DM 14/01/2008

A) ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al Direttore dei lavori, prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 9 gennaio 1996, dalle norme U.N.I. e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il Direttore dei lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera.

Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 9 gennaio 1996, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei lavori.

B) VERNICIATURE

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica, secondo la descrizione seguente:

Ciclo A

1° strato: mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco, avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia di clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

3° strato: mano di finitura mediante clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Ciclo B

1° strato: mano di fondo epossidica pigmentata con $ZnCrO_4$ (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia epossidica pigmentata con TiO_2 (biossido di titanio), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante

3° strato: mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Ciclo C

1° strato: mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere a base di ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicio cromati di piombo, in composizione singola o miscelati. E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario ($BaSO_4$) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

2° strato: mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione come il 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

3° strato: mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso a secco dovrà essere di 2:1. Non è ammessa la presenza di colofonia.

4° strato: mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione come il 3° strato, di colore diverso dalla precedente mano.

C) APPARECCHI D'APPOGGIO

Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni" C.N.R.-U.N.I. 11018-72, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscoso e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme U.N.I., nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali impiegare dovranno essere accettati prima delle lavorazioni dal Direttore dei lavori, il quale potrà svolgere controlli anche in officina.

Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

D) ZINCATURA

La zincatura se richiesta dalla D.L. o se già prevista dalle voci dell'elenco prezzi, dovrà essere realizzata a caldo secondo le indicazioni riportate nelle norme tecniche UNI 5744.

Art. 58 – Demolizioni

Le operazioni di demolizione saranno eseguite, da parte dell'Impresa, con ordine e con le necessarie cautele e precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso tramite appositi sistemi ritenuti idonei per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione lavori, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione appaltante; alla quale spetta ai sensi dell'art. 36 del Capitolato generale la proprietà di tali materiali, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere e l'Appaltatore dovrà

provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito ecc., in conformità e con tutti gli oneri previsti nel citato art. 36.

La Direzione dei lavori si riserva di disporre a suo insindacabile giudizio l'impiego dei materiali di recupero, nel rispetto della normativa vigente in materia, per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del citato art. 40 del Capitolato generale.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie come per gli scavi in genere.

La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e farsi carico degli oneri per attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

Art. 59 – Acquedotti e tombini tubolari

Nell'esecuzione delle tubazioni per l'adduzione e la distribuzione di acqua, nonché nell'esecuzione di tubazioni per fluidi diversi dall'acqua, l'Appaltatore dovrà seguire le disposizioni di cui alla L. 2 febbraio 1974, n. 64, ed alle norme tecniche vigenti in essa previste all'art. 1 emanate con D.M. 12 dicembre 1985 e relativa Circolare M. LL. PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

Gli acquedotti tubolari qualora siano eseguiti in conglomerato cementizio gettati in opera, per la parte inferiore della canna verranno usate semplici sagome; per la parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Questi non dovranno avere diametro inferiore a cm 80 qualora siano a servizio del corpo stradale.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni sottospecificate; saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a q 2 di cemento per mc di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a q 2,50 di cemento per mc di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

DIMENSIONI INDICATIVE DEI TUBI E SPESSORE DELLA PLATEA DI POSA

Diametro dei Tubi (cm)	Spessore dei tubi (mm)	Spessore della platee (cm)
80	70	20
100	85	25
120	100	30

A) MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI (Norma UNI EN 6682), con carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 gr/m² per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso,

stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali): sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico contenente fibre di amianto avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di kg 1,5/mq per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

La Direzione dei lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate e effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche A.S.T.M.A. 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO_4 nella misura di gr 36 ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle UNI 1475-1476-4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

Il controllo dello spessore verrà effettuato sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del $\pm 5\%$.

Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

A.1) Ad elementi incastrati per tombini

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 3/4) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad »incastro», il bordo diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori non corrispondenti.

Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro, e la policentrica anche ribassata con luce minima di 0,30 e luce massima di m 1,75.

A.2) A piastre imbullonate multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere di almeno mm 28,6 (pollici 1 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G 8 (norme UNI 3740).

Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate luce variabile da m 1,80 a m 6,50; ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Art. 60 – Drenaggi e fognature

Nell'esecuzione delle fognature per la raccolta delle acque reflue, nonché nell'esecuzione di tubazioni per fluidi diversi dall'acqua, l'Appaltatore dovrà seguire le disposizioni di cui alla L. 2 febbraio 1974, n. 64, ed alle norme tecniche vigenti in esso previste all'art. 1 emanate con D.M. 12 dicembre 1985 e relativa Circolare M. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

A) DRENAGGI

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessarie saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque.

Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi riterrà necessario praticare ed in relazione al saggio ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, saranno stabilite la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza di m 2 a 3, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Appaltatore non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi.

Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.

Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 centimetri secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni.

B) TUBI PERFORATI PER DRENAGGI

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoidale.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore di mm 1,2 - con tolleranza UNI (Norme UNI EN 10051) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 24 kg/mm², e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le norme UNI 5744-66 e 5745-75, con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici 1 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 di pollice). Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

Inoltre per i tubi da posare nel fondo delle trincee drenanti si potranno usare anche i seguenti tubi:

- i tubi corrugati forati in PE-AD a doppia parete con superficie esterna corrugata ed interna liscia costituito da barre da 6 metri; con diametro esterno da 120 a 415 mm;
- tubi lisci in PE-AD e prodotti secondo le norme UNI EN 12201-1-2 tipo 312 con fessure perpendicolari all'asse del tubo con inclinazioni del tipo semplice, a 180°, a 120° o a 90°; con diametro esterno da 110 a 315 mm;
- tubi in PVC rigido corrugato del tipo fessurato a norma DIN 1187; con diametro esterno da 50 a 200 mm.

C) TUBAZIONI PER LO SCARICO DELLE ACQUE DI SUPERFICIE DEI RILEVATI

Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

D) POSA IN OPERA

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impieghiabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevanti, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a contatto della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di m 0,50 circa.

Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di m 0,40 e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Per quanto non contemplato nella presente norma si farà riferimento alle norme A.A.S.H.O. m 36-37 e M 167-57.

E) TRINCEE DRENANTI CON GEOTESSILE IN TESSUTO NON TESSUTO

Nei terreni particolarmente ricchi di materiali fino a sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi saranno realizzati con filtro di geotessile in tessuto non tessuto, che, nei sormonti dei teli, andrà cucito con spago imputrescibile, oppure con sovrapposizione di almeno 50 cm.

La parte inferiore a contatto con il terreno e per un'altezza di 20 cm per ogni lato, il geotessuto andrà impregnato con bitume a caldo per almeno 2 kg/mq, o a freddo ma reso fluido con solventi che non abbiano effetti sul geotessuto stesso. Il telo andrà provvisoriamente chiodato al terreno ai lati dello scavo, quindi riempito con materiale lapideo trattenuto al crivello 10 mm UNI e con pezzatura massima di 70 mm. Ultimato il riempimento, il risvolto dei teli andrà sovrapposto da ambo i lati al materiale lapideo appena immesso nel cavo, e quindi il cavo verrà riempito con terra pressata per un'altezza variabile a giudizio della Direzione dei lavori.

Art. 61 – Gabbioni metallici zincati e loro riempimento

I gabbioni a scatola dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI 8018, tessuta con trafilato di avente un diametro di 3,00 mm, a forte zincatura conforme a quanto previsto dalle “Linee guida per la redazione di capitolati per l’impiego di rete metallica a doppia torsione” – maggio 2006 redatte dal Servizio Tecnico centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il filo da impiegarsi nelle cuciture e per i tiranti dovrà possedere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno costituiti da filo a forte zincatura con diametro 3,00 mm.

Prima della messa in opera dei gabbioni e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dalla Ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma delle Linee guida sopra citate.

La Direzione lavori procederà quindi al prelievo dei campioni ed ai collaudi della zincatura, sia dei fili della rete che del filo per le cuciture secondo le norme previste dalla succitata circolare.

Le operazioni di preparazione e assemblaggio dei singoli elementi, nonché l'unione degli elementi contigui mediante legature fatte con l'apposito filo di cucitura, o con punti metallici dovranno essere tali da creare una struttura continua e monolitica.

Il materiale di riempimento potrà essere costituito da ciottolo di fiume o pietrame di cava, purché abbia una composizione compatta, e di elevato peso specifico, non friabile né gelivo e di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da realizzare il maggior costipamento possibile, inoltre le fronti in vista saranno lavorate analogamente alle murature a secco con analogo onere di paramento. La pezzatura più adatta per il riempimento è quella variabile tra 1 e 1,5÷2 volte la dimensione della maglia della rete.

C) SOVRASTRUTTURA STRADALE

STRATI DI FONDAZIONE, DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA.

TRATTAMENTI SUPERFICIALI.

SPLITTMASTIX ASPHALT (SMA).

STRATI DI USURA TIPO ANTI-SKID.

Art. 62 – Premessa

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme UNI EN 13043, UNI EN 13108-1/8 e UNI EN 12591. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- a) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato):
- b) sovrastruttura, così composta:
 - 1. fondazione,
 - 2. base,
 - 3. strato superficiale (collegamento e usura).

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5÷2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0÷5,0%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi Laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 0,3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

C.1 – STRATI DI FONDAZIONE

Art. 63 – Strati di fondazione

Lo strato di fondazione sarà costituita dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e comunque dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate.

Gli strati dovranno essere costipati con attrezzature idonee al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori, tali da arrivare ai gradi di costipamento prescritti dalle indicazioni successive.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegato. Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovranno tenere conto delle perdite per evaporazione causa vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre danni alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.

Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità delle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

A) FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE A STABILIZZAZIONE MECCANICA

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

a) Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nei seguenti fusi e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Apertura setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso Φ max 63 mm	Miscela passante: % totale in peso Φ max 31,5 mm
63	100	100
31,5	72 ÷ 100	100
16	51 ÷ 82	73 ÷ 100
10	30 ÷ 70	50 ÷ 85
4	21 ÷ 52	33 ÷ 62
2	15 ÷ 40	25 ÷ 50
0,5	9 ÷ 27	16 ÷ 32
0,063	2 ÷ 14	4 ÷ 14

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,063 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 mm compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto 6);
- 6) indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47 – Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento;
- 7) limite di liquidità $\leq 25\%$, limite di plasticità ≥ 19 , indice di plasticità ≤ 6 .

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

b) Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

c) Modalità operative.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata :

AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4». Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = (d_i \times P_c \times (100 - Z)) / (100 \times P_c - Z \times d_i)$$

dove

dr : densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

d_i : densità della miscela intera;

P_c : peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

Z : percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40 %.

In tal caso nella stessa formula, al termine Z, dovrà essere dato il valore di 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

Il valore del modulo di compressibilità *Me*, misurato con il metodo di cui agli articoli "Movimenti di terre", ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm². La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di esportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o

dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

B) FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

a) Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

b) Caratteristiche del materiale da impiegare.

Inerti:

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,063 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
40	100
31,5	82 ÷ 100
25	72 ÷ 90
20	64 ÷ 82
10	40 ÷ 55
4	26 ÷ 38
2	18 ÷ 30
0,5	9 ÷ 19
0,25	7 ÷ 15
0,063	5 ÷ 9

3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-2, inferiore o uguale al 30%;

4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;

5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al crivello 5 e di 2% per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante:

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 3% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua:

Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate. In modo indicativo il quantitativo d'acqua si può considerare pari tra il 5% e il 7%.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza:

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (UNI EN 13286-47) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova «brasiliiana» non inferiore a 0,25 N/mm². (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

d) Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

e) Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0 °C e superiori a 25 °C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25 °C e i 30 °C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 °C ÷ 18 °C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

f) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 ÷ 2 Kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui al precedente «modalità operative» del paragrafo «Fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica», oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 ÷ 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 ÷ 110 °C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m³ di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre $\pm 20\%$; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm² per la compressione e 0,25 N/mm² per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontrino un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

C.2 – CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI

Art. 64 – Strato di base in misto bitumato

a) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo la norma UNI EN 13043), normalmente dello spessore di 10÷15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso. A giudizio della Direzione lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee.

b) Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 13043.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel UNI EN 13043, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo la norma UNI EN 1097-2.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o brecce e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la norma UNI EN 1097-2, inferiore al 25%;
- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 90% in peso;
- dimensione massima dei granuli 40 mm (valida per uno spessore finito dello strato di base di almeno 7 cm);
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma UNI EN 1367-1, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,063, secondo la norma UNI EN 933-1, non superiore all'1%;

- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (breccie e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare, in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione ≤ 4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- equivalente in sabbia determinato secondo la norma UNI EN 933-8 superiore a 50%;
- materiale non plastico, secondo la norma UNI EN ISO/TS 17892-12;
- limite liquido (WL), secondo la norma UNI EN ISO/TS 17892-12, non superiore al 25%.

Additivi:

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,25: % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,063: % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

c) Legante bituminoso

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle “Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali” norma UNI EN 12591.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione $60 \div 70$, ovvero avere una penetrazione a 25°C di $60 \div 70$ dmm e le altre caratteristiche rispondenti a quelle indicate per la gradazione 50/70 nella norma UNI EN 12591.

Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: UNI EN 1426; UNI EN 1427; UNI EN 13302; UNI EN 12607-1.

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, secondo la tabella UNI 4163 – Ed. Febbraio 1959, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e \div 1,0:

$$IP : \text{indice di penetrazione} = (20 \times U - 500 \times V) / (U + 50 \times V)$$

dove:

$U =$ temperatura di rammollimento alla prova «palla-anello» in $^{\circ}\text{C}$ (a 25°C);

$V = \log. 800 - \log. \text{penetrazione bitume in dmm}$ (a 25°C .)

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma UNI EN 58.

d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
40	100
31,5	83 \div 100
20	59 \div 84
12,5	40 \div 66
8	32 \div 57

4	24 ÷ 48
2	20 ÷ 40
0,5	8 ÷ 23
0,25	5 ÷ 16
0,063	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso secco totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – la caratteristiche di impasto di seguito precisati:

- il valore della stabilità Marshall - Prova UNI EN 12697-34 eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 3% e 7%;
- sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua; la stabilità Marshall, secondo la norma UNI EN 12697-34, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della D.L., l'impasto potrà essere ugualmente accettato purchè il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa e la stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma UNI EN 12697-5 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma UNI EN 12697-8 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e l'8% in volume.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla Direzione lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Su richiesta della Direzione lavori sul cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (UNI EN 12697-5), media di due prove; percentuale di vuoti (UNI EN 12697-8), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione lavori sul quale l'impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

La stazione Appaltante si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata a fornire all'Amministrazione appaltante gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della Ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la facoltà di operare dei prelievi di materiali; assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

f) Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C, e quella del legante tra 150 °C e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%. L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

g) Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0,5 \div 1 \text{ Kg/m}^2$, secondo le indicazioni della Direzione lavori.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a $130 \text{ }^\circ\text{C}$.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero di rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione lavori.

In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità di quella Marshall delle prove a disposizione per lo stesso periodo, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa secondo la norma UNI EN 12697-5 su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di almeno due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato caldo.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di ± 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Art. 65 – Strati di collegamento (binder) e di usura

a) Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nella norma UNI EN 13043), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa al rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato.

Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiate.

b) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo la norma UNI EN 13043.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo la norma UNI EN 1097-2.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

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

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Miscela inerti per strati di collegamento:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;

- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%; perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-2 ovvero: Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione <140 ;
- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30 mm;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma UNI EN 1367-1, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,063, secondo la norma UNI EN 933-1, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (I_a), secondo la norma UNI EN 933-3, non superiore al 20%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo la norma UNI EN 1097-6, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953;

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma UNI EN 1097-2 ovvero: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120 ;
- se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata all'Impresa, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-3, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo la norma UNI EN 1097-6, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione compresa tra 0,063 e 4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti della norma UNI EN 13043 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 40%;
- equivalente in sabbia, determinato secondo la norma UNI EN 933-8, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Miscela inerti per strati di usura:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;

- equivalente in sabbia, determinato secondo la norma UNI EN 933-8, non inferiore al 60%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2,5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Additivo minerale (filler):

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio UNI 0,5 mm e per almeno il 65% al setaccio UNI 0,063 mm. Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25 °C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

c) Legante bituminoso

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso, dato per iscritto, dalla Direzione dei lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d) Miscela

Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
25	100
16	70 ÷ 100
12,5	59 ÷ 91
8	43 ÷ 74
4	28 ÷ 57
2	20 ÷ 45
0,5	9 ÷ 28
0,25	6 ÷ 19
0,063	4 ÷ 7

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – la caratteristiche di impasto di seguito precisati:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%.
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma UNI EN 12697-5 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo «Skid Resistance Tester» (secondo la norma UNI EN 13036-4) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C, non inferiore a 55 BPN «British Portable Tester Number»; qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (MTD), secondo la norma UNI EN 13036-1, non inferiore a 0,45 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma UNI CEN/TS 15901-6, non inferiore a 0,55.

Le misure di BPN, MTD, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Strato di usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
16	100
12,5	87 ÷ 100
8	61 ÷ 89
4	38 ÷ 62
2	25 ÷ 45
0,5	14 ÷ 27
0,25	9 ÷ 19
0,063	6 ÷ 10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;

- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma UNI EN 12697-5 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma UNI EN 12697-8 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo «Skid Resistance Tester (secondo la norma UNI EN 13036-4) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:
 - inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN
 - dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (MTD), secondo la norma UNI EN 13036-1, non inferiore a 0,55 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma UNI CEN/TS 15901-6, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, MTD, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o nella stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. La stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

Strato di collegamento (binder)

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Strato di usura

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Inoltre indicati con :

M : il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg;

Iv : il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;

LA : perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

i lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifici anche una sola delle disuguaglianze sotto indicate:

M < 800 Kg	Iv > 14 %	LA > 23 %
----------------------	---------------------	---------------------

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di emissione del conto finale, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di moltiplicazione da applicare a detto importo per ottenere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

$$C = 1 - 0,3 \times (1000 - M) / 200 - 0,2 \times (I_v - 8) / 6 - 0,1 \times (LA - 20) / 3$$

con

$M \leq 1000 \text{ Kg}$	$I_v \geq 8 \%$	$LA \geq 20 \%$
--------------------------	-----------------	-----------------

Quando il coefficiente C risulti minore o uguale a 0,5 il lavoro non sarà accettato.

Per l'applicazione del fattore di moltiplicazione (C) sull'importo dei lavori si dovrà utilizzare, per ciascun termine (M, I_v e LA), il valore medio tra quelli rilevati su più sezioni (chilometriche) dell'intero tronco stradale oggetto dell'intervento.

f) Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

g) Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nei seguenti limiti:

- strato di collegamento: $\pm 7 \text{ mm}$,
- strato di usura: $\pm 5 \text{ mm}$.

h) Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione lavori:

- 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;
- 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

C.3 – CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUMI MODIFICATI

Art. 66 – Conglomerati ad alto modulo complesso

a) Descrizione

Allo scopo di aumentare la resistenza a fatica ed alle deformazioni permanenti, potranno essere realizzati strati portanti in conglomerato bituminoso costituito da una miscela di pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, mescolati a caldo con bitume modificato.

Gli strati portanti ad alto modulo complesso, realizzati con spessore adeguato, potranno sostituire l'insieme strato di base-strato di collegamento (binder) e su di essi potrà essere direttamente realizzato il tappeto di usura.

Il conglomerato verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con idonei rulli.

b) Materiali inerti

I materiali inerti ed i loro requisiti di accettazione saranno come quelli descritti per lo strato di collegamento (binder) confezionato con bitume tradizionale (ved. art. “Strati di collegamento (binder) e di usura”).

c) Legante

Il bitume modificato dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche	Valori
Penetrazione a 25 °C dmm	30 ÷ 50
Punto di rammollimento palla ed anello °C, min	65
Punto di rottura Fraass °C, min	- 12
Ritorno elastico a 25 °C, min	50 %
Viscosità dinamica a 160 °C, Pa s, min	0,4
Stabilità allo stoccaggio (Δ pen, dmm e P&A, °C), max	5
Invecchiamento (RTFOT), penetrazione residua, % min	60
Invecchiamento (RTFOT), variazione P&A, °C	\pm 5

d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Aperture setacci UNI (mm)	Fuso A % in peso	Fuso B % in peso
31,5	100	100
20	68 ÷ 90	80 ÷ 100
16	62 ÷ 84	73 ÷ 94
12,5	55 ÷ 77	67 ÷ 87
8	44 ÷ 67	56 ÷ 75
4	32 ÷ 56	45 ÷ 61
2	22 ÷ 45	35 ÷ 48
0,5	12 ÷ 26	20 ÷ 31
0,25	8 ÷ 18	12 ÷ 22
0,063	4 ÷ 5	5 ÷ 6

Il fuso da adottare con spessori minimi non inferiori a 12 cm, mentre il fuso B con spessori minimi non inferiori a 8 cm.

Il conglomerato ad alto modulo complesso dovrà avere i seguenti requisiti:

Caratteristiche	Normativa	Unità di misura	Valore
Percentuale in massa del bitume modificato sugli aggregati	CNR 38/73	%	4,5 ÷ 7
Vuoti residui percentuali	UNI EN 12697-8	%	2 ÷ 4
Stabilità Marshall conglomerato a 60 °C	UNI EN 12697-34	daN	≥ 2000
Scorrimento Marshall	UNI EN 12697-34	mm	1 ÷ 3
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	daN/mm	≥ 500
Stabilità Marshall dopo immersione acqua distillata (15 gg, 25 °C)	UNI EN 12697-34	daN	≥ 1600
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C	UNI EN 12697-230	daN/cm ²	≥ 25
Profondità di impronta a 40 °C	CNR 136/91	mm	< 2

Il volume dei vuoti residui in opera a compattazione ultimata dovrà essere compreso tra il 4% e 8%, comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 97% della massa volumica dei provini Marshall compattati in laboratorio.

Nella determinazione del modulo complesso e dell'angolo di fase, su provini costipati in laboratorio come previsto dalla norma UNI EN 12697-26 e sottoposti a prova dinamica di trazione-compressione alla frequenza di 10 Hz, con deformazione unitaria compresa tra $1,0 \times 10^{-5}$ e $4,0 \times 10^{-5}$, in un intervallo di tempo compreso tra il 15° ed il 20° giorno dalla loro confezione, si dovranno ottenere i seguenti valori:

Temperatura (°C)	Modulo complesso (Mpa)	Angolo di fase (gradi)
10	> 18000	10 ÷ 20
25	> 6000	20 ÷ 30
40	> 1500	30 ÷ 40

Nella determinazione della deformabilità a carico costante (CREEP), i valori del parametro Jp dovranno risultare come di seguito indicati:

Temperatura	cmq Kg s
10 °C	< $10E^{-7}$
25 °C	< $10E^{-6}$
40 °C	< $10E^{-5}$

I valori di modulo complesso e deformabilità dovranno risultare anche per carote prelevate in sito, con determinazioni eseguite con le modalità sopra indicate, in un intervallo di tempo compreso tra i 20 e i 30 giorni dalla stesa del conglomerato.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

Vale quanto riportato all'art. "Strato di base in misto bitumato".

f) Formazione e confezionamento delle miscele

Vale quanto riportato all'art. "Strato di base in misto bitumato", con le seguenti eccezioni:

- la temperatura di miscelazione degli inerti e del bitume dovrà essere 10÷15 °C superiore, a seconda del polimero utilizzato, rispetto ai conglomerati confezionati con bitume tradizionale;
- il tempo minimo di miscelazione effettiva non dovrà essere inferiore a 30 s.

g) Posa in opera della miscela

Vale quanto riportato all'art. "Strato di base in misto bitumato", con le seguenti eccezioni:

- la temperatura di stesa e quindi di costipamento non potrà mai essere inferiore a 150 °C;
- la compattazione dovrà essere realizzata esclusivamente con rulli gommati di idoneo peso e di caratteristiche tecnologiche avanzate, in azione subito dopo la finitrice, in maniera di assicurare il raggiungimento della massima densità ottenibile. Più specificatamente il rullo a pneumatici dovrà avere carico per ruota superiore a 3,5 t e carico totale non inferiore a 25 t.

Art. 67 – Splittmastix asphalt (usura antisdrucchio SMA)

a) Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchio SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali.

Questo conglomerato deve essere chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti. E' composto da una curva abbastanza discontinua in cui i vuoti vengono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia,
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante,
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

b) Materiali inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchio SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dalla norma UNI EN 13043.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

Trattenuto al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura SMA
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	< 20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	<20
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	<1.58
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	<3
CLA	UNI EN 1097-8	%	>45

Aggregato fino (frazione ≤ 4 mm):

L'aggregato fino, sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

Passante al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura SMA
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	< 25
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	>70

Filler (additivo minerale):

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcareo o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti minimi:

Aperture setacci UNI (mm)	Passante in peso a secco (%)
0,5	100
0,25	95
0,063	90

- Più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,063 deve passare a tale setaccio anche a secco
- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idratata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

c) Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei seguenti limiti granulometrici del seguente fuso:

Aperture setacci UNI (mm)	Miscela passante: % totale in peso
20	100
12,5	95 ÷ 100
8	52 ÷ 77
4	27 ÷ 45
2	20 ÷ 30
0,5	13 ÷ 23
0,25	10 ÷ 20
0,063	8 ÷ 13

d) Legante

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucchiolo SMA, sarà bitume modificato scelto tra quelli previsti al punto M dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali", ovvero si utilizzerà un bitume 50/70-65. Il tenore del bitume, sarà compreso tra il 5,5% e il 7,5% sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ad alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare la caratteristiche del conglomerato bituminoso.

e) Rapporto filler/bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

f) Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucchiolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3÷4 cm.

g) Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura antisdrucchiolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti come di seguito:

Requisiti del conglomerato per usura antisdrucchiolo (SMA)	Norme di riferimento	Unità di misura	Valori
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	UNI EN 12697-34	Kg	> 1000
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	Kg/mm	> 350
Massa vol. delle carote indist. Rispetto provini Marshall	UNI EN 1936	%	> 97
Percentuale dei vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	2÷4
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25 °C	UNI EN 12697-23	Kg/cmq	> 6
Coefficiente di aderenza trasversale (15 – 90 gg)	UNI CEN/TR 15901-6	CAT	> 0.60
Macrorugosità superficiale (15 – 180 gg)	UNI EN 13036-1	MTD	> 0.6
Impronta con punzone da mmq 500	CNR-BU n.13/91	mm	< 2

h) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura.

i) Confezione e posa in opera delle miscele

MODALITA' DI PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato verrà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo, tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo eventualmente previsto.

La zona destinata agli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanza argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante modificato tra 150 e 180 °C salvo diverse disposizioni della Direzione lavori.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5 % in peso.

TRASPORTO DEL CONGLOMERATO

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci sempre dotati di telone di copertura avvolgente per evitare i raffreddamenti superficiali e la conseguente formazione di crostoni superficiali.

La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato. Pertanto la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che non dovrà mai essere inferiore a 150÷160 °C.

POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

Il piano di posa risulterà perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei

tipi approvati dalla Direzione Lavori dotate di piastra riscaldata, in perfetto stato di efficienza e con automatismi di autolivellamento. La Direzione lavori si riserva la facoltà di potere utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna, possibilmente dopo aver consultato l'Impresa.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grassi. La velocità di avanzamento delle macchine di stesa dovrà essere mediamente compresa tra 4 e 5 m/min.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5 °C.

COMPATTAZIONE

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice ed essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato possibilmente con rulli gommati oppure metallici a rapida inversione di marcia, con peso idoneo e con caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8/10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati dovranno avere una densità non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere un uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente con uno scostamento massimo di 3 mm.

L'impasto sottoposto all'azione del rullo non deve scorrere. Se ciò accade, significa che qualche cosa non va nello studio Marshall della miscela o nella temperatura del materiale. In questi casi occorre sospendere l'esecuzione del lavoro.

ESECUZIONE DEI GIUNTI

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra loro sfalsati almeno di 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

1) Preparazione delle superficie stradale.

Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchiolo SMA, è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di Kg 1,0 ± 0,2 al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/12 mm, in quantità

di circa 6/8 l/mq. In casi particolari o quando la Direzione lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dal punto N dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali" effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di Kg 1,5 ± 0,2 al mq e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

Art. 68 – Conglomerato bituminoso per strati di usura tipo anti-skid

a) Descrizione

Il conglomerato di usura antisdrucchiolo (anti-skid) è un conglomerato chiuso, impermeabile verso gli strati sottostanti, costituito da una miscela di pietrischetto, graniglia, sabbia (tutti da frantumazione) e filler impastato a caldo con bitume modificato.

I vuoti della miscela, derivanti dalla composizione granulometrica scelta con elementi grossi e povera di sabbia, sono riempiti dalla malta bituminosa, realizzata con bitume modificato e con filler, caratterizzata da elevata consistenza e coesione.

Lo strato di usura anti-skid può essere usato per realizzare strati di usura di strade sottoposte a condizioni severe di traffico e clima (anche per le piste di rullaggio negli aeroporti, per le pavimentazioni di ponti e di viadotti) e in alcuni casi può essere proposto in alternativa al conglomerato drenante fonoassorbente.

- Migliora l'aderenza in caso di asciutto e in caso di pioggia riduce il velo d'acqua superficiale attenuando l'effetto spray;
- contribuisce ad incrementare la portanza;
- impermeabilizza la superficie stradale proteggendo lo strato o la struttura sottostante;
- contribuisce a ridurre il rumore provocato dal rotolamento dei pneumatici;
- la preparazione, il trasporto e la messa in opera viene eseguita come per i conglomerati a caldo tradizionali.

b) Legante bituminoso

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento dello strato di usura anti-skid è del tipo modificato, avente i requisiti riportati in tabella 1:

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	40-60
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 75
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10 \text{ s}^{-1}$	UNI EN 13302	MPa s	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	UNI EN 13399	°C	≤ 5
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1		
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 5

TABELLA 1: Specifiche sul bitume modificato

c) Additivi

Gli **additivi** sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli **attivanti d'adesione**, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo deve essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle

tabelle 2, 3, 4. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

Le **fibre minerali** nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Le fibre minerali stabilizzanti possono essere costituite da microfibre di cellulosa microfibre di cellulosa in ragione di 0,25 ÷ 0,40 % rispetto al peso degli aggregati.

d) Inerti

Gli **aggregati** lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo anti skid.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.4), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'**aggregato grosso** per lo strato di usura anti-skid deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi.

Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 2.

AGGREGATO GROSSO

Trattenuto al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura anti skid
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	15
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	%	≤30
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30
Porosità	UNI EN 1936	%	≤1,5
CLA	UNI EN 1097-8	%	≥45

TABELLA 2: Specifiche sull'aggregato grosso

L'**aggregato fino** deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

Gli aggregati fini per lo strato anti-skid devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 3.

AGGREGATO FINO

Passante al setaccio UNI n. 4			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura anti skid
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥80
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤2
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100

TABELLA 3: Specifiche sull'aggregato fino

Per aggregati fini utilizzati, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42.

Il **filler**, frazione passante al setaccio 0.063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per lo strato anti skid deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 4.

FILLER

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Usura anti skid
Passante allo 0,25	UNI EN 933-1	%	100
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≥80
Indice Plasticità	UNI EN ISO/TS 17892-12		N.P.
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	ΔPA	≥5

TABELLA 4: Specifiche sul filler**e) Miscela**

La **miscela** degli aggregati prevista prevede una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in tabella 5.

La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, dovrà essere compresa nei limiti indicati nella stessa.

Aperture setacci UNI (mm)	Anti skid Tipo 0/12
20	100
12,5	90 – 100
10	53 – 75
4	28 – 49
2	20 – 30
0,5	13 – 23
0,25	10 – 19
0,063	8 - 11
Percentuale di bitume	5,5 – 7,5

TABELLA 5: Specifiche sui fusi

Le caratteristiche dello strato anti-skid sono riportate nella seguente tabella:

METODO MARSHALL		
<i>Condizioni di prova</i>	Unità di misura	Valori
Costipamento	50 colpi x faccia	
<i>Risultati richiesti</i>		
Stabilità Marshall	KN	>9
Rigidezza Marshall	KN/mm	1.5 – 3.0
Vuoti residui	%	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 0.60
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 40

TABELLA 6: Caratteristiche del conglomerato**f) Confezionamento delle miscele e preparazione del piano di posa**

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante tra 150° C e 160° C. Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

Per il manto di usura di tipo anti skid la mano d'attacco ha solo lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

C.6 – CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI/RIGENERATI

Art. 69 – Conglomerati bituminosi riciclati a freddo in sito o in impianto con emulsione bituminosa e cemento

a) Descrizione

Il riciclaggio in sito a freddo viene realizzato mediante idonee attrezzature che consentono di miscelare il materiale bituminoso fresato con emulsione bituminosa modificata e cemento, ed eventuali inerti nuovi, additivi ed acqua, omogeneizzare, stendere e compattare il conglomerato ottenuto per uno spessore massimo di 20 cm. Il conglomerato bituminoso preesistente, denominato "materiale da riciclare", proviene dalla frantumazione direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici.

b) Inerti di integrazione

Gli inerti di integrazione devono provenire esclusivamente da frantumati di cava (frantumazione 100%) ed essere conformi a quanto richiesto dalle specifiche tecniche per i corrispondenti conglomerati bituminosi "tradizionali".

c) Materiale da riciclare (fresato)

Si potrà utilizzare materiale da riciclare di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati non superficiali, materiale proveniente esclusivamente da miscele di usura per impieghi per lo strato di usura.

d) Legante

Il bitume finale deve essere costituito da quello presente nel materiale fresato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa formulata con bitume modificato o con emulsione bituminosa sovrastabilizzata.

L'emulsione per il riciclaggio a freddo dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Caratteristiche	Metodo di prova	Bitume schiumato e cemento	Emulsione di bitume sovrastabilizzata
		Valori	Valori
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	40±1%	40±2%
Contenuto di legante	UNI EN 1431	60±1%	60±2%
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	> 59%	> 59%

Contenuto di flussante	UNI EN 1431	0%	0%
Demulsività	ASTM D244-72	0 ÷ 40 %	0 ÷ 40 %
Omogeneità	ASTM D244-72	<0,2%	<0,2%
Sedimentazione a 5 gg.	UNI EN 12847	<10%	<10%
Viscosità Engler a 20°C	UNI 20048	5 ÷ 10°E	5 ÷ 10°E
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850	2 ÷ 4	2 ÷ 4
Indice di rottura (NF – T 66 – 017)	UNI EN 13075-1	>200	>200

In alternativa all'indice di rottura si prescrive che 50 gr di cemento con 25 gr di acqua miscelati intimamente vengono introdotti in 100 gr di emulsione, e mescolati dolcemente per 4 minuti. Durante questo tempo non si devono avere apprezzabili separazioni di bitume.

Il bitume estratto dall'emulsione e l'emulsione bituminosa stabilizzata dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche	Metodo di prova	Bitume schiumato e cemento	Emulsione bituminosa sovrastabilizzata
		Valori	Valori
Penetrazione a 25 °C 100 gr/5''	UNI EN 1426	80 ÷ 100 dmm	50 ÷ 220 dmm
Punto di rammollimento (P.A.)	UNI EN 1427	40 ÷ 44 °C	35 ÷ 56 °C
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	< -13°C	< -8°C

e) Cemento

Deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325.

f) Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

g) Fuso di progetto

Qualora la composizione granulometrica del materiale fresato non consenta la realizzazione della curva di progetto che si vuole realizzare la miscela deve essere integrata con inerti nuovi per una percentuale massima del 30% in peso riferito al totale della miscela fino al raggiungimento della curva granulometrica richiesta.

h) Studio della miscela di laboratorio

La percentuale di emulsione bituminosa modificata, del cemento e dell'eventuale integrazione di inerti e di acqua saranno stabilite mediante uno specifico studio che dovrà prevedere:

- a) – Prelievi di materiale appena fresato in sito per la determinazione dell'umidità percentuale del materiale appena fresato (UNI EN ISO/TS 17892-1), della curva granulometrica e della relativa percentuale di legante presente (UNI EN 933-1 e UNI EN 1431). Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori ogni 500 m ed in caso di non omogeneità della miscela, intensificate.
- b) – Per ogni punto di cui al punto precedente determinare la penetrazione e punto di rammollimento del legante estratto dal fresato o da carote prelevate precedentemente dalla pavimentazione (UNI EN 1426, UNI EN 1427).
- c) – Costruzione della curva di progetto con eventuale previsione di aggiunta di inerti a integrazione.
- d) – Determinazione della massima densità delle miscela di progetto come di seguito descritto:
 - d.1) – Confezionamento di campioni di miscela essiccata ottimizzata del peso 1200 g (comprensivo di una percentuale di cemento pari all'incirca di quella ottimale) con quantità massime crescenti di acqua dell'1,0% in peso;

- d.2) – Il materiale così confezionato viene posto in una fustella Marshall con la base modificata per lo smaltimento dell'acqua (sistema di prova Duriez) e sottoposto a una pressione statica di 120 Kg/cm² per 5 minuti;
- d.3) – Estratto il provino si determina mediante pesata idrostatica la densità ottenuta;
- d.4) – Mediante la costruzione della curva di densità si individua la percentuale di umidità alla quale si è ottenuta la massima intensità.
- e) – Determinazione della percentuale ottimale di emulsione modificata e di cemento nella miscela:
- e.1) – Confezionamento di campioni di miscela essiccata ottimizzata del peso complessivo di 1200 g di quantità crescenti percentuali di emulsione bituminosa modificata calcolando in modo che la percentuale di umidità dell'impasto non sia mai superiore a quella misurata sulla curva di massima densità;
- e.2) – Il materiale così confezionato deve essere compattato con le stesse modalità sopra descritte.

i) Condizioni, numero e modalità di prova

Formella Marshall:	8,1 cm ²
Peso del materiale:	1200 g (peso totale)
Compattazione del provino:	120 Kg/cm ² per 5 minuti
Maturazione:	1, 3, 7 giorni in stufa a T = 25 °C
Rottura:	Marshall a T = 25 °C

Numero dei campioni:

Per ogni intervallo di maturazione e per ogni intervallo percentuale di cemento e per ogni percentuale di emulsione:

- n. 3 provini per la determinazione della densità e della percentuale dei vuoti residui;
- n. 4 provini per la determinazione della stabilità Marshall dello scorrimento e del modulo di rigidità (UNI EN 12697-34);
- n. 4 provini per la determinazione della resistenza a trazione indiretta e dei parametri di deformabilità a 10 °C, 25 °C e 40 °C da rilevare esclusivamente sull'ottimale di legante e di cemento.

I requisiti richiesti dovranno essere comparabili con quelli dei relativi conglomerati bituminosi confezionati a caldo con bitumi di base.

Una volta accettata dalla Direzione lavori la composizione granulometrica della curva di progetto proposta non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 7 ; per il contenuto di sabbia ± 5 (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) per il passante al setaccio UNI 0,063 $\pm 1,5$.

Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

l) Posa in opera

Per l'esecuzione del lavoro l'impresa dovrà utilizzare un "treno" di riciclaggio costituito da:

- Fresatrice,
- impianto di riciclaggio semovente,
- caricatore,
- vibrofinitrice,
- rulli.

In alternativa all'impianto di riciclaggio semovente potrà essere utilizzato un impianto mobile o fisso per la confezione delle miscele.

Lo strato dovrà essere perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo statico metallico da 50 t e da un rullo gommato da 35 t. In alternativa in luogo del rullo da 50 t potrà essere impiegato

un rullo metallico vibrante che permetta comunque di ottenere compattazioni superiori alle 50 t in dinamico (onda lunga).

Nella fase di esecuzione dei lavori dovranno essere eseguiti controlli per tratti uniformi della pavimentazione con cadenza giornaliera, della rispondenza agli studi di formulazione dell'andamento granulometrico dopo il riciclaggio, del contenuto di legante e le prove di creep sui conglomerati rigenerati saranno eseguite, a discrezione della Direzione lavori in numero adeguato in funzione dei tratti con pavimentazione uniforme.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella massima di progetto.

La lavorazione della miscela deve essere sospesa con temperatura dell'aria inferiore ai 10 °C e comunque sempre in caso di pioggia.

Art. 70 – Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura stradale per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate secondo la "direttiva macchine", D.P.R. 24/7/96 n.459.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione lavori. Particolare cura e cautela deve essere rivolta alla fresatura della pavimentazione su cui giacciono coperchi o prese dei sottoservizi, la stessa Impresa avrà l'onere di sondare o farsi segnalare l'ubicazione di tutti i manufatti che potrebbero interferire con la fresatura stessa.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e farsi carico degli oneri per attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

Art. 71 – Cordonate in calcestruzzo

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo con sezione da determinarsi a cura del Direttore dei lavori, saranno di lunghezza un metro, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o nei casi particolari indicati sempre dalla Direzione lavori. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per la cordonata dovrà essere di classe 300 Kg/cm². La Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà eseguire dei prelievi, mediante confezionamento di provini cubici di cm 10 di lato, da sottoporre al controllo della resistenza a compressione semplice.

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo minimo di 10/15 cm di spessore e opportunamente rinfiancati in modo continuo da ambo i lati. I giunti saranno sigillati con malta fina di cemento.

Particolare cura, l'Impresa dovrà avere durante la posa per rispettare gli allineamenti di progetto, mentre gli attestamenti tra i consecutivi elementi di cordonata dovranno essere perfetti e privi di sbavature o riseghe.

D) LAVORI DIVERSI

Art. 72 – Elementi prefabbricati in calcestruzzo

I manufatti saranno realizzati con calcestruzzo cementizio vibrato, gettato in speciali casseforme multiple o mediante appositi macchinari, in modo che la superficie in vista o esposta agli agenti atmosferici sia particolarmente liscia ed esente da qualsiasi difetto, con R_{ck} non inferiore a 300 kg/cmq, stagionati in appositi ambienti e trasportati in cantiere in confezioni.

1) CANALETTE DI DEFLUSSO DALLA STRADA

Avranno le misure di cm 50x50x20, spessore cm 5, e saranno di forma ad imbuto. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per le canalette dovrà essere di classe non inferiore a 250 Kg/cm².

Saranno poste in opera dal basso, in apposita sede scavata sulla superficie della scarpata, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, partendo dal fosso di guardia fino alla banchina, dove sarà eseguito un raccordo per l'imbocco delle acque di deflusso mediante calcestruzzo del tipo fondazioni. La sagomatura dell'invito dovrà essere eseguita in modo tale da non creare ostacolo all'acqua, al fine di evitare ristagni, travasi e convogliamenti non desiderati.

Qualora non vi sia ritengo sul fosso di guardia si avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio di diametro mm 20, della lunghezza minima di cm 80 con sporgenza di cm 20, per impedire lo slittamento.

2) CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Gli elementi potranno avere sezione trapezoidale o ad L, con spessore di cm 6 e saranno sagomati ad imbuto, con giunzioni stuccate a cemento. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per le cunette e fossi di guardia dovrà essere di classe non inferiore a 300 Kg/cm². L'armatura dei manufatti dovrà essere eseguita con rete elettrosaldata a maglie saldate di dimensioni 12x12 cm con ferri Φ 5 mm, salvo diversa indicazione dalla Direzione Lavori.

La posa sarà eseguita su letto di materiale arido costipato di spessore cm 10/15, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle cunette. E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

Art. 73– Barriere di sicurezza

Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- D.M. 21/06/2004 n°2367, “Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- D.M. 28/06/2011, “Linee Guida per il corretto uso ed installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”;
- Circ. LL.PP. n.2337 del 11/07/1987;
- Circ. LL.PP. n.62032 del 21/07/2010;

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicuri la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (*dichiarazione di impegno*).

L'Impresa che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN

45014 rilasciata all'impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (*dichiarazione di conformità*).

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere attuate con dispositivi che abbiano conseguito il certificato di idoneità tecnica, ovvero l'omologazione, rilasciata dal Min. LL.PP. – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale. L'omologazione della barriera di sicurezza stradale dovrà corrispondere alla classe richiesta nell'elaborato progettuale. Ove la richiesta di omologazione è stata inoltrata ma non vi è rilasciata la certificazione di omologazione dal Min. LL.PP., la Ditta fornitrice, tramite l'Impresa appaltatrice, dovrà presentare prima dell'inizio effettivo dei lavori i relativi certificati di prova sul manufatto e sui materiali, per il tipo e classe di barriera richiesta nel lavoro in oggetto.

La conformità delle barriere e dei dispositivi dovrà rispondere ai termini di legge posti dal D.M. 21/06/2004 n°2367- art. 5 dell'allegato (dichiarazione di conformità nella produzione e per l'installazione).

A seconda della loro destinazione ed ubicazione le barriere si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali di spartitraffico;
- barriere per bordo stradale, in rilevato o scavo;
- barriere per opere d'arte, ponti, viadotti, sottovia, muri ecc..;
- barriere per punti singolari quali zone di approccio opere d'arte, ostacoli fissi e simili.

La classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali, in relazione al "livello di contenimento", risulta essere la seguente:

Classe	Contenimento
N1	Minimo
N2	Medio
H1	Normale
H2	Elevato
H3	Elevatissimo
H4	Per tratti ad altissimo rischio

Qualora nell'elenco prezzi vi si riporta oltre alla descrizione della barriera anche la classe di appartenenza ai sensi del D.M. 21/06/2004 n°2367, con la dicitura : «..... o equivalente alla classe»; gli elementi geometrici e le caratteristiche dei materiali introdotti nella descrizione si intendono come valori o dati di riferimento, ma sarà tassativo dimostrare, da parte del fornitore; con il certificato di omologazione o di prova la rispondenza della barriera da installare alla classe indicata nell'elenco prezzi.

A) BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

Le barriere, costituita da sostegni verticali (paletto di sostegno) e da fascia orizzontale (nastro) con elementi distanziatori, saranno installate ai margini della piattaforma stradale, ed eventualmente come spartitraffico centrale nelle strade a più sensi di marcia, in tratti discontinui secondo gli elaborati progettuali a ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/96.

Le fasce saranno fissate ai sostegni con il bordo superiore che dovrà trovarsi ad una altezza non minore di 70 cm dalla pavimentazione, mentre la faccia lato strada si troverà a non meno di 15 cm dal filo dei sostegni lato strada.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale curvo o interrato.

La bulloneria di collegamento sarà a testa tonda, ad alta resistenza, con piastrina copriasola antisfilamento di mm 45x100 e spessore mm 4.

Ogni tre fasce sarà installato un dispositivo rifrangente con superficie normale all'asse stradale.

Le barriere per lo spartitraffico centrale saranno a doppia fila, con elementi terminali tondi o interrati.

Art. 74 – Terre rinforzate

A) SISTEMA CON ELEMENTI A PARAMENTO IN GABBIONI E RETE METALLICA

Per la formazione e posa in opera di strutture di sostegno in terra rinforzata tipo elementi a gabbioni e rete metallica, si utilizzeranno elementi di armatura, contenimento e protezione superficiale del terreno, in rete metallica a doppia torsione in maglia 8x10 e filo di diametro 2,7 mm interno e 3,7 mm esterno zincato (UNI 8018) e plasticato secondo le normative internazionali vigenti in materia e in seguito specificate.

Gli elementi di rinforzo della terra (gabbione e rete da intercalare al rilevato) saranno provvisti di barre di rinforzo zincate e plasticate (filo di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno) inserite all'interno della doppia torsione delle maglie e di diaframma centrale realizzato in modo da conferire continuità senza legature, tra paramento esterno ed armature di rinforzo.

Si dovrà prevedere un adeguato geosintetico ritentore di fini del tipo leggero, come quello da utilizzare per l'avvolgimento delle trincee drenanti, da utilizzare come interfaccia fra il paramento e il rilevato strutturale.

Il riempimento del paramento esterno sarà eseguito con elementi litoidi di adeguato peso specifico, ovvero pari a 2500 Kg/mc, aventi diametro superiore di circa 1÷1,5 volte la dimensione massima della maglia della rete.

Le legature tra i vari elementi in rete metallica, saranno effettuate con filo zincato e plasticato secondo le normative internazionali sopra specificate, avente diametro 2,2 mm interno e 3,2 mm esterno, o con punti metallici in acciaio inossidabile con diametro 3,00 mm.

B) TERRE RINFORZATE CON LE GEOGRIGLIE IN HDPE

Stabilizzazione di rilevati e pendii mediante manufatti a struttura regolare detti "Geogriglie" costituiti da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo.

Le geogriglie devono essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture di forma allungata che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali delle geogriglie devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia, e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. Le geogriglie devono garantire la capacità di assorbimento delle forze di confinamento del terreno.

Il suddetto materiale dovrà essere reso in cantiere in bobine e dovrà corrispondere in ogni aspetto alle seguenti caratteristiche:

[I valori dovranno essere indicati nella fase progettuale o lasciati agli ordinativi della Direzione lavori]

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerica (EN 965)	(g/mq)	
Maglia	(cmxcm)	
Resistenza a trazione longitudinale (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Resistenza a trazione trasversale (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	(%)	
Coefficiente di danneggiamento all'installazione per materiale granulare di diametro pari a 125 mm	--	
Allungamento massimo sulla curva dei 120 anni al 40% del NBL	(%)	

Modalità di posa in opera

Tagliare preventivamente le geogriglie in spezzoni aventi lunghezze in accordo con le prescrizioni di progetto. Posare le geogriglie alle elevazioni previste in strati orizzontali e perpendicolari alla facciata dell'opera. Stendere direttamente sulle geogriglie il materiale previsto per il riempimento e successivamente compattarlo con «pestello o rana vibrante» in prossimità della facciata ed internamente con rullo compattatore. In corrispondenza della facciata dell'opera le geogriglie vanno risvoltate e fissate al terreno già compattato, oppure collegate ad elementi di facciata, secondo le modalità previste dal progetto.

Art. 75 – Segnaletica stradale orizzontale

A) Prescrizioni generali

Per la segnaletica orizzontale la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- Circ.LL.PP. n.2357 del 16/5/1996;
- Circ. LL.PP. n. 5923 del 27/12/1996;
- Circ. LL.PP. n. 3107 del 9/6/97.

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicuri la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (*dichiarazione di impegno*).

La ditta che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN 45014 rilasciata all'impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (*dichiarazione di conformità*).

Le segnalazioni orizzontali realizzate, hanno notevole importanza in quanto, come espressamente sancito al comma 1° dell'art. 40 del vigente codice della strada, servono per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni e indicazioni sul comportamento da seguire. L'art. 137 del regolamento, al comma 1°, sancisce che le stesse segnalazioni, data la loro importanza, devono essere sempre visibili, sia di giorno sia di notte, sia in condizioni di asciutto che in presenza di pioggia. A tal scopo è fondamentale che le **segnalazioni orizzontali rispondano sempre ai requisiti prestazionali previsti dalla norma europea UNI EN 1436/2004**, che per il presente appalto si recepisce integralmente nelle sue specifiche generali o particolari se non in contrasto con le prescrizioni minime del suddetto capitolato speciale di appalto.

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri segni come indicato all'art. 40 del nuovo Codice della Strada ed all'art. 137 del Regolamento di attuazione. Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le prestazioni, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, e a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno provenire da produttori o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, e dovranno corrispondere come caratteristiche tecnico-qualitative ai requisiti di seguito esposti.

Pertanto, prima della consegna delle prestazioni, l'impresa appaltatrice indicherà alla Direzione Lavori il produttore o la fabbrica da cui intenderà rifornirsi per l'intera durata dell'appalto; ai fini della preventiva accettazione dovrà produrre la certificazione di qualità dei materiali, prodotta direttamente dal fornitore, accompagnata da certificati di prova rilasciati da laboratori riconosciuti.

La Provincia si riserva attraverso laboratorio ufficiale di verificare la rispondenza dei requisiti ritenuti di volta in volta necessari.

Qualora la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute: i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stessa Impresa.

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nel presente Capitolato, prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

In relazione alle qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione presso le sedi distaccate ovvero le unità operative esterne dell'Area Coordinamento del Servizio II Gestione Viabilità, previa apposizione di sigillo o firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

L'osservanza di uso dei materiali riconosciuti validi non esimerà l'Impresa dall'ottenimento dei valori prescritti di retroriflessione su strada che sono lo scopo delle lavorazioni e costituiscono la prestazione richiesta

Per le specifiche riguardanti la realizzazione della segnaletica orizzontale si richiama la norma UNI 11154 del settembre 2006. In particolare si richiamano i paragrafi che seguono.

Prima di iniziare un lavoro di posa della segnaletica orizzontale, l'Impresa deve effettuare le seguenti verifiche:

- verificare se lo stato della segnaletica preesistente, qualora presente, permette una sovrapposizione del prodotto senza rischi per la buona riuscita dell'applicazione stessa, tenendo in considerazione la compatibilità dei prodotti;
- verificare il tipo di supporto (conglomerato bituminoso, conglomerato bituminoso drenante, calcestruzzo, pietra) e la sua compatibilità con il materiale da applicare;
- accertarsi delle condizioni fisiche della superficie, per esempio che non ci sia presenza di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale;
- verificare che il supporto risulti perfettamente pulito, privo cioè di agenti inquinanti quali per esempio macchie d'olio o di grasso, o resine provenienti dagli alberi, che possano influenzare la qualità della stesa;
- poiché la maggior parte dei materiali è incompatibile con l'acqua, verificare che il supporto sia asciutto e che la sua temperatura rientri nell'intervallo previsto per l'applicazione del materiale come risulta dalla scheda tecnica del produttore;

- rilevare i valori di temperatura del supporto ed umidità relativa dell'aria prima della stesa, che devono rientrare nell'intervallo previsto per il prodotto da utilizzare (vedere scheda tecnica del produttore);

Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non deve procedere all'esecuzione del lavoro e deve avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni.

La fase di tracciamento e preparazione è indipendente dal tipo di prodotto utilizzato e per quanto riguarda le figure da realizzare si deve far riferimento alla legislazione vigente (DPR n° 495/1992 "Regolamento d'esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada").

I tipi di tracciamento sono sostanzialmente quattro:

- il primo metodo prevede l'utilizzo di dime, per esempio per le scritte o per i passaggi pedonali ortogonali;
- il secondo metodo richiede l'uso del filo gessato: si tratta di un filo impregnato di polvere di gesso il quale, lasciato cadere per terra, segna la guida di dove si dovrà posare il materiale segnaletico; generalmente è utilizzato per segnare le mezzerie o la striscia laterale su tratti medi e brevi oltre che per passaggi pedonali e strisce d'arresto;
- il terzo metodo si avvale dell'uso del tracciolino: si utilizza la macchina traccia-linee a vernice la quale, tramite un piccolo ugello, segna la superficie con una sottile linea che l'operatore dovrà seguire in fase di posa del prodotto.
- il quarto metodo fa uso di una corda-guida di riferimento.

Per quanto concerne la preparazione dei piani, questi dovranno essere puliti ed esenti da agenti inquinanti che possano compromettere la realizzazione del ripasso a regola d'arte. **La pulizia è a carico dell'Appaltatore.**

Una volta completate le operazioni di tracciamento e preparazione, si può procedere con la posa del materiale.

B) Pitture a base acqua e solvente

1. PITTURA ACRILICA PREMISCELATA O POSTSPRUZZATA

1.1 Descrizione generale

La pittura per segnaletica orizzontale di cui all'oggetto deve essere a base solvente del tipo rifrangente premiscelato - e cioè contenere microsferi di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione - o post-spruzzato, cioè arricchito mediante l'aggiunta di sfere di vetro durante la posa in opera.

1.2 Caratteristiche della Pittura

1.2.1 Condizioni e stabilità:

La pittura deve essere già pronta per l'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali; dovrà essere omogenea, ben dispersa e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà diventare gelatinosa od ispessirsi.

La pittura dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola e dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento fino a 12 mesi dalla data di consegna, in quanto gli eventuali quantitativi di materiale non immediatamente utilizzati debbono mantenere assolutamente inalterate le caratteristiche intrinseche ed applicative per tutto il periodo più sopra indicato.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche se applicata durante i mesi estivi su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare tracce inquinamento di sostanze bituminose.

1.2.2 Caratteristiche chimico-fisiche:

Il liquido portante dovrà essere del tipo acrilico a solvente ed il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio.

1.2.2.1 Peso specifico:

Il peso specifico dovrà essere compreso tra 1,6 e 1,65 Kg/dm³ a 25 °C (ASTM D1475).

1.2.2.2 Viscosità:

La pittura, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le normali macchine traccialinee e la consistenza misurata con il viscosimetro Stormer-Krebs a 25 °C dovrà essere compresa fra 85 e 95 KU (ASTM D562).

La pittura che cambi consistenza entro dodici mesi dopo la consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

1.2.2.3 Pigmento:

Il contenuto di biossido di titanio (TiO₂) non dovrà essere inferiore al 14% in peso sul totale del prodotto verniciante (ASTM D1394).

1.2.2.4 Resina:

Il contenuto totale di resina secca non dovrà essere inferiore al 15% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI 9376).

1.2.2.5 Solvente:

Il contenuto totale di acqua e solventi non dovrà essere superiore al 25% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI EN ISO 3251).

1.2.2.6 Microsfere di vetro premiscelate:

Le microsfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423). L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,5 (UNI EN 1423).

La percentuale in peso di microsfere contenute in ogni Kg di vernice premiscelata dovrà essere superiore al 15% (UNI EN 12802).

La granulometria delle microsfere di vetro contenute nella pittura (premiscelate), determinata con il metodo ASTM D 1214 (o UNI 9597), dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ASTM N°	Luce netta in micron	Massa passante (% in peso)
70	0.210	100
140	0.105	15 - 55
230	0.063	0 - 10

Le sfere di vetro dovranno essere sottoposte alle prove indicate nell'appendice B della norma UNI EN 1423 e non dovranno subire alcuna alterazione (velatura, opacizzazione) all'azione di soluzioni acide tamponate a pH 5,0 - 5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o solfuro di sodio.

1.3 Applicazione

1.3.1 Idoneità d'applicazione:

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della lunghezza richiesta.

1.3.2 Diluizione:

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 5% in peso.

1.3.3 Potere coprente:

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un

supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 98%. La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 2,8 e 3,1 m²/l (ASTM D2805).

1.3.4 Tempo di essiccamento:

Il tempo di essiccazione, controllato in Laboratorio secondo la norma ASTM D711, dovrà essere inferiore a 8 minuti.

La pittura quando applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,120 per ml di striscia larga cm. 12 ed alla temperatura dell'aria compresa tra i 15 e 40°C e umidità relativa non superiore al 70% dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

1.4 Caratteristiche specifiche per la versione premiscelata

1.4.1 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di durata richieste, lo spessore del film **umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno 300 micron.**

1.4.2 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno

sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un fattore di luminanza β iniziale pari ad almeno 0,50.

1.4.3 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, il coefficiente di luminanza retroriflessa R_L dovrà essere rilevato in sito in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

1.4.4 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "SRT" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa.

1.5 Caratteristiche specifiche per la versione postspruzzata

1.5.1 Caratteristiche e dosaggio delle microsfere post-spruzzate

Le microsfere di vetro per la postspruzzatura, operazione necessaria per ottenere i valori minimi di retroriflessione notturna previsti, dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423).

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,5 (UNI EN 1423).

La granulometria delle microsfere di vetro postspruzzate dovrà essere corrispondente alla granulometria indicata nel prospetto n. 3 della norma UNI EN 1423 (granulometria media):

Setaccio ASTM N°	Setacci ISO 565 R40/3 (Luce netta in micron)	Massa cumulativa trattenuta (% in peso)
25	710	0 – 2
30	600	0 – 10
45	355	30 – 70
70	210	70 - 100
120	125	95 – 100

Il dosaggio in microsfere di vetro postspruzzate dovrà essere pari a minimo 300 g/m².

1.5.2 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di visibilità e durata richieste, lo spessore del film umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno **400** micron.

1.5.3 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un fattore di luminanza β iniziale pari ad almeno **0,50**.

1.5.4 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa R_L in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale \geq **200** mcd/(m² · lx).

1.5.5 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "SRT" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa, e in ogni caso il valore SRT iniziale rilevato non dovrà essere inferiore a **50 SRT**.

1.6 Ambiente e sicurezza:

La ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente); inoltre in occasione della prima fornitura deve essere consegnata la scheda di sicurezza come previsto dal D.Lgs. n.285 del 16.07.98.

Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30.

1.7 Tabella Riassuntiva dei requisiti per la pittura acrilica, premiscelata o post-spruzzata

Caratteristiche	Valore
Peso specifico a 25 °C (ASTM D 1475)	1,6 – 1,65 kg / dm³
Viscosità a 25 °C (ASTM D 562)	85 - 95 KU

Pigmento (ASTM D1394)	≥ 14 %
Resina (UNI 9376)	≥ 15 %
Solvente (UNI EN ISO 3251)	≤ 25 %
Microsfere di vetro premiscelate: <ul style="list-style-type: none"> • sferiche senza difetti (UNI EN 1423) • indice di rifrazione (UNI EN 1423) • percentuale in peso (UNI EN 12802) • granulometria - passanti al setaccio n.70 - passanti al setaccio n. 140 - passanti al setaccio n 230 	≥ 80 % ≥ 1,5 ≥ 15 % 100 % 15 - 55 % 0 - 10%
Diluizione vernice (diluente)	≤ 5 %
Potere coprente (ASTM D 2805)	98% con 2,8 - 3,1 m ² / l
Tempo di essiccamento a 25 °C (ASTM D 711)	≤ 8 min.
Essiccamento su strada (15 - 40°C, UR ≤ 70%)	≤ 30 min.
Caratteristiche versione premiscelata	Valore
Spessore film umido	≥ 300 micron
Colore (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale 	Conformi al bianco CIE x,y ≥ 0,50
Caratteristiche versione post-spruzzata	Valore
Microsfere di vetro postspruzzate: <ul style="list-style-type: none"> • Sfericità senza difetti (UNI EN 1423) • Indice di rifrazione (UNI EN 1423) • Dosaggio • Granulometria (prospetto 3 - UNI EN 1423) <ul style="list-style-type: none"> - trattenuta al setaccio 710 - trattenuta al setaccio 600 - trattenuta al setaccio 355 - trattenuta al setaccio 212 - trattenuta al setaccio 125 	≥ 80 % ≥ 1,5 ≥ 300 g / m ² 0 - 2 % 0 - 10% 30 - 70 % 70 - 100 % 95 - 100%
Spessore film umido	≥ 400 micron
Colore (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale 	Conformi al bianco CIE x,y ≥ 0,50
Riflessione Qd (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Iniziale su asciutto 	≥ 150 mcd / (lux * m ²)
Retroriflessione R_L (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Iniziale su asciutto - Iniziale su bagnato 	≥ 200 mcd / (lux * m ²) ≥ 35 mcd / (lux * m ²)
Antiscivolosità iniziale (UNI EN 1436)	≥ 50 SRT

2. PITTURA A BASE ACQUA, PREMISCELATA O POST-SPRUZZATA

2.1 Descrizione generale

La pittura per segnaletica orizzontale di cui all'oggetto deve essere a base acqua del tipo rifrangente premiscelato - e cioè contenere microsfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione - o post-spruzzato, cioè arricchito mediante l'aggiunta di sfere di vetro durante la posa in opera.

2.2 Caratteristiche della Pittura

2.2.1 Condizioni e stabilità:

La pittura deve essere già pronta per l'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali; dovrà essere omogenea, ben dispersa e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà diventare gelatinosa od ispessirsi.

La pittura dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola e dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento fino a 6 mesi dalla data di consegna, in quanto gli eventuali quantitativi di materiale non immediatamente utilizzati debbono mantenere assolutamente inalterate le caratteristiche intrinseche ed applicative per tutto il periodo più sopra indicato.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche se applicata durante i mesi estivi su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare tracce inquinamento di sostanze bituminose.

2.2.2 Caratteristiche chimico-fisiche:

Il liquido portante dovrà essere del tipo acrilico all'acqua ed il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio.

2.2.2.1 Peso specifico:

Il peso specifico dovrà essere compreso fra 1,65 e 1,68 Kg/dm³ a 25 °C (ASTM D1475).

2.2.2.2 Viscosità:

La pittura, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le normali macchine traccialinee e la consistenza misurata con il viscosimetro Stormer-Krebs a 25 °C dovrà essere compresa fra 85 e 95 KU (ASTM D562).

La pittura che cambi consistenza entro sei mesi dopo la consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

2.2.2.3 Pigmento:

Il contenuto di biossido di titanio (TiO₂) non dovrà essere inferiore al 12% in peso sul totale del prodotto verniciante (ASTM D1394).

2.2.2.4 Resina:

Il contenuto totale di resina secca non dovrà essere inferiore al 16% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI 9376).

2.2.2.5 Solvente:

Il contenuto totale di acqua e solventi non dovrà essere superiore al 25% in peso sul totale del prodotto verniciante (UNI EN ISO 3251).

2.2.2.6 Microsfere di vetro premiscelate:

Le microsfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'80% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423).

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,5 (UNI EN 1423).

La percentuale in peso di microsfere contenute in ogni Kg di vernice premiscelata dovrà essere superiore al 15% (UNI EN 12802).

La granulometria delle microsfere di vetro contenute nella pittura (premiscelate), determinata con il metodo ASTM D 1214 (o UNI 9597), dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ASTM N°	Luce netta in micron	Massa passante (% in peso)
70	0.210	100
140	0.105	15 - 55
230	0.063	0 - 10

Le sfere di vetro dovranno essere sottoposte alle prove indicate nell'appendice B della norma UNI EN 1423 e non dovranno subire alcuna alterazione (velatura, opacizzazione) all'azione di soluzioni acide tamponate a pH 5,0 - 5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o solfuro di sodio.

2.3 Applicazione

2.3.1 Idoneità d'applicazione:

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della lunghezza richiesta.

2.3.2 Diluizione:

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di acqua fino al massimo del **5%** in peso.

2.3.3 Potere coprente:

Il rapporto di contrasto **C** (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (**Y**) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al **98%**. La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto **C**, dovrà essere compresa tra **2,5** e **2,7 m²/l** (ASTM D2805).

2.3.4 Tempo di essiccamento:

Il tempo di essiccazione, controllato in Laboratorio secondo la norma ASTM D711, dovrà essere inferiore a **10 minuti**.

La pittura quando applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,120 per ml di striscia larga cm. 12 ed alla temperatura dell'aria compresa tra i 15 e 40°C e umidità relativa non superiore al 70% dovrà asciugarsi sufficientemente entro **30 minuti** dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

2.4 Caratteristiche specifiche per la versione premiscelata

2.4.1 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di durata richieste, lo spessore del film umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno **300 micron**.

2.4.2 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,50**.

2.4.3 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, il coefficiente di luminanza retroriflessa **R_L** dovrà essere rilevato in sito in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

2.4.4 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata e comunque non inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa.

2.5 Caratteristiche specifiche per la versione post-spruzzata

2.5.1 Caratteristiche e dosaggio delle microsfere post-spruzzate

Le microsfere di vetro per la postspruzzatura, operazione necessaria per ottenere i valori minimi di retroriflessione notturna previsti, dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per l'**80%** del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme (UNI EN 1423).

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad **1,5** (UNI EN 1423).

La granulometria delle microsfele di vetro postspruzzate dovrà essere corrispondente alla granulometria indicata nel prospetto n. 3 della norma UNI EN 1423 (granulometria media):

Setaccio ASTM N°	Setacci ISO 565 R40/3 (Luce netta in micron)	Massa cumulativa trattenuta (% in peso)
25	710	0 - 2
30	600	0 - 10
45	355	30 - 70
70	210	70 - 100
120	125	95 - 100

Il dosaggio in microsfele di vetro postspruzzate dovrà essere pari a minimo 300 g/m².

2.5.2 Spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di visibilità e durata richieste, lo spessore del film umido di pittura applicato dovrà essere pari ad almeno **400** micron.

2.5.3 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE **x,y** ed un fattore di luminanza **β** iniziale pari ad almeno **0,50**.

2.5.4 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa **R_L** in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ 200 mcd/(m² · lx).

2.5.5 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa, e in ogni caso il valore SRT iniziale rilevato non dovrà essere inferiore a **50 SRT**.

2.6 Ambiente e sicurezza:

La ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente); inoltre in occasione della prima fornitura deve essere consegnata la scheda di sicurezza come previsto dal D.Lgs. n.285 del 16.07.98.

Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30.

2.7 Tabella Riassuntiva dei requisiti per la pittura a base acqua, premiscelata o post-spruzzata

Caratteristiche generali	Valore
Peso specifico a 25 °C (ASTM D 1475)	1,65 - 1,68 kg / dm³
Viscosità a 25 °C (ASTM D 562)	85 - 95 KU
Pigmento (ASTM D1394)	≥ 12 %

Resina (UNI 9376)	$\geq 16 \%$
Solvente (UNI EN ISO 3251)	$\leq 25 \%$
Microsfere di vetro premiscelate: <ul style="list-style-type: none"> • sferiche senza difetti (UNI EN 1423) • indice di rifrazione (UNI EN 1423) • percentuale in peso (UNI EN 12802) • granulometria - passanti al setaccio n.70 - passanti al setaccio n. 140 - passanti al setaccio n 230 	$\geq 80 \%$ $\geq 1,5$ $\geq 15 \%$ 100 % 15 - 55 % 0 - 10 %
Diluizione vernice (acqua)	$\leq 5 \%$
Potere coprente (ASTM D 2805)	98% con 2,5 - 2,7 m² / l
Tempo di essiccamento a 25 °C (ASTM D 711)	$\leq 10 \text{ min.}$
Essiccamento su strada (15 - 40°C, UR $\leq 70\%$)	$\leq 30 \text{ min.}$
Caratteristiche versione premiscelata	Valore
Spessore film umido	$\geq 300 \text{ micron}$
Colore (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale 	Conformi al bianco CIE x,y $\geq 0,50$
Caratteristiche versione post-spruzzata	Valore
Microsfere di vetro postspruzzate: <ul style="list-style-type: none"> • Sfericità senza difetti (UNI EN 1423) • Indice di rifrazione (UNI EN 1423) • Dosaggio • Granulometria (prospetto 3 – UNI EN 1423) <ul style="list-style-type: none"> - trattenuta al setaccio 710 - trattenuta al setaccio 600 - trattenuta al setaccio 355 - trattenuta al setaccio 212 - trattenuta al setaccio 125 	$\geq 80 \%$ $\geq 1,5$ $\geq 300 \text{ g / m}^2$ 0 - 2 % 0 - 10 % 30 - 70 % 70 - 100 % 95 - 100 %
Spessore film umido	$\geq 400 \text{ micron}$
Colore (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale 	Conformi al bianco CIE x,y $\geq 0,50$
Riflessione Qd (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Iniziale su asciutto 	$\geq 150 \text{ mcd / (lux * m}^2)$
Retroriflessione R_L (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Iniziale su asciutto - Iniziale su bagnato 	$\geq 200 \text{ mcd / (lux * m}^2)$ $\geq 35 \text{ mcd / (lux * m}^2)$
Antiscivolosità iniziale (UNI EN 1436)	$\geq 50 \text{ SRT}$

C) *Bicomponenti colati a freddo*

3. BICOMPONENTE PLASTICO STRUTTURATO, VISIBILE SU BAGNATO

3.1 Descrizione generale

I prodotti plastici a freddo di cui all'oggetto, dovranno essere costituiti da aggregati di colore chiaro, pigmenti, inerti e microsfere in ceramica (o equivalenti), legate insieme da resine sintetiche di tipo acrilico. Tali materiali dovranno poter essere utilizzati sia per la delineazione di segnaletica longitudinale, che di passaggi pedonali, fasce di arresto, etc.

Le particelle retroriflettenti dovranno conferire al prodotto applicato elevate caratteristiche di visibilità in qualsiasi condizione atmosferica, comprese le situazioni di pioggia o superficie bagnata.

3.2 Caratteristiche del bicomponente

3.2.1 Caratteristiche chimico-fisiche:

Il liquido portante dovrà essere del tipo metil-metacrilato ed il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio.

3.2.1.1 Peso specifico:

Il peso specifico dovrà essere compreso tra **1,9** e **2,0** Kg/dm³ a 25 °C (ASTM D1475).

3.2.2.3 Pigmento:

Il contenuto di biossido di titanio (TiO₂) dovrà essere compreso tra il **5** e il **10%** in peso sul totale del prodotto verniciante (ASTM D1394).

3.3 Post-spruzzatura: Caratteristiche degli elementi ottici ad elevate prestazioni

3.3.1 Proprietà e dosaggio:

Gli elementi ottici ad elevate prestazioni di cui all'oggetto, dovranno essere costituiti da microsfere cristalline di tipo ceramico o equivalenti, in grado di offrire caratteristiche di visibilità in qualsiasi condizione atmosferica, compreso in particolare il caso di superficie bagnata.

Per ottimizzare la resa fotometrica nelle condizioni citate, gli elementi ottici dovranno essere costituite da una miscela di microsfere con indici di rifrazione pari ad almeno **1,8** o a **2,4**.

Il dosaggio degli elementi ottici ad elevate prestazioni dovrà essere pari a minimo 200 g/m².

All'interno della miscela di particelle ottiche potranno essere aggiunte anche microsfere in vetro di varia granulometria, purché conformi alla Norma UNI EN 1423.

3.4 Applicazione e caratteristiche di visibilità

3.4.1 Dosaggio e spessore del film umido:

Al fine di mantenere le caratteristiche di visibilità e di durata richieste, la quantità di materiale da applicare dovrà essere pari ad almeno **2,7** kg/m², pari a spessori variabili tra **1,5** e **3** millimetri.

3.4.2 Tempo di essiccamento:

La pittura applicata sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, alla temperatura dell'aria compresa tra i 15 e 40°C e umidità relativa non superiore al 70% dovrà asciugarsi sufficientemente entro **20 minuti** dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

3.4.3 Visibilità diurna:

Per quanto concerne la visibilità diurna della segnaletica orizzontale, si dovrà valutare la riflessione della luce del giorno sulla segnaletica orizzontale asciutta secondo la metodologia definita nella Norma UNI EN 1436.

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un coefficiente di luminanza diffusa

Q_d iniziale pari ad almeno **160** mcd/(m² · lx).

3.4.4 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa **R_L** in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ 300 mcd/(m² · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ 100 mcd/(m² · lx) per una durata di almeno **36** mesi.

In condizioni di superficie stradale bagnata, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa **R_w** in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa su bagnato dovrà avere un valore iniziale ≥ 55 mcd/(m² · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ 25 mcd/(m² · lx) per una durata di almeno **36** mesi.

3.4.5 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "SRT" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore al 75 % dei valori misurati in corrispondenza della pavimentazione limitrofa, e in ogni caso il valore SRT iniziale rilevato non dovrà essere inferiore a **55 SRT**.

3.5 Ambiente e sicurezza:

La ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente); inoltre in occasione della prima fornitura deve essere consegnata la scheda di sicurezza come previsto dal D.Lgs. n.285 del 16.07.98.

Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30.

3.6 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il bicomponente plastico strutturato, visibile su bagnato

Caratteristiche	Valore
Peso specifico a 25 °C (ASTM D 1475)	1,9 – 2,0 kg / dm³
Pigmento (ASTM D1394)	5 – 10 %
Elementi ottici ad elevate prestazioni: <ul style="list-style-type: none"> • indice di rifrazione • dosaggio 	$\geq 1,8$ e $\geq 2,4$ ≥ 200 g / m²
Dosaggio bicomponente	$\geq 2,7$ kg / m²
Spessore applicato	1,5 – 3 mm
Essiccamento su strada (15 - 40°C, UR \leq 70%)	≤ 20 min.
Colore (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Coordinate colorimetriche - Luminanza diffusa iniziale 	Conformi al bianco CIE x,y ≥ 160
Rifrangenza (UNI EN 1436) <ul style="list-style-type: none"> - Iniziale su asciutto - Iniziale su bagnato - In uso su asciutto (min. 36 mesi) - In uso su bagnato (min. 36 mesi) 	≥ 300 mcd / (lux * m²) ≥ 55 mcd / (lux * m²) ≥ 100 mcd / (lux * m²) ≥ 35 mcd / (lux * m²)
Antiscivolosità iniziale (UNI EN 1436)	≥ 55 SRT

D) Laminati elastoplastici

4. LAMINATO AD ALTISSIMA RIFRANGENZA PER SEGNALETICA LONGITUDINALE

4.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo ad altissima rifrangenza ed antisdrucchiolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsferi in vetro e ceramica (o equivalenti). Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsferi e le particelle antiscivolo

risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il suddetto materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme ISO UNI EN 9000.

4.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore compreso tra **1,5** e **2** mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

4.1.3 Microsfere

Le microsfere del tipo in ceramica (o equivalente) ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a **1,7**.

Il materiale dovrà contenere al suo interno anche microsfere in vetro, ad indice di rifrazione non inferiore a **1,5**.

4.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

4.2.1 Visibilità diurna:

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un fattore di luminanza β iniziale pari ad almeno **0,60**.

4.2.2 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa R_L in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ 400 mcd/(m² · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ 100 mcd/(m² · lx) per una durata di almeno **48** mesi.

4.2.3 Resistenza al derapaggio La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "SRT" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **60 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **48** mesi.

4.3 Posa in opera

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente mediante uno speciale "primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

4.4 Garanzia

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **48** mesi su tutti i tipi di pavimentazione, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.

Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato comprovante la presenza di microsfere in ceramica
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

4.5 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad altissima rifrangenza per segnaletica longitudinale

Caratteristiche	Valore
Spessore	1,5 – 2 mm
Indice di rifrazione microsfere in ceramica	> 1,7
Indice di rifrazione microsfere in vetro	≥ 1,5
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	Conformi al bianco CIE x,y ≥ 0,60
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 48 mesi)	≥ 400 mcd / (lux * m ²) ≥ 100 mcd / (lux * m ²)
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 48 mesi)	≥ 60 SRT ≥ 45 SRT
Durata - su tutti i tipi di pavimentazione, eccetto porfido	≥ 48 mesi

5. LAMINATO AD ALTA RIFRANGENZA PER SEGNALETICA LONGITUDINALE

5.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo ad alta rifrangenza ed antiscivolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsfere in vetro e ceramica (o equivalenti). Le microsfere e le particelle antiscivolo dovranno cioè risultare immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000.

5.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore non inferiore a 1 mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

5.1.3 Microsfere

Le microsfere del tipo in ceramica (o equivalente) ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a 1,7.

Il materiale dovrà contenere al suo interno anche microsfere in vetro, ad indice di rifrazione non inferiore a 1,5.

5.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

5.2.1 Visibilità diurna:

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un fattore di luminanza β iniziale pari ad almeno **0,60**.

5.2.2 **Visibilità notturna:**

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa R_L in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ 300 mcd/(m² · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ 100 mcd/(m² · lx) per una durata di almeno **24** mesi.

5.2.3 **Resistenza al derapaggio**

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "**SRT**" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **55 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **24** mesi.

5.3 **Posa in opera**

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente mediante uno speciale "primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

5.4 **Garanzia**

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **24** mesi su tutti i tipi di pavimentazione, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.

Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato comprovante la presenza di microsfele in ceramica
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

5.5 **Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad alta rifrangenza per segnaletica longitudinale**

Caratteristiche	Valore
Spessore	≥ 1 mm
Indice di rifrazione microsfele in ceramica	$> 1,7$

Indice di rifrazione microsferi in vetro	$\geq 1,5$
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	Conformi al bianco CIE x,y $\geq 0,60$
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	$\geq 300 \text{ mcd} / (\text{lux} \cdot \text{m}^2)$ $\geq 100 \text{ mcd} / (\text{lux} \cdot \text{m}^2)$
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	$\geq 55 \text{ SRT}$ $\geq 45 \text{ SRT}$
Durata - Applicazione su tutti i tipi di pavimentazione, eccetto porfido	$\geq 24 \text{ mesi}$

6. LAMINATO AD ALTA RIFRANGENZA PER SEGNALETICA LONGITUDINALE, PASSAGGI PEDONALI E SIMBOLOGIE

6.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo ad alta rifrangenza ed antisdrucchiolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsferi in vetro. Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsferi e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il suddetto materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme ISO UNI EN 9000.

6.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore compreso tra **1,5** e **2** mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

6.1.3 Microsferi

Le microsferi in vetro ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a **1,5**.

6.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

6.2.1 Visibilità diurna:

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un fattore di luminanza β iniziale pari ad almeno **0,60**.

6.2.2 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa R_L in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale $\geq 250 \text{ mcd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$ ed un valore in uso in normali condizioni di traffico $\geq 100 \text{ mcd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$ per una durata di almeno **24** mesi.

6.2.3 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "SRT" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **55 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **24** mesi.

6.3 Posa in opera

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente con o senza l'uso di una preparatore di superficie (primer), eventualmente da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

6.4 Garanzia

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **24** mesi su pavimentazioni nuove con il metodo ad incasso e in generale per applicazioni con primer, oppure non inferiore a **18** mesi per applicazioni senza primer, su tutti i tipi di pavimentazione già esistenti, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.

Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

6.5 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad alta rifrangenza per segnaletica longitudinal e, passaggi pedonali e simbologie

Caratteristiche	Valore
Spessore	1,5 – 2 mm
Indice di rifrazione microsferi in vetro	≥ 1,5
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	Conformi al bianco CIE x,y ≥ 0,60
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	≥ 250 mcd / (lux * m²) ≥ 100 mcd / (lux * m²)
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 24 mesi)	≥ 55 SRT ≥ 45 SRT
Durata - Applicazione su nuovo (metodo ad incasso) o con primer - Applicazione su esistente senza primer, eccetto porfido	≥ 24 mesi ≥ 18 mesi

7. LAMINATO PER PASSAGGI PEDONALI E SIMBOLOGIE

7.1 Descrizione generale

Laminato elastoplastico autoadesivo, rifrangente ed antiscivolo con supporto in gomma contenente polimeri di alta qualità e microsferi in vetro. Il prodotto dovrà presentare un'architettura con elementi in rilievo la cui superficie deve essere superiore al 50% dell'area totale del laminato in cui le microsferi e le particelle antiscivolo risultino immerse in una speciale resina ad alta resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco. Il suddetto materiale dovrà essere prodotto da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme ISO UNI EN 9000.

7.1.2 Spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore compreso tra **0,8** e **1,2** mm. Il prodotto una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione (art. 137 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

7.1.3 Microsferi

Le microsferi in vetro ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrazione superiore a **1,5**.

7.2 Caratteristiche di visibilità

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti, definiti nella Norma UNI EN1436:

7.2.1 Visibilità diurna:

La determinazione del colore sarà fatta in Laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per almeno 24 ore.

La vernice bianca dovrà possedere caratteristiche colorimetriche conformi all'area definita dalla Norma citata nel diagramma colorimetro CIE x,y ed un fattore di luminanza β iniziale pari ad almeno **0,60**.

7.2.2 Visibilità notturna:

In condizioni di superficie stradale asciutta, dovrà essere rilevato sulla segnaletica orizzontale il coefficiente di luminanza retroriflessa R_L in accordo con la Norma UNI EN 1436 (angolo di illuminazione 1.24° - angolo di osservazione 2.29°).

Il coefficiente di luminanza retroriflessa dovrà avere un valore iniziale ≥ 300 mcd/(m² · lx) ed un valore in uso in normali condizioni di traffico ≥ 100 mcd/(m² · lx) per una durata di almeno **18** mesi.

7.2.3 Resistenza al derapaggio

La resistenza al derapaggio (antiscivolosità) della segnaletica orizzontale, sarà rilevata in accordo con la Norma UNI EN 1436, con l'apparecchio portatile a pendolo (British portable skid resistance tester). I valori misurati saranno espressi in unità "SRT" (Skid Resistance Tester Number).

La segnaletica orizzontale dovrà possedere caratteristiche di antiscivolosità simili a quelle rilevate nella pavimentazione stradale su cui essa è applicata.

La resistenza all'attrito iniziale dei segnali orizzontali non dovrà essere inferiore a **60 SRT**, ed il valore in uso, in normali condizioni di traffico, non dovrà essere inferiore a **45 SRT** per una durata di almeno **18** mesi.

7.3 Posa in opera

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazione già esistente con o senza l'uso di una preparatore di superficie (primer), eventualmente da applicare solamente sul manto d'asfalto.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e margine), il suddetto materiale dovrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio.

7.4 Garanzia

La Ditta appaltatrice, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantire la durata, in normali condizioni di traffico, non inferiore a **24** mesi su pavimentazioni nuove con il metodo ad incasso, oppure non inferiore a **18** mesi su tutti i tipi di

pavimentazione già esistenti, ad esclusione del porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione. Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato. Ai sensi del D.LGS. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare MIN LLPP 16/05/97 n° 2357, per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato di antiscivolosità
- certificato di rifrangenza
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta appaltatrice sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

7.5 Tabella Riassuntiva dei requisiti per il laminato ad alta rifrangenza per segnaletica longitudinale, passaggi pedonali e simbologie

Caratteristiche	Valore
Spessore	0,8 – 1,2 mm
Indice di rifrazione microsferi in vetro	> 1,5
Colore (UNI EN 1436) - Coordinate colorimetriche - Fattore di luminanza iniziale	Conformi al bianco CIE x,y ≥ 0,60
Rifrangenza (UNI EN 1436) - Iniziale su asciutto - In uso su asciutto (min. 18 mesi)	≥ 300 mcd / (lux * m²) ≥ 100 mcd / (lux * m²)
Antiscivolosità (UNI EN 1436) - Iniziale - In uso su asciutto (min. 18 mesi)	≥ 60 SRT ≥ 45 SRT
Durata - Applicazione su nuovo (metodo ad incasso) - Applicazione su tutti i tipi di pavimentazione, eccetto porfido	≥ 24 mesi ≥ 28 mesi

E) Prestazioni e requisiti della segnaletica orizzontale

Il presente articolo richiama la norma europea UNI EN 1436/2004 e l'obbligo dell'appaltatore al rispetto integrale della stessa norma, anche per le parti non espressamente riportate.

La norma specifica le prestazioni che la segnaletica orizzontale di colore bianco e giallo deve possedere per garantire all'utente della strada una buona funzionalità.

Vengono di seguito definiti tali requisiti, in base a quanto previsto dalla Norma UNI EN 1436/2004.

Gli standard prestazionali richiesti sono la riflessione in condizioni di luce diurna e di illuminazione artificiale (Qd), la retroriflessione in condizioni di illuminamento mediante i fari degli autoveicoli (R_L), il colore e la resistenza allo derapaggio.

Per le verifiche dei parametri prestazionali previsti ci si dovrà basare sulle metodologie eseguibili con “**strumentazione puntuale**” e tutti i sistemi e metodi di misurazione devono basarsi sulla norma di riferimento UNI EN 1436/2004.

I valori che saranno di norma controllati ai fini delle valutazioni della DL saranno prioritariamente la riflessione (Qd) e la retroriflessione con luce artificiale (R_L) (visibilità notturna). In caso di non rispetto dei minimi richiesti, anche di uno dei parametri suddetti, l'appaltatore dovrà rifare a sue spese e senza pretendere nessun compenso aggiuntivo, il rifacimento della segnaletica orizzontale nel tratto stradale che non ha soddisfatto entrambi i requisiti minimi (Qd ed R_L).

Qualora l'appaltatore non ottemperi al rifacimento della segnaletica orizzontale che non ha rispettato i requisiti di accettabilità minimi richiesti, si dovrà procedere come di seguito:

- mancato riconoscimento negli atti contabili delle lavorazioni eseguite nel tratto stradale oggetto di non rispetto dei requisiti minimi di accettabilità;
- sospensione dei pagamenti emessi in corso d'opera per l'importo pari alle lavorazioni oggetto di contestazione e di non rispetto dei requisiti di accettabilità;
- eventuale rivalsa sulla cauzione definitiva redatta ai sensi dell'art. 113 del D.Lgs. n. 163/2006; possibilità di richiamare tale inadempimento nei casi rientranti nell'art. 136 del D.Lgs. n. 163/2006, in quanto tale mancata obbligazione compromette la buona riuscita dei lavori

Art. 76 – Segnaletica stradale verticale

La Ditta aggiudicataria in ottemperanza ed ai sensi del DPR 573/94 e della Circ.Min. LL.PP. 16/05/96 n. 2357 e successive modificazioni, dovrà presentare:

- 1) Dichiarazione attestante il possesso dei requisiti di cui all'Art. 45 comma 8 del D.LGS n. 285 del 30/4/92, rilasciato dal Ministero LLPP o, in alternativa, una *dichiarazione impegnativa* di rivolgersi ad impresa dotata dei suddetti requisiti.
- 2) La certificazione di qualità aziendale.
- 3) *Certificato di conformità* di prodotto, redatto secondo quanto stabilito dalla circ. 3652 del 17.6.98 G.U. n. 168 del 21.7.98 e n. 1344 dell'11/3/99 e successive modifiche.

In mancanza delle suddette certificazioni non potrà essere avviata alcuna procedura contrattuale.

MANUTENZIONE SEGNALETICA VERTICALE

Quando a giudizio della Direzione lavori, i sostegni siano ritenuti ancora in condizioni tali da non necessitare della loro rimozione, mentre il messaggio è ammalorato, all'Appaltatore potrà essere chiesto, oltre alla fornitura in opera del segnale stradale, anche la manutenzione del sostegno.

Questo dovrà essere reso perfettamente verticale, se del caso, rifacendo o rinforzando il basamento.

E' tassativamente vietata la rimozione del cartello stradale ammalorato senza la immediata sostituzione con uno nuovo in quante il messaggio deve essere comunque sempre visibile.

Gli scavi dovranno essere eseguiti a mano o a macchina su qualunque tipo di pavimentazione.

Nessun maggior compenso verrà riconosciuto all'Appaltatore per presenza di calcestruzzo, macigni, e per esistenza palese o celata nel terreno di fondazioni, canali, fognature, ecc..

Prima di precedere agli scavi l'Appaltatore dovrà rilevare a propria cura e spese l'esistenza di cavi, tubazioni e altri servizi che possano ostacolare i lavori.

Nel caso si arrecasse danno a persone e/o cose, l'Appaltatore appaltatrice dovrà sollevare da ogni responsabilità civile o penale ai funzionari e l'Amministrazione stessa.

Dovrà comunque segnalare immediatamente l'inconveniente alla DL.

I basamenti dovranno essere costruiti in calcestruzzo cementizio, dosaggio ql.3 di cemento per metro cubo d'impasto, dimensionato in base alla lunghezza del Sostegno e alla dimensione dei segnali ancorati su di esso.

Quando il lavoro consista sole nella rimozione del sostegno esistente, senza la posa di altro sostegno nuovo, la ditta dovrà asportare tutte le macerie che si sono prodotte e riempire la buca costipandola e livellando il terreno. Se poi suddetta buca si trova su una banchina o marciapiede asfaltati, si dovrà chiudere la buca con un buon strato di malta di cemento anch'esso livellato.

Si ripristinerà in ogni caso la pavimentazione con prodotti di tinta uguale alla zona circostante alla buca.

Il materiale di risulta (terra, macerie, ecc.), dovrà essere immediatamente rimosso e trasportato alle pubbliche discariche.

Ai magazzini dei NN.OO.EE, senza ulteriore onere per l'Amministrazione, dovranno essere trasportati i manufatti metallici.

Qualora si rendesse necessario rimuovere cestini dei rifiuti o cartelli pubblicitari abusivi, su ordine della DL, la ditta Appaltatrice ha l'obbligo di portare detto materiale presso i magazzini o in altra località ad essa indicata, comunicando la posizione esatta della località in cui si è rinvenuto suddetto materiale.

Presso l'ufficio Viabilità sono depositati i campioni di sostegni e cartelli stradali ai quali la ditta

aggiudicataria dovrà uniformarsi sia nella struttura che nella qualità dei singoli materiali. Inoltre per un preliminare accertamento l'Appaltatore aggiudicatario dei lavori avrà l'obbligo, su richiesta della DL, prima di iniziare la costruzione in serie dei segnali stradali, di consegnare alla DL un campione al vero dei prodotti quali:

- sostegno tubolare,
- per i pannelli aggiuntivi più significativi una bozza per verificare la grafica, la dicitura e l'impaginazione del cartello stesso.

L'Appaltatore non potrà dare corso ai lavori se non avrà avuto il benestare della DL sulla grafica e l'impaginazione dei segnali e delle bozze sottoposte all'esame.

Si evidenzia che questo preliminare controllo della grafica non pregiudica la possibilità, da parte della DL di intervenire, in qualunque momento, fino al collaudo finale, per controllare, e nel caso rifiutare quei materiali che non rispondessero per qualità o lavorazioni alle richieste citate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

PRESCRIZIONI TECNICHE SEGNALETICA VERTICALE

NORME TECNICHE PER I SEGNALI ED I SUPPORTI.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi ai basamenti di fondazione, dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Appaltatore, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/ora.

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada approvato con DPR 16/12/1992 n. 495, e come modificato dal DPR 16/09/96 n.610.

I segnali stradali dovranno essere prodotti obbligatoriamente da ditte in possesso dei requisiti specificati all'art. 45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285 e dovranno essere riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per la pellicola di classe 1 e di classe 2; pertanto non potranno essere utilizzate pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio .

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di far eseguire a propria cura e spese prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti e compensi per questo titolo. Qualora dalle analisi e dalle prove fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, varrà ad ogni effetto la norma: - *la Ditta fornitrice è tenuta a sostituire nel minor tempo possibile, a proprie cura e spese, tutto il materiale che non dovesse essere conforme alle prescrizioni richieste.*

La Ditta aggiudicataria è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi, disposti dalla Direzione dei Lavori presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali usati per la fornitura.

SEGNALI

Requisiti tecnici richiesti dal Nuovo Codice della strada e dal relativo regolamento di esecuzione ed attuazione, nonché dai Disciplinari tecnici emendati dal Ministero dei Lavori Pubblici e dal progetto CEN prEN 12899 - edizione Giugno 1997 circolari ministeriali LL PP N. 3652 del 17/06/1998 e successive integrazioni 1343-1344 DL 11/03/1999.

- FACCIA ANTERIORE -

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto, dovranno essere applicate, a richiesta dell'Amministrazione, ai sensi dell'Art.79 comma 11 del DPR 495 del 16/12/92 e successive modificazioni ed integrazioni, pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.95.

Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale a pezzo unico, intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, stampato

mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante della pellicola retroriflettente e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto previsto dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada, di cui il DPR 16/12/1992 N.495 e succ. modifiche. L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto e per i segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali di preavviso e di direzione di nuova Installazione. Il predetto impiego è facoltativo per i segnali: divieto di accesso, limiti di velocità, direzione obbligatoria, delineatori speciali.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall' Art. 194, comma 1, DPR 16/12/1992 n. 495 e succ.modifiche.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

- PELLICOLE -

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura in oggetto del presente appalto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvate da Ministero dei LL.PP. con decreto del 31/03/1995 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN ISO 9000.

Pellicola di Classe 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

Pellicola di Classe 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicola retroriflettenti di classe 2.

- RETRO DEI CARTELLI -

Sul retro dei segnali, di colore neutro opaco, il produttore deve apporre, oltre a quanto previsto dal comma 7 dell'art.77 del DPR 495/92, nello stesso spazio previsto di cmq. 200, il marchio dell'Organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato.

FONDAZIONE E POSA IN OPERA

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'appaltatore tenendo presente che, sotto la sua responsabilità, gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di km 150/ora.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo gli ordinativi della Direzione dei Lavori. Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Appaltatore ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Le prescrizioni per l'installazione dei segnali verticali devono rispondere a quanto citato nell'art.81 del regolamento di esecuzione ed attuazione del codice della strada, di cui il DPR 16/12/92 N.495.

SUPPORTI

Dovranno essere realizzati in laminato di alluminio semicrudo puro al 99,5% - 1050 a (UM 4507) valori aggiornati con Norme UM FA 60 Edizione Luglio 1975.

Lo spessore del laminato dovrà essere non inferiore a 25/10 di mm.(per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie entro i 5 mq.) e dello spessore non superiore a 30/10 di mm per targhe superiori a mq 5 di superficie.

Il supporto dovrà essere scatolato con bordatura d'irrigidimento su tutto il perimetro, non inferiore a cm.1,5.

Sul retro dovrà essere munito di attacchi scanalati ove verranno alloggiare le staffe per l'applicazione dei sostegni.

Gli attacchi scanalati dovranno essere resi solidali al Supporto con idoneo numero di punti di saldatura che ne impediscano il minimo distacco in fase di serraggio delle staffe con gli appositi dadi e bulloni, o con nastro d'acciaio.

Gli attacchi scanalati e le staffe dovranno inoltre essere dimensionati in modo tale da non subire la pur minima deformazione in detta fase di serraggio.

La faccia posteriore dovrà essere verniciata in grigio neutro.

I supporti di superficie superiore a mq 0,4 dovranno essere rinforzati posteriormente con profilati di alluminio scanalato di larghezza pari a quella della targa ed in numero di due per il primo metro di altezza, più uno ogni metro o frazione di metro successive.

Nella scanalatura verranno alloggiare le relative staffe per l'applicazione sui sostegni.

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

ACCESSORIE TRATTAMENTI

I bulloni e i dadi dovranno essere in acciaio INOX e le staffe in acciaio INOX o alluminio.

I supporti di tutti i cartelli stradali, pannelli, ecc., costruiti con laminati di alluminio, dovranno essere verniciati sulla faccia posteriore (colore grigio neutro).

Il tipo di vernice e di tecnica per l'esecuzione della verniciatura, dovranno essere i più idonei e rispondenti al tipo di materiale in questione, anche in funzione dell'esposizione agli agenti atmosferici.

SOSTEGNI

Del tipo a bandiera, a farfalla o a portale, nelle misure richieste, in acciaio zincato a caldo, resistenti ad un'azione del vento spirante a 150 km/h con ritti monolitici di sezione rettangolare, circolare, ottagonale ecc., tale da avere il massimo modulo resistente a flessione disposto secondo la presumibile direzione di massima sollecitazione. I sostegni saranno completi di:

- attacchi e staffe in acciaio zincato per l'aggancio della segnaletica;
- piastra di base in acciaio zincato a caldo o in acciaio INOX; contropiastra, tirafondi, bulloni e rondelle in acciaio INOX e quant'altro necessario per la realizzazione a regola d'arte del sostegno;
- scanalatura per evitare gli effetti rotazionali del pannello della segnaletica installato.

Il sostegno inoltre dovrà essere dimensionate in maniera tale da resistere all'azione degli agenti atmosferici, ed in particolare ad un'azione del vento spirante alla velocità di 42 m/s. Per ogni altra indicazione si farà riferimento alle norme UNI, al DM, alla Circ. del Min. LL.PP. in materia di opere in acciaio, al DL 30/04/1992 n. 285, dei DPR 16/12/1992 n. 495.

Il calcolo della stabilità della struttura e della fondazione dovrà essere firmata da un professionista abilitato; la ditta Appaltatrice, a sua cura e spese, dovrà consegnare alla DL in duplice copia la relazione tecnica comprendente il calcolo di stabilità di cui sopra e i disegni quotati delle strutture con evidenziati i particolari del fissaggio e dimensioni della bulloneria.

I sostegni per i segnali verticali saranno in ferro tubolare diametro 60, 90, in acciaio Fe360 spessore minimo 2,9 mm chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme UNI5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 kg/m.

Previo parere della Direzione dei lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8 mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dalla ditta appaltatrice.

Le paline in acciaio saranno zincate a caldo (spessore della zincatura di almeno 80 micron).

La zincatura dovrà coprire integralmente il sostegno senza che vi siano punti di discontinuità sulla superficie.

La parte superiore dei sostegni tubolari sarà chiusa alla sommità con tappo in plastica; quella inferiore avrà un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio saldate diametro 10 mm, lunghezza 200 mm compreso nella fornitura, e comunque conformemente alle prescrizioni previste all'art. 82 DPR n. 495 del 16/12/92.

CAPO IV

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

Art. 77 - Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco voci.

I lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la direzione dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se né terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla direzione lavori e dall'impresa.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'Appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione dei Lavori con sufficiente preavviso.

Art. 78 - Movimento di materia – Scavi e rilevati

Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e pertinenze secondo le prescrizioni del progetto o di spostamenti eventuali ordinati per iscritto dalla Direzione lavori, verrà determinato col metodo geometrico delle sezioni ragguagliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, salvo la facoltà all'Impresa ed alla Direzione dei lavori di interporne altre o aumentarne il numero per meglio adattarle alla configurazione dei terreni. All'atto della consegna dei lavori, l'Impresa eseguirà in contraddittorio con la Direzione lavori la verifica delle sezioni trasversali e relative quote dello stato di fatto. Sulla scorta di tale rilievo e da quelli da effettuarsi ad opera terminata, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà computato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la realizzazione dell'opera.

A) PREPARAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI

La preparazione dei piani di posa dei rilevati, eseguiti sulla base dei dati progettuali, salvo diversa indicazione impartita per iscritto dalla Direzione lavori, verrà computata per il volume di scavo rispetto al piano di campagna come scavo di sbancamento.

Solo nel caso di scavi scoticamento, fino ad una profondità media di cm 20 dal piano di campagna, tale onere si intende già compreso nel prezzo riguardante la formazione di rilevati. Pertanto, solo nei casi di una eventuale bonifica del piano di posa oltre lo spessore medio di 20 cm per la rimozione del terreno vegetale, tale maggiore scavo ed il relativo riempimento in materiale idoneo da rilevato verranno compensati a parte con le rispettive voci di elenco.

B) PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE IN TRINCEA

Lo scavo del cassonetto nei tratti in trincea, delle cunette e dei fossi di guardia sarà pagato col prezzo a metro cubo dello scavo di sbancamento.

La compattazione meccanica dei piani di posa nei tratti in trincea (sottofondo) verrà compensata a metro quadrato di superficie effettivamente trattata. Con le voci di elenco relativa alla preparazione del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea si intendono compensati tutti gli oneri previsti nelle specifiche "Movimenti di terre", per ottenere la densità ed il modulo di compressibilità prescritti.

Se, in relazione alle caratteristiche del terreno costituente il piano di posa della sovrastruttura, la Direzione dei lavori ordinasse la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una determinata profondità al di sotto del piano del cassonetto, lo scavo sarà pagato con il prezzo dello scavo di sbancamento ed il materiale arido con il relativo prezzo d'elenco.

C) SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amministrazione appaltante. L'Impresa appaltatrice potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano ritenuti idonei dalla Direzione lavori, nei limiti previsti per l'esecuzione dei lavori e per quelle lavorazioni di cui è stabilito il prezzo di elenco con materiali provenienti da scavi.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di sbancamento.

Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Impresa dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il prezzo relativo agli scavi in genere, da eseguirsi con le modalità prescritte agli artt. "Movimenti di terre", comprende tra gli oneri particolari:

- il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto in aree messe a disposizione dalla Direzione Lavori; lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza; la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia; gli esaurimenti d'acqua negli scavi di sbancamento.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare e armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti. Nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature.

Nel caso degli scavi in terra, solo i trovanti rocciosi o fondazioni di murature aventi singolo volume superiore a 1 mc, se rotti, verranno compensati con i relativi prezzi d'Elenco ed il loro volume sarà detratto da quello degli scavi in terra.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurate a partire dal piano dello scavo di sbancamento. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né successivo riempimento a ridosso delle murature che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm.20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel prezzo di Elenco degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per l'occupazione delle aree di deposito.

Per i materiali non ritenuti idonei dalla Direzione lavori per la formazione di rilevati, dovranno essere redatti i relativi verbali di accertamento al fine di determinare la quantità che entrerà a far parte del computo del volume di materiali di cui al successivo punto E).

D) RILEVATI

L'area delle sezioni in rilevato o a riempimento verrà computata rispetto al piano di campagna senza

tenere conto né dello scavo di scoticamento, per una profondità media di cm 20; né dell'occorrente materiale di riempimento; né dei cedimenti subiti dal terreno stesso per effetto del costipamento meccanico o per naturale assestamento; né della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dalla Direzione lavori, il maggiore rilevato non verrà contabilizzato, e l'Impresa, se ordinato dalla Direzione lavori, rimuoverà, a cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla Direzione lavori.

I prezzi relativi ai rilevati saranno applicati anche per la formazione degli arginelli in terra.

L'onere della riduzione dei materiali provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione in roccia o da scavi in galleria, onde ottenere la pezzatura prevista dagli artt. "Movimenti di terre" per il loro reimpiego a rilevato, è compreso e compensato con i relativi prezzi dello scavo di sbancamento, allo scavo di fondazione in roccia da mina ed allo scavo in galleria.

Qualora l'Impresa, per ragioni di propria convenienza, non ritenesse opportuno procedere alla riduzione di tali materiali, previo ordine scritto della Direzione lavori, potrà portare a rifiuto i materiali rocciosi e sostituirli con un uguale volume di materiali provenienti da cave di prestito appartenenti al gruppo A₁ (classifica C.N.R. – UNI 10006) i quali ultimi, però, verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

Pertanto nella formazione dei rilevati compensati a metro cubo, sono compresi i seguenti oneri:

- lo scoticamento (fino a 20 cm dal piano di campagna), la compattazione del piano di posa, il taglio e la rimozione di alberi, cespugli e ceppaie, il prelievo e il trasporto dei materiali occorrenti da qualsiasi distanza e con qualunque mezzo, la compattazione meccanica tale da garantire il raggiungimento delle specifiche riportate negli artt. "Movimenti di terre", le bagnature, i necessari scarichi, la sistemazione delle scarpate e il loro rivestimento con terreno vegetale dello spessore di 30 cm, la profilatura dei cigli e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

E) RILEVATI CON MATERIALI PROVENIENTI DA CAVE DI PRESTITO

Il volume V di materiali provenienti da cava di prestito sarà dedotto convenzionalmente in base al seguente conteggio:

$$V = V_r - V_s - A_{sr} \times 0,20 + V_{mu}$$

dove:

- V_r: volume totale dei rilevati e dei riempimenti (compresi quelli occorrenti per il piano di posa dei rilevati e delle trincee) per l'intera lunghezza del lotto o tratto di strada;
- V_s: volume degli scavi di sbancamento, di fondazione ed in galleria, per le quantità ritenute utilizzabili dalla Direzione lavori per il reimpiego in rilevato od in riempimento;
- A_{sr}: area della sistemazione dei piani di posa dei rilevati;
- V_{mu}: volume dei materiali (pietrame, misti granulari, detriti di cava, sabbia, ecc.) utilizzati per altri lavori come detto al punto C), 1° capoverso.

Soltanto il volume V così ricavato sarà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali idonei da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

Qualora l'impresa, per la formazione dei rilevati, ritenga di sua convenienza portare a rifiuto materiali provenienti dagli scavi della sede stradale, e riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, sostituendoli con materiali provenienti da cave di prestito, per il volume corrispondente a questi ultimi non verrà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali provenienti da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

Art. 79 - Palificazione di fondazione

A) PALI IN C.A. TRIVELLATI E GETTATI IN OPERA

Per i pali trivellati o battuti e formati in opera il prezzo al metro lineare comprende pure l'onere della fornitura ed il getto del calcestruzzo con le caratteristiche indicate negli elaborati esecutivi, ed il suo costipamento con mezzi idonei, la posa in opera dell'armatura metallica, rasatura delle teste, l'eventuale foratura a vuoto del terreno e le prove di carico che saranno ordinate dalla Direzione dei lavori con le modalità previste dalle normative vigenti.

Mentre l'onere per l'infissione del tubo forma, il ritiro graduale del tubo forma, come rivestimento provvisorio, da realizzarsi con la posa in opera, ove occorre, per il contenimento del getto nella parte in acqua, verrà riconosciuto con un'apposita voce sull'elenco prezzi e il compenso sarà misurato a cm di diametro del palo e per metro di lunghezza di posa effettiva del rivestimento provvisorio.

Rimane esclusa la sola fornitura dell'armatura metallica che verrà pagata a parte.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera, compresi i pali trivellati, sarà determinata dalla quota di posa del plinto o trave di coronamento alla quota di massima infissione del tubo forma.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, sia di piccolo che di grande diametro, è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

Art. 80 - Murature in genere e conglomerati cementizi

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, escludendo intonaci, ove esistano, e deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore o uguale a 0,20 mc ciascuno.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, classe ambientale, diametro massimo dell'inerte e classe di consistenza, prescritti secondo gli elaborati progettuali oppure ordinati per iscritto dalla Direzione dei lavori.

Nel caso che dalle prove risultasse, per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora alle condizioni statiche e di durabilità dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrata; altrimenti l'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere alla demolizione e conseguente rifacimento delle parti contestate.

Nel caso, invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in sede di gara.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc..), la mano d'opera, i ponteggi, le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticali (muri, pilastri, ecc...), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali. In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Impresa, previo benestare della Direzione lavori.

Art. 81 – Casseformi

Le casseformi saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

Art. 82- Acciaio per strutture in c.a.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, del tipo indicato sugli elaborati progettuali o dato per ordine scritto dalla Direzione lavori, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità difformi dalle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste nei disegni esecutivi di progetto.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi geometrici analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature, risvolti e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali e dal peso specifico pari a 7850 Kg/m³.

Art. 83 – Manufatti in acciaio

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi sono applicati al peso effettivamente posto in opera in sede delle lavorazioni, che sarà determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I..

I prezzi relativi comprendono:

- la fornitura, la posa in opera, la esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e una triplice mano di verniciatura di cui la prima antiruggine e le due successive di biacca ad olio, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

Art. 84 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio

A) CANALETTE DI SCARICO ACQUE PIOVANE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Le canalette, cunette e fossi di guardia realizzati in conglomerato cementizio, da utilizzarsi per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto dalle voci dell'elenco prezzi, verranno valutate a metro lineare di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sulla linea d'asse.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

la fornitura a piè d'opera del materiale, costipamento del terreno d'appoggio, preparazione del piano di posa mediante stesa di materiale arido fine o sabbia, la posa in opera degli elementi previo accurato allineamento, l'eventuale il bloccaggio degli elementi mediante paletti, il rinfianco laterale in calcestruzzo magro per uno spessore minimo di ____ cm, la sigillatura in malta cementizia dei giunti, la regolarizzazione delle sponde su ciascun lato con pendenza verso il canale, la manodopera, attrezzature e macchinari indispensabili per la posa in opera e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Art. 85 - Telo “geotessile”

Il telo “geotessile” adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione e dalla grammatura del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni fino a ____ cm e ancoraggi sia provvisori che definitivi.

Art. 86 – Gabbionate

Le gabbionate saranno compensate a metro cubo, tale valore sarà calcolato dalla somma dei singoli volumi delle gabbie metalliche effettivamente posate in opera, considerando le dimensioni originarie di fabbricazione.

Nel prezzo per la formazione della gabbionata sono compresi:

- fornitura a piè d'opera e posa in opera di gabbioni a scatola nelle misure prescritte dagli elaborati progettuali con filo di ferro zincato a doppia torsione di diametro 3,0 mm e maglia della rete pari a 8x10 cm, e peso minimo di ogni singolo gabbione rispettivamente pari a:
 - 14,50 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x0,5 m , senza diaframmi;
 - 15,30 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x0,5 m , con diaframmi;
 - 19,50 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x1 m , senza diaframmi;
 - 21,40 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x1 m , con diaframmi;
 - 26,80 Kg per gabbioni di dimensioni 3x1x1 m , senza diaframmi;
 - 30,00 Kg per gabbioni di dimensioni 3x1x1 m , con diaframmi;
 - 16,50 Kg per gabbioni di dimensioni 1,5x1x1 m , senza diaframmi

la Direzione dei lavori potrà fare degli accertamenti mediante pesatura di un certo numero di essi scelti come campione;

- fornitura e realizzazione a piè d'opera di punti metallici zincati per cuciture, messa in opera dei tiranti di diametro 4 mm e ogni altro onere per le legature ;
- fornitura e messa in opera del materiale di riempimento con pietrisco di pezzatura 10-15 cm e peso in volume pari a 2500 Kg/mc, e porosità massima dopo la messa in opera pari a 0,30;
- fornitura e posa in opera del paramento esterno eseguito con blocchi pieni in calcestruzzo o in blocchi di tufo;
- e tutto quanto compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.

I gabbioni dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni della Circ. n.2078 del 27/08/1962 del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Art. 87 - Sovrastruttura stradale (massicciata)

A) FONDAZIONE E STRATO DI BASE

[Caso in cui il materiale di fondazione e dello strato di base si compensano a metro cubo a compattazione avvenuta]

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica e lo strato di base, da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, saranno valutati per volume a metro cubo di materiale steso in opera ed a costipamento ultimato.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione e di base sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) FONDAZIONE

[Caso in cui il materiale di fondazione si compensa a peso su autocarro o a metro cubo su autocarro]

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, saranno valutati a peso, risultanti dal lordo e dalla tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

Qualora il materiale in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica venga computato per

volume a metro cubo su autocarro, il relativo computo dei volumi dovrà risultare da appositi verbali in cui si evidenzia il volume dei cassoni degli autocarri e dei relativi cali dati da personale autorizzato dell'Amministrazione appaltante. La Direzione lavori, a sua insindacabile descrizione, potrà computare il volume del misto granulometrico su autocarro riferendosi al peso del materiale e dal peso in volume medio su autocarro risultante da apposito verbale di misurazione.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente, all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a descrizione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale di sorveglianza le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del misto granulometrico, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. E' tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Art. 88 - Conglomerati bituminosi

A) CONGLOMERATI BITUMINOSI COMPENSATI A PESO SU AUTOCARRO

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di base, di collegamento o utilizzati per il carico di avvallamenti sulla sede stradale (binder), sia per la realizzazione del tappeto di usura, saranno valutati a peso, mediante il lordo e la tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente, all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a descrizione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del conglomerato bituminoso, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. E' tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) CONGLOMERATI BITUMINOSI COMPENSATI A SPESSORE FINITO

I conglomerati bituminosi verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo gli spessori

previsti negli elaborati progettuali a compattazione avvenuta.

Dopo la messa in opera dei conglomerati bituminosi, il Direttore dei lavori, ai fini della contabilizzazione dell'opera, dovrà eseguire dei singoli rilevamenti, ovvero dovrà procedere al prelievo di carote (in numero pari a 3 o 4) per ogni sezione stradale prescelta, e la media degli spessori di posa dei predetti prelievi risulterà lo spessore di calcolo del singolo rilevamento.

Il numero e l'ubicazione delle sezioni stradali saranno indicate, a insindacabile giudizio della Direzione lavori.

Gli spessori delle singole carote sotto il 25% dello spessore di progetto, non saranno considerati per il calcolo del valore medio di ogni singolo rilevamento, e il relativo tratto di strada dovrà essere oggetto di completo rifacimento a cura e spese dell'Appaltatore.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posto in opera è superiore a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori non verranno riconosciuti in sede di contabilità dei lavori stessi.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posato in opera è minore di quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori ci si dovrà comportare nel seguente modo:

- si tollera un valore minimo assoluto pari al 95 % nei singoli rilevamenti, a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori, salvi i casi particolari indicati dalla Direzione Lavori;
- per scostamenti maggiori di quelli sopra indicati, quando non risultino incompatibili con la buona riuscita dell'opera, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, daranno luogo a proporzionali detrazioni sull'importo complessivo dei lavori, da effettuarsi in sede contabile dei lavori o sul conto finale;

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Art. 89 – Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza compresi i terminali.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, verrà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di elenco.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a 3 ml, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di elenco.

Resta stabilito che nelle voci di elenco sono comprese:

- la fornitura e posa in opera di barriere rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzioni di spartitraffico centrale, complete di ogni elemento costruttivo quali: sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminali e di raccordo, dispositivi rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi, formazione di fori sulle opere d'arte e quant'altra lavorazione occorra e tutti i relativi oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera del tipo corrispondente alla classe indicata nell'elenco prezzi, come previste dal D.M. LL.PP. del 3/6/98.

Art. 90 – Terre rinforzate

A) SISTEMA CON ELEMENTI A PARAMENTO IN GABBIONI E RETE METALLICA

Nel prezzo al metro quadro di superficie in vista (ovvero per superficie verticale del paramento) ci sono comprese le seguenti lavorazioni:

- fornitura e posa in opera degli elementi in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale tipo 8x10 in filo a forte zincatura e plastificato di diametro 2,7 mm interno e 3,7 mm esterno,

- provvisti di barrette metalliche a forte zincatura e plastificate di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno, inserite a cerniera in corrispondenza degli spigoli esterni della struttura;
- fornitura e posa in opera di punti metallici in acciaio inossidabile per cuciture;
 - fornitura e posa in opera di materiale per riempimento del paramento esterno con elementi litoidi di caratteristiche adeguate, come dalle prescrizioni tecniche, compreso un 20% di sfrido;
 - fornitura e posa in opera di adeguato geosintetico separatore-ritentore di fini, posto in opera adeguatamente come interfaccia tra paramento e rilevato strutturale;
 - e tutto quanto compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.

B) TERRE RINFORZATE CON LE GEOGRIGLIE IN HDPE

Nel prezzo al metro quadro di superficie in vista (ovvero per superficie verticale del paramento) ci sono comprese tutte le seguenti lavorazioni:

- fornitura e posa in opera delle geogriglie secondo le modalità e nelle misure previste dagli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione lavori;
- ancoraggi al terreno della geogriglia con opportuni ferri sagomati ad U;
- fornitura e posa in opera, in facciata, di un cassero guida e di appoggio a perdere, realizzato mediante pigiatura meccanica di una rete elettrosaldata di maglia 15x15 cm con Φ 8 mm, corredati di opportuni tiranti uncinati che garantiscono la stabilità geometrica dei casseri stessi, anche durante la compattazione del terreno;
- fornitura e posa in opera all'interno del risvolto in facciata della geogriglia di una stuoia in fibre vegetali avente la funzione di protezione della facciata dall'azione erosiva esterna;
- risvolti e posizionamento dei relativi ancoraggi al terreno della geogriglia nella parte di facciata;
- e tutto quanto compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.

Art. 91 – Segnaletica stradale orizzontale

Non appena ricevuta la consegna, la Ditta Appaltatrice dovrà innanzi tutto organizzare una o più squadre e procedere in modo che i lavori possano effettivamente e regolarmente iniziarsi e quindi svolgersi secondo le disposizioni della Direzione lavori il cui compito consisterà nell'impartire all'Impresa le disposizioni in merito all'ordine di priorità nell'esecuzione dei lavori, al modulo da adottare nelle linee assiali discontinue, al tipo di soluzione da adottare in ogni specifico punto singolare.

La Direzione dei lavori potrà consegnare alla Ditta appaltatrice la planimetria delle strade interessate dalle segnalazioni. L'Impresa provvederà previa ricognizione, ad apprestare un piano di lavoro tracciando sulle planimetrie medesime le segnalazioni che si ritengono necessarie ed a sottoporre detto alla Direzione dei lavori per la necessaria approvazione.

La Direzione dei lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di modificare in qualsiasi momento il piano di lavoro predisposto dall'Impresa individuare lungo le strade tutti i passi carrai privati esistenti ed assicurare la possibilità di accedervi con svolta a sinistra, interrompendo la eventuale linea assiale continua con tratteggi aventi piccolissima modulazione pari a cm 100 di pieno e cm 100 di intervallo.

Per quanto concerne l'applicazione delle strisce assiali lungo le strade a due corsie a doppio senso di marcia, si dovranno osservare rigorosamente le indicazioni che saranno impartite dalla Direzione lavori, nonché le norme contenute nel D.L.vo. 30/4/1992 n. 285 e dal suo Regolamento di esecuzione e di attuazione emanato con D.P.R. 16/12/1992 n.495 e succ. mod..

La misurazione delle segnalazioni orizzontali sarà effettuata al metro lineare di vernice effettivamente posata per strisce bianche o gialle della larghezza di cm 12 o cm 15.

In corrispondenza di accessi privati o di piccola strada podereale, dove l'eventuale striscia continua sarà eseguita a tratteggio di piccolissima modulazione, sarà computata vuoto per pieno solo nel caso di estensione totale minore o uguale ai 10 ml.

La misurazione sarà effettuata a metro quadrato di superficie effettiva per linee aventi larghezza superiore a cm 15.

Per gli attraversamenti pedonali, per le zebraure e le isole spartitraffico in vernice, si misurerà la

superficie effettivamente verniciata, valutando a metro quadrato le strisce di larghezza superiore a cm 15 ed a metro lineare le eventuali strisce perimetrali da cm 15.

Per le scritte, la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato considerando il vuoto per pieno ma calcolando l'area del rettangolo che inscrive ogni singola lettera che compongono la scritta.

Per le frecce e la parte di asta rettilinea o curva verrà calcolata a metro lineare se formata da striscia di cm 12/15, a metro quadrato se formata da striscia superiore a cm 15, la parte della punta triangolare verrà computata con il prezzo a metro quadrato di superficie effettiva eseguita.

Art. 92 – Segnaletica stradale verticale

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato negli articoli dell'elenco prezzi.

Qualora le targhe di indicazione o di preavviso vengano realizzate mediante composizioni di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo dei singoli pannelli.

Nel caso di fornitura non regolamentare alle vigenti disposizioni di legge e del presente capitolato, questa non sarà accreditata e l'Appaltatore è obbligato a sostituirla con altra regolamentare.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, a metro lineare od a peso secondo quanto indicato nei rispettivi articoli dell'elenco prezzi.

Il materiale rimosso (segnali stradali, sostegni, ecc.....) dovrà essere trasportato alle discariche autorizzate a cura e a spese della ditta appaltatrice. Se però la direzione lavori valuta ancora recuperabile parte del materiale, questo depurato di eventuali rottami, dovrà essere portato senza alcun aggravio di spesa ai magazzini dei nuclei operativi esterni.

SOMMARIO

CAPO III QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – MODO DI ESECUZIONE ED ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI.....	43
ART. 40 - PREMESSA	43
ART. 41 – PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI	44
ART. 42 – ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI– CERTIFICAZIONI DI CONFORMITÀ	51
A) <i>FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE</i>	51
<i>MOVIMENTI DI TERRE</i>	51
ART. 43 – TRACCIAMENTI	51
ART. 44 - SCAVI E RIALZI IN GENERE.....	52
ART. 45 – FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI	52
ART. 46 – FORMAZIONE RILEVATI.....	54
ART. 47 – SCAVI DI SBANCAMENTO	56
ART. 48 – SCAVI DI FONDAZIONE (SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA).....	56
ART. 49 – UTILIZZO DI TERRE E ROCCE DERIVANTI DA OPERAZIONI DI SCAVO	58
ART. 50 – PALIFICAZIONI	62
ART. 51 – MALTE.....	63
ART. 52 – CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	64
ART. 53 – MURATURA DI MATTONI.....	65
ART. 54 – OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO	65
ART. 55 – CALCESTRUZZO PER COPERTINE, PARAPETTI E FINITURE.....	72
ART. 56 – ARMATURE, CENTINATURE, CASSEFORME, OPERE PROVVISORIALI	72
ART. 57 – STRUTTURE IN ACCIAIO.....	73
ART. 58 – DEMOLIZIONI	74
ART. 59 – ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI.....	75
ART. 60 – DRENAGGI E FOGNATURE.....	77
ART. 61 – GABBIONI METALLICI ZINCATI E LORO RIEMPIMENTO	79
C) <i>SOVRASTRUTTURA STRADALE</i>	79
ART. 62 – PREMESSA.....	79
C.1 – <i>STRATI DI FONDAZIONE</i>	80
ART. 63 – STRATI DI FONDAZIONE.....	80
C.2 – <i>CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI</i>	86
ART. 64 – STRATO DI BASE IN MISTO BITUMATO	86
ART. 65 – STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA	91
C.3 – <i>CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUMI MODIFICATI</i>	97
ART. 66 – CONGLOMERATI AD ALTO MODULO COMPLESSO.....	97
ART. 67 – SPLITTMASTIX ASPHALT (USURA ANTISDRUCCIOLO SMA)	99
ART. 68 – CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA TIPO ANTI-SKID	103
C.6 – <i>CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI/RIGENERATI</i>	106
ART. 69 – CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO IN SITO O IN IMPIANTO CON EMULSIONE BITUMINOSA E CEMENTO	106
ART. 70 – FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE.....	109

ART. 71 – CORDONATE IN CALCESTRUZZO	109
<i>D) LAVORI DIVERSI</i>	110
ART. 72 – ELEMENTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO	110
ART. 73 – BARRIERE DI SICUREZZA	110
ART. 74 – TERRE RINFORZATE	112
ART. 75 – SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE	113
ART. 76 – SEGNALETICA STRADALE VERTICALE	133
CAPO IV NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE	138
ART. 77 - NORME GENERALI	138
ART. 78 - MOVIMENTO DI MATERIA – SCAVI E RILEVATI.....	138
ART. 79 - PALIFICAZIONE DI FONDAZIONE.....	141
ART. 80 - MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI	141
ART. 81 – CASSEFORMI	142
ART. 82- ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A.	142
ART. 83 – MANUFATTI IN ACCIAIO	142
ART. 84 - ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	142
ART. 85 - TELO “GEOTESSILE”	142
ART. 86 – GABBIONATE	143
ART. 87 - SOVRASTRUTTURA STRADALE (MASSICCIA)	143
ART. 88 - CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	144
ART. 89 – BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI	145
ART. 90 – TERRE RINFORZATE	145
ART. 91 – SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE	146
ART. 92 – SEGNALETICA STRADALE VERTICALE	147



SERVIZIO 4 VIABILITA'-PROGETTAZIONE -
OPERE PUBBLICHE - RETE VIARIA

COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI - D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

**COMPUTO METRICO LAVORI
ED ONERI DELLA SICUREZZA INCLUSI**

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data: **13-11-2023**

Tavola: **CML**

STUDIO TECNICO

ING. SIMONE GAUDENZI

SEDE STRADA PANORAMICA ADRIATICA 111- PESARO(PU)

Telefono 0721-33310 - CELL.3485944938

e-mail: simonegaudenzi1975@gmail.com

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DEI LAVORI

ESCLUSI GLI ONERI SPECIALI DELLA SICUREZZA

OGGETTO:

D.M. 225/2021 SCHEDA 02074.V1.PU MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 269+500 DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 265+00 E DEL PONTE SULLA SP 20 SERRUNGARINA AL KM 0+750. CUP B27H21001430001

COMMITTENTE:

Provincia di Pesaro e Urbino

DATA:

13 novembre 2023

IL TECNICO

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	Ponte - risanamento strutturale(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)							
	PULIZIA AREA CANTIERE							
Nr. 1	26.01.01.01 Taglio e sfalcio di canna palustre e vegetazione arbustiva, eseguito con mezzo meccanico. E' compresa la bruciatura e/o allontanamento con sistemazione a rifiuto dei materiali di risulta. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. pulizia aree di lavoro ai lati dei muri andatori e sotto arco (*par.ug. = 2,00) (*lung. = 50,00) (*larg. = 5,000) Sommano m ²	2.00	50.00	5.000		500.00 500.00	0.24	120.00
Nr. 2	19.19.007 Taglio di roveti, arbusti, canneti e simili. Taglio di roveti, arbusti, canneti e simili con piante fino a cm 15 di diametro, su pertinenze stradali con l'onere del trasporto a rifiuto del materiale di risulta. Vedi voce 26.01.01.01 (N. Ord. 1) Sommano m ²	500.00				500.00 500.00	0.40	200.00
Nr. 3	26.01.01.03.001 Taglio di piante isolate a mano o con mezzi meccanici. Per alberatura di diametro fino a cm 30 rimozione di arbuti (*par.ug. = 10,00) Sommano cad	10.00				10.00 10.00	20.76	207.60
Nr. 4	28.02.004.003 Piattaforma aerea a cella; compreso consumi, carburanti, lubrificanti, normale manutenzione ed assicurazioni R.C.; escluse riparazioni e relative ore di fermo a carico del noleggiatore Portata 300 kg su braccio telescopico fino ad altezza 19 m; compreso operatore Uso di piattaforma tipo By Bridge Sommano h	1.00			4.000	4.00 4.00	78.89	315.56
	PULIZIA OPERA D'ARTE							
Nr. 5	19.18.021 Ripulitura di muri e manufatti da erbacce. Ripulitura di muri e manufatti da erbacce, scritte e manifesti abusivi a mano con mezzi meccanici con l'ausilio di impalcature adeguate e relativa segnaletica riportando le pareti allo stato originale con l'affissione di apposite targhe in alluminio da cm 20x20 riportante la scritta Divieto di affissione C.P.663 collocate ogni m ² 10 di superficie targhette che resteranno di proprietà dell'Amministrazione. PARZIALE PULIZIA DELLE SUPERIFICI muri andatori mq 60 per lato (*par.ug. = 2*60) (*H/peso = 0,250) timpani per lato 24mq (*par.ug. = 2*25) spalle (*par.ug. = 2,00) (*larg. = 9,500) (*H/peso = 2,500) Sommano m ²	120.00 50.00 2.00		9.500	0.250 2.500	30.00 50.00 47.50 127.50	14.16	1,805.40
	A RIPORTARE							2,648.56

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							2,648.56
Nr. 6	<p>DEMOLIZIONI - RIMOZIONI - SCAVI - TAGLI</p> <p>24.13.005*</p> <p>Idrolavaggio di paramenti murari in pietra o mattoni. Idrolavaggio di paramenti murari di qualsiasi natura, in pietra o mattoni, retti o curvi, piani o inclinati, da eseguirsi con apposita apparecchiatura a qualsiasi altezza dal piano di campagna o dal pavimento, avendo cura di controllare la pressione di uscita dell'acqua in rapporto alla consistenza dei materiali in modo da evitare il danneggiamento degli stessi. detto lavaggio sarà effettuato preliminarmente alle operazioni di stuccatura dei paramenti, al fine di rimuovere i depositi di sporco ed eventuali porzioni di stuccatura incoerenti.</p> <p>Timpani di spalle e pile (prosp. nord e sud) Volta(parte sotto) E PILE (*lung. = 4.5*3.14)</p> <p style="text-align: right;">Sommano m²</p>	2.00	14.13 2.20	9.000 9.000		127.17 39.60 166.77	8.86	1,477.58
Nr. 7	<p>24.01.011*.001</p> <p>Smontaggio di muratura piena. Smontaggio di muratura piena da eseguirsi a qualsiasi altezza o profondità, compreso il tiro a basso di tutto il materiale di risulta, lo scarriolamento a mano sino ai punti di carico, cernita ed accatastamento del materiale riutilizzabile nell'ambito del cantiere, In pietra muri andatori e Timpani: Interventi localizzati di smontaggio del paramento dei timpani di spalla e andatori per ricostruzione delle porzioni ammalorate; spessore medio 30 cm; quantità approssimate</p> <p>100% mezzo timpano lato monte (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300)</p> <p>10% mezzo timpano lato monte (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300) (*H/peso = 0,100)</p> <p>10% mezzo timpano lato valle (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300) (*H/peso = 0,100)</p> <p>10% mezzo timpano lato valle (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300) (*H/peso = 0,100)</p> <p style="text-align: right;">Sommano m³</p>	12.50		0.300		3.75		
		12.50		0.300	0.100	0.38		
		12.50		0.300	0.100	0.38		
		12.50		0.300	0.100	0.38		
						4.89	215.50	1,053.80
Nr. 8	<p>02.03.002*.001 (Regione Marche 2023)</p> <p>Demolizione di murature. Demolizione di muratura di tufo, pietrame di qualsiasi natura, di mattoni o miste, di qualsiasi forma e spessore. Sono compresi: l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire; la demolizione, con ogni cautela e a piccoli tratti, delle strutture collegate o a ridosso dei fabbricati o parte dei fabbricati da non demolire. Sono compresi: l'onere per il calo in basso, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Sono da computarsi a parte le eventuali opere di protezione ed il trasporto a discarica con i relativi oneri. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Con l'uso di mezzo meccanico.</p> <p>Muri parapetti esistenti (200x1,1x0,4) (*par.ug. = 11*2)</p> <p style="text-align: right;">Sommano m³</p>	22.00	2.00	0.400	1.100	19.36 19.36	50.68	981.16
	A R I P O R T A R E							6,161.10

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							6,161.10
Nr. 9	A01147 Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta provenienti da lavorazioni di demolizioni con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per accumulo in luogo di deposito provvisorio, in attesa del trasporto allo scarico Smontaggi Demolizione a seguito di scarnificature delle Stucature Sommano mc	5.00				5.00 5.00	18.13	90.65
Nr. 10	02.01.007 TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO FINO AD UNA DISTANZA DI 15 km. Trasporto a discarica o sito autorizzato fino ad una distanza di 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato, del materiale proveniente da scavo o demolizione. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. macerie Vedi voce 24.01.011*.001 (N. Ord. 7) Vedi voce 02.03.002*.001 (N. Ord. 8) scarnificatura Sommano m³	4.89 19.36 5.00				4.89 19.36 5.00 29.25	4.74	138.65
Nr. 11	02.01.008 SOVRAPPREZZO PER TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO. Sovrapprezzo per trasporto a discarica o sito autorizzato a distanza di oltre 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. Per m³ di materiale per ogni 10 chilometri oltre i primi 15. incremento per 10 km Vedi voce 02.01.007 (N. Ord. 10) Sommano m³x10km	29.25				29.25 29.25	6.38	186.62
Nr. 12	02.06.004.001 Costo per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero, codici attribuiti secondo l'Elenco europeo dei rifiuti (CEER/EER), escluso il costo del trasporto salvo diversamente indicato. Rifiuti dalle attività di costruzione e demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati) cemento (riferimento cod. CEER/EER 17 01 01) vedi materiale trasportato Sommano t	29.25			1.700	49.73 49.73	17.24	857.35
	INTERVENTI STRUTTURALI SOTTO LA VOLTA							
	A R I P O R T A R E							7,434.37

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							7,434.37
Nr. 13	24.01.025*.001 Stuccatura delle connesure. Stuccatura delle connesure di paramenti eseguite con malta di calce a basso contenuto di argilla secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori tenuto conto delle caratteristiche costruttive delle malte esistenti originali; compresa la spazzolatura a fine lavorazione con spazzole di saggina. Su paramento in mattoni SOTTO VOLTA (*par.ug. = 4.5*3.14*9) Sommano m ²	127.17				127.17 127.17	28.30	3,598.91
Nr. 14	04.08.010*.002 (Regione Marche 2023) INTONACO ARMATO CON RETE IN FIBRA DI VETRO. Rinforzo o consolidamento di pareti di qualsiasi genere, anche ad una testa, mediante applicazione di rete preformata in materiale composito fibrorinforzato GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer), costituita da fibra di vetro AR (Alcalino Resistente) con contenuto di zirconio pari o superiore al 16% e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, rapporto in peso fibra/resina pari a 65/35%, modulo elastico a trazione medio 23.000 N/mm ² , resistenza a trazione della singola barra 3,5 kN e allungamento a rottura 1,5%. Sono inoltre compresi: la pulitura degli elementi murari; l'abbondante lavaggio della superficie muraria; l'esecuzione di perfori in numero di 4/m ² e la fornitura ed inserimento di connettori preformati ad "L" in F.R.P. aventi sezioni 10 x 7 mm e lunghezza opportuna in relazione allo spessore murario per almeno 2/3 dello spessore della parete, applicazione della rete una con sovrapposizione tra le stesse di 10 cm e solidarizzati tramite ancorante chimico; applicazione di intonaco strutturale di spessore fino a 3 cm, resistenza a compressione 8-15 MPa, modulo elastico 8000-12000 MPa, con finitura a frattazzo. Da conteggiare a parte la rimozione dell'intonaco esistente, E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito, conteggiato a misura effettiva, applicazione per spessori della parete fino a 60 cm. Su un lato della parete: con maglia 66x66 mm, n. 15 barre/metro intonaco armato spessore 5cm da eseguire sotto volta - con passo conettore 1/40cm - ovvero 6/mq (*par.ug. = 4.5*3.14*9) Sommano m ²	127.17				127.17 127.17	77.95	9,912.90
Nr. 15	04.08.006*.001 (Regione Marche 2023) CONNETTORI A BARRA IN FIBRE DI VETRO. Fornitura e posa in opera di barre in fibre di vetro e malta a matrice pozzolanica stabilizzata, ecocompatibile per la realizzazione di connessioni d'aggancio fra le strutture. Caratteristiche della malta: adesivo ad alta aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20.							
	A R I P O R T A R E							20,946.18

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							20,946.18
Nr. 16	<p>Diametro 8 mm allungamento connettore alle reni dell'arco(sino alla misura complessiva del foro di 90cm) per un'altezza dalla quota di imposta di almeno di 2ml (*par.ug. = 2*2*9) (*lung. = (80-55/3*2)/100) Sommano m</p> <p>03.03.020*.003 Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per mensole, solette a sbalzo, rampe di scale e per particolari forme geometriche anche curvilinee. PERIMETRO BORDI VOLTA PER TIRARE INTONACO ARMATO (*lung. = 9*3.14) Sommano m²</p>	36.00	0.43		6.000	92.88 92.88	25.69	2,386.09
Nr. 17	<p>24.10.006*.002 (Regione Marche 2023) Fornitura e posa in opera di armature. Fornitura e posa in opera di armature per cuciture armate e opere strutturali compreso ogni onere per tagli, sfridi e adattamenti in sito. Acciaio inox filettato AISI 304 o 316 conessioni laterali dell'intonaco armato sotto volta(due barre diametro 8mm da 35 connesse con boccola filettata passo 1/40cm) barre (*par.ug. = 23*2) (*lung. = 0.35*2) boccola(peso equivalente 0.36kg/cad) (*par.ug. = 23*2) Sommano kg</p>	46.00 46.00	0.70 0.15		0.100 0.395 2.466	2.83 2.83 12.72 17.02 29.74	40.48 28.65	114.56 852.05
Nr. 18	<p>04.02.003*.002 (Regione Marche 2023) FISSAGGI E ANCORAGGI CON RESINA BICOMPONENTE. Fissaggi e ancoraggi di barre o profilati di qualsiasi materiale su tutti i tipi di calcestruzzo e muratura da applicarsi dopo aver eseguito il foro nel supporto e dopo averlo pulito. Caratteristiche della resina: aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20 e larghezza del foro fino a 35 mm. Con resina tixotropica a base di vinilestere. Perforazione per barre perimetrali del consolidamento sotto volta(L=30cm) Sommano m</p>	46.00		0.300		13.80 13.80	41.27	569.53
Nr. 19	<p>INTERVENTI STRUTTURALI murature (timpano+muri andatori)</p> <p>03.02.006* Muratura di pietrame calcareo o basaltico.</p>							
	A R I P O R T A R E							24,868.41

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							24,868.41
Nr. 20	Muratura comune di pietrame calcareo o basaltico e malta cementizia dosata a q.li 3 di cemento 325, a testa rasa a uno o più fronti, in elevazione. Sono compresi: i magisteri di appresatura; gli spigoli e le riseghe; le eventuali configurazioni a scarpa. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Vedi voce 24.01.011*.001 (N. Ord. 7) Incrementi per porzioni di misura inferiore al minimo computabile (*par.ug. = 10*0,15) Sommano m³	4.89				4.89		
	24.10.006*.002 (Regione Marche 2023) Fornitura e posa in opera di armature. Fornitura e posa in opera di armature per cuciture armate e opere strutturali compreso ogni onere per tagli, sfridi e adattamenti in sito. Acciaio inox filettato AISI 304 o 316 connessione con barre AISI 8mm alla base tra timpano ed arco(passo 3/ml) (*par.ug. = 2*4)	1.50				1.50		
						6.39	254.69	1,627.47
Nr. 21	connessione con barre AISI 8mm per ricucire lesioni verticali ai muri andatori (passo 3/ml) (*par.ug. = 3*4) Sommano kg	8.00	0.70	14.000	0.395	30.97		
	04.02.003*.002 (Regione Marche 2023) FISSAGGI E ANCORAGGI CON RESINA BICOMPONENTE. Fissaggi e ancoraggi di barre o profilati di qualsiasi materiale su tutti i tipi di calcestruzzo e muratura da applicarsi dopo aver eseguito il foro nel supporto e dopo averlo pulito. Caratteristiche della resina: aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20 e larghezza del foro fino a 35 mm. Con resina tixotropica a base di vinilestere. connessione con barre AISI 8mm alla base tra timpano ed arco(passo4/ml alternate di inclinazione) (*par.ug. = 2*4)	12.00	0.70	8.000	0.395	26.54		
						57.51	28.65	1,647.66
Nr. 22	24.03.014* Rifacimento di cornici con mattoni posti in piano sagomati. Rifacimento di cornici con mattoni posti in piano sagomati (toro), comunque disposti, da realizzare con materiali analoghi per forma, dimensione e cromatismo a quelli esistenti, legati con malta di calce idraulica con basso contenuto di argilla; compresa inoltre la stuccatura dell'intero sviluppo della cornice con la stessa malta e spazzolatura con saggina a lavoro ultimato. La misurazione verrà effettuata a m per ogni singolo ricorso. Ripresa delle cornici degli archivolti dell'arco a tutto sesto (10 % dell'arco) Sommano m	8.00		14.000	0.700	78.40		
		12.00		8.000	0.700	67.20		
						145.60	41.27	6,008.91
		2.00	42.20		0.100	8.44		
						8.44	64.50	544.38
	A R I P O R T A R E							34,696.83

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							34,696.83
Nr. 23	24.03.003*.007 Ripresa di muratura piena dello spessore fino a cm 30. Ripresa di muratura piena, con materiale simile a quello esistente, realizzata con la stessa tecnica di lavorazione, legata con malta di calce idraulica con basso contenuto di argilla; è compreso inoltre l'onere per la stuccatura e la spazzolatura a fine lavoro e le ammorsature realizzate con il sistema cucì e scucì con la muratura esistente. La formazione di piattabande, ghiera di archi, spallette, lesene etc. saranno compensati a parte. Le misurazioni verranno effettuate secondo figure geometriche rette di inviluppo di massimo ingombro con detrazione di tutti i vuoti, comunque con un minimo di 0,30 m ² per ogni singola ripresa. In pietra squadrata fornita dall'impresa Eventuali ripristini se si eseguono smontaggi sui timpani (*par.ug. = 4.89/0.3) Sommano m ²	16.30				16.30 16.30	146.00	2,379.80
Nr. 24	04.05.017.003 (Regione Marche 2023) CONSOLIDAMENTO STRUTTURE MURARIE A SACCO CON MALTE CEMENTIZIE. Consolidamento di strutture murarie a sacco, caotiche e incoerenti con perforazioni ed iniezioni di miscele di materiali in sospensione, da eseguirsi nel seguente modo: - pulizia e messa a vivo dei conci con spazzola a fili di acciaio e lavaggio della superficie; - scarnitura profonda dei giunti evitando accuratamente la scalpellinatura degli stessi, la loro preparazione secondo le indicazioni della D.L.; - esecuzione di un reticolo nel paramento, costituito da un numero adeguato di fori per iniezioni, mediamente n. 4 per ogni m ² , utilizzando le cavità presenti nei giunti o praticando i fori con il trapano elettrico a sola rotazione, il cui diametro di perforazione sia di almeno mm 20; - fissaggio dei bocchigli con idonea malta o legante puro e colatura di acqua al fine di inumidire le cavità da iniettare; - iniezioni a bassa pressione di miscele di materiali in sospensione con pompe manuali, a base di cemento tipo 325 o 425, oppure con base legante a scelta della D.L. con dosaggio minimo di kg 200 a m ³ di miscela; - asportazione di bocchigli di iniezione e della malta di fissaggio; - sigillatura con idonea malta o a base di calce, terre colorate e sabbia oppure a base di cemento tipo 425 e sabbia, a scelta della D.L.; - perforazione delle pareti; - mano d'opera e attrezzature speciali necessarie. E' esclusa l'eventuale spicconatura di intonaci. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per murature (da oltre lo spessore di cm 70 e fino a cm 100.) Riempimento di lesioni nei muri andatori - tramite iniezioni riempitive (altezza 8ml) - 4 spigoli delle spalle per circa 3ml di profondità Sommano m ²		3.00 3.00 3.00 3.00	0.300 0.300 0.300 0.300	6.000 3.000 3.000 6.000	5.40 2.70 2.70 5.40 16.20	172.73	2,798.23
	A R I P O R T A R E							39,874.86

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							39,874.86
Nr. 25	24.13.007* bis Preconsolidamento superficiale di paramenti in pietra. Preconsolidamento superficiale di paramenti in pietra da eseguirsi prima del lavaggio e del restauro del paramento stesso. Tale operazione dovrà essere effettuata mediante l'applicazione a pennello di prodotto consolidante del tipo silicato di etili per un assorbimento presunto di kg 0,70 al m ² La misurazione verrà considerata vuoto per pieno, escluse le superfici superiori a m ² 4,00. SUPERIFICIE SOTTO VOLTA Sommano m ²	134.24				134.24 134.24	24.20	3,248.61
	INTERVENTI STRUTTURALI tiranti/catene							
Nr. 26	11.01.003.002 (Regione Marche 2023) Strutture in acciaio in profilati composti saldati. Manufatti in acciaio per travi e pilastri realizzati con accoppiamenti saldati di piatti in lamiera di acciaio, forniti e posti in opera in conformità alle norme vigenti. Sono compresi: le piastre di attacco, i fazzoletti di irrigidimento; il taglio a misura; le forature; le flange; la bullonatura (con bulloni di qualsiasi classe) o saldatura; etc.. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Sono esclusi i trattamenti protettivi e le verniciature che verranno computati a parte. In acciaio S235 e 275 classe di esecuzione EXC3 piastre di ancoraggio D=200mm - S235 - S=20mm (*par.ug. = 4*9) (*larg. = 0.1*0.1*3.14) (*H/peso = 87.5*2) Sommano kg	36.00	1.50	0.031	175.000	292.95 292.95	4.05	1,186.45
Nr. 27	11.02.011.004 Zincatura a caldo per immersione. Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500°C previo decappaggio, sciacquaggio, etc. e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per immersione di lamiere e tubi leggeri. Vedi voce 11.01.003.002 (N. Ord. 26) Sommano kg	292.95				292.95 292.95	0.84	246.08
Nr. 28	01.26.009 Trasporto e approntamento dell'attrezzatura di perforazione con metodo a rotazione (o rotopercolazione) con circolazione diretta di aria e/o schiuma. Trasporto dell'attrezzatura di perforazione con metodo a rotazione (o rotopercolazione) con circolazione diretta di aria e/o schiuma. Sono compresi: il carico, lo scarico; il trasporto andata e ritorno dalla sede legale al cantiere; l'approntamento dell'attrezzatura di perforazione; il personale necessario. fornitura attrezzatura di perforazione Sommano cad	1.00				1.00 1.00	1,116.54	1,116.54
Nr. 29	19.10.007 Malta epossidica per allettamento appoggi. Fornitura di malta sintetica a base epossidica ed inerti quarziferi per l'allettamento degli apparecchi d'appoggio, con resistenza a							
	A R I P O R T A R E							45,672.54

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							45,672.54
Nr. 30	compressione superiore a 60 N/mm ² a tre giorni. Strato di allettamento e ripartizione per i tralicci sui timpani (*par.ug. = 18*2) Sommano dm ³	36.00	2.00	2.000	0.200	28.80 28.80	11.77	338.98
Nr. 31	01.25.001.001 Perfori in rocce tenere su ponteggi. Perfori in rocce tenere ed in terreni di qualsiasi natura e consistenza, per la realizzazione di chiodature, tiranti di ancoraggio, dreni in terreni o rocce, ottenuti mediante trivellazione, a rotazione o rotopercolazione, con circolazione di aria o se necessario anche di acqua, con asse di perforazione avente qualunque direzione ed inclinazione, eseguita su ponteggi, misurata al metro lineare dal piano di attacco della perforazione stessa fino alla quota di fondo raggiunta dall'utensile di perforazione. E' compreso quanto occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi i ponteggi. Per diametro medio reso di mm 60-79. muri andatori e timpani Sommano m	18.00	9.00			162.00 162.00	42.30	6,852.60
Nr. 31	01.25.010 (Regione Marche 2023) Tiranti in barre di acciaio. Tiranti in barre di acciaio tipo DyWidag 85/105, forniti e posti in opera. Sono compresi: la giunzione; la piastra; il dado; il bloccaggio; il tubo di iniezione. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. 20 barre diametro 40mm Sommano kg	18.00		9.080	9.865	1,612.34 1,612.34	6.52	10,512.46
Nr. 32	RIPRISTINI E OPERE ACCESSORIE 12.01.007 (Regione Marche 2023) Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio. Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, eseguita a qualsiasi altezza, a due strati in tinta unica chiara su intonaco civile esterno. Preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione, con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare. Imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello. Ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo. Sono compresi: le scale; i cavalletti; la pulitura ad opera ultimata. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. pittura sotto volta (*lung. = 9*3.14/2*9) Sommano m ²		127.17			127.17 127.17	14.67	1,865.58
Nr. 33	I.002.115.a (Prezzario Anas 2023 - Nuove Costruzioni e Manutenzione Programmata) SCARICHI ACQUA PER IMPALCATI Realizzati con tubazioni PVC ad alta durabilità di diametro variabile da cm 10 a cm							
	A R I P O R T A R E							65,242.16

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							65,242.16
Nr. 34	<p>30 dati in opera, compreso l'attacco con il complessivo di invito e raccolta delle acque dell'impalcato; lo scarico verrà eseguito a qualunque altezza, e portato a qualunque quota ed anche fino al terreno, ancorando le tubazioni alle murature con staffoni di acciaio inossidabile, completi di collari e bulloni pure di acciaio inox. Qualora la tubazione sua fatta terminare prima del terreno, si dovrà garantire che il flusso dell'acqua cadente, si svolga in modo da non investire superfici del manufatto, anche in presenza di vento, e che la tubazione termini ad una quota inferiore di almeno m 1,00 sotto il punto più basso dell'impalcato, con taglio a becco di flauto. Sono compresi: - tutti gli oneri di fornitura delle tubazioni e dei pezzi speciali occorrenti; - il loro accoppiamento a fusione, salvo quelli da eseguire con giunti di tenuta a freddo a mezzo di anelli di gomma stabilizzata; - gli ancoraggi alla struttura con staffe, collari e bulloni in acciaio inossidabile; - ogni altro onere e magistero necessario per eseguire lo scarico a qualunque altezza, sia in fase di costruzione dell'impalcato che a completamento avvenuto. - DIAMETRO ESTERNO MM 100</p> <p>Due scarichi da eseguirsi al centro del ponte(curva fanno un metro)</p> <p style="text-align: right;">Sommano ml</p>	2.00	3.00			6.00	8.63	51.78
	6.00							
Nr. 34	<p>A11047</p> <p>Protezione di muri e facciate esposte a pioggia mediante l'applicazione, in due mani, di resina silossanica a solvente con caratteristiche di idrorepellenza e traspirabilità, data a spruzzo, oppure a rullo, esclusa la preparazione del supporto con incidenza minima di 0,5 l/mq</p> <p>Spalle del ponte e timpani</p> <p style="text-align: right;">Sommano mq</p>	89.60				89.60	9.01	807.30
	89.60							
Nr. 35	<p>SOLETTA DI RIPARTIZIONE IN C.A.</p> <p>A03.007.165.c (Regione Emilia Romagna 2023)</p> <p>Conglomerato cementizio strutturale, alleggerito con argilla espansa, preconfezionato, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: LC38 (Rck 38 N/mm²), massa volumica 1.800 ÷ 2.000 kg/mc</p> <p>Calcestruzzo in Conglomerato Alleggerito Classe XF4 - LCmin= 35/38-RAPPORTO A/C<0,45-CMIN>360kg/MC</p> <p>cordoli</p> <p style="text-align: right;">Sommano mc</p>	2.00	42.50 42.50	9.500 0.500	0.350 0.200	141.31	240.78	36,071.25
8.50								
	149.81							
Nr. 36	<p>03.04.002* (Regione Marche 2023)</p> <p>Barre in acciaio tipo B450C. Acciaio per cemento armato in barre laminate a caldo del tipo B450C, impiegabile anche come FeB44K, saldabile, fornite e poste in opera. Sono compresi: i tagli; le piegature; le</p>							
	A R I P O R T A R E							102,172.49

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	RIPORTO							102,172.49
	sovrapposizioni; gli sfridi; le legature con filo di ferro ricotto; le eventuali saldature; gli aumenti di trafilatura rispetto ai diametri commerciali, assumendo un peso specifico convenzionale di g/cm ³ 7,85 e tutti gli oneri relativi ai controlli di legge ove richiesti. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. ferro platea diametro 14/passo 25-uniforme sopra e sotto soletta (*par.ug. = 1/0.25*2*1.05) (*par.ug. = 1/0.25*2*1.05) cordolo staffe (*lung. = 2*(0.38+0.08+0.38+0.38+0.18+0.08)) correnti cordolo (*lung. = 42.5*1.05) Sommano kg	8.40 8.40 4.00 4.00	9.50 9.50 2.96 44.63	42.500 42.500 42.500	1.208 1.208 1.208 1.208	4,096.93 4,096.93 607.87 215.65 9,017.38	2.23	20,108.76
Nr. 37	03.03.020*.003 (Regione Marche 2023) Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per mensole, solette a sbalzo, rampe di scale e per particolari forme geometriche anche curvilinee. SBALZO allargamento ponte Sommano m ²	2.00	42.50	0.300		25.50 25.50	40.48	1,032.24
Nr. 38	03.03.020*.001 (Regione Marche 2023) Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per muri di sostegno e fondazioni quali plinti, travi rovesce, cordoli, platee etc. cordolo perimetrale sponde soletta perimetrale Sommano m ²	2.00 2.00	42.50 9.50		0.150 0.350	12.75 6.65 19.40	22.95	445.23
Nr. 39	03.03.019*.004 (Regione Marche 2023) Sovrapprezzi per calcestruzzo. Per la posa in opera mediante pompa autocarrata. CALECSTRUZZO POMPATO Sommano m ³	150.00				150.00 150.00	19.12	2,868.00
Nr. 40	19.07.016 (Regione Marche 2023) Pannelli prefabbricati in C.A. a facciavista e casseratura getti. Pannelli in cls aventi la resistenza RCK non inferiore a 30 MPa, armati con rete saldata in tondino d'acciaio,							
	A RI PORTARE							126,626.72

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							126,626.72
	dello spessore da cm 6 a cm 10, con una superficie, da adibire a faccia vista, finita a ghiaia lavata o lavorata a disegni di tipo accettato dalla D.L.; i pannelli verranno collocati in posizione verticale o subverticale e saranno completati da armatura sporgente da annegare nel calcestruzzo da gettare nella parte posteriore del pannello e nei confronti del quale esso fungerà da casseratura verticale che come tale non verrà compensata a parte. Il prezzo comprende la fugatura dei giunti tra pannelli contigui ed ogni onere di fornitura e magistero per dare il lavoro compiuto a regola d'arte, compreso il fissaggio al piede in incavo precedentemente disposto e l'ancoraggio in sommità con bulloni in acciaio inox. Per m ² di superficie in verticale. protezione verticale e cassero a perdere del cordolo del ponte Sommano m ²	2.00	42.50		0.500	42.50 42.50	35.19	1,495.58
	Ponte - lavori sull'impalcato(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO) IMPALCATO							
Nr. 41	19.14.084 Demolizione di barriere stradali in calcestruzzo o parapetti metallici. Demolizione di barriere stradali in calcestruzzo o parapetti metallici compreso l'onere del trasporto a rifiuto del materiale inutile del trasporto a deposito di quello utilizzabile che resta di proprietà dell'Amm.ne. parapetti metallici (*par.ug. = 2*10) (*lung. = 2,00) VECCHI GARD-RAIL Sommano m	20.00	2.00 5.00			40.00 5.00 45.00	5.31	238.95
Nr. 42	02.03.004*.001 Demolizione di calcestruzzo armato. Demolizione totale o parziale di calcestruzzo armato di qualsiasi forma o spessore. Sono compresi: l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire; la demolizione, con ogni cautela e a piccoli tratti, delle strutture collegate o a ridosso dei fabbricati o parte dei fabbricati da non demolire. Sono compresi: l'onere per il calo in basso, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Sono da computarsi a parte le eventuali opere di protezione ed il trasporto a discarica con i relativi oneri. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Con l'uso di mezzo meccanico. Rimozione cordoli esistenti ai lati dell'impalcato mezzo timpano (*larg. = 0,500) Sommano m ³	2.00	42.00	0.500	0.200	8.40 8.40	81.45	684.18
Nr. 43	19.03.005*.001 Demolizione di sovrastruttura. Demolizione di sovrastruttura stradale, comprese le pavimentazioni, con gli oneri e le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche, compreso							
	A R I P O R T A R E							129,045.43

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							129,045.43
Nr. 44	l'onere del lavoro in presenza di traffico, la frantumazione del materiale demolito per poterlo adoperare per altri usi stradali, quali le fondazioni e sottofondazioni, l'accatastamento del materiale in luoghi di deposito fissati dall'Amm/ne, la frantumazione del materiale e la sua miscelazione con altro materiale. Senza reimpiego di materiali Demolizione vecchio pavimentazione per creare nuova Soletta C.a. (*H/peso = 0.1+0.3+0.1) Sommano m³		42.50	8.500	0.500	180.63 180.63	8.38	1,513.68
Nr. 45	02.06.001.002 ANALISI CHIMICHE PER ATTRIBUZIONE CODICE CER - Analisi chimiche necessarie alla caratterizzazione, ai sensi della normativa vigente in materia, dei materiali da scavo e/o rifiuti (anche liquidi), compresa la attribuzione del codice CER e l'indicazione delle modalità di smaltimento/recupero, per ciascun campione Per il conferimento in discarica (D.M. 27/09/10) e in impianto di recupero (Decreto 05/04/ 2006 n. 186). Per il conferimento in discarica (D.M. 27/09/10) e in impianto di recupero (Decreto 05/04/2006 n. 186). Per rifiuti solidi. a corpo Sommano cad	1.00				1.00 1.00	238.38	238.38
Nr. 46	02.01.007 TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO FINO AD UNA DISTANZA DI 15 km. Trasporto a discarica o sito autorizzato fino ad una distanza di 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato, del materiale proveniente da scavo o demolizione. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. rimozione materiali scavato e demolizioni rilevato (*par.ug. = 180.63+10.5+1) Sommano m³	192.13				192.13 192.13	4.74	910.70
Nr. 47	02.06.004.001 Costo per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero, codici attribuiti secondo l'Elenco europeo dei rifiuti (CEER/EER), escluso il costo del trasporto salvo diversamente indicato. Rifiuti dalle attività di costruzione e demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati) cemento (riferimento cod. CEER/EER 17 01 01) rimozione materiali scavati Sommano t	192.13			1.700	326.62 326.62	17.24	5,630.93
Nr. 47	19.13.002 Strato di fondazione in misto cementato. Strato di fondazione in misto cementato, di qualsiasi spessore, costituito da una miscela (inerti, acqua, cemento) di appropriata							
	A R I P O R T A R E							137,339.12

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							137,339.12
Nr. 48	<p>granulometria in tutto rispondente alle prescrizioni delle Norme Tecniche compreso l'onere del successivo spandimento sulla superficie dello strato di una mano di emulsione bituminosa nella misura di kg 1 per m², saturata da uno strato di sabbia; compresa la fornitura dei materiali, prove di laboratorio ed in sito, lavorazione e costipamento dello strato con idonee macchine, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto secondo le modalità prescritte, misurato in opera dopo compressione.</p> <p>rullato dopo lo scavo prima di posa soletta Sommano m³</p> <p>19.13.004.003 Conglomerato bituminoso tipo binder chiuso. Conglomerato bituminoso tipo binder chiuso ottenuto con graniglia e pietrischetti sabbia ed additivo, confezionato a caldo con idonei impianti, con dosaggi e modalità indicati dalle norme tecniche di capitolato, con bitume di prescritta penetrazione, fornito e posto in opera con idonee macchine vibrofinitrici, compattato a mezzo di idoneo rullo tandem, previa stesa sulla superficie di applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% (ECR) nella misura di Kg 0.700 per m² con leggera granigliatura successiva. Compreso: la fornitura di ogni materiale e lavorazione, prove di laboratorio ed in sito, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Tipo 0/25 mm con impiego di graniglie e pietrischetti di IV° Cat. Misurato su autocarro.</p> <p>SEDE STRADALE PONTE (*H/peso = 0.07*22) Sommano 100 kg</p>		42.50	8.000	0.050	17.00 17.00	58.93	1,001.81
Nr. 49	<p>19.13.005.001 Conglomerato bituminoso per strato di usura tipo tappetino. Conglomerato bituminoso per strato di usura tipo tappetino ottenuto con impiego di graniglia e pietrischetti, sabbie ed additivi, (nella quale sia presente almeno una percentuale di peso del 30%, rispetto alla miscela totale, di pietrischetti e graniglie con materiale di natura vulcanica-magmatica-eruttiva ovvero basaltica),confezionato a caldo con idonei impianti, con dosaggi e modalità indicati dalle norme tecniche di capitolato, con bitume di prescritta penetrazione, fornito e posto in opera con idonee macchine vibrofinitrici, compattato a mezzo di idoneo rullo tandem, previa stesa sulla superficie di applicazione di una spruzzatura di emulsione bituminosa del tipo acida al 60% (ECR) nella misura di kg. 0,70 per m² con leggera granigliatura successiva. Compreso: la fornitura di ogni materiale e lavorazione, prove di laboratorio ed in sito, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Tipo 0/12 - 0/15 mm come da prescrizioni di C.S.A. e secondo le indicazioni della D.L., inerti lapidei di I Cat. Misurazione su autocarro.</p>		43.50	8.500	1.540	569.42 569.42	10.10	5,751.14
	A R I P O R T A R E							144,092.07

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							144,092.07
Nr. 50	SEDE STRADALE PONTE (*H/peso = 0.05*22) Sommano 100 kg 19.09.012 Trattamento impermeabilizzante armato per estradossi di impalcati. Trattamento impermeabilizzante armato continuo di estradossi di solette da adibire al passaggio del traffico, realizzato in opera mediante: a) spalmatura a caldo ad alta temperatura di bitume modificato con gomme termoplastiche (cont.min. 8%) previa accurata pulizia della superficie, compresa bocciardatura od idrolavaggio (previa anche eventuale stuccatura e regolarizzazione con malte cementizie antiritiro da pagare a parte), nonché stesa di primer d'ancoraggio a solvente; lo strato di bitume modificato sarà in grado di colmare tutte le irregolarità del supporto ed avrà spessore non inferiore a mm 2,5; b) telo di tessuto in poliestere trevira/spunbond del peso di gr 200/m², totalmente impregnato a caldo con bitume modificato come sopra, sovrapposto alle giunzioni per cm 20; c) secondo strato spalmato a caldo ad alta temperatura come al punto a), dello spessore minimo di mm 1; Impermeabilizzazione impalcato Sommano m²		42.50	8.500	1.100	397.38 397.38	12.19	4,844.06
Nr. 51	19.10.017 (Regione Marche 2023) Bocchettoni in lastre di piombo per scarico acque. Fornitura e posa in opera di bocchettoni in lastra di piombo di prima fusione, di qualsiasi spessore, per lo scarico delle acque superficiali del piano viabile di opere d'arte: compreso l'onere dell'adattamento, la muratura con malta eventualmente a base di resina epossidica od altro collante, e quant'altro occorre per dare l'opera finita a regola d'arte; solo esclusa la fornitura della resina epossidica od altro collante. Pozzetti di scolo centrali Sommano kg	2.00	42.50	8.500		361.25 361.25	13.58	4,905.78
Nr. 52	BARRIERESTRADALI 19.14.065.010 (Regione Marche 2023) Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail. Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzione di spartitraffico centrale, del tipo corrispondente alle Classi previste dal D.M. 223/92, aggiornato dal D.M.LL.PP. del 15.10.1996, complete di ogni elemento costruttivo (sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminale e di raccordo, rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi e quant'altro occorre), di ogni magistero, nessun escluso, ed oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera così come indicato nelle norme tecniche. La qualità dei materiali forniti dovrà essere certificata con le modalità prescritte dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n.				31.700	63.40 63.40	3.30	209.22
	A R I P O R T A R E							154,051.13

RIEPILOGO

Ponte - risanamento strutturale(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)		128,122.30	70.348%
- PULIZIA AREA CANTIERE	843.16		
- PULIZIA OPERA D'ARTE	1,805.40		
- DEMOLIZIONI - RIMOZIONI - SCAVI - TAGLI	4,785.81		
- INTERVENTI STRUTTURALI SOTTO LA VOLTA	17,434.04		
- INTERVENTI STRUTTURALI murature (timpano+muri andatori)	18,255.06		
- INTERVENTI STRUTTURALI tiranti/catene	20,253.11		
- RIPRISTINI E OPERE ACCESSORIE	2,724.66		
- SOLETTA DI RIPARTIZIONE IN C.A.	62,021.06		
Ponte - lavori sull'impalcato(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)		54,002.98	29.652%
- IMPALCATO	25,928.83		
- BARRIERE STRADALI	28,074.15		
TOTALE		182,125.28	

STUDIO TECNICO

ING. SIMONE GAUDENZI

SEDE STRADA PANORAMICA ADRIATICA 111- PESARO(PU)

Telefono 0721-33310 - CELL.3485944938

e-mail: simonegaudenzi1975@gmail.com

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

ONERI DELLA SICUREZZA SPECIALI

OGGETTO:

D.M. 225/2021 SCHEDA 02074.V1.PU MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 269+500 DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 265+00 E DEL PONTE SULLA SP 20 SERRUNGARINA AL KM 0+750. CUP B27H21001430001

COMMITTENTE:

Provincia di Pesaro e Urbino

DATA:

13 novembre 2023

IL TECNICO

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
Nr. 1	<p>OPERE PROVVISORIALI/SICUREZZA SPECIALE (I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI RIFERIMENTO PREZZARIO)</p> <p>26.02.03.11.001 (Regione Marche 2023 - Sicurezza) Allestimento di ponteggi in castelli prefabbricati, compreso il montaggio, il nolo fino a 6 mesi e lo smontaggio a lavori ultimati, trasporto di andata e ritorno, formazione di piani di lavoro in tavoloni e/o lamiera zincata, relativa al ponte e sottoponte in quota, parapetti, scarpe protettive in tavole, scale di servizio con relativi parapetti, piani di riposo e botole di sicurezza, gli spinotti le basette etc. Il tutto realizzato nel rispetto delle vigenti norme in materia di infortunistica sul lavoro. Per altezze fino a 10,00 m dal piano di campagna laterale (ALTEZZA ALL'ULTIMO PIANO DI LAVORO) (*lung. = (1.8*20)) (*H/peso = (8.6-1.5)/2+1.5) sotto arco per lavorare all'intradosso del ponte Sommano m²</p>	2.00	36.00		5.050	363.60		
		36.00		9.000		324.00		
						687.60	12.59	8,656.88
Nr. 2	<p>F01033.d (Prezzario Unico del Cratere del Centro Italia 2022 - Sicurezza) Costo di utilizzo, per la salute e l'igiene dei lavoratori, di bagno chimico portatile costruito in polietilene ad alta densità, privo di parti significative metalliche. Da utilizzare in luoghi dove non è presente la rete pubblica fognaria. Illuminazione interna del vano naturale tramite tetto traslucido. Le superfici interne ed esterne del servizio igienico devono permettere una veloce e pratica pulizia. Deve essere garantita una efficace ventilazione naturale e un sistema semplice di pompaggio dei liquami. Il bagno deve essere dotato di 2 serbatoi separati, uno per la raccolta liquami e l'altro per il contenimento dell'acqua pulita necessaria per il risciacquo del wc, azionabile tramite pedale a pressione posto sulla pedana del box. Sono compresi: l'uso per la durata delle fasi di lavoro che lo richiedono al fine di garantire l'igiene dei lavoratori; il montaggio e lo smontaggio anche quando, per motivi legati alla sicurezza e l'igiene dei lavoratori, queste azioni vengono ripetute più volte durante il corso dei lavori a seguito della evoluzione dei medesimi; il documento che indica le istruzioni per l'uso e la manutenzione; il trasporto presso il cantiere; la preparazione della base di appoggio; l'uso dell'autogrù per la movimentazione e la collocazione nell'area predefinita e per l'allontanamento a fine opera. Dimensioni esterne massime m 1,10 x 1,10 x 2,30 circa. Il bagno chimico ed i relativi accessori sono e restano di proprietà dell'impresa. È inoltre compreso quanto altro occorre per l'utilizzo del box chimico portatile. Misurato al mese o frazione di mese per assicurare la corretta organizzazione del cantiere anche al fine di garantire la salute e l'igiene dei lavoratori: bagno chimico portatile con lavabo, per ogni</p>							
	A R I P O R T A R E							8,656.88

RIEPILOGO

	OPERE PROVVISORIALI/SICUREZZA SPECIALE(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI RIFERIMENTO PREZZARIO)	9,156.08	100.000%
	TOTALE	9,156.08	

STUDIO TECNICO

ING. SIMONE GAUDENZI

SEDE STRADA PANORAMICA ADRIATICA 111- PESARO(PU)

Telefono 0721-33310 - CELL.3485944938

e-mail: simonegaudenzi1975@gmail.com

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

DEGLI ONERI DELLA SICUREZZA INCLUSI

OGGETTO:

D.M. 225/2021 SCHEDA 02074.V1.PU MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 269+500 DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 265+00 E DEL PONTE SULLA SP 20 SERRUNGARINA AL KM 0+750. CUP B27H21001430001

COMMITTENTE:

Provincia di Pesaro e Urbino

DATA:

13 novembre 2023

IL TECNICO

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	Ponte - risanamento strutturale(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)							
	PULIZIA AREA CANTIERE							
Nr. 1	26.01.01.01 Taglio e sfalcio di canna palustre e vegetazione arbustiva, eseguito con mezzo meccanico. E' compresa la bruciatura e/o allontanamento con sistemazione a rifiuto dei materiali di risulta. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. pulizia aree di lavoro ai lati dei muri andatori e sotto arco (*par.ug. = 2,00) (*lung. = 50,00) (*larg. = 5,000) Sommano m ²	2.00	50.00	5.000		500.00 500.00	0.01	5.00
Nr. 2	19.19.007 Taglio di roveti, arbusti, canneti e simili. Taglio di roveti, arbusti, canneti e simili con piante fino a cm 15 di diametro, su pertinenze stradali con l'onere del trasporto a rifiuto del materiale di risulta. Vedi voce 26.01.01.01 (N. Ord. 1) Sommano m ²	500.00				500.00 500.00	0.02	10.00
Nr. 3	26.01.01.03.001 Taglio di piante isolate a mano o con mezzi meccanici. Per alberatura di diametro fino a cm 30 rimozione di arbuti (*par.ug. = 10,00) Sommano cad	10.00				10.00 10.00	1.04	10.40
Nr. 4	28.02.004.003 Piattaforma aerea a cella; compreso consumi, carburanti, lubrificanti, normale manutenzione ed assicurazioni R.C.; escluse riparazioni e relative ore di fermo a carico del noleggiatore Portata 300 kg su braccio telescopico fino ad altezza 19 m; compreso operatore Uso di piattaforma tipo By Bridge Sommano h	1.00			4.000	4.00 4.00	3.94	15.76
	PULIZIA OPERA D'ARTE							
Nr. 5	19.18.021 Ripulitura di muri e manufatti da erbacce. Ripulitura di muri e manufatti da erbacce, scritte e manifesti abusivi a mano con mezzi meccanici con l'ausilio di impalcature adeguate e relativa segnaletica riportando le pareti allo stato originale con l'affissione di apposite targhe in alluminio da cm 20x20 riportante la scritta Divieto di affissione C.P.663 collocate ogni m ² 10 di superficie targhette che resteranno di proprietà dell'Amministrazione. PARZIALE PULIZIA DELLE SUPERIFICI muri andatori mq 60 per lato (*par.ug. = 2*60) (*H/peso = 0,250) timpani per lato 24mq (*par.ug. = 2*25) spalle (*par.ug. = 2,00) (*larg. = 9,500) (*H/peso = 2,500) Sommano m ²	120.00 50.00 2.00		9.500	0.250 2.500	30.00 50.00 47.50 127.50	0.71	90.53
	A RI PORT A R E							131.69

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							131.69
Nr. 6	<p>DEMOLIZIONI - RIMOZIONI - SCAVI - TAGLI</p> <p>24.13.005*</p> <p>Idrolavaggio di paramenti murari in pietra o mattoni. Idrolavaggio di paramenti murari di qualsiasi natura, in pietra o mattoni, retti o curvi, piani o inclinati, da eseguirsi con apposita apparecchiatura a qualsiasi altezza dal piano di campagna o dal pavimento, avendo cura di controllare la pressione di uscita dell'acqua in rapporto alla consistenza dei materiali in modo da evitare il danneggiamento degli stessi. detto lavaggio sarà effettuato preliminarmente alle operazioni di stuccatura dei paramenti, al fine di rimuovere i depositi di sporco ed eventuali porzioni di stuccatura incoerenti.</p> <p>Timpani di spalle e pile (prosp. nord e sud) Volta(parte sotto) E PILE (*lung. = 4.5*3.14)</p> <p style="text-align: right;">Sommano m²</p>	2.00	14.13 2.20	9.000 9.000		127.17 39.60 166.77	0.44	73.38
Nr. 7	<p>24.01.011*.001</p> <p>Smontaggio di muratura piena. Smontaggio di muratura piena da eseguirsi a qualsiasi altezza o profondità, compreso il tiro a basso di tutto il materiale di risulta, lo scarriolamento a mano sino ai punti di carico, cernita ed accatastamento del materiale riutilizzabile nell'ambito del cantiere, In pietra muri andatori e Timpani: Interventi localizzati di smontaggio del paramento dei timpani di spalla e andatori per ricostruzione delle porzioni ammalorate; spessore medio 30 cm; quantità approssimate</p> <p>100% mezzo timpano lato monte (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300)</p> <p>10% mezzo timpano lato monte (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300) (*H/peso = 0,100)</p> <p>10% mezzo timpano lato valle (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300) (*H/peso = 0,100)</p> <p>10% mezzo timpano lato valle (*par.ug. = 12,50) (*larg. = 0,300) (*H/peso = 0,100)</p> <p style="text-align: right;">Sommano m³</p>	12.50		0.300		3.75		
		12.50		0.300	0.100	0.38		
		12.50		0.300	0.100	0.38		
		12.50		0.300	0.100	0.38		
						4.89	10.78	52.71
Nr. 8	<p>02.03.002*.001</p> <p>Demolizione di murature. Demolizione di muratura di tufo, pietrame di qualsiasi natura, di mattoni o miste, di qualsiasi forma e spessore. Sono compresi: l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire; la demolizione, con ogni cautela e a piccoli tratti, delle strutture collegate o a ridosso dei fabbricati o parte dei fabbricati da non demolire. Sono compresi: l'onere per il calo in basso, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Sono da computarsi a parte le eventuali opere di protezione ed il trasporto a discarica con i relativi oneri. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Con l'uso di mezzo meccanico.</p> <p>Muri parapetti esistenti (200x1,1x0,4) (*par.ug. = 11*2)</p> <p style="text-align: right;">Sommano m³</p>	22.00	2.00	0.400	1.100	19.36 19.36	2.53	48.98
	A R I P O R T A R E							306.76

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							306.76
Nr. 9	A01147 Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta provenienti da lavorazioni di demolizioni con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per accumulo in luogo di deposito provvisorio, in attesa del trasporto allo scarico Smontaggi Demolizione a seguito di scarnificature delle Stuccature Sommano mc	5.00				5.00 5.00	0.91	4.55
Nr. 10	02.01.007 TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO FINO AD UNA DISTANZA DI 15 km. Trasporto a discarica o sito autorizzato fino ad una distanza di 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato, del materiale proveniente da scavo o demolizione. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. macerie Vedi voce 24.01.011*.001 (N. Ord. 7) Vedi voce 02.03.002*.001 (N. Ord. 8) scarnificatura Sommano m³	4.89 19.36 5.00				4.89 19.36 5.00 29.25	0.24	7.02
Nr. 11	02.01.008 SOVRAPPREZZO PER TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO. Sovrapprezzo per trasporto a discarica o sito autorizzato a distanza di oltre 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. Per m³ di materiale per ogni 10 chilometri oltre i primi 15. incremento per 10 km Vedi voce 02.01.007 (N. Ord. 10) Sommano m³x10km	29.25				29.25 29.25	0.32	9.36
Nr. 12	02.06.004.001 Costo per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero, codici attribuiti secondo l'Elenco europeo dei rifiuti (CEER/EER), escluso il costo del trasporto salvo diversamente indicato. Rifiuti dalle attività di costruzione e demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati) cemento (riferimento cod. CEER/EER 17 01 01) vedi materiale trasportato Sommano t	29.25			1.700	49.73 49.73	0.86	42.77
	INTERVENTI STRUTTURALI SOTTO LA VOLTA							
	A R I P O R T A R E							370.46

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							370.46
Nr. 13	24.01.025*.001 Stuccatura delle connesure. Stuccatura delle connesure di paramenti eseguite con malta di calce a basso contenuto di argilla secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori tenuto conto delle caratteristiche costruttive delle malte esistenti originali; compresa la spazzolatura a fine lavorazione con spazzole di saggina. Su paramento in mattoni SOTTO VOLTA (*par.ug. = 4.5*3.14*9) Sommano m ²	127.17				127.17 127.17	1.42	180.58
Nr. 14	04.08.010*.002 INTONACO ARMATO CON RETE IN FIBRA DI VETRO. Rinforzo o consolidamento di pareti di qualsiasi genere, anche ad una testa, mediante applicazione di rete preformata in materiale composito fibrorinforzato GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer), costituita da fibra di vetro AR (Alcalino Resistente) con contenuto di zirconio pari o superiore al 16% e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, rapporto in peso fibra/resina pari a 65/35%, modulo elastico a trazione medio 23.000 N/mm ² , resistenza a trazione della singola barra 3,5 kN e allungamento a rottura 1,5%. Sono inoltre compresi: la pulitura degli elementi murari; l'abbondante lavaggio della superficie muraria; l'esecuzione di perfori in numero di 4/m ² e la fornitura ed inserimento di connettori preformati ad "L" in F.R.P. aventi sezioni 10 x 7 mm e lunghezza opportuna in relazione allo spessore murario per almeno 2/3 dello spessore della parete, applicazione della rete una con sovrapposizione tra le stesse di 10 cm e solidarizzati tramite ancorante chimico; applicazione di intonaco strutturale di spessore fino a 3 cm, resistenza a compressione 8-15 MPa, modulo elastico 8000-12000 MPa, con finitura a frattazzo. Da conteggiare a parte la rimozione dell'intonaco esistente, E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito, conteggiato a misura effettiva, applicazione per spessori della parete fino a 60 cm. Su un lato della parete: con maglia 66x66 mm, n. 15 barre/metro intonaco armato spessore 5cm da eseguire sotto volta - con passo connettore 1/40cm - ovvero 6/mq (*par.ug. = 4.5*3.14*9) Sommano m ²	127.17				127.17 127.17	3.90	495.96
Nr. 15	04.08.006*.001 CONNETTORI A BARRA IN FIBRE DI VETRO. Fornitura e posa in opera di barre in fibre di vetro e malta a matrice pozzolanica stabilizzata, ecocompatibile per la realizzazione di connessioni d'aggancio fra le strutture. Caratteristiche della malta: adesivo ad alta aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20.							
	A R I P O R T A R E							1,047.00

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							1,047.00
Nr. 16	<p>Diametro 8 mm allungamento connettore alle reni dell'arco(sino alla misura complessiva del foro di 90cm) per un'altezza dalla quota di imposta di almeno di 2ml (*par.ug. = 2*2*9) (*lung. = (80-55/3*2)/100) Sommano m</p> <p>03.03.020*.003 Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per mensole, solette a sbalzo, rampe di scale e per particolari forme geometriche anche curvilinee. PERIMETRO BORDI VOLTA PER TIRARE INTONACO ARMATO (*lung. = 9*3.14) Sommano m²</p>	36.00	0.43		6.000	92.88 92.88	1.28	118.89
Nr. 17	<p>24.10.006*.002 Fornitura e posa in opera di armature. Fornitura e posa in opera di armature per cuciture armate e opere strutturali compreso ogni onere per tagli, sfridi e adattamenti in sito. Acciaio inox filettato AISI 304 o 316 conessioni laterali dell'intonaco armato sotto volta(due barre diametro 8mm da 35 connesse con boccola filettata passo 1/40cm) barre (*par.ug. = 23*2) (*lung. = 0.35*2) boccola(peso equivalente 0.36kg/cad) (*par.ug. = 23*2) Sommano kg</p>	46.00	0.70		0.395	12.72		
		46.00	0.15		2.466	17.02 29.74	1.43	42.53
Nr. 18	<p>04.02.003*.002 FISSAGGI E ANCORAGGI CON RESINA BICOMPONENTE. Fissaggi e ancoraggi di barre o profilati di qualsiasi materiale su tutti i tipi di calcestruzzo e muratura da applicarsi dopo aver eseguito il foro nel supporto e dopo averlo pulito. Caratteristiche della resina: aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20 e larghezza del foro fino a 35 mm. Con resina tixotropica a base di vinilestere. Perforazione per barre perimetrali del consolidamento sotto volta(L=30cm) Sommano m</p>	46.00		0.300		13.80 13.80	2.06	28.43
Nr. 19	<p>03.02.006* Muratura di pietrame calcareo o basaltico.</p> <p style="text-align: center;">INTERVENTI STRUTTURALI murature (timpano+muri andatori)</p>							
	A R I P O R T A R E							1,242.57

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							1,242.57
Nr. 20	Muratura comune di pietrame calcareo o basaltico e malta cementizia dosata a q.li 3 di cemento 325, a testa rasa a uno o più fronti, in elevazione. Sono compresi: i magisteri di appresatura; gli spigoli e le riseghe; le eventuali configurazioni a scarpa. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Vedi voce 24.01.011*.001 (N. Ord. 7) Incrementi per porzioni di misura inferiore al minimo computabile (*par.ug. = 10*0,15) Sommano m³	4.89				4.89		
		1.50				1.50		
						6.39	12.73	81.34
Nr. 21	24.10.006*.002 Fornitura e posa in opera di armature. Fornitura e posa in opera di armature per cuciture armate e opere strutturali compreso ogni onere per tagli, sfridi e adattamenti in sito. Acciaio inox filettato AISI 304 o 316 connessione con barre AISI 8mm alla base tra timpano ed arco(passo 3/ml) (*par.ug. = 2*4) connessione con barre AISI 8mm per ricucire lesioni verticali ai muri andatori (passo 3/ml) (*par.ug. = 3*4) Sommano kg	8.00	0.70	14.000	0.395	30.97		
		12.00	0.70	8.000	0.395	26.54		
						57.51	1.43	82.24
Nr. 22	04.02.003*.002 FISSAGGI E ANCORAGGI CON RESINA BICOMPONENTE. Fissaggi e ancoraggi di barre o profilati di qualsiasi materiale su tutti i tipi di calcestruzzo e muratura da applicarsi dopo aver eseguito il foro nel supporto e dopo averlo pulito. Caratteristiche della resina: aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20 e larghezza del foro fino a 35 mm. Con resina tixotropica a base di vinilestere. connessione con barre AISI 8mm alla base tra timpano ed arco(passo4/ml alternate di inclinazione) (*par.ug. = 2*4) connessione con barre AISI 8mm per ricucire lesioni verticali ai muri andatori (passo 3/ml) (*par.ug. = 3*4) Sommano m	8.00		14.000	0.700	78.40		
		12.00		8.000	0.700	67.20		
						145.60	2.06	299.94
Nr. 22	24.03.014* Rifacimento di cornici con mattoni posti in piano sagomati. Rifacimento di cornici con mattoni posti in piano sagomati (toro), comunque disposti, da realizzare con materiali analoghi per forma, dimensione e cromatismo a quelli esistenti, legati con malta di calce idraulica con basso contenuto di argilla; compresa inoltre la stuccatura dell'intero sviluppo della cornice con la stessa malta e spazzolatura con saggina a lavoro ultimato. La misurazione verrà effettuata a m per ogni singolo ricorso. Ripresa delle cornici degli archivolti dell'arco a tutto sesto (10 % dell'arco) Sommano m	2.00	42.20		0.100	8.44		
						8.44		
							3.23	27.26
	A R I P O R T A R E							1,733.35

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							1,733.35
Nr. 23	24.03.003*.007 Ripresa di muratura piena dello spessore fino a cm 30. Ripresa di muratura piena, con materiale simile a quello esistente, realizzata con la stessa tecnica di lavorazione, legata con malta di calce idraulica con basso contenuto di argilla; è compreso inoltre l'onere per la stuccatura e la spazzolatura a fine lavoro e le ammorsature realizzate con il sistema cucì e scucì con la muratura esistente. La formazione di piattabande, ghiera di archi, spallette, lesene etc. saranno compensati a parte. Le misurazioni verranno effettuate secondo figure geometriche rette di inviluppo di massimo ingombro con detrazione di tutti i vuoti, comunque con un minimo di 0,30 m ² per ogni singola ripresa. In pietra squadrata fornita dall'impresa Eventuali ripristini se si eseguono smontaggi sui timpani (*par.ug. = 4.89/0.3) Sommano m ²	16.30				16.30 16.30	7.30	118.99
Nr. 24	04.05.017.003 CONSOLIDAMENTO STRUTTURE MURARIE A SACCO CON MALTE CEMENTIZIE. Consolidamento di strutture murarie a sacco, caotiche e incoerenti con perforazioni ed iniezioni di miscele di materiali in sospensione, da eseguirsi nel seguente modo: - pulizia e messa a vivo dei conci con spazzola a fili di acciaio e lavaggio della superficie; - scarnitura profonda dei giunti evitando accuratamente la scalpellinatura degli stessi, la loro preparazione secondo le indicazioni della D.L.; - esecuzione di un reticolo nel paramento, costituito da un numero adeguato di fori per iniezioni, mediamente n. 4 per ogni m ² , utilizzando le cavità presenti nei giunti o praticando i fori con il trapano elettrico a sola rotazione, il cui diametro di perforazione sia di almeno mm 20; - fissaggio dei bocchigli con idonea malta o legante puro e colatura di acqua al fine di inumidire le cavità da iniettare; - iniezioni a bassa pressione di miscele di materiali in sospensione con pompe manuali, a base di cemento tipo 325 o 425, oppure con base legante a scelta della D.L. con dosaggio minimo di kg 200 a m ³ di miscela; - asportazione di bocchigli di iniezione e della malta di fissaggio; - sigillatura con idonea malta o a base di calce, terre colorate e sabbia oppure a base di cemento tipo 425 e sabbia, a scelta della D.L.; - perforazione delle pareti; - mano d'opera e attrezzature speciali necessarie. E' esclusa l'eventuale spicconatura di intonaci. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per murature (da oltre lo spessore di cm 70 e fino a cm 100.) Riempimento di lesioni nei muri andatori - tramite iniezioni riempitive (altezza 8ml) - 4 spigoli delle spalle per circa 3ml di profondità Sommano m ²		3.00 3.00 3.00 3.00	0.300 0.300 0.300 0.300	6.000 3.000 3.000 6.000	5.40 2.70 2.70 5.40 16.20	8.64	139.97
	A R I P O R T A R E							1,992.31

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							1,992.31
Nr. 25	24.13.007* bis Preconsolidamento superficiale di paramenti in pietra. Preconsolidamento superficiale di paramenti in pietra da eseguirsi prima del lavaggio e del restauro del paramento stesso. Tale operazione dovrà essere effettuata mediante l'applicazione a pennello di prodotto consolidante del tipo silicato di etili per un assorbimento presunto di kg 0,70 al m ² La misurazione verrà considerata vuoto per pieno, escluse le superfici superiori a m ² 4,00. SUPERIFICIE SOTTO VOLTA Sommano m ²	134.24				134.24 134.24	1.21	162.43
	INTERVENTI STRUTTURALI tiranti/catene							
Nr. 26	11.01.003.002 Strutture in acciaio in profilati composti saldati. Manufatti in acciaio per travi e pilastri realizzati con accoppiamenti saldati di piatti in lamiera di acciaio, forniti e posti in opera in conformità alle norme vigenti. Sono compresi: le piastre di attacco, i fazzoletti di irrigidimento; il taglio a misura; le forature; le flange; la bullonatura (con bulloni di qualsiasi classe) o saldatura; etc.. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Sono esclusi i trattamenti protettivi e le verniciature che verranno computati a parte. In acciaio S235 e 275 classe di esecuzione EXC3 piastre di ancoraggio D=200mm - S235 - S=20mm (*par.ug. = 4*9) (*larg. = 0.1*0.1*3.14) (*H/peso = 87.5*2) Sommano kg	36.00	1.50	0.031	175.000	292.95 292.95	0.20	58.59
Nr. 27	11.02.011.004 Zincatura a caldo per immersione. Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500°C previo decappaggio, sciacquaggio, etc. e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per immersione di lamiere e tubi leggeri. Vedi voce 11.01.003.002 (N. Ord. 26) Sommano kg	292.95				292.95 292.95	0.04	11.72
Nr. 28	01.26.009 Trasporto e approntamento dell'attrezzatura di perforazione con metodo a rotazione (o rotopercolazione) con circolazione diretta di aria e/o schiuma. Trasporto dell'attrezzatura di perforazione con metodo a rotazione (o rotopercolazione) con circolazione diretta di aria e/o schiuma. Sono compresi: il carico, lo scarico; il trasporto andata e ritorno dalla sede legale al cantiere; l'approntamento dell'attrezzatura di perforazione; il personale necessario. fornitura attrezzatura di perforazione Sommano cad	1.00				1.00 1.00	55.83	55.83
Nr. 29	19.10.007 Malta epossidica per allettamento appoggi. Fornitura di malta sintetica a base epossidica ed inerti quarziferi per l'allettamento degli apparecchi d'appoggio, con resistenza a							
	A R I P O R T A R E							2,280.88

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							2,280.88
Nr. 30	compressione superiore a 60 N/mm ² a tre giorni. Strato di allettamento e ripartizione per i tralicci sui timpani (*par.ug. = 18*2) Sommano dm ³	36.00	2.00	2.000	0.200	28.80 28.80	0.59	16.99
Nr. 31	01.25.001.001 Perfori in rocce tenere su ponteggi. Perfori in rocce tenere ed in terreni di qualsiasi natura e consistenza, per la realizzazione di chiodature, tiranti di ancoraggio, dreni in terreni o rocce, ottenuti mediante trivellazione, a rotazione o rotopercolazione, con circolazione di aria o se necessario anche di acqua, con asse di perforazione avente qualunque direzione ed inclinazione, eseguita su ponteggi, misurata al metro lineare dal piano di attacco della perforazione stessa fino alla quota di fondo raggiunta dall'utensile di perforazione. E' compreso quanto occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi i ponteggi. Per diametro medio reso di mm 60-79. muri andatori e timpani Sommano m	18.00	9.00			162.00 162.00	2.12	343.44
Nr. 31	01.25.010 Tiranti in barre di acciaio. Tiranti in barre di acciaio tipo DyWidag 85/105, forniti e posti in opera. Sono compresi: la giunzione; la piastra; il dado; il bloccaggio; il tubo di iniezione. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. 20 barre diametro 40mm Sommano kg	18.00		9.080	9.865	1,612.34 1,612.34	0.33	532.07
Nr. 32	RIPRISTINI E OPERE ACCESSORIE 12.01.007 Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio. Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, eseguita a qualsiasi altezza, a due strati in tinta unica chiara su intonaco civile esterno. Preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione, con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare. Imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello. Ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo. Sono compresi: le scale; i cavalletti; la pulitura ad opera ultimata. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. pittura sotto volta (*lung. = 9*3.14/2*9) Sommano m ²		127.17			127.17 127.17	0.73	92.83
Nr. 33	I.002.115.a SCARICHI ACQUA PER IMPALCATI Realizzati con tubazioni PVC ad alta durabilità di diametro variabile da cm 10 a cm 30 dati in opera, compreso l'attacco con il							
	A R I P O R T A R E							3,266.21

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							3,266.21
Nr. 34	<p>complessivo di invito e raccolta delle acque dell'impalcato; lo scarico verrà eseguito a qualunque altezza, e portato a qualunque quota ed anche fino al terreno, ancorando le tubazioni alle murature con staffoni di acciaio inossidabile, completi di collari e bulloni pure di acciaio inox. Qualora la tubazione sua fatta terminare prima del terreno, si dovrà garantire che il flusso dell'acqua cadente, si svolga in modo da non investire superfici del manufatto, anche in presenza di vento, e che la tubazione termini ad una quota inferiore di almeno m 1,00 sotto il punto più basso dell'impalcato, con taglio a becco di flauto. Sono compresi: - tutti gli oneri di fornitura delle tubazioni e dei pezzi speciali occorrenti; - il loro accoppiamento a fusione, salvo quelli da eseguire con giunti di tenuta a freddo a mezzo di anelli di gomma stabilizzata; - gli ancoraggi alla struttura con staffe, collari e bulloni in acciaio inossidabile; - ogni altro onere e magistero necessario per eseguire lo scarico a qualunque altezza, sia in fase di costruzione dell'impalcato che a completamento avvenuto. - DIAMETRO ESTERNO MM 100</p> <p>Due scarichi da eseguirsi al centro del ponte(curva fanno un metro)</p> <p style="text-align: right;">Sommano ml</p>	2.00	3.00			6.00	0.43	2.58
						6.00		
Nr. 34	<p>A11047</p> <p>Protezione di muri e facciate esposte a pioggia mediante l'applicazione, in due mani, di resina silossanica a solvente con caratteristiche di idrorepellenza e traspirabilità, data a spruzzo, oppure a rullo, esclusa la preparazione del supporto con incidenza minima di 0,5 l/mq</p> <p>Spalle del ponte e timpani</p> <p style="text-align: right;">Sommano mq</p>	89.60				89.60	0.45	40.32
						89.60		
Nr. 35	<p>SOLETTA DI RIPARTIZIONE IN C.A.</p> <p>A03.007.165.c</p> <p>Conglomerato cementizio strutturale, alleggerito con argilla espansa, preconfezionato, eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: LC38 (Rck 38 N/mm²), massa volumica 1.800 ÷ 2.000 kg/mc</p> <p>Calcestruzzo in Conglomerato Alleggerito Classe XF4 - LCmin= 35/38-RAPPORTO A/C<0,45-CMIN>360kg/MC</p> <p>cordoli</p> <p style="text-align: right;">Sommano mc</p>	2.00	42.50	9.500	0.350	141.31	12.04	1,803.71
						42.50		
Nr. 36	<p>03.04.002*</p> <p>Barre in acciaio tipo B450C. Acciaio per cemento armato in barre laminate a caldo del tipo B450C, impiegabile anche come FeB44K, saldabile, fornite e poste in opera. Sono compresi: i tagli; le piegature; le sovrapposizioni; gli sfridi; le legature con filo di ferro ricotto; le eventuali saldature; gli</p>							
	A R I P O R T A R E							5,112.82

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							5,112.82
Nr. 37	aumenti di trafilatura rispetto ai diametri commerciali, assumendo un peso specifico convenzionale di g/cm ³ 7,85 e tutti gli oneri relativi ai controlli di legge ove richiesti. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita.							
	ferro platea diametro 14/passo 25-uniforme sopra e sotto							
	soletta (*par.ug. = 1/0.25*2*1.05)	8.40	9.50	42.500	1.208	4,096.93		
	(*par.ug. = 1/0.25*2*1.05)	8.40	9.50	42.500	1.208	4,096.93		
	cordolo staffe (*lung. = 2*(0.38+0.08+0.38+0.38+0.18+0.08))	4.00	2.96	42.500	1.208	607.87		
correnti cordolo (*lung. = 42.5*1.05)	4.00	44.63		1.208	215.65			
	Sommano kg				9,017.38	0.11	991.91	
Nr. 38	03.03.020*.003 Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per mensole, solette a sbalzo, rampe di scale e per particolari forme geometriche anche curvilinee. SBALZO allargamento ponte	2.00	42.50	0.300		25.50		
	Sommano m ²					25.50	2.02	51.51
Nr. 39	03.03.020*.001 Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per muri di sostegno e fondazioni quali plinti, travi rovesce, cordoli, platee etc.							
	cordolo perimetrale	2.00	42.50		0.150	12.75		
	sponde soletta perimetrale	2.00	9.50		0.350	6.65		
	Sommano m ²					19.40	1.15	22.31
Nr. 39	03.03.019*.004 Sovraprezzi per calcestruzzo. Per la posa in opera mediante pompa autocarrata. CALECSTRUZZO POMPATO	150.00				150.00		
	Sommano m ³					150.00	0.96	144.00
Nr. 40	19.07.016 Pannelli prefabbricati in C.A. a facciavista e cassetta getti. Pannelli in cls aventi la resistenza RCK non inferiore a 30 MPa, armati con rete saldata in tondino d'acciaio, dello spessore da cm 6 a cm 10, con una superficie, da adibire a faccia vista, finita a							
	A R I P O R T A R E							6,322.55

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							6,322.55
	ghiaia lavata o lavorata a disegni di tipo accettato dalla D.L.; i pannelli verranno collocati in posizione verticale o subverticale e saranno completati da armatura sporgente da annegare nel calcestruzzo da gettare nella parte posteriore del pannello e nei confronti del quale esso fungerà da cassatura verticale che come tale non verrà compensata a parte. Il prezzo comprende la fugatura dei giunti tra pannelli contigui ed ogni onere di fornitura e magistero per dare il lavoro compiuto a regola d'arte, compreso il fissaggio al piede in incavo precedentemente disposto e l'ancoraggio in sommità con bulloni in acciaio inox. Per m ² di superficie in verticale. protezione verticale e cassero a perdere del cordolo del ponte Sommano m ²	2.00	42.50		0.500	42.50 42.50	1.76	74.80
	Ponte - lavori sull'impalcato(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO) IMPALCATO							
Nr. 41	19.14.084 Demolizione di barriere stradali in calcestruzzo o parapetti metallici. Demolizione di barriere stradali in calcestruzzo o parapetti metallici compreso l'onere del trasporto a rifiuto del materiale inutile del trasporto a deposito di quello utilizzabile che resta di proprietà dell'Amm.ne. parapetti metallici (*par.ug. = 2*10) (*lung. = 2,00) VECCHI GARD-RAIL Sommano m	20.00	2.00 5.00			40.00 5.00 45.00	0.27	12.15
Nr. 42	02.03.004*.001 Demolizione di calcestruzzo armato. Demolizione totale o parziale di calcestruzzo armato di qualsiasi forma o spessore. Sono compresi: l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire; la demolizione, con ogni cautela e a piccoli tratti, delle strutture collegate o a ridosso dei fabbricati o parte dei fabbricati da non demolire. Sono compresi: l'onere per il calo in basso, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Sono da computarsi a parte le eventuali opere di protezione ed il trasporto a discarica con i relativi oneri. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Con l'uso di mezzo meccanico. Rimozione cordoli esistenti ai lati dell'impalcato mezzo timpano (*larg. = 0,500) Sommano m ³	2.00	42.00	0.500	0.200	8.40 8.40	4.07	34.19
Nr. 43	19.03.005*.001 Demolizione di sovrastruttura. Demolizione di sovrastruttura stradale, comprese le pavimentazioni, con gli oneri e le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche, compreso l'onere del lavoro in presenza di traffico, la frantumazione del materiale demolito per							
	A R I P O R T A R E							6,443.69

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							6,443.69
Nr. 44	<p>poterlo adoperare per altri usi stradali, quali le fondazioni e sottofondazioni, l'accatastamento del materiale in luoghi di deposito fissati dall'Amm/ne, la frantumazione del materiale e la sua miscelazione con altro materiale. Senza reimpiego di materiali Demolizione vecchio pavimentazione per creare nuova Soletta C.a. (*H/peso = 0.1+0.3+0.1)</p> <p>Sommano m³</p> <p>02.06.001.002 ANALISI CHIMICHE PER ATTRIBUZIONE CODICE CER - Analisi chimiche necessarie alla caratterizzazione, ai sensi della normativa vigente in materia, dei materiali da scavo e/o rifiuti (anche liquidi), compresa la attribuzione del codice CER e l'indicazione delle modalità di smaltimento/recupero, per ciascun campione Per il conferimento in discarica (D.M. 27/09/10) e in impianto di recupero (Decreto 05/04/ 2006 n. 186). Per il conferimento in discarica (D.M. 27/09/10) e in impianto di recupero (Decreto 05/04/2006 n. 186). Per rifiuti solidi. a corpo</p> <p>Sommano cad</p>		42.50	8.500	0.500	180.63 180.63	0.42	75.86
Nr. 45	<p>02.01.007 TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO FINO AD UNA DISTANZA DI 15 km. Trasporto a discarica o sito autorizzato fino ad una distanza di 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato, del materiale proveniente da scavo o demolizione. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. rimozione materiali scavato e demolizioni rilevato (*par.ug. = 180.63+10.5+1)</p> <p>Sommano m³</p>	1.00				1.00 1.00	11.92	11.92
Nr. 46	<p>02.06.004.001 Costo per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero, codici attribuiti secondo l'Elenco europeo dei rifiuti (CEER/EER), escluso il costo del trasporto salvo diversamente indicato. Rifiuti dalle attività di costruzione e demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati) cemento (riferimento cod. CEER/EER 17 01 01) rimozione materiali scavati</p> <p>Sommano t</p>	192.13				192.13 192.13	0.24	46.11
Nr. 47	<p>19.13.002 Strato di fondazione in misto cementato. Strato di fondazione in misto cementato, di qualsiasi spessore, costituito da una miscela (inerti, acqua, cemento) di appropriata granulometria in tutto rispondente alle prescrizioni delle Norme Tecniche compreso</p>	192.13			1.700	326.62 326.62	0.86	280.89
	A R I P O R T A R E							6,858.47

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							6,858.47
Nr. 48	l'onere del successivo spandimento sulla superficie dello strato di una mano di emulsione bituminosa nella misura di kg 1 per m ² , saturata da uno strato di sabbia; compresa la fornitura dei materiali, prove di laboratorio ed in sito, lavorazione e costipamento dello strato con idonee macchine, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto secondo le modalità prescritte, misurato in opera dopo compressione. rullato dopo lo scavo prima di posa soletta Sommano m ³		42.50	8.000	0.050	17.00 17.00	2.95	50.15
Nr. 49	19.13.004.003 Conglomerato bituminoso tipo binder chiuso. Conglomerato bituminoso tipo binder chiuso ottenuto con graniglia e pietrischetti sabbia ed additivo, confezionato a caldo con idonei impianti, con dosaggi e modalità indicati dalle norme tecniche di capitolato, con bitume di prescritta penetrazione, fornito e posto in opera con idonee macchine vibrofinitrici, compattato a mezzo di idoneo rullo tandem, previa stesa sulla superficie di applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% (ECR) nella misura di Kg 0.700 per m ² con leggera granigliatura successiva. Compreso: la fornitura di ogni materiale e lavorazione, prove di laboratorio ed in sito, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Tipo 0/25 mm con impiego di graniglie e pietrischetti di IV° Cat. Misurato su autocarro. SEDE STRADALE PONTE (*H/peso = 0.07*22) Sommano 100 kg		43.50	8.500	1.540	569.42 569.42	0.51	290.40
	19.13.005.001 Conglomerato bituminoso per strato di usura tipo tappetino. Conglomerato bituminoso per strato di usura tipo tappetino ottenuto con impiego di graniglia e pietrischetti, sabbie ed additivi, (nella quale sia presente almeno una percentuale di peso del 30%, rispetto alla miscela totale, di pietrischetti e graniglie con materiale di natura vulcanica-magmatica-eruttiva ovvero basaltica),confezionato a caldo con idonei impianti, con dosaggi e modalità indicati dalle norme tecniche di capitolato, con bitume di prescritta penetrazione, fornito e posto in opera con idonee macchine vibrofinitrici, compattato a mezzo di idoneo rullo tandem, previa stesa sulla superficie di applicazione di una spruzzatura di emulsione bituminosa del tipo acida al 60% (ECR) nella misura di kg. 0,70 per m ² con leggera granigliatura successiva. Compreso: la fornitura di ogni materiale e lavorazione, prove di laboratorio ed in sito, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Tipo 0/12 - 0/15 mm come da prescrizioni di C.S.A. e secondo le indicazioni della D.L., inerti lapidei di I Cat. Misurazione su autocarro. SEDE STRADALE PONTE (*H/peso = 0.05*22)		42.50	8.500	1.100	397.38		
	A R I P O R T A R E							7,199.02

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		Unitario	Totale
	R I P O R T O							7,199.02
	Sommano 100 kg					397.38	0.61	242.40
Nr. 50	19.09.012 Trattamento impermeabilizzante armato per estradossi di impalcati. Trattamento impermeabilizzante armato continuo di estradossi di solette da adibire al passaggio del traffico, realizzato in opera mediante: a) spalmatura a caldo ad alta temperatura di bitume modificato con gomme termoplastiche (cont.min. 8%) previa accurata pulizia della superficie, compresa bocciardatura od idrolavaggio (previa anche eventuale stuccatura e regolarizzazione con malte cementizie antiritiro da pagare a parte), nonché stesa di primer d'ancoraggio a solvente; lo strato di bitume modificato sarà in grado di colmare tutte le irregolarità del supporto ed avrà spessore non inferiore a mm 2,5; b) telo di tessuto in poliestere trevira/spunbond del peso di gr 200/m ² , totalmente impregnato a caldo con bitume modificato come sopra, sovrapposto alle giunzioni per cm 20; c) secondo strato spalmato a caldo ad alta temperatura come al punto a), dello spessore minimo di mm 1; Impermeabilizzazione impalcato		42.50	8.500		361.25		
	Sommano m ²					361.25	0.68	245.65
Nr. 51	19.10.017 Bocchettoni in lastre di piombo per scarico acque. Fornitura e posa in opera di bocchettoni in lastra di piombo di prima fusione, di qualsiasi spessore, per lo scarico delle acque superficiali del piano viabile di opere d'arte: compreso l'onere dell'adattamento, la muratura con malta eventualmente a base di resina epossidica od altro collante, e quant'altro occorre per dare l'opera finita a regola d'arte; solo esclusa la fornitura della resina epossidica od altro collante. Pozzetti di scolo centrali	2.00			31.700	63.40		
	Sommano kg					63.40	0.17	10.78
Nr. 52	BARRIERESTRADALI 19.14.065.010 Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail. Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzione di spartitraffico centrale, del tipo corrispondente alle Classi previste dal D.M. 223/92, aggiornato dal D.M.LL.PP. del 15.10.1996, complete di ogni elemento costruttivo (sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminale e di raccordo, rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi e quant'altro occorre), di ogni magistero, nessun escluso, ed oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera così come indicato nelle norme tecniche. La qualità dei materiali forniti dovrà essere certificata con le modalità prescritte dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996, integrata secondo le specifiche tecniche particolari di cui al							
	A R I P O R T A R E							7,697.85

RIEPILOGO

Ponte - risanamento strutturale(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)		6,397.35	70.285%
- PULIZIA AREA CANTIERE	41.16		
- PULIZIA OPERA D'ARTE	90.53		
- DEMOLIZIONI - RIMOZIONI - SCAVI - TAGLI	238.77		
- INTERVENTI STRUTTURALI SOTTO LA VOLTA	872.11		
- INTERVENTI STRUTTURALI murature (timpano+muri andatori)	912.17		
- INTERVENTI STRUTTURALI tiranti/catene	1,018.64		
- RIPRISTINI E OPERE ACCESSORIE	135.73		
- SOLETTA DI RIPARTIZIONE IN C.A.	3,088.24		
Ponte - lavori sull'impalcato(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)		2,704.68	29.715%
- IMPALCATO	1,300.50		
- BARRIERE STRADALI	1,404.18		
TOTALE		9,102.03	



COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI – D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

**ELENCO PREZZI
ED ANALISI NUOVI PREZZI**

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data: **13-11-2023**

Tavola: **ELP**

STUDIO TECNICO

ING. SIMONE GAUDENZI

SEDE STRADA PANORAMICA ADRIATICA 111- PESARO(PU)

Telefono 0721-33310 - CELL.3485944938

e-mail: simonegaudenzi1975@gmail.com

ELENCO PREZZI UNITARI

(PREZZARIO REGIONALE MARCHE 2023 SCONTATO DEL 20%)

IN MANCANZA SI USERANNO ALTRI PREZZARI PUBBLICI

OGGETTO:

D.M. 225/2021 SCHEDA 02074.V1.PU MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 269+500 DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM 265+00 E DEL PONTE SULLA SP 20 SERRUNGARINA AL KM 0+750. CUP B27H21001430001

COMMITTENTE:

Provincia di Pesaro e Urbino

DATA:

13 novembre 2023

IL TECNICO

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 1	<p>OPERE PROVVISORIALI/SICUREZZA SPECIALE(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI RIFERIMENTO PREZZARIO)</p> <p>26.02.03.11.001 Allestimento di ponteggi in castelli prefabbricati, compreso il montaggio, il nolo fino a 6 mesi e lo smontaggio a lavori ultimati, trasporto di andata e ritorno, formazione di piani di lavoro in tavoloni e/o lamiera zincata, relativa al ponte e sottoponte in quota, parapetti, scarpe protettive in tavole, scale di servizio con relativi parapetti, piani di riposo e botole di sicurezza, gli spinotti le basette etc. Il tutto realizzato nel rispetto delle vigenti norme in materia di infortunistica sul lavoro. Per altezze fino a 10,00 m dal piano di campagna (diconsi euro dodici/59)</p>	m ²	12.59
Nr. 2	<p>F01033.d Costo di utilizzo, per la salute e l'igiene dei lavoratori, di bagno chimico portatile costruito in polietilene ad alta densità, privo di parti significative metalliche. Da utilizzare in luoghi dove non è presente la rete pubblica fognaria. Illuminazione interna del vano naturale tramite tetto traslucido. Le superfici interne ed esterne del servizio igienico devono permettere una veloce e pratica pulizia. Deve essere garantita una efficace ventilazione naturale e un sistema semplice di pompaggio dei liquami. Il bagno deve essere dotato di 2 serbatoi separati, uno per la raccolta liquami e l'altro per il contenimento dell'acqua pulita necessaria per il risciacquo del wc, azionabile tramite pedale a pressione posto sulla pedana del box. Sono compresi: l'uso per la durata delle fasi di lavoro che lo richiedono al fine di garantire l'igiene dei lavoratori; il montaggio e lo smontaggio anche quando, per motivi legati alla sicurezza e l'igiene dei lavoratori, queste azioni vengono ripetute più volte durante il corso dei lavori a seguito della evoluzione dei medesimi; il documento che indica le istruzioni per l'uso e la manutenzione; il trasporto presso il cantiere; la preparazione della base di appoggio; l'uso dell'autogrù per la movimentazione e la collocazione nell'area predefinita e per l'allontanamento a fine opera. Dimensioni esterne massime m 1,10 x 1,10 x 2,30 circa. Il bagno chimico ed i relativi accessori sono e restano di proprietà dell'impresa. È inoltre compreso quanto altro occorre per l'utilizzo del box chimico portatile. Misurato al mese o frazione di mese per assicurare la corretta organizzazione del cantiere anche al fine di garantire la salute e l'igiene dei lavoratori: bagno chimico portatile con lavabo, per ogni mese in più o frazione (diconsi euro centoventiquattro/80)</p>	mese	124.80
	<p>Ponte - risanamento strutturale(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)</p>		
Nr. 3	<p>26.01.01.01 Taglio e sfalcio di canna palustre e vegetazione arbustiva, eseguito con mezzo meccanico. E' compresa la bruciatura e/o allontanamento con sistemazione a rifiuto dei materiali di risulta. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. (diconsi euro zero/24)</p>	m ²	0.24
Nr. 4	<p>19.19.007 Taglio di roveti, arbusti, canneti e simili. Taglio di roveti, arbusti, canneti e simili con piante fino a cm 15 di diametro, su pertinenze stradali con l'onere del trasporto a rifiuto del materiale di risulta. (diconsi euro zero/40)</p>	m ²	0.40
Nr. 5	<p>26.01.01.03.001 Taglio di piante isolate a mano o con mezzi meccanici. Per alberatura di diametro fino a cm 30 (diconsi euro venti/76)</p>	cad	20.76
Nr. 6	<p>28.02.004.003 Piattaforma aerea a cella; compreso consumi, carburanti, lubrificanti, normale</p>		

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 7	manutenzione ed assicurazioni R.C.; escluse riparazioni e relative ore di fermo a carico del noleggiatore Portata 300 kg su braccio telescopico fino ad altezza 19 m; compreso operatore (diconsi euro settantotto/89)	h	78.89
Nr. 8	19.18.021 Ripulitura di muri e manufatti da erbacce. Ripulitura di muri e manufatti da erbacce, scritte e manifesti abusivi a mano con mezzi meccanici con l'ausilio di impalcature adeguate e relativa segnaletica riportando le pareti allo stato originale con l'affissione di apposite targhe in alluminio da cm 20x20 riportante la scritta Divieto di affissione C.P.663 collocate ogni m²10 di superficie targhette che resteranno di proprietà dell'Amministrazione. (diconsi euro quattordici/16)	m²	14.16
Nr. 9	24.13.005* Idrolavaggio di paramenti murari in pietra o mattoni. Idrolavaggio di paramenti murari di qualsiasi natura, in pietra o mattoni, retti o curvi, piani o inclinati, da eseguirsi con apposita apparecchiatura a qualsiasi altezza dal piano di campagna o dal pavimento, avendo cura di controllare la pressione di uscita dell'acqua in rapporto alla consistenza dei materiali in modo da evitare il danneggiamento degli stessi. detto lavaggio sarà effettuato preliminarmente alle operazioni di stuccatura dei paramenti, al fine di rimuovere i depositi di sporco ed eventuali porzioni di stuccatura incoerenti. (diconsi euro otto/86)	m²	8.86
Nr. 10	24.01.011*.001 Smontaggio di muratura piena. Smontaggio di muratura piena da eseguirsi a qualsiasi altezza o profondità, compreso il tiro a basso di tutto il materiale di risulta, lo scarriolamento a mano sino ai punti di carico, cernita ed accatastamento del materiale riutilizzabile nell'ambito del cantiere, In pietra (diconsi euro duecentoquindici/50)	m³	215.50
Nr. 11	02.03.002*.001 Demolizione di murature. Demolizione di muratura di tufo, pietrame di qualsiasi natura, di mattoni o miste, di qualsiasi forma e spessore. Sono compresi: l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire; la demolizione, con ogni cautela e a piccoli tratti, delle strutture collegate o a ridosso dei fabbricati o parte dei fabbricati da non demolire. Sono compresi: l'onere per il calo in basso, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Sono da computarsi a parte le eventuali opere di protezione ed il trasporto a discarica con i relativi oneri. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Con l'uso di mezzo meccanico. (diconsi euro cinquanta/68)	m³	50.68
Nr. 12	A01147 Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta provenienti da lavorazioni di demolizioni con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per accumulo in luogo di deposito provvisorio, in attesa del trasporto allo scarico (diconsi euro diciotto/13)	mc	18.13
Nr. 12	02.01.007 TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO FINO AD UNA DISTANZA DI 15 km. Trasporto a discarica o sito autorizzato fino ad una distanza di 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato, del materiale proveniente da scavo o demolizione. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. (diconsi euro quattro/74)		

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 13	02.01.008 SOVRAPPREZZO PER TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO. Sovrapprezzo per trasporto a discarica o sito autorizzato a distanza di oltre 15 km., misurato per il solo viaggio di andata, tramite autocarro, dal punto più vicino del cantiere fino alla discarica o sito autorizzato. Il prezzo del trasporto è comprensivo del carico e scarico dei materiali dai mezzi di trasporto, le assicurazioni ed ogni spesa relativa al pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. Per m ³ di materiale per ogni 10 chilometri oltre i primi 15. (diconsi euro sei/38)	m ³	4.74
Nr. 14	02.06.004.001 Costo per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero, codici attribuiti secondo l'Elenco europeo dei rifiuti (CEER/EER), escluso il costo del trasporto salvo diversamente indicato. Rifiuti dalle attività di costruzione e demolizione (compreso il terreno prelevato da siti contaminati) cemento (riferimento cod. CEER/EER 17 01 01) (diconsi euro diciassette/24)	m ³ x10km	6.38
Nr. 15	24.01.025*.001 Stuccatura delle connessure. Stuccatura delle connessure di paramenti eseguite con malta di calce a basso contenuto di argilla secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori tenuto conto delle caratteristiche costruttive delle malte esistenti originali; compresa la spazzolatura a fine lavorazione con spazzole di saggina. Su paramento in mattoni (diconsi euro ventotto/30)	t	17.24
Nr. 16	04.08.010*.002 INTONACO ARMATO CON RETE IN FIBRA DI VETRO. Rinforzo o consolidamento di pareti di qualsiasi genere, anche ad una testa, mediante applicazione di rete preformata in materiale composito fibrorinforzato GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer), costituita da fibra di vetro AR (Alcalino Resistente) con contenuto di zirconio pari o superiore al 16% e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico, rapporto in peso fibra/resina pari a 65/35%, modulo elastico a trazione medio 23.000 N/mm ² , resistenza a trazione della singola barra 3,5 kN e allungamento a rottura 1,5%. Sono inoltre compresi: la pulitura degli elementi murari; l'abbondante lavaggio della superficie muraria; l'esecuzione di perfori in numero di 4/m ² e la fornitura ed inserimento di connettori preformati ad "L" in F.R.P. aventi sezioni 10 x 7 mm e lunghezza opportuna in relazione allo spessore murario per almeno 2/3 dello spessore della parete, applicazione della rete una con sovrapposizione tra le stesse di 10 cm e solidarizzati tramite ancorante chimico; applicazione di intonaco strutturale di spessore fino a 3 cm, resistenza a compressione 8-15 MPa, modulo elastico 8000-12000 MPa, con finitura a frattazzo. Da conteggiare a parte la rimozione dell'intonaco esistente, E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito, conteggiato a misura effettiva, applicazione per spessori della parete fino a 60 cm. Su un lato della parete: con maglia 66x66 mm, n. 15 barre/metro (diconsi euro settantasette/95)	m ²	28.30
Nr. 17	04.08.006*.001 CONNETTORI A BARRA IN FIBRE DI VETRO. Fornitura e posa in opera di barre in fibre di vetro e malta a matrice pozzolanica stabilizzata, ecocompatibile per la realizzazione di connessioni d'aggancio fra le strutture. Caratteristiche della malta: adesivo ad alta aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20. Diametro 8 mm (diconsi euro venticinque/69)	m ²	77.95
		m	25.69

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 18	03.03.020*.003 Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per mensole, solette a sbalzo, rampe di scale e per particolari forme geometriche anche curvilinee. (diconsi euro quaranta/48)	m ²	40.48
Nr. 19	24.10.006*.002 Fornitura e posa in opera di armature. Fornitura e posa in opera di armature per cuciture armate e opere strutturali compreso ogni onere per tagli, sfridi e adattamenti in sito. Acciaio inox filettato AISI 304 o 316 (diconsi euro ventotto/65)	kg	28.65
Nr. 20	04.02.003*.002 FISSAGGI E ANCORAGGI CON RESINA BICOMPONENTE. Fissaggi e ancoraggi di barre o profilati di qualsiasi materiale su tutti i tipi di calcestruzzo e muratura da applicarsi dopo aver eseguito il foro nel supporto e dopo averlo pulito. Caratteristiche della resina: aderenza al supporto non inferiore a 3 Mpa; aderenza alla barra superiore a 28 Mpa, elevate resistenze meccaniche a compressione. Inclusa nel prezzo la perforazione e la pulizia dei fori. Contabilizzati per una lunghezza minima di cm. 20 e larghezza del foro fino a 35 mm. Con resina tixotropica a base di vinilestere. (diconsi euro quarantuno/27)	m	41.27
Nr. 21	03.02.006* Muratura di pietrame calcareo o basaltico. Muratura comune di pietrame calcareo o basaltico e malta cementizia dosata a q.li 3 di cemento 325, a testa rasa a uno o più fronti, in elevazione. Sono compresi: i magisteri di appresatura; gli spigoli e le riseghe; le eventuali configurazioni a scarpa. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. (diconsi euro duecentocinquantaquattro/69)	m ³	254.69
Nr. 22	24.03.014* Rifacimento di cornici con mattoni posti in piano sagomati. Rifacimento di cornici con mattoni posti in piano sagomati (toro), comunque disposti, da realizzare con materiali analoghi per forma, dimensione e cromatismo a quelli esistenti, legati con malta di calce idraulica con basso contenuto di argilla; compresa inoltre la stuccatura dell'intero sviluppo della cornice con la stessa malta e spazzolatura con saggina a lavoro ultimato. La misurazione verrà effettuata a m per ogni singolo ricorso. (diconsi euro sessantaquattro/50)	m	64.50
Nr. 23	24.03.003*.007 Ripresa di muratura piena dello spessore fino a cm 30. Ripresa di muratura piena, con materiale simile a quello esistente, realizzata con la stessa tecnica di lavorazione, legata con malta di calce idraulica con basso contenuto di argilla; è compreso inoltre l'onere per la stuccatura e la spazzolatura a fine lavoro e le ammorsature realizzate con il sistema cuci e scuci con la muratura esistente. La formazione di piattabande, ghiera di archi, spallette, lesene etc. saranno compensati a parte. Le misurazioni verranno effettuate secondo figure geometriche rette di involuppo di massimo ingombro con detrazione di tutti i vuoti, comunque con un minimo di 0,30 m ² per ogni singola ripresa. In pietra squadrata fornita dall'impresa (diconsi euro centoquarantasei/00)	m ²	146.00
Nr. 24	04.05.017.003 CONSOLIDAMENTO STRUTTURE MURARIE A SACCO CON MALTE CEMENTIZIE.		

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 25	<p>Consolidamento di strutture murarie a sacco, caotiche e incoerenti con perforazioni ed iniezioni di miscele di materiali in sospensione, da eseguirsi nel seguente modo: - pulizia e messa a vivo dei conci con spazzola a fili di acciaio e lavaggio della superficie; - scarnitura profonda dei giunti evitando accuratamente la scalpellinatura degli stessi, la loro preparazione secondo le indicazioni della D.L.; - esecuzione di un reticolo nel paramento, costituito da un numero adeguato di fori per iniezioni, mediamente n. 4 per ogni m², utilizzando le cavità presenti nei giunti o praticando i fori con il trapano elettrico a sola rotazione, il cui diametro di perforazione sia di almeno mm 20; - fissaggio dei boccagli con idonea malta o legante puro e colatura di acqua al fine di inumidire le cavità da iniettare; - iniezioni a bassa pressione di miscele di materiali in sospensione con pompe manuali, a base di cemento tipo 325 o 425, oppure con base legante a scelta della D.L. con dosaggio minimo di kg 200 a m³ di miscela; - asportazione di boccagli di iniezione e della malta di fissaggio; - sigillatura con idonea malta o a base di calce, terre colorate e sabbia oppure a base di cemento tipo 425 e sabbia, a scelta della D.L.; - perforazione delle pareti; - mano d'opera e attrezzature speciali necessarie. E' esclusa l'eventuale spicconatura di intonaci. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per murature (da oltre lo spessore di cm 70 e fino a cm 100.) (diconsi euro centosettantadue/73)</p> <p>24.13.007* bis Preconsolidamento superficiale di paramenti in pietra. Preconsolidamento superficiale di paramenti in pietra da eseguirsi prima del lavaggio e del restauro del paramento stesso. Tale operazione dovrà essere effettuata mediante l'applicazione a pennello di prodotto consolidante del tipo silicato di etili per un assorbimento presunto di kg 0,70 al m² La misurazione verrà considerata vuoto per pieno, escluse le superfici superiori a m² 4,00. (diconsi euro ventiquattro/20)</p>	m ²	172.73
Nr. 26	<p>11.01.003.002 Strutture in acciaio in profilati composti saldati. Manufatti in acciaio per travi e pilastri realizzati con accoppiamenti saldati di piatti in lamiera di acciaio, forniti e posti in opera in conformità alle norme vigenti. Sono compresi: le piastre di attacco, i fazzoletti di irrigidimento; il taglio a misura; le forature; le flange; la bullonatura (con bulloni di qualsiasi classe) o saldatura; etc.. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Sono esclusi i trattamenti protettivi e le verniciature che verranno computati a parte. In acciaio S235 e 275 classe di esecuzione EXC3 (diconsi euro quattro/05)</p>	m ²	24.20
Nr. 27	<p>11.02.011.004 Zincatura a caldo per immersione. Zincatura di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 500°C previo decappaggio, sciacquaggio, etc. e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per immersione di lamiere e tubi leggeri. (diconsi euro zero/84)</p>	kg	4.05
Nr. 28	<p>01.26.009 Trasporto e approntamento dell'attrezzatura di perforazione con metodo a rotazione (o rotopercolazione) con circolazione diretta di aria e/o schiuma. Trasporto dell'attrezzatura di perforazione con metodo a rotazione (o rotopercolazione) con circolazione diretta di aria e/o schiuma. Sono compresi: il carico, lo scarico; il trasporto andata e ritorno dalla sede legale al cantiere; l'approntamento dell'attrezzatura di perforazione; il personale necessario. (diconsi euro mille centosedici/54)</p>	kg	0.84
Nr. 29	<p>19.10.007 Malta epossidica per allettamento appoggi. Fornitura di malta sintetica a base epossidica ed inerti quarziferi per l'allettamento degli apparecchi d'appoggio, con resistenza a compressione superiore a 60 N/mm² a tre giorni. (diconsi euro undici/77)</p>	cad	1,116.54

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 30	01.25.001.001 Perfori in rocce tenere su ponteggi. Perfori in rocce tenere ed in terreni di qualsiasi natura e consistenza, per la realizzazione di chiodature, tiranti di ancoraggio, dreni in terreni o rocce, ottenuti mediante trivellazione, a rotazione o rotopercussione, con circolazione di aria o se necessario anche di acqua, con asse di perforazione avente qualunque direzione ed inclinazione, eseguita su ponteggi, misurata al metro lineare dal piano di attacco della perforazione stessa fino alla quota di fondo raggiunta dall'utensile di perforazione. E' compreso quanto occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi i ponteggi. Per diametro medio reso di mm 60-79. (diconsi euro quarantadue/30)	dm ³	11.77
Nr. 31	01.25.010 Tiranti in barre di acciaio. Tiranti in barre di acciaio tipo DyWidag 85/105, forniti e posti in opera. Sono compresi: la giunzione; la piastra; il dado; il bloccaggio; il tubo di iniezione. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. (diconsi euro sei/52)	m	42.30
Nr. 32	12.01.007 Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio. Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, eseguita a qualsiasi altezza, a due strati in tinta unica chiara su intonaco civile esterno. Preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione, con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare. Imprimitura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello. Ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo. Sono compresi: le scale; i cavalletti; la pulitura ad opera ultimata. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. (diconsi euro quattordici/67)	kg	6.52
Nr. 33	I.002.115.a SCARICHI ACQUA PER IMPALCATI Realizzati con tubazioni PVC ad alta durabilità di diametro variabile da cm 10 a cm 30 dati in opera, compreso l'attacco con il complessivo di invito e raccolta delle acque dell'impalcato; lo scarico verrà eseguito a qualunque altezza, e portato a qualunque quota ed anche fino al terreno, ancorando le tubazioni alle murature con staffoni di acciaio inossidabile, completi di collari e bulloni pure di acciaio inox. Qualora la tubazione sua fatta terminare prima del terreno, si dovrà garantire che il flusso dell'acqua cadente, si svolga in modo da non investire superfici del manufatto, anche in presenza di vento, e che la tubazione termini ad una quota inferiore di almeno m 1,00 sotto il punto più basso dell'impalcato, con taglio a becco di flauto. Sono compresi: - tutti gli oneri di fornitura delle tubazioni e dei pezzi speciali occorrenti; - il loro accoppiamento a fusione, salvo quelli da eseguire con giunti di tenuta a freddo a mezzo di anelli di gomma stabilizzata; - gli ancoraggi alla struttura con staffe, collari e bulloni in acciaio inossidabile; - ogni altro onere e magistero necessario per eseguire lo scarico a qualunque altezza, sia in fase di costruzione dell'impalcato che a completamento avvenuto. - DIAMETRO ESTERNO MM 100 (diconsi euro otto/63)	m ²	14.67
Nr. 34	A11047 Protezione di muri e facciate esposte a pioggia mediante l'applicazione, in due mani, di resina silossanica a solvente con caratteristiche di idrorepellenza e traspirabilità, data a spruzzo, oppure a rullo, esclusa la preparazione del supporto con incidenza minima di 0,5 l/mq (diconsi euro nove/01)	ml	8.63
Nr. 35	A03.007.165.c Conglomerato cementizio strutturale, alleggerito con argilla espansa, preconfezionato,	mq	9.01

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 36	<p>eseguito secondo le prescrizioni tecniche previste, compresa la fornitura del materiale in cantiere, lo spargimento e quant'altro necessario per dare un'opera eseguita a perfetta regola d'arte, esclusi i soli ponteggi, le casseforme e l'acciaio di armatura: LC38 (Rck 38 N/mm²), massa volumica 1.800 ÷ 2.000 kg/mc (diconsi euro duecentoquaranta/78)</p> <p>03.04.002*</p> <p>Barre in acciaio tipo B450C. Acciaio per cemento armato in barre laminate a caldo del tipo B450C, impiegabile anche come FeB44K, saldabile, fornite e poste in opera. Sono compresi: i tagli; le piegature; le sovrapposizioni; gli sfridi; le legature con filo di ferro ricotto; le eventuali saldature; gli aumenti di trafilatura rispetto ai diametri commerciali, assumendo un peso specifico convenzionale di g/cm³ 7,85 e tutti gli oneri relativi ai controlli di legge ove richiesti. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. (diconsi euro due/23)</p>	mc	240.78
Nr. 37	<p>03.03.020*.001</p> <p>Casseforme. Fornitura e posa in opera di casseforme e delle relative armature di sostegno fino ad una altezza netta di m. 3,50 dal piano di appoggio. Sono compresi: montaggio, puntelli, morsetti, chiodi, legature e accessori vari, l'impiego di idonei disarmanti, controventature, disarmo, pulitura, allontanamento e accatastamento del materiale utilizzato. E' inoltre compreso quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. La misurazione è eseguita calcolando la superficie dei casseri a diretto contatto con il conglomerato cementizio. Per muri di sostegno e fondazioni quali plinti, travi rovesce, cordoli, platee etc. (diconsi euro ventidue/95)</p>	kg	2.23
Nr. 38	<p>03.03.019*.004</p> <p>Sovraprezzi per calcestruzzo. Per la posa in opera mediante pompa autocarrata. (diconsi euro diciannove/12)</p>	m ²	22.95
Nr. 39	<p>19.07.016</p> <p>Pannelli prefabbricati in C.A. a facciavista e cassetta getti. Pannelli in cls aventi la resistenza RCK non inferiore a 30 MPa, armati con rete saldata in tondino d'acciaio, dello spessore da cm 6 a cm 10, con una superficie, da adibire a faccia vista, finita a ghiaia lavata o lavorata a disegni di tipo accettato dalla D.L.; i pannelli verranno collocati in posizione verticale o subverticale e saranno completati da armatura sporgente da annegare nel calcestruzzo da gettare nella parte posteriore del pannello e nei confronti del quale esso fungerà da cassetta verticale che come tale non verrà compensata a parte. Il prezzo comprende la fugatura dei giunti tra pannelli contigui ed ogni onere di fornitura e magistero per dare il lavoro compiuto a regola d'arte, compreso il fissaggio al piede in incavo precedentemente disposto e l'ancoraggio in sommità con bulloni in acciaio inox. Per m² di superficie in verticale. (diconsi euro trentacinque/19)</p>	m ³	19.12
Nr. 40	<p>Ponte - lavori sull'impalcato(I PREZZI SCONTATI DEL 20% SU QUELLI DI PREZZARIO)</p> <p>19.14.084</p> <p>Demolizione di barriere stradali in calcestruzzo o parapetti metallici. Demolizione di barriere stradali in calcestruzzo o parapetti metallici compreso l'onere del trasporto a rifiuto del materiale inutile del trasporto a deposito di quello utilizzabile che resta di proprietà dell'Amm.ne. (diconsi euro cinque/31)</p>	m ²	35.19
Nr. 41	<p>02.03.004*.001</p> <p>Demolizione di calcestruzzo armato. Demolizione totale o parziale di calcestruzzo armato di qualsiasi forma o spessore. Sono compresi: l'impiego di mezzi d'opera</p>	m	5.31

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 42	<p>adeguati alla mole delle strutture da demolire; la demolizione, con ogni cautela e a piccoli tratti, delle strutture collegate o a ridosso dei fabbricati o parte dei fabbricati da non demolire. Sono compresi: l'onere per il calo in basso, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Sono da computarsi a parte le eventuali opere di protezione ed il trasporto a discarica con i relativi oneri. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Con l'uso di mezzo meccanico. (diconsi euro ottantuno/45)</p> <p>19.03.005*.001 Demolizione di sovrastruttura. Demolizione di sovrastruttura stradale, comprese le pavimentazioni, con gli oneri e le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche, compreso l'onere del lavoro in presenza di traffico, la frantumazione del materiale demolito per poterlo adoperare per altri usi stradali, quali le fondazioni e sottofondazioni, l'accatastamento del materiale in luoghi di deposito fissati dall'Amm/one, la frantumazione del materiale e la sua miscelazione con altro materiale. Senza reimpiego di materiali (diconsi euro otto/38)</p>	m ³	81.45
Nr. 43	<p>02.06.001.002 ANALISI CHIMICHE PER ATTRIBUZIONE CODICE CER - Analisi chimiche necessarie alla caratterizzazione, ai sensi della normativa vigente in materia, dei materiali da scavo e/o rifiuti (anche liquidi), compresa la attribuzione del codice CER e l'indicazione delle modalità di smaltimento/recupero, per ciascun campione Per il conferimento in discarica (D.M. 27/09/10) e in impianto di recupero (Decreto 05/04/ 2006 n. 186). Per il conferimento in discarica (D.M. 27/09/10) e in impianto di recupero (Decreto 05/04/2006 n. 186). Per rifiuti solidi. (diconsi euro duecentotrentotto/38)</p>	m ³	8.38
Nr. 44	<p>19.13.002 Strato di fondazione in misto cementato. Strato di fondazione in misto cementato, di qualsiasi spessore, costituito da una miscela (inerti, acqua, cemento) di appropriata granulometria in tutto rispondente alle prescrizioni delle Norme Tecniche compreso l'onere del successivo spandimento sulla superficie dello strato di una mano di emulsione bituminosa nella misura di kg 1 per m², saturata da uno strato di sabbia; compresa la fornitura dei materiali, prove di laboratorio ed in sito, lavorazione e costipamento dello strato con idonee macchine, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto secondo le modalità prescritte, misurato in opera dopo compressione. (diconsi euro cinquantotto/93)</p>	cad	238.38
Nr. 45	<p>19.13.004.003 Conglomerato bituminoso tipo binder chiuso. Conglomerato bituminoso tipo binder chiuso ottenuto con graniglia e pietrischetti sabbia ed additivo, confezionato a caldo con idonei impianti, con dosaggi e modalità indicati dalle norme tecniche di capitolato, con bitume di prescritta penetrazione, fornito e posto in opera con idonee macchine vibrofinitrici, compattato a mezzo di idoneo rullo tandem, previa stesa sulla superficie di applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% (ECR) nella misura di Kg 0.700 per m² con leggera granigliatura successiva. Compreso: la fornitura di ogni materiale e lavorazione, prove di laboratorio ed in sito, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Tipo 0/25 mm con impiego di graniglie e pietrischetti di IV° Cat. Misurato su autocarro. (diconsi euro dieci/10)</p>	m ³	58.93
Nr. 46	<p>19.13.005.001 Conglomerato bituminoso per strato di usura tipo tappetino. Conglomerato bituminoso per strato di usura tipo tappetino ottenuto con impiego di graniglia e pietrischetti, sabbie ed additivi, (nella quale sia presente almeno una percentuale di peso del 30%, rispetto alla miscela totale, di pietrischetti e graniglie con materiale di natura vulcanica-magmatica-eruttiva ovvero basaltica),confezionato a caldo con idonei</p>	100 kg	10.10

Numero d'ordine	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	Unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 47	<p>impianti, con dosaggi e modalità indicati dalle norme tecniche di capitolato, con bitume di prescritta penetrazione, fornito e posto in opera con idonee macchine vibrofinitrici, compattato a mezzo di idoneo rullo tandem, previa stesa sulla superficie di applicazione di una spruzzatura di emulsione bituminosa del tipo acida al 60% (ECR) nella misura di kg. 0,70 per m² con leggera granigliatura successiva. Compreso: la fornitura di ogni materiale e lavorazione, prove di laboratorio ed in sito, ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Tipo 0/12 - 0/15 mm come da prescrizioni di C.S.A. e secondo le indicazioni della D.L., inerti lapidei di I Cat. Misurazione su autocarro. (diconsi euro dodici/19)</p> <p>19.09.012 Trattamento impermeabilizzante armato per estradossi di impalcati. Trattamento impermeabilizzante armato continuo di estradossi di solette da adibire al passaggio del traffico, realizzato in opera mediante: a) spalmatura a caldo ad alta temperatura di bitume modificato con gomme termoplastiche (cont.min. 8%) previa accurata pulizia della superficie, compresa bocciardatura od idrolavaggio (previa anche eventuale stuccatura e regolarizzazione con malte cementizie antiritiro da pagare a parte), nonché stesa di primer d'ancoraggio a solvente; lo strato di bitume modificato sarà in grado di colmare tutte le irregolarità del supporto ed avrà spessore non inferiore a mm 2,5; b) telo di tessuto in poliestere trevira/spunbond del peso di gr 200/m², totalmente impregnato a caldo con bitume modificato come sopra, sovrapposto alle giunzioni per cm 20; c) secondo strato spalmato a caldo ad alta temperatura come al punto a), dello spessore minimo di mm 1; (diconsi euro tredici/58)</p>	100 kg	12.19
Nr. 48	<p>19.10.017 Bocchettoni in lastre di piombo per scarico acque. Fornitura e posa in opera di bocchettoni in lastra di piombo di prima fusione, di qualsiasi spessore, per lo scarico delle acque superficiali del piano viabile di opere d'arte: compreso l'onere dell'adattamento, la muratura con malta eventualmente a base di resina epossidica od altro collante, e quant'altro occorre per dare l'opera finita a regola d'arte; solo esclusa la fornitura della resina epossidica od altro collante. (diconsi euro tre/30)</p>	m ²	13.58
Nr. 49	<p>19.14.065.010 Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail. Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzione di spartitraffico centrale, del tipo corrispondente alle Classi previste dal D.M. 223/92, aggiornato dal D.M.LL.PP. del 15.10.1996, complete di ogni elemento costruttivo (sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminale e di raccordo, rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi e quant'altro occorre), di ogni magistero, nessun escluso, ed oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera così come indicato nelle norme tecniche. La qualità dei materiali forniti dovrà essere certificata con le modalità prescritte dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996, integrata secondo le specifiche tecniche particolari di cui al capitolato speciale d'appalto. Barriere in acciaio di classe H2 su manufatto - laterale bordo ponte (diconsi euro centonovantanove/55)</p>	kg	3.30
Nr. 50	<p>19.14.065.003 Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail. Fornitura e posa in opera di barriere metalliche-guardrail rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzione di spartitraffico centrale, del tipo corrispondente alle Classi previste dal D.M. 223/92, aggiornato dal D.M.LL.PP. del 15.10.1996, complete di ogni elemento costruttivo (sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminale e di raccordo, rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi e quant'altro occorre), di ogni magistero, nessun escluso, ed oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera così come indicato nelle norme tecniche. La qualità dei materiali forniti dovrà essere certificata con le modalità prescritte dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996, integrata secondo le specifiche tecniche particolari di cui al capitolato</p>	m	199.55



COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI - D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

**RELAZIONE DI CALCOLO DEL
CORDOLO DELLE BARRIERE**

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data:
13-11-2023

Tavola:
RCB

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	INQUADRAMENTO DELLE TIPOLOGIE DELLE OPERE IN C.A.	4
4.	MODALITA' OPERATIVE.....	4
4.1	CALCESTRUZZO	4
4.2	RESINE PER INGHISAGGI	4
5.	MATERIALI	5
6.	COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA	5
7.	CRITERI DI CALCOLO	6
7.1	SITUAZIONE TIPICA.....	6
8.	ANALISI DEI CARICHI	7
8.1	CARICHI PROPRI E PERMANENTI	7
8.2	AZIONE DA URTO.....	7
8.3	AZIONE DA CARICHI MOBILI.....	9
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO.....	9
8.5	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI AGENTI SULLA SEZIONE DI VERIFICA	9
8.6	VERIFICHE	11
8.6.1.	VERIFICA DELLA SOLETTA (SEZIONE S1).....	11
8.6.2.	VERIFICA DEL COLLEGAMENTO DI BASE-TIRAFONDI (SEZIONE S2).....	14
9.	SEZIONE COSTRUTTIVA ADOTTATA.....	16

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo riporta le verifiche di stabilità e di resistenza allo stato limite ultimo delle opere d'arte minori lungo la strada Provinciale Morola al km 700+000 carreggiate Nord e Sud.

Il progetto prevede l'installazione di barriere di sicurezza bordo ponte e il rifacimento del cordolo su cui saranno fissate.

Nel presente progetto si è previsto di installare una barriera bordo ponte in acciaio tripla onda di classe H2 con corrimano e per uniformità si è deciso di utilizzare anche una barriera a bordo laterale in acciaio tripla onda di classe H2.

La scelta della categoria minima dei dispositivi di sicurezza installati lungo le viabilità di progetto è stata effettuata secondo quanto prescritto dal D.M. 2367 del 21/06/2004, a seconda della destinazione e ubicazione, della categoria e dell'andamento plano-altimetrico dell'infrastruttura stradale ed infine considerando le caratteristiche e la composizione delle correnti veicolari che la percorreranno tanto in termini quantitativi, riferendosi al Traffico Giornaliero Medio (TGM) previsto, quanto qualitativi in termini di categorie veicolari e quantità di veicoli pesanti che le percorreranno.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente Normativa Italiana (NTC_2018) e da quella europea (Eurocodici, EN). In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ad alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi National Application Documents (NAD'S), verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente Normativa nazionale.

In dettaglio:

- D. M. 14/01/2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate in seguito come "NTC-08");
- Circolare 2 febbraio 2009, n°617 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture - Carichi da traffico sui ponti, come emendato dal documento di applicazione nazionale pubblicato in G.U. 27 Marzo 2013, decreto ministeriale 31/07/2012, con entrata in vigore dopo 90gg dalla pubblicazione (25 giugno 2013);
- UNI EN 1993-1-8: Progettazione delle strutture di acciaio_Progettazione dei collegamenti;
- EOTA Technical Report TR029 (september 2010);
- UNI CEN/TS 1992-4-2:2009: Progettazione di attacchi da utilizzare nel calcestruzzo.

3. INQUADRAMENTO DELLE TIPOLOGIE DELLE OPERE IN C.A.

L'intervento prevede l'esecuzione di interventi strutturali consistenti in:

1 . realizzazione di nuovi supporti (cordoli in c.a. e soletta in c.a. di ripartizione dei carichi del ponte) delle barriere tipo bordo ponte.

Gli interventi di cui al punto 1, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 2018 e Circolare 2019, ricadono nella categoria degli "INTERVENTI LOCALI", che interessano singole parti e/o elementi isolati e porzioni limitate della struttura.

Il progetto prevede infatti la valutazione della sicurezza sulle sole parti/elementi interessati dalla statica della barriera di sicurezza, con riferimento particolare alla condizione di "urto eccezionale".

Rispetto alla configurazione originaria, l'intervento non introduce modifiche al comportamento globale delle altre parti del ponte e della sua struttura nel suo complesso, né modifiche significative della massa degli elementi, sia a livello locale che globale.

La natura degli interventi è quindi tale da considerarli esclusi dall'applicazione dell'art. 4 della Legge 1086 in quanto riguardano membrature singole (es. cordoli interrati in c.a.) o elementi costruttivi che assolvono una funzione di limitata importanza nel contesto statico dell'opera (si veda la Circolare del Servizio Tecnico Centrale del 14 febbraio 1974, n.11951).

4. MODALITA' OPERATIVE

Nel seguito di descrivono le indicazioni operative in accordo alle quali vengono definite le modalità operative implementate nel cronoprogramma lavori di progetto.

4.1 CALCESTRUZZO

Le verifiche di resistenza del sistema di ancoraggio degli ancoranti chimici delle barriere di sicurezza sono condotte assumendo una classe di resistenza del supporto in calcestruzzo pari a C30/37 di classe di esposizione XF4.

4.2 RESINE PER INGHISAGGI

Per il caso in esame si farà riferimento ad un ancorante chimico avente tensione di adesione in calcestruzzo non fessurato non minore di:

- Inghisaggio Tasselli della barriera di sicurezza: $\tau_{Rk,ucr} = 14.0$ MPa;
- Inghisaggio armatura di rinforzo cordolo: $\tau_{Rk,ucr} = 14.0$ MPa.

L'installazione dovrà avvenire con modalità operative e sistemi di controllo tali da garantire un elevato standard di installazione. Le resine di tali caratteristiche presenti sul mercato presentano generalmente tempi di maturazione e presa stimabili in 24 h in condizioni ordinarie.

[Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4](#)

5. MATERIALI

Per le solette e i cordoli oggetto di verifica:

Si sono determinate le proprietà meccaniche sia dell'acciaio che del calcestruzzo esclusivamente dai disegni di contabilità.

Per le parti di nuova costruzione i materiali utilizzati sono:

Calcestruzzo alleggerito con Argilla Espansa:

LC35/38

$R_{ck} = 38$ MPa Resistenza cubica caratteristica a compressione a 28 giorni

$f_{ck} = 35$ MPa Resistenza cilindrica a compressione a 28 giorni

$\gamma_c = 21$ kN/mc Peso dell'unità di volume del calcestruzzo alleggerito armato ai fini del calcolo

Acciaio per cemento armato B450C:

$f_{yk} = 450$ MPa Tensione caratteristica di snervamento

$f_{tk} = 540$ MPa Tensione caratteristica di rottura

$E_s = 210000$ MPa Modulo elastico

6. COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA

Secondo quanto riportato nella NTC-2018, essendo l'urto un'azione eccezionale, si ha:

Le resistenze di calcolo dei materiali riferite ad una specifica situazione di verifica si ottengono con i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

- calcestruzzo e aderenza con le armature $\gamma_c = 1,0$
- acciaio d'armatura $\gamma_s = 1,0$

Per quanto riguarda il sistema di ancoraggio, il coefficiente γ_2 , funzione dell'accuratezza dell'installazione, è stato assunto pari ad 1 (sistema di fissaggio soggetto ad un elevato standard di installazione):

$\gamma_2 =$ *partial safety factor taking account of the installation safety of an anchor system*

Tension loading

$\gamma_2 = 1.0$ *for systems with high installation safety*

$\gamma_2 = 1.2$ *for systems with normal installation safety*

$\gamma_2 = 1.4$ *for systems with low but still acceptable installation safety*

Shear loading

$\gamma_2 = 1.0$

7. CRITERI DI CALCOLO

In corrispondenza delle opere d'arte indicate in precedenza, verranno installate delle barriere di sicurezza bordo ponte fissate alla struttura presente mediante piastre e tasselli chimici.

L'oggetto dei calcoli strutturali riportati nel seguito è strettamente limitato alle seguenti verifiche di resistenza:

- Verifica della soletta sotto le azioni indotte dal dispositivo (in caso di sbalzi);
- Verifica del collegamento di base e del cordolo sotto le azioni indotte dal dispositivo.

La determinazione delle sollecitazioni agenti sugli sbalzi è stata condotta considerando i carichi da pesi propri e permanenti, nonché i carichi da urto, con il carico mobile concomitante, ricavati in accordo con la normativa vigente.

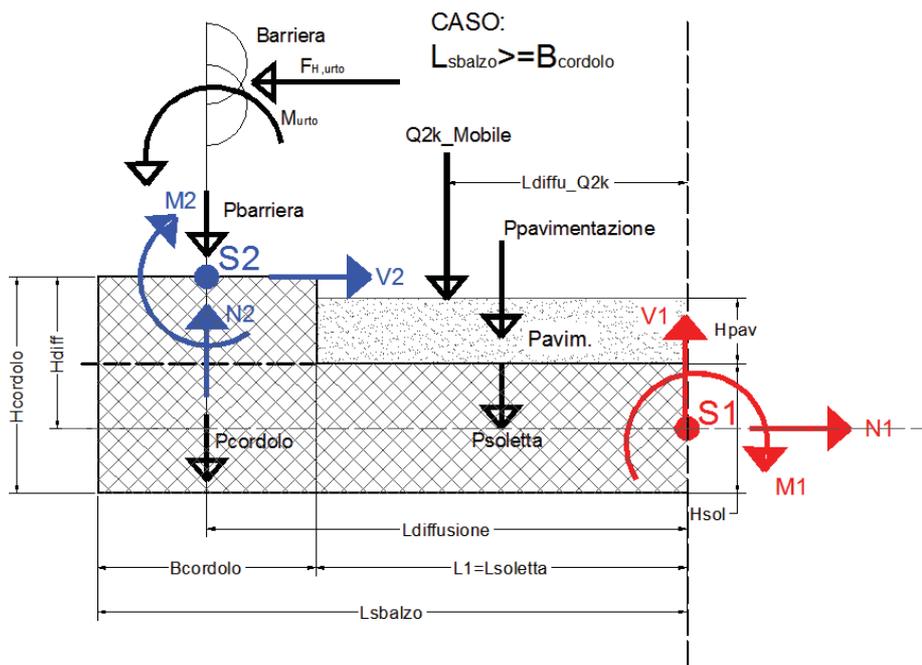
Ai fini della verifica dell'adeguatezza del supporto, le azioni che interessano sono essenzialmente concentrate ed hanno natura locale. Esse riguardano pertanto lo sbalzo schematizzato come mensola incastrata.

La diffusione delle azioni derivanti dall'urto è considerata in maniera semplificata, ma sostanzialmente aderente alla realtà.

Si considerano infatti linee di distribuzione degli sforzi secondo un angolo di 45° sia nel piano orizzontale, sia in quello verticale, così da riportare le sollecitazioni a livello delle fibre baricentriche della struttura da verificare.

7.1 SITUAZIONE TIPICA

La tipologia di sezione da verificare è la seguente (caso in cui la luce dello sbalzo L_{sbalzo} è maggiore od uguale alla larghezza del cordolo B_{cordolo}):



[Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4](#)

La tipologia considera la struttura a mensola. La sezione presenta due sezioni di verifica, ubicate nei seguenti punti:

- Sezione di incastro della mensola (S_1), da verificare principalmente a tenso-flessione;
- Sezione di attacco dell'ancoraggio e del cordolo alla soletta (S_2) che prevedere verifiche a taglio e trazione lato acciaio e lato calcestruzzo, in particolare verranno eseguite le verifiche a taglio dovute ai tirafondi di fissaggio delle barriere stradali;

Nel caso in esame, si ha che la luce dello sbalzo è maggiore della larghezza del cordolo, ossia: $L_{\text{sbalzo}} \geq B_{\text{cordolo}}$.

8. ANALISI DEI CARICHI

8.1 CARICHI PROPRI E PERMANENTI

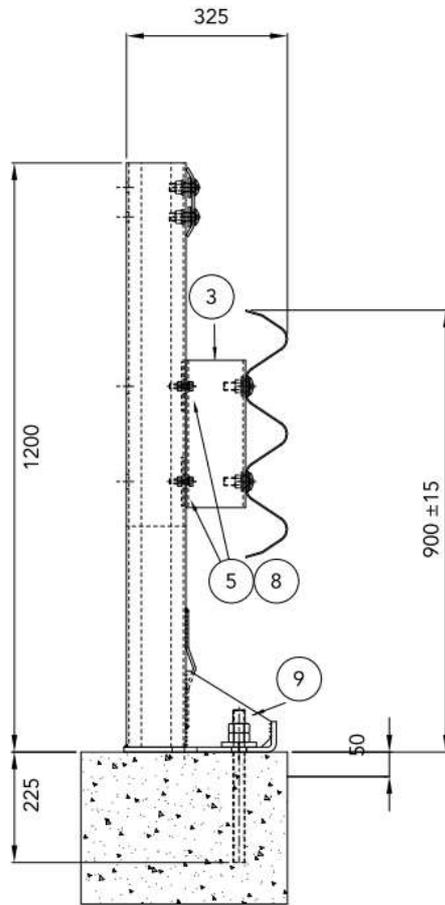
I carichi di peso proprio e permanente che debbono essere in generale considerati riguardano il peso proprio del cordolo, della soletta, della pavimentazione, nonché il peso della barriera. Per la determinazione di tali quantità si considera il peso specifico del calcestruzzo γ_{cls} pari a 21 kN/m^3 e un peso proprio della pavimentazione pari a 22 kN/m^3 , mentre il peso proprio delle barriere di sicurezza è stato assunto, a favore di sicurezza, 1.0 kN/m .

8.2 AZIONE DA URTO

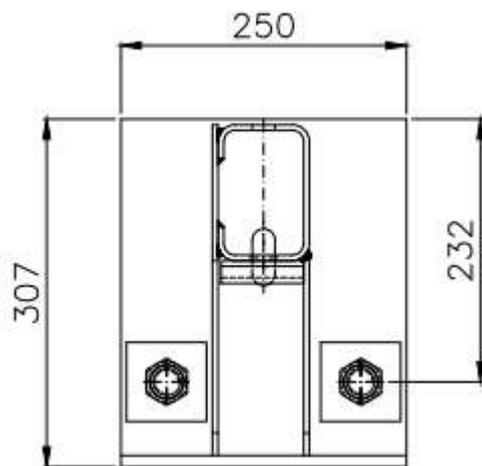
In assenza di specifiche prescrizioni si può tenere conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione pari a 100 kN , ai sensi del punto 3.6.3.3.2 della NTC2018. Essa rappresenta l'effetto dell'impatto da trasmettere ai vincoli e deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente $0,1 \text{ m}$ sotto la sommità dell'elemento o $1,0 \text{ m}$ sopra il livello del piano di marcia a seconda di quale valore sia più piccolo.

Nelle verifiche locali dovranno essere definite in accordo al punto 5.1.3.10 della NTC2018.

Nei progetti dell'impalcato deve essere considerata una combinazione di carico nella quale al sistema di forze orizzontali dovuto alla Svio del veicolo, si associa il carico verticali isolato dello schema 2, in posizione più gravosa.



Disegno di insieme barriera H2BP



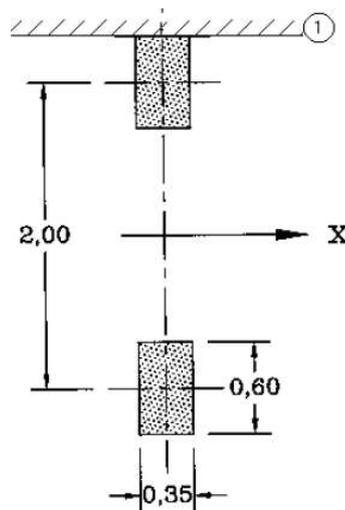
Ancoraggio tipico di una barriera H2 da bordo ponte

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

8.3 AZIONE DA CARICHI MOBILI

Secondo l'Appendice Nazionale contenente i parametri nazionali alla UNI-EN 1991-2 si stabilisce che nel progetto dell'impalcato deve essere considerata una condizione di carico eccezionale nella quale alla forza orizzontale d'urto su sicurvia si associa un carico verticale isolato sulla sede stradale costituito dal carico mobile LM2, posizionato in adiacenza al sicurvia stesso e disposto nella posizione più gravosa.

Tale carico è costituito da un singolo asse (carico ad asse 400 kN), applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare di larghezza 0.60m ed altezza 0.35m, come in figura di seguito riportata. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200kN.



X Bridge longitudinal axis direction

Schema di carico LM2

La base della sezione lungo la quale si diffonde il carico varia in funzione della luce dello sbalzo e viene utilizzata per il calcolo della sollecitazione al metro lineare che combinata a quelle dovute ai carichi propri si utilizza come sollecitazione agente in fase di verifica.

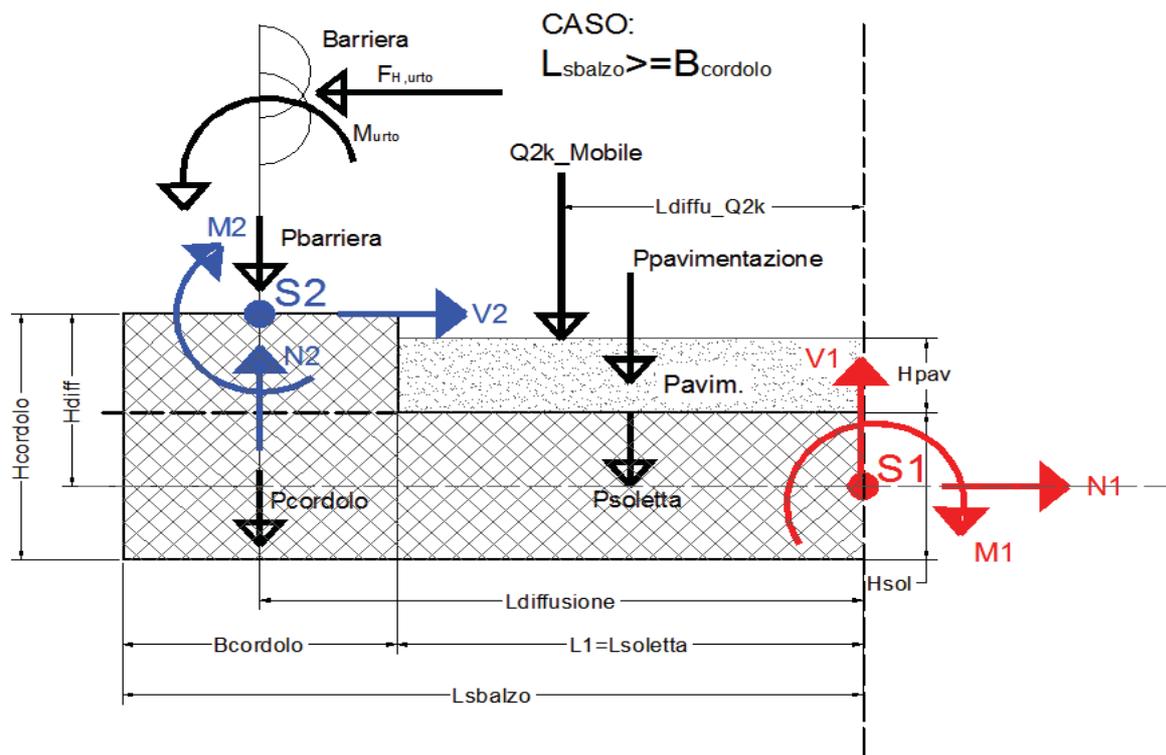
8.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Si è definita una combinazione di carico eccezionale agli SLU (stati limite ultimi) che prevede la presenza dei carichi del peso proprio (G_1), di carichi permanenti (G_2) con valore caratteristico e dell'azione eccezionale dell'urto con il carico mobile concomitante (A_d):

$$G_1 + G_2 + A_d \quad (\gamma G = \gamma A = 1)$$

8.5 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI AGENTI SULLA SEZIONE DI VERIFICA

Sulla base della geometria riportata in figura si calcolano le sollecitazioni di progetto utili alla verifica delle sezioni.



– Sezione S₁: (si faranno le verifiche sia all’attacco del ponte che al filo del cordolo)

$$N_1 = \frac{F_{H,urto}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}}$$

Se $L_1 < 0.60\text{m}$:

$$V_1 = \frac{P_{Barriera}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} + \frac{Q_{2k_Mobile} \cdot L_1 / 0.60}{2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0.35 + H_{diff} + L_1 / 2)} + P_{cordolo} + P_{soletta} + P_{pavimentazione}$$

$$M_1 = \frac{P_{Barriera}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} \cdot L_{diff} + \frac{M_{urto}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} +$$

$$+ \frac{Q_{2k_Mobile} \cdot L_1 / 0.60}{2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0.35 + H_{diff} + L_1 / 2)} \cdot \frac{1}{2} L_1 +$$

$$+ P_{cordolo} \cdot (L_{sbalzo} - \frac{1}{2} B_{cordolo}) + (P_{soletta} + P_{pavimentazione}) \cdot \frac{1}{2} L_{soletta} +$$

$$+ \frac{F_{H,urto}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} \cdot (H_{cordolo} - \frac{1}{2} H_{soletta})$$

Se $L_1 > 0.60\text{m}$:

$$V_1 = \frac{P_{Barriera}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} + \frac{Q_{2k_Mobile}}{2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0.35 + H_{diff} + L_1 - \frac{1}{2} 0.60)} + P_{cordolo} + P_{soletta} + P_{pavimentazione}$$

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 “FLAMINIA”, zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

$$\begin{aligned}
M_1 = & \frac{P_{Barriera}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} \cdot L_{diff} + \frac{M_{urto}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} + \\
& + \frac{Q_{2k_Mobile}}{2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0.35 + H_{diff} + L_1 - \frac{1}{2} \cdot 0.60)} \cdot (L_1 - \frac{1}{2} \cdot 0.60) + \\
& + P_{cordolo} \cdot (L_{sbalzo} - \frac{1}{2} B_{cordolo}) + (P_{soletta} + P_{pavimentazione}) \cdot \frac{1}{2} L_{soletta} + \\
& + \frac{F_{H_{urto}}}{2 \cdot (H_{diff} + L_{diff}) + B_{piastra}} \cdot (H_{cordolo} - \frac{1}{2} H_{soletta})
\end{aligned}$$

– Sezione S₂: (si faranno le verifiche a taglio dovute ai fissaggi della barriera)

$$N_2 = B_{barriera};$$

$$V_2 = F_{H,urto};$$

$$M_2 = M_{urto}.$$

8.6 VERIFICHE

8.6.1. VERIFICA DELLA SOLETTA (SEZIONE S1)

La soletta viene verificata a flessione e trazione allo stato limite ultimo considerando una sezione di un metro di larghezza. Si considerano le caratteristiche geometriche della sezione e i legami costitutivi dei materiali. I legami costitutivi impiegati per le verifiche allo stato limite ultimo sono il legame parabola–rettangolo adottato per il calcestruzzo ed il legame elasto–plastico perfetto assunto per l'acciaio.

La sezione della soletta viene inoltre verificata nei confronti del taglio, la sezione risulta verificata se è rispettata la seguente disuguaglianza:

$$V_{ED} < V_{RD}$$

Con V_{ED} azione sollecitante a taglio e V_{RD} taglio resistente della sezione di verifica, calcolato secondo le NTC–2018 per gli elementi senza armatura trasversale resistente a taglio.

$$V_{RD} = \{0.18 * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}\} * b_w * d \geq (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

Dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

d = Altezza utile della sezione

$$\rho_1 = A_{sl} / (b_w * d) \quad \text{Rapporto geometrico di armatura longitudinale (<0.02)}$$

[Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4](#)

DATI DI INPUT in S1-FILO PONTE		
Bpiastra=	0.25	ml
Spessore soletta =	0.35	ml
Altezza Cordolo=	0.50	ml
Lunghezza Cordolo=	0.50	ml
Lunghezza Sbalzo=	0.50	ml
Hdiff=	0.33	ml
Ldiff=	0.25	ml
Befficace(S1)=	1.40	ml
L1=	0.00	ml
Forza Urto=	100	KN
Impronta Automobile=	200	KN
Sollecitazione in S1 - FILO PONTE		
Peso cordolo=	6.25	KN/m
Peso barriera=	0.3	KN/m
Peso soletta=	0	KN/m
Peso Binder=	0.0	KN/m
Peso Predalle=	0.6	KN/m
($\gamma_G=\gamma_A=1$) Ns1=	71.43	KN/m
($\gamma_G=\gamma_A=1$) Vs1=	7.39	KN/m
($\gamma_G=\gamma_A=1$) Ms1=	59.20	KNm/m

DATI DI INPUT in S1-FILO CORDOLO		
Bpiastra=	0.25	ml
Spessore soletta =	0.35	ml
Altezza Cordolo=	0.50	ml
Lunghezza Cordolo=	0.50	ml
Lunghezza Sbalzo=	0.50	ml
Hdiff=	0.33	ml
Ldiff=	0.25	ml
Befficace(S1)=	1.40	ml
L1=	0.00	ml
Forza Urto=	100	KN
Impronta Automobile=	200	KN
Sollecitazione in S1-FILO CORDOLO		
Peso cordolo=	6.25	KN/m
Peso barriera=	0.3	KN/m
Peso soletta=	0	KN/m
Peso Binder=	0.0	KN/m
Peso Predalle=	0.6	KN/m
($\gamma_G=\gamma_A=1$) Ns1=	71.43	KN/m
($\gamma_G=\gamma_A=1$) Vs1=	7.39	KN/m
($\gamma_G=\gamma_A=1$) Ms1=	59.20	KNm/m

La condizione di verifica peggiore si ha sulla soletta a margine del cordolo perché il momento sollecitante è pari a 59,20 KNm/ml.

BARRE	4.0	14	Funzioni implementate	VsezRetttSLU01(B,H,c,AfInF, AfSup, AfParete, fcd, fyd,Ned, flag)
calcestruzzo	CLASSE	35 38		DominioRotturaRettt(B,H,c,AfInF, AfSup, AfParete, fcd, fyd, x , flag)

PASSO BARRE 250

sezione rettangolare							
B	H	c	Afinf	Afsup	AfParete	fcd	fyd
[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[MPa]	[MPa]
1000	350	50	615	615	0	29.75	450.00

Ned	
[kN]	[N]
71.4	71428.57143
Ned(+) trazione	

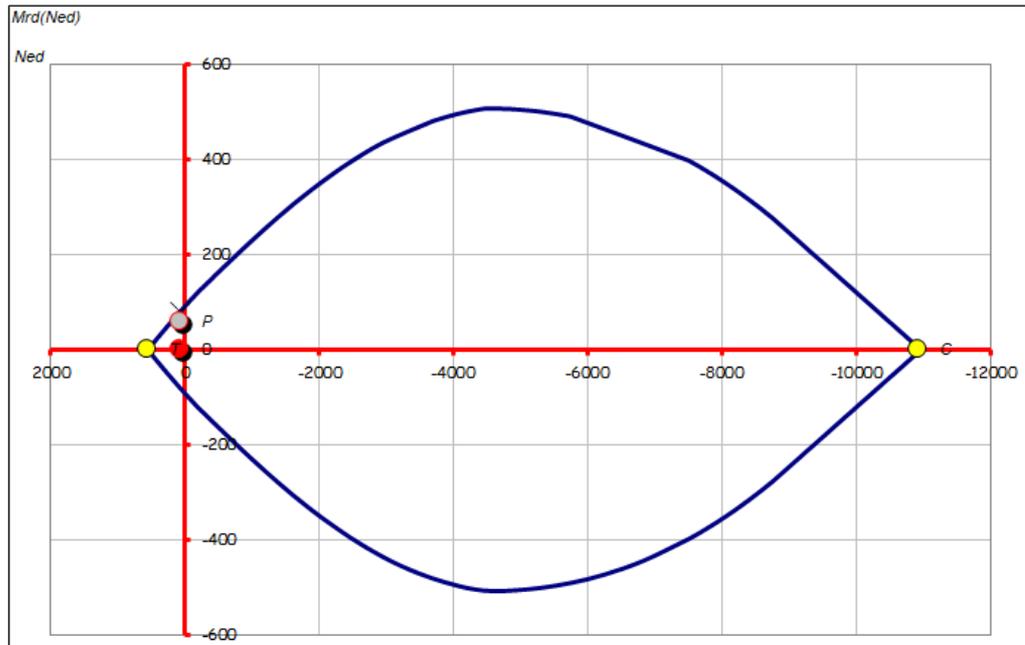
10	11	20	21
Ns_rd	Ms_rd	Nc_rd	Mc_rd
[kN]	[kN*m]	[kN]	[kN*m]
553.90	0.00	-10929.47	0.00

Mrd(+) per Nrd=0- Flessione semplice positiva - fibre inferiori tese								Mrd(+) per Nrd=Ned - flessione positiva - fibre inferiori tese							
30	31	32	33	34	35	36	37	50	51	52	53	54	55	56	57
Mrd	xc	Campo	ε.s	σ.s	ε.c	σ.c	φu	Mrd	xc	Campo	ε.s	σ.s	ε.c	σ.c	φu
[kN*m]	[mm]		[‰]	[MPa]	[‰]	[MPa]	[m ⁻¹]	[kN*m]	[mm]		[‰]	[MPa]	[‰]	[MPa]	[m ⁻¹]
91.62	23.09		3	41.974	450.00	-3.500	-29.75	0.1516	80.39		20.02	3	48.953	450.00	-3.500

Mrd(-) per Nrd=0- Flessione semplice negativa - fibre superiori tese								Mrd(-) per Nrd=Ned - flessione negativa - fibre superiori tese							
40	41	42	43	44	45	46	47	60	61	62	63	64	65	66	67
Mrd	xc	Campo	ε.s	σ.s	ε.c	σ.c	φu	Mrd	xc	Campo	ε.s	σ.s	ε.c	σ.c	φu
[kN*m]	[mm]		[‰]	[MPa]	[‰]	[MPa]	[m ⁻¹]	[kN*m]	[mm]		[‰]	[MPa]	[‰]	[MPa]	[m ⁻¹]
-91.62	23.09		8	41.974	450.00	-3.500	-29.75	-0.152	-80.39		20.02	8	48.953	450.00	-3.500

i flag sono in giallo
input: celle verdi

Punto sollecitante	
Ned	Med
[kN]	[kN*m]
71.4	59.20
verifica	Si



VERIFICA A FLESSIONE A FILO CORDOLO

Mrd = 80,39 kNm/ml
Mrs = 59,20 kNm/ml → $F_s = M_{rd}/M_{sd} = 1,57 > 1$ (VERIFICA CON BARRE Φ14 PASSO 25cm)

VERIFICA A TAGLIO A FILO PONTE

Vrd = 156,59 kNm/ml
Vrs = 7,39 kN/ml → $F_s = T_{rd}/T_{sd} = 22,37 > 1$ (VERIFICA CON BARRE Φ14 PASSO 25cm)

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

B	H	c	Al	fck	T_s_{slu}
[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[MPa]	[KN]
1000	350	60	1230.88	35.00	7.39
d	k	vmin	ρ_l	TR_{slu}	verifica VA
[mm]		[N]		[KN]	
290	1.8304548	0.51279	0.0042	156.59	SI

8.6.2. VERIFICA DEL COLLEGAMENTO DI BASE-TIRAFONDI (SEZIONE S2)

In particolare, vengono verificati i seguenti meccanismi di rottura:

- 1) Rottura del bordo, dovuta al taglio degli inghisaggi delle barriere stradali in caso di urto da Svio.
- 2) Rottura di pull-out dovuta alla trazione degli inghisaggi post-istallati a seguito dell'urto da Svio.

Tali verifiche prevedono di affidare la resistenza a tali rotture alle staffe presenti nel cordolo in c.a., a cui verranno trasferiti ed affidati le sollecitazioni di trazione derivanti da tali meccanismi di rottura.

Verranno identificati i coni di rottura del calcestruzzo con distribuzione degli sforzi agenti a 45° e si considereranno efficaci solo le staffe presenti all'interno di tali superfici di rottura.

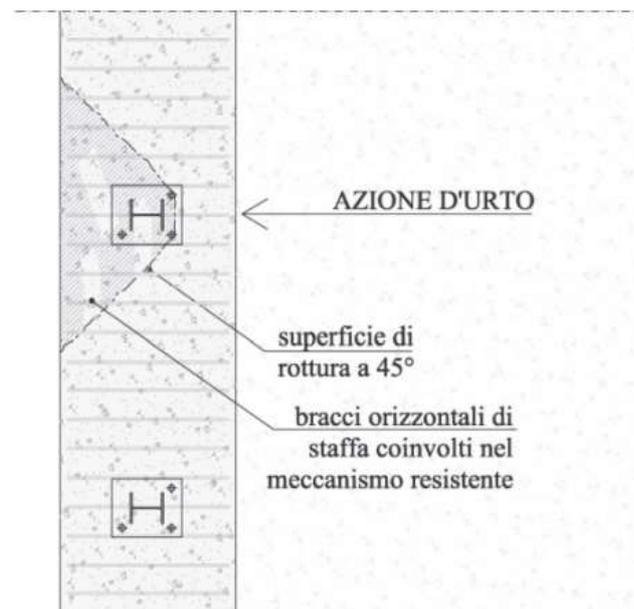


Fig.1- Meccanismo di rottura 1 del bordo esterno dovuti al taglio dei tirafondi

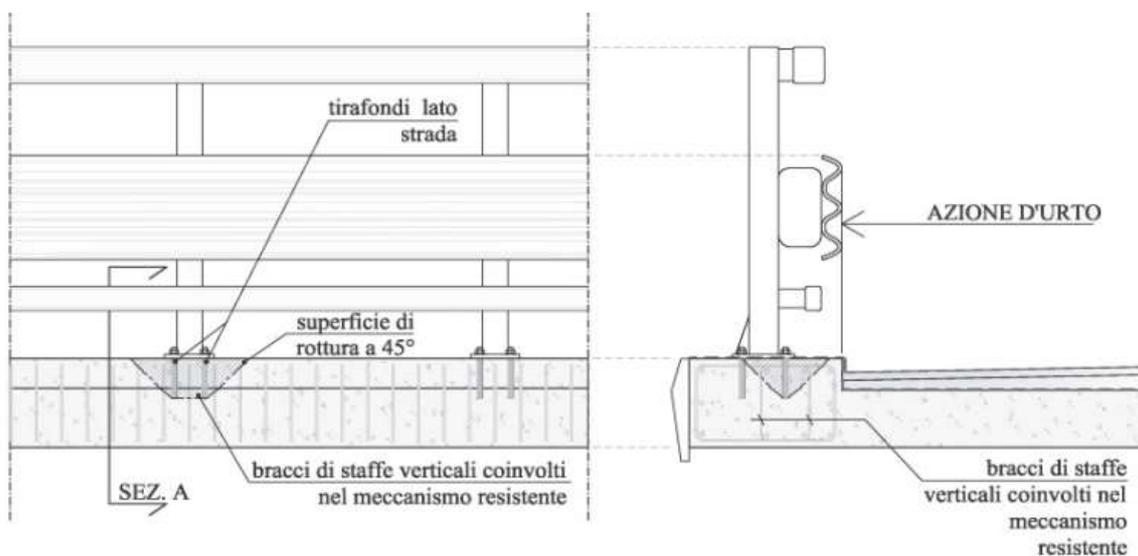


Fig.2- Meccanismo di rottura 2 dovuta alla trazione degli inghisaggi

VERIFICA STAFFE CORDOLO (ROTTURA BORDO) CON STAFFE ORIZZONTALI			
AZIONE SOLLECITANTE A TAGLIO	$T_s =$	100	KN
LARGHEZZA SUPERFICIE DI ROTTURA	$B_{max} =$	0.964	m
PASSO STAFFE	$Passo =$	250	mm
DIAMETRO STAFFE	$\Phi =$	14	mm
RESISTENZA ACCIAIO	$f_{yk} =$	450	N/mm ²
STAFFE CORDOLO INTERESSATE	$N_{,staf,cord} =$	3	
AREA STAFFE	$A_{arm,1} =$	461.58	
TAGLIO RESISTENTE DI PROGETTO	$T_r =$	208	KN
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$T_r/T_s =$	2.1	≥ 1
VERIFICA STAFFE CORDOLO (ROTTURA PULL-OUT) CON STAFFE ORIZZONTALI			
MOMENTO SOLLECITANTE SU PIASTRA	$M_s =$	100	KNm
ALTEZZA PIASTRA	$H =$	0.31	m
DISTANZA TIRAFONDO DA BORDO	$c =$	0.05	m
BRACCIO DELLE FORZE INTERNE	$Z =$	0.234	m
TRAZIONE SUI TIRAFONDI	$T_s =$	427	KN
LARGHEZZA SUPERFICIE DI ROTTURA	$B_{rot} =$	0.75	m
DIAMETRO STAFFE	$\Phi =$	16	mm
PASSO STAFFE	$Passo =$	250	mm
RESISTENZA ACCIAIO	$f_{yk} =$	450	N/mm ²
STAFFE CORDOLO INTERESSATE DAL CONO ROTTURA	$N_{,staf,cord} =$	3	
BRACCIA VERTICALE PER OGNI STAFFA	$N_{,braccia} =$	2	
AREA STAFFE	$A_{arm,1} =$	1206	
TRAZIONE RESISTENTE DI PROGETTO	$T_r =$	543	KN
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$T_r/T_s =$	1.3	≥ 1

Si adotta una staffa $\Phi 16$ con passo 25cm piccola per resistere allo sfilamento dei tasselli ed una staffa $\Phi 14$ passo 25cm per la verifica a rottura del bordo.

9. SEZIONE COSTRUTTIVA ADOTTATA

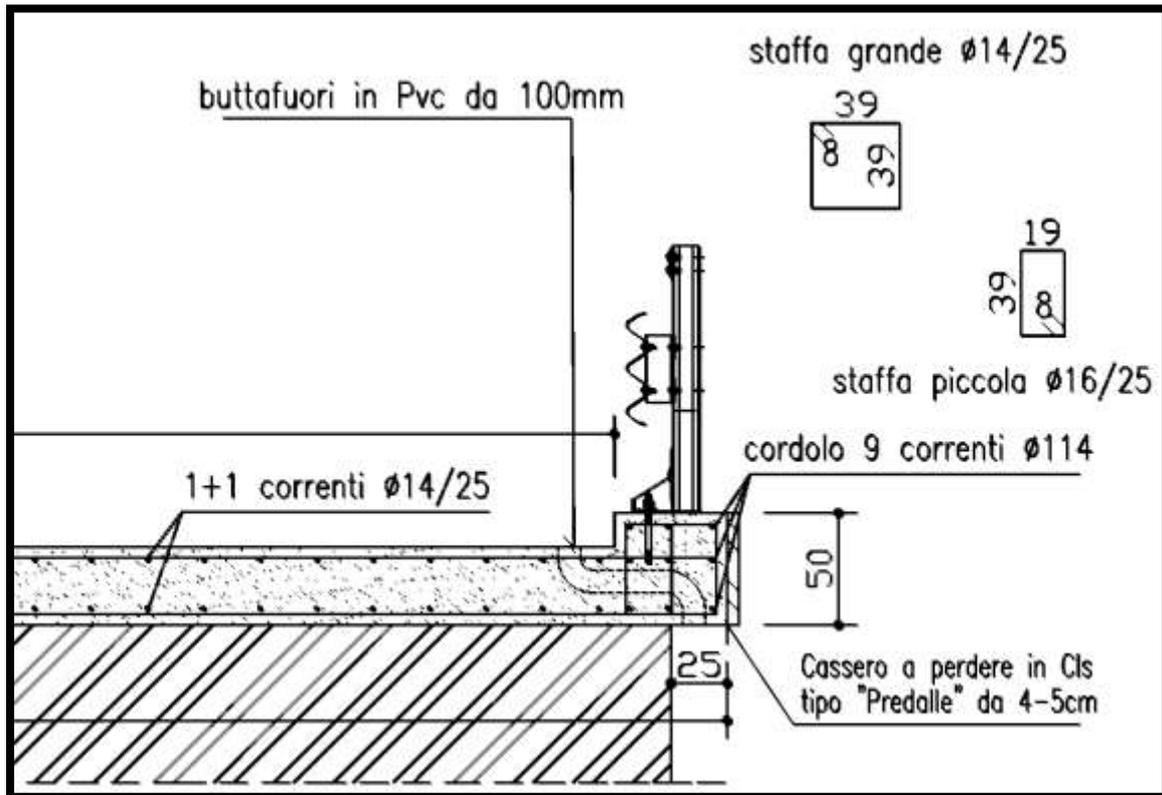


Fig.3- Particolare costruttivo da realizzare

PESARO 13-11-2023

IL TECNICO

ING. SIMONE GAUDENZI



COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI – D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA, RELAZIONE DI CALCOLO,
RELAZIONE MATERIALI, PIANO DI MANUTENZIONE**

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data:

13-11-2023

Tavola:

RSTRU

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

L'intervento strutturale prevede il miglioramento statico della sicurezza del ponte esistente in muratura, presente al KM.0+236, della SP.3. "FLAMINIA", nel Comune di MONTEFELCINO della Provincia di Pesaro Urbino.

In particolare, a seguito della verifica di Vulnerabilità già eseguita con tale incarico ai sensi del D.M. 240/2022 del 1 Luglio 2022, è risultato che il ponte sia in sicurezza solo se Transitabile ai mezzi leggeri con portata sino a 7.5 tonnellate e per un periodo di utilizzo massimo di 5anni, entro cui sarà necessario eseguire i lavori per un intervento di miglioramento statico.

Per quanto riguarda il miglioramento statico del ponte, si prevedono i seguenti lavori, ovvero la cucitura delle lesioni presenti nei timpani in muratura e nei muri andatori, tramite perforazioni armate ed inoltre il riempimento di questi distacchi con malta liquida antiritiro.

Per quanto riguarda l'arco portante in muratura si eseguirà previa pulitura delle superfici esterne, il ripristino delle stuccature delle fughe dei mattoni, l'esecuzione di un intonaco armato intradossale di 5cm di spessore con armatura in fibra di vetro tipo CRM che sarà ancorato alla struttura con inghisaggi posti a quinconce con passo 40cmx40cm e che verrà anche ancorato agli estremi sulle pile del ponte.

Inoltre, sempre nell'arco in mattoni per l'altezza delle reni di circa 2ml, si eseguirà degli inghisaggi profondi del rinforzo in CRM tramite perforazioni armate al fine di collegare l'arco in muratura al rinfiango in calcestruzzo magro presente all'estradosso della volta in muratura.

Infine, verranno predisposti dei tiranti di contrasto tramite barre Dywidag che collegheranno sia i timpani in muratura che i muri andatori al fine di contrastare i movimenti traslativi che hanno causato l'apertura delle fessurazioni rilevate nello stato attuale. Assieme a tale intervento si prevede anche di eseguire delle cuciture armate di collegamento tra la base del timpano e l'arco portante in muratura al fine di contrastare anch'esso i fenomeni traslativi verso l'esterno del timpano.

A seguito degli interventi che saranno proposti con tale Progetto, si prevede di rendere il ponte in sicurezza per una completa Operatività (ai sensi del D.M. 240/2022 del 1 Luglio 2022), ovvero per i carichi previsti da Normativa NTC 2018, ma per un periodo di utilizzo di almeno 30 anni; periodo entro cui sarà necessario eseguire ulteriori approfondimenti tecnici e/o ulteriori interventi di miglioramento sia statico che sismico. In particolare, a seguito della impossibilità di eseguire in sito sondaggi accurati e prove di resistenza sui materiali, il livello di conoscenza che è stato possibile considerare per le verifiche di resistenza del ponte è stato quello più basso previsto dalla Normativa NTC 2018, ovvero il livello LC1 che ha penalizzato pesantemente i risultati di verifica, impedendo di raggiungere il livello di Adeguamento Statico del Ponte.

La verifica di Vulnerabilità sismica verrà omessa, perché ai sensi del D.M.240/2022, sino a che il ponte non verrà reso adeguato staticamente, non ha senso eseguire valutazioni dal punto di vista della Vulnerabilità sismica.

RELAZIONE DEI MATERIALI

ESISTENTI+OPERE DI CONSOLIDAMENTO

- MURATURA CONSOLIDATA

$f_m = 2,6 \text{ N/mm}^2$ (valore di Normativa per strutture esistenti in base alla NTC 2018)

$\beta_{1m} = 1,3$ (aumento di resistenza per materiali ben connesso trasversalmente)

$\beta_{2m} = \max(f_m^{0,35}; 1,3) = 1,3$ (aumento di resistenza muratura per malta di discreta resistenza $>2\text{N/mm}^2$, in particolare si considera $f_m=2,5\text{N/mm}^2$)

$\beta_{3m} = 1,2$ (aumento di resistenza muratura per intervento di stilatura/intonaco armato su un solo lato)

$\beta_{MAX} = \text{MAX}(1,2*1,3*1,3; 1,8) = 1,8$

$\gamma_{sm} =$ coefficiente di sicurezza minimo del materiale = 2 (ridotto nel caso di strutture esistenti)

A seguito degli interventi di consolidamento del materiale della volta si potrà considerare un coefficiente di sicurezza per il degrado del materiale della volta pari $\gamma_d=1,0$, da applicare alla resistenza del materiale.

$$f_d = \left(\frac{f_m \beta_{max}}{F_c \gamma_{sm} \gamma_d} \right) = \left(\frac{2,6 * 1,8}{1,35 * 2 * 1,0} \right) = 1,73 \text{ N/mm}^2 \text{ (resistenza di progetto a compressione allo SLU)}$$

$\gamma_1 = 18 \text{ KN/mc}$ (peso riempimento); $\gamma_2 = 20 \text{ KN/mc}$ (peso strada); $\gamma_m = 18\text{KN/mc}$ (peso Murature)

NUOVI

- CALCESTRUZZO ALLEGGERITO LC 35/38 – CLASSE XF4 – A/C<0.45 – CEMENTO>360kg/mc – COPRIFERRO > 50mm;
- ACCIAIO AD ADERENZA MIGLIORATA B450C ;
- SISTEMA DI RINFORZO CRM (SPESSORE >3CM) CON RETE IN FIBRA DI VETRO GFRP CON PESO $\geq 420\text{gr/m}^2$ E TESSUTO CON RESISTENZA A TRAZIONE $f_{yk} \geq 64,5 \text{ KN/ml}$; MALTA PER INTONACI ARMATI AD ALTA RESISTENZA CON RESISTENZA A COMPRESSIONE > M15 E CONNETTORI IN FIBRA DI VETRO GFRP PESO $>100\text{gr/ml}$ e SEZIONE NOMINALE $\geq 70\text{mm}^2$ ED AREA RESISTENTE DELLE FIBRE $\geq 32\text{mm}^2$;
- ACCIAIO PER PIASTRE TIPO S275 – LAVORAZIONE EXC3;
- ACCIAIO CON FILETTATURA CONTINUA PER TIRANTI TIPO GEWI CON $F_{yk} > 500\text{N/mm}^2$;
- MALTA R4 PER FISSAGGIO PIASTRE SU MURATURE;
- MALTA COLABILE PER CONSOLIDAMENTO VUOTI E FESSURAZIONI ANTIRITIRO > M15;
- ACCIAIO AISI 316 PER BARRE FILETTATE PER CUCITURE ARMATE;

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17.1.2018: "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n.42 del 20 febbraio 2018

D.M.I. 1.07.2022 n. 240/2022: "Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti", Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", del 23 Agosto 2022

Circolare 21.1.2019, n. 7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018

Edifici monumentali: Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9.2.2011: "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008", di cui costituisce parte integrante la **Circ. 26 del 2.12.2010 del Ministero per i Beni e le Attività Culturali:** "Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale"

Ponti in muratura: CNR-DT 213/2015: "Istruzioni per la Valutazione della Sicurezza Strutturale di Ponti Stradali in Muratura"

Normativa RFI, Rete Ferroviaria Italiana:

RFI DTC INC PO SP IFS 001A, Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori ferroviarie sotto binario

RFI DTC INC CS SP IFS 001 A, Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie

RFI DIN ICI LG IFS 001 A, Linea Guida per la verifica strutturale dei ponti ad arco in muratura

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

TEORIA GENERALE

S. Briccoli Bati, M. Paradiso, G. Tempesta: **Sul calcolo degli archi in muratura**, Dipartimento di Costruzioni, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Firenze: <http://www.cias-italia.it/PDF/129.pdf>

S. Briccoli Bati, M. Paradiso, G. Tempesta: **Analisi statica e cinematica ed equilibrio limite di strutture ad arco a vincoli unilateri**, Atti del IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Meccanica Teorica e Applicata (AIMETA)

M. Paradiso, G. Tempesta, S. Galassi, F. Pugi: **Sistemi Voltati in Muratura**, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2007

ANALISI SISMICA

F. Pugi, S. Galassi: **Seismic analysis of masonry voussoir arches according to the Italian building code**, *Int. J. Earthquake Eng.* 2013;30(3):33-55

CEDIMENTI

S. Galassi, G. Misseri, L. Rovero, G. Tempesta: **Failure modes prediction of masonry voussoir arches in moving supports**, *Engineering Structures* 173 (2018), 706-717

SPINTE PASSIVE DAL RIEMPIMENTO

P. Gelfi: **Role of Horizontal Backfill Passive Pressure on the Stability of Masonry Vaults**, *Restoration of Buildings and Monuments* 8 (2002): 573 - 590: <http://gelfi.unibs.it/pdfPubblicazioni/14-Role of horizontal backfill.pdf>

PONTI ESISTENTI IN MURATURA

M. Mazzoleni, L. Jurina: **Ponti in muratura: difetti e patologie**, Convegno CIAS: Ponti e viadotti: ispezioni visive e tecniche di risanamento, Bolzano, 18-19 ottobre 2006: <http://www.cias-italia.it/PDF/93.pdf>

F. da Porto: **Vulnerabilità sismica dei ponti ferroviari in muratura**, Convegno CIFI, RFI - Università degli Studi di Padova, 2013: http://www.cifi.it/UplDocumenti/padova/05_Vulnerabilita_sismica_dei_ponti_ferroviani_da_Porto.pdf

M. Corradi: **Empirical methods for the construction of masonry arch bridges in the 19th century. Arch Bridges: history, analysis, assessment, maintenance and repair**. *Proceedings of the second international arch bridge conference*, Edr A. Sinopoli, Venice 6–9 October 1998, Balkema Rotterdam, pp 25–36

D. Proske, Pieter van Gelder: **Safety of Historical Stone Arch Bridges**, Springer, 2009

Dati PROGETTO

I dati del Progetto consentono l'impostazione della tipologia della struttura voltata. In particolare:

Tipologia = qualifica la struttura come Volta cilindrica (a botte), suddivisa idealmente in più archi (detti: Archi Ideali), o come Singolo Arco.

Geometria della curva: arco = identifica la curva descrittiva dell'arco (sezione trasversale della Volta).

Dati STRUTTURA

I dati della struttura voltata sono organizzati in **9 gruppi (Volta, Arco, Piedritti/Pile/Spalle, Contorno, Muratura (1), Muratura (2), Rinforzi, Cedimenti, Timpano).**

Volta

Tipologia strutturale = la volta è qualificata come generica, ad es. le strutture voltate degli edifici, oppure come struttura portante di un ponte, stradale o ferroviario.

N° di Condizioni di Carico Elementari (CCE), N° di Combinazioni delle Condizioni di Carico elementari (CCC) = i carichi vengono descritti nel seguito, nel paragrafo: 'Dati Carichi';

Profondità: Ly = indica la profondità della Volta (dimensione in pianta in direzione Y). La somma delle profondità Ly dei singoli Archi Ideali costituenti la Volta coincide necessariamente con la profondità della Volta. Nel caso di Arco Singolo, ovviamente, la profondità della Volta coincide con la profondità del Singolo Arco, tranne il caso di archi definiti per punti o policentrici, dove le profondità possono essere variate per ogni singolo concio (arco per punti) o per ogni singolo arco di circonferenza componente (policentrico);

Numero di Archi Ideali di calcolo = indica il numero di archi in cui viene suddivisa la struttura voltata. Tale numero è pari a 1 nel caso di Singolo Arco.

Dati Archi Ideali:

Ly = profondità del singolo Arco Ideale;

Catena = se attivata, indica il contributo statico di una catena (tirante metallico);

d, Z, fyd = dati della catena: diametro, quota assoluta (rispetto allo zero del riferimento XZ) e tensione di snervamento.

Nel caso di catene non aventi sezione circolare (ad es. quadrelli) occorre specificare un diametro 'equivalente' in modo che la sezione metallica resistente sia identica.

Il procedimento numerico scarterà i casi di catene compresse (ritenute in sbandamento per carico di punta, e quindi inefficaci) ed eseguirà la verifica a trazione confrontando l'eventuale tensione di trazione (=sforzo normale diviso l'area del tendino) con la resistenza allo snervamento specificata in input.

Arco

Contiene i parametri che, in base alla tipologia, descrivono la configurazione geometrica dell'arco.

Di seguito riportiamo, per ogni tipologia, l'elenco dei parametri in input (cioè dei parametri modificabili dall'Utente; altri parametri, per ogni tipologia di arco, vengono derivati dai dati in input, ad esempio: gli angoli di imposta per l'arco circolare a sesto ribassato).

- Arco Circolare a tutto sesto (spessore costante o variabile)

Freccia (coincide con il raggio di intradosso); spessore all'imposta; spessore in chiave. L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è posta nel centro della circonferenza di intradosso. Se l'arco ha spessore variabile (spessore d'imposta maggiore dello spessore in chiave), il centro della circonferenza d'estradosso ha Z negativa (sull'asse Z, è localizzato in un punto sottostante l'origine). Se l'arco ha spessore costante, il centro della circonferenza d'estradosso coincide con l'origine, cioè con il centro della circonferenza d'intradosso.

- Arco Circolare a sesto ribassato (spessore costante o variabile)

Freccia; corda; spessore all'imposta; spessore in chiave. Lo spessore all'imposta è la lunghezza del giunto (interfaccia del concio) all'imposta, misurata sul raggio della circonferenza di intradosso. L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è posta nel centro della circonferenza di intradosso.

- Arco Circolare zoppo (spessore costante)

Freccia; corda (la corda si riferisce alla proiezione orizzontale dell'intradosso compresa fra il punto d'imposta di intradosso a quota inferiore e la chiave dell'arco); altezza di imposta sinistra; altezza di imposta destra; spessore. L'altezza d'imposta rappresenta la distanza verticale fra i vertici estremi d'intradosso. Solo una delle due altezze d'imposta (la sinistra o la destra) può essere diversa da zero. L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è posta nel centro comune delle circonferenze di intradosso e di estradosso.

- Arco Circolare a sesto acuto (spessore costante)

Freccia; corda (la corda si riferisce sempre alla distanza fra i vertici estremi di intradosso. Qualora gli angoli alle imposte non siano 180° per la sinistra e 0° per la destra, si dovrà fare riferimento all'estensione degli archi di circonferenza d'intradosso fino all'orizzontale passante per i centri delle due circonferenze corrispondenti ai semiarchi di destra e di sinistra); angolo d'imposta sinistro; angolo d'imposta destro (per archi a sesto acuto simmetrici a sviluppo completo, si avrà: angolo d'imposta sinistro pari a 180° e destro pari a 0°); spessore. L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è posta nell'intersezione della retta orizzontale congiungente i centri dei due semiarchi con l'asse verticale dell'arco determinato dall'interfaccia in chiave (asse di simmetria nel caso di semiarchi uguali). Qualunque sia il criterio di suddivisione dell'arco in conci, viene sempre predisposta un'interfaccia lungo l'asse verticale Z.

- Arco Circolare a sesto acuto (spessore variabile)

Parametri analoghi al caso dell'arco a sesto acuto a spessore costante, con i seguenti significati per gli spessori: lo 'spessore in chiave s,c' è la lunghezza di interfaccia in chiave (misurato in direzione verticale, lungo l'asse Z); lo 'spessore s' coincide con lo spessore all'imposta orizzontale. Se dunque, con riferimento all'imposta sinistra, l'angolo di imposta non è pari a 180°, si deve idealmente proseguire la circonferenza di intradosso fino all'asse X, e lo spessore rappresenterà la distanza dell'estradosso in direzione orizzontale.

- Arco Policentrico

Angolo di imposta sinistro; numero di Archi Elementari (=archi di circonferenza componenti la policentrica); Raggi, Angoli, Spessori e Profondità degli Archi Elementari. L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è posta nel vertice di intradosso iniziale del primo Arco Elementare (il n°1, arco iniziale più a sinistra).

- Arco Ellittico (spessore costante o variabile)

Freccia; corda (la corda si riferisce sempre alla distanza fra i vertici estremi di intradosso, cioè all'asse orizzontale dell'ellisse di intradosso); angolo d'imposta sinistro (gli angoli di imposta si riferiscono all'ellisse media, cioè all'asse dell'arco); angolo d'imposta destro; spessore all'imposta (è lo spessore all'imposta orizzontale. Se dunque, con riferimento all'imposta sinistra, l'angolo di imposta non è pari a 180°, si deve idealmente proseguire l'arco d'ellisse di intradosso fino all'asse orizzontale dell'ellisse (asse X), e lo spessore rappresenterà la distanza dell'estradosso in direzione orizzontale); spessore in chiave. L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è posta nel centro dell'ellisse.

- Arco Per Punti

Angolo di imposta sinistro; angolo di imposta destro; profilo di estradosso continuo (in caso affermativo, la curva di estradosso collega con continuità i conci senza scalini dovuti alle variazioni di spessore); numero di Punti; Coordinate Intradosso, Spessori e Profondità in corrispondenza dei Punti. L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è automaticamente posta nel vertice di intradosso iniziale.

- Piattabanda

Luce inferiore; luce superiore; spessore all'imposta; spessore in chiave. Gli spessori sono misurati in direzione verticale; quello all'imposta, a partire dall'origine degli assi (cioè dal vertice d'intradosso iniziale), e quello in chiave lungo l'asse di simmetria (asse verticale di mezzzeria).

L'origine del sistema di riferimento assoluto XZ è posta nel vertice iniziale (sinistro) d'intradosso. In questo gruppo di dati vengono inoltre specificati eventuali **conci da non sottoporre a verifica**: n-m (conci compresi fra n e m inclusi, con $n < m$). Ad es.: "1-3 28-29" significa: conci 1,2,3 e 28,29. Nel caso di un solo concio: $n=m$, e quindi ad es. per il concio n° 1 si specifica 1-1. L'utilizzo di conci esclusi dalle verifiche consente di rilevare comunque le azioni prodotte dall'arco nei conci non sottoposti a verifica, azioni che possono essere utilizzate per verifiche a parte, considerando l'interazione con altre strutture che insistono localmente garantendo l'equilibrio. E' possibile limitare l'esclusione dalle verifiche al solo attrito (ad es. nel caso di rinforzi in intradosso che si oppongono allo slittamento dei conci), ma eseguire la verifica di stabilità e, se richiesta, la verifica di compressione.

Per i ponti: Fattore di difformità γ_c per l'arcata = esprime la verifica di conformità alla regola d'arte (§4.3 CNR-DT 213/2015). Grazie alle formule di riferimento e alla procedura indicata nelle linee guida CNR-DT 213, viene calcolato questo fattore attribuito, in forma moltiplicativa, al fattore di confidenza F_c per ottenerne il valore di progetto, secondo quanto specificato in §8.1.2 delle CNR-DT 213.

Piedritti, Pile, Spalle

Contiene i parametri che descrivono le strutture d'imposta della Volta. Per la volta generica, i piedritti sono costituiti da muri, nel caso di struttura voltata estesa, o da colonne (ad es. il caso del Singolo Arco); per i ponti, i piedritti sono spalle, nel caso delle campate iniziale e finale o del ponte monocampata, oppure pile, nel caso di campate intermedie di ponti multicampata.

Nel caso dei ponti, il tipo di piedritto viene specificato in input. La spalla può essere **tozza o alta**: a seconda della qualifica, nella verifica sismica viene adottato un idoneo schema di azione sismica proveniente dal terreno a tergo della spalla.

Separatamente per piedritto sinistro e per piedritto destro, vengono specificati i seguenti parametri.

- **Altezza**;

- **Tipologia della sezione** (Rettangolare, Circolare, Ottagonale). Per la sezione Rettangolare: dimensione lungo l'asse X (L_x) superiore (sommità) e inferiore (base), e dimensione lungo l'asse Y (L_y). Per la sezione Rettangolare è quindi possibile specificare piedritti a sezione variabile linearmente in altezza; è inoltre possibile specificare se la superficie d'intradosso (interna alla Volta) è verticale: questo parametro ha influenza ovviamente solo nel caso di sezione variabile in altezza. Per la sezione Rettangolare è inoltre possibile specificare se il piedritto è unico oppure viene suddiviso in porzioni corrispondenti agli Archi Ideali che vi si impostano. Se il piedritto è unico (non diviso), tutte le azioni di imposta provenienti dai vari Archi Ideali vengono composte sulla sezione di sommità del piedritto stesso. Per la sezione Circolare, viene richiesto il diametro; per la sezione Ottagonale, il lato. Nel caso di Volta composta da più Archi Ideali, la sezione dei piedritti è obbligatoriamente rettangolare;

- **Distanza dX** fra superficie interna del piedritto e punto di intradosso dell'imposta dell'arco;

- **Dimensioni della fondazione**: altezza e dimensioni lungo X e lungo Y.

Per i ponti: Fattore di difformità γ_c per i piedritti = esprime la verifica di conformità alla regola d'arte (§4.3 CNR-DT 213/2015). Grazie alle formule di riferimento e alla procedura indicata nelle linee guida CNR-DT 213, viene calcolato questo fattore attribuito, in forma moltiplicativa, al fattore di confidenza F_c per ottenerne il valore di progetto, secondo quanto specificato in §8.1.2 delle CNR-DT 213. La distinzione fra piedritto sinistro e destro permette di definire l'appropriato valore di γ_c , e quindi di F_c , per ognuno dei due piedritti.

Contorno

Questo gruppo di dati contiene i parametri che descrivono le strutture di contorno: **Rinfianchi, Sottofondo, Pavimentazione**.

I rinfianchi (o riempimento) sono definiti dal volume sovrastante l'arco fino al massimo alla quota di estradosso in chiave (o fino ad una quota inferiore rispetto alla linea orizzontale di chiave, quota definita dalla distanza dalla linea di chiave stessa).

Si parla, più propriamente, di 'rinfianchi' quando la struttura di contorno assume valenza strutturale, mentre il 'riempimento' corrisponde a materiale avente semplicemente la funzione di peso sull'arco. E' noto che il peso del rinfianco o riempimento svolge un ruolo generalmente benefico sulla statica dell'arco, stabilizzandone la curva delle pressioni (anche se una massa eccessiva potrebbe non essere favorevole per il comportamento sismico della struttura). Le strutture sovrastanti (sottofondo, pavimentazione) si impostano immediatamente sopra la linea di chiave dell'arco.

In SAV, rinfianchi, sottofondo e pavimentazione svolgono un ruolo di puro carico nei confronti dell'unico elemento strutturale analizzato, cioè l'arco. Nella realtà, tali sovrastrutture esercitano anche un ruolo di vincolo e, in certi casi, di struttura resistente. Per esempio, la verifica sismica condotta sul solo arco in presenza di una solidarizzazione alla muratura di contorno (è il caso di un arco inserito come apertura nella facciata di un edificio) è sicuramente a vantaggio di sicurezza, in quanto nella realtà la funzione strutturale dell'arco verrà 'integrata' dalla collaborazione col resto della struttura.

L'utilizzo di spinte passive dovute al riempimento sovrastante l'arco, come azioni in input, può rappresentare la capacità dei rinfianchi di opporsi alla formazione del cinematiso di collasso e quindi contribuire alla stabilità dell'arco. Nell'ambito di questo gruppo vi è in input il coefficiente k_p per spinta passiva dal riempimento dell'arco.

Lo spessore di sottofondo e/o pavimentazione può contribuire alla diffusione dei carichi applicati, pensati agenti sulla superficie superiore della struttura (quindi, p.es. sopra la pavimentazione). Un carico generico (di superficie, lineare o concentrato) verrà infatti diffuso a 45° entro tale spessore, qualora la corrispondente opzione sia attivata nella definizione del carico stesso (nell'ambito di definizione delle CCE).

Per i ponti: terreno a tergo della spalla.

I parametri che descrivono il terreno a tergo della spalla sono finalizzati alla definizione delle spinte del terreno che insistono sulle spalle del ponte. Le spinte sono statiche e sismiche, e si distinguono in spinta attiva o a riposo, e spinta passiva.

Nei comportamenti statico, la spalla del ponte viene normalmente deformata verso il terreno dall'azione spingente dell'arco: questo determina l'interpretazione del terreno nei confronti del ponte come vincolo che ostacola la rotazione del piedritto verso l'esterno (con formazione di cerniera alla base del piedritto, identificata dalla curva delle pressioni tangente al bordo del piedritto dalla parte del terreno, cioè dalla parte esterna del sistema arco+piedritti). La funzione di vincolamento corrisponde agli effetti di una spinta passiva, che per sua stessa natura è una reazione assimilabile a vincoli diffusi lungo l'altezza.

Nei calcoli di verifica di opere geotecniche o comunque di strutture interagenti con il terreno adiacente, la spinta passiva viene considerata, a favore di sicurezza, solo in percentuale non superiore al 50% (§6.5.3.1.1. NTC18), frequentemente assunta $\leq 30\%$. Di fatto, la percentuale di spinta passiva che può essere considerata ai fini della verifica di sicurezza corrisponde alla reazione del terreno effettivamente mobilitata per assicurare l'equilibrio della struttura: pertanto, nel campo delle soluzioni equilibrate del sistema arco+piedritti sarà sufficiente, ove possibile, individuare la percentuale di spinta passiva che genera un effetto stabilizzante sulla curva delle pressioni nel piedritto, impedendo la formazione della cerniera alla base del piedritto.

Nel software SAV la percentuale di spinta passiva viene specificata in input: per l'analisi statica, in corrispondenza dei dati di ogni singola CCC (ogni CCC può infatti mobilitare una diversa percentuale di spinta passiva, in relazione all'equilibrio sotto l'azione dei carichi della CCC stessa), e per l'analisi sismica (svolta secondo le combinazioni univoche +X e -X definite dalla [2.5.7] in §2.5.3 di NTC18) nei dati in input del terreno.

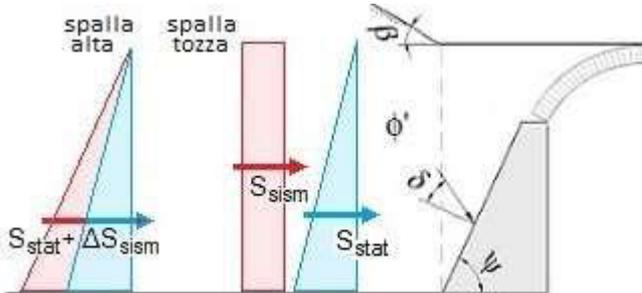
Per consentire diverse ipotesi progettuali, in analisi statica SAV permette comunque la modellazione della spinta del terreno come spinta attiva o a riposo, in alternativa alla passiva. In particolare, la spinta a riposo può essere significativa per spalle massicce, che potrebbero essere considerate praticamente indeformabili, ossia rigide.

Si osservi che la spinta passiva considerata in percentuale non dovrebbe scendere sotto il valore della spinta a riposo: il terreno infatti eserciterà comunque un'azione sul piedritto, sia che si tratti di un'azione vera e propria (spinta attiva o a riposo) o sia che si tratti invece di una reazione (spinta passiva): gli effetti del terreno sono in ogni caso stabilizzanti nei confronti dei meccanismi prodotti dalla struttura voltata, e questo ben si comprende osservando il meccanismo che si instaura in un arco su piedritti non confinato, con rotazione dei piedritti verso

l'esterno a causa delle spinte alle imposte dell'arco, in confronto con lo stesso sistema confinato però dal terreno adiacente ai piedritti (tipico dei ponti).

Nel comportamento sismico, la spinta passiva viene automaticamente considerata solo a valle (quindi: nel piedritto sottovento, ossia: a destra per sisma +X, a sinistra per sisma -X): essa riguarda quindi il terreno verso cui l'azione sismica spinge; a monte, SAV considera invece la spinta attiva, in quanto gli effetti sismici dinamici mobilitano lo spostamento della struttura nel suo insieme verso valle e quindi attivano l'azione spingente del terreno verso la spalla sopravvento, mentre la spalla sottovento riceve il vincolo dal terreno a valle e quindi la reazione della spinta passiva.

Nel caso di spalla alta, la spinta sismica viene calcolata con la teoria di Mononobe-Okabe, definendo un coefficiente di spinta attiva, attraverso un'estensione al caso sismico della teoria statica di Coulomb: tale spinta è rappresentata da un andamento triangolare con risultante posta a 1/3 dell'altezza rispetto alla fondazione; nel caso di spalla tozza, la spinta sismica viene rappresentata con la teoria di Wood e corrisponde ad un andamento costante (diagramma rettangolare), con risultante posta a metà altezza, che si somma alla spinta triangolare statica; lo schema seguente riassume le due ipotesi.



I dati del ponte sono i seguenti:

Angolo di attrito interno Φ'

Coefficiente parziale $\gamma_{\Phi'}$ = normalmente assunto pari a 1.25; viene applicato alla tangente di Φ' , come indicato in EC7 UNI EN 1997-1:2005 Appendice A, §A.2. **Lo stato limite di equilibrio (EQU)** è il riferimento per l'analisi limite del sistema voltato del ponte, in accordo con CNR-DT 213, §3.5.1 (vd. nel seguito nella descrizione delle CCC).

Il valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno risulta pertanto pari all'angolo: $\Phi'_d = \arctg(\tg\Phi' / \gamma_{\Phi'})$.

Angolo d'attrito terra-paramento δ = normalmente assunto pari a $(2/3)\Phi'_d$

Angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale β

L'angolo di inclinazione del paramento della spalla rivolto a monte ψ è determinato dalle dimensioni della spalla in sommità e alla base definite in input

Peso specifico del terreno

Spinta statica: a riposo = se questo parametro è selezionato, la scelta della spinta attiva nelle CCC corrisponde alla spinta a riposo. Il coefficiente di spinta a riposo K_0 , evidenziato da SAV, costituisce un riferimento sotto al quale l'azione del terreno nei confronti del piedritto non dovrebbe scendere (anche qualora si consideri come ipotesi progettuale una percentuale di spinta passiva). In analisi sismica non viene mai considerata la spinta a riposo, ma a monte del verso dell'azione (+X o -X) la spinta è sempre attiva e calcolata secondo la teoria sismica competente (Mononobe-Okabe o Wood)

Percentuale di spinta passiva del terreno da considerare in analisi sismica (in analisi statica tale percentuale viene definita in ogni singola CCC)

Inizio spinta dal sottofondo = come ipotesi progettuali alternative, è possibile considerare la spinta del terreno a partire dalla quota della superficie orizzontale di estradosso del sottofondo sopra il riempimento (vd. strutture di contorno dell'arco). Se questo parametro non viene selezionato, la spinta inizia a partire dalla superficie orizzontale di estradosso del riempimento.

In SAV non viene in alcun caso considerato, ai fini della quota di sommità di inizio spinta, lo spessore della pavimentazione.

Muratura (1), (2)

I gruppi di dati Muratura contengono i parametri che descrivono il materiale murario: (1) della Volta; (2) dei Piedritti.

- **Resistenza media a compressione f_m** = può essere nota da prove sperimentali, oppure ricavata da formulazioni proposte in Normativa. La Normativa Italiana ha aggiornato i dati riguardanti la muratura esistente nella tabella C8.5.I della Circ.7 del 21.1.2019; tuttavia si deve tener presente che tali parametri fanno riferimento a "pareti murarie portanti" e quindi per le murature degli archi la situazione può essere anche molto diversa. Si pensi ad esempio agli archi con giunti a secco, dove la resistenza a compressione diventa quella tipica della pietra, con valori certamente più elevati rispetto a quelli proposti dalla Norma citata.

Una metodologia idonea per il calcolo delle proprietà meccaniche delle murature è fornita dall'Indice di Qualità Muraria: il riferimento normativo agli indicatori di qualità muraria è fornito dalla Circ. 2019 in §C8.5.3.1.

Per ottenere la resistenza a compressione di progetto f_{md} si divide f_m per γ_M (definito nei Parametri di Calcolo e distinto fra Analisi Statica e Analisi Sismica) e per F_C , oltre a γ_D (coefficiente di degrado) nel caso dei ponti (si osservi che il coefficiente di degrado dei ponti può essere assunto come utile riferimento anche per stati di degrado di volte generiche). Il coefficiente di degrado assume secondo le CNR-DT 213 valori compresi fra 1.00 e 1.20 ed è definito in §6.5.4. Se il ponte è in buone condizioni d'uso non si considerano azioni di degrado (§3.6.4 delle CNR-DT 213) e quindi si può porre $\gamma_D=1.00$.

- **Fattore di Confidenza F_C** . Se si adotta l'ipotesi di Resistenza a Compressione infinita, ossia: non si esegue la Verifica a Compressione (scelta effettuata nei Parametri di Calcolo) il valore di F_C deve essere quello corrispondente a LC1: 1.35 [§C8.7.1.2.1.3]. Se invece si esegue la verifica a compressione, il che equivale a considerare una resistenza a compressione finita, si potrà utilizzare il valore di F_C corrispondente all'effettivo livello di conoscenza con cui si è valutata la resistenza a compressione. Oltre che sulle resistenze di progetto, il valore di F_C influisce in analisi sismica sulla cinematica del meccanismo di collasso: a valori di F_C minori corrispondono accelerazioni spettrali di attivazione del meccanismo di collasso più elevate.

Per i ponti, il fattore di confidenza viene inoltre influenzato dal coefficiente di difformità γ_C .

- **Peso Specifico**

- **Coefficiente d'attrito a livello dei giunti: f** = il coefficiente d'attrito f è definito come la tangente dell'angolo d'attrito interno ϕ fra due blocchi (conci) consecutivi, ed è utilizzato per le verifiche a scorrimento. Nel caso di presenza di malta, il valore di progetto normalmente utilizzato è 0.40; nel caso di muratura a secco occorre inserire l'angolo d'attrito fra blocchi di pietra.

Per ottenere il valore di progetto f_d del coefficiente d'attrito è possibile, a seconda della scelta effettuata nei Parametri di Calcolo (scheda Verifiche), applicare o meno il coefficiente di sicurezza γ ottenuto moltiplicando γ_M (definito nei Parametri di Calcolo e differenziato fra Analisi Statica e Analisi Sismica) per F_C .

La riduzione dovuta al coefficiente di sicurezza può essere evitata qualora il valore in input del coefficiente d'attrito sia già il valore di progetto

($f, d=f$): in tal caso, il valore di progetto del coefficiente d'attrito f, d è identico in analisi statica e in analisi sismica. Per i ponti, un valore di riferimento per il coefficiente d'attrito in assenza di sperimentazione specifica è fornito nella CNR-DT 213 in §8.3.2 al punto b)ii) e in §8.6.2, ed è pari a 0.50.

Rinforzi

Il gruppo di dati Rinforzi consente la descrizione delle eventuali strutture di rinforzo previste per l'arco consolidato.

I rinforzi sono distinti in due gruppi:

- rinforzi di superficie, che interessano la superficie di intradosso o di estradosso dell'arco;
- rinforzi puntuali, caratterizzati da catene o rinforzi localizzati.

Per ogni Arco Ideale costituente la Volta, è possibile definire una catena nel gruppo dati 'Volta'. Le catene negli archi possono essere inserite contemporaneamente agli altri rinforzi di superficie o localizzati.

Nella scheda Rinforzi è possibile specificare alternativamente tre tipologie:

- **cappa in calcestruzzo**, in estradosso o intradosso, avente un certo spessore; se la corrispondente opzione è selezionata, la cappa è armata con la rete elettrosaldata specificata (considerata per default in acciaio B450C);
- **nastri in composito fibrorinforzato** a matrice polimerica (FRP) o inorganica - cementizia (FRCM), posti in estradosso oppure in intradosso;
- **rinforzi a trazione localizzati** su una o più interfacce tra i conci, in estradosso o in intradosso.

Dal punto di vista dell'analisi strutturale, nel procedimento di calcolo sarà possibile accettare trazioni nel lato rinforzato, fermo restando il vincolo di garantire che la muratura sia sempre compressa (cioè che vi siano solo sforzi di compressione nel lato sola muratura). Le trazioni, laddove insorgano sul lato rinforzato, saranno utilizzate per la verifica della struttura di rinforzo, e più precisamente per la verifica: della rete e.s. nel caso della cappa, dei nastri tesi nel caso dei compositi fibrorinforzati, degli sforzi di trazione in confronto con le corrispondenti resistenze nel caso dei rinforzi localizzati.

Per la rete e.s. il confronto dello sforzo di trazione sarà svolto con la capacità di resistenza della rete, con riferimento al numero di tondini incontrati lungo la profondità dell'arco e alla tensione di snervamento dell'acciaio B450C (391 N/mm²; infatti: $f_{yk}=450$ N/mm² (§11.3.2.1 D.M.17.1.2018), $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s=450/1.15=391$ N/mm²; §3.2.7 EC2 e §2.4.2.2(1) EC2 per γ_s ; §4.1.2.1.1.3 D.M.17.1.2018).

La cappa può non essere armata (assenza di rete): in tal caso, l'incremento di sicurezza della struttura è legato all'aumento del carico, i cui effetti possono essere favorevoli staticamente ma di dubbia efficacia se non sfavorevoli dal punto di vista sismico (aumento della massa). Le verifiche competenti al rinforzo riguardano solo la tensione di compressione nel calcestruzzo.

Le tensioni di compressione competenti ad uno sforzo normale di compressione agente nella biella posta nella superficie consolidata (estradosso o intradosso) vengono calcolate ipotizzando una distribuzione uniforme nella cappa di calcestruzzo e confrontate, per la verifica di sicurezza, con f_{cd} , resistenza di progetto del calcestruzzo, il cui valore è calcolato secondo §4.1.2.1.1: $f_{cd} = \eta * \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ con: $\alpha_{cc} = 0.85$, $\gamma_c = 1.5$; il coefficiente η vale 0.80 nel caso di soletta con spessore inferiore a 50 mm., 1.00 altrimenti.

Per FRP / FRCM, lo sforzo sarà confrontato con la resistenza a trazione di progetto, distinta nei casi di estradosso ed intradosso e nei valori competenti al tipo di Analisi, Statica o Sismica (questo perché la resistenza di trazione per delaminazione è influenzata dalla resistenza di progetto della muratura e quindi dal coefficiente parziale di sicurezza γ_M che può assumere valori diversi tra Statica e Sismica).

L'elaborazione di calcolo prevede in tal caso la possibilità di definire le superfici di rinforzo ottimali, necessarie a garantire la verifica di resistenza a trazione. Tali superfici costituiscono il riferimento per l'intervento strettamente necessario: tuttavia i nastri in FRP vengono tuttavia frequentemente estesi lungo l'arco e il rinforzo con FRCM interessa in generale l'intera superficie voltata. Per i rinforzi con FRP / FRCM i dati richiesti sono i seguenti:

- **Spessore** = nel caso di più strati sovrapposti, occorre specificare lo spessore complessivo;
 - **Resistenza a trazione di progetto in estradosso, in intradosso** (distinta per Analisi Statica e Sismica) = è la resistenza di progetto, calcolata preventivamente e inserita in input, riferita al rinforzo in estradosso o in intradosso. Si possono specificare entrambe, anche se nel calcolo verrà ovviamente utilizzata solo quella che si riferisce alla posizione del rinforzo.
- La resistenza in intradosso è generalmente inferiore a quella in estradosso, a causa della curvatura dell'arco; un utile riferimento per la resistenza in caso di superfici curve e rinforzi in intradosso con FRCM è dato dalle CNR-DT 215/2018 (§13).

Cedimenti

Il gruppo di dati Cedimenti consente la definizione di cedimenti alle imposte e in alternativa di eventuali sconnessioni applicate all'arco come dati in input.

I cedimenti possono essere di tipo traslazionale, orizzontali e/o verticali, e/o di tipo rotazionale, in entrambi i versi.

Il valore positivo indica un cedimento verso l'esterno per la componente orizzontale e per quella rotazionale, verso il basso per la verticale. E' possibile applicare cedimenti soltanto nel caso di volta costituita da un singolo arco, dove non sia specificata una catena attiva, non siano previsti interventi di rinforzo e sia stata definita una sola combinazione di condizioni carico statica.

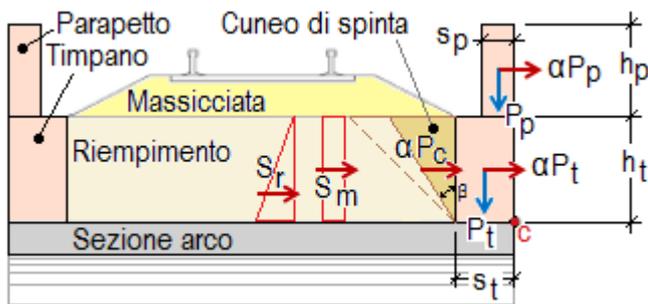
L'analisi dei cedimenti, preventiva all'elaborazione di calcolo della struttura e condotta per la combinazione di carico statica, esamina la formazione delle tre cerniere che, a seguito del cedimento in input, rendono isostatico l'arco.

Sulla configurazione isostatica dell'arco viene poi eseguita l'elaborazione di calcolo statica e sismica, condotta sull'assetto geometrico originario; questa impostazione richiede che i cedimenti in input siano di entità contenuta rispetto alle dimensioni geometriche. Per cedimenti statici di dimensioni maggiori la corretta analisi dell'arco richiede che lo stato di equilibrio sia studiato nella configurazione deformata: sono disponibili i risultati statici in termini di curva delle pressioni e spinte sulle imposte; è inoltre possibile eseguire l'analisi del cedimento limite, assegnando un moltiplicatore a uno o più cedimenti: tale analisi consiste nell'incremento progressivo del moltiplicatore fino a determinare una configurazione non più equilibrata dovuta alla fuoriuscita della curva delle pressioni in un'ulteriore interfaccia, oltre le tre caratterizzate dalle cerniere che si sono generate all'inizio del processo deformativo.

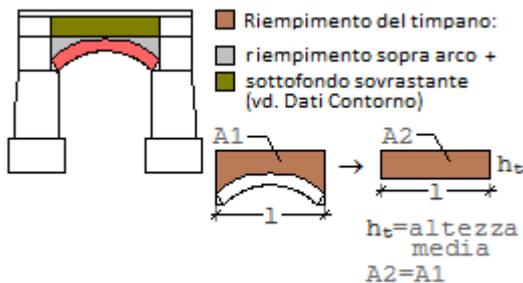
Oltre all'analisi dei cedimenti, SAV consente in input la definizione della perdita di una o più iperstaticità nell'arco assegnando da 1 a 3 cerniere in altrettante interfacce, ognuna indipendentemente in estradosso o in intradosso; su tale configurazione vengono eseguite le analisi statica e sismica.

Timpano

Il gruppo di dati Timpano si riferisce ai ponti in muratura e consente la definizione dei dati in input riguardanti questo componente della struttura del ponte (indicato nell'immagine seguente), particolarmente significativo per le analisi di vulnerabilità e per il comportamento sismico del ponte in direzione trasversale.



Seguendo le indicazioni reperibili nelle Norme RFI, il timpano viene trasformato in un paramento murario equivalente (fig. seg.) calcolandone l'altezza media come rapporto fra l'area di timpano coinvolta dal meccanismo di collasso e la luce totale dell'arco.



I parametri in input sono i seguenti:

- geometria: spessore e altezza del timpano; spessore della massicciata gravante sul cuneo di spinta; spessore e altezza dell'eventuale parapetto murario sovrastante il timpano;

- materiali: pesi specifici della muratura, del riempimento e della massicciata (ballast, nel caso dei ponti ferroviari);

- altri parametri: angolo d'attrito interno con corrispondente coefficiente parziale; fattore di comportamento q ; fattore di confidenza F_c .

Il fattore di comportamento q può essere assunto pari a 1.0 se si considera il timpano come elemento murario a mensola, oppure 2.0 se gli si attribuisce la qualità di paramento murario esterno (riferimento normativo: tab. C7.2.1 in §C7.2.3 della Circ.2019); in alternativa si può scegliere un valore intermedio, ad es. pari a 1.5: la scelta del fattore q determina la capacità sismica, definita in termini di accelerazione dalla relazione: $\alpha_0 \cdot q / F_c$, dove α_0 è il moltiplicatore di collasso ottenuto dall'analisi cinematica del timpano.

Il fattore di confidenza può assumere valore distinto per il timpano rispetto alle altre strutture del ponte, a seconda ovviamente del livello di conoscenza di questo specifico componente strutturale.

Dati CARICHI

I dati sui Carichi vengono suddivisi in: Condizioni di Carico Elementari (CCE), e Combinazioni di Condizioni di Carico elementari (CCC). Nelle CCE vengono definiti i vari carichi in input.

CCE (Condizioni di Carico Elementari)

I carichi agenti sulla struttura voltata sono articolati in: carichi di superficie (verticali), lineari (verticali e orizzontali) e concentrati (verticali e orizzontali). I carichi verticali insistono sull'estradosso della struttura voltata, e più esattamente alla quota Z dell'estradosso della pavimentazione, eccetto i carichi concentrati verticali assegnati direttamente a conci: questi carichi vengono applicati nel baricentro dei conci stessi. Per ognuno dei carichi verticali è possibile specificare se eseguire la diffusione a 45° nello spessore sovrastante la linea di chiave (spessore determinato da sottofondo e/o pavimentazione). In tal caso, se tale spessore è >0 , il carico da diffondere, di qualunque tipo sia, genera un'area di carico (diventando di fatto un carico di superficie), poiché la diffusione a 45° opera in tutte le direzioni.

Per ognuno dei carichi è possibile inoltre specificare se è affetto da moltiplicatore verticale e le analisi nelle quali deve essere considerato (statica, sismica +X, sismica -X).

Carichi di superficie: DimX, DimY, X, Y, q,Z, Diff. a 45° , Molt. vert., Stat., Sism.+X, Sism.-X

DimX, DimY = dimensioni dell'area rettangolare di carico;

X,Y = coordinate in pianta del vertice inferiore sinistro dell'area di carico (t.c. il baricentro di carico è posto a: $(X+DimX/2), (Y+DimY/2)$);

q,Z (kN/m²) = carico verticale di superficie;

Diff. a 45° = indica se il carico si diffonde a 45° negli spessori della pavimentazione e del sottofondo;

Molt. vert. = indica se il carico è affetto da moltiplicatore verticale (per l'analisi statica con calcolo del moltiplicatore di collasso);

Stat. = indica se il carico offre contributo all'analisi statica;

Sism.+X, -X = indica se il carico offre contributo all'analisi sismica +X / -X. In caso affermativo, il carico è considerato corrispondente ad una massa e si traduce in forze orizzontali inerziali attraverso il moltiplicatore sismico in direzione orizzontale.

Carichi lineari: Lungo X, Dim, X, Y, q,X, q,Z, Diff. a 45° , Molt. vert., Stat., Sism.+X, Sism.-X, Pied.Sx, Pied.Dx

Lungo X = orientamento del carico, secondo X se affermativo, secondo Y altrimenti;

Dim = lunghezza della linea di carico;

X,Y = coordinate in pianta del vertice sinistro del carico (t.c. il baricentro è posto a: $(X+Dim/2), Y$ per carichi secondo X; $X, (Y+Dim/2)$ per carichi secondo Y);

q,X, q,Z (kN/m) = componenti orizzontale e verticale del carico lineare uniformemente distribuito. La componente orizzontale q,X è positiva verso destra; la componente verticale q,Z è positiva verso il basso;

Diff. a 45° = indica se il carico si diffonde a 45° negli spessori della pavimentazione e del sottofondo;

Molt. vert. = indica se il carico è affetto da moltiplicatore verticale (per l'analisi statica con calcolo del moltiplicatore di collasso);

Stat. = indica se il carico offre contributo all'analisi statica;

Sism.+X, -X = indica se il carico offre contributo all'analisi sismica +X / -X. In caso affermativo, la componente verticale è considerata corrispondente ad una massa e si traduce in forze orizzontali inerziali attraverso il moltiplicatore sismico in direzione orizzontale;

Pied.Sx, Pied.Dx = per i ponti, indica se il carico lineare viene esteso anche alla massa sovrastante i piedritti sinistro e destro. Questi parametri consentono l'estensione del carico stradale o ferroviario sulla zona a monte o a valle dell'arco.

Carichi concentrati: X, Y, P.X, P.Z, Diff. a 45° , Molt. vert., Stat., Sism.+X, Sism.-X

X,Y = coordinate in pianta del punto di applicazione del carico;

P.X, P.Z (kN) = componenti orizzontale e verticale del carico concentrato. La componente orizzontale P.X è positiva verso destra; la componente verticale P.Z è positiva verso il basso;

Diff. a 45° = indica se il carico si diffonde a 45° negli spessori della pavimentazione e del sottofondo;

Molt. vert. = indica se il carico è affetto da moltiplicatore verticale (per l'analisi statica con calcolo del moltiplicatore di collasso);

Stat. = indica se il carico offre contributo all'analisi statica;

Sism.+X, -X = indica se il carico offre contributo all'analisi sismica +X / -X. In caso affermativo, la componente verticale è considerata corrispondente ad una massa e si traduce in forze orizzontali inerziali attraverso il moltiplicatore sismico in direzione orizzontale.

Carichi aggiuntivi sui piedritti: azioni concentrate (verticali e/o orizzontali) derivanti ad esempio da strutture sovrastanti o da spinte di strutture a volta adiacenti a quella esaminata; il punto di applicazione è posto ad una quota misurata rispetto alla sommità del piedritto e positiva verso il basso (quindi Quota=0 per le azioni sulla sezione di sommità), ossia controversa all'asse di riferimento globale Z

Pied.sx, Fx, Fz, Ex, Ey, Quota, Stat., Sism.+X, Sism.-X

Pied.sx = sinistro se affermativo, destro altrimenti;

Fx, Fz (kN) sono le due componenti (+/-) del carico aggiuntivo sul piedritto:

Fx = componente orizzontale (secondo X), nel piano della struttura voltata, positiva se agente verso l'interno della struttura voltata;

Fz = componente verticale (secondo Z), positiva se agente verso il basso;

Ex, Ey = eccentricità (+/-) del punto di applicazione del carico aggiuntivo. **Ex** è la distanza dall'intradosso dell'arco, positiva verso l'interno della struttura voltata; **Ey** è la distanza dall'asse X (in pianta, l'asse X è posto nel piano d'imposta del fronte anteriore della struttura voltata, ossia, in altri termini, in basso, nella pianta, all'inizio della struttura);

Quota = quota (+/-) del punto di applicazione del carico rispetto alla sommità del piedritto, positiva verso il basso (controversa all'asse Z);

Stat. = indica se il carico offre contributo all'analisi statica;

Sism.+X, -X = indica se il carico offre contributo all'analisi sismica +X / -X. Questo carico viene direttamente applicato in analisi sismica, senza moltiplicatori orizzontali.

La tabella delle CCE è così composta:

N°, Commento, Psi,2 (quasi perm.), P.p. volta, P.p. rinf.sx, P.p. rinf.dx, P.p. sottof., P.p. pavim., Carichi di superficie, Carichi lineari, Carichi concentrati, Car.aggiuntivi sui piedritti

dove:

Psi,2 (S.L.U.) = con riferimento alla Normativa (§2.5.2, §2.5.3) è un coefficiente che tiene conto della probabilità di presenza del carico in fase sismica. Verrà posto pari a 0 per le CCE che non si vuole influiscano sull'analisi sismica; altrimenti, assumerà i valori Psi,2 = 1, per carichi permanenti, e Psi,2 < 1 per carichi variabili. Per condurre una corretta analisi sismica, le CCE dovranno quindi essere suddivise almeno in tante condizioni di carico quanti sono i gruppi di carico corrispondenti a valori di Psi,2 distinti (in genere: una CCE per i carichi permanenti, una per ogni tipo di carico variabile indipendente);

P.p. volta, P.p. rinf.sx, P.p. rinf.dx, P.p. sottof., P.p. pav. = opzioni che definiscono l'influenza dei pesi propri nella CCE. Ai pesi propri non viene mai associato il moltiplicatore dei carichi verticali (che per suo stesso significato fisico sarà applicato a carichi di natura variabile, non a permanenti), ma viene invece sempre associato il moltiplicatore dei carichi orizzontali (trattandosi di masse permanenti);

Carichi di superficie, Carichi lineari, Carichi concentrati, Car.aggiuntivi sui piedritti = carichi specificati in input in dettaglio, secondo le indicazioni di cui sopra.

CCC (Combinazioni delle Condizioni di Carico elementari)

L'Analisi Statica viene eseguita per tutte le CCC (Combinazioni delle Condizioni di Carico elementari) specificate. E' possibile studiare anche più tipi di combinazioni (p.es. con mezzi rinfianchi, o con alcuni carichi piuttosto che altri).

Per ogni CCC si può calcolare, se richiesto nei Parametri di Calcolo, il moltiplicatore di carico verticale facendo crescere tutti i carichi affetti da Molt. vert. contenuti nelle CCE che costituiscono la CCC.

In accordo con la Normativa vigente (§2.5.3), i coefficienti di combinazione delle CCC possono coincidere con i **coefficienti parziali per le azioni** γ_G e γ_Q . Ciò presuppone che le CCE siano state distinte per i diversi contributi di carico: permanenti e variabili. Normalmente i permanenti vengono conglobati in un'unica CCE, la n°1, che contiene quindi pesi propri e carichi permanenti non strutturali.

Con riferimento agli stati limite ultimi di tipo STR, possono essere utilizzati i seguenti coefficienti:

- per i carichi permanenti (tutti): $\gamma_G=1.0$ se favorevoli, $\gamma_G=1.3$ se sfavorevoli; in generale, nei confronti delle strutture voltate i carichi permanenti, normalmente distribuiti su tutta la luce, svolgono ruolo favorevole, e quindi si adotta direttamente il valore 1.0;

- per i carichi variabili: $\gamma_Q=0.0$ se favorevoli (come avviene in genere nel caso di carichi distribuiti sull'intera luce dell'arco); $\gamma_Q=1.5$ se sfavorevoli (ad esempio nel caso di distribuzioni uniformi parzialmente agenti sulla luce dell'arco oppure nel caso di carichi concentrati). Una possibile scelta riguarda la definizione di due CCC distinte, una con $\gamma_Q=0.0$ e l'altra con $\gamma_Q=1.5$.

Nel caso dei ponti esistenti in muratura si fa riferimento ai seguenti contenuti normativi:

- NTC18: §5, Circ. 2019: §C5.

Si rileva in particolare:

- i coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU γ_G e γ_Q per i ponti stradali (Tab. 5.1.V) e per i ponti ferroviari (Tab. 5.2.V). Con riferimento allo stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), nel quale viene inquadrata l'analisi limite condotta da SAV, valori significativi dei coefficienti sono i seguenti: per i carichi permanenti: 0.9 se favorevoli (ad es. pesi propri, che sono distribuiti su tutto l'arco e tendono a stabilizzarlo) e 1.1 se sfavorevoli (ai fini della verifica di resistenza, un maggior carico verticale può impegnare maggiormente la resistenza della sezione trasversale); per le azioni variabili da traffico stradale: 1.35 se sfavorevoli (ad es.: carichi concentrati eccentrici, o carichi distribuiti nel caso di verifiche di resistenza) e 0.00 se favorevoli (ad es.: carichi distribuiti ai fini delle verifiche di stabilità); per le azioni variabili nei ponti ferroviari: 1.45 se sfavorevoli e 0.00 se favorevoli. Per i ponti, si osservi che in §3.9.2 della CNR-DT 213 si evidenzia che per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come sistema articolato (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali relativi alle azioni riportati nella colonna EQU delle tab. citate 5.1.V (ponti stradali) e 5.2.V (ponti ferroviari);

- per le azioni sismiche dei ponti stradali (§5.1.3.12): normalmente si assume $\psi_2=0$, eccetto il caso delle zone urbane di intenso traffico per le quali $\psi_2=0.2$. Per il carico variabile dei ponti ferroviari si assume $\psi_2=0.2$ (§5.2.2.8);

- per gli stati limite ultimi nei ponti, le linee guida CNR-DT 213/2015 in §3.5.1 indicano gli stati limite che devono essere considerati sono i seguenti (si riporta un estratto):

"(...) A) perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte; B) raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti o dell'insieme della struttura; C) raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni.

Per i ponti murari esistenti si considerano i seguenti Stati Limite Ultimi (Rif.: par. 2.6.1. NTC2008):

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU;

- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR;

- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO.

Lo stato limite EQU include lo stato limite di collasso per meccanismo articolato. Nel caso dei ponti in muratura deve essere verificato attraverso l'equivalente Teorema Statico del Calcolo a Rottura, verificando la esistenza di un sistema di sollecitazioni in equilibrio con la condizione di carico verificata e compatibile con le proprietà resistenti del materiale murario. In questo senso la verifica allo stato limite EQU incorpora anche la verifica allo stato limite STR.(...)"

Pertanto, per i coefficienti parziali γ_G e γ_Q è possibile fare riferimento al solo EQU sia per le verifiche di stabilità sia per le verifiche di resistenza (compressione e attrito).

Per quanto riguarda i coefficienti di combinazione relativi alla spinta statica del terreno, si considera che la spinta attiva o a riposo, o la spinta passiva, esercitano un'azione che ai fini del comportamento del sistema arco+piedritti può essere considerata favorevole nei confronti della stabilità. Tuttavia, la spinta passiva viene già applicata solo in parte (percentuale inferiore al 50% e normalmente posta $\leq 30\%$), ed il coefficiente parziale 0.9 che secondo lo schema EQU corrisponde ai carichi permanenti (cui la spinta del terreno può essere assimilata) favorevoli, viene applicato automaticamente da SAV alla sola spinta attiva o a riposo.

Ai sensi del D.M. 240/2022, i coefficienti amplificativi delle carichi permanenti statici e delle azioni del traffico, verranno stabiliti in modo differente in funzione del livello di sicurezza che si vorrà imporre (ovvero transitabilità, operatività o adeguamento statico) ed anche in funzione del livello di Conoscenza ed Approfondimento che si potrà raggiungere per lo studio e verifica della struttura, come di seguito indicato:

Tabella 6.2– Fattori parziali di sicurezza per i carichi permanenti, γ_G , per verifiche di transitabilità e operatività

CLASSE DI CONSEGUENZA	(1) CONDIZIONI STANDARD	(2) CON ACCURATO CONTROLLO STATISTICO DI MATERIALI E GEOMETRIA E COV<0,05	(3) COME (2) E CON ABBATTIMENTO INCERTEZZE DI MODELLO (§ 6.3.3.5)
CC3	1.26	1.16	1.10

Tab.3- Coeff. Di Amplificazione dei Carichi Statici L.G. D.M.204/2022.

Tabella 6.4– Fattori parziali di sicurezza considerando come azioni principali le azioni variabili da traffico

Classe di conseguenza	Tempo di riferimento tref	Fattori parziali per le azioni variabili da traffico, γ_Q
CC3	5 anni (ponte TRANSITABILE, § 6.1.5.3)	1.20
	30 anni (ponte OPERATIVO, § 6.1.5.2)	1.20

AZIONI CONSIDERATE IN ANALISI SISMICA

L'Analisi Sismica viene eseguita per 1 sola combinazione, considerando agenti:

- a) i carichi verticali corrispondenti a tutte le CCE affetti dai valori ψ_2 corrispondenti, e che siano stati definiti attivi in analisi sismica (+X e/o -X);
- b) i carichi orizzontali attivi in analisi sismica, che restano invariati nel corso dell'analisi (cioè indipendenti dal moltiplicatore orizzontale). In pratica, con i carichi di cui al punto a) si calcolano tutte le azioni verticali nei conci; ognuna di queste azioni viene poi moltiplicata per il moltiplicatore orizzontale in input, per ottenere la corrispondente azione sismica (agente in direzione orizzontale X). Alle forze orizzontali di origine inerziale si sommano i contributi delle forze b).

L'analisi sismica consiste nella determinazione del moltiplicatore di collasso: il moltiplicatore viene fatto crescere progressivamente sino a raggiungere la configurazione di collasso.

Il moltiplicatore di collasso della struttura voltata, sia per carichi verticali, sia per carichi orizzontali, viene sempre determinato con riferimento alla Volta, come minimo valore fra tutti i moltiplicatori determinati per gli archi ideali costituenti la Volta, distintamente fra le tre analisi possibili (Statica, Sismica +X, Sismica -X).

E' inoltre possibile eseguire un'analisi con sole forze orizzontali corrispondenti ad un valore prefissato del moltiplicatore orizzontale, se la corrispondente opzione è stata selezionata nei Parametri di Calcolo.

Oltre alla componente sismica orizzontale, SAV consente l'analisi sismica considerando anche la componente verticale, i cui effetti possono essere considerati pari al 100% oppure al 30%. Considerando che la Normativa vigente assegna un valore identico alle accelerazioni al suolo orizzontale e verticale (D.M. 17.1.2018, §3.2.3.2.2), l'algoritmo di calcolo implementato in SAV si basa sul fatto che il moltiplicatore verticale delle masse inerziali è legato al moltiplicatore orizzontale secondo lo stesso rapporto che lega tra loro accelerazione strutturale verticale e accelerazione strutturale orizzontale. Più in dettaglio, il procedimento di calcolo è il seguente.

Si faccia riferimento ad un concio di un arco (fig. 1) sottoposto ad un carico P agente nel suo baricentro. Considerando carichi statici e azioni sismiche orizzontali e verticali, le forze agenti durante un passo incrementale di analisi sismica caratterizzato dal moltiplicatore α in direzione orizzontale sono le seguenti: forza peso P , forza inerziale orizzontale αP (in fig.: direzione e verso: $+X$) e forza inerziale verticale $\alpha_v P$.

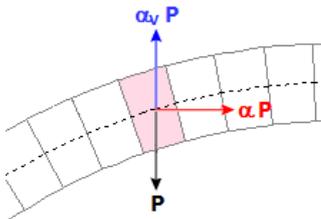


Fig.1

α_v è legato ad α : infatti il rapporto tra le forze inerziali verticale e orizzontale, entrambe corrispondenti al peso P , è pari al rapporto fra le accelerazioni spettrali S_{ez} e S_{ex} .

Nel caso di un arco posto con vincolo alle imposte posto a quota $Z=0$, lo spettro elastico viene calcolato per il periodo $T=0$, e quindi si ha:

$$(1) \quad \alpha_v / \alpha = [\kappa \cdot S_{ez}(0)] / S_{ex}(0)$$

dove κ è il fattore di combinazione del sisma verticale Z con il sisma orizzontale X , che, secondo quanto osservato in precedenza, può essere assunto pari a 0.30 oppure 00 qualora si ritenga opportuno considerare effetti sismici verticali presenti in modo completo e simultaneo con gli orizzontali.

Dalle formulazioni normative degli spettri di risposta, si ricava:

$$(2) \quad \alpha_v / \alpha = (\kappa \cdot a_g \cdot S_v) / (a_g \cdot S)$$

dove: S_v ed S sono i fattori di suolo che tengono conto della categoria di sottosuolo (S_s) e delle condizioni topografiche (S_T) rispettivamente per lo spettro verticale e per lo spettro orizzontale. Si osservi che per il verticale, diversamente dall'orizzontale, si assume sempre un coefficiente di sottosuolo unitario. La (2) si semplifica quindi in:

$$(3) \quad \alpha_v / \alpha = \kappa / S_s$$

Se invece l'arco murario ha imposte vincolate alla quota Z e la costruzione intera cui l'arco appartiene è caratterizzata dal periodo fondamentale in direzione orizzontale T_{1x} , ipotizzando per la costruzione stessa un periodo proprio verticale basso (i modi verticali presentano sempre alte frequenze) tale da poter considerare un comportamento rigido in direzione Z , il rapporto fra le accelerazioni spettrali diviene:

$$(4) \quad \alpha_v / \alpha = (\kappa \cdot a_g \cdot S_v) / [S_{ex}(T_{1x}) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma]$$

dove $\psi(Z)$ è il corrispondente modo di vibrazione secondo X normalizzato ad uno in sommità della costruzione ($\psi(Z)=Z/H$, con H altezza della costruzione stessa) e γ è il corrispondente coefficiente di partecipazione modale.

All'inizio del processo incrementale di SAV, per un dato moltiplicatore α , α_v deriva dalla (3) o dalla (4), a seconda della posizione in quota dell'arco.

(i) Nel caso della (3) il rapporto tra i due moltiplicatori è costante qualunque sia il valore di α : pertanto, nel corso del processo incrementale, variando α - e quindi le forze inerziali orizzontali - si può corrispondentemente calcolare α_v per determinare le forze inerziali verticali; al termine del processo incrementale si ottiene il valore di collasso di α , da cui si ricava infine la capacità in termini di PGA ($a_g \cdot S$).

(ii) Nel caso della (4) si segue inizialmente la stessa procedura illustrata al punto precedente (i).

In questo caso, però, alla capacità ottenuta $a_g \cdot S$ può corrispondere un diverso valore del rapporto α_v / α , che - secondo la (4) - dipende dal valore di a_g . In pratica, quindi, è avvenuto che nel corso del calcolo della capacità (la procedura incrementale) si è utilizzato un rapporto costante tra moltiplicatore verticale e orizzontale dipendente dalla domanda, nota però solo al termine della procedura.

E' quindi necessario ripetere l'analisi incrementale, correggendo il rapporto tra moltiplicatori in base al valore della capacità appena calcolato al termine della prima procedura.

Si giunge così ad un nuovo valore di $a_g \cdot S$ e quindi del rapporto α_v / α , e così via: la riesecuzione delle procedure incrementali termina quando il rapporto α_v / α si è stabilizzato e a questo punto è stata determinata la soluzione corretta.

Mentre l'analisi incrementale viene considerata secondo un verso prefissato, $+X$ o $-X$, le contemporanee forze verticali potranno avere nei diversi concetti verso generico: verso l'alto (alleggerimento del carico verticale, causato dalla forza d'inerzia dovuta all'accelerazione verso il basso) oppure verso il basso (aggravamento del carico verticale, causato dalla forza d'inerzia dovuta all'accelerazione verso l'alto). In linea di principio non ha giustificazione fisica ritenere che tutto il campo di forze verticali sia equiverso. L'incertezza sull'orientamento delle forze verticali rende necessario adottare diverse ipotesi di lavoro alla ricerca della situazione più sfavorevole. Le opzioni disponibili nei Parametri di Calcolo di SAV sono le seguenti: campo di forze equiverse verso l'alto, oppure equiverse verso il basso o dipendenti dal cinematismo.

L'ipotesi di verso delle forze verticali legato al cinematismo appare particolarmente significativa.

Infatti, il meccanismo attivato dal moltiplicatore di collasso mostrerà un preciso campo di spostamento dei concetti, con rotazioni cinematiche intorno alle cerniere formatesi nel corso dei degni progressivi.

Alcuni gruppi di concetti tenderanno a muoversi verso il basso, altri verso l'alto. Il campo di forze d'inerzia verticali a favore di sicurezza seguirà tale spostamento: gli effetti della componente sismica verticale saranno infatti massimi quando le corrispondenti forze tenderanno ad abbassare ancora più i concetti che si abbassano (forze di aggravamento, verso il basso) e ad innalzare ancor più quelli che si innalzano (forze di alleggerimento, verso l'alto).

La forma esatta del meccanismo di collasso (cinematismo) è nota tuttavia solo ad analisi avvenuta, ma trattandosi di una struttura ad arco, con comportamento qualitativamente definibile a priori, è possibile evitare processi iterativi innescati sulla forma del cinematismo ipotizzando specifiche modalità secondo cui il cinematismo si manifesta nel verso di applicazione delle forze orizzontali.

Come risulta dall'immagine seguente, nel caso di sisma nel verso $+X$, ottenuto applicando solo azioni inerziali orizzontali, il meccanismo di collasso presenta un abbassamento nella parte sinistra e un innalzamento nella parte destra; nel caso $-X$ avviene il viceversa.

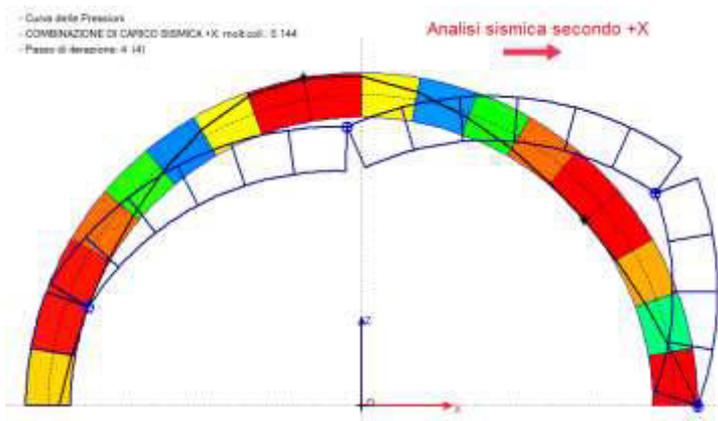


Fig. 2

Tracciando quindi nella mezziera della luce l'asse verticale dell'arco, si possono distinguere il gruppo di conci in abbassamento ulteriore sotto forze verticali verso il basso dall'altro gruppo con comportamento opposto. Questa modalità di applicazione delle forze sismiche verticali garantisce risultati a favore di sicurezza. Il campo di forze inerziali verticali che a favore di sicurezza può essere applicato sull'arco al fine di eseguire un'analisi sismica che tenga conto di entrambe le componenti orizzontale e verticale è rappresentato in figura seguente, ed è identificabile nelle ipotesi di SAV come campo di forze verticali dipendenti dal cinematicismo.

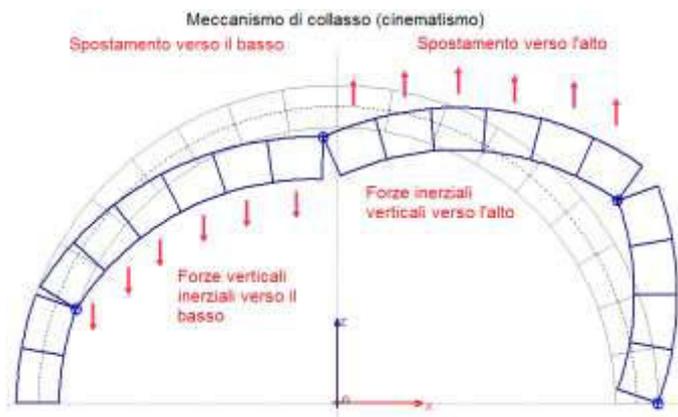


Fig. 3

Per quanto riguarda i ponti, l'azione sismica verticale, se considerata, viene applicata, a favore di sicurezza, in modo tale da alleggerire il piedritto a monte e aggravare il piedritto a valle. Per entrambe le componenti, orizzontale e verticale, SAV calcola automaticamente le forze sismiche delle masse che insistono sulle spalle.

DATI PROGETTO

Tipologia: Singolo arco
 Geometria della curva: arco Circolare a tutto sesto (s=cost.)
 con rinforzo in intradosso
 PONTE PROVINCIA CON LAVORI
 [Nome del file (archivio del software SAV): ponte_prov_9_11_23_CON_SOLETTA_C_A_prova]

DATI STRUTTURA

- VOLTA

Tipologia strutturale: Ponte stradale
 Profondità (cm) = 450
 N° Archi Ideali di calcolo = 1

- DATI ARCHI IDEALI

N.	Ly (cm)	Catena	d (mm)	Z (cm)	f,yd (N/mm ²)
1	450				

- ARCO

> Dati in input:
 Freccia (cm) = 450
 Spessore (cm) = 55
 >>> Altri parametri:

Raggio Intradosso R_i (cm) = 450
Raggio Estradosso R_e (cm) = 510
Conci da non sottoporre a verifica:
1 2 3 48 49 50
Conformità alla regola dell'arte (§4.3 CNR-DT 213/2015) per l'arcata del ponte:
fattore di difformità γ_C = 0.945

- PIEDRITTI

> Piedritto Sinistro:
Altezza (cm) = 300
Sezione: Rettangolare
Piedritto in asse = no
Lx Sup (sommità) (cm) = 270
Lx Inf (base) (cm) = 270
Ly (cm) = 450
Dist. int./intrad. dx (cm) = -5
Altezza fondazione (cm) = 100
Lx fondazione (cm) = 330
Ly fondazione (cm) = 480
Tipo di piedritto del ponte, a sinistra: spalla alta
Conformità alla regola dell'arte (§4.3 CNR-DT 213/2015) per l'arcata del ponte:
fattore di difformità γ_C = 1.035

> Piedritto Destro:
Altezza (cm) = 300
Sezione: Rettangolare
Piedritto in asse = no
Lx Sup (sommità) (cm) = 270
Lx Inf (base) (cm) = 270
Ly (cm) = 450
Dist. int./intrad. dx (cm) = -5
Altezza fondazione (cm) = 100
Lx fondazione (cm) = 330
Ly fondazione (cm) = 480
Tipo di piedritto del ponte, a destra: spalla alta
Conformità alla regola dell'arte (§4.3 CNR-DT 213/2015) per l'arcata del ponte:
fattore di difformità γ_C = 1.035

- CONTORNO

> Rinfianchi (o Riempimento):
Dist.da linea di chiave(cm) = 0
Peso specifico (kN/m^3) = 18.00
Coefficiente k_p per spinta passiva dal riempimento dell'arco = 0.500
(le eventuali azioni da spinta passiva sono definite nelle Condizioni di Carico)
> Sottofondo:
Spessore (cm) = 40
Peso specifico (kN/m^3) = 18.00
> Pavimentazione:
Spessore (cm) = 45
Peso specifico (kN/m^3) = 20.00

PONTE: terreno a tergo della spalla
Angolo di attrito interno $\Phi' = 180.00^\circ$
coefficiente parziale $\gamma_{\Phi'} = 1.00$
- valore di progetto $\Phi'd = 35.00^\circ$
Angolo di attrito terra-paramento $\delta = 25.33^\circ$
- valore di progetto $\delta d = 25.33^\circ$
Angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale $\beta = 0.00$
Angolo di inclinazione del paramento della spalla rivolto a monte ψ : a sx = 90.00° , a dx = 90.00°
Coefficienti di spinta:
- Spinta statica:
a riposo: $K_0 = 0.426$
attiva (sx): $K_a = 0.244$
passiva (sx): $K_p = 11.201$
attiva (dx): $K_a = 0.244$
passiva (dx): $K_p = 11.201$
- Spinta sismica per PGA,DLV (Mononobe-Okabe, per spalla alta):
attiva (dx): $K_a = 0.290$
passiva (dx): $K_p = 3.545$
attiva (dx): $K_a = 0.290$
passiva (dx): $K_p = 3.545$
Peso specifico del terreno (kN/m^3) = 18.00
Spinta statica: attiva (K_a)
Percentuale di spinta passiva del terreno da considerare in analisi sismica = 10%
Quota superiore di inizio della spinta del terreno: dalla superficie di estradosso del sottofondo

- MURATURA VOLTA

Tipologia: (NTC 18) 7-LC 1) con malta di buone caratteristiche+connessioni trasversali+consolidato
Resistenza media a Compressione f_m (N/mm^2) = 4.680
Fattore di Confidenza FC = 1.350
Ponte: fattore di difformità γ_C : arcata: 0.945
da cui: valore di progetto per FC: $FC' = 1.276$
Peso Specifico (kN/m^3) = 18.00

3	x	60	-120	200	0.00	196.00	x	x	x			
3	x	60	-60	200	0.00	160.00	x	x	x			
3	x	60	0	200	0.00	84.00	x	x	x			
3	x	60	60	200	0.00	84.00	x	x	x			

Carichi concentrati

N.	Su concio	n° concio	X (cm)	Y (cm)	P.X: + verso dx. (kN)	P.Z: + verso il basso	Diff. a 45°	Molt. vert.	Stat.	Sism. +X	Sism. -X
3		0	0	0	0.00	0.00					

Forze aggiuntive sui piedritti

N.	Pied. somm.pied.	F.X:+ verso sx	F.Z:+ verso l'interno	E.X:dist.da intr. il basso	dist. da asse arco:+ verso int.	E.Y:dist. da asse X	Quota da (+ verso il basso)	+X	-X
			(kN)				(cm)		
3		0.00	0.00	0.0	140.0	0.0	0.0	x	

CCE n °4

Spinta Passiva Riempimento(carichi statici+dinamici +X) (Kp=Ko)

psi,2	Pesi propri e carichi permanenti non strutturali	volta	rinfianco sx	rinfianco dx	sottof.	pavim.
1.00						

Carichi concentrati

N.	Su concio	n° concio	X (cm)	Y (cm)	P.X: + verso dx. (kN)	P.Z: + verso il basso	Diff. a 45°	Molt. vert.	Stat.	Sism. +X	Sism. -X
4	x	26	15	450	-0.37	0.00			x	x	
4	x	27	45	450	-1.13	0.00			x	x	
4	x	28	75	450	-1.96	0.00			x	x	
4	x	29	105	450	-2.90	0.00			x	x	
4	x	30	134	450	-3.99	0.00			x	x	
4	x	31	163	450	-5.28	0.00			x	x	
4	x	32	191	450	-6.80	0.00			x	x	
4	x	33	218	450	-8.58	0.00			x	x	
4	x	34	245	450	-10.64	0.00			x	x	
4	x	35	270	450	-13.00	0.00			x	x	
4	x	36	295	450	-15.67	0.00			x	x	
4	x	37	318	450	-18.66	0.00			x	x	
4	x	38	340	450	-21.96	0.00			x	x	
4	x	39	360	450	-25.57	0.00			x	x	
4	x	40	380	450	-29.46	0.00			x	x	
4	x	41	397	450	-33.61	0.00			x	x	
4	x	42	414	450	-38.00	0.00			x	x	
4	x	43	428	450	-42.57	0.00			x	x	
4	x	44	441	450	-47.30	0.00			x	x	
4	x	45	452	450	-52.11	0.00			x	x	
4	x	46	461	450	-56.97	0.00			x	x	
4	x	47	469	450	-61.81	0.00			x	x	
4	x	48	475	450	-66.55	0.00			x	x	
4	x	49	478	450	-71.10	0.00			x	x	
4	x	50	480	450	-75.09	0.00			x	x	

Forze aggiuntive sui piedritti

N.	Pied. somm.pied.	F.X:+ verso sx	F.Z:+ verso l'interno	E.X:dist.da intr. il basso	dist. da asse arco:+ verso int.	E.Y:dist. da asse X	Quota da (+ verso il basso)	+X	-X
			(kN)				(cm)		
4		0.00	0.00	0.0	140.0	0.0	0.0	x	

CCE n °5

Spinta Attiva Rimpimento(carichi statici +X)(50% di quella a riposo Ko)

psi,2	Pesi propri e carichi permanenti non strutturali
volta	rinfianco sx rinfianco dx sottof. pavim.
1.00	

Carichi concentrati

N.	Su concio	n° concio	X (cm)	Y (cm)	P.X: + verso dx. (kN)	P.Z: + verso il basso	Diff. a 45°	Molt. vert.	Stat.	Sism. +X	Sism. -X
5	x	1	-480	450	75.09	0.00			x		x
5	x	2	-478	450	71.10	0.00			x		x
5	x	3	-475	450	66.55	0.00			x		x
5	x	4	-469	450	61.81	0.00			x		x
5	x	5	-461	450	56.97	0.00			x		x
5	x	6	-452	450	52.11	0.00			x		x
5	x	7	-441	450	47.30	0.00			x		x
5	x	8	-428	450	42.57	0.00			x		x
5	x	9	-414	450	38.00	0.00			x		x
5	x	10	-397	450	33.61	0.00			x		x
5	x	11	-380	450	29.46	0.00			x		x
5	x	12	-360	450	25.57	0.00			x		x
5	x	13	-340	450	21.96	0.00			x		x
5	x	14	-318	450	18.66	0.00			x		x
5	x	15	-295	450	15.67	0.00			x		x
5	x	16	-270	450	13.00	0.00			x		x
5	x	17	-245	450	10.64	0.00			x		x
5	x	18	-218	450	8.58	0.00			x		x
5	x	19	-191	450	6.80	0.00			x		x
5	x	20	-163	450	5.28	0.00			x		x
5	x	21	-134	450	3.99	0.00			x		x
5	x	22	-105	450	2.90	0.00			x		x
5	x	23	-75	450	1.96	0.00			x		x
5	x	24	-45	450	1.13	0.00			x		x
5	x	25	-15	450	0.37	0.00			x		x

Forze aggiuntive sui piedritti

N.	Pied. sx	F.X:+ verso l'interno (kN)	F.Z:+ verso il basso (cm)	E.X:dist.da intr. (cm)	dist. da asse X(+ verso il basso)	E.Y:dist. (cm)	Quota da somm.pied. (cm)	Stat.	Sism. +X	Sism. -X
5		0.00	0.00	0.0	140.0	0.0	0.0	x		

CARICHI: Combinazioni delle Condizioni di Carico elementari

CCC n °1

Carichi permanenti(EQU Sfavorevole)

1.10 * CCE n.1

CCC n °2

Carico permanente(EQU-Favorevole)

0.90 * CCE n.1

CCC n °3

Permanenti+Tandem(Q1k)+Distribuito(q1k)+Spinta Passiva X+Spinta Attiva -X(VERIFICA RESISTENZA condizione A1)

1.26 * CCE n.1

1.20 * CCE n.2

1.20 * CCE n.3

1.00 * CCE n.4

0.50 * CCE n.5

Dati: Carichi nei Conci (CCE)

Per ogni Arco Ideale, i dati sui Carichi nei Conci si riferiscono alle forze generate dalle varie CCE nei conci.

Queste forze vengono tra loro combinate secondo i coefficienti delle Combinazioni delle Condizioni di Carico elementari, al fine di determinare le azioni di calcolo dei conci, utilizzate direttamente nel procedimento risolutivo dell'analisi strutturale. I carichi nei conci non sono dati in input diretto, ma derivano dai dati sulla struttura voltata e sulle CCE. Insieme ai carichi, vengono anche riportate le coordinate del baricentro dei conci nel sistema di riferimento assoluto XZ.

Per ogni carico, il parametro Dx indica l'eccentricità della retta d'azione verticale del carico rispetto al baricentro del concio. Dx è positiva se la retta d'azione del carico si trova a destra rispetto al baricentro (ossia è definita da un'ascissa positiva). Nel caso di P.p., peso proprio della Volta, il carico, per sua stessa natura, è applicato nel baricentro del concio e quindi ha eccentricità nulla.

In dettaglio, i carichi sono i seguenti:

Carichi Permanenti: pesi propri, rinfianchi, sottofondo, pavimentazione:

- **P.p.** = Carico sul concio determinato dal peso proprio dell'arco (ossia del concio stesso). Per sua stessa natura, questo carico ha eccentricità nulla in quanto il peso proprio è applicato nel baricentro;
- **P.p. rinf.** = Carico sul concio determinato dal peso proprio del rinfianco (o riempimento);
- **P.p. sottof.** = Carico sul concio determinato dal peso proprio del sottofondo;
- **P.p. pavim.** = Carico sul concio determinato dal peso proprio del sottofondo;

Carichi di Superficie:

- **Q sup.** = Carico sul concio verticale determinato dai Carichi di Superficie, distinto in componente affetta da moltiplicatore e componente non affetta da moltiplicatore, con le corrispondenti posizioni Dx;

Carichi Lineari:

- **Q lin.Z, X** = Carico sul concio verticale Z e orizzontale X determinato da Carichi Lineari verticali e orizzontali; il carico verticale è distinto in componente affetta da moltiplicatore e componente non affetta da moltiplicatore, con le corrispondenti posizioni Dx; per il carico orizzontale sono specificate le componenti considerate nelle diverse analisi: statica, sismica +X e sismica -X.

Carichi concentrati:

- **P conc.Z, X** = Carico sul concio verticale Z e orizzontale X determinato da Carichi Concentrati verticali e orizzontali; il carico verticale è distinto in componente affetta da moltiplicatore e componente non affetta da moltiplicatore, con le corrispondenti posizioni Dx; per il carico orizzontale sono specificate le componenti considerate nelle diverse analisi: statica, sismica +X e sismica -X.

PER QUANTO RIGUARDA IL DOPPIO CARICO CONCENTRATO Q1K (300KN), DETTO CARICO TANDEM DA TRAFFICO IN BASE ALLA NTC 2018, AL FINE DI CONSIDERARE L'EFFETTO RIDISTRIBUTIVO DELLA PRESSIONE SUL TERRENO DEL RIEMPIMENTO, DOVUTA ALLA COSTRUZIONE DI UNA SOLETTA SUPERFICIALE IN C.A., E ' STATA ESEGUITA UN PREVENTIVA ANALISI AGLI ELEMENTI FINITI, AL FINE DI DETERMINARE LA REALISTICA RIDISTRIBUZIONE DI CARICO DOVUTA ALLA COSTRUZIONE DI TALE SOLETTA IN C.A., COME DI SEGUITO INDICATO.

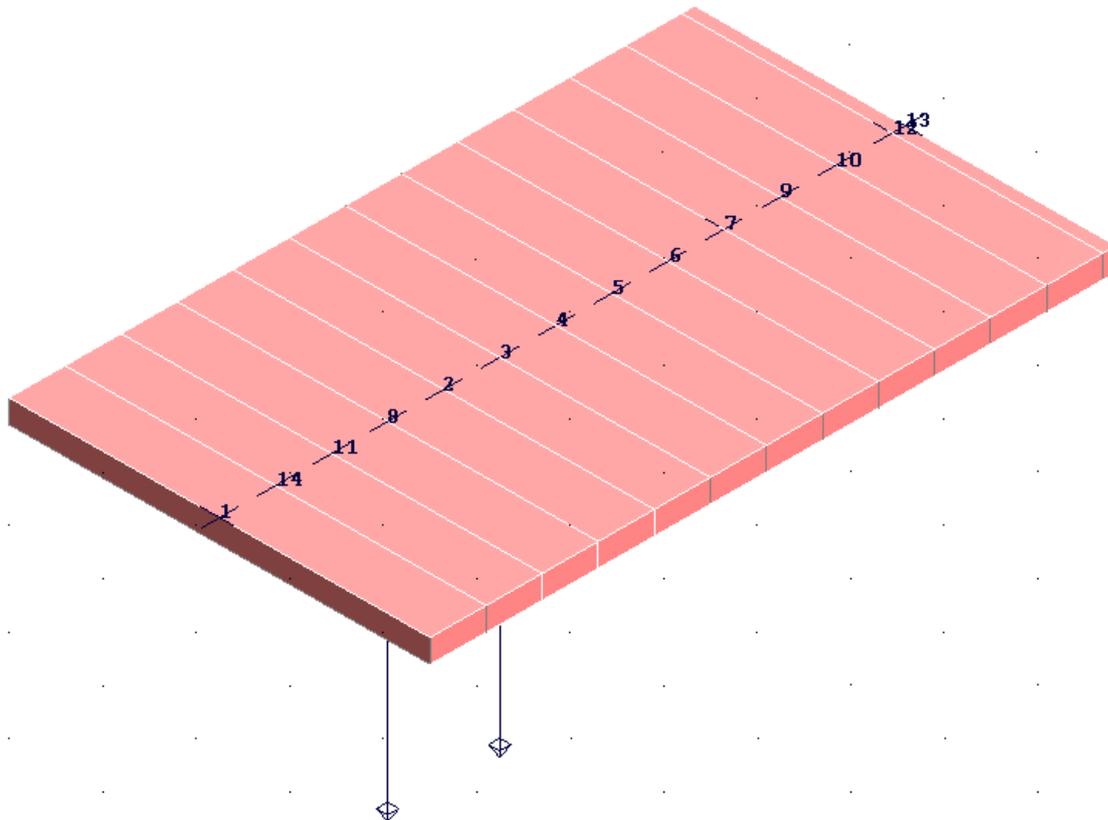


Fig.1- Modello di Trave su suolo Elastico con carico Tandem e $K_w=3\text{Kg/mc}$

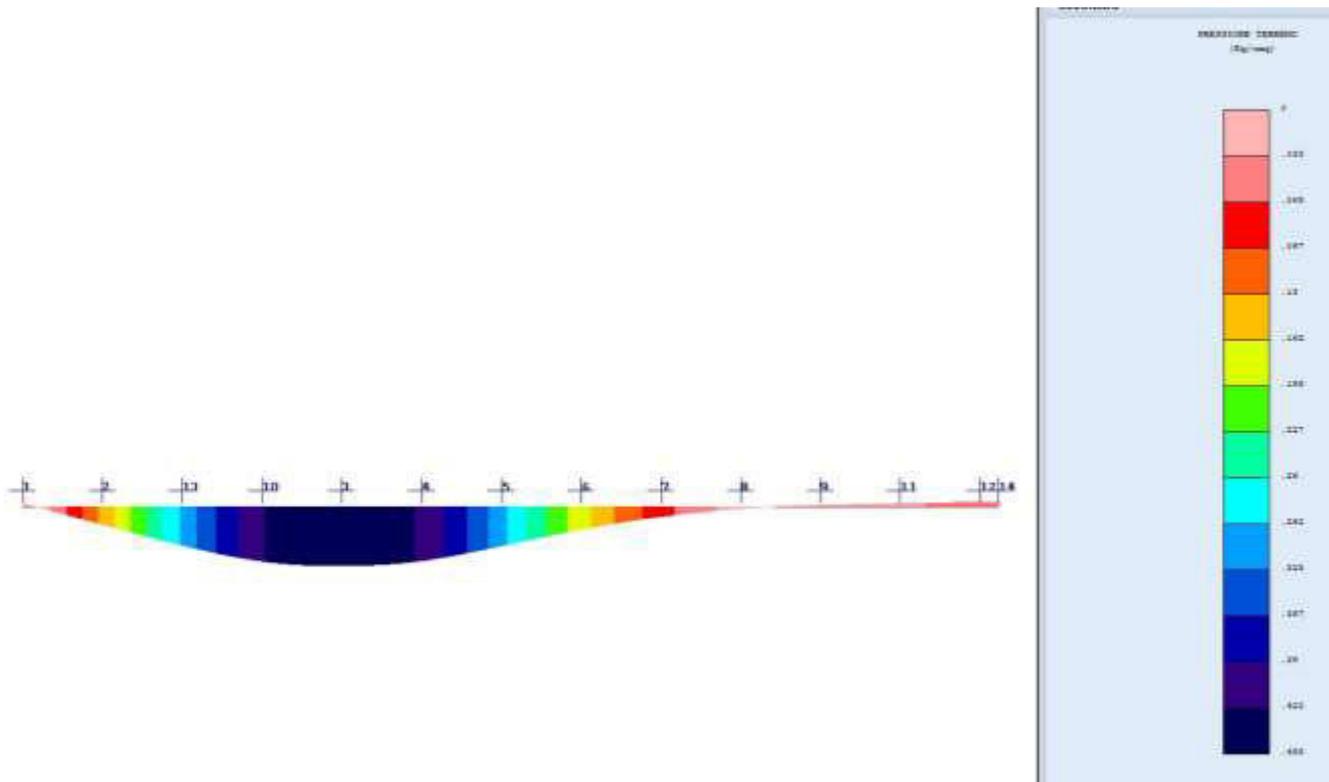


Fig.2- Diagrammi Sollecitazioni da calcolo con pressione massima $0,455\text{Kg/mq}$

CALCOLO TENSIONI NEL TERRENO			
nodo	distanza(m)	tensioni(KN/m)	Reazione Terreno(KN)
1	0	54	32.4
2	0.6	66	39.6
3	1.2	160	96
4	1.8	196	117.6
5	2.4	196	117.6
6	3	160	96
7	3.6	84	50.4
8	4.2	84	50.4
REAZIONE TOTALE (KN)			600 $\cong 600\text{KN}$

Fig.3- Linearizzazione del diagramma delle Sollecitazioni al fine di utilizzarlo nella verifica del ponte

DATI CONCI - Carichi in kN, Lunghezze in cm

Baricentri (cm)

N.	Xg	Zg	ang.(°)
1	-480.3	15.1	88.20
2	-478.4	45.2	84.60
3	-474.6	75.2	81.00
4	-469.0	104.8	77.40
5	-461.5	134.1	73.80
6	-452.1	162.8	70.20
7	-441.0	190.8	66.60
8	-428.2	218.2	63.00
9	-413.6	244.6	59.40
10	-397.4	270.1	55.80
11	-379.7	294.5	52.20
12	-360.5	317.8	48.60
13	-339.8	339.8	45.00
14	-317.8	360.5	41.40
15	-294.5	379.7	37.80
16	-270.1	397.4	34.20
17	-244.6	413.6	30.60
18	-218.2	428.2	27.00
19	-190.8	441.0	23.40
20	-162.8	452.1	19.80
21	-134.1	461.5	16.20
22	-104.8	469.0	12.60
23	-75.2	474.6	9.00
24	-45.2	478.4	5.40
25	-15.1	480.3	1.80
26	15.1	480.3	-1.80
27	45.2	478.4	-5.40
28	75.2	474.6	-9.00
29	104.8	469.0	-12.60
30	134.1	461.5	-16.20
31	162.8	452.1	-19.80
32	190.8	441.0	-23.40
33	218.2	428.2	-27.00
34	244.6	413.6	-30.60
35	270.1	397.4	-34.20
36	294.5	379.7	-37.80
37	317.8	360.5	-41.40
38	339.8	339.8	-45.00
39	360.5	317.8	-48.60
40	379.7	294.5	-52.20
41	397.4	270.1	-55.80
42	413.6	244.6	-59.40
43	428.2	218.2	-63.00
44	441.0	190.8	-66.60
45	452.1	162.8	-70.20
46	461.5	134.1	-73.80
47	469.0	104.8	-77.40
48	474.6	75.2	-81.00
49	478.4	45.2	-84.60
50	480.3	15.1	-88.20

Arco n. 1 - Condizione di Carico Elementare n. 1

CARICHI PERMANENTI: pesi propri, rinfianchi, sottofondo, pavimentazione

N.	Pp	Pp	Dx Pp	Pp	Dx Pp	Pp	Dx Pp
		rinf	rinf	sottof	sottof	pavim	pavim
1	15.13	3.99	-29.2	0.33	-29.2	0.41	-29.2
2	15.13	11.24	-29.1	0.98	-29.1	1.22	-29.1
3	15.13	17.43	-28.9	1.62	-28.9	2.03	-28.9
4	15.13	22.54	-28.6	2.26	-28.5	2.83	-28.5
5	15.13	26.59	-28.1	2.90	-28.1	3.62	-28.1
6	15.13	29.61	-27.6	3.52	-27.5	4.40	-27.5
7	15.13	31.66	-26.9	4.12	-26.8	5.15	-26.8
8	15.13	32.78	-26.2	4.71	-26.0	5.89	-26.0
9	15.13	33.05	-25.3	5.28	-25.1	6.61	-25.1
10	15.13	32.56	-24.3	5.83	-24.2	7.29	-24.2
11	15.13	31.39	-23.3	6.36	-23.1	7.95	-23.1
12	15.13	29.63	-22.2	6.86	-21.9	8.58	-21.9
13	15.13	27.40	-20.9	7.34	-20.7	9.18	-20.7
14	15.13	24.80	-19.7	7.79	-19.3	9.73	-19.3
15	15.13	21.95	-18.3	8.20	-17.9	10.25	-17.9
16	15.13	18.93	-16.9	8.59	-16.4	10.73	-16.4
17	15.13	15.87	-15.4	8.94	-14.9	11.17	-14.9
18	15.13	12.86	-13.9	9.25	-13.3	11.56	-13.3
19	15.13	10.00	-12.3	9.53	-11.6	11.91	-11.6
20	15.13	7.38	-10.8	9.77	-9.9	12.21	-9.9
21	15.13	5.07	-9.3	9.97	-8.2	12.46	-8.2

22	15.13	3.13	-7.8	10.13	-6.4	12.66	-6.4
23	15.13	1.63	-6.6	10.25	-4.6	12.82	-4.6
24	15.13	0.61	-6.1	10.33	-2.7	12.92	-2.7
25	15.13	0.09	-8.6	10.38	-0.9	12.97	-0.9
26	15.13	0.09	8.7	10.38	0.9	12.97	0.9
27	15.13	0.61	6.2	10.33	2.7	12.92	2.7
28	15.13	1.63	6.6	10.25	4.6	12.82	4.6
29	15.13	3.13	7.8	10.13	6.4	12.66	6.4
30	15.13	5.07	9.3	9.97	8.2	12.46	8.2
31	15.13	7.38	10.8	9.77	9.9	12.21	9.9
32	15.13	10.00	12.3	9.53	11.6	11.91	11.6
33	15.13	12.86	13.9	9.25	13.3	11.56	13.3
34	15.13	15.87	15.4	8.94	14.9	11.17	14.9
35	15.13	18.93	16.9	8.59	16.4	10.73	16.4
36	15.13	21.95	18.3	8.20	17.9	10.25	17.9
37	15.13	24.81	19.7	7.79	19.3	9.73	19.3
38	15.13	27.40	20.9	7.34	20.7	9.18	20.7
39	15.13	29.63	22.2	6.86	21.9	8.58	21.9
40	15.13	31.38	23.3	6.36	23.1	7.95	23.1
41	15.13	32.56	24.3	5.83	24.2	7.29	24.2
42	15.13	33.05	25.3	5.28	25.1	6.61	25.1
43	15.13	32.78	26.2	4.71	26.0	5.89	26.0
44	15.13	31.66	26.9	4.12	26.8	5.15	26.8
45	15.13	29.61	27.6	3.52	27.5	4.40	27.5
46	15.13	26.59	28.1	2.90	28.1	3.62	28.1
47	15.13	22.54	28.6	2.26	28.5	2.83	28.5
48	15.13	17.43	28.9	1.62	28.9	2.03	28.9
49	15.13	11.24	29.1	0.98	29.1	1.22	29.1
50	15.13	3.99	29.2	0.33	29.2	0.41	29.2

CARICHI DI SUPERFICIE

N.	Q sup. (kN)		Dx Q sup. (cm)	
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)
Nessun carico				

CARICHI LINEARI

N.	Q lin.Z (kN/m)		Dx Q lin.Z (cm)		statica	Q lin.X (kN/m)	
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)		sisma +X	sisma -X
Nessun carico							

CARICHI CONCENTRATI

N.	P conc.Z (kN/m)		Dx P conc.Z (cm)		statica	P conc.X (kN/m)	
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)		sisma +X	sisma -X
Nessun carico							

Arco n. 1 - Condizione di Carico Elementare n. 2

CARICHI PERMANENTI: pesi propri, rinfianchi, sottofondo, pavimentazione

N.	Pp	Pp		Dx Pp		Pp	Dx Pp
		rinf	rinf	sottof	sottof		
Nessun carico							

CARICHI DI SUPERFICIE

N.	Q sup. (kN)		Dx Q sup. (cm)	
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)
Nessun carico				

CARICHI LINEARI

N.	Q lin.Z (kN/m)		Dx Q lin.Z (cm)		statica	Q lin.X (kN/m)	
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)		sisma +X	sisma -X
1	0.27		-29.2				
2	0.80		-29.1				
3	1.34		-28.9				

4	1.87		-28.5			
5	2.41		-28.0			
6	2.94		-27.4			
7	3.48		-26.5			
8	3.74		-25.8			
9	4.28		-25.4			
10	4.81		-24.6			
11	5.35		-23.3			
12	5.61		-22.0			
13	6.15		-20.7			
14	6.42		-19.2			
15	6.68		-18.0			
16	7.22		-16.4			
17	7.22		-14.9			
18	7.75		-13.3			
19	7.75		-11.7			
20	8.02		-10.2			
21	8.29		-8.4			
22	8.29		-6.7			
23	8.56		-4.8			
24	8.56		-2.8			
25	8.56		-0.9			
26	8.56		0.9			
27	8.56		2.8			
28	8.56		4.8			
29	8.29		6.7			
30	8.29		8.4			
31	8.02		10.2			
32	7.75		11.7			
33	7.75		13.3			
34	7.22		14.9			
35	7.22		16.4			
36	6.68		18.0			
37	6.42		19.2			
38	6.15		20.7			
39	5.61		22.0			
40	5.35		23.3			
41	4.81		24.6			
42	4.28		25.4			
43	3.74		25.8			
44	3.48		26.5			
45	2.94		27.4			
46	2.41		28.0			
47	1.87		28.5			
48	1.34		28.9			
49	0.80		29.1			
50	0.27		29.2			

CARICHI CONCENTRATI

N.	P conc.Z (kN/m)		Dx P conc.Z (cm)		P conc.X (kN/m)		
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)	statica	sisma +X	sisma -X
Nessun carico							

Arco n. 1 - Condizione di Carico Elementare n. 3

CARICHI PERMANENTI: pesi propri, rinfianchi, sottofondo, pavimentazione

N.	Pp	Pp		Dx Pp		Pp		Dx Pp	
		rinf	rinf	sottof	sottof	pavim	pavim	pavim	pavim
Nessun carico									

CARICHI DI SUPERFICIE

N.	Q sup. (kN)		Dx Q sup. (cm)	
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)
Nessun carico				

CARICHI LINEARI

N.	Q lin.Z (kN/m)		Dx Q lin.Z (cm)		Q lin.X (kN/m)		
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)	statica	sisma +X	sisma -X
9	1.97		-24.4				
10	2.54		-24.6				
11	2.82		-23.3				

12	5.20		-20.3			
13	7.20		-20.7			
14	49.25		-9.0			
15	18.26		-18.0			
16	19.72		-16.4			
17	29.44		-13.6			
18	36.01		-13.3			
19	40.90		-10.5			
20	48.37		-10.2			
21	52.67		-7.6			
22	57.58		-6.7			
23	51.10		-4.5			
24	51.56		-3.2			
25	42.21		-0.5			
26	40.16		-0.2			
27	27.38		2.8			
28	22.79		2.7			
29	13.59		6.7			
30	10.74		6.0			
31	6.57		10.2			
32	3.73		5.7			

CARICHI CONCENTRATI

N.	P conc.Z (kN/m)	Dx P conc.Z (cm)	P conc.X (kN/m)			
	(molt.) (no molt.)	(molt.) (no molt.)	statica	sisma +X	sisma -X	
Nessun carico						

Arco n. 1 - Condizione di Carico Elementare n. 4

CARICHI PERMANENTI: pesi propri, rinfianchi, sottofondo, pavimentazione

N.	Pp	Pp	Dx Pp	Pp	Dx Pp	Pp	Dx Pp
		rinf	rinf	sottof	sottof	pavim	pavim
Nessun carico							

CARICHI DI SUPERFICIE

N.	Q sup. (kN)	Dx Q sup. (cm)
	(molt.) (no molt.)	(molt.) (no molt.)
Nessun carico		

CARICHI LINEARI

N.	Q lin.Z (kN/m)	Dx Q lin.Z (cm)	Q lin.X (kN/m)			
	(molt.) (no molt.)	(molt.) (no molt.)	statica	sisma +X	sisma -X	
Nessun carico						

CARICHI CONCENTRATI

N.	P conc.Z (kN/m)	Dx P conc.Z (cm)	P conc.X (kN/m)			
	(molt.) (no molt.)	(molt.) (no molt.)	statica	sisma +X	sisma -X	
Nessun carico						

Arco n. 1 - Condizione di Carico Elementare n. 5

CARICHI PERMANENTI: pesi propri, rinfianchi, sottofondo, pavimentazione

N.	Pp	Pp	Dx Pp	Pp	Dx Pp	Pp	Dx Pp
		rinf	rinf	sottof	sottof	pavim	pavim
Nessun carico							

CARICHI DI SUPERFICIE

N.	Q sup. (kN)	Dx Q sup. (cm)
	(molt.) (no molt.)	(molt.) (no molt.)
Nessun carico		

CARICHI LINEARI

N.	Q lin.Z (kN/m)		Dx Q lin.Z (cm)		Q lin.X (kN/m)		
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)	statica	sisma +X	sisma -X
Nessun carico							

CARICHI CONCENTRATI

N.	P conc.Z (kN/m)		Dx P conc.Z (cm)		P conc.X (kN/m)		
	(molt.)	(no molt.)	(molt.)	(no molt.)	statica	sisma +X	sisma -X
1					75.09		75.09
2					71.10		71.10
3					66.55		66.55
4					61.81		61.81
5					56.97		56.97
6					52.11		52.11
7					47.30		47.30
8					42.57		42.57
9					38.00		38.00
10					33.61		33.61
11					29.46		29.46
12					25.57		25.57
13					21.96		21.96
14					18.66		18.66
15					15.67		15.67
16					13.00		13.00
17					10.64		10.64
18					8.58		8.58
19					6.80		6.80
20					5.28		5.28
21					3.99		3.99
22					2.90		2.90
23					1.96		1.96
24					1.13		1.13
25					0.37		0.37

PARAMETRI DI CALCOLO

GENERALI

> **Schematizzazione geometrica**

Generazione conci (-1=conci di uguale lunghezza, 0=numero di conci specificato)

Per conci di uguale lunghezza: - lunghezza conci (cm)

Controllo di conci tutti uguali

Per numero di conci specificato: - numero di conci

L'opzione 'numero di conci specificato' è consigliabile in particolare per le configurazioni simmetriche, in modo che la suddivisione dei conci in chiave rispetti l'asse di simmetria.

Piedritti: conci ideali di uguale lunghezza, pari a:

Lunghezza conci piedritto sx (cm), Lunghezza conci piedritto dx (cm)

> **Tipo di Analisi**

L'**Analisi Statica** viene sempre eseguita. **Moltiplicatore di collasso in direzione verticale** = indica se è richiesta l'elaborazione del moltiplicatore di collasso in direzione verticale

Analisi Sismica. Fasi di esecuzione dell'analisi sismica:

(1) determinazione del moltiplicatore di collasso nella direzione orizzontale X (XZ=piano dell'arco), nei due versi +X e -X, per ognuno dei seguenti comportamenti:

- per l'arco: stabilità (sempre valutata), attrito, compressione e trazione nei rinforzi (se richiesti);
- per i piedritti, sinistro e destro separatamente (se l'analisi e verifica dei piedritti è stata richiesta): stabilità (sempre valutata), attrito, compressione e trazione nei rinforzi (se richiesti);
- per il timpano (nel caso dei ponti): stabilità (meccanismo di collasso: ribaltamento fuori piano).

Distintamente per i diversi elementi: arco, piedritti e timpano, a partire dal moltiplicatore di collasso (pari al minimo fra i vari comportamenti a stabilità, compressione, attrito esaminati per un dato elemento) viene elaborato il confronto fra capacità e domanda che conduce alla definizione dell'indicatore di rischio sismico ζ_E , confrontato con il valore target specificato in input;

(2) analisi del sistema voltato (arco + piedritti se considerati nelle verifiche) sia sotto il moltiplicatore di collasso dell'arco, sia sotto forze orizzontali corrispondenti ad un moltiplicatore prefissato dei carichi verticali (**Moltiplicatore orizzontale dei carichi**). Nel caso in cui venga eseguita anche l'analisi e la verifica dei piedritti, è possibile impostare tale moltiplicatore prefissato pari al moltiplicatore di collasso del sistema arco+piedritti. In tal modo SAV propone in dettaglio i risultati relativi sia al moltiplicatore di collasso dell'arco, sia del sistema complessivo arco+piedritti.

E' possibile considerare la **Componente sismica verticale**, con effetti al 100% o al 30%, con forze sismiche verticali verso l'alto, oppure verso il basso o dipendenti dal cinematismo.

> Dati Edificio

Numero piani dell'edificio. Per il coefficiente di partecipazione modale 'gamma' [§C7.2.10] può essere adottato il valore semplificato in base al numero di piani N (cfr. scheda Verifiche): $\gamma = 3N/(2N+1)$.

Altezza complessiva della struttura rispetto alla fondazione [§C7.3.3.2] H (m):

H viene utilizzata per il calcolo della funzione $\psi(Z)=(Z/H)$ che descrive in modo approssimato il primo modo di vibrazione.

Per il periodo proprio T_1 , dell'intera struttura può essere adottato il valore semplificato secondo §C7.3.3.2 (cfr. scheda Verifiche).

Imposta Sinistra della struttura voltata: Quota da fondazioni (m)

In analisi sismica al collasso, l'altezza di imposta viene utilizzata per la determinazione dell'altezza Z , rispetto alla fondazione dell'edificio, del baricentro delle linee di vincolo tra i blocchi interessati dal cinematismo ed il resto della struttura.

> Vita Nominale, Classi d'Uso, Periodo di riferimento [§2.4]

Vita Nominale V, N (anni)

Classe d'uso (1=I, 2=II, 3=III, 4=IV), da cui segue il Coefficiente d'uso C_U e il periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N * C_U$

SISMICA

> **Impostazione dello Spettro di Risposta elastico** (componente orizzontale) (F_0, S, T_B, T_C, T_D : 1=dipendenti da a_g , 2=indipendenti da a_g)

1 = questa opzione caratterizza l'applicazione della **Normativa Tecnica Italiana** (D.M. 17.1.2018, con riferimento al reticolo sismico pubblicato nel testo del D.M. 14.1.2008): F_0, S, T_B, T_C, T_D dipendenti da a_g [§3.2.3.2.1] => $S_e(T)$ non lineare con a_g .

Se F_0, S, T_B, T_C, T_D per i vari T_R coincidono con i valori definiti automaticamente dai criteri della Normativa, si può valutare una capacità in termini di P_{GA} e di T_R strettamente conforme alla Normativa stessa

2 = questa opzione può essere utilizzata per applicare l'**EuroCodice 8**, dove il legame fra a_g, T_R e i parametri di spettro non è espresso in modo continuo su un reticolo sismico: F_0, S, T_B, T_C, T_D indipendenti da a_g (definiti in corrispondenza di SLV) => $S_e(T)$ lineare con a_g . E' possibile valutare la capacità in termini di P_{GA} . Questa opzione si applica automaticamente, assumendo - per F_0, S, T_B, T_C, T_D - i valori definiti in corrispondenza di SLV, anche qualora non tutti tali parametri per i vari T_R coincidano con i valori definiti automaticamente dai criteri della Normativa.

> Determinazione dell'Azione Sismica

Individuazione del sito: Longitudine e Latitudine ED50 (gradi sessadecimali)

Tipo di interpolazione

1 = media ponderata §All.A.[3]

2 = superficie rigata §CA

Tab.2, All.B

0 = località non in Tab.2, All.B

1-20 = isola (località posta in Tab.2, All.B), con la seguente convenzione:

1=Arcipelago Toscano, 2=Isole Egadi, 3=Pantelleria, 4=Sardegna, 5=Lampedusa, 6=Linosa, 7=Ponza, 8=Palmarola, 9=Zannone, 10=Ventotene, 11=Santo Stefano, 12=Ustica, 13=Tremi, 14=Alicudi, 15=Filicudi, 16=Panarea, 17=Stromboli, 18=Lipari, 19=Vulcano, 20=Salina

Valori dei parametri a_g (*g), F_0 , T_C^* (sec) per i periodi di ritorno di riferimento:

NTC08, §All.B: *Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica*

Per il sito di ubicazione della struttura, vengono specificati i valori di a_g, F_0, T_C^* per i periodi di riferimento: (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, 2475 anni).

P,VR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR §3.2.1

Per ognuno dei 4 stati limite di riferimento (SLO, SLD, SLV, SLC) le azioni sismiche dipendono dalla corrispondente probabilità P di superamento nel periodo di riferimento V_R .

Valori dei parametri a_g, F_0, T_C^* e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascuno Stato Limite §3.2

Per ognuno dei 4 stati limite di riferimento (SLO, SLD, SLV, SLC) vengono definiti T_R (anni), a_g (*g), F_0, T_C^* e S, T_B, T_C, T_D (periodi in sec.)

Categoria di sottosuolo (1=A,2=B,3=C,4=D,5=E) §3.2.2

Categoria topografica (1=T1,2=T2,3=T3,4=T4) §3.2.2

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico §3.2.2

Coefficiente di amplificazione topografica ST §3.2.3.2.1

Microzonazione sismica

Definizione di PGA: la P_{GA} (accelerazione orizzontale di picco al suolo), finalizzata a definire l'accelerazione sismica sostenibile dalla costruzione tiene conto degli effetti locali del sito attraverso il fattore di suolo S : $a_g * S$ ($S = S_S * S_T$)

VERIFICHE

> Verifiche di Sicurezza

Oltre alla Verifica di Stabilità, sempre eseguita, possono essere condotte anche le verifiche ad Attrito (Taglio nei giunti) e a Compressione della muratura.

Verifica ad Attrito: utilizzando i valori dei tagli e degli sforzi normali competenti alla configurazione stabile dell'arco, è possibile eseguire la verifica per scorrimento (o verifica ad attrito) dei giunti.

Affinché tale tipo di verifica sia soddisfatto, occorre che il taglio T sia inferiore alla forza di attrito ($f \cdot N_c$), dove per f si assume il coefficiente di attrito della malta interposta fra i mattoni o i conci di pietra, o del concio sul concio nel caso di assenza di interposizione di malta (conci in mutuo contrasto tra loro). Il valore di f è in input nei Dati Struttura. Si ha: $f = \tan \varphi$, dove φ è l'angolo di attrito interno; per le malte si assume in

genere: $\varphi = 35^\circ$, da cui: $f = 0.7$. In altri termini, i lati del poligono funicolare dovranno formare un angolo minore di 35° con le normali alle sezioni dell'arco (cioè alle interfacce) se non si vuole avere uno scorrimento fra i conci.

N_c è lo sforzo normale di compressione: se la sezione è interamente compressa, N_c è dato dalla somma degli sforzi nelle due bielle ortogonali d'interfaccia, altrimenti N_c è fornito dalla sola biella compressa. A resistere al taglio non è infatti l'azione interna sforzo normale N , ma la risultante delle compressioni.

Con un'apposita opzione (Applicare γ_M e F_C per il calcolo del coefficiente d'attrito di progetto) è possibile scegliere un coefficiente di sicurezza γ (e la verifica diviene: $T \leq f \cdot N / \gamma$), composto da due contributi ($\gamma = \gamma_M \cdot F_C$): il coefficiente parziale di sicurezza sui materiali γ_M (differenziato fra Analisi Statica e Analisi Sismica; uguale per volta e piedritti) e il fattore di confidenza F_C (differenziato tra volta e piedritti: per i due sistemi può essere diverso, infatti, il livello di conoscenza conseguito).

E' possibile ignorare tale coefficiente di sicurezza qualora il valore in input del coefficiente d'attrito sia già riferito ad un valore di progetto, direttamente utilizzabile in sede di verifica.

Verifica a Compressione: se eseguita viene considerata una resistenza a compressione finita della muratura.

In una data configurazione di equilibrio stabile, per ogni sezione dell'arco è noto lo sforzo normale, composto - secondo la modellazione adottata in SAV - dai due contributi della biella di estradosso e di quella di intradosso.

Lo sforzo normale può essere utilizzato per la stima della tensione di compressione della muratura, da confrontarsi con la resistenza di progetto f_{md} .

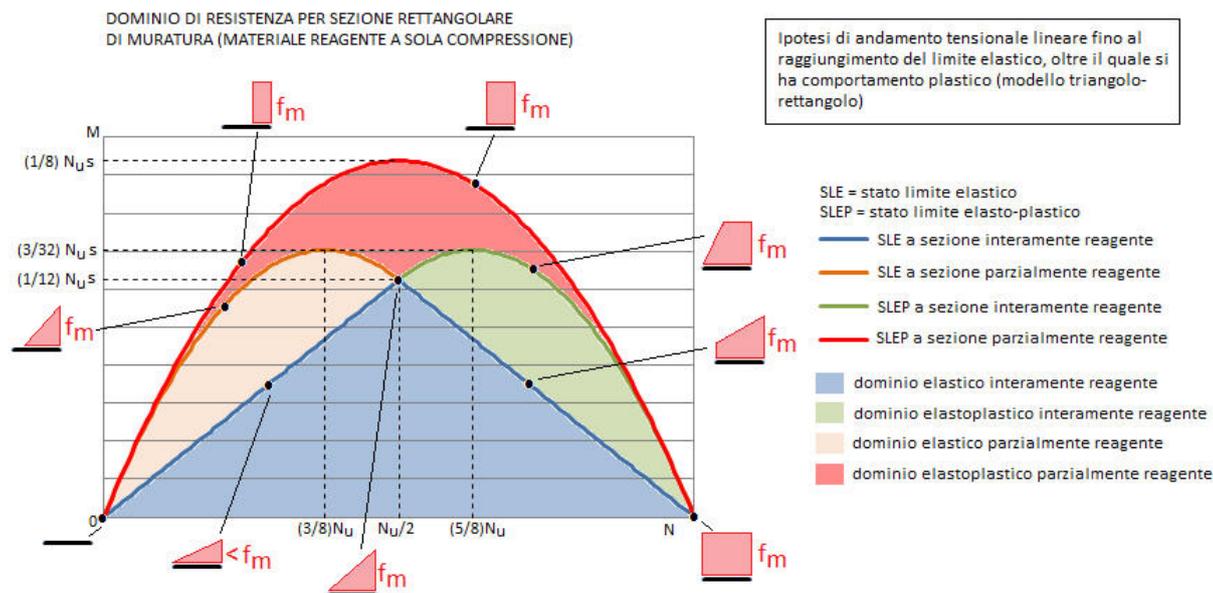
La reale distribuzione tensionale nella muratura è incognita, tuttavia è possibile utilizzare lo stato di sollecitazione ricavato dall'analisi per elaborare un diagramma tensionale coerente al comportamento elastoplastico del materiale murario non reagente a trazione, secondo lo schema rappresentato in figura seguente (f_m indica la resistenza).

Il comportamento elastico lineare-plastico (triangolo-rettangolo) è governato dalle seguenti equazioni che forniscono il momento resistente in funzione dello sforzo normale lungo le curve delle frontiere (fig. seg.):

definendo lo sforzo di compressione massimo: $N_u = f_m \cdot L \cdot t$

(s =spessore della sezione nel piano di flessione, t = spessore in profondità), si ha:

- > Stato limite elastico (SLE) a sezione interamente reagente:
per $N \leq (N_u/2)$: $M = N \cdot s/6$, per $N > (N_u/2)$: $M = s/6 \cdot (N_u - N)$. Momento massimo: $M = N_u \cdot s/12$ per $N = N_u/2$
- > Stato limite elastico (SLE) a sezione parzialmente reagente:
 $M = N \cdot s/2 \cdot [1 - 4 \cdot N / (3 \cdot N_u)]$. Momento massimo: $M = 3/32 \cdot N_u \cdot s$ per $N = 3/8 \cdot N_u$
- > Stato limite elastoplastico (SLEP) a sezione interamente reagente:
 $M = s/2 \cdot (N_u - N) \cdot [1 - 4/3 \cdot (N_u - N) / N_u]$. Momento massimo: $M = 3/32 \cdot N_u \cdot s$ per $N = 5/8 \cdot N_u$
- > Stato limite elastoplastico (SLEP) a sezione parzialmente reagente:
 $M = N \cdot s/2 \cdot (1 - N/N_u)$. Momento massimo: $M = N_u \cdot s/8$ per $N = N_u/2$.



La sezione è parzializzata quando l'eccentricità di N è maggiore di $s/6$, s =spessore nella sezione di calcolo (per l'arco o per il piedritto: rappresenta lo spessore nel piano di flessione).

Lo studio della stabilità dell'equilibrio dell'arco non rinforzato può prevedere la formazione di cerniere: in corrispondenza di tali sezioni, la curva delle pressioni è tangente alla superficie dell'arco (esterna o interna) e la tensione di compressione nell'interfaccia tende teoricamente ad infinito. Non vi sarebbe quindi alcuna possibilità di soddisfare la verifica a compressione.

In realtà, è possibile precisare il percorso di verifica con le seguenti considerazioni.

Sperimentalmente, si è visto che in una sezione fessurata - sia essa rinforzata e quindi con apertura contrastata, o non-rinforzata e quindi con apertura libera (cerniera) - le tensioni si spalmano su una quota-parte dello spessore s pari a $s/3$ (laddove una cerniera ideale prevederebbe tensioni infinite, concentrate in una linea) (riferimento bibliografico: P.Faccio, P.Foraboschi: "Volte a botte ed archi. Analisi agli stati limite ultimi di volte in muratura con rinforzi in FRP", Riv. L'Edilizia, De Lettera Editore, maggio / giugno 2000; N° 5/6; anno XIV; pp. 48-56).

In SAV, in corrispondenza delle sezioni dove è presente trazione, sia nel caso di rinforzo che non, la massima tensione nella muratura viene calcolata adottando lo schema uniforme (rettangolare), distribuendovi lo sforzo normale agente nella biella compressa. Ciò equivale quindi a supporre che lo schiacciamento della muratura nella realtà non sia 'puntuale' ma interessi uno spessore dell'arco, supposto appunto pari a $s/3$.

Per le interfacce limitrofe, dove la curva delle pressioni, pur allontanandosi dal bordo, resta ad esso molto vicina con tensioni di calcolo assai elevate, è possibile adottare lo stesso schema di schiacciamento. In SAV, una apposita opzione di calcolo:

Nei conci totalmente compressi, la tensione di compressione limite viene calcolata con diagramma rettangolare su $1/3$ dello spessore. Questa

distribuzione di tensioni è sempre ipotizzata nelle interfacce con sforzo di trazione, con cerniera (per archi non rinforzati) o in presenza di rinforzi

consente il controllo che la tensione non superi il valore limite ottenuto ripartendola in un diagramma rettangolare di ampiezza $s/3$; tale controllo viene convenzionalmente svolto quando la sezione si parzializza (centro di pressione esterno al nocciolo d'inerzia). In tal caso, per coerenza, nelle sezioni interessate SAV ridefinisce il momento ultimo considerando la posizione della risultante delle tensioni di compressione, pari ad $s/6$ dal bordo e quindi a $(s/2-s/6)=s/3$ dall'asse: il momento ultimo risulta quindi pari a $(f_m \cdot s/3 \cdot t) \cdot s/3$, essendo t lo spessore dell'arco in profondità.

L'esecuzione della verifica a compressione rende lecita l'adozione di un fattore di confidenza F_C competente all'effettivo livello di conoscenza conseguito (come da Normativa vigente: cfr. §C8.7.1.2.1.3).

Non eseguire la verifica a compressione equivale ad assumere per l'arco una resistenza a compressione infinita e conseguentemente diviene obbligatoria, secondo le Norme citate, l'applicazione del fattore di confidenza più sfavorevole (competente a LC1: 1.35) indipendentemente dal reale livello di conoscenza.

Tale F_C entrerà in gioco nella valutazione della capacità sismica della struttura, secondo le formulazioni dell'analisi cinematica.

Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza della muratura γ_M

γ_M e F_C vengono applicati per il calcolo dei valori di progetto della resistenza a compressione, e (se richiesto) del coefficiente d'attrito.

Conformemente alla Normativa vigente, il valore di γ_M viene distinto fra Analisi Statica (§4.5.6.1) e Analisi Sismica (§C8.7.1), ma è unico per tutta la struttura esaminata (Volta ed eventuali Piedritti).

I valori consueti sono 2.00 per l'Analisi Sismica, e un valore compreso fra 2.00 e 3.00 per l'Analisi Statica: il valore 3.00 pone la verifica a favore di sicurezza; per i ponti esistenti in muratura il riferimento al valore 3.00 è presente nella CNR-DT 213 in §8.6.1 dove γ_M è posto pari a $3 \cdot \gamma_D$ essendo γ_D il coefficiente di degrado introdotto per la riduzione di resistenza in caso di degrado.

Il valore di γ_M non è distinto tra volta e piedritti.

Si osservi che l'analisi limite, applicata in SAV, è un'analisi non lineare finalizzata alla ricerca di una curva delle pressioni compatibile con i carichi e con la geometria della struttura, consentendo un numero massimo di punti tangenti all'estradosso o all'intradosso (dove si formano cerniere). Dal punto di vista sismico, la ricerca della configurazione di collasso, condotta attraverso un'analisi incrementale con formazione di cerniere, è analoga ad un'analisi pushover. La Normativa vigente, in §C8.7.1.3.1.1 afferma che nel caso di analisi sismica non lineare i valori di calcolo delle resistenze sono ottenuti dividendo i valori medi (di riferimento) per i rispettivi fattori di confidenza ma non per il coefficiente parziale di sicurezza sui materiali γ_M , il che significa assumere $\gamma_M=1.00$ in analisi sismica.

Per quanto riguarda l'analisi statica, non vi sono indicazioni specifiche in tal senso. Si può osservare che in analisi statica le sollecitazioni vengono ottenute amplificando le azioni attraverso i coefficienti di combinazione (che definiscono le singole Combinazioni di Condizioni di Carico statiche, aventi tipologia di Combinazioni fondamentali come definite in NTC18 in §2.5.3 [2.5.1]), mentre per le resistenze sono previsti tre fattori di riduzione: γ_M , F_C e γ_D . In base a quanto sopra osservato per la trascurabilità di γ_M in analisi sismica, l'analisi statica può rivelarsi eccessivamente cautelativa nei confronti della sismica. Potrebbe quindi essere plausibile la scelta di $\gamma_M=1.00$ anche per l'analisi limite (di natura non lineare) in campo statico.

In alternativa, dato che l'analisi limite appartiene al campo delle analisi per cinematici, la verifica a compressione può essere trascurata seguendo le indicazioni della Normativa per le analisi secondo meccanismi di collasso in §C8.7.1.2.1.3, purché il fattore di confidenza corrisponda al livello di conoscenza LC1: $F_C=1.35$ (comunque affetto, nel caso dei ponti, dal fattore di difformità γ_C). Seguendo questo percorso, F_C non condiziona la verifica di resistenza a compressione, che non viene eseguita, ma permane la sua influenza sulla capacità sismica in termini di PGA, in quanto F_C è presente nella formulazione dell'accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (F_C influisce anche sul risultato della verifica ad attrito, se eseguita).

> Piedritti

Non eseguire l'analisi dei piedritti. Selezionando questa opzione, l'elaborazione di calcolo si limiterà alla sola struttura voltata. Se i piedritti sono soggetti a verifica, essi sono considerati sottoposti a carico sia in sommità per le azioni di imposta provenienti dagli archi, sia per forze aggiuntive, specificabili nelle CCE; le forze aggiuntive potrebbero per esempio provenire da archi di campate adiacenti.

Per i ponti in muratura, oltre ad eventuali forze aggiuntive, SAV applica le spinte del terreno, definite dai dati in input.

La volta può essere divisa in più archi ideali, mentre i piedritti sono sempre singoli, uno a sinistra e l'altro a destra.

L'analisi dei piedritti non viene eseguita contemporaneamente alla volta su di essi impostata, ma dopo la risoluzione della volta stessa. **La verifica dei piedritti non è eseguita se la volta non è stabile**, in quanto non esiste un campo di azioni ammissibili provenienti dalla volta.

Per i piedritti (elementi strutturali verticali suddivisi in conci) vengono calcolati sforzo normale, taglio e momento direttamente a partire dalle azioni applicate dalla volta, dai pesi propri e dai carichi aggiuntivi sui piedritti stessi.

Le verifiche di stabilità (curva delle pressioni interna alla geometria), ad attrito (taglio inferiore al limite di scorrimento) e a compressione vengono svolte in modalità del tutto analoghe alle corrispondenti verifiche sulla volta.

Verifiche in fondazione: le azioni giungono anche in fondazione, per determinare se la fondazione è: interamente compressa, parzialmente compressa o ribaltata. Nei risultati, viene fornita una tensione massima sul terreno che può essere confrontata con la capacità portante (tale confronto non è automaticamente disponibile in SAV).

> Per Analisi Sismica

Ipotesi di calcolo per la capacità in termini di PGA: è possibile scegliere fra due opzioni:

- l'arco si si imposta su di una struttura rigida: la domanda in termini di accelerazione spettrale è data da $a_0^*=a_g \cdot S/q$

- si considera la deformabilità della struttura a cui l'arco appartiene, attraverso: $S_e(T_1)$, $\psi(Z) = Z/H$ e il coefficiente di partecipazione modale

Indicatore di rischio sismico zeta, ζ_E (§8.4): valore obiettivo (target) di ζ_E , ossia valore da raggiungere ai fini della sicurezza, dipendente dal tipo di valutazione o di intervento. L'indicatore di rischio sismico è espresso in termini di accelerazione al suolo, ed è dato dal rapporto fra capacità e domanda.

Per i ponti esistenti in muratura: $\zeta_E = 0.800$ [§C8.8.7] indica l'adeguamento sismico dell'infrastruttura.

Coeff. part. modale Gamma, Primo periodo di vibrazione T_1 (sec), Smorzamento viscoso (csi) corrispondente al primo periodo, Fattore di comportamento q per la volta (arco e piedritti) in direzione orizzontale e in direzione verticale.

INTERVENTI

> Per Rinforzi in FRP

Per i Rinforzi in FRP, la larghezza dei nastri può essere ottimizzata, progettandola in base agli sforzi di trazione risultanti dal calcolo, e alle caratteristiche del rinforzo stesso (spessore, resistenza a trazione di progetto). E' inoltre possibile specificare una larghezza minima del

nastro. Nel caso che l'ottimizzazione della larghezza del nastro non sia selezionata, la larghezza verrà posta automaticamente pari alla profondità dell'Arco Ideale.

Ottimizzare larghezza dei nastri, Larghezza minima dei nastri (cm).

Progettare la disposizione dei nastri imponendo al moltiplicatore di collasso (corrispondente alla resistenza a trazione dei rinforzi) le seguenti condizioni:

- per le combinazioni di carico verticali (Analisi Statica): progettazione per i carichi in input (moltiplicatore di collasso in direzione verticale ≤ 1.000);

- per le combinazioni sismiche (Analisi Sismica): progettazione per il moltiplicatore orizzontale specificato in input:

per comprendere il significato di questa opzione, si consideri che per i rinforzi in FRP SAV esegue un calcolo di progetto. Ciò significa che in base ai dati della struttura voltata e delle fibre di rinforzo, il moltiplicatore di collasso a trazione (sia in direzione verticale che orizzontale) viene calcolato disponendo i nastri in modo da ottenere la massima resistenza possibile. Ciò implica che in almeno un concio il nastro occupi tutta la profondità: oltre tale misura non è infatti possibile estenderlo, e quindi un ulteriore incremento di moltiplicatore non potrebbe essere sostenuto. Se il moltiplicatore di collasso orizzontale complessivo coincide con quello determinato dalla resistenza a trazione, la conseguente verifica sismica cinematica, con calcolo della capacità in termini di P_{GA} e di T_R , viene svolta ipotizzando il posizionamento migliore possibile dei nastri, compatibilmente con i dati geometrici e sulle fibre.

Può darsi che tale intervento innalzi l'Indicatore di Rischio Sismico ζ_E oltre il valore obiettivo (target) strettamente richiesto.

Al fine di contenere l'aumento dell'Indicatore, o - in altre parole - per dimensionare un progetto di rinforzo meno oneroso è possibile utilizzare l'opzione che collega il moltiplicatore a collasso a trazione al moltiplicatore orizzontale in input: se tale opzione è attiva, il moltiplicatore di collasso a trazione non supererà il moltiplicatore orizzontale in input e la conseguente verifica in Analisi Sismica Cinematica condurrà a miglioramenti più contenuti. Contemporaneamente, nei confronti dei carichi verticali il progetto del rinforzo in FRP verrà eseguito limitando l'utilizzo delle fibre al carico verticale in input (ciò equivale ad un moltiplicatore di collasso 1.000 in direzione verticale).

IMPOSTAZIONI

> Discretizzazione curve

Passo angolare di poligonizzazione (gradi sessagesimali) (°) per: Archi di Cerchio, Archi di Ellisse

> Precisioni e Tolleranze numeriche

Tolleranza per operazioni su matrici

Tolleranza $\|RNE\| / \|F\|$: R.N.E. = vettore dei residui non equilibrati, per il singolo passo del procedimento iterativo; F = vettore dei termini noti, o: forze applicate. In condizioni di equilibrio: $\|R.N.E.\| / \|F\| \leq$ Tolleranza

Valori minimi da considerare per la definizione dei carichi nei concii:

Minima forza da considerare (kN), Minimo momento da considerare (kN m).

Valore di trazione accettabile per muratura non consolidata (kN): incrementando tale valore, viene ritardata la formazione delle cerniere dovute alla fuoriuscita della curva delle pressioni dalla sagoma dell'arco.

Cinematismo potenziale nel caso di moltiplicatore di collasso determinato dal superamento delle tolleranze (su R.N.E. o sulla trazione) prima che si sia formata la quarta cerniera

> Per Analisi del Cedimento limite

Consentire la variazione delle cerniere nel corso dell'analisi incrementale

> Criteri di elaborazione

Evitare la formazione di cerniere consecutive (ossia su un'interfaccia e su quella subito precedente o successiva) dallo stesso lato (estradosso o intradosso)

PARAMETRI DI CALCOLO

> Schematizzazione geometrica

Generazione concii: concii di uguale lunghezza

Per concii di uguale lunghezza: - lunghezza concii (cm) : 30

Controllo di concii tutti uguali : Sì

Per numero di concii specificato: - numero di concii : 20

Lunghezza concii piedritto sx (cm) : 15

Lunghezza concii piedritto dx (cm) : 15

> Tipo di Analisi (statica = sempre eseguita)

Moltiplicatore di collasso in direzione verticale : Sì

Analisi Sismica : No

- considerare la componente sismica verticale : No

- per sisma verticale: considerare sempre il 100% degli effetti : No

- con forze sismiche verticali: 1=verso l'alto, 2=verso il basso, 3=dipendenti dal cinematismo : 3

- valore del moltiplicatore orizzontale prefissato : .28

- con analisi dei piedritti: molt.prefissato = molt. di collasso del sistema : Sì

> Dati Edificio

Numero piani dell'edificio : 1

Altezza complessiva struttura rispetto alla fondazione (m) : 3

Imposta Sinistra della struttura voltata: Quota da fondazioni (m) : 2

Vita Nominale (anni) : 50

Classe d'uso (1=I,2=II,3=III,4=IV) : 2

> Impostazione dello Spettro di Risposta elastico (componente orizzontale)

(Fo,S,TB,TC,TD: 1=dipendenti da ag, 2=indipendenti da ag : 1

> Determinazione dell'Azione Sismica

Individuazione del sito: Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) : 10.851111

- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) : 43.681667

Tipo di interpolazione: 1=media ponderata, 2=superficie rigata : 2

Tab.2,All.B: 0=località non in Tab.2, i(1-20)=isola : 0

ag(g),Fo,Tc*(sec) per i periodi di ritorno di riferimento

30,.044,2.549,.24

50,.054,2.56,.254

72,.062,2.57,.26

101,.072,2.546,.265

140,.081,2.542,.269
201,.093,2.532,.275
475,.126,2.527,.285
975,.164,2.472,.285
2475,.213,2.505,.296
1.13626922833256E-02,.398987500363703
Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:
ag(TR) = k * TR^α, dove:
k = 0.011362692, α = 0.398987500

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR

SLE: SLO : 81

SLE: SLD : 63

SLU: SLV : 10

SLU: SLC : 5

ag(g),Fo,Tc*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

SLO: TR(anni),ag(g),Fo,Tc*(sec) : 30,.044,2.549,.24

SLD: TR(anni),ag(g),Fo,Tc*(sec) : 50,.054,2.56,.254

SLV: TR(anni),ag(g),Fo,Tc*(sec) : 475,.126,2.527,.285

SLC: TR(anni),ag(g),Fo,Tc*(sec) : 975,.164,2.472,.285

SLO: S,TB,TC,TD : 1,.08,.24,1.776

SLD: S,TB,TC,TD : 1,.085,.254,1.816

SLV: S,TB,TC,TD : 1,.095,.285,2.104

SLC: S,TB,TC,TD : 1,.095,.285,2.256

Categoria di sottosuolo (1=A,2=B,3=C,4=D,5=E) : 1

Categoria topografica (1=T1,2=T2,3=T3,4=T4) : 1

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico : 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST : 1

Microzonazione sismica : No

> Verifiche di Sicurezza

Verifica ad Attrito : Sì

- applicare GammaM e FC per il coefficiente d'attrito di progetto : No

Verifica a Compressione : Sì

- tensione limite sempre da diagramma di compressione su s/3 : Sì

GammaM in Analisi Statica : 2

GammaM in Analisi Sismica : 2

> Per Analisi Sismica

Capacità in termini di PGA calcolata con struttura rigida : Sì

Indicatore di rischio zeta,E target : .8

Coeff. part. modale : 1.2

Primo periodo (sec) : .114

Smorzamento viscoso (csi) (%) : 5

Fattore di comportamento q: in direzione orizzontale : 2

- in direzione verticale : 1.5

> Parametri Vari

Non eseguire l'analisi dei piedritti : No

> Per Rinforzi in FRP

Ottimizzare larghezza dei nastri : No

Larghezza minima dei nastri (cm) : 400

Collasso a trazione per moltiplicatore orizzontale in input : Sì

> Discretizzazione curve

Archi di Cerchio (°) : 1

Archi di Ellisse (°) : .1

> Precisioni e tolleranze numeriche

Tolleranza per operazioni su matrici (std: 10⁻⁸) : .00000001

Tolleranza ||RNE|| / ||F|| (std: 0.001) : .001

Minima forza da considerare (kN) : .01

Minimo momento da considerare (kN m) : .01

Trazione massima consentita nella muratura non consolidata (kN) : .01

Cinematismo potenziale nel caso di collasso per superamento tolleranze : Sì

> Per Analisi del Cedimento limite

Consentire la variazione delle cerniere nel corso dell'analisi incrementale : Sì

> Criteri di elaborazione

Evitare la formazione di cerniere su interfacce consecutive : Sì

[Risultati ANALISI STATICA e Procedure di calcolo](#)

MODELLO DI CALCOLO

La metodologia di calcolo è stata sviluppata dal Dipartimento di Costruzioni dell'Università degli Studi di Firenze, Facoltà di Architettura, autori: Prof. Arch. Michele Paradiso e Prof. Arch. Giacomo Tempesta, e si fonda sugli studi di Heyman, in accordo con i più avanzati studi del settore e supportata da indagini sperimentali condotte in ambito universitario. Una descrizione dettagliata è riportata nella documentazione associata al software SAV e nel volume 'Sistemi Voltati in Muratura' (DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2007); qui di seguito enunciamo i concetti fondamentali, riferiti all'arco in sola muratura (non rinforzato).

Si considera un arco incastrato, costituito da 'n' conci e da 'm' = 'n+1' interfacce, su ciascuna delle quali agiscono le azioni interne N (sforzo normale), M (momento flettente) e T (taglio), per effetto del sistema di carichi applicati (peso proprio, altre azioni esterne). L'arco viene discretizzato, numerando i conci e le interfacce progressivamente da sinistra a destra. I conci costituiscono gli 'elementi finiti' del modello; l'interfaccia consente la trasmissione degli sforzi da un concio a quello adiacente. Si può fare riferimento ai conci reali, separati da interfacce costituite dai giunti di malta; ma più in generale facciamo riferimento ad una suddivisione matematica dell'arco non necessariamente coincidente con i conci reali (i metodi numerici garantiranno comunque la validità del calcolo): questo permette di usare un numero di elementi finiti non eccessivo anche per archi di grandi dimensioni.

Il problema statico è retto dalla seguente formulazione:

$$(1) \quad AN + BM + CT = F$$

(dove A, B, C sono le matrici di configurazione geometrica relative rispettivamente ai vettori incogniti N, M e T, e F è il vettore dei carichi assegnati)

sotto le condizioni:

$$(2) \quad N_i \leq 0$$

e

$$(3) \quad \begin{aligned} N_i h_i - M_i &\geq 0 \\ N_i h_i + M_i &\geq 0 \end{aligned}$$

dove $2h_i$ è l'altezza del concio i -esimo.

Le incognite sono le $3m = 3(n+1) = 3n+3$ caratteristiche di sollecitazione agenti nelle interfacce, mentre le equazioni (1) sono pari al numero dei conci: $3n$.

Il sistema lineare (1) presenta quindi un numero di equazioni insufficienti: ciò è ovvio, dato il grado di indeterminazione del problema, pari a 3 incognite iperstatiche.

Le disequazioni (2) traducono la circostanza che l'interfaccia può trasmettere solo forza normale di compressione, mentre le (3) traducono il fatto che il poligono funicolare deve essere contenuto entro la sagoma dell'arco.

Le infinite soluzioni del sistema (1) possono quindi essere ridotte dalle condizioni (2) e (3).

Può anche accadere che non esista una soluzione che soddisfa contemporaneamente le equazioni e le disequazioni: in tal caso, la struttura non può essere in equilibrio sotto l'assegnata condizione di carico, ossia non esiste un poligono funicolare interno alla sagoma dell'arco in equilibrio con i carichi esterni: l'arco è instabile.

Per la soluzione del problema, viene utilizzata la tecnica della 'matrice inversa generalizzata'.

Prima di illustrare il procedimento numerico, si reimposta il problema in maniera più vantaggiosa, ridefinendo il vincolo di connessione fra le facce di due conci generici attraverso tre bielle delle quali una tangente e le altre due con direzione ortogonale all'interfaccia rispettivamente nei punti di intradosso e di estradosso.

In tal modo, l'arco risulta costituito da blocchi rigidi connessi da tre bielle ideali unilateri, cioè in grado di trasmettere solo sforzi di compressione, a comportamento rigido-fessurante.

Indicando con:

X_{1i} = sforzo nell'interfaccia 'i' nella biella di estradosso;

X_{2i} = sforzo nella biella di intradosso;

X_{3i} = sforzo nella biella tangente,

ed isolando il concio i -esimo, le tre equazioni di equilibrio del concio i -esimo (interessato dalle interfacce i e $i+1$) divengono (cfr. figura seguente):

$$(4) \quad \begin{aligned} X_{1,i} \cos\alpha + X_{2,i} \cos\alpha + X_{3,i} \sin\alpha - X_{1,i+1} \cos\beta - X_{2,i+1} \cos\beta - X_{3,i+1} \sin\beta + F_{1,i} &= 0 \\ X_{1,i} \sin\alpha + X_{2,i} \sin\alpha - X_{3,i} \cos\alpha - X_{1,i+1} \sin\beta - X_{2,i+1} \sin\beta + X_{3,i+1} \cos\beta + F_{2,i} &= 0 \\ -X_{1,i} d_{1,i} + X_{2,i} d_{2,i} + X_{3,i} d_{3,i} + X_{1,i+1} d_{1,i+1} - X_{2,i+1} d_{2,i+1} + X_{3,i+1} d_{3,i+1} + F_{3,i} &= 0 \end{aligned}$$

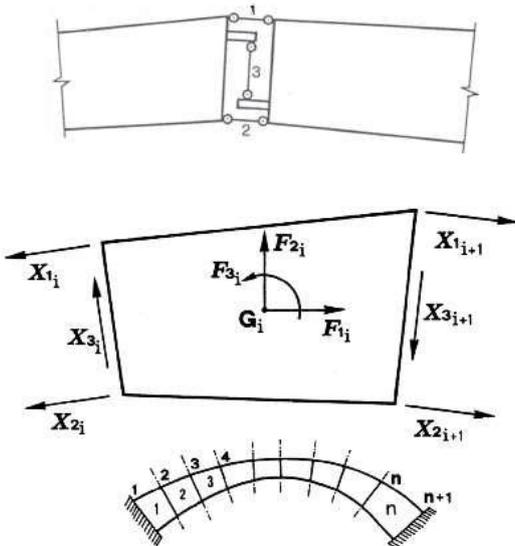
dove:

X_i = azioni interne incognite (sforzi nelle bielle), pari a $3m$ (3 bielle per ognuna delle 'm' interfacce);

per quanto riguarda la convenzione sui segni: per le bielle normali $X > 0$ se di compressione; per la biella tangente $X > 0$ se corrisponde ad un abbassamento del semiarco di sinistra rispetto a quello di destra (convenzione opposta a quanto usualmente adottato per lo sforzo di taglio);

F_{1i}, F_{2i}, F_{3i} = carichi esterni agenti sul concio (termini noti);

$d_{j,i}$ = distanza della direzione j (asse della biella) dal baricentro G_i del concio.



Il sistema lineare (4) può essere riscritto nella forma:

$$(5) \quad AX + F = 0$$

dove:

$$(6) \quad A = \begin{vmatrix} \cos\alpha & \cos\alpha & \sin\alpha & -\cos\beta & -\cos\beta & -\sin\beta \\ \sin\alpha & \sin\alpha & -\cos\alpha & -\sin\beta & -\sin\beta & \cos\beta \\ -d_{1,i} & d_{2,i} & d_{3,i} & d_{1,i+1} & -d_{2,i+1} & d_{3,i+1} \end{vmatrix} \in R^{3 \times 6}$$

$$X = \begin{pmatrix} X_{1,i} \\ X_{2,i} \\ X_{3,i} \\ X_{1,i+1} \\ X_{2,i+1} \\ X_{3,i+1} \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^{6 \times 1} (\mathbb{R}^6)$$

$$F = \begin{pmatrix} F_{1,i} \\ F_{2,i} \\ F_{3,i} \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^{3 \times 1} (\mathbb{R}^3)$$

essendo:

A = matrice di assetto (o di configurazione geometrica, detta anche: matrice di equilibrio);

X = vettore incognito degli sforzi nelle bielle;

F = vettore dei termini noti (carichi assegnati);

$\mathbb{R}^{n \times m}$ è l'insieme delle matrici reali aventi n righe e m colonne.

Le espressioni matriciali (6) si riferiscono al concio i -esimo. Il sistema completo della struttura globale (l'arco costituito da tutti i concii) viene costruito per assemblaggio dei singoli concii, cioè dei gruppi di 3 equazioni.

Eseguito l'assemblaggio, risulta: $A \in \mathbb{R}^{3n \times 3m}$, $X \in \mathbb{R}^{3m \times 1} (\mathbb{R}^{3m})$, $F \in \mathbb{R}^{3n \times 1} (\mathbb{R}^{3n})$.

La (5) può anche essere scritta nella forma:

$$(7) \quad AX = F$$

adottando per i termini noti la convenzione sui segni opposta (in modo, dunque, che il carico verticale $F_{2,i}$ sia positivo se rivolto verso il basso, come ad esempio il peso proprio).

Poniamo, per semplicità:

$$3n \rightarrow n$$

$$3m \rightarrow m$$

e quindi:

$$A \in \mathbb{R}^{n \times m}, X \in \mathbb{R}^m, F \in \mathbb{R}^n.$$

Il sistema lineare è perciò 'rettangolare', cioè costituito da ' n ' equazioni in ' m ' incognite con $n \neq m$, e più precisamente: $n < m$ (per l'esattezza: $n = m - 3$).

Il rango di A vale ' n ', cioè le righe del sistema sono linearmente indipendenti tra loro ($\det A \neq 0$).

Se i vincoli fossero tutti bilateri, cioè le bielle 1 e 2 (fig. 16) fossero in grado di trasmettere sforzi di trazione e di compressione, il sistema presenterebbe ∞^{m-n} ($=\infty^3$) soluzioni tutte equilibrate (azioni interne in equilibrio con i carichi esterni).

Ma l'unilateralità dei vincoli (le bielle 1 e 2 possono reagire solo a compressione) impone la ricerca dell'insieme di soluzioni che soddisfano le equazioni di equilibrio (7) nel rispetto delle condizioni di segno:

$$(8) \quad X_{1,i} \geq 0, X_{2,i} \geq 0$$

Nel procedimento numerico, si ricerca anzitutto (utilizzando il metodo dell'inversa generalizzata) l'espressione generale delle ∞^{m-n} soluzioni del sistema rettangolare avente un numero di equazioni inferiore al numero delle incognite; in seguito, vengono introdotte le condizioni di segno per identificare le soluzioni realmente accettabili (cioè aventi significato fisico) per il problema in esame.

L'espressione generale detta ha la forma:

$$(9) \quad X = X_0 + C M, \quad \forall M \in \mathbb{R}^m$$

dove la matrice C è definita da:

$$(10) \quad C = I - A^T (A A^T)^{-1} A, \quad C \in \mathbb{R}^{m \times m}$$

essendo I la matrice identità di ordine m

Nella (9) è presente l'arbitrarietà del vettore M . Dato che il sistema rettangolare (7) corrispondente al problema fisico esaminato presenta condizioni di segno, l'arbitrarietà di M può essere utilizzata per soddisfare le disequazioni (8). Il vettore M viene definito attraverso un procedimento iterativo, il cui scopo, ad ogni passo, è quello di annullare una componente di trazione, inaccettabile nella muratura.

L'annullamento dello sforzo in una biella corrisponde alla formazione di una cerniera, all'intradosso o all'estradosso (a seconda, rispettivamente, che si tratti di $X_{2,i}$ o $X_{1,i}$). E' consentito un numero di passi avente un limite superiore costituito dalla formazione del meccanismo di collasso, che si attiva quando il sistema presenta 4 cerniere alterne rispetto alle posizioni di estradosso e intradosso.

Generalizzando il metodo alla soluzione di strutture generiche a vincoli unilaterali, ciò significa che il numero delle iterazioni non può superare il grado di iperstaticità della struttura.

Se il procedimento è convergente, ossia ha termine all'iterazione k , la curva delle pressioni (ottenuta attraverso il vettore soluzione degli sforzi nelle bielle) sarà tangente, in k interfacce, all'intradosso o all'estradosso, denunciando la formazione di k cerniere e le componenti X_1 e X_2 del vettore soluzione X saranno tutte ≥ 0 .

Se invece il procedimento non converge, ossia, eseguita l'ultima iterazione, continua a manifestarsi almeno un valore negativo tra gli sforzi nelle bielle, l'arco è instabile: non esiste quindi alcun poligono funicolare compatibile con i carichi applicati e con la sagoma dell'arco. In particolari configurazioni (ad esempio, in archi sottoposti a forze orizzontali crescenti) l'instabilità può essere raggiunta non solo con formazione del cinematismo, ma anche per sforzo normale complessivo (dato dal valore in intradosso più quello di estradosso) di trazione su una o più interfacce.

Per quanto riguarda l'arco rinforzato, occorre distinguere i casi di rinforzi di superficie (cappa in cls armato o nastri in FRP) da quelli di rinforzi localizzati (catene, o rinforzi a trazione in specifiche interfacce).

Nel caso di catene, la metodologia illustrata è invariata: oltre alle bielle che schematizzano le interfacce dei concii, vengono considerate tante bielle aggiuntive quante sono le catene, ognuna delle quali è unilatera a trazione, cioè non reagisce a compressione.

Nel caso dei rinforzi di superficie, SAV introduce una variante nella metodologia illustrata, consistente nella bilateralità della biella posta dalla parte del rinforzo (intradosso o estradosso), per la quale quindi diviene accettabile lo sforzo di trazione; il procedimento numerico può in tal caso eseguire tanti passi quanti sono necessari per assicurare la compressione nella muratura, dal momento che l'esistenza del rinforzo a trazione impedisce teoricamente la formazione delle cerniere di apertura.

In ogni caso, l'applicazione della metodologia di calcolo illustrata fornisce sia una risposta immediata sulla stabilità dell'arco, evidenziandone la posizione della curva delle pressioni, sia il campo di azioni interne: esse possono essere utilizzate per ulteriori verifiche strutturali.

VERIFICHE ESEGUITE

SAV consente l'analisi di quattro verifiche fondamentali:

- 1) Equilibrio della struttura (Verifica di Stabilità);
- 2) Verifica ad attrito (Taglio nei giunti);
- 3) Verifica a Compressione della muratura;
- 4) Verifica a Trazione dei rinforzi.

La verifica 1) (Stabilità) è direttamente eseguita applicando la metodologia di calcolo illustrata al paragrafo precedente.

La 2) (Attrito) viene eseguita utilizzando le azioni interne derivanti da tale analisi, corrispondenti cioè alla curva delle pressioni determinata.

Per la verifica 3) (Compressione) la tensione viene calcolata sviluppando il dominio di resistenza N-M con ipotesi di comportamento elastico lineare-perfettamente plastico del materiale murario non reagente a trazione. In corrispondenza delle sezioni dove è presente trazione, sia nel caso di rinforzo che non, la massima tensione nella muratura viene calcolata adottando lo schema uniforme (rettangolare), distribuendovi lo sforzo normale agente nella biella compressa. Ciò equivale quindi a supporre che lo schiacciamento della muratura nella realtà non sia 'puntuale' ma interessi uno spessore dell'arco, supposto pari a $s/3$, secondo indicazioni provenienti dalla Ricerca sperimentale.

La verifica 4) (Trazione dei rinforzi) viene eseguita solo in caso di presenza di rinforzi, dove esiste una struttura associata alla muratura in grado di reagire a trazione, sia essa una catena piuttosto che una cappa in calcestruzzo armato o nastri in composito fibrorinforzato o rinforzi a trazione localizzati.

Per quanto riguarda i piedritti, lo studio del comportamento è possibile solo quando esiste una soluzione ammissibile per l'arco: in tal caso, le sollecitazioni vengono calcolate sotto l'azione delle forze trasmesse dall'arco alle imposte, delle eventuali forze aggiuntive e, nel caso dei ponti, delle spinte del terreno.

MOLTIPLICATORI DI COLLASSO in direzione verticale

Il moltiplicatore di collasso in direzione verticale, calcolato o meno a seconda dell'attivazione della corrispondente opzione nei 'Parametri di Calcolo', viene determinato con riferimento alle verifiche eseguite (stabilità, attrito, compressione nella muratura, trazione nei rinforzi), per ogni Combinazione delle Condizioni di Carico elementari e per ogni Arco Ideale: il valore minimo fra tutti gli Archi Ideali costituisce, per una data Combinazione delle Condizioni di Carico, il moltiplicatore di collasso della Volta.

ANALISI CON CEDIMENTI ALLE IMPOSTE

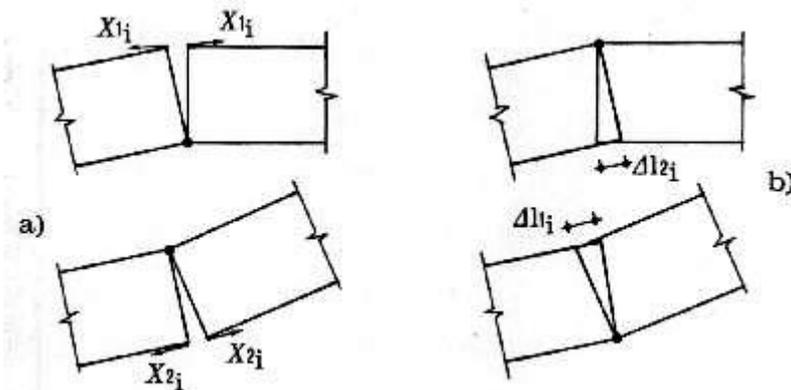
Quando oltre al campo di carichi esterni agenti sull'arco vengono anche applicati cedimenti alle imposte, la procedura richiede alcune specifiche integrazioni.

Come è stato illustrato, per soli carichi esterni le incognite cinematiche, in condizioni di equilibrio, risultano ovunque nulle e quindi l'analisi della stabilità si limita al controllo della compatibilità tra la sagoma iniziale dell'arco e la curva delle pressioni. Nel caso di compresenza di cedimenti vincolari, tale controllo di compatibilità deve essere effettuato tra la curva delle pressioni e la configurazione variata dell'arco, funzione di incognite cinematiche (le rotazioni nelle cerniere) che dipendono sia dai cedimenti stessi sia dai carichi applicati.

Si consideri dunque un arco sottoposto ad una condizione di carico verticale, per la quale la struttura risulti "stabile", e ad una configurazione di cedimenti anelastici dei vincoli, che per semplicità si possono pensare concentrati nelle imposte.

Per effetto del cedimento (consistente in uno o più movimenti fra traslazione orizzontale, traslazione verticale e rotazione, ad una o ad entrambe le imposte) la struttura si trasforma da una configurazione tre volte iperstatica ad una isostatica: di conseguenza la curva delle pressioni diventa tangente in tre punti alla sagoma dell'arco. Si formano 3 cerniere delle quali si deve individuare la posizione.

La figura seguente illustra le condizioni statiche e cinematiche che vengono controllate per la soluzione strutturale dell'arco: la configurazione che rispetta l'equilibrio deve assicurare sia l'assenza di trazioni con annullamento delle forze nelle bielle ortogonali all'interfaccia che risultano tese (fig. a; le forze X_{1i} e X_{2i} si riferiscono alle bielle d'interfaccia), sia l'assenza di ogni compenetrazione di materiale nella direzione delle bielle ortogonali all'interfaccia interessate dalla forza di compressione (fig. b) [1][2].



L'algoritmo risolutivo diviene il seguente:

Fase 1. Dati in input: arco, carichi statici esterni, cedimenti alle imposte.

Fase 2. Si individuano tutte le triplette di cerniere in grado di rispettare le condizioni richieste dal punto di vista cinematico (assenza di compenetrazione di materiale murario in corrispondenza delle bielle compresse). Se non esiste alcuna tripletta che rispetta la condizione cinematica, i cedimenti definiti in input non sono ammissibili e determinano un'impossibilità di equilibrio.

Fase 3. Fra tutte le triplette di cerniere individuate nella fase 2 si ricerca la tripletta in grado di soddisfare l'equilibrio con curva delle pressioni interna alla sagoma (e passante per le cerniere determinate dai cedimenti), facendo riferimento all'arco deformato. Se non esiste alcuna tripletta con tale proprietà, i carichi definiti in input non sono ammissibili e determinano un'impossibilità di equilibrio.

Se invece la tripletta che soddisfa le condizioni cinematiche e statiche viene individuata, si assegnano all'arco le 3 cerniere che lo degradano da iperstatico a isostatico.

Fase 4. Sulla configurazione originaria dell'arco, modificata dall'inserimento delle 3 cerniere, è possibile condurre una normale analisi per il calcolo di un moltiplicatore statico (relativo a carichi verticali variabili) o sismico (relativo all'intensità delle forze sismiche); tale procedura è da

considerarsi significativa nel caso di cedimenti di piccola entità rispetto alle dimensioni geometriche dell'arco. Come per ogni altra analisi condotta con l'algoritmo implementato in SAV, il moltiplicatore viene fissato dalla formazione della quarta cerniera oppure da una condizione non ammissibile (ad esempio, sforzo normale risultante di trazione in una interfaccia non soggetta a rinforzo); ad ogni passo dell'analisi viene in ogni caso effettuata una verifica sul residuo non equilibrato: quando questo risulta non nullo, l'equilibrio non è più assicurato.

Analisi del cedimento limite. Nel caso che il cedimento applicato non sia di piccola entità, è necessario esaminare l'equilibrio dell'arco nella configurazione geometrica variata. Questa procedura viene seguita nel corso dell'analisi del cedimento limite, quando, sottoponendo il cedimento ad un moltiplicatore crescente, viene ricercato il valore massimo del moltiplicatore (moltiplicatore di collasso) per il quale l'arco deformato non è più in equilibrio rispettando la curva delle pressioni interna alla geometria deformata dell'arco stesso.

L'analisi del cedimento limite è di fatto indipendente da successive analisi sismiche con moltiplicatore orizzontale delle forze gravitazionali: l'analisi sismica in SAV viene infatti condotta non nella configurazione deformata dell'arco, ma in quella originaria. Si tenga presente che l'analisi sismica può comunque essere condotta sull'arco affetto da una o più cerniere predefinite (in caso di 3 cerniere, queste potrebbero essere del tutto equivalenti alle cerniere prodotte da cedimenti delle imposte); in ogni caso, le forze orizzontali sismiche incrementali agiscono su concetti posti nella configurazione geometrica originaria.

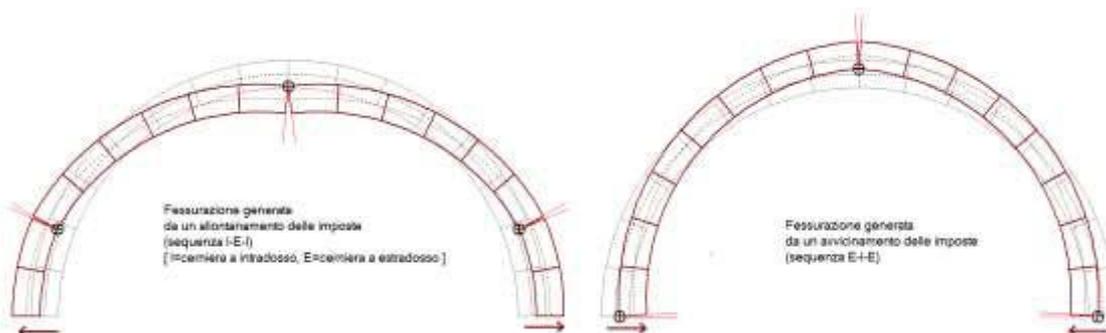
Si osservi peraltro che in caso di cedimenti di entità rilevante (dell'ordine della decina di cm.), le analisi statica e sismica condotte sulla geometria originaria affetta dalle 3 cerniere dovute ai cedimenti acquistano un certo grado di convenzionalità. In casi di questo tipo gli effetti sismici sull'arco dovrebbero essere correlati non tanto all'effetto inerziale rappresentato da forze orizzontali agenti sull'arco stesso, ma alle sollecitazioni e deformazioni sismiche delle strutture su cui l'arco si imposta. Ad esempio, cedimenti che rappresentano una **traslazione orizzontale delle imposte asincrona** (allontanamento o avvicinamento reciproco contemporaneo) possono essere considerati **rappresentativi di effetti sismici** trasmessi all'arco dalle deformazioni delle strutture sulle quali l'arco si imposta. Infatti, le pareti murarie dell'organismo edilizio da cui l'arco spicca possono vibrare in modo asincrono: si pensi ad esempio ad un arco impostato da una parte su una parete perimetrale e dall'altra su una parete interna. Le pareti interne sono maggiormente connesse all'organismo murario dell'edificio, e la vibrazione delle imposte dell'arco può avvenire in modo asincrono. L'allontanamento reciproco delle imposte può determinare una deformazione della volta tale da provocarne il crollo, specialmente in caso di volte sottili (meccanismi riscontrati ad esempio nei recenti eventi sismici dell'Italia Centrale).

In tali casi l'analisi sismica dell'arco può svolgersi analizzando gli effetti inerziali non tanto sulle masse dell'arco stesso (studio dell'arco indeformato sottoposto a forze orizzontali crescenti), ma piuttosto sulle strutture che lo sostengono con conseguenti possibili movimenti asincroni delle imposte, valutandone le conseguenze sulla stabilità dell'arco.

Peraltro, si deve osservare che la relazione fra il valore limite di spostamento delle imposte e l'accelerazione sismica in input, aspetto da considerare per poter attribuire all'arco un indicatore di rischio sismico, è di difficile valutazione. L'arco e le pareti murarie su cui esso si imposta sono nella realtà un organismo unitario; disaccoppiando il comportamento, occorrerà una comparazione fra spostamenti e sollecitazioni delle due strutture per accertare che la capacità calcolata studiando la struttura muraria dell'edificio sia compatibile con la capacità dell'arco.

Ad esempio, condotta un'analisi pushover si possono estrarre informazioni sullo stato di deformazione e di sollecitazione delle pareti su cui l'arco si imposta in corrispondenza del punto di funzionamento per SLV: la deformazione dovrà essere compatibile con il cedimento che l'arco può sostenere, mentre la sollecitazione (es. momento fuori piano) dovrà mostrare un margine di sicurezza tale da sostenere gli effetti ribaltanti prodotti dalla spinta dell'arco nella configurazione deformata.

E' ragionevole attendersi che i cedimenti sismici dovuti al comportamento elastoplastico dell'organismo murario, intesi come spostamenti delle imposte generati dal moto delle pareti su cui l'arco è costruito, siano di dimensioni contenute e quindi generalmente lontani dai valori limite, di ordine di grandezza inferiore rispetto a spostamenti di dimensioni più importanti che possono avere cause di altra natura (quali i cedimenti del terreno). Evidentemente, ogni caso deve essere analizzato in modo specifico.



La bibliografia di riferimento sui cedimenti negli archi costituiti da corpi rigidi è la seguente:

S. Briccoli Bati, M. Paradiso, G. Tempesta: "Sul calcolo degli archi in muratura", Dipartimento di Costruzioni, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Firenze (<http://www.cias-italia.it/PDF/129.pdf>)

S. Briccoli Bati, M. Paradiso, G. Tempesta: "Analisi statica e cinematica ed equilibrio limite di strutture ad arco a vincoli unilateri", Atti del IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Meccanica Teorica e Applicata (AIMETA)

S. Galassi, G. Misseri, L. Rovero, G. Tempesta: "Failure modes prediction of masonry voussoir arches in moving supports", Engineering Structures 173 (2018), 706-717.

ANALISI CON CERNIERE IN INPUT

In SAV è possibile definire sconnessioni in una, due o tre interfacce, in intradosso o estradosso, che qualificano l'assetto iniziale dell'arco. Attraverso le cerniere in input è quindi possibile interpretare stati di lesione, riducendo le iperstaticità della struttura. Le analisi statica e sismica seguono normalmente le procedure descritte in precedenza, ipotizzando fin dall'inizio dell'elaborazione che le bielle poste dal lato opposto rispetto alla cerniera introdotta siano disattivate. Inserendo 3 cerniere alterne l'arco viene ricondotto ad una configurazione isostatica. Cerniere che si formano nell'arco per effetto dell'equilibrio statico devono normalmente essere considerate anche ai fini dell'analisi per cedimenti, e in tal senso possono essere definite, in un apposito modello, come cerniere in input.

RISULTATI ANALISI

ARCO n. 1

Combinazione di Condizioni di Carico: 1 (3)

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio dell'arco) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti φ .

La verifica viene eseguita confrontando il rapporto ($|T| / N$, Compressione)

con il coefficiente d'attrito di progetto: $f_d = \tan \varphi$

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

Resistenza a compressione di progetto: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F'C / \gamma_D = 1.834 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 4.680 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F'C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.276, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 0.945$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.50$ ($\varphi = 26.6^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Verifica a Trazione dei rinforzi Soddisfatta

- Sforzi nelle Interfacce dei Conci

N.	N estrad.	N intrad.	Taglio (kN)	Risult.	Momento (kN·m)	Mom.ult.	Dist.:In.- (cm)	Asse	Ang.Scor. (°)	Tens.Mur. (N/mm ²)	Tens.Rinf.
1	1141.16	181.35	456.62	1399.12	287.94	330.16	51.8	21.8	19.0	1.469	0.000
2	931.82	394.96	374.05	1378.50	161.06	291.40	42.1	12.1	15.7	1.101	0.000
3	751.40	565.06	293.94	1348.88	55.90	289.96	34.2	4.2	12.6	0.695	0.000
4	599.67	693.53	218.16	1311.47	-28.16	-286.65	27.8	-2.2	9.6	0.583	0.000
5	475.65	783.13	148.23	1267.48	-92.24	-281.65	22.7	-7.3	6.7	0.808	0.000
6	377.82	837.33	85.29	1218.13	-137.85	-275.10	18.7	-11.3	4.0	0.965	0.000
7	304.12	860.13	30.15	1164.64	-166.80	-267.16	15.7	-14.3	1.5	1.101	0.000
8	252.19	855.85	-16.76	1108.17	-181.10	-258.04	13.7	-16.3	0.9	1.202	0.000

9	219.42	828.98	-55.29	1049.85	-182.87	-330.16	12.6	-17.4	3.0	1.165	0.000
10	203.08	783.98	-85.60	990.76	-174.27	-330.16	12.3	-17.7	5.0	1.097	0.000
11	200.43	725.18	-108.09	931.90	-157.42	-330.16	13.0	-17.0	6.7	1.028	0.000
12	208.81	656.63	-123.34	874.19	-134.35	-214.26	14.5	-15.5	8.1	0.886	0.000
13	225.67	582.04	-132.10	818.44	-106.91	-202.79	16.8	-13.2	9.3	0.714	0.000
14	248.69	504.66	-135.21	765.39	-76.79	-191.63	19.8	-10.2	10.2	0.563	0.000
15	275.78	427.31	-133.54	715.66	-45.46	-180.98	23.5	-6.5	10.8	0.429	0.000
16	305.09	352.32	-128.01	669.76	-14.17	-171.04	27.8	-2.2	11.0	0.296	0.000
17	335.07	281.54	-119.46	628.08	16.06	161.95	32.6	2.6	11.0	0.288	0.000
18	364.42	216.39	-108.67	590.89	44.41	153.81	37.6	7.6	10.6	0.380	0.000
19	392.09	157.89	-96.35	558.36	70.26	146.67	42.8	12.8	9.9	0.473	0.000
20	417.28	106.71	-83.06	530.53	93.17	330.16	47.8	17.8	9.0	0.582	0.000
21	439.36	63.26	-69.26	507.37	112.83	330.16	52.4	22.4	7.8	0.558	0.000
22	457.89	27.73	-55.27	488.75	129.05	330.16	56.6	26.6	6.5	0.540	0.000
23	472.55	0.18	-41.28	474.53	141.71	330.16	60.0	30.0	5.0	0.525	0.000
24	483.15	-19.44	-27.41	464.52	150.78	330.16	62.5	32.5	3.2	0.537	44.999
25	489.55	-31.17	-13.67	458.58	156.22	330.16	64.1	34.1	1.6	0.544	72.160
26	491.69	-35.08	0.00	456.62	158.03	330.16	64.6	34.6	0.0	0.546	81.198
27	489.55	-31.17	13.67	458.58	156.22	330.16	64.1	34.1	1.6	0.544	72.160
28	483.15	-19.44	27.41	464.52	150.78	330.16	62.5	32.5	3.2	0.537	44.996
29	472.55	0.18	41.28	474.53	141.71	330.16	60.0	30.0	5.0	0.525	0.000
30	457.89	27.73	55.27	488.75	129.05	330.16	56.6	26.6	6.5	0.540	0.000
31	439.36	63.26	69.26	507.37	112.83	330.16	52.4	22.4	7.8	0.558	0.000
32	417.28	106.71	83.06	530.53	93.17	330.16	47.8	17.8	9.0	0.582	0.000
33	392.10	157.89	96.35	558.36	70.26	146.67	42.8	12.8	9.9	0.473	0.000
34	364.42	216.39	108.67	590.89	44.41	153.81	37.6	7.6	10.6	0.380	0.000
35	335.07	281.54	119.46	628.08	16.06	161.95	32.6	2.6	11.0	0.288	0.000
36	305.09	352.32	128.01	669.76	-14.17	-171.04	27.8	-2.2	11.0	0.296	0.000
37	275.78	427.31	133.54	715.66	-45.46	-180.98	23.5	-6.5	10.8	0.429	0.000
38	248.69	504.66	135.21	765.39	-76.79	-191.63	19.8	-10.2	10.2	0.563	0.000
39	225.67	582.04	132.10	818.44	-106.91	-202.79	16.8	-13.2	9.3	0.714	0.000
40	208.81	656.63	123.34	874.19	-134.35	-214.26	14.5	-15.5	8.1	0.886	0.000
41	200.43	725.18	108.09	931.90	-157.42	-330.16	13.0	-17.0	6.7	1.028	0.000
42	203.08	783.98	85.60	990.76	-174.27	-330.16	12.3	-17.7	5.0	1.097	0.000
43	219.42	828.98	55.29	1049.85	-182.87	-330.16	12.6	-17.4	3.0	1.165	0.000
44	252.19	855.85	16.76	1108.17	-181.10	-258.04	13.7	-16.3	0.9	1.202	0.000
45	304.12	860.13	-30.15	1164.64	-166.80	-267.16	15.7	-14.3	1.5	1.101	0.000
46	377.82	837.33	-85.29	1218.13	-137.85	-275.10	18.7	-11.3	4.0	0.965	0.000
47	475.65	783.13	-148.23	1267.48	-92.24	-281.65	22.7	-7.3	6.7	0.808	0.000
48	599.66	693.53	-218.16	1311.47	-28.16	-286.65	27.8	-2.2	9.6	0.583	0.000
49	751.40	565.06	-293.94	1348.88	55.90	289.96	34.2	4.2	12.6	0.695	0.000
50	931.82	394.96	-374.05	1378.50	161.06	291.40	42.1	12.1	15.7	1.101	0.000
51	1141.16	181.35	-456.62	1399.12	287.94	330.16	51.8	21.8	19.0	1.469	0.000

- Azioni alle imposte (Spinte dall'arco sui piedritti)

Imposta	Spinta (kN)	Car.Vert. (kN)	Inclinazione sull'orizz.(°)	Distanze dal piedritto (cm)	
				in dir.X	in dir.Z
Sinistra	456.62	1322.51	71.0	51.8	0.0
Destra	456.62	1322.51	71.0	51.8	0.0

- Piedritto Sinistro

Resistenza a compressione di progetto piedritto sinistro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F'C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F'C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{compr}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N°	Quota	Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Ecc.lim	Ang.Scor.	Tens.Mur.	Zona reag.	Stato
Mu	(cm)	(kN)	(kN·m)	(cm)	(°)	(N/mm²)	(cm)	(dominio)		
1	0.0	2367.41	-456.62	871.2400	36.8	135.0	10.9	0.354	270.0	elast.inter.reag.
2629.6540										
2	15.0	2400.22	-456.62	802.7400	33.4	135.0	10.8	0.344	270.0	elast.inter.reag.
2658.1410										
3	30.0	2433.02	-456.62	734.2500	30.2	135.0	10.6	0.335	270.0	elast.inter.reag.
2686.4010										
4	45.0	2465.83	-456.62	665.7600	27.0	135.0	10.5	0.325	270.0	elast.inter.reag.

2714.4530		5	60.0	2498.63	-456.62	597.2600	23.9	135.0	10.4	0.315	270.0	elast.inter.reag.
2742.2780		6	75.0	2531.44	-456.62	528.7700	20.9	135.0	10.2	0.305	270.0	elast.inter.reag.
2769.8950		7	90.0	2564.24	-456.62	460.2800	17.9	135.0	10.1	0.295	270.0	elast.inter.reag.
2797.2850		8	105.0	2597.05	-456.62	391.7900	15.1	135.0	10.0	0.285	270.0	elast.inter.reag.
2824.4670		9	120.0	2629.85	-456.62	323.2900	12.3	135.0	9.9	0.276	270.0	elast.inter.reag.
2851.4230		10	135.0	2662.66	-456.62	254.8000	9.6	135.0	9.7	0.266	270.0	elast.inter.reag.
2878.1690		11	150.0	2695.46	-456.62	186.3100	6.9	135.0	9.6	0.256	270.0	elast.inter.reag.
2904.6900		12	165.0	2728.27	-456.62	117.8100	4.3	135.0	9.5	0.246	270.0	elast.inter.reag.
2931.0010		13	180.0	2761.07	-456.62	49.3200	1.8	135.0	9.4	0.236	270.0	elast.inter.reag.
2957.0870		14	195.0	2793.88	-456.62	-19.1700	-0.7	135.0	9.3	0.233	270.0	elast.inter.reag.
2982.9630		15	210.0	2826.68	-456.62	-87.6700	-3.1	135.0	9.2	0.249	270.0	elast.inter.reag.
3008.6140		16	225.0	2859.49	-456.62	-156.1600	-5.5	135.0	9.1	0.264	270.0	elast.inter.reag.
3034.0550		17	240.0	2892.29	-456.62	-224.6500	-7.8	135.0	9.0	0.279	270.0	elast.inter.reag.
3059.2710		18	255.0	2925.10	-456.62	-293.1400	-10.0	135.0	8.9	0.294	270.0	elast.inter.reag.
3084.2780		19	270.0	2957.90	-456.62	-361.6400	-12.2	135.0	8.8	0.310	270.0	elast.inter.reag.
3109.0580		20	285.0	2990.71	-456.62	-430.1300	-14.4	135.0	8.7	0.325	270.0	elast.inter.reag.
3133.6300		21	300.0	3023.51	-456.62	-498.6200	-16.5	135.0	8.6	0.340	270.0	elast.inter.reag.
3157.9760												

Verifica in fondazione

Sf.Norm. (kN)	Taglio	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Tens.med. (N/mm ²)	Tens.max.	Stato di sollecitazione
3308.63	-456.62	-498.6200	-15.1	0.209	0.266	Fondazione interamente compressa

- Piedritto Destro

Resistenza a compressione di progetto piedritto destro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F'C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F'C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{\text{compr.}}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N° Mu	Quota (cm)	Sf.Norm. (kN)	Taglio	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Ecc.lim	Ang.Scor. (°)	Tens.Mur. (N/mm ²)	Zona reag. (cm)	Stato (dominio)
1	0.0	2367.41	-456.62	871.2400	36.8	135.0	10.9	0.354	270.0	elast.inter.reag.
2	15.0	2400.22	-456.62	802.7400	33.4	135.0	10.8	0.344	270.0	elast.inter.reag.
3	30.0	2433.02	-456.62	734.2500	30.2	135.0	10.6	0.335	270.0	elast.inter.reag.
4	45.0	2465.83	-456.62	665.7600	27.0	135.0	10.5	0.325	270.0	elast.inter.reag.
5	60.0	2498.63	-456.62	597.2600	23.9	135.0	10.4	0.315	270.0	elast.inter.reag.
6	75.0	2531.44	-456.62	528.7700	20.9	135.0	10.2	0.305	270.0	elast.inter.reag.
7	90.0	2564.24	-456.62	460.2800	17.9	135.0	10.1	0.295	270.0	elast.inter.reag.
8	105.0	2597.05	-456.62	391.7900	15.1	135.0	10.0	0.285	270.0	elast.inter.reag.

9	120.0	2629.85	-456.62	323.2900	12.3	135.0	9.9	0.276	270.0	elast.inter.reag.
2851.4230										
10	135.0	2662.66	-456.62	254.8000	9.6	135.0	9.7	0.266	270.0	elast.inter.reag.
2878.1690										
11	150.0	2695.46	-456.62	186.3100	6.9	135.0	9.6	0.256	270.0	elast.inter.reag.
2904.6900										
12	165.0	2728.27	-456.62	117.8100	4.3	135.0	9.5	0.246	270.0	elast.inter.reag.
2931.0010										
13	180.0	2761.07	-456.62	49.3200	1.8	135.0	9.4	0.236	270.0	elast.inter.reag.
2957.0870										
14	195.0	2793.88	-456.62	-19.1700	-0.7	135.0	9.3	0.233	270.0	elast.inter.reag.
2982.9630										
15	210.0	2826.68	-456.62	-87.6700	-3.1	135.0	9.2	0.249	270.0	elast.inter.reag.
3008.6140										
16	225.0	2859.49	-456.62	-156.1600	-5.5	135.0	9.1	0.264	270.0	elast.inter.reag.
3034.0550										
17	240.0	2892.29	-456.62	-224.6500	-7.8	135.0	9.0	0.279	270.0	elast.inter.reag.
3059.2710										
18	255.0	2925.10	-456.62	-293.1400	-10.0	135.0	8.9	0.294	270.0	elast.inter.reag.
3084.2780										
19	270.0	2957.90	-456.62	-361.6400	-12.2	135.0	8.8	0.310	270.0	elast.inter.reag.
3109.0580										
20	285.0	2990.71	-456.62	-430.1300	-14.4	135.0	8.7	0.325	270.0	elast.inter.reag.
3133.6300										
21	300.0	3023.51	-456.62	-498.6200	-16.5	135.0	8.6	0.340	270.0	elast.inter.reag.
3157.9760										

Verifica in fondazione

Sf.Norm. (kN)	Taglio (kN)	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Tens.med. (N/mm ²)	Tens.max. (N/mm ²)	Stato di sollecitazione
3308.63	-456.62	-498.6200	-15.1	0.209	0.266	Fondazione interamente compressa

ARCO n. 1

Combinazione di Condizioni di Carico: 2 (3)

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio dell'arco) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti φ .

La verifica viene eseguita confrontando il rapporto ($|T| / N$, Compressione)

con il coefficiente d'attrito di progetto: $f, d = \tan \varphi$

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f, md]

Resistenza a compressione di progetto: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F'C / \gamma_D = 1.834 \text{ N/mm}^2$, dove:

$f_m = 4.680 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_M = 2.00$

$F'C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.276$, con: $FC = 1.35$, $\gamma_C = 0.945$

$\gamma_D = 1.00$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.50$ ($\varphi = 26.6^\circ$), dove:

$f = 0.50$

$\gamma_D = 1.00$

Verifica a Trazione dei rinforzi Soddisfatta

- Sforzi nelle Interfacce dei Conci

N.	N estrad.	N intrad.	Taglio (kN)	Risult.	Momento (kN·m)	Mom.ult.	Dist.:In.- (cm)	Asse	Ang.Scor. (°)	Tens.Mur. (N/mm ²)	Tens.Rinf.
1	933.68	148.38	373.60	1144.73	235.59	330.16	51.8	21.8	19.0	1.202	0.000
2	762.40	323.15	306.04	1127.86	131.78	254.28	42.1	12.1	15.7	0.900	0.000
3	614.78	462.33	240.49	1103.63	45.74	252.85	34.2	4.2	12.6	0.568	0.000
4	490.63	567.44	178.49	1073.02	-23.04	-249.60	27.8	-2.2	9.6	0.477	0.000
5	389.17	640.74	121.28	1037.03	-75.47	-244.72	22.7	-7.3	6.7	0.661	0.000
6	309.12	685.09	69.78	996.65	-112.79	-238.38	18.7	-11.3	4.0	0.790	0.000
7	248.83	703.74	24.67	952.88	-136.47	-230.80	15.7	-14.3	1.5	0.900	0.000
8	206.34	700.24	-13.71	906.68	-148.17	-222.19	13.7	-16.3	0.9	0.983	0.000
9	179.52	678.25	-45.24	858.97	-149.62	-330.16	12.6	-17.4	3.0	0.953	0.000
10	166.16	641.43	-70.04	810.62	-142.58	-330.16	12.3	-17.7	5.0	0.897	0.000
11	163.99	593.33	-88.44	762.46	-128.80	-330.16	13.0	-17.0	6.7	0.841	0.000
12	170.84	537.24	-100.91	715.24	-109.92	-182.05	14.5	-15.5	8.1	0.725	0.000
13	184.64	476.21	-108.08	669.63	-87.47	-171.80	16.8	-13.2	9.3	0.584	0.000
14	203.48	412.90	-110.62	626.23	-62.83	-161.90	19.8	-10.2	10.2	0.461	0.000
15	225.64	349.62	-109.26	585.54	-37.19	-152.53	23.5	-6.5	10.8	0.351	0.000

16	249.62	288.26	-104.73	547.98	-11.59	-143.84	27.8	-2.2	11.0	0.242	0.000
17	274.15	230.35	-97.74	513.88	13.14	135.93	32.6	2.6	11.0	0.236	0.000
18	298.16	177.05	-88.91	483.46	36.33	128.88	37.6	7.6	10.6	0.311	0.000
19	320.80	129.18	-78.83	456.84	57.49	122.73	42.8	12.8	9.9	0.387	0.000
20	341.41	87.31	-67.96	434.07	76.23	330.16	47.8	17.8	9.0	0.476	0.000
21	359.47	51.76	-56.67	415.12	92.31	330.16	52.4	22.4	7.8	0.457	0.000
22	374.63	22.69	-45.22	399.89	105.58	330.16	56.6	26.6	6.5	0.441	0.000
23	386.63	0.15	-33.78	388.25	115.95	330.16	60.0	30.0	5.0	0.430	0.000
24	395.30	-15.90	-22.43	380.06	123.36	330.16	62.5	32.5	3.2	0.439	36.815
25	400.54	-25.50	-11.18	375.20	127.81	330.16	64.1	34.1	1.6	0.445	59.039
26	402.29	-28.70	0.00	373.60	129.30	330.16	64.6	34.6	0.0	0.447	66.431
27	400.54	-25.50	11.18	375.20	127.81	330.16	64.1	34.1	1.6	0.445	59.037
28	395.30	-15.90	22.43	380.06	123.36	330.16	62.5	32.5	3.2	0.439	36.813
29	386.63	0.15	33.78	388.25	115.95	330.16	60.0	30.0	5.0	0.430	0.000
30	374.63	22.69	45.22	399.89	105.58	330.16	56.6	26.6	6.5	0.441	0.000
31	359.47	51.76	56.67	415.12	92.31	330.16	52.4	22.4	7.8	0.457	0.000
32	341.41	87.31	67.96	434.07	76.23	330.16	47.8	17.8	9.0	0.476	0.000
33	320.80	129.18	78.83	456.84	57.49	122.73	42.8	12.8	9.9	0.387	0.000
34	298.16	177.05	88.91	483.46	36.33	128.88	37.6	7.6	10.6	0.311	0.000
35	274.15	230.35	97.74	513.88	13.14	135.93	32.6	2.6	11.0	0.236	0.000
36	249.62	288.26	104.73	547.98	-11.59	-143.84	27.8	-2.2	11.0	0.242	0.000
37	225.64	349.62	109.26	585.54	-37.19	-152.53	23.5	-6.5	10.8	0.351	0.000
38	203.48	412.90	110.62	626.23	-62.83	-161.90	19.8	-10.2	10.2	0.461	0.000
39	184.64	476.21	108.08	669.63	-87.47	-171.80	16.8	-13.2	9.3	0.584	0.000
40	170.84	537.24	100.91	715.24	-109.92	-182.05	14.5	-15.5	8.1	0.725	0.000
41	163.99	593.33	88.44	762.46	-128.80	-330.16	13.0	-17.0	6.7	0.841	0.000
42	166.16	641.43	70.04	810.62	-142.58	-330.16	12.3	-17.7	5.0	0.897	0.000
43	179.52	678.25	45.24	858.97	-149.62	-330.16	12.6	-17.4	3.0	0.953	0.000
44	206.34	700.24	13.71	906.68	-148.17	-222.19	13.7	-16.3	0.9	0.983	0.000
45	248.83	703.74	-24.67	952.88	-136.47	-230.80	15.7	-14.3	1.5	0.900	0.000
46	309.12	685.09	-69.78	996.65	-112.79	-238.38	18.7	-11.3	4.0	0.790	0.000
47	389.17	640.74	-121.28	1037.03	-75.47	-244.72	22.7	-7.3	6.7	0.661	0.000
48	490.63	567.44	-178.49	1073.02	-23.04	-249.60	27.8	-2.2	9.6	0.477	0.000
49	614.78	462.33	-240.49	1103.63	45.74	252.85	34.2	4.2	12.6	0.568	0.000
50	762.40	323.15	-306.04	1127.86	131.78	254.28	42.1	12.1	15.7	0.900	0.000
51	933.68	148.38	-373.60	1144.73	235.59	330.16	51.8	21.8	19.0	1.202	0.000

- Azioni alle imposte (Spinte dall'arco sui piedritti)

Imposta	Spinta (kN)	Car.Vert. (kN)	Inclinazione sull'orizz.(°)	Distanze dal piedritto (cm)
				in dir.X in dir.Z
Sinistra	373.60	1082.05	71.0	51.8 0.0
Destra	373.59	1082.05	71.0	51.8 0.0

- Piedritto Sinistro

Resistenza a compressione di progetto piedritto sinistro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F'C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F'C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{\text{compr.}}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N°	Quota	Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Ecc.lim	Ang.Scor.	Tens.Mur.	Zona reag.	Stato
Mu	(cm)	(kN)		(kN·m)	(cm)		(°)	(N/mm²)	(cm)	(dominio)
1	0.0	2126.95	-373.60	659.6300	31.0	135.0	10.0	0.296	270.0	elast.inter.reag.
2414.2390										
2	15.0	2159.76	-373.60	603.5900	27.9	135.0	9.8	0.288	270.0	elast.inter.reag.
2444.3200										
3	30.0	2192.56	-373.60	547.5500	25.0	135.0	9.7	0.281	270.0	elast.inter.reag.
2474.1750										
4	45.0	2225.37	-373.60	491.5100	22.1	135.0	9.5	0.273	270.0	elast.inter.reag.
2503.8210										
5	60.0	2258.17	-373.60	435.4700	19.3	135.0	9.4	0.266	270.0	elast.inter.reag.
2533.2400										
6	75.0	2290.98	-373.60	379.4300	16.6	135.0	9.3	0.258	270.0	elast.inter.reag.
2562.4510										
7	90.0	2323.78	-373.60	323.3900	13.9	135.0	9.1	0.250	270.0	elast.inter.reag.
2591.4360										

2620.2120	8	105.0	2356.59	-373.60	267.3500	11.3	135.0	9.0	0.243	270.0	elast.inter.reag.
2648.7620	9	120.0	2389.39	-373.60	211.3100	8.8	135.0	8.9	0.235	270.0	elast.inter.reag.
2677.1030	10	135.0	2422.20	-373.60	155.2700	6.4	135.0	8.8	0.228	270.0	elast.inter.reag.
2705.2170	11	150.0	2455.00	-373.60	99.2300	4.0	135.0	8.7	0.220	270.0	elast.inter.reag.
2733.1230	12	165.0	2487.81	-373.60	43.1900	1.7	135.0	8.5	0.213	270.0	elast.inter.reag.
2760.8030	13	180.0	2520.61	-373.60	-12.8500	-0.5	135.0	8.4	0.210	270.0	elast.inter.reag.
2788.2740	14	195.0	2553.42	-373.60	-68.8900	-2.7	135.0	8.3	0.223	270.0	elast.inter.reag.
2815.5190	15	210.0	2586.22	-373.60	-124.9300	-4.8	135.0	8.2	0.236	270.0	elast.inter.reag.
2842.5540	16	225.0	2619.03	-373.60	-180.9700	-6.9	135.0	8.1	0.249	270.0	elast.inter.reag.
2869.3640	17	240.0	2651.83	-373.60	-237.0100	-8.9	135.0	8.0	0.262	270.0	elast.inter.reag.
2895.9650	18	255.0	2684.64	-373.60	-293.0500	-10.9	135.0	7.9	0.275	270.0	elast.inter.reag.
2922.3400	19	270.0	2717.44	-373.60	-349.0900	-12.8	135.0	7.8	0.288	270.0	elast.inter.reag.
2948.5060	20	285.0	2750.25	-373.60	-405.1300	-14.7	135.0	7.7	0.300	270.0	elast.inter.reag.
2974.4460	21	300.0	2783.05	-373.60	-461.1700	-16.6	135.0	7.6	0.313	270.0	elast.inter.reag.

Verifica in fondazione

Sf.Norm. (kN)	Taglio	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Tens.med. (N/mm ²)	Tens.max.	Stato di sollecitazione
3068.17	-373.60	-461.1700	-15.0	0.194	0.247	Fondazione interamente compressa

- Piedritto Destro

Resistenza a compressione di progetto piedritto destro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F'C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F'C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{compr}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N° Mu	Quota (cm)	Sf.Norm. (kN)	Taglio	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Ecc.lim	Ang.Scor. (°)	Tens.Mur. (N/mm ²)	Zona reag. (cm)	Stato (dominio)	
2414.2390	1	0.0	2126.95	-373.59	659.6300	31.0	135.0	10.0	0.296	270.0	elast.inter.reag.
2444.3200	2	15.0	2159.76	-373.59	603.5900	27.9	135.0	9.8	0.288	270.0	elast.inter.reag.
2474.1750	3	30.0	2192.56	-373.59	547.5600	25.0	135.0	9.7	0.281	270.0	elast.inter.reag.
2503.8210	4	45.0	2225.37	-373.59	491.5200	22.1	135.0	9.5	0.273	270.0	elast.inter.reag.
2533.2400	5	60.0	2258.17	-373.59	435.4800	19.3	135.0	9.4	0.266	270.0	elast.inter.reag.
2562.4510	6	75.0	2290.98	-373.59	379.4400	16.6	135.0	9.3	0.258	270.0	elast.inter.reag.
2591.4360	7	90.0	2323.78	-373.59	323.4000	13.9	135.0	9.1	0.250	270.0	elast.inter.reag.
2620.2120	8	105.0	2356.59	-373.59	267.3600	11.3	135.0	9.0	0.243	270.0	elast.inter.reag.
2648.7620	9	120.0	2389.39	-373.59	211.3200	8.8	135.0	8.9	0.235	270.0	elast.inter.reag.
2677.1030	10	135.0	2422.20	-373.59	155.2900	6.4	135.0	8.8	0.228	270.0	elast.inter.reag.
2705.2170	11	150.0	2455.00	-373.59	99.2500	4.0	135.0	8.7	0.220	270.0	elast.inter.reag.

2705.2170		12		165.0		2487.81		-373.59		43.2100		1.7		135.0		8.5		0.213		270.0		elast.inter.reag.
2733.1230		13		180.0		2520.61		-373.59		-12.8300		-0.5		135.0		8.4		0.210		270.0		elast.inter.reag.
2760.8030		14		195.0		2553.42		-373.59		-68.8700		-2.7		135.0		8.3		0.223		270.0		elast.inter.reag.
2788.2740		15		210.0		2586.22		-373.59		-124.9100		-4.8		135.0		8.2		0.236		270.0		elast.inter.reag.
2815.5190		16		225.0		2619.03		-373.59		-180.9500		-6.9		135.0		8.1		0.249		270.0		elast.inter.reag.
2842.5540		17		240.0		2651.83		-373.59		-236.9800		-8.9		135.0		8.0		0.262		270.0		elast.inter.reag.
2869.3640		18		255.0		2684.64		-373.59		-293.0200		-10.9		135.0		7.9		0.275		270.0		elast.inter.reag.
2895.9650		19		270.0		2717.44		-373.59		-349.0600		-12.8		135.0		7.8		0.288		270.0		elast.inter.reag.
2922.3400		20		285.0		2750.25		-373.59		-405.1000		-14.7		135.0		7.7		0.300		270.0		elast.inter.reag.
2948.5060		21		300.0		2783.05		-373.59		-461.1400		-16.6		135.0		7.6		0.313		270.0		elast.inter.reag.
2974.4460																						

Verifica in fondazione

Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Tens.med.	Tens.max.	Stato di sollecitazione	
(kN)	(kN)	(kN·m)	(cm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)		
3068.17	-373.59	-461.1400	-15.0	0.194	0.247	Fondazione interamente compressa	

ARCO n. 1

Combinazione di Condizioni di Carico: 3 (3)

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio dell'arco) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti φ .

La verifica viene eseguita confrontando il rapporto ($|T| / N$, Compressione)

con il coefficiente d'attrito di progetto: $f, d = \tan \varphi$

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f, md]

Resistenza a compressione di progetto: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F'C / \gamma_D = 1.834 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 4.680 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F'C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.276, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 0.945$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.50$ ($\varphi = 26.6^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Verifica a Trazione dei rinforzi Soddisfatta

- Sforzi nelle Interfacce dei Conci

N.	N estrad.	N intrad.	Taglio	Risult.	Momento	Mom.ult.	Dist.:In.-	Asse	Ang.Scor.	Tens.Mur.	Tens.Rinf.
			(kN)		(kN·m)		(cm)		(°)	(N/mm ²)	
1	1882.72	325.74	685.38	2312.36	467.09	0.00	51.2	21.2	17.2	1.834	0.000
2	1568.18	656.03	584.42	2299.70	273.65	367.58	42.3	12.3	14.7	1.834	0.000
3	1290.89	933.41	483.51	2276.24	107.25	367.58	34.8	4.8	12.3	1.221	0.000
4	1051.82	1158.28	384.43	2243.29	-31.94	-367.14	28.6	-1.4	9.9	0.937	0.000
5	851.25	1331.96	288.79	2202.22	-144.21	-366.23	23.4	-6.6	7.5	1.343	0.000
6	688.78	1456.50	197.90	2154.39	-230.32	-364.80	19.3	-10.7	5.3	1.650	0.000
7	563.48	1534.62	112.75	2101.12	-291.34	-362.77	16.1	-13.9	3.1	1.834	0.000
8	473.99	1569.43	34.04	2043.70	-328.63	-360.08	13.9	-16.1	1.0	1.834	0.000
9	418.85	1564.37	-38.00	1983.59	-343.66	-356.71	12.7	-17.3	1.1	1.834	0.000
10	393.55	1523.32	-101.83	1919.57	-338.93	-352.48	12.3	-17.7	3.0	1.834	0.000
11	396.98	1450.45	-158.17	1854.20	-316.04	-347.48	12.9	-17.1	4.9	1.834	0.000
12	427.10	1349.54	-207.41	1788.71	-276.73	-341.78	14.4	-15.6	6.7	1.825	0.000
13	479.66	1224.45	-248.42	1722.12	-223.44	-335.32	16.9	-13.1	8.3	1.495	0.000
14	551.43	1079.82	-281.50	1655.36	-158.51	-328.18	20.3	-9.7	9.8	1.191	0.000
15	609.77	919.05	-270.17	1552.50	-92.78	-317.06	23.9	-6.1	10.0	0.910	0.000
16	687.34	769.11	-280.20	1483.16	-24.53	-308.44	28.3	-1.7	10.9	0.630	0.000
17	772.44	615.67	-283.53	1416.77	47.03	299.71	33.4	3.4	11.5	0.688	0.000
18	856.41	463.61	-272.59	1347.87	117.84	290.45	38.9	8.9	11.7	0.925	0.000
19	934.13	321.51	-249.95	1280.27	183.79	281.18	44.6	14.6	11.3	1.211	0.000
20	1004.37	193.16	-218.20	1217.24	243.36	330.16	50.3	20.3	10.3	1.331	0.000
21	1059.23	86.51	-174.49	1158.95	291.82	330.16	55.5	25.5	8.7	1.273	0.000
22	1098.10	4.81	-122.72	1109.72	327.98	330.16	59.7	29.7	6.3	1.225	0.000
23	1115.81	-45.86	-63.00	1071.80	348.50	330.16	62.6	32.6	3.2	1.240	106.174
24	1115.85	-66.26	-9.12	1049.63	354.63	330.16	63.8	33.8	0.5	1.240	153.388
25	1096.46	-56.56	46.06	1040.91	345.90	330.16	63.3	33.3	2.4	1.218	130.935

26	1061.70	-20.78	90.18	1044.82	324.74	330.16	61.2	31.2	4.9	1.180	48.096
27	1011.41	39.47	131.51	1059.08	291.58	330.16	57.7	27.7	7.1	1.168	0.000
28	950.66	116.85	156.94	1078.98	250.14	330.16	53.4	23.4	8.4	1.186	0.000
29	882.60	207.18	176.22	1103.94	202.63	330.16	48.6	18.6	9.2	1.211	0.000
30	811.43	303.86	183.69	1130.31	152.27	259.24	43.7	13.7	9.4	1.011	0.000
31	740.35	404.12	187.33	1159.70	100.87	264.00	38.8	8.8	9.3	0.797	0.000
32	671.80	504.35	185.44	1190.68	50.23	269.05	34.3	4.3	9.0	0.622	0.000
33	607.17	603.00	179.68	1223.43	1.25	274.34	30.1	0.1	8.4	0.453	0.000
34	548.86	696.79	169.51	1257.13	-44.38	-279.70	26.4	-3.6	7.7	0.626	0.000
35	499.31	784.70	158.35	1293.73	-85.62	-285.33	23.3	-6.7	7.0	0.793	0.000
36	459.32	866.20	146.48	1333.59	-122.06	-291.22	20.8	-9.2	6.3	0.943	0.000
37	429.11	940.64	133.04	1376.19	-153.46	-297.27	18.8	-11.2	5.5	1.080	0.000
38	409.45	1007.17	117.93	1421.52	-179.31	-303.42	17.3	-12.7	4.8	1.210	0.000
39	401.05	1064.77	100.74	1469.27	-199.12	-309.59	16.4	-13.6	3.9	1.323	0.000
40	404.38	1112.22	80.86	1518.75	-212.35	-315.65	16.0	-14.0	3.1	1.404	0.000
41	420.44	1148.13	58.13	1569.64	-218.31	-321.53	16.1	-13.9	2.1	1.445	0.000
42	449.74	1170.95	32.06	1621.00	-216.36	-327.09	16.6	-13.4	1.1	1.442	0.000
43	492.98	1179.04	2.47	1672.03	-205.82	-332.25	17.7	-12.3	0.1	1.400	0.000
44	550.82	1170.71	-30.70	1721.81	-185.97	-336.93	19.2	-10.8	1.0	1.329	0.000
45	624.05	1144.31	-67.22	1769.63	-156.08	-341.08	21.2	-8.8	2.2	1.233	0.000
46	712.72	1098.28	-106.97	1814.16	-115.67	-344.62	23.6	-6.4	3.4	1.099	0.000
47	816.90	1031.30	-149.46	1854.24	-64.32	-347.54	26.5	-3.5	4.6	0.923	0.000
48	936.35	942.38	-193.98	1888.71	-1.81	-349.80	29.9	-0.1	5.9	0.703	0.000
49	1070.41	830.95	-239.62	1916.40	71.84	351.41	33.8	3.8	7.2	0.970	0.000
50	1218.01	696.98	-285.25	1936.12	156.31	352.35	38.2	8.2	8.5	1.288	0.000
51	1377.64	541.00	-329.84	1946.78	250.99	352.60	43.1	13.1	9.8	1.680	0.000

- Azioni alle imposte (Spinte dall'arco sui piedritti)

Imposta	Spinta (kN)	Car.Vert. (kN)	Inclinazione sull'orizz.(°)	Distanze dal piedritto (cm)	
				in dir.X	in dir.Z
Sinistra	685.38	2208.45	72.8	51.2	0.0
Destra	329.84	1918.63	80.2	43.1	0.0

- Piedritto Sinistro

Resistenza a compressione di progetto piedritto sinistro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F' C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F' C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{compr.}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N° Mu	Quota (cm)	Sf.Norm. (kN)	Taglio	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Ecc.lim (cm)	Ang.Scor. (°)	Tens.Mur. (N/mm²)	Zona reag. (cm)	Stato (dominio)
1	0.0	3323.01	-685.38	1653.4400	49.8	135.0	11.7	0.578	256.0	elast.parz.reag.
2	15.0	3355.81	-685.38	1550.6400	46.2	135.0	11.5	0.560	266.0	elast.parz.reag.
3	30.0	3388.62	-685.38	1447.8300	42.7	135.0	11.4	0.544	270.0	elast.inter.reag.
4	45.0	3421.43	-685.38	1345.0200	39.3	135.0	11.3	0.528	270.0	elast.inter.reag.
5	60.0	3454.23	-685.38	1242.2200	36.0	135.0	11.2	0.511	270.0	elast.inter.reag.
6	75.0	3487.03	-685.38	1139.4100	32.7	135.0	11.1	0.495	270.0	elast.inter.reag.
7	90.0	3519.84	-685.38	1036.6000	29.5	135.0	11.0	0.479	270.0	elast.inter.reag.
8	105.0	3552.65	-685.38	933.7900	26.3	135.0	10.9	0.463	270.0	elast.inter.reag.
9	120.0	3585.45	-685.38	830.9900	23.2	135.0	10.8	0.447	270.0	elast.inter.reag.
10	135.0	3618.25	-685.38	728.1800	20.1	135.0	10.7	0.431	270.0	elast.inter.reag.

3561.7140	11 150.0 3651.06 -685.38 625.3700 17.1 135.0 10.6 0.415 270.0 elast.inter.reag.										
3581.9070	12 165.0 3683.86 -685.38 522.5700 14.2 135.0 10.5 0.399 270.0 elast.inter.reag.										
3601.8750	13 180.0 3716.67 -685.38 419.7600 11.3 135.0 10.4 0.383 270.0 elast.inter.reag.										
3621.6330	14 195.0 3749.48 -685.38 316.9500 8.5 135.0 10.4 0.367 270.0 elast.inter.reag.										
3641.1720	15 210.0 3782.28 -685.38 214.1500 5.7 135.0 10.3 0.350 270.0 elast.inter.reag.										
3660.4890	16 225.0 3815.08 -685.38 111.3400 2.9 135.0 10.2 0.334 270.0 elast.inter.reag.										
3679.5880	17 240.0 3847.89 -685.38 8.5300 0.2 135.0 10.1 0.318 270.0 elast.inter.reag.										
3698.4750	18 255.0 3880.70 -685.38 -94.2800 -2.4 135.0 10.0 0.337 270.0 elast.inter.reag.										
3717.1440	19 270.0 3913.50 -685.38 -197.0800 -5.0 135.0 9.9 0.358 270.0 elast.inter.reag.										
3735.5910	20 285.0 3946.30 -685.38 -299.8900 -7.6 135.0 9.9 0.380 270.0 elast.inter.reag.										
3753.8200	21 300.0 3979.11 -685.38 -402.7000 -10.1 135.0 9.8 0.401 270.0 elast.inter.reag.										
3771.8370											

Verifica in fondazione

Sf.Norm. (kN)	Taglio	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Tens.med. (N/mm ²)	Tens.max.	Stato di sollecitazione
4264.23	-685.38	-402.7000	-9.4	0.269	0.315	Fondazione interamente compressa

- Piedritto Destro

Resistenza a compressione di progetto piedritto destro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F' C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F' C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{compr}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N° Mu	Quota Sez (cm)	Sf.Norm. (kN)	Taglio	Momento (kN·m)	Ecc. (cm)	Ecc.lim	Ang.Scor. (°)	Tens.Mur. (N/mm ²)	Zona reag. (cm)	Stato (dominio)
1 0.0 3033.19 -329.84 1548.9900 51.1 135.0 6.2 0.535 252.0 elast.parz.reag.										
3165.1190	2 15.0 3065.99 -329.84 1499.5200 48.9 135.0 6.1 0.528 258.0 elast.parz.reag.									
3189.1840	3 30.0 3098.80 -329.84 1450.0400 46.8 135.0 6.1 0.520 265.0 elast.parz.reag.									
3213.0380	4 45.0 3131.60 -329.84 1400.5700 44.7 135.0 6.0 0.514 270.0 elast.inter.reag.									
3236.6680	5 60.0 3164.41 -329.84 1351.0900 42.7 135.0 6.0 0.508 270.0 elast.inter.reag.									
3260.0870	6 75.0 3197.21 -329.84 1301.6100 40.7 135.0 5.9 0.501 270.0 elast.inter.reag.									
3283.2820	7 90.0 3230.02 -329.84 1252.1400 38.8 135.0 5.8 0.495 270.0 elast.inter.reag.									
3306.2660	8 105.0 3262.82 -329.84 1202.6600 36.9 135.0 5.8 0.489 270.0 elast.inter.reag.									
3329.0260	9 120.0 3295.63 -329.84 1153.1900 35.0 135.0 5.7 0.482 270.0 elast.inter.reag.									
3351.5750	10 135.0 3328.44 -329.84 1103.7100 33.2 135.0 5.7 0.476 270.0 elast.inter.reag.									
3373.9070	11 150.0 3361.24 -329.84 1054.2300 31.4 135.0 5.6 0.469 270.0 elast.inter.reag.									

3396.0140		12		165.0		3394.04		-329.84		1004.7600		29.6		135.0		5.6		0.463		270.0		elast.inter.reag.
3417.9040		13		180.0		3426.85		-329.84		955.2800		27.9		135.0		5.5		0.457		270.0		elast.inter.reag.
3439.5830		14		195.0		3459.66		-329.84		905.8100		26.2		135.0		5.4		0.450		270.0		elast.inter.reag.
3461.0450		15		210.0		3492.46		-329.84		856.3300		24.5		135.0		5.4		0.444		270.0		elast.inter.reag.
3482.2830		16		225.0		3525.26		-329.84		806.8500		22.9		135.0		5.3		0.438		270.0		elast.inter.reag.
3503.3030		17		240.0		3558.07		-329.84		757.3800		21.3		135.0		5.3		0.431		270.0		elast.inter.reag.
3524.1120		18		255.0		3590.88		-329.84		707.9000		19.7		135.0		5.2		0.425		270.0		elast.inter.reag.
3544.7030		19		270.0		3623.68		-329.84		658.4300		18.2		135.0		5.2		0.419		270.0		elast.inter.reag.
3565.0710		20		285.0		3656.48		-329.84		608.9500		16.7		135.0		5.2		0.412		270.0		elast.inter.reag.
3585.2210		21		300.0		3689.29		-329.84		559.4700		15.2		135.0		5.1		0.406		270.0		elast.inter.reag.
3605.1600																						

Verifica in fondazione

Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Tens.med.	Tens.max.	Stato di sollecitazione
(kN)		(kN·m)	(cm)	(N/mm ²)		
3974.41	-329.84	559.4700	14.1	0.251	0.315	Fondazione interamente compressa

ARCO n. 1

Combinazione di Condizioni di Carico (al Collasso dell'arco): 3 (3): molt.: 1.072

- Sforzi nelle Interfacce dei Conci

N.	N estrad.	N intrad.	Taglio	Risult.	Momento	Mom.ult.	Dist.:In.	Asse	Ang.Scor.	Tens.Mur.	Tens.Rinf.
			(kN)		(kN·m)		(cm)		(°)	(N/mm ²)	
1	1930.99	325.57	710.51	2365.78	481.63	0.00	51.3	21.3	17.5	1.834	0.000
2	1605.31	668.47	606.48	2353.27	281.05	368.95	42.4	12.4	14.9	1.834	0.000
3	1318.29	956.79	502.43	2329.90	108.45	368.98	34.8	4.8	12.5	1.244	0.000
4	1070.95	1190.92	400.14	2296.99	-35.99	-368.65	28.4	-1.6	10.0	0.971	0.000
5	863.57	1372.12	301.26	2255.90	-152.56	-367.92	23.2	-6.8	7.7	1.393	0.000
6	695.80	1502.46	207.11	2207.99	-242.00	-366.75	19.0	-11.0	5.4	1.715	0.000
7	566.68	1584.62	118.72	2154.58	-305.38	-365.03	15.8	-14.2	3.2	1.834	0.000
8	474.86	1621.76	36.78	2096.94	-344.07	-362.70	13.6	-16.4	1.0	1.834	0.000
9	418.91	1617.31	-38.45	2036.58	-359.52	-359.70	12.3	-17.7	1.1	1.834	0.000
10	394.07	1575.20	-105.32	1972.08	-354.34	-355.86	12.0	-18.0	3.1	1.834	0.000
11	399.31	1499.69	-164.57	1906.12	-330.12	-351.25	12.6	-17.4	5.0	1.834	0.000
12	432.54	1394.62	-216.58	1839.95	-288.62	-345.91	14.2	-15.8	6.8	1.834	0.000
13	489.33	1263.93	-260.11	1772.45	-232.38	-339.77	16.7	-13.3	8.4	1.551	0.000
14	566.33	1112.46	-295.41	1704.58	-163.84	-332.91	20.2	-9.8	10.0	1.229	0.000
15	628.62	943.71	-283.33	1597.65	-94.53	-321.94	24.0	-6.0	10.2	0.932	0.000
16	711.31	786.47	-294.33	1526.42	-22.55	-313.44	28.5	-1.5	11.1	0.638	0.000
17	801.91	625.31	-298.26	1458.05	52.98	304.77	33.7	3.7	11.8	0.725	0.000
18	891.20	465.40	-286.97	1386.62	127.74	295.50	39.4	9.4	11.9	0.976	0.000
19	973.71	315.92	-263.17	1316.21	197.34	286.14	45.3	15.3	11.5	1.300	0.000
20	1048.17	180.91	-229.63	1250.35	260.18	330.16	51.2	21.2	10.6	1.366	0.000
21	1106.13	68.88	-183.24	1189.21	311.18	330.16	56.5	26.5	8.9	1.306	0.000
22	1146.92	-16.66	-128.19	1137.51	349.07	330.16	60.9	30.9	6.4	1.274	38.565
23	1165.04	-69.20	-64.58	1097.74	370.27	330.16	63.8	33.8	3.2	1.294	160.206
24	1164.21	-89.53	-7.21	1074.71	376.12	330.16	65.0	35.0	0.4	1.294	207.251
25	1142.55	-77.82	51.57	1065.98	366.11	330.16	64.4	34.4	2.6	1.269	180.140
26	1104.42	-38.36	98.51	1070.60	342.83	330.16	62.2	32.2	5.1	1.227	88.812
27	1049.66	27.10	142.45	1086.13	306.77	330.16	58.5	28.5	7.5	1.196	0.000
28	983.71	110.70	169.31	1107.42	261.90	330.16	53.9	23.9	8.8	1.216	0.000
29	909.96	207.95	189.53	1133.86	210.60	330.16	48.8	18.8	9.6	1.242	0.000
30	832.91	311.74	197.04	1161.49	156.35	264.03	43.7	13.7	9.8	1.038	0.000
31	756.05	419.09	200.37	1192.10	101.09	268.89	38.6	8.6	9.7	0.810	0.000
32	681.96	526.08	197.71	1224.11	46.76	274.01	33.9	3.9	9.3	0.621	0.000
33	612.17	631.02	190.81	1257.74	-5.65	-279.33	29.5	-0.5	8.7	0.481	0.000
34	549.27	730.36	179.14	1292.11	-54.33	-284.70	25.8	-4.2	8.0	0.675	0.000
35	495.87	822.97	166.35	1329.30	-98.13	-290.29	22.6	-7.4	7.2	0.852	0.000
36	452.87	908.30	152.78	1369.71	-136.63	-296.11	20.0	-10.0	6.4	1.010	0.000
37	420.46	985.63	137.54	1412.79	-169.55	-302.06	17.9	-12.1	5.6	1.161	0.000

38	399.49	1054.06	120.55	1458.54	-196.37	-308.08	16.5	-13.5	4.7	1.306	0.000
39	390.69	1112.54	101.39	1506.64	-216.56	-314.08	15.6	-14.4	3.9	1.428	0.000
40	394.55	1159.79	79.47	1556.37	-229.57	-319.95	15.2	-14.8	2.9	1.512	0.000
41	412.13	1194.40	54.64	1607.45	-234.68	-325.61	15.4	-14.6	1.9	1.546	0.000
42	443.92	1214.79	26.42	1658.92	-231.26	-330.95	16.1	-13.9	0.9	1.530	0.000
43	490.66	1219.28	-5.37	1709.95	-218.59	-335.86	17.2	-12.8	0.2	1.471	0.000
44	553.00	1206.17	-40.77	1759.64	-195.95	-340.29	18.9	-11.1	1.3	1.382	0.000
45	631.77	1173.79	-79.51	1807.32	-162.61	-344.19	21.0	-9.0	2.5	1.271	0.000
46	727.01	1120.60	-121.50	1851.60	-118.08	-347.49	23.6	-6.4	3.8	1.122	0.000
47	838.76	1045.27	-166.21	1891.35	-61.95	-350.19	26.7	-3.3	5.0	0.927	0.000
48	966.77	946.82	-212.92	1925.40	5.98	352.25	30.3	0.3	6.3	0.731	0.000
49	1110.37	824.70	-260.69	1952.56	85.70	353.69	34.4	4.4	7.7	1.034	0.000
50	1268.46	678.92	-308.40	1971.65	176.86	354.49	39.1	9.1	9.0	1.376	0.000
51	1439.49	510.04	-354.97	1981.59	278.84	354.63	44.3	14.3	10.3	1.834	0.000

- Azioni alle imposte (Spinte dall'arco sui piedritti)

Imposta	Spinta (kN)	Car.Vert. (kN)	Inclinazione sull'orizz.(°)	Distanze dal piedritto (cm)	
				in dir.X	in dir.Z
Sinistra	710.51	2256.56	72.5	51.3	0.0
Destra	354.97	1949.53	79.7	44.3	0.0

- Piedritto Sinistro

Resistenza a compressione di progetto piedritto sinistro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F' C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F' C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{compr.}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N°	Quota	Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Ecc.lim	Ang.Scor.	Tens.Mur.	Zona reag.	Stato
Sez (kN·m)	(cm)	(kN)		(kN·m)	(cm)	(cm)	(°)	(N/mm²)	(cm)	(dominio)
1	0.0	3371.12	-710.51	1696.2600	50.3	135.0	11.9	0.590	254.0	elast.parz.reag.
2	15.0	3403.93	-710.51	1589.6800	46.7	135.0	11.8	0.571	265.0	elast.parz.reag.
3	30.0	3436.73	-710.51	1483.1100	43.2	135.0	11.7	0.554	270.0	elast.inter.reag.
4	45.0	3469.54	-710.51	1376.5300	39.7	135.0	11.6	0.537	270.0	elast.inter.reag.
5	60.0	3502.34	-710.51	1269.9600	36.3	135.0	11.5	0.521	270.0	elast.inter.reag.
6	75.0	3535.15	-710.51	1163.3800	32.9	135.0	11.4	0.504	270.0	elast.inter.reag.
7	90.0	3567.95	-710.51	1056.8000	29.6	135.0	11.3	0.487	270.0	elast.inter.reag.
8	105.0	3600.76	-710.51	950.2300	26.4	135.0	11.2	0.470	270.0	elast.inter.reag.
9	120.0	3633.56	-710.51	843.6500	23.2	135.0	11.1	0.453	270.0	elast.inter.reag.
10	135.0	3666.37	-710.51	737.0700	20.1	135.0	11.0	0.437	270.0	elast.inter.reag.
11	150.0	3699.17	-710.51	630.5000	17.0	135.0	10.9	0.420	270.0	elast.inter.reag.
12	165.0	3731.98	-710.51	523.9200	14.0	135.0	10.8	0.403	270.0	elast.inter.reag.
13	180.0	3764.78	-710.51	417.3400	11.1	135.0	10.7	0.386	270.0	elast.inter.reag.
14	195.0	3797.59	-710.51	310.7700	8.2	135.0	10.6	0.369	270.0	elast.inter.reag.
15	210.0	3830.39	-710.51	204.1900	5.3	135.0	10.5	0.353	270.0	elast.inter.reag.

3688.4280		16		225.0		3863.20		-710.51		97.6100		2.5		135.0		10.4		0.336		270.0		elast.inter.reag.
3707.2130		17		240.0		3896.00		-710.51		-8.9600		-0.2		135.0		10.3		0.322		270.0		elast.inter.reag.
3725.7760		18		255.0		3928.81		-710.51		-115.5400		-2.9		135.0		10.3		0.344		270.0		elast.inter.reag.
3744.1270		19		270.0		3961.61		-710.51		-222.1200		-5.6		135.0		10.2		0.367		270.0		elast.inter.reag.
3762.2540		20		285.0		3994.42		-710.51		-328.6900		-8.2		135.0		10.1		0.389		270.0		elast.inter.reag.
3780.1700		21		300.0		4027.22		-710.51		-435.2700		-10.8		135.0		10.0		0.411		270.0		elast.inter.reag.
3797.8630																						

Verifica in fondazione

Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Tens.med.	Tens.max.	Stato di sollecitazione
(kN)	(kN)	(kN·m)	(cm)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	
4312.34	-710.51	-435.2700	-10.1	0.272	0.322	Fondazione interamente compressa

- Piedritto Destro

Resistenza a compressione di progetto piedritto destro: $f_{md} = f_m / \gamma_M / F' C / \gamma_D = 1.210 \text{ N/mm}^2$, dove:

$$f_m = 3.380 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 2.00$$

$$F' C = \max[1.000, FC \cdot \gamma_C] = 1.397, \text{ con: } FC = 1.35, \gamma_C = 1.035$$

$$\gamma_D = 1.00$$

Resistenza ad attrito di progetto: $f_d = f / \gamma_D = 0.45$ ($\varphi = 24.4^\circ$), dove:

$$f = 0.50$$

$$\gamma_D = 1.10$$

Verifica Soddisfatta

Verifica di Stabilità (Equilibrio del piedritto) Soddisfatta

Verifica ad Attrito (Taglio nei giunti) Soddisfatta

[confronto tra Angoli di Scorrimento e Angolo di Attrito Interno dei giunti (ϕ). La verifica viene eseguita confrontando $|T|/N_{\text{compr.}}$ con il coefficiente d'attrito di progetto f_d]

Verifica a Compressione della muratura Soddisfatta

[confronto tra max Tensione di Compressione e Resistenza di progetto f_{md}]

N°	Quota	Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Ecc.lim	Ang.Scor.	Tens.Mur.	Zona reag.	Stato
Mu	(cm)	(kN)	(kN)	(kN·m)	(cm)	(cm)	(°)	(N/mm ²)	(cm)	(dominio)
1	0.0	3064.09	-354.97	1559.4700	50.9	135.0	6.6	0.540	252.0	elast.parz.reag.
3187.7960										
2	15.0	3096.90	-354.97	1506.2300	48.6	135.0	6.5	0.531	259.0	elast.parz.reag.
3211.6630										
3	30.0	3129.70	-354.97	1452.9800	46.4	135.0	6.5	0.523	266.0	elast.parz.reag.
3235.3050										
4	45.0	3162.51	-354.97	1399.7400	44.3	135.0	6.4	0.516	270.0	elast.inter.reag.
3258.7370										
5	60.0	3195.31	-354.97	1346.4900	42.1	135.0	6.3	0.509	270.0	elast.inter.reag.
3281.9440										
6	75.0	3228.11	-354.97	1293.2400	40.1	135.0	6.3	0.502	270.0	elast.inter.reag.
3304.9340										
7	90.0	3260.92	-354.97	1240.0000	38.0	135.0	6.2	0.495	270.0	elast.inter.reag.
3327.7130										
8	105.0	3293.73	-354.97	1186.7500	36.0	135.0	6.2	0.488	270.0	elast.inter.reag.
3350.2750										
9	120.0	3326.53	-354.97	1133.5100	34.1	135.0	6.1	0.481	270.0	elast.inter.reag.
3372.6130										
10	135.0	3359.33	-354.97	1080.2600	32.2	135.0	6.0	0.474	270.0	elast.inter.reag.
3394.7330										
11	150.0	3392.14	-354.97	1027.0200	30.3	135.0	6.0	0.467	270.0	elast.inter.reag.
3416.6420										
12	165.0	3424.95	-354.97	973.7700	28.4	135.0	5.9	0.460	270.0	elast.inter.reag.
3438.3340										
13	180.0	3457.75	-354.97	920.5300	26.6	135.0	5.9	0.453	270.0	elast.inter.reag.
3459.8020										
14	195.0	3490.56	-354.97	867.2800	24.8	135.0	5.8	0.446	270.0	elast.inter.reag.

3481.0580		15		210.0		3523.36		-354.97		814.0300		23.1		135.0		5.8		0.439		270.0		elast.inter.reag.
3502.0910		16		225.0		3556.17		-354.97		760.7900		21.4		135.0		5.7		0.432		270.0		elast.inter.reag.
3522.9130		17		240.0		3588.97		-354.97		707.5400		19.7		135.0		5.6		0.425		270.0		elast.inter.reag.
3543.5100		18		255.0		3621.78		-354.97		654.3000		18.1		135.0		5.6		0.418		270.0		elast.inter.reag.
3563.8970		19		270.0		3654.58		-354.97		601.0500		16.4		135.0		5.5		0.411		270.0		elast.inter.reag.
3584.0600		20		285.0		3687.39		-354.97		547.8100		14.9		135.0		5.5		0.404		270.0		elast.inter.reag.
3604.0110		21		300.0		3720.19		-354.97		494.5600		13.3		135.0		5.5		0.397		270.0		elast.inter.reag.
3623.7390																						

Verifica in fondazione

Sf.Norm.	Taglio	Momento	Ecc.	Tens.med.	Tens.max.	Stato di sollecitazione
(kN)	(kN-m)	(cm)	(N/mm ²)			
4005.31	-354.97	494.5600	12.3	0.253	0.310	Fondazione interamente compressa

ANALISI STATICA: MOLTIPLICATORI DI COLLASSO

Arco:

Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 1 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): n.d.
 Attrito (Taglio nei giunti): n.d.
 Compressione della muratura: n.d.
 Trazione dei rinforzi: n.d.

Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 2 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): n.d.
 Attrito (Taglio nei giunti): n.d.
 Compressione della muratura: n.d.
 Trazione dei rinforzi: n.d.

Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 3 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): >> 1
 Attrito (Taglio nei giunti): >> 1
 Compressione della muratura: 1.072
 Trazione dei rinforzi: 1.316

Piedritti:

Piedritto Sx:

Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 1 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): >> 1
 Attrito (Taglio nei giunti): >> 1
 Compressione della muratura: >> 1
 Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 2 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): >> 1
 Attrito (Taglio nei giunti): >> 1
 Compressione della muratura: >> 1
 Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 3 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): >> 1
 Attrito (Taglio nei giunti): >> 1
 Compressione della muratura: 6.233

- Piedritto Dx:

Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 1 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): >> 1
 Attrito (Taglio nei giunti): >> 1
 Compressione della muratura: >> 1
 Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 2 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): >> 1
 Attrito (Taglio nei giunti): >> 1
 Compressione della muratura: >> 1
 Combinazione di Condizioni di Carico (CCC): 3 di 3
 Stabilità (Equilibrio della struttura): >> 1
 Attrito (Taglio nei giunti): >> 1
 Compressione della muratura: 5.950

Moltiplicatore di collasso minimo del Sistema Voltato in direzione verticale:
 (= fra tutte le CCC) **1.072**

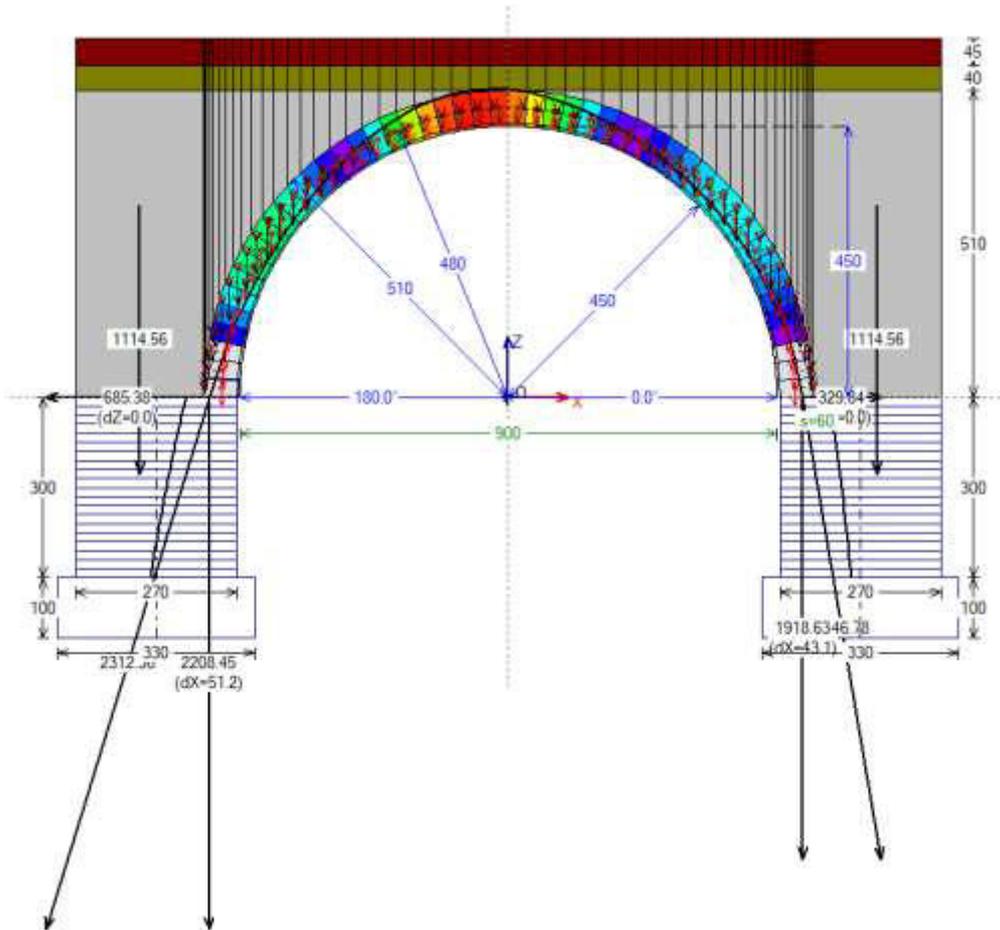


Fig.4- curva di pressioni nella combinazione 3, più selettiva

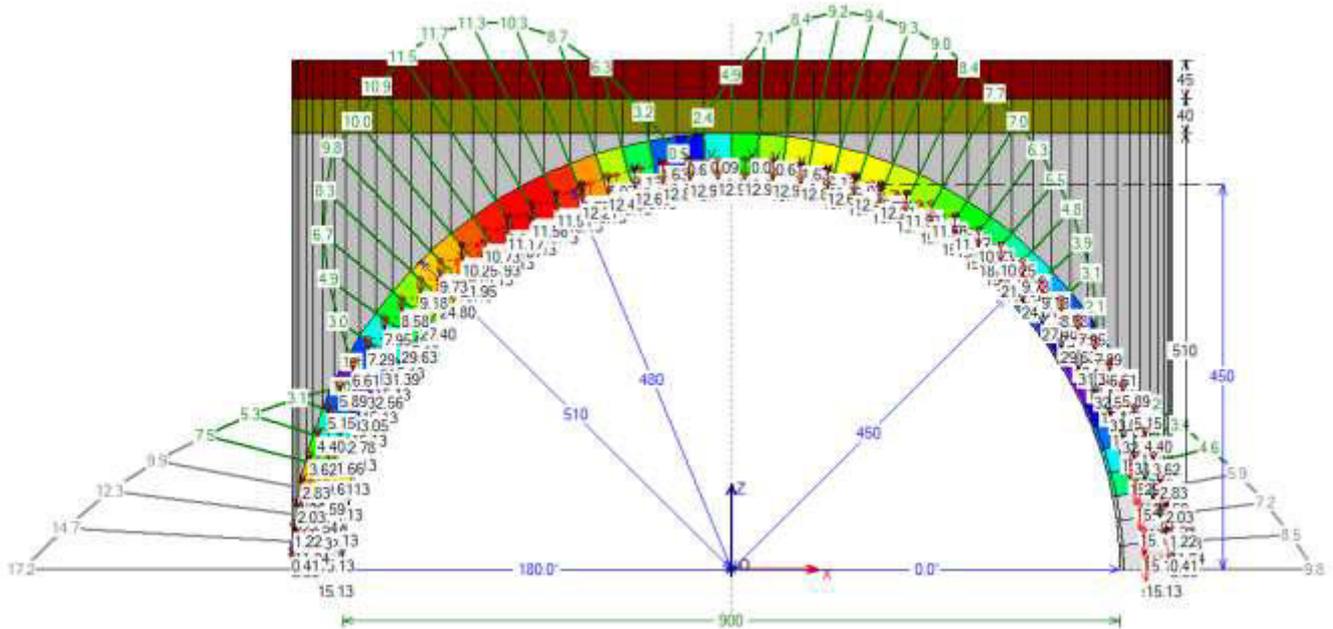


Fig.5- Angolo di scorrimento nella combinazione 3, più selettiva

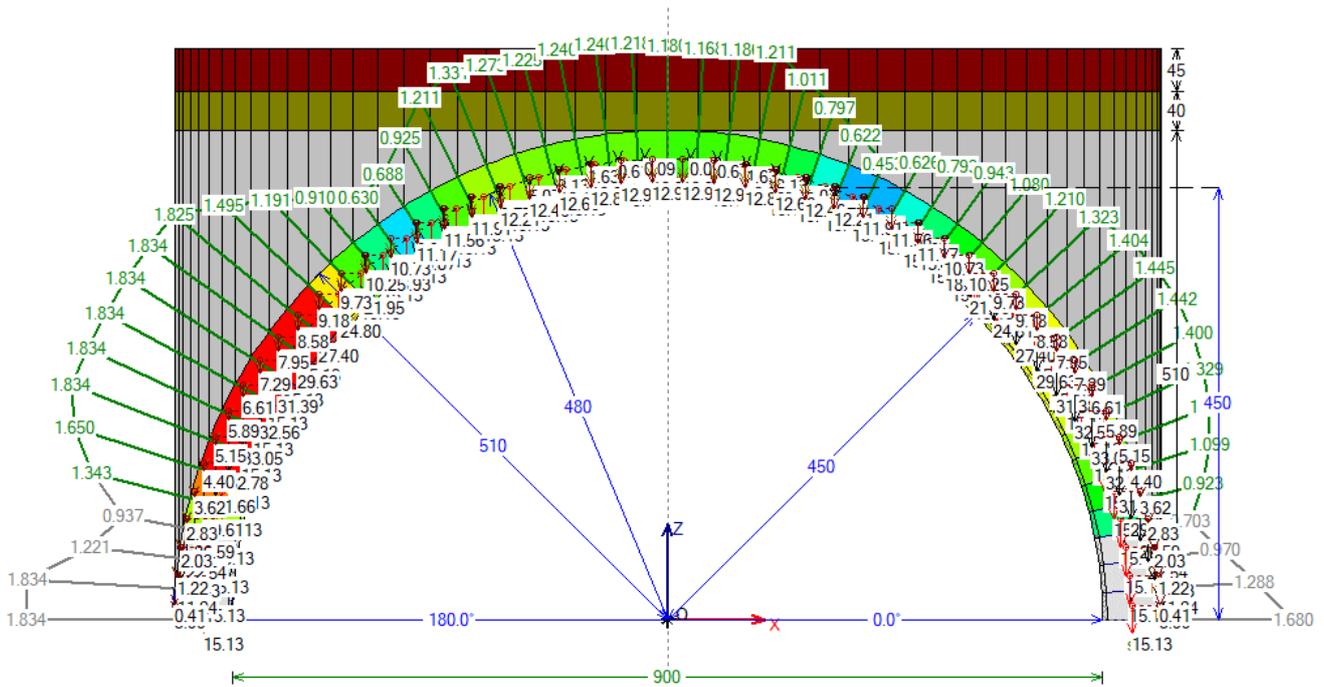


Fig. 6- Tensioni di compressione nella combinazione 3, piu' selettiva

Rapporto di Elaborazione



Arco Ideale: 1 (1)					
ANALISI STATICA					
CCC 3 (3)		Info Moltiplicatore verticale di collasso			
Verifica Soddisfatta		minimo fra tutti gli Archi ideali e tutte le CCC :		1.072	
Struttura:	Arco	Arco n°:	1	CCC n°:	3
Tipo di Verifica	Arco	Pied. Sx	Pied. Dx		
Stabilità (Equilibrio della struttura)	>> 1	>> 1	>> 1		
Attrito (Taglio nei giunti)	>> 1	>> 1	>> 1		
Compressione della muratura	1.072	6.233	5.950		
Trazione dei rinforzi	1.316				
ANALISI SISMICA					
Moltiplicatore orizzontale di collasso					
minimo fra tutti gli Archi ideali e i due versi :				n.d.	
Struttura:		Arco n°:		Verso:	

Fig. 7- Involuppo dei risultati di verifica nella combinazione di carico 3 piu' selettiva

PIANO DI MANUTENZIONE

SOMMARIO

<u>MANUALE D'USO</u>	49
<u>Strutture di elevazione</u>	49
• Travi e Pilastrini in acciaio 49	
• Travi e Pilastrini in cemento armato 49	
• Pareti in muratura 49	
<u>Strutture in fondazione</u>	49
• Travi in cemento armato 49	
<u>MANUALE DI MANUTENZIONE</u>	51
<u>Strutture di elevazione</u>	51
• Travi e pilastri in acciaio 51	
• Travi e pilastri in cemento armato 52	
• Pareti in muratura 54	
<u>Strutture di Fondazione</u>	55
• Travi di fondazioni in c.a. 55	
<u>PROGRAMMA DI MANUTENZIONE</u>	57
<u>Strutture di elevazione</u>	57
• Travi e pilastri in acciaio 58	
• Pareti in muratura 60	
<u>Strutture di fondazione</u>	61
• Travi di Fondazione in C.a. 61	

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Esso è composto dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione. Riferimenti normativi: Regolamento di attuazione (DPR 554/99) art.40, legge quadro in materia di lavori pubblici (L.N. 109/94), Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018 e Circolare Esplicativa n° 617, 2 Febbraio 2009).

MANUALE D'USO

Strutture di elevazione

- **Travi e Pilastri in acciaio**

Descrizione: Strutture orizzontali o inclinate in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

- **Travi e Pilastri in cemento armato**

Descrizione: Strutture orizzontali o inclinate in cemento armato, costituite generalmente da barre sagomate in acciaio e getto di completamento in calcestruzzo, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi in cemento armato sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

- **Pareti in muratura**

Descrizione: Strutture verticali portanti costruite con elementi artificiali o naturali collegati con strati di malta, che trasferiscono al piano di fondazione le sollecitazioni statiche e sismiche trasmesse dai piani della sovrastruttura.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le pareti di muratura sono elementi strutturali portanti progettati per resistere a fenomeni di schiacciamento, flessione e taglio nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura. Inoltre devono soddisfare le condizioni di protezione degli ambienti interni secondo i criteri di vivibilità e utilizzo connessi alla destinazione d'uso dei vari locali che racchiudono.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Inoltre devono garantire la tenuta agli agenti atmosferici esterni. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Strutture in fondazione

- **Travi in cemento armato**

Descrizione: Si definisce fondazione quella parte della struttura del sistema edilizio destinata a sostenere nel tempo il peso della sovrastante costruzione e a distribuirlo, insieme alle risultanti delle forze esterne, sul terreno di fondazione senza che si verifichino dissesti sia nel suolo che nella costruzione.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: *Le fondazioni sono elementi strutturali portanti progettati per resistere a fenomeni di schiacciamento, flessione e taglio nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e tali da trasmettere le pressioni dei carichi della struttura sul terreno di fondazione.*

Rappresentazione grafica: *Vedi disegni esecutivi allegati.*

Prestazioni: *Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Inoltre devono garantire la tenuta agli agenti atmosferici esterni. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.*

MANUALE DI MANUTENZIONE

(Anomalie riscontrabili)

Strutture di elevazione

- **Travi e pilastri in acciaio**

Bolle o screpolature

Descrizione: *Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.*

Cause: *Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.*

Effetto: *Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.*

Valutazione: *Moderata*

Risorse necessarie: *Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: *Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.*

Cause: *Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.*

Effetto: *Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.*

Valutazione: *Grave*

Risorse necessarie: *Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: *Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.*

Cause: *Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.*

Effetto: *Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.*

Valutazione: *Grave*

Risorse necessarie: *Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisoriai.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

Effetto: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifughi.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; ammaloramenti dei rivestimenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Perdita della protezione nei confronti delle elevate temperature che portano deformazioni notevoli e quindi il possibile collasso degli elementi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti ignifughi, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

- **Travi e pilastri in cemento armato**

Alterazione finitura superficiale

Descrizione: Mutamento del livello qualitativo della superficie di calcestruzzo con variazioni cromatiche, formazione di sostanze e/o efflorescenze, presenza di fori e porosità di grandezza e distribuzione irregolare e, in generale, aspetto degradato.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali; formazione di bolle d'aria al momento del getto; assenza di adeguato trattamento protettivo.

Effetto: Incremento delle porosità e rugosità della superficie con creazione di cavità fino alla perdita del ricoprimento delle armature metalliche.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, vernici, malte, idrorepellenti, resine e trattamenti specifici.*

Esecutore: *Utente*

Corrosione

Descrizione: *Degradazione che implica l'evolversi di processi chimici che portano alla corrosione delle armature in acciaio per carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo o per cloruri, visibile con distacchi del copriferro, lesioni e striature di ruggine.*

Cause: *Fattori esterni ambientali o climatici; errata realizzazione dell'elemento strutturale e dei getti di calcestruzzo; manutenzione carente; cause accidentali.*

Effetto: *Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale.*

Valutazione: *Grave*

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, resine, vernici, malte e trattamenti specifici, opere provvisionali.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Deposito superficiale

Descrizione: *Accumulo di polvere e/o materiali estranei, anche di natura biologica, di spessore e consistenza variabili.*

Cause: *Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; condizioni termo igrometriche interne dannose; assenza di adeguato trattamento protettivo.*

Effetto: *Degradazione e decadimento dell'aspetto e della finitura superficiale dell'elemento strutturale.*

Valutazione: *Lieve*

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, vernici, malte, idrorepellenti, e trattamenti specifici.*

Esecutore: *Utente*

Distacco o erosione

Descrizione: *Disgregazione e distacco di parti del materiale dalla superficie dell'elemento strutturale, di forma e spessori irregolari e dimensioni variabili.*

Cause: *Variazioni di temperatura; penetrazione di acqua; cause esterne.*

Effetto: *Perdita del ricoprimento delle armature metalliche; ampliamento delle erosioni fino alla creazione di lesioni con perdita di resistenza nell'elemento strutturale.*

Valutazione: *Grave*

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, resine bicomponenti, trattamenti specifici.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Fessurazioni

Descrizione: *Degrado superficiale che si manifesta con la comparsa di fessure e crepe sulla superficie dell'elemento strutturale.*

Cause: *Ritiro, cedimenti strutturali e/o del terreno; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni.*

Effetto: *Esposizione delle armature agli agenti corrosivi; ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.*

Valutazione: *Moderata*

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisionali.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Lesioni

Descrizione: *Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.*

Cause: *Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.*

Effetto: *Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.*

Valutazione: *Grave*

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisionali, elementi di sostegno.*

- **Pareti in muratura**

Attacco biologico

Descrizione: Presenza di muffe biologiche che si manifestano come un deposito superficiale di microrganismi di colore variabile anche con nascita di vegetazione caratterizzata dalla formazione di muschi e piante lungo la superficie dell'elemento strutturale.

Cause: Esposizione prolungata all'azione diretta degli agenti atmosferici e a fattori ambientali esterni; infiltrazioni di acqua e/o umidità in microfessure o cavità presenti sulla superficie dell'elemento.

Effetto: Degrado generalizzato dell'elemento strutturale; possibile creazione di crepe e fessure.

Valutazione: Lieve

Risorse necessarie: Interventi specifici di pulizia; malte; stucchi; opere provvisorie; attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deterioramento

Descrizione: Deterioramento degli elementi artificiali o naturali per esposizione agli agenti atmosferici che si può presentare con erosione e sgretolamenti superficiali, fessurazioni, decolorazione o presenza di macchie di varia natura.

Cause: Agenti atmosferici; ammaloramenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Calo della durabilità, riduzione della stabilità della parete.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, nuovi componenti, stucchi, malte.

Esecutore: Ditta specializzata

Disgregazione giunti

Descrizione: Disgregazione e degrado degli strati dei giunti di malta rilevabili con distacchi o erosione di materiale, piccole crepe e cambiamenti di colorazione.

Cause: Ammaloramenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne; agenti atmosferici eterni; fattori ambientali.

Effetto: Esposizione eccessiva all'azione degli agenti atmosferici; incremento degli ammaloramenti fino alla creazione di vere e proprie lesioni con perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, stucchi, malte, trattamenti specifici.

Esecutore: Utente

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, sia negli elementi artificiali o naturali che nei giunti di malta.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale; cedimenti strutturali e/o del terreno; eccessive deformazioni.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale e della struttura in generale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, nuovi componenti, rinforzi, stucchi, malte, trattamenti specifici, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata

Umidità

Descrizione: Presenza di chiazze o zone di umidità, generalmente in aree dell'elemento in prossimità del terreno e/o delle fondazioni.

Cause: Esposizione prolungata all'azione diretta degli agenti atmosferici e a fattori ambientali esterni; presenza di microfessure, screpolature o cavità sulla superficie dell'elemento che agevolano l'assorbimento di acqua.

Effetto: Ammorbamento degli elementi costituenti la muratura con perdita, nel tempo, delle caratteristiche di durabilità e di resistenza con probabile nascita di altre anomalie.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti specifici; malte; stucchi; opere provvisoriale; attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Strutture di Fondazione

- **Travi di fondazioni in c.a.**

Cedimenti

Descrizione: Dissesti uniformi e/o differenziali con manifestazioni di abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Cause: Mutamenti delle condizioni del terreno dovuti a cause quali: variazione della falda freatica, rottura di fognature o condutture idriche in prossimità della fondazione, ecc. Mutamenti delle condizioni di carico applicate.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale; riduzione della stabilità a livello globale della struttura; lesioni all'elemento strutturale e/o alla sovrastruttura.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Opere di consolidamento del terreno o della struttura, georesine, opere di sostegno, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione

Descrizione: Degradazione che implica l'evolversi di processi chimici che portano alla corrosione delle armature in acciaio per carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo o per cloruri, visibile con distacchi del copriferro, lesioni e striature di ruggine.

Cause: Fattori esterni ambientali o climatici; errata realizzazione dell'elemento strutturale e dei getti di calcestruzzo; manutenzione carente; cause accidentali.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine, vernici, malte e trattamenti specifici, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata

Fessurazioni

Descrizione: Degrado superficiale che si manifesta con fessurazioni e crepe.

Cause: Ritiro; cedimenti strutturali e/o del terreno; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive

deformazioni.

Effetto: *Esposizione delle armature agli agenti corrosivi; ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.*

Valutazione: *Moderata*

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisionali.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Lesioni

Descrizione: *Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.*

Cause: *Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.*

Effetto: *Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.*

Valutazione: *Grave*

Risorse necessarie: *Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisionali, sottofondazioni locali.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Non perpendicolarità dell'edificio

Descrizione: *L'edificio è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione statica di normale funzionamento.*

Cause: *Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.*

Effetto: *Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.*

Valutazione: *Grave*

Risorse necessarie: *Opere di consolidamento del terreno o della struttura da decidersi dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisionali.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

(Controlli e manutenzioni da effettuare)

Strutture di elevazione

- **Travi , pilastri e solette in c.a.**

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni o distacchi di materiale. Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura e delle possibili zone adiacenti all'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Ditta specializzata

Manutenzioni da effettuare

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Pulitura e rimozione

Descrizione: Pulitura e rimozione del calcestruzzo ammalorato e/o di sostanze estranee accumulate sulla superficie dell'elemento strutturale mediante spazzolature, idrolavaggi o sabbature a secco. Lavorazioni superficiali specifiche con l'uso di malte, vernici e/o prodotti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti. Tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato e considerando che la lesione sia stabilizzata o meno.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Ripristino configurazione statica

Descrizione: Interventi di consolidamento e di ripristino linearità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale deformato, anche mediante l'applicazione di elementi aggiuntivi di sostegno.

Esecutore: *Ditta specializzata*

Frequenza: *1 anno*

- **Travi e pilastri in acciaio**

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: *Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonché della perpendicolarità della struttura.*

Modalità d'uso: *A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.*

Periodo: *1*

Frequenza: *Anni*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Controllo a vista

Descrizione: *Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.*

Modalità d'uso: *A vista.*

Periodo: *1*

Frequenza: *Anni*

Esecutore: *Utente*

Manutenzioni da effettuare

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: *Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: *-*

Periodo: *1*

Frequenza: *Anni*

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: *Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: *-*

Periodo: *1*

Frequenza: *Anni*

Intervento di rinforzo

Descrizione: *Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: *Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: *Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Sostituzione elemento

Descrizione: *Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisoriale.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Trattamenti ignifughi

Descrizione: *Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

- **Pareti in muratura**

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: *Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni. Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura e delle possibili zone di terreno direttamente interessate dalla stessa.*

Modalità d'uso: *A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.*

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Controllo a vista

Descrizione: *Controllo dell'aspetto e della consistenza dell'elemento strutturale nel suo complesso e dei suoi componenti in specifico. Controllo dell'eventuale presenza di lesioni.*

Modalità d'uso: *A vista.*

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Esecutore: *Utente*

Manutenzioni da effettuare

Consolidamento muratura

Descrizione: *Interventi di consolidamento della muratura tramite l'applicazione di prodotti consolidanti da effettuarsi su superfici pulite e/o pretrattate, con l'iniezione di resine epossidiche o adesivi fluidi per il ripristino e la chiusura delle fessure o attraverso la stuccatura dei giunti molto degradati o mancanti.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Consolidamento terreno

Descrizione: *Opere e/o procedimenti specifici di consolidamento del terreno da scegliere dopo indagini specifiche e approfondite. Trattamenti di miglioramento della resistenza delle fondazioni direttamente interessate dalle pareti di muratura, anche tramite l'impiego di georesine.*

Esecutore: *Ditta specializzata*

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: *Anni*

Demolizione e ricostruzione

Descrizione: Demolizione e ricostruzione di parti o zone di muratura degradate con sostituzione localizzata o estesa degli elementi artificiali/naturali con intervento di cuci-scuci.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Interventi di rinforzo muratura

Descrizione: Incremento della capacità portante della muratura con metodi diversi a seconda del livello di degrado e da scegliere dopo indagini specifiche e approfondite: - riempimento di fratture e vuoti interni mediante iniezioni di malta cementizia o resine sintetiche attraverso una serie di fori eseguiti nella muratura; - realizzazione di incamiciature della parete muraria attraverso l'inserimento di barre di acciaio rese solidali alla muratura con malte di consolidamento, oppure tramite il getto, in aderenza alla superficie muraria, di uno strato cementizio armato con rete metallica, reso solidale alla parete mediante chiodatura.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Pulizia superficie

Descrizione: Intervento di rimozione manuale o meccanica delle parti deteriorate o delle sostanze estranee accumulate attraverso sabbiature, idrolavaggi o con l'uso di prodotti chimici specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Realizzazione sottofondazioni

Descrizione: Realizzazione di sottofondazioni locali o globali alla base della muratura o della relativa fondazione.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Strutture di fondazione

- **Travi di Fondazione in C.a.**

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni. Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura e delle zone di terreno direttamente interessate dalla stessa.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Ditta specializzata

Consolidamento terreno

Descrizione: Opere e/o procedimenti specifici di consolidamento del terreno da scegliere dopo indagini specifiche e approfondite. Trattamenti di miglioramento della resistenza delle fondazioni anche tramite l'impiego di georesine.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Realizzazione sottofondazioni

Descrizione: Realizzazione di sottofondazioni locali o globali a sostegno del sistema di fondazione e della struttura.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato, tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti; tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 1 anno

Il Progettista

Ing. Simone Gaudenzi

(firma digitale)



COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI – D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001– C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

RELAZIONE GENERALE

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data:
13-11-2023

Tavola:
RG

Indice

- 1) Premessa
- 2) Descrizione degli interventi principali da realizzare
- 3) Descrizione degli interventi secondari da realizzare
- 4) Descrizione delle interferenze con sottoservizi esistenti
- 5) Programma dei lavori
- 6) Piani di sicurezza
- 7) Espropri
- 8) Quadro economico del progetto
- 9) Conclusioni
- 10) Elenco degli elaborati tecnici

1) PREMESSA

A seguito dell'emanazione del Decreto Ministeriale n. 225 del 29/05/2021, l'Amministrazione Provinciale ha redatto, tra le altre, la scheda di intervento che si allega, e che è stata acclarata, con indicatore 02074.V1.PU dal Ministero Industria e Trasporti.

Per la stesura del progetto sono state quindi seguite le direttive dell'Amministrazione nell'individuazione delle opere d'arte che presentavano una urgente necessità di intervento, tenendo conto di quanto era stato possibile fare con i finanziamenti degli anni scorsi e nella consapevolezza dell'impossibilità di coprire tutte le necessità che la situazione di tali strutture del Settore V4 presenta.

Piu precisamente, relativamente alla sistemazione dei ponti, si sono tenute in considerazione quelle strade non incluse nei precedenti interventi per mancanza di finanziamento, o programmazioni differenti, e si è fatta una valutazione sullo stato di conservazione in base al carico veicolare, alle lesioni già presenti, allo stato delle barriere di protezione, in atto ed in fase di evoluzione.

Il ponte oggetto del principale intervento si trova all'inizio sulla S.P. n. 3 "FLAMINIA" al km 00+265 nel territorio del Comune di Montefelcino, è lungo circa 42m e la carreggiata ha una larghezza totale di circa 8,30 m. Ha una struttura ad arco (di luce circa 9.00m) in muratura di mattoni pieni e soletta in c.a., a una campata. I muri andatori così come i parapetti, sono anch'essi in muratura di mattoni pieni. La sovrastruttura stradale è realizzata in strati di conglomerato bituminoso.

Le testate dei muretti di protezione risultano lesionate probabilmente da urti con autoveicoli ed il raccordo con le barriere metalliche N1 presenti non è presente.

L'intervento proposto ha come finalità principale quella di sostituire gli attuali parapetti mediante installazione di barriere di sicurezza stradali in acciaio, adeguate alle vigenti normative ed anche quello di eseguire un miglioramento statico del ponte in muratura, ovvero garantendo il livello di sicurezza di Operatività a 30 anni (ai sensi del D.M.I. 1 Luglio 2022), nonché quello di impermeabilizzare la struttura, al fine di evitare fenomeni di umidità e il deterioramento delle strutture portanti.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n°3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

2) DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PRINCIPALI DA REALIZZARE

Per l'installazione delle nuove barriere di sicurezza in acciaio del tipo H2 bordo ponte si dovranno realizzare dei nuovi cordoli in c.a. in sostituzione di quelli esistenti che verranno demoliti

E' prevista la demolizione della sovrastruttura stradale e la realizzazione di una soletta in c.a. gettata in opera di spessore 35 cm. Tale nuovo impalcato avrà uno sbalzo di circa 30 cm per lato in modo da poter aumentare anche la sezione trasversale della sede stradale (arrivando a 8,50 m). Ai lati verranno realizzati i cordoli in c.a. di dimensioni 50x50 su cui verranno infisse le nuove barriere di sicurezza.

Le barriere verranno prolungate poi sui quattro lati del ponte con tipologia H2 bordo laterale rilevato possibilmente fino a raggiungere le lunghezze indicate dal crash test.

Per quanto riguarda l'adeguamento statico del ponte, si prevede la cucitura delle lesioni presenti nei timpani in muratura e nei muri andatori, tramite perforazioni armate ed inoltre il riempimento di questi distacchi con malta liquida tixotropica.

Per quanto riguarda l'arco portante in muratura si eseguirà previa pulitura delle superfici esterne, il ripristino delle stuccature delle fughe dei mattoni, l'esecuzione di un intonaco armato intradossale di 5cm di spessore con armatura in fibra di vetro tipo CRM che sarà ancorato alla struttura con inghisaggi posti a quinconce con passo 40cmx40cm e che verrà anche ancorato agli estremi sulle pile del ponte.

Inoltre, sempre nell'arco in mattoni per l'altezza delle reni di circa 2ml, si eseguirà degli inghisaggi profondi del rinforzo in CRM tramite perforazioni armate al fine di collegare l'arco in muratura al rinfiacco in calcestruzzo magro presente all'estradosso della volta in muratura.

Infine, verranno predisposti dei tiranti di contrasto tramite barre Dywidag che collegheranno sia i timpani in muratura che i muri andatori al fine di contrastare i movimenti traslativi che hanno causato l'apertura delle fessurazioni rilevate nello stato attuale. Assieme a tale intervento si prevede anche di eseguire delle cucitura armate di collegamento tra la base del timpano e l'arco portante in muratura al fine di contrastare anch'esso i fenomeni traslativi verso l'esterno del timpano.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n°3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

3) DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI SECONDARI DA REALIZZARE

La nuova soletta verrà impermeabilizzata a caldo mediante stesa di bitume hard e membrane elastomeriche.

La regimazione delle acque meteoriche verrà effettuata mediante la risagomatura della sede stradale e la realizzazione di bocchettoni di scarico.

Successivamente, a completamento dell'intervento verrà realizzata anche la nuova pavimentazione stradale mediante stesa di strati di conglomerato bituminoso (bynder e tappetino).

Se necessario, è prevista la manutenzione straordinaria di piccole porzioni di muratura attraverso la tecnica del "cuci-scuci".

Sulla sp. 3 "FLAMINIA" si procederà anche alla pulizia dell'attraversamento idraulico mediante il taglio della vegetazione e, se possibile, anche alla riprofilatura del fosso.

4) DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI ESISTENTI

Durante i sopralluoghi ed i rilievi effettuati, è stata evidenziata n.2 linee esterne sospese poste a fianco del ponte e che verranno poi sistemate in modo appropriato facendo intervenire gli enti gestori competenti.

Comunque, prima dell'inizio delle operazioni di fresatura o eventuali scavi di bonifica localizzati o nell'impiego di macchine per la rigenerazione in sito degli attuali strati della sovrastruttura stradale, l'impresa dovrà farsi carico di prendere le dovute informazioni e precauzioni presso tutti gli Enti Gestori dei servizi. Tale onere rientra negli obblighi contrattuali dell'impresa appaltatrice.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n°3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

5) PROGRAMMA DEI LAVORI

I lavori richiederanno circa **120 giorni** utili e consecutivi a partire dalla data di consegna degli stessi.

6) PIANI DI SICUREZZA

Ai sensi dell'art. 90, comma 3, del D.Lgs. n. 81/2008, si allega la redazione del piano di sicurezza, in quanto è prevedibile la presenza temporanea di più imprese data la tipologia dei lavori; l'appaltatore dovrà redigere il piano operativo di sicurezza (POS).

7) ESPROPRI

La realizzazione dei lavori non comporta l'attivazione di procedure di occupazione temporanee e permanenti, in quanto le opere previste saranno ubicate totalmente sulla sede stradale e nelle sue pertinenze.

Se in corso di esecuzione dei lavori l'impresa appaltatrice ritenesse necessarie occupazioni temporanee di aree che non sono nella disponibilità della Provincia di Pesaro, gli oneri e le procedure necessarie per acquisire i permessi rientrano negli obblighi a carico esclusivo dell'impresa esecutrice, ed eventuali prolungamenti dei tempi dell'appalto sono imputabili alla stessa.

8) QUADRO ECONOMICO

L'importo complessivo del progetto ammonta a € 250.000,00 suddivisi in € 191.281,36 per lavori compresi oneri di sicurezza, speciali e inclusi nei prezzi, ed ad € 58 718,64 per somme a disposizione dell'Amministrazione, come riportato nel seguente quadro economico:

a1) Importo per l'esecuzione delle Lavori (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)	€ 191,281.36
a2) Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (NON soggetti a Ribasso d'asta)	€ 9,102.03
a3) Importo Oneri Sicurezza Inclusa(NON soggetti a ribasso)	€ 9,156.08
Importo a base d'asta	€ 173,023.25
b) Somme a disposizione della stazione appaltante per:	
b1) Lavori in economia, previsti in progetto, ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€ -
b2) Rilievi accertamenti e indagini	
b3) Allacciamenti a pubblici servizi	
b4) Imprevisti	
b5) Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi	
b7) Spese di carattere strumentale e per l'assicurazione dei dipendenti della PA incaricati della progettazione, spese tecniche relative a: progettazione, alle necessarie attività preliminari e di supporto, nonché al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori ed al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, assistenza giornaliera e contabilità	€ 9,900.00
b8) art. 45 dlgs. 36/2023 Incentivi alle funzioni tecniche 2% (100%)	€ 3,825.62
b15) IVA ed eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (casse professionali 4%)	€ 44,743.02
b16) contributo ANAC	€ 250.00
Sommano	€ 58,718.64
TOTALE PROGETTO	€ 250,000.00

I prezzi dei lavori sono stati determinati in base al prezzario Regionale dei lavori pubblici del 2023, applicando uno sconto sui prezzi del 20%, determinato in base allo sconto medio degli appalti pubblici aggiudicati nella Regione Marche nell'anno precedente alla redazione del progetto. In particolare, nel caso in cui non fossero presenti alcune voci nel prezzario regionale di riferimento, si farà riferimento ai prezzari ufficiali di Regioni limitrofe o a quello Anas.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n°3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Si prevede la possibilità della “Revisione dei prezzi previste dall’articolo 106, comma 1, lettera a), primo periodo, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, fermo restando quanto previsto dal secondo e dal terzo periodo del medesimo comma 1”. Tale obbligo sarà previsto sino al 31 dicembre 2023 ai sensi del Decreto Sostegni-Ter art. 29 comma 1.

9) CONCLUSIONI

Il presente progetto completo di tutti gli elaborati tecnico-amministrativi viene trasmesso all’Amministrazione Provinciale per l’approvazione ed il finanziamento della spesa. Esso trova copertura finanziaria nei fondi del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti previsti nel piano dei finanziamenti ai sensi del D.M. n. 225 del 29/05/2021.

10) ELENCO DEGLI ELABORATI TECNICI

Il progetto è composto dai seguenti elaborati tecnici:

- 1) Relazione generale + quadro economico
- 2) Relazione specialistica sulle barriere
- 3) Relazione di calcolo c.a. per barriere
- 4) Relazione di verifica della Vulnerabilità Statica del Ponte
- 5) Relazione di Calcolo per la verifica di Adeguamento statico del Ponte + Relazione dei Materiali + Piano Manutenzione.
- 6) Computo Metrico
- 7) Elenco Prezzi
- 8) Capitolato speciale di appalto (parte amministrativa) + (parte tecnica)
- 9) Piano di Sicurezza+ Fascicolo dell’opera + Cronoprogramma dei Lavori
- 10) Tav. 01 stato di fatto
- 11) Tav 02 stato di progetto
- 12) Tav 03 particolari di progetto barriere
- 13) Tav. S01 tavola di progetto strutturale degli interventi

Pesaro, li 13/11/2023

IL PROGETTISTA
Ing. Simone Gaudenzi
(FIRMA DIGITALE)

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n°3 "FLAMINIA", zona Tavernelle, della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4



SERVIZIO 4 VIABILITA'-PROGETTAZIONE -
OPERE PUBBLICHE - RETE VIARIA

COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI – D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001– C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULLE
BARRIERE DI SICUREZZA**

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data:

13-11-2023

Tavola:

RSB-VAR

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Sommario

1. INTRODUZIONE	3
2. PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	4
4. RELAZIONE SULLE CARATTERISTICHE, QUALITÀ E DOSATURA DEI MATERIALI	5
5. SCELTA DEL DISPOSITIVO DI RITENUTA	6
6. REQUISITI BARRIERE BORDO LATERALE	8
7. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO	9
8. CRITERI DI PROTEZIONE BORDI LATERALI	10
9. CRITERI DI PROTEZIONE OPERE D'ARTE	11
10. CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI LATERALI (PALI ILLUMINAZIONE E SEGNALETICA, ETC..) 11	
11. LUNGHEZZA MINIMA DEL DISPOSITIVO DA INSTALLARE	13
12. DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI	14
12.1. TRANSIZIONI	14
12.2. TERMINALI SEMPLICI	15
12.3. TERMINALI SPECIALI	16
13. ADATTAMENTO DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE	17

Provincia di **PESARO E URBINO**

PROGETTO ESECUTIVO

**Oggetto: MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE SULLA S.P. 3 "FLAMINIA"
– B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37**

Comune di Montefelcino

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULLE BARRIERE DI SICUREZZA

Committente: **Provincia di PESARO E URBINO – Servizio Viabilità**
Dirigente del Servizio: **Dott. Ing. Mario Primavera**
Responsabile del procedimento: **Dott. Ing. Massimiliano Magnani**
Progettista: **Dott. Ing. Simone Gaudenzi**

1.INTRODUZIONE

L'intervento in progetto prevede la messa in sicurezza dei dispositivi di ritenuta del ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA", località Tavernelle, nel Comune di Montefelcino. (PU).

Il presente progetto, meglio descritto nel seguito, prevede la messa in sicurezza delle protezioni laterali del ponte attualmente costituite da fatiscenti parapetti in muratura, ammalorati, oltre che dalla vetustà, anche a seguito degli urti subiti.

In particolare, verranno sostituite le barriere di sicurezza con nuove barriere metalliche a lame e paletti sul bordo laterale, sia sul ponte che sul sedime naturale posto in adiacenza dell'opera d'arte, sulla quale è prevista la costruzione di una soletta di ripartizione in c.a. con nuovi cordoli, con finalità di garantire il corretto funzionamento dei sistemi di ritenuta.

Le strutture portanti in oggetto sono costituite da un ponte ad arco in muratura. Il ponte è collocato su un fosso, e risulta sussistere una interferenza con reti di sottoservizi posti sull'opera d'arte, come indicato nelle tavole di progetto in allegato.

La presente relazione è redatta in conformità a quanto richiesto all'art. 2 del Decreto n. 223 del 18 febbraio 1992. La presente relazione è relativa esclusivamente alla riqualifica delle barriere di sicurezza.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

2. PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministero Infrastrutture 17 Gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare Esplicativa n° 7 del 21/01/2019 C.S.LL.PP.;
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: *“Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*;
- Decreto del ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 giugno 2004 n. 2367: *“Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”*;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. n. 63 del 16/03/1992): *“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”*;
- D.Lg.vo n. 285/1992 e s.m.i. *“Nuovo codice della strada”*;
- D.P.R. n. 495/1992 e s.m.i. *“Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”*;
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, *“Norme Funzionali e geometriche per la costruzione di strade”*.
- Circolare del Ministero dei Trasporti n. 104862 del 15/11/2007 *“Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere”*.
- Circolare del Ministero dei Trasporti n. 62032 del 21/07/2010 *“Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*;
- Norme UNI EN 1317, *“Barriere di sicurezza stradali”*;
- DM. 28.03.2011 , *“ disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”*

3. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Lo stato di fatto è stato ricostruito a partire di sopralluoghi in sito e da cartografia ufficiale.

Nello sviluppo del progetto delle barriere sono state svolte le seguenti attività:

- Definizione della classe delle barriere di sicurezza per i diversi elementi infrastrutturali in progetto;
- Definizione delle modalità d’installazione dei diversi tipi di barriera previsti, in funzione delle caratteristiche costruttive dei bordi stradali;

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 “FLAMINIA” della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

4.RELAZIONE SULLE CARATTERISTICHE, QUALITÀ E DOSATURA DEI MATERIALI

Conglomerato cementizio alleggerito armato Classe di resistenza LC 35/38:

- resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni su provini cubici $R_{ck} = 380 \text{ daN/cm}^2$
- resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni su provini cilindrici $f_{ck} = 350 \text{ daN/cm}^2$

Acciaio di tipo B450C:

- resistenza caratteristica di snervamento $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$
- resistenza caratteristica a rottura $f_{tk} = 5400 \text{ daN/cm}^2$
- resistenza di calcolo di progetto $f_{yd} = 3913,04 \text{ daN/cm}^2$

Analisi dei carichi:

Peso proprio elementi strutturali (G1): Barriera legno-metallo $G1 = 1,00 \text{ kN/m}$;

Carichi Variabili (Q): Q = carico di esercizio orizzontale: $100 \text{ kN} - 50 \text{ kN}$;

Q = carico di esercizio verticale: 200 kN .

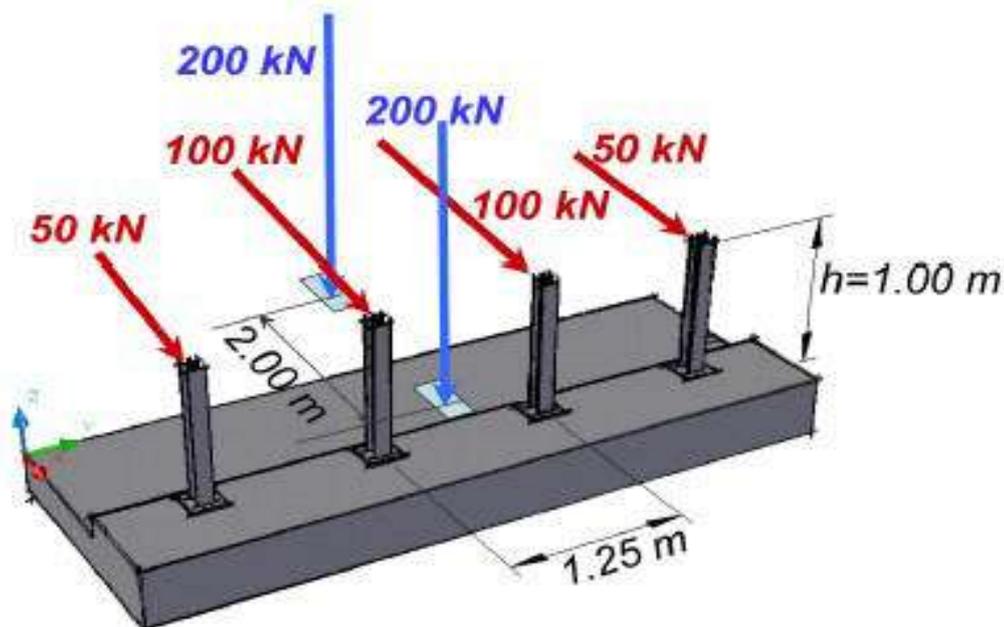


Fig. 1. Schema di calcolo delle azioni agenti sulla barriera di sicurezza H2 bordo ponte in acciaio

5.SCELTA DEL DISPOSITIVO DI RITENUTA

La definizione delle classi minime delle barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. LL PP 21.06.2004 in conseguenza della classe funzionale a cui appartiene la strada e della relativa classe di traffico che la impegna.

Per la definizione della classe di traffico che impegna l'asse stradale si fa riferimento alle osservazioni disponibili, dalle quali si desume un TGM bidirezionale < 1000 veicoli. La percentuale dei veicoli pesanti rilevata risulta inferiore al 5 % da cui deriva un tipo di traffico I ai sensi del DM. LL PP 21.06.2004.

La S.p. n° 65 "Cereto", nel tratto in cui è prevista l'installazione delle barriere oggetto di questa relazione, è classificata come strada di tipo F, ai sensi del D.M. n. 6792 del 05/11/2001.

Definite la classe di traffico e il tipo di strada e possibile determinare le classe minima della barriera da adottare in funzione della sua destinazione, sintetizzate in:

Tipo di strada	Tipo di Traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere di bordo ponte (1)
Strada extraurbana secondaria (F)	I	H2	H1	H2
(1) per ponti e viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 m; opere di luce minore sono equiparate al bordo laterale				

Tabella 1: classi minime di barriere prescritte dal D.M. 21.06.2004

Dal momento che l'intervento è finalizzato alla messa in sicurezza del tratto stradale in corrispondenza del ponte posto al km 0+265 della S.P. n° 3 "FLAMINIA", si è optato per sistemi di ritenuta da bordo ponte che secondo la tabella 1 sopra riportata devono essere di classe minima H2 del tipo in acciaio.

Per le "Alf funzionali", da installare nei tratti in approccio e uscita, prima e dopo le opere d'arte, si sono previste barriere da rilevato in classe H2, in questo modo la rigidità all'impatto delle due barriere nel punto di transizione saranno sicuramente simili.

Si fa presente che il concetto di "Ala funzionale" deve essere inteso in relazione alla seguente prescrizione della norma (DM 2367/2004): *"la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera), per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione"*.

In relazione alle modalità di esecuzione delle prove d'urto sulle barriere (punto di impatto situato a 1/3 della lunghezza di funzionamento L_f pari a 58.5m), come indicato nei certificati dei modelli considerati) ed in relazione a quanto precisato nella Circolare n. 62032 del 21/07/2010 (*"Il progettista può stabilire lo sviluppo di barriera da porre a monte dell'ostacolo, tenendo conto delle modalità con cui sono state effettuate le prove sulle barriere per l'omologazione della morfologia della strada"*), **la lunghezza dell'ala funzionale nel caso in oggetto per barriera di classe H2 è stata stabilita in almeno 18.5 m ($1/3L_f$ – vedi Tabella n. 2. Di seguito), ovvero dopo la zona da proteggere deve avere almeno $1/3L_f$, anche se poi si considererà come misura necessaria per l'ala funzionale quella desunta dalla lunghezza funzionale della barriera laterale a bordo rilevato perché come valore più restrittivo.**

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

I dispositivi di ritenuta da impiegare in opera dovranno essere tutti dotati di marcatura CE ai sensi del D.M. 28.06.2011 e della norma UNI EN 1317-5. Negli elaborati di progetto e nella presente relazione tecnica sono indicati i requisiti prestazionali delle diverse barriere utilizzabili in progetto.

Classe	Tipo	Materiale	Tipo	Nome	Lf(m)	Severità URTO	Wb1(m)	Wb2(m)	Dm(m)
H2	Bordo Ponte	Metallica	MARCEGAGLIA Tripla Onda	H2BP-MARC2021	58.5	B	0.4	1.2	0,90

Tabella 2: barriera bordo ponte considerata in progetto tipo MARCEGAGLIA H2BP-MARC2021

Lf= lunghezza di funzionamento barriera considerata;

SEVERITA' URTO = B

Wb1= larghezza operativa impatto leggero = W1

Wb2= larghezza operativa impatto pesante \leq W4

L_{max} = larghezza del dispositivo (ingombro massimo)

Dm = Deformazione dinamica massima normalizzata

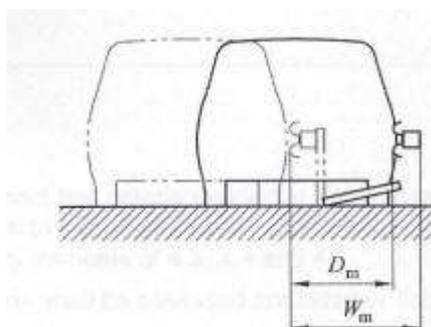


fig. 2. – schema deformazioni

Per quanto attiene alle barriere TIPO “bordo laterale” e ai dispositivi complementari negli elaborati che costituiscono il progetto, nella presente relazione sono stati definiti i criteri geometrici e prestazionali che devono essere rispettati, indipendentemente dal tipo di dispositivo usato. *Con riferimento a queste tipologie di dispositivi quanto rappresentato negli elaborati delle barriere di sicurezza corrisponde pertanto un'esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto esecutivo.*

L'Appaltatore dovrà individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, dispositivi installabili secondo Vigenti Normative che possono garantire prestazioni analoghe ed in linea con i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni ed i dettagli costruttivi (in particolare le transizioni tra le barriere proposte e tra queste ultime e le barriere esistenti, gli elementi terminali e di avvio delle barriere di sicurezza, le geometrie delle cuspidi) dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche dei dispositivi effettivamente utilizzati.

Sarà cura ed onere dell'Appaltatore effettuare le prove sperimentali in situ volte a verificare che le barriere abbiano, nell'installazione su STRADA e nelle condizioni di rilevato stradale, prestazioni e comportamento analoghi a quanto mostrato nelle prove su Crash Test eseguite nei Laboratori Prove per le certificazioni CE.

Sarà inoltre Facoltà dell'Appaltatore avvalersi dispositivi equivalenti di bordo ponte alternativi a quelli previsti nel progetto. Tali equivalenti dovranno rispondere ai requisiti nel Capitolato Speciale di Appalto.

In tale ipotesi, l'Appaltatore dovrà inoltre provvedere, con riferimento ai dispositivi che intende installare, a redigere un nuovo progetto che dovrà contenere (quanto meno) le verifiche e le valutazioni eseguite nel presente progetto con riferimento ai citati dispositivi e a rendere disponibili i progetti costruttivi.

6. REQUISITI BARRIERE BORDO LATERALE

Nel seguito per i dispositivi da bordo laterale si riportano i requisiti geometrici e prestazionali minimi previsti in progetto:

Per quanto attiene ai **requisiti geometrici** che dovranno avere i dispositivi:

- A) Nastro longitudinale a Tripla Onda ed altezza da terra non superiore ad un 1ml, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia;
- B) Larghezza L1, misurata sul fronte lama e l'interno del palo, non inferiore a 18cm, per consentire la corretta installazione, in relazione alla presenza sul margine stradale di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma;
- C) Ingombro trasversale L2, misurato tra il fronte lama ed il tergo del palo, non superiore a 50cm, per consentire la corretta installazione in relazione alle geometrie delle scarpate stradali;

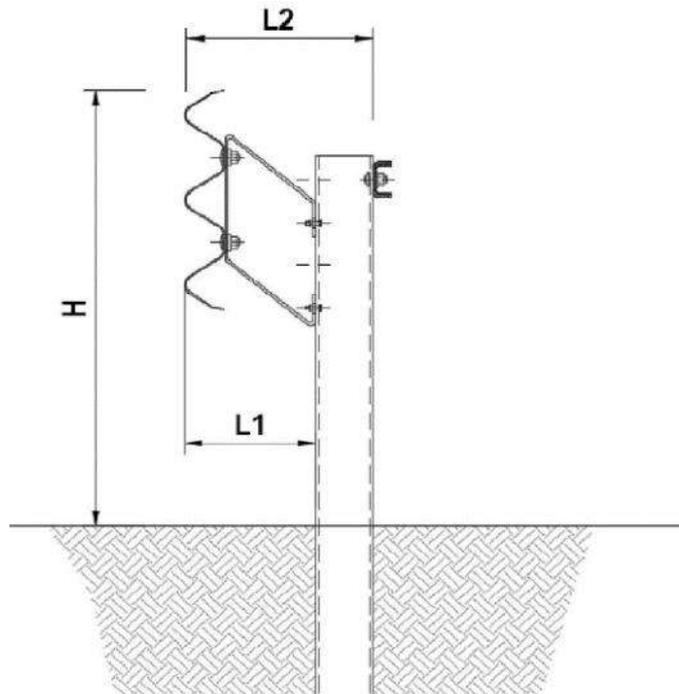


Fig. 3 – Dimensioni tipiche di una barriera

Per quanto attiene ai **requisiti prestazionali** che dovranno avere i dispositivi, si evidenzia che il progetto ha individuato tali requisiti in relazione alle specifiche installazioni previste in progetto (ad esempio in relazione alla presenza di ostacoli o altri elementi di potenziale interferenza a targa dei dispositivi di ritenuta) e ne ha successivamente prevista l'estensione all'intero ambito di intervento secondo un criterio di uniformità dei dispositivi da installare nell'ottica di ottimizzazione della futura gestione dell'infrastruttura, nello spirito di quanto richiesto dall'art. 6 del DM 21.6.2004.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Classe	Tipo	Materiale	Tipo	Severità URTO	LF(M)	Wb2(m)	Wb1(m)	Dm (m)
H2	Bordo Laterale	Metallica	MARCEGAGLIA Tripla Onda H2/W4 – H2BLMARC2020	A	63,00	1.3 (W4)	0,7(W2)	1,2

Tabella 3: barriera bordo laterale considerata in progetto – MODELLO H2BL MARC2020

Lf= lunghezza di funzionamento barriera considerata;

SEVERITA' URTO = A

Wb2 = larghezza operativa impatto pesante <= W5

Wb1 = larghezza operativa impatto leggero <= W2

Dm = Deformazione dinamica normalizzata per mezzo pesante

La lunghezza dell'ala funzionale nel caso in oggetto per barriera di bordo laterale di classe H2, come quello oggetto di installazione, è stata stabilita in almeno 21.0 ml (1/3Lf – vedi Tabella n. 3. precedente), ovvero dopo la zona da proteggere deve avere almeno 1/3Lf. Poiché l'ala funzionale delle barriere bordo ponte sarà eseguita con barriere bordo rilevato, allora si considererà la misura dell'ala funzionale di tale tipologia di barriera perché la misura è più restrittiva. In particolare, essendo le barriere bordo laterali dei moduli da 4,5ml, allora si considererà esecutivamente una lunghezza delle Ali funzionali pari a 22,5ml, ovvero multipli dei moduli funzionali di tali barriere.

7. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO

Nell'ottica di aumentare il livello di sicurezza del tratto stradale oggetto d'intervento, si provvederà a realizzare un'installazione di barriera il più possibile continua su tutto il bordo stradale, posto in corrispondenza del ponte situato al km 0+265 circa della S.P. n. 3 "FLAMINIA".

In particolare, si eseguirà un allargamento della carreggiata in corrispondenza del ponte stradale al fine di poter installare nuove barriere metalliche in sostituzione delle attuali barriere in muratura esistente, non più a norma. Al fine di fare tale operazione verrà eseguita una soletta in c.a. sul ponte ad arco esistente, sui cui cordoli laterali in c.a. verranno installate barriere metalliche tripla onda per bordo ponte, mentre all'esterno sul rilevato verrà installata una barriera metallica sempre a tripla onda su pali.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Saranno montati seguenti i dispositivi di ritenuta:

- 1) Barriere per bordo laterale su terra di classe H2;
- 2) Barriere per bordo ponte in corrispondenza di opere d'arte di classe H2, ancorate sui cordoli in c.a. da realizzare.

Inoltre saranno previste le seguenti lavorazioni particolari che risultano così divise:

- 1) Realizzazione di nuova soletta armata con cordoli in c.a. in corrispondenza della lunghezza del ponte di circa 42,5ml, come indicato nelle tavole di progetto poste in Allegato tav. A2.

8.CRITERI DI PROTEZIONE BORDI LATERALI

Per quanto riguarda i bordi laterali su sedime naturale i criteri di protezione adottati nell'ambito del presente progetto sono i seguenti:

- A) L'installazione di barriere di sicurezza è stata prevista affinché sia sempre garantita la "protezione" in presenza di rilevati di altezza superiore ad 1ml con pendenza 2/3, in presenza di ostacoli laterali (comprese cunette idrauliche non carrabili), in presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, etc.. ad una distanza dal confine stradale (fascia di rispetto);
- B) L'installazione della barriera viene completata ai lati, oltre il tratto dove è necessario garantire una protezione sul bordo laterale, con due "ALI" ($L=1/3L_f$) al fine di garantire l'efficacia della protezione alle estremità di ogni singolo impianto. (In particolare tali ali si faranno sempre dopo che termineranno le barriere da ponte).
- C) Se la lunghezza del singolo impianto determinata secondo i criteri di cui al punto precedente è $<L_f$ (lunghezza di funzionamento) è prevista l'estensione dell'installazione fino al raggiungimento di una lunghezza complessiva pari a L_f , prevedendo, ove possibile, di allocare la lunghezza aggiuntiva sul lato ingresso.
- D) Gli impianti isolati di barriera devono sempre essere installati prevedendo opportuni terminali di inizio e fine impianto, salvo dove diversamente specificato in progetto (vedi punto seguente).
- E) Nel caso in cui, causa la geometria del tracciato (ad es. impianto di barriera di lunghezza inferiore a L_f), sia materialmente impossibile prevedere l'installazione delle "ALI" o di un dispositivo di lunghezza pari a L_f , si provvede ad ancorare convenientemente le estremità della barriera a manufatti esistenti o da realizzare, in modo da assicurare il trasferimento dei carichi conseguenti gli impatti.

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi di classe H2. L'altezza dei paletti di infissione dovrà essere incrementata nel caso in cui lo condizioni di installazione non corrispondano alla condizione di prova delle barriere stesse.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

9. CRITERI DI PROTEZIONE OPERE D'ARTE

Per quanto riguarda le opere d'arte (ponti), sono stati adottati i seguenti criteri di progettazione delle barriere:

- A) Se la lunghezza del CORDOLO dell'opera è $\geq L_f$ (Lunghezza di funzionamento della barriera), l'installazione della barriera bordo ponte è completata ai lati con due "Ali funzionali" pari a $L=1/3L_f$; al fine di garantire l'efficace protezione alle estremità dei tratti del ponte stradale.
- B) Se la lunghezza del CORDOLO dell'opera (caso in questione) è $< L_f$ (Lunghezza funzionale della Barriera), è prevista installazione, in prosecuzione della barriera di bordo ponte (dispositivo principale), di una barriera da bordo rilevato (dispositivo secondario), fino al raggiungimento di una lunghezza complessiva pari a L_f , costituendo un sistema misto; è previsto che il sistema secondario sia posizionato prima e dopo la barriera bordo ponte.

Il dispositivo in questione avrà in questo caso anche la funzione di "Ala" e pertanto non potrà avere, per ciascuno dei due tratti a monte e a valle della barriera di bordo ponte, una lunghezza inferiore a $1/3L_f$, sia in ingresso che in uscita. Fanno eccezione i casi in cui vi sono ingressi carrabili, in prossimità del ponte, in cui non è possibile eseguire tale prolungamento.

Nel caso in cui, l'estensione del dispositivo secondario, necessaria a raggiungere L_f , sia superiore $2/3 L_f$ (somma dell'ala in ingresso e dell'ala in uscita) la lunghezza aggiuntiva viene allocata sul lato d'ingresso.

Si fa presente che il concetto di "Ala funzionale" deve essere inteso sia con riferimento specifico al caso delle opere d'arte come opportuna " estensione oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto"; che più in generale delle porzioni di dispositivo da prevedere a monte e a valle di un ostacolo da proteggere o, più in generale, di tratto da proteggere al fine di dare efficacia alla protezione. In caso di concomitanza di più condizioni, la lunghezza di $1/3 L_f$, sia in ingresso che in uscita, è da intendersi riferita all'elemento da proteggere più esterno rispetto all'impianto di progetto.

La tipologia delle barriere per bordo ponte è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti imbullonati su cordolo in c.a. di classe H2.

10. CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI LATERALI (PALI ILLUMINAZIONE E SEGNALETICA, ETC..)

Gli ostacoli laterali che in caso d'urto potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada o subire danni comportando quindi un pericolo per i non utenti della strada, se non eliminabili, vengono protetti con barriere di sicurezza in tutti i casi in cui la posizione e la natura dell'ostacolo consente alla barriera di realizzare una protezione efficace. L'art. 3 del DM 2367 del 21 Giugno 2004, impone per i casi citati di allungare per un'estensione pari ad almeno quella indicate nel certificato di omologazione, ponendo un valore pari a $2/3L_f$ prima dell'ostacolo.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

Con riferimento a questa modalità le condizioni ottimali di installazione richiedono una distanza tra il fronte del dispositivo di ritenuta e l'ostacolo non inferiore alla larghezza operativa della barriera (veicolo pesante).

Per altre tipologie di ostacoli fissi si dovrà seguire la seguente procedura:

- cartelli di segnaletica verticale: trattasi di ostacoli molto leggeri che non sono in grado di influenzare il funzionamento delle barriere durante l'urto e che, se rotti durante l'impatto, non creano danni per perdita di funzionalità e non sono in grado di costituire pericoli né per l'utenza autostradale, né per quella esterna. Pertanto, in loro corrispondenza non è prevista alcuna specifica protezione e se la barriera di sicurezza è prevista si manterrà il tipo e la classe di bordo laterale corrente, indipendentemente dalla distanza tra essa e l'ostacolo;

- montanti verticali di strutture di segnaletica e pali di illuminazione: i montanti delle strutture saranno ubicati ad una distanza non inferiore alle larghezze di lavoro W delle barriere montate in modo da non interferire con il loro corretto funzionamento in caso d'urto; mentre sulle strade esistenti in cui si ha la mancanza di spazio a garanzia del funzionamento della barriera di sicurezza e non fosse possibile riposizionarli, nel Progetto di sistemazione stradale(P.S.S.) dovranno essere riportate le soluzioni congrue e motivate per la messa in sicurezza del bordo stradale;

- punti singolari: questi punti, derivanti dall'impossibilità di posizionare a distanza conveniente alcuni ostacoli, saranno trattati caso per caso e secondo le necessità di una corretta funzionalità della barriera ivi installata. Ricordando quanto previsto dall'art. 6 del D.M. 2367 21 giugno 2004, in riferimento ai punti singolari come pile da ponte senza spazio laterale o simili, non sarà possibile utilizzare protezione a nastri e paletti per mancanza di spazi di funzionamento; si adotteranno eventualmente anche dispositivi in parte difformi da quelli previsti, curando in particolare la protezione degli urti frontali. Le protezioni quindi potranno essere di tipo a muretto in cemento e saranno definite dal progettista, esse non dovranno essere necessariamente corrispondenti ad uno specifico prodotto omologato o assoggettato a crash test.

E' però opportuno fare presente che la normativa, secondo quanto chiarito dalla Circolare Ministeriale 21.07.2010., contempla la possibilità che possano esistere elementi collocati all'interno della larghezza operativa delle barriere di sicurezza, andando a verificare che non si modifichino le severità d'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri e le conseguenze dell'urto con veicolo pesante sull'elemento posto all'interno della larghezza operativa.

Nello specifico, la citata circolare 21.07.2010. indica quanto segue:

"In presenza di ostacoli o di altri elementi di possibile interazione con la deformazione della barriera posti all'interno della larghezza operativa della barriera stessa, determinata con riferimento alla classe di contenimento prevista in progetto, il progettista dovrà quindi verificare, almeno:

- A. Che non si modifichino le severità d'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri all'interno nelle condizioni corrispondente alle prove TB11 e TB32(ove prevista) di cui alla UNI EN 1317-2;*
- B. Le conseguenze dell'urto con veicolo pesante sull'elemento posto all'interno della larghezza operativa. Il veicolo pesante da considerare è quello corrispondente alla classe di protezione prevista dalla norma, indipendentemente dalla eventuale scelta progettuale di elevare la classe al fine di contenere le deformazioni dinamiche o per altre motivate considerazioni tecniche";*

Al momento non sono previsti ostacoli laterali da considerare.

11. LUNGHEZZA MINIMA DEL DISPOSITIVO DA INSTALLARE

Laddove non sia possibile installare la lunghezza minima del dispositivo come indicato nei documenti di prova, nel Progetto dovrà essere indicato il tratto in deroga giustificando le ragioni (generalmente legate alla morfologia e geometria nel caso di strade esistenti).

Al riguardo si rammenta che, ai sensi della norma UNI EN 1317-5, la lunghezza minima di installazione di un dispositivo deve essere costituita da un tratto centrale e da due ali (tratto di inizio e fine) indispensabili per consentire al tratto centrale di esplicare la totalità delle sue funzioni lungo tutto il suo sviluppo. Qualora non venga indicato diversamente dalla documentazione della marcatura CE, lo sviluppo delle ali viene deve essere pari a un terzo della lunghezza minima del dispositivo indicata nella documentazione della marcatura CE.

Considerato quanto detto finora, la lunghezza di un terzo della stesa di prova si traduce in metri di stesa reale, quindi l'ala "teorica" deve essere uguale all'ala dell'impianto qualunque tipologia di barriera essa sia. Le parti finali delle ali sono generalmente costituite da terminali semplici che potranno essere dimensionati al fine di assolvere, qualora sia previsto nelle prove di cash test, la funzione di ancoraggio.

Citando l'art. 6 del D.M. 2367 21 giugno 2004, si permette inoltre che "laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempiotestato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento o di classe ridotta, H3 solo nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4, garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare".

Tratto	Tipologia	----	Lunghezza
Elemento terminale	Tipo STANDARD	----	6,0 ml
Ali funzionali (netto Raccordo e terminale)	Bordo Laterale	H2	13,50 ml
Raccordo allargamento	Bordo Ponte	H2	4,50 ml
S.P. n° 83 "Morola"	Bordo Ponte	H2	40,50 m
Raccordo Allargamento	Bordo Ponte	H2	4,50 ml
Ali funzionali (netto Raccordo e terminale)	Bordo Laterale	H2	13,50 ml
Elemento terminale	Tipo STANDARD	-----	6,00 ml

Tabella 4: Dimensioni minime di progetto delle Barriere

Le sviluppo delle Ali funzionali vengono calcolate considerando anche lo sviluppo degli elementi terminali e di quelli di transizione.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

12. DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI

Oggetto del presente paragrafo sono sia i dispositivi di ritenuta ai sensi della EN1317 (attenuatori d'urto, transizioni e terminali speciali) che gli elementi iniziali e finali di una barriera.

Per quanto riguarda i primi si rappresenta che *ad oggi solo per gli attenuatori d'urto risulta obbligatoria la marcatura CE*, mentre per transizioni e terminali speciali non è possibile alcuna marcatura CE, considerato che la ENV 1317-4 che ne stabilisce i requisiti per la valutazione di conformità è norma volontaria, mentre la EN 1317-7 (terminali speciali) è in bozza.

Sarà quindi onere dell'Appaltatore presentare i progetti costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le barriere esistenti nonché degli elementi terminali e di avvio delle barriere equivalenti proposte. Relativamente ai collegamenti con i dispositivi esistenti sarà in ogni caso onere dell'Appaltatore provvedere al ritiro delle barriere e alla predisposizione dei disegni costruttivi dei pezzi speciali. Le soluzioni tecniche dovranno comunque attenersi al rispetto delle regole di progettazione riportate nei seguenti paragrafi.

12.1. TRANSIZIONI

Le transizioni Standard tra le barriere di diverso tipo e posizione dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

I raccordi tra gli elementi longitudinali posti ad altezze e posizioni in pianta differenti dovranno essere risolti mediante elementi inclinati verticalmente ed orizzontalmente, con angolo d'inclinazione rispetto all'allineamento degli elementi adiacenti tale da garantire il trasferimento degli sforzi orizzontali.

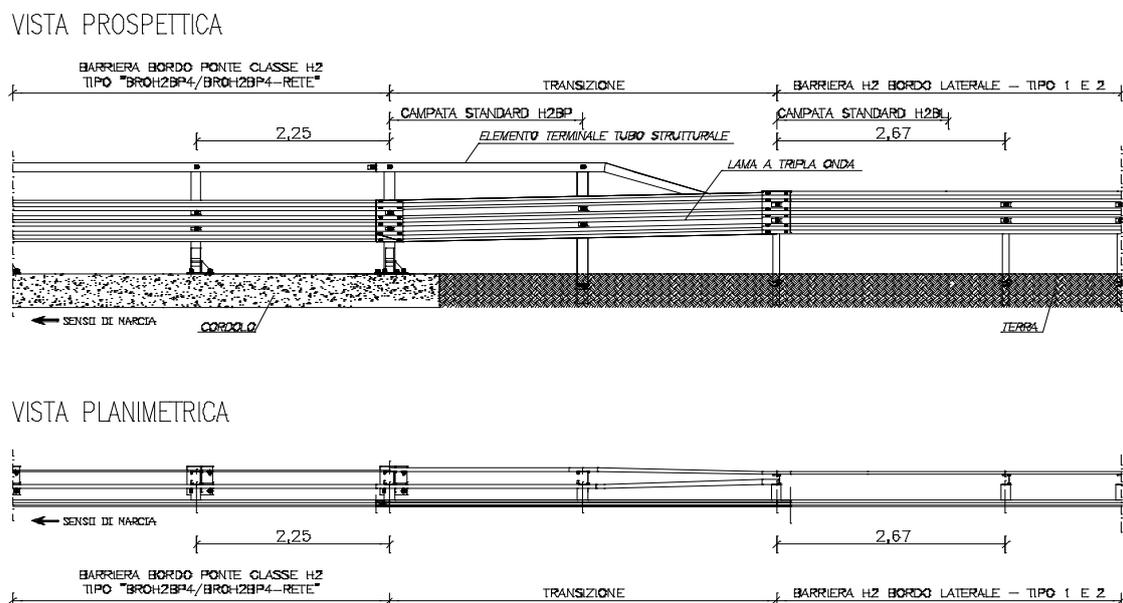


Fig. 4 - Esempio di transizione H2 tipo ANAS S.p.A.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, utilizzando accorgimenti volti a scongiurare la possibilità di un urto diretto contro la parte terminale dell'elemento, ad esempio prevedendo di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali principali, prima della sua interruzione, di inclinarlo fino a terra o andandolo a collocare dietro agli elementi longitudinali correnti.

Nel caso di sistema misto, dove previsto l'impiego di un dispositivo secondario per realizzazione di "Ali Funzionali", la transizione sarà considerata strutturalmente continua laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale) preveda:

- Utilizzo di stesso materiale per le barriere;
- La continuità degli elementi longitudinali resistenti (ovvero gli elementi longitudinali resistenti a lama principale tripla onda, eventuale lama secondaria o superiore o inferiore la lama principale ed i profili aventi funzione strutturale);

In alternativa potrà essere valutata l'opportunità di modificare, innalzandola oltre il valore minimo indicato in progetto, la classe di contenimento di una o di entrambe le barriere contigue così da trovare un accoppiamento che garantisca i suddetti requisiti.

La rigidità dei singoli dispositivi del sistema misto dovrà essere confrontabile (valori di deformazione dinamica simili); in caso contrario la barriera più deformabile dovrà essere irrigidita nella parte terminale che precede la transizione. In particolare, si dovrà considerare la deformazione corrispondente alla stessa tipologia di urto, nel caso di giunzione tra una barriera di classe H2 e H1.

12.2. TERMINALI SEMPLICI

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovrà essere dotata di un sistema terminale che impedisca l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

Il terminale di inizio impianto delle barriere metalliche dovrà essere costituito da elementi inclinati verso l'esterno del corpo stradale, secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto. In particolare, lo stesso sarà costituito da una lama standard di barriera deviata verso l'esterno della carreggiata con angolo di inclinazione pari a circa 3° e lama terminale di circa 1.5ml che gira di circa 90° verso l'esterno.

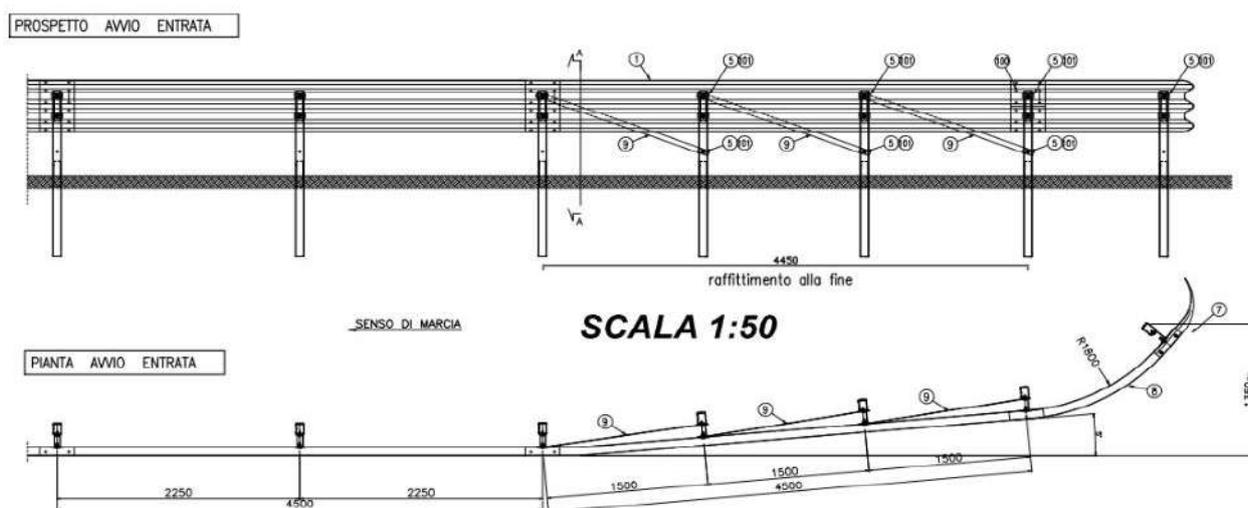


Fig. 5 - Esempio di terminale H2 bordo laterale transizione STANDARD.

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

I terminali semplici, intesi come normali elementi iniziali di una barriera di sicurezza, potranno essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-7, installati secondo la vigente normativa e di classe adeguata in base alla velocità imposta per la strada in oggetto.

12.3. TERMINALI SPECIALI

la loro scelta avverrà tenendo conto delle prestazioni, della loro ubicazione e destinazione secondo la seguente tabella:

VELOCITÀ IMPOSTA NEL SITO DA PROTEGGERE	CLASSE DEI TERMINALI
CON VELOCITÀ $V \geq 130$ KM/H	P3
CON VELOCITÀ $90 \leq V < 130$ KM/H	P2
CON VELOCITÀ $V < 90$ KM/H	P1

Tabella 4 – Scelta dei terminali speciali



Fig. 6 – esempio di installazione di Terminali

I terminali speciali sono dei dispositivi appositamente studiati e testati con apposite prove d'urto con lo scopo di dissipare una parte dell'energia cinetica posseduta dal veicolo impattante nel caso di urti frontali e laterali contro i punti iniziali delle barriere di sicurezza.

Nel caso di urti laterali, i terminali speciali devono comportarsi in termini di contenimento come le barriere di sicurezza, ossia devono riportare il veicolo in carreggiata con velocità e angoli ridotti, cercando di offrire allo stesso tempo il massimo livello di sicurezza sia per gli occupanti del veicolo che per il veicolo stesso.

Nel caso di urti frontali, invece, i terminali speciali devono contenere il veicolo arrestandolo in maniera controllata ed evitare che oltrepassi il terminale stesso. In ogni caso, poiché a seguito dell'urto del veicolo il terminale si deforma, occorre che a tergo di esso vi sia uno spazio sufficiente per potersi deformare liberamente privo di ostacoli.

I terminali speciali sono in genere realizzati da una serie di elementi metallici concatenati in grado di deformarsi in maniera progressiva fino a sovrapporsi per effetto dell'azione del veicolo impattante; sono dotati quasi sempre di un elemento frontale di attenuazione e raccordo in grado di spingere le parti mobili del sistema nella direzione dell'urto. I terminali speciali per funzionare dovranno essere attestati in continuità alla barriera stradale (in acciaio o in cemento) attraverso un elemento di connessione fornito dal produttore che permette scaricare sulla barriera le forze sviluppate durante l'urto.

Sulla base dei risultati delle prove d'urto eseguite dal produttore si possono distinguere:

- Terminali assorbenti;
- Terminali non assorbenti;
- Terminali unidirezionali in avvicinamento: funzionano solo all'inizio della barriera;
- Terminali unidirezionali in allontanamento: funzionano solo alla fine della barriera;
- Terminali bidirezionali: funzionano in due direzioni, ossia anche nel caso in cui il veicolo provenga nella direzione opposta rispetto al senso di installazione del dispositivo;

Al momento non sono previsti terminali speciali.

13. ADATTAMENTO DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE

L'art. 6 del DM 21.06.04 prescrive di adattare il supporto dei dispositivi di ritenuta alle caratteristiche della sede stradale ove questi sono stati installati.

Per l'installazione delle barriere da bordo stradale con paletti infissi su scarpate esistenti (ovvero in prossimità delle ali funzionali al ponte) ed arginelli di dimensioni ridotte (0,5ml) si è ***ipotizzata una profondità d'infissione minima pari a 1,60ml per i dispositivi di classe H2***. Tale aumento della profondità è dovuta al fatto di riportare lo stesso livello di rigidità della barriera alla condizione di prova della stessa, ovvero con piano di infissione completamente in piano e quindi con capacità di trattenuta dei pali migliori rispetto ad una scarpata.

Si può prevedere per semplicità di montaggio ed ottimizzazione delle forniture, l'impiego di dispositivi con montanti tutti alla stessa lunghezza maggiorata.

L'infissione maggiorata dei paletti è da considerarsi una modifica di prodotto ai sensi dell'Allegato della UNI EN 1317-5. Il dispositivo di sicurezza adottato discende pertanto da un prodotto esistente di marcatura CE, per il quale un ente certificatore regolarmente accreditato ha rilasciato l'estensione del marchio CE anche per la modifica introdotta (pali di lunghezza maggiorata).

Per quanto attiene alla stabilità trasversale del veicolo impattante nelle condizioni di scarpate esistenti (ovvero nel nostro caso in prossimità delle "Ali funzionali" del ponte), si è fatto riferimento a quanto previsto in merito dal DM 21.06.2004 e ribadito dalla Circolare Ministero Infrastrutture del 21.07.2010:

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 "FLAMINIA" della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

“Fermo restando le prescrizioni di Normativa esistenti in merito alla larghezza minima degli elementi marginali, ove vigenti, tale verifica, tanto per strade nuove che per quelle esistenti, potrà essere svolta con criteri analitici che si riterranno al riguardo più opportuni, valutando la congruenza tra le prestazioni offerte dalla barriera e le caratteristiche del supporto in sede progettuale. Nel caso di sede stradale esistente, questi criteri potranno anche contemplare il calcolo dello spazio di lavoro con riferimento all’incidente abituale”

Di conseguenza, è stato verificato che, in base a studi e sperimentazioni eseguite in precedenza, le ordinarie barriere di bordo laterale un supporto orizzontale di larghezza 50cm (larghezza minima dell’argine prima della scarpata) è compatibile con la deformazione associata all’urto più probabile, ovvero vettura di classe C (SI VEDE LO STUDIO DI AUTOSTRADE-RESIT SRL-MECALOG ITALIA-SPEA “Studio per l’individuazione dello Spazio di lavoro Probabile delle barriere di sicurezza progettate ed omologate o in attesa di omologazione da parte di Autostrade”).

Valutazioni analoghe dovranno essere fatte per i dispositivi proposti dall’Appaltatore, fermo restando che le caratteristiche dei dispositivi di bordo stradale dovranno rispettare i requisiti prestazionali e geometrici di progetto.

L’eliminazione di supporti, ancorché isolati, dovrà essere evitata (a maggior ragione nelle zone di approccio alle opere d’arte e nelle zone di transizione verso dispositivi dotati di maggior rigidità) e , se ritenuta inevitabile per problemi realizzativi insormontabili, la soluzione proposta di adattamento dovrà essere sottoposta alla approvazione della Direzione Lavori.

Per le barriere tipo bordo ponte metalliche – coerentemente con quanto indicato nel manuale di installazione – si è ritenuto idoneo un supporto di larghezza minima pari a 0,50ml (0,60ml nel caso di barriere integrate) in relazione al comportamento dinamico delle barriere in occasione dell’urto con mezzo pesante. Infatti, dai certificati dei crash test si evince che tutti i montanti sono rimasti attaccati al cordolo di fissaggio durante la fase di urto. Ne consegue che il mezzo non ha significativamente superato con le ruote la piastra di collegamento tra i montanti della barriera ed il cordolo potendo al massimo aver transitato sulla parte inferiore dei montanti deformati. Si ritiene pertanto che le barriere possano essere posta in opera anche senza l’extra-larghezza a tergo delle piastre di ancoraggio nella configurazione di crash test.

In caso di adozione di dispositivi equivalenti di tipo bordo ponte sarà onere dell’Appaltatore far verificare ad un progettista abilitato l’effettiva compatibilità del sistema di ancoraggio delle barriere di sicurezza bordo ponte che si prevede di impiegare con le caratteristiche geometriche e strutturali del supporto.

Sarà onere dell’Appaltatore procedere con il tracciamento dei punti di posa dei montanti delle barriere su opera d’arte e sia su bordo rilevato, prima dell’inizio dei lavori, in modo da verificare preventivamente la presenza di ostacoli per il corretto fissaggio dei paletti.

PESARO 12- 11-2023

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Simone Gaudenzi

Ponte posto al km 0+265 della S. P. n° 3 “FLAMINIA” della Provincia di Pesaro e Urbino, Settore V4

CERTIFICATO DI COSTANZA DELLA PRESTAZIONE

2131/CPR/947

In conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da costruzione o CPR), questo certificato si applica al prodotto da costruzione

H2BP-MARC2021

BARRIERA DI SICUREZZA STRADALE CLASSE H2

Avente le prestazioni indicate a pag.2 e le modifiche di prodotto riportate nella/e pagina/e successiva/e

immesso sul mercato sotto il nome o marchio commerciale di:

MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Via Giovanni della Casa, 12 Milano – ITALY

e fabbricato nello stabilimento di produzione:

MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Strada Roveri, 4 - Pozzolo Formigaro (AL) – ITALY

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritta nell'allegato ZA della norma:

EN 1317- 5: 2007+A2:2012; EN 1317-5:2007+A2:2012/AC:2012

nell'ambito del sistema 1 per la prestazione indicata in questo certificato sono applicate e che il controllo di produzione in fabbrica è valutato per assicurare la

Costanza della Prestazione del Prodotto da costruzione.

Questo certificato è stato emesso per la prima volta il 17/12/2021 e ha validità sino a che la norma armonizzata, il prodotto da costruzione, i metodi di AVCP o le condizioni di produzione nello stabilimento non siano modificate in modo significativo, a meno che non sia sospeso o ritirato dall'organismo di certificazione di prodotto notificato.

La validità di questo Certificato è subordinata alla regolarità della Sorveglianza sul relativo FPC.

Data di emissione: 17/12/2021

Il Presidente
(Ing. Stefano Calamani)

Pag. 1 | 3

La validità di questo Certificato può essere verificata sul nostro sito

CERTIFICATO DI COSTANZA DELLA PRESTAZIONE

2131/CPR/947

H2BP-MARC2021

BARRIERA DI SICUREZZA STRADALE CLASSE H2

immesso sul mercato sotto il nome o marchio commerciale di:

**MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Via Giovanni della Casa, 12 Milano – ITALY**

PRESTAZIONI IN CASO D'URTO:

A) LIVELLO CONTENIMENTO	H2
B) SEVERITÀ D'URTO	B
C) LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA	W4 (1.2 m)
D) DEFLESSIONE DINAMICA NORMALIZZATA	0.9 m
E) INTRUSIONE VEICOLO NORMALIZZATA	VI5 (1.7 m)

DURABILITÀ:	S355JR-S275JR Acciaio Zincato in conformità alla EN ISO 1461
RESISTENZA ALLA RIMOZIONE NEVE:	NPD
SOSTANZA PERICOLOSA:	NPD
PRESCRIZIONI DI IMPIEGO:	CONFORMITÀ ALLA CONFIGURAZIONE DI PROVA I.T.T. E LE MODIFICHE DI PRODOTTO RIPORTATE NELLA/E PAGINA/E SUCCESSIVA/E

I risultati di prova e le caratteristiche del prodotto sono contenuti nei seguenti Rapporti di Prova/Relazioni:

AISICO N° 2244 (TB 11) del 26/11/2021

AISICO N° 2243 (TB 51) del 26/11/2021

Data di emissione: 17/12/2021

Il Presidente
(Ing. Stefano Calamani)


Pag. 2 | 3

La validità di questo Certificato può essere verificata sul nostro sito

CERTIFICATO DI COSTANZA DELLA PRESTAZIONE

2131/CPR/947

H2BP-MARC2021

BARRIERA DI SICUREZZA STRADALE CLASSE H2

immesso sul mercato sotto il nome o marchio commerciale di:

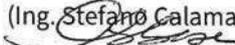
MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Via Giovanni della Casa, 12 Milano – ITALY

LISTA DELLE MODIFICHE DI PRODOTTO

MODIFICA: M1 Approvata il 07/12/2021	MODELLO: H2BP-MARC2021 Descrizione della modifica: <ul style="list-style-type: none">- Possibilità di poter utilizzare il bullone M16x50 TTEI cl. 8.8 in sostituzione al bullone M16x50 TTDE cl. 8.8. Rapporti integrativi: AISICO: RI/947-M1 del 16/12/2021
MODIFICA: M2 Approvata il 07/12/2021	MODELLO: H2BP-MARC2021-C Descrizione della modifica: <ul style="list-style-type: none">- Possibilità di poter utilizzare componenti in acciaio "CORTEN" S355J0WP e S355J0W in alternativa all'acciaio S355JR. Rapporti integrativi: AISICO: RI/947-M2 del 16/12/2021 DURABILITÀ: Acciaio Corten S355J0WP e S355J0W
MODIFICA: M3 Approvata il 07/12/2021	MODELLO: H2BP-MARC2021-RL Descrizione della modifica: <ul style="list-style-type: none">- Inserimento rete metallica leggera elettrosaldata 50x50x2.5 mm, fissata su sostegni di sezione "U" 45x50x2.5 mm. Rapporti integrativi: AISICO: RI/947-M3 del 16/12/2021

Data di emissione: 17/12/2021

Il Presidente
(Ing. Stefano Calamani)



CERTIFICATO DI COSTANZA DELLA PRESTAZIONE

2131/CPR/825_Rev.2

In conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da costruzione o CPR), questo certificato si applica al prodotto da costruzione

BARRIERA DI SICUREZZA BORDO LATERALE SU ARGINELLO CLASSE H2

MODELLO: H2BL-MARC2020

Avente le prestazioni indicate a pag.2 e le modifiche di prodotto riportate nella/e pagina/e successiva/e

impresso sul mercato sotto il nome o marchio commerciale di:

**MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Via Giovanni della Casa, 12 Milano – ITALY**

e fabbricato nello stabilimento di produzione:

**MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Strada Roveri, 4 - Pozzolo Formigaro (AL) – ITALY**

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritta nell'allegato ZA della norma:

EN 1317- 5: 2007+A2:2012; EN 1317-5:2007+A2:2012/AC:2012

nell'ambito del sistema 1 per la prestazione indicata in questo certificato sono applicate e che il controllo di produzione in fabbrica è valutato per assicurare la

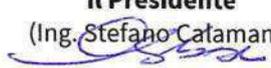
Costanza della Prestazione del Prodotto da costruzione.

Questo certificato è stato emesso per la prima volta il 19/02/2020 e ha validità sino a che la norma armonizzata, il prodotto da costruzione, i metodi di AVCP o le condizioni di produzione nello stabilimento non siano modificate in modo significativo, a meno che non sia sospeso o ritirato dall'organismo di certificazione di prodotto notificato.

La validità di questo Certificato è subordinata alla regolarità della Sorveglianza sul relativo FPC.

Data di emissione Rev.2: 28/08/2020

Il Presidente
(Ing. Stefano Catamani)



CERTIFICATO DI COSTANZA DELLA PRESTAZIONE

2131/CPR/825_Rev.2

BARRIERA DI SICUREZZA BORDO LATERALE SU ARGINELLO

CLASSE H2

MODELLO: H2BL-MARC2020

immesso sul mercato sotto il nome o marchio commerciale di:

MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Via Giovanni della Casa, 12 Milano – ITALY

PRESTAZIONI IN CASO D'URTO:

A) LIVELLO CONTENIMENTO	H2
B) SEVERITÀ D'URTO	A
C) LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA	W4 (1.3 m)
D) DEFLESSIONE DINAMICA NORMALIZZATA	1.2 m
E) INTRUSIONE VEICOLO NORMALIZZATA	VI4 (1.3 m)

DURABILITÀ:	ACCIAIO ZINCATO IN CONFORMITÀ ALLA EN ISO 1461
RESISTENZA ALLA RIMOZIONE NEVE:	NPD
SOSTANZA PERICOLOSA:	NPD
PRESCRIZIONI DI IMPIEGO:	CONFORMITÀ ALLA CONFIGURAZIONE DI PROVA I.T.T. E MODIFICHE NELLA(E) SEGUENTE(I) PAGINA(E)

I risultati di prova e le caratteristiche del prodotto sono contenuti nei seguenti Rapporti di Prova/Relazioni:

AISICO 1996_REV.1 (TB11) del 08/06/2020 + Supplemento n°1 del 24/08/2020

AISICO 1988_REV.1 (TB51) del 08/06/2020 + Supplemento n°1 del 24/08/2020

Data di emissione Rev.2: 28/08/2020

Il Presidente
(Ing. Stefano Calamani)

Pag. 2 | 3

CERTIFICATO DI COSTANZA DELLA PRESTAZIONE

2131/CPR/825_Rev.2

BARRIERA DI SICUREZZA BORDO LATERALE SU ARGINELLO CLASSE H2

MODELLO: H2BL-MARC2020

immesso sul mercato sotto il nome o marchio commerciale di:

MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.l. S.U.
Via Giovanni della Casa, 12 Milano - ITALY

ELENCO DELLE MODIFICHE DI PRODOTTO

<p>MODIFICA: M1 Approvata il 08/06/2020</p>	<p>Modello: H2BL-MARC2020_INF2150 Descrizione modifica:</p> <ul style="list-style-type: none">- Modifica della lunghezza del palo "C" 120x80x30 th.5 mm da L=1650 mm con infissione 800 mm a L= 3000 mm con infissione 2150 mm.- Possibilità di poter utilizzare per l'installazione della barriera profondità di infissione comprese tra 800 mm e 2150 mm con lunghezze dei pali comprese tra 1650 mm e 3000 mm e altezza del palo fuori terra in tutti i casi pari a 850 mm. <p>Disegni: MB-6504 del 16/03/2020</p> <p>Manuale di installazione: Manuale di installazione H2BL-MARC2020_INF2150 Rev.0 del 03/2020</p> <p>Rapporti integrativi: AISICO: TH_Report170 del 05/06/2020</p>
---	--

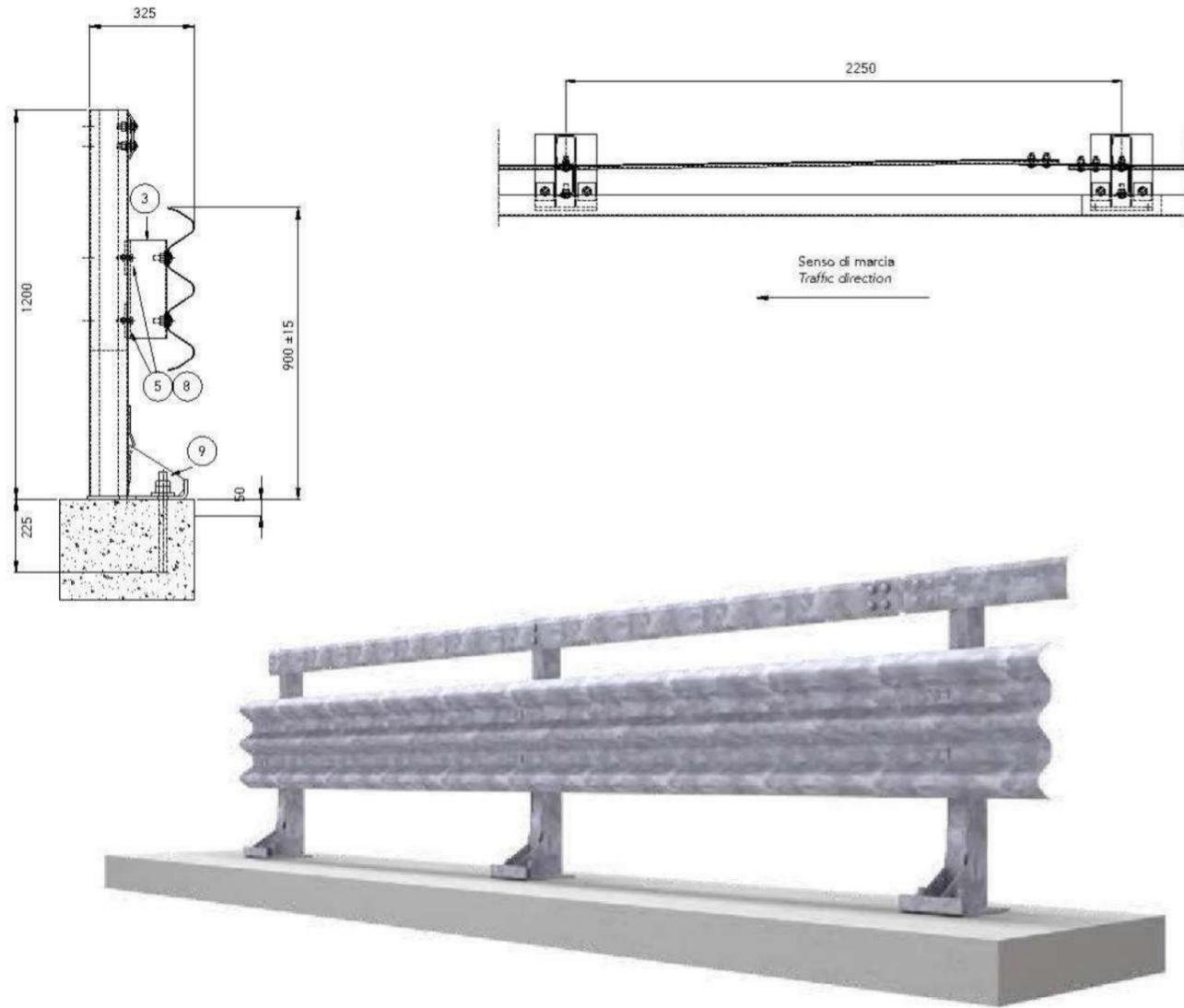
Data di emissione Rev.2: 28/08/2020

Il Presidente
(Ing. Stefano Calamani)



CLASSE H2 BORDO PONTE - BARRIERA 3 ONDE PER MANUFATTO W4

Class H2 Bridge side - 3-waves guardrail for bridge W4
 3 Wellen Leitplanke auf Bauwerk, Aufhaltestufe H2, Wirkungsbereich W4
 Classe H2 Bord pont - Glissière 3 ondes simple pour pont W4
 Clase H2 Borde de puente - Barrera de triple onda simple para base puente W4



Caratteristiche Characteristics, Eigenschaften, Caractéristiques, Características

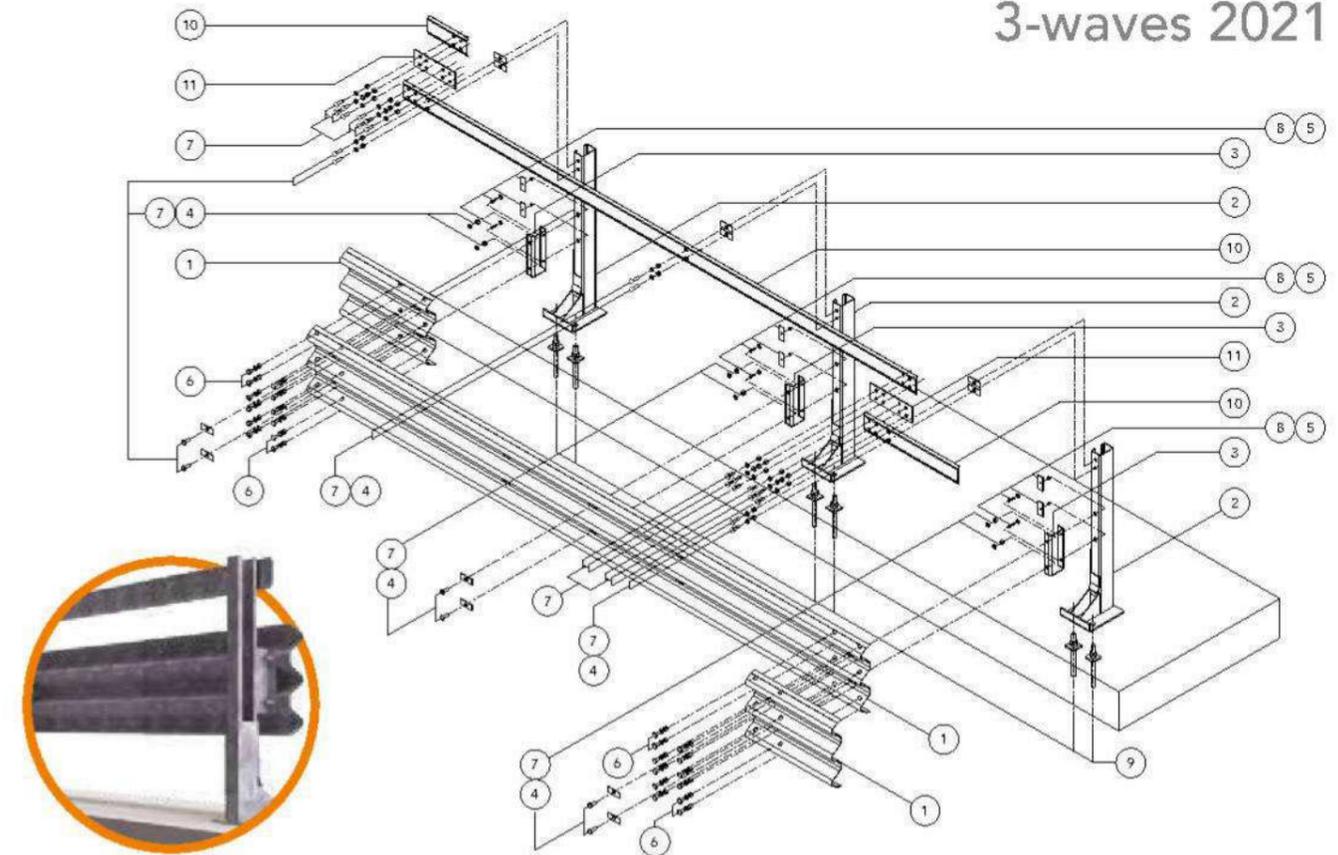
Altezza barriera Barrier height, Höhe Leitplanke, Hauteur glissière de sécurité, Altura barrera	1200 mm
Profondità d'infissione tirafondi Depth of anchor bolts penetration, Einschraubtiefe der Verankerungen, Prondeur de vissage des ancrages, Profundidad de anclaje varilla roscada	225 mm
Ingombro trasversale Overall width, Gesamtbreite, Grosseur hors tout, Anchura total	325 mm
Interasse pali Post spacing, Steherabstand, Distance entre poteaux, Distancia entre postes	2250 mm

Rapporti di prova Crash test reports, Testberichte, Comptes rendus d'essais, Relaciones de pruebas

Test n.	Facility	Test	Type	Barrier length m	Mass kg	Speed km/h	ASI max 1.4	THIV max 33 km/h	D m	Vi m	W m
PROVA 2243	AISICO	TB51	Laterale 20°	58,5	13000	70			0,9	1,7=V15	1,2=W4
PROVA 2244	AISICO	TB11	Laterale 20°	58,5	900	100	1,2 B	32	0,2		0,4=W1

H2-W4

3-waves 2021

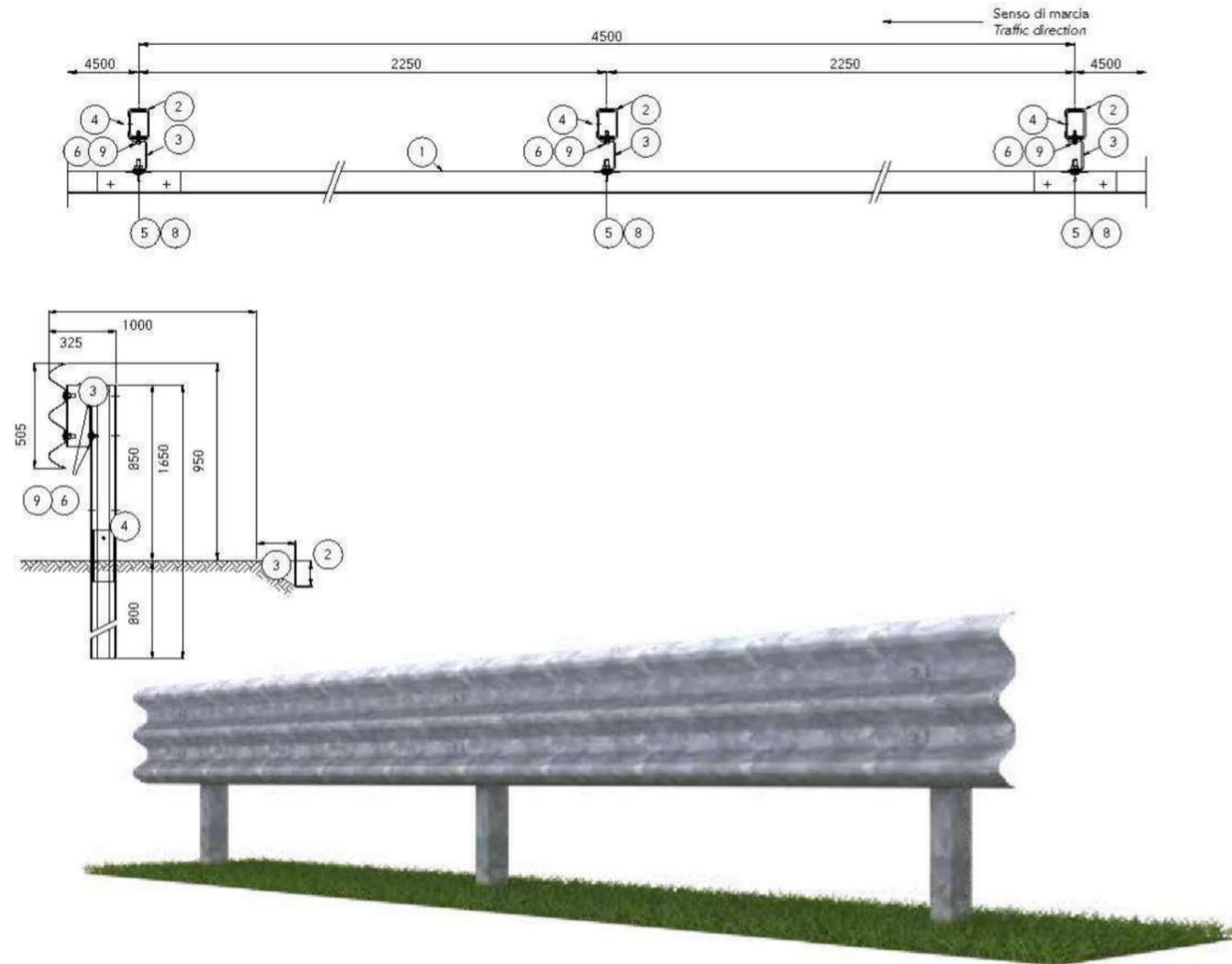


Componenti Components, Bauteile, Composants, Elementos

Descrizione - barriera in acciaio zincato Description - galvanized steel barrier		Materiale Material
11	Piatto di collegamento Connection plate, Anschlussplatte, Plaque de connexion, Platina de unión	120x360 Th=6 mm
10	Bandella superiore Upper shaped plate, Oberer Bandstahl, Barre supérieure, Banda superior	140x4460 Th=5 mm
9	Tirafondo + dadi + 1 rondella Anchor bolt + nuts + 1 washer, Verbundklebeankerschraube + Mütter + 1 Unterlegscheibe, Tire-fond + écrous + 1 rondelle, Varilla Roscada + tuercas + 1 arandela	M24x315 mm
8	Bullone completo Bolt with nut and washer, Schraube komplett, Boulon complet, Tornillo completo con tuerca y arandela	M10x40 mm
7		M16x50 mm
6		M16x30 mm
5	Piastrina M10 Plate, Plättchen, Platine, Platina	100x40 Th=4 mm
4	Piastrina copriasola Slot covering plate, Lochabdeckplatte, Plaque de couverture fente, Placa cubre-ranura	100x40 Th=4 mm
3	Distanziatore "U" U-Spacer, U-Abstandhalter, Entretoise U, Separador "U"	120x55 Th=5 mm L=300 mm
2	Palo con piastra Rectangular tube post with base plate, Vierkanrohrsteher mit Grundplatte, Poteau tubulaire avec plaque, Poste de tubo con placa	120x80x30 Th=5 mm L=1200 mm
1	Fascia 3 onde 3-waves beam, 3-wellige Leitschiene, Glissière 3 ondes, Banda triple onda	L=4816 (2250x2) Th=2,5 mm
Descrizione - barriera in acciaio corten Description - corten steel barrier		Materiale Material
11	Piatto di collegamento Connection plate, Anschlussplatte, Plaque de connexion, Platina de unión	120x360 Th=6 mm
10	Bandella superiore Upper shaped plate, Oberer Bandstahl, Barre supérieure, Banda superior	140x4460 Th=5 mm
9	Tirafondo + dadi + 1 rondella Anchor bolt + nuts + 1 washer, Verbundklebeankerschraube + Mütter + 1 Unterlegscheibe, Tire-fond + écrous + 1 rondelle, Varilla Roscada + tuercas + 1 arandela	M24x315 mm
8	Bullone completo Bolt with nut and washer, Schraube komplett, Boulon complet, Tornillo completo con tuerca y arandela	M10x40 mm
7		M16x50 mm
6		M16x30 mm
5	Piastrina M10 Plate, Plättchen, Platine, Platina	100x40 Th=4 mm
4	Piastrina copriasola Slot covering plate, Lochabdeckplatte, Plaque de couverture fente, Placa cubre-ranura	100x40 Th=4 mm
3	Distanziatore "U" U-Spacer, U-Abstandhalter, Entretoise U, Separador "U"	120x55 Th=5 mm L=300 mm
2	Palo con piastra Rectangular tube post with base plate, Vierkanrohrsteher mit Grundplatte, Poteau tubulaire avec plaque, Poste de tubo con placa	120x80x30 Th=5 mm L=1200 mm
1	Fascia 3 onde 3-waves beam, 3-wellige Leitschiene, Glissière 3 ondes, Banda triple onda	L=4816 (2250x2) Th=2,5 mm

CLASSE H2 BORDO LATERALE - BARRIERA 3 ONDE SINGOLA SU RILEVATO W4 CON ARGINELLO

Class H2 Roadside - 3-waves single sided guardrail W4, on shoulder
 Geramnte 3 Wellen Leitplanke, Aufhaltestufe H2, Wirkungsbereich W4, auf dem Bankett
 Classe H2 Bord latéral - Glissière 3 ondes simple sur remblai W4, avec terre-plein
 Clase H2 Borde lateral - Barrera de triple onda simple sobre base terreno W4, con terraplén



Caratteristiche Characteristics, Eigenschaften, Caractéristiques, Características

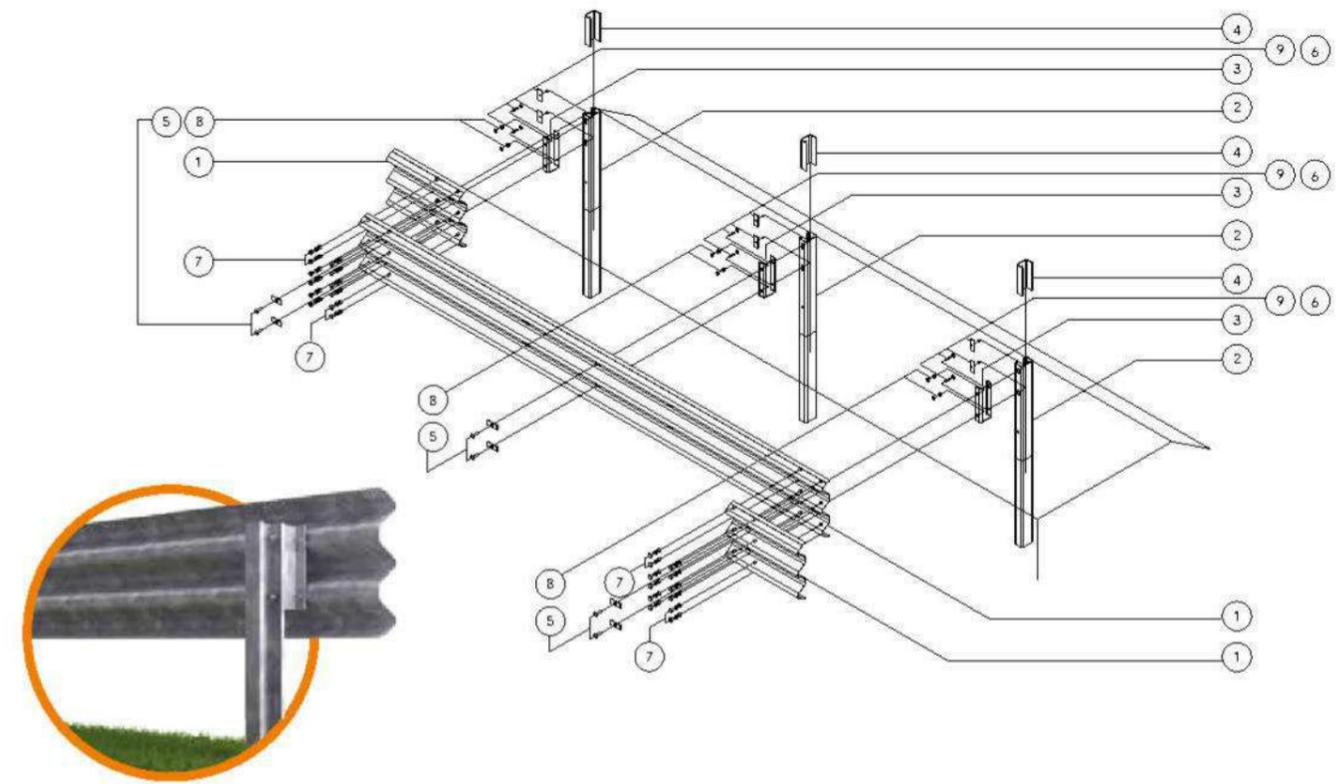
Altezza fuori terra <i>Height above ground level, Höhe über Grundboden, Hauteur hors sol, Altura sobre el suelo</i>	950 mm
Profondità d'infissione <i>Depth of penetration, Rammtiefe, Profondeur de piling du poteau, Longitud hincada</i>	800 mm
Ingombro trasversale <i>Overall width, Gesamtbreite, Grosseur hors tout, Anchura total</i>	325 mm
Interasse pali <i>Post spacing, Steherabstand, Distance entre poteaux, Distancia entre postes</i>	2250 mm

Rapporti di prova Crash test reports, Testberichte, Comptes rendus d'essais, Relaciones de pruebas

Test n.	Facility	Test	Type	Barrier length MTL	Mass kg	Speed km/h	ASI max 1.4	THIV max 33 km/h	D m	V _i m	W m
PROVA 1988	AISICO	TB51	Laterale 20°	63,00	13000	70	-	-	1,2	1,3=V14	1,3=W4
PROVA 1996	AISICO	TB11	Laterale 20°	63,00	900	100	1=A	31	0,4	-	0,7=W2

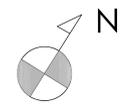
H2-W4

NEW 3-waves

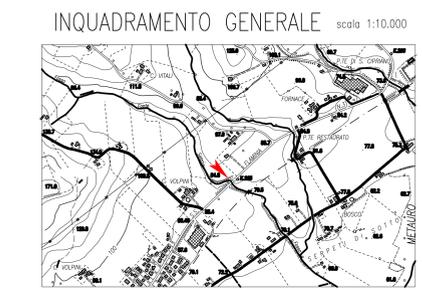
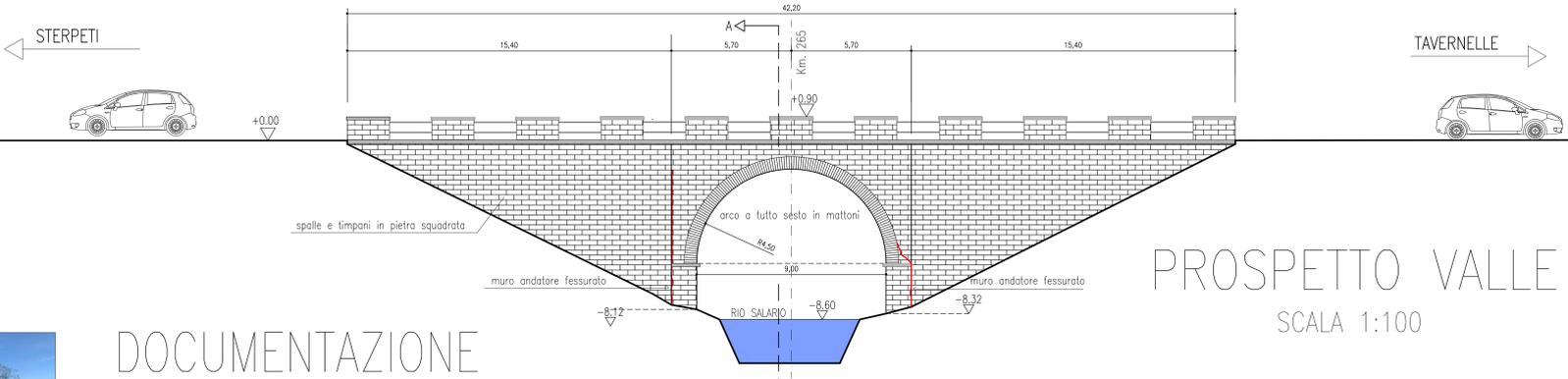
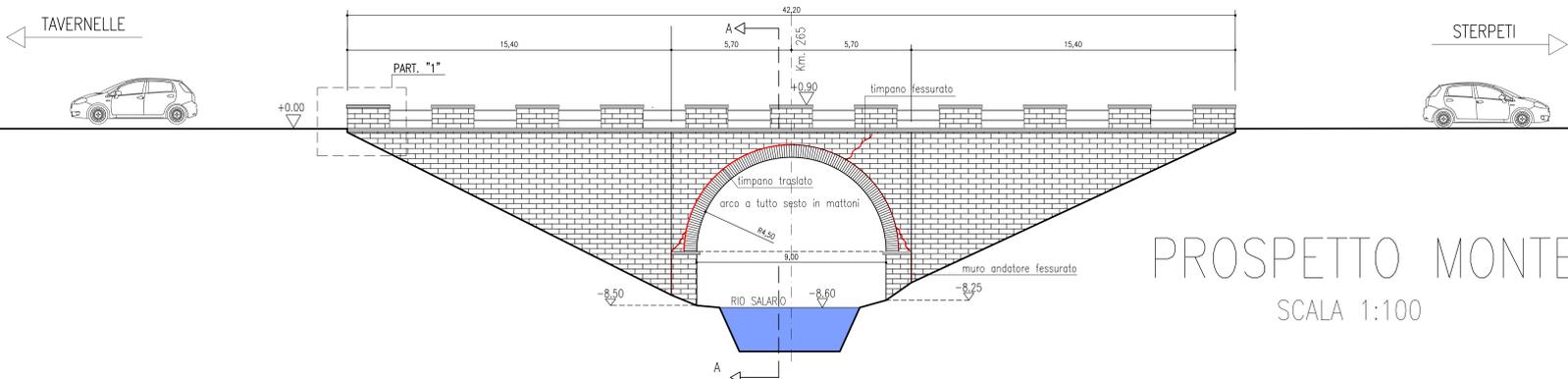
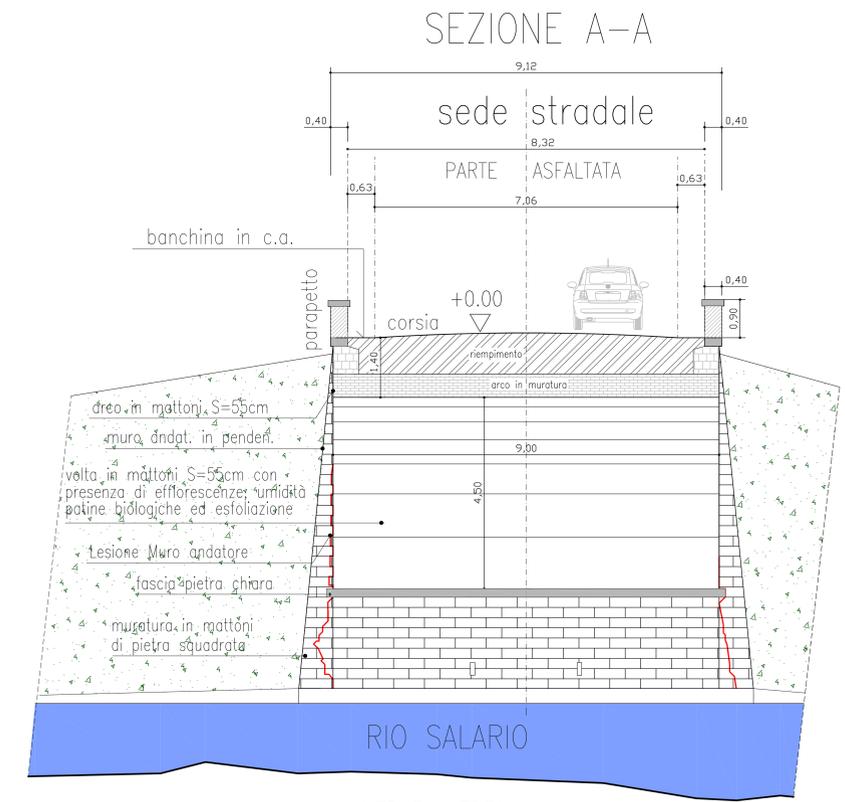
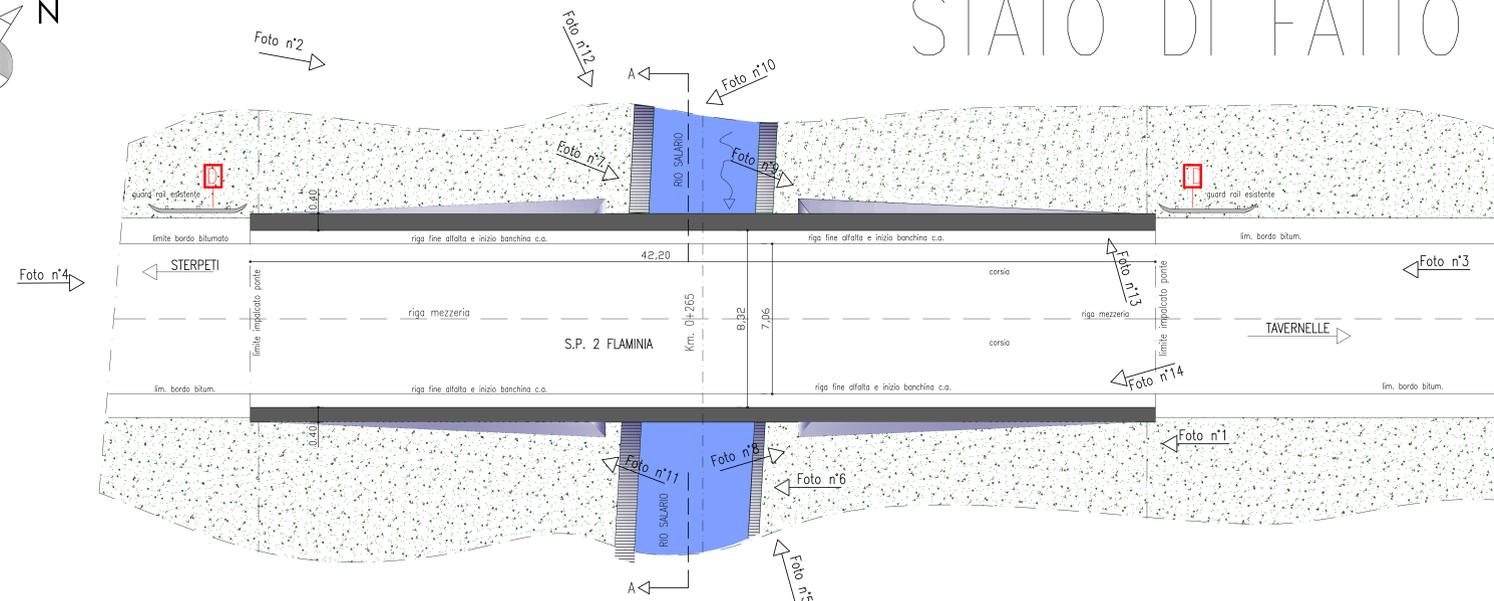


Componenti Components, Bauteile, Composants, Elementos

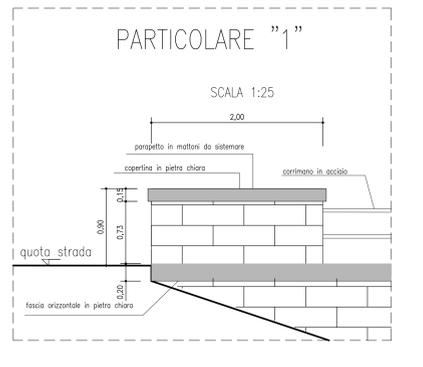
Descrizione - barriera in acciaio zincato <i>Description - galvanized steel barrier</i>			Materiale <i>Material</i>
9	Bullone completo <i>Bolt with nut and washer, Schraube komplett, Boulon complet, Tornillo completo con tuerca y arandela</i>	M10x40 mm	Classe 6.8
8		M16x50 mm	Classe 8.8
7		M16x30 mm	Classe 8.8
6	Piastrina <i>Plate, Plättchen, Platine, Platina</i>	M10 100x40 Th=4 mm	S 275 JR
5	Piastrina copriasola <i>Slot covering plate, Lochabdeckplatte, Plaque de couverture fente, Placa cubre-ranura</i>	100x40 Th=4 mm	S 275 JR
4	Elemento a "U" <i>"U" Element, Element "U", Élément "U", Elemento "U"</i>	104x65 Th=5 L=250 mm	S 275 JR
3	Distanziatore "U" <i>U-Spacer, U-Abstandhalter, Entretoise U, Separador "U"</i>	120x55 Th=5 L=300 mm	S 275 JR
2	Palo "C" <i>C-post, C-Steher, Poteau en C, Poste "C"</i>	120x80x30 Th=5 L=1650 mm	S 275 JR
1	Fascia 3N <i>3N beam, 3N Leitschiene, Glissière 3N, Banda 3N</i>	L=4816 Th=2.5 mm	S 355 JR
Descrizione - barriera in acciaio corten <i>Description - corten steel barrier</i>			Materiale <i>Material</i>
9	Bullone completo <i>Bolt with nut and washer, Schraube komplett, Boulon complet, Tornillo completo con tuerca y arandela</i>	M10x40 mm	Tropicaliz.
8		M16x50 mm	Tropicaliz.
7		M16x30 mm	Tropicaliz.
6	Piastrina <i>Plate, Plättchen, Platine, Platina</i>	M10 100x40 Th=4 mm	S 355 JOWP
5	Piastrina copriasola <i>Slot covering plate, Lochabdeckplatte, Plaque de couverture fente, Placa cubre-ranura</i>	100x40 Th=4 mm	S 355 JOWP
4	Elemento a "U" <i>"U" Element, Element "U", Élément "U", Elemento "U"</i>	104x65 Th=5 L=250 mm	S 355 JOWP
3	Distanziatore "U" <i>U-Spacer, U-Abstandhalter, Entretoise U, Separador "U"</i>	120x55 Th=5 L=300 mm	S 355 JOWP
2	Palo "C" <i>C-post, C-Steher, Poteau en C, Poste "C"</i>	120x80x30 Th=5 L=1650 mm	S 355 JOWP
1	Fascia 3N <i>3N beam, 3N Leitschiene, Glissière 3N, Banda 3N</i>	L=4816 Th=2.50 mm	S 355 JOWP



STATO DI FATTO



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI – D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001 – C.I.G Z91390BF37

Progetto:
**PONTE AL Km. 265+000 s.p. 3 FLAMINIA
STATO PROGETTO**

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi R.U.P.: Ing. Massimiliano Magnani

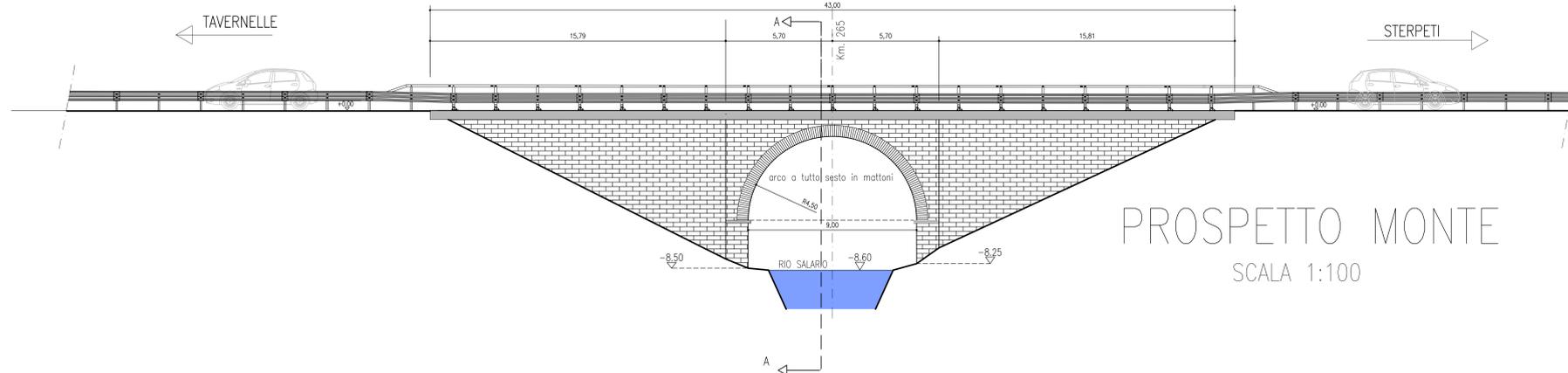
Descrizione: Pianta, prospetti e sezioni di progetto

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

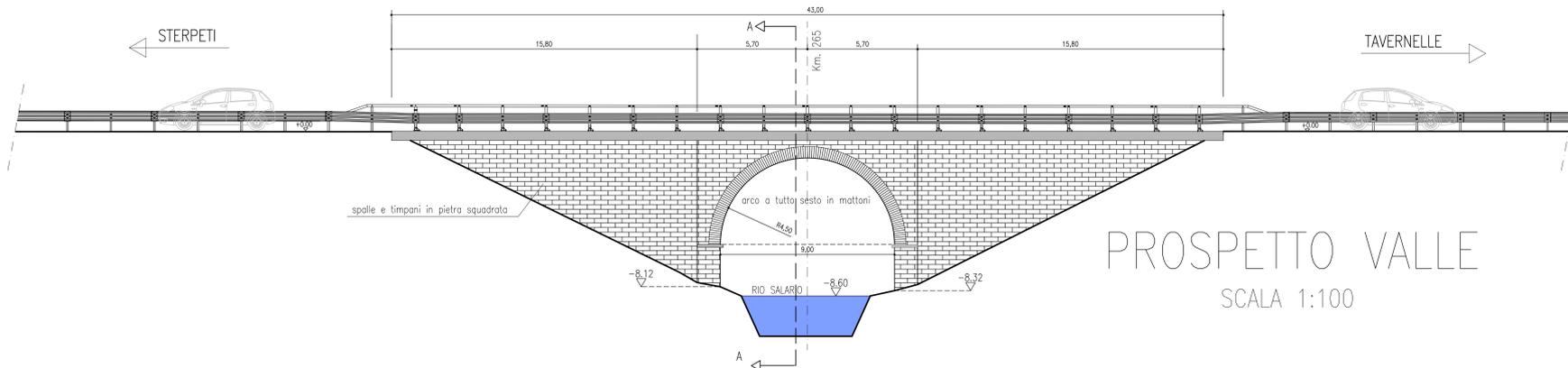
File:

Scala: 1:100 Data: 13 Novembre 2023 Tavolo: **A2**

STATO DI PROGETTO



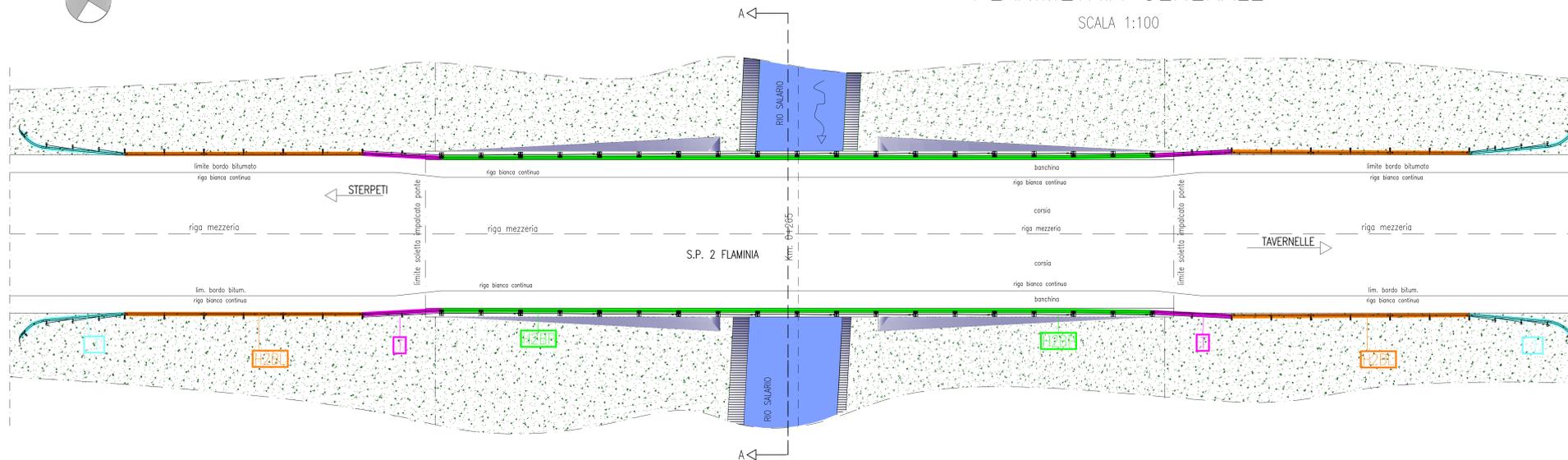
PROSPETTO MONTE
SCALA 1:100



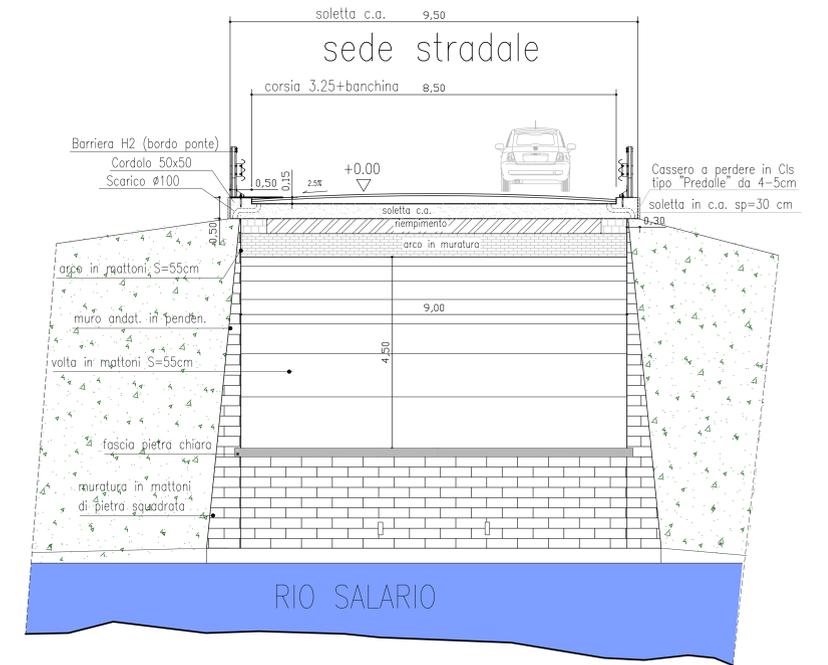
PROSPETTO VALLE
SCALA 1:100



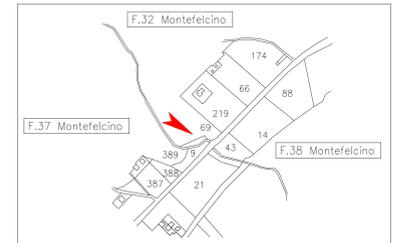
PLANIMETRIA GENERALE
SCALA 1:100



SEZIONE A-A SCALA 1:50



ESTRATTO CATASTO TERRENI scala 1:5.000



LEGENDA INTERVENTI E QUANTITA'

SIMBOLO	DESCRIZIONE	QUANTITA'
	BARRIERA TIPO H2BP-W4	81,0ml
	BARRIERA TIPO H2BL-W5	54,0ml
	TRANSIZIONE TRA H2BP E H2BL(4,5m) X N.4	18,0ml
	TERMINALE STANDARD (6m)X N.4	24,0ml
	RIMOZIONE BARRIERE ESISTENTE ACCIAIO	9ml
	BUTTAFUORI DIAMETRO MINIMO 100mm	2
	NUOVA SOLETTA ARMATA IN C.A.	404mq



SERVIZIO 4 VIABILITA'-PROGETTAZIONE - OPERE PUBBLICHE - RETE VIARIA

COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI - D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001 - C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

PONTE AL Km. 265+000 s.p. 3 FLAMINIA STATO PROGETTO

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione: Particolari costruttivi delle nuove barriere stradali

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

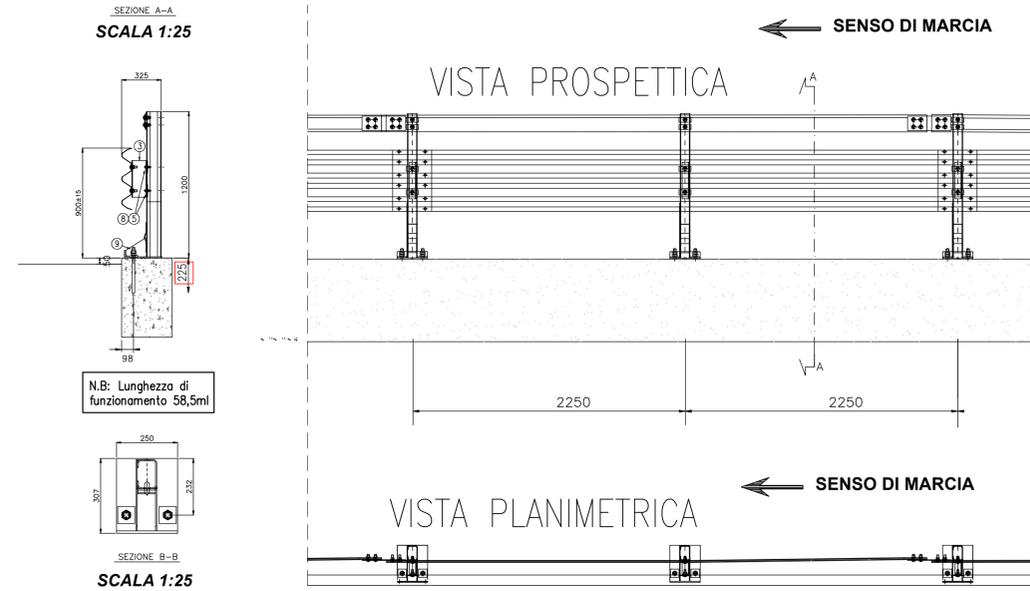
File:

Scala: 1:100

Data: 13 Novembre 2023

Tavola: **A3**

PARTICOLARE BARRIERE PONTE - Tripla Onda
Classe H2 - TIPO AUTOSTRADA- mod.-H2BP-MARC2021

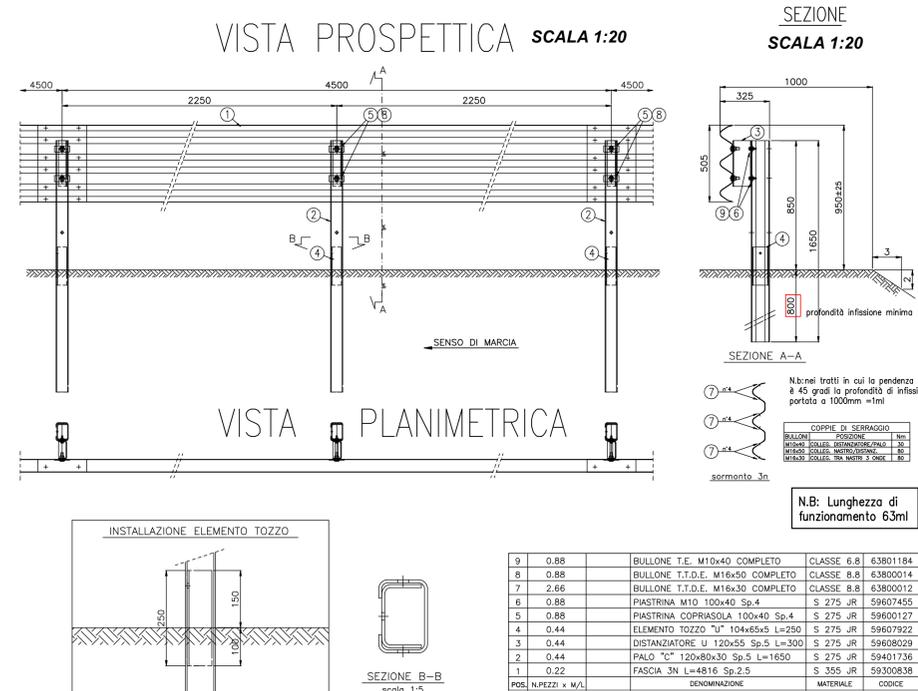


N.B: Lunghezza di funzionamento 58,5ml

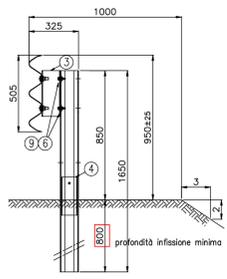
SEZIONE B-B
SCALA 1:25

PARTICOLARE BARRIERA TRIPLA ONDA
DA BORDO LATERALE SU ARGINELLO (CLASSE H2)-mod. H2BL-MARC2020

N.B: infissione dei montanti va aumentata a 100cm=1000mm, quando la configurazione dell'arginello è più pendente rispetto ai 30 gradi, della configurazione STANDARD.



SEZIONE A-A
SCALA 1:20

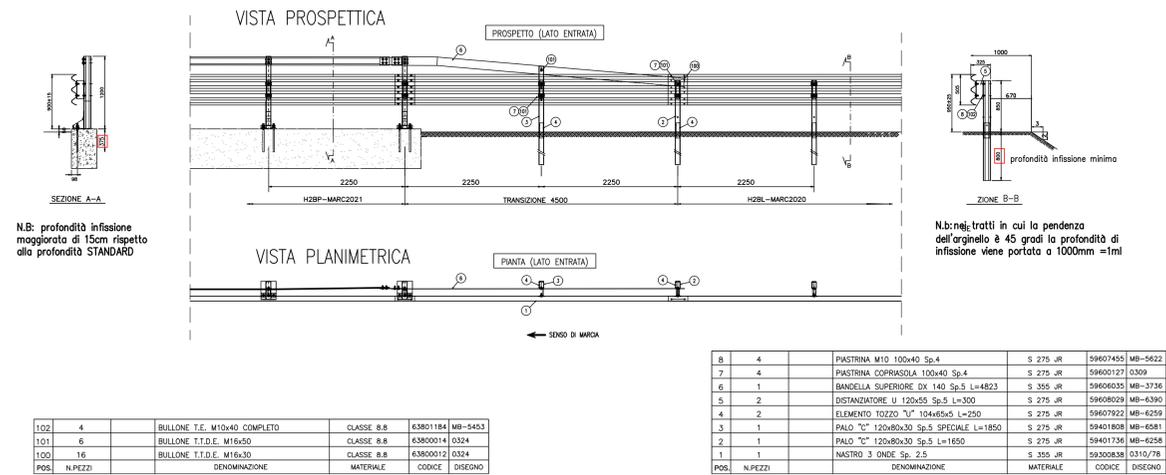


N.B: nei tratti in cui la pendenza dell'arginello è 45 gradi la profondità di infissione viene portata a 1000mm =1ml

N.B: Lunghezza di funzionamento 63ml

POS.	N.PEZZI	DENOMINAZIONE	MATERIALE	CODICE	DISEGNO
9	0.88	BULLONE T.E. M10x40 COMPLETO	CLASSE 8.8	63801184	MB-5453
8	0.88	BULLONE T.T.D.E. M16x50 COMPLETO	CLASSE 8.8	63800014	0324
7	2.66	BULLONE T.T.D.E. M16x30 COMPLETO	CLASSE 8.8	63800012	0324
6	0.88	PIASTRINA M10 100x40 Sp.4	S. 275 JR	59607455	MB-5622
5	0.88	PIASTRINA COPRASPOLA 100x40 Sp.4	S. 275 JR	59600127	0309
4	0.44	ELEMENTO TOZZO "U" 104x45x5 L=250	S. 275 JR	59607922	MB-6259
3	0.44	DISTANZIATORE U 120x55 Sp.5 L=300	S. 275 JR	59608029	MB-6390
2	0.44	PALO "C" 120x80x30 Sp.5 L=1650	S. 275 JR	59401736	MB-6258
1	0.22	FASCIA 3N L=4816 Sp.2.5	S. 355 JR	59300838	0310/78

PARTICOLARE TRANSIZIONE BARRIERE - tripla Onda
Classe H2 - TIPO ANAS SCALA 1:50



N.B: profondità di infissione maggiorata di 15cm rispetto alle profondità STANDARD

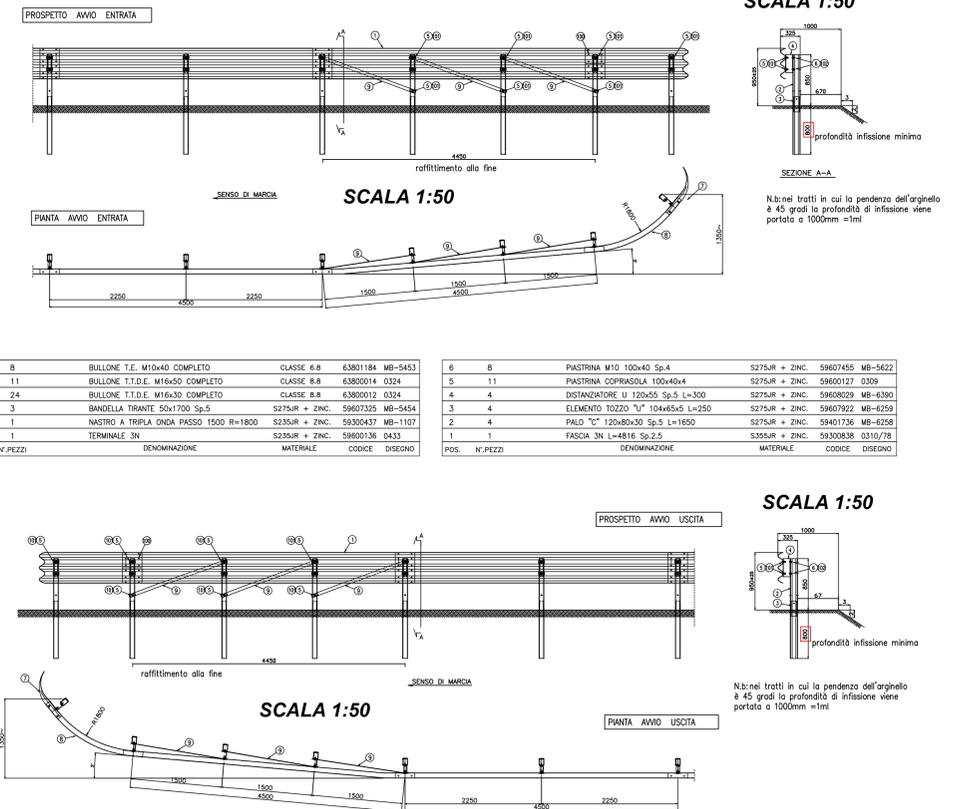
N.B: nei tratti in cui la pendenza dell'arginello è 45 gradi la profondità di infissione viene portata a 1000mm =1ml

POS.	N.PEZZI	DENOMINAZIONE	MATERIALE	CODICE	DISEGNO
102	4	BULLONE T.E. M10x40 COMPLETO	CLASSE 8.8	63801184	MB-5453
101	6	BULLONE T.T.D.E. M16x50	CLASSE 8.8	63800014	0324
100	16	BULLONE T.T.D.E. M16x30	CLASSE 8.8	63800012	0324

POS.	N.PEZZI	DENOMINAZIONE	MATERIALE	CODICE	DISEGNO
8	4	PIASTRINA M10 100x40 Sp.4	S. 275 JR	59607455	MB-5622
7	4	PIASTRINA COPRASPOLA 100x40 Sp.4	S. 275 JR	59600127	0309
6	1	BANDELLA SUPERIORE DX 140 Sp.5 L=4823	S. 355 JR	59606035	MB-3736
5	2	DISTANZIATORE U 120x55 Sp.5 L=300	S. 275 JR	59608029	MB-6390
4	2	ELEMENTO TOZZO "U" 104x45x5 L=250	S. 275 JR	59607922	MB-6259
3	1	PALO "C" 120x80x30 Sp.5 SPECIALE L=1850	S. 275 JR	59401808	MB-6581
2	1	PALO "C" 120x80x30 Sp.5 L=1650	S. 275 JR	59401736	MB-6258
1	1	NASTRO 3 ONDE Sp. 2.5	S. 355 JR	59300838	0310/78

PARTICOLARE BARRIERE TERMINALE IN ZONA DI USCITA (BORDO LATERALE)
Tripla Onda - Classe H2bIW4 2020 - Arginello

N.B: infissione dei montanti va aumentata a 100cm=1000mm, quando la configurazione dell'arginello è più pendente rispetto ai 30 gradi, della configurazione STANDARD.



SCALA 1:50

SCALA 1:50

SCALA 1:50

POS.	N.PEZZI	DENOMINAZIONE	MATERIALE	CODICE	DISEGNO
102	8	BULLONE T.E. M10x40 COMPLETO	CLASSE 8.8	63801184	MB-5453
101	11	BULLONE T.T.D.E. M16x50 COMPLETO	CLASSE 8.8	63800014	0324
100	24	BULLONE T.T.D.E. M16x30 COMPLETO	CLASSE 8.8	63800012	0324
9	3	BANDELLA TIRANTE 50x1700 Sp.5	S275JR + ZINC.	59607325	MB-5454
8	1	NASTRO A TRIPLA ONDA PASSO 1500 R=1800	S235JR + ZINC.	59300437	MB-1107
7	1	TERMINALE 3N	S235JR + ZINC.	59600136	0433

POS.	N.PEZZI	DENOMINAZIONE	MATERIALE	CODICE	DISEGNO
6	8	PIASTRINA M10 100x40 Sp.4	S275JR + ZINC.	59607455	MB-5622
5	11	PIASTRINA COPRASPOLA 100x40x4	S275JR + ZINC.	59600127	0309
4	4	DISTANZIATORE U 120x55 Sp.5 L=300	S275JR + ZINC.	59608029	MB-6390
3	4	ELEMENTO TOZZO "U" 104x45x5 L=250	S275JR + ZINC.	59607922	MB-6259
2	4	PALO "C" 120x80x30 Sp.5 L=1650	S275JR + ZINC.	59401736	MB-6258
1	1	FASCIA 3N L=4816 Sp.2.5	S355JR + ZINC.	59300838	0310/78

SCALA 1:50

SCALA 1:50



COMUNE DI MONTEFELCINO
 M.I.T. PONTI - D.L. 104 del14-08-2020
 Intervento 02074.V1.PU
 LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
 CUP : B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37

Oggetto:
PONTE AL Km. 265+000 s.p. 3 FLAMINIA STATO PROGETTO

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione: Pianta, prospetti e sezioni di progetto

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

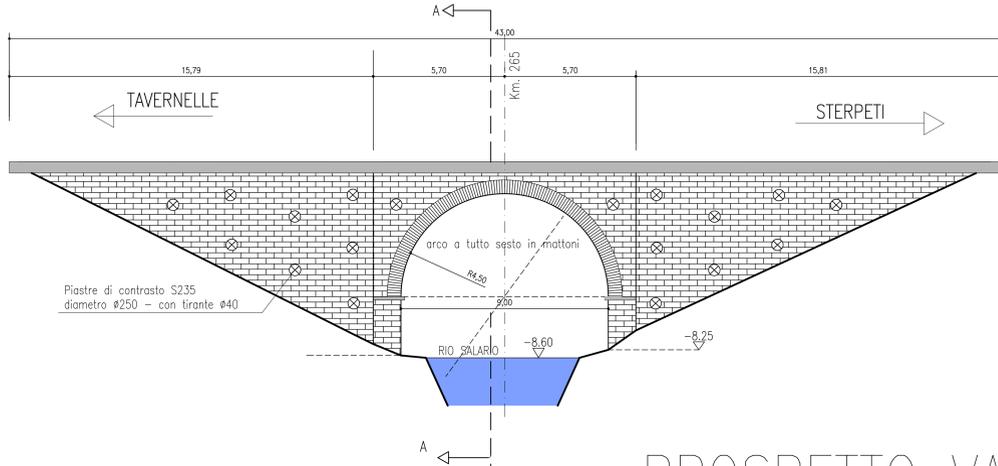
Scala: 1:100 Data: 13 Novembre 2023 Tavola: **S1**

LEGENDA DEI MATERIALI STRUTTURALI

- Calcestruzzo Alleggerito LC 35/38 - Lavorabilità S4 - Classe XF4
 Rapporto a/c<0,45 - Diametro massimo aggregato 32mm
 Cemento>360Kg/mc - Copriferro >50mm ;
- Ferro ad Aderenza Migliorata tipo B450C ;
- Rinforzo volta con intonaco armato CRM, realizzato con rete preformata GFRP in fibra di vetro peso >420g/mq e resistenza caratteristica a trazione del tessuto fyk>365N/mm² e resistenza rete>64,5kN/m; malta per intonaci armati ad alta resistenza, a base di calce idrata e leganti idraulici con resistenza caratteristica >=15N/mm² (M15);connettori fissati con resina, con forma L preformati in fibra di vetro GFRP, peso 100g/m², con resistenza a trazione >=380N/mm², sezione nominale >=70mm² ed area resistente delle fibre >=32mm²;
- Resina Ancorante bi-componente per ancoraggi persanti in zona sismica, vinil estere, senza stirene, per applicazioni in presenza di acqua su supporto in muratura e calcestruzzo;
- Piastre di fissaggio degli ancoraggi in Acciaio S275 - classe di lavorazione in officina tipo EXC3;
- Tiranti a filettatura continua tipo Dywidag con tensione di snervamento>=500N/mm² e diametro #40;
- Barre filettate in acciaio inossidabile tipo AISI 316 per cuciture armate;
- Malta antiritiro e colabile/iniettabile, a base di calce idraulica con resistenza a compressione M15(>15N/mm²), per il consolidamento di vuoti e di fessure in murature di elevato spessore.
- Malta cementizia antiritiro/espansiva tipo R4, per eseguire appoggi strutturali di piastre di acciaio, con spessore del riempimento >10mm.

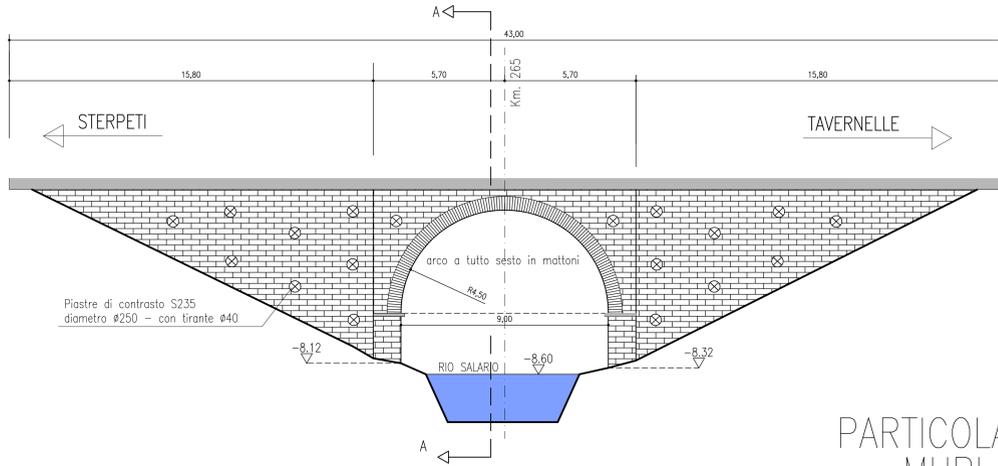
PROSPETTO MONTE

SCALA 1:100



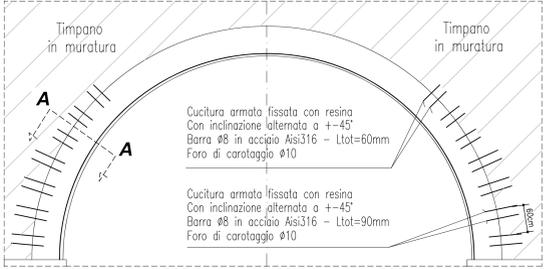
PROSPETTO VALLE

SCALA 1:100



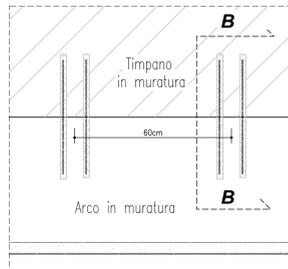
CUCITURE ARMATE TIMPANO

SCALA 1:50



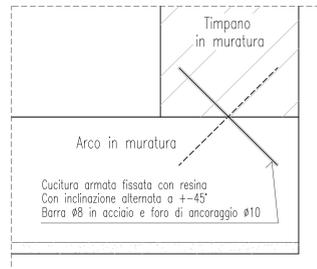
SEZIONE A-A

SCALA 1:10



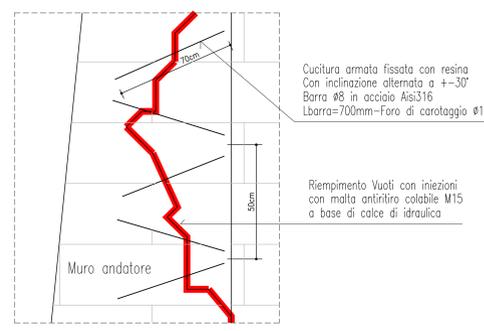
SEZIONE B-B

SCALA 1:10



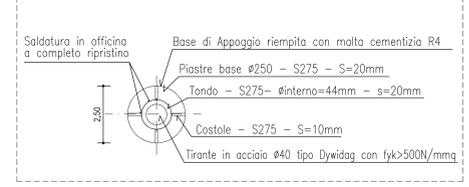
PARTICOLARE CUCITURE MURI ANDATORI

SCALA 1:10



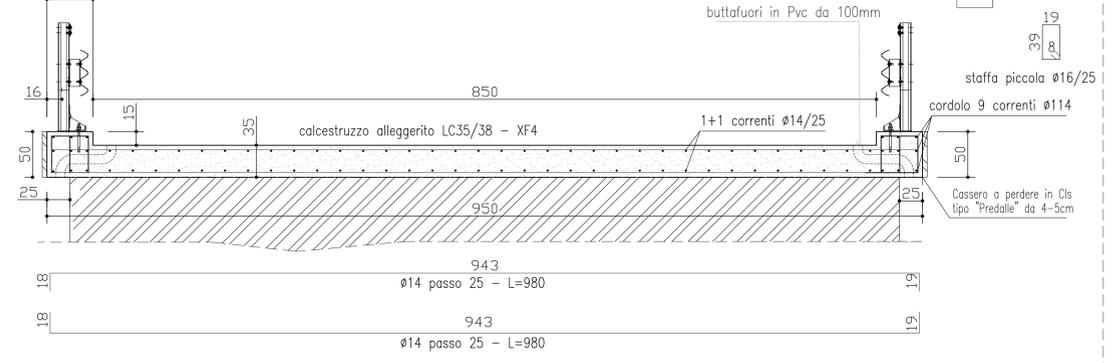
PIASTRA ANCORAGGIO

SCALA 1:10



PARTICOLARE ARMATURA SOLETTA PONTE

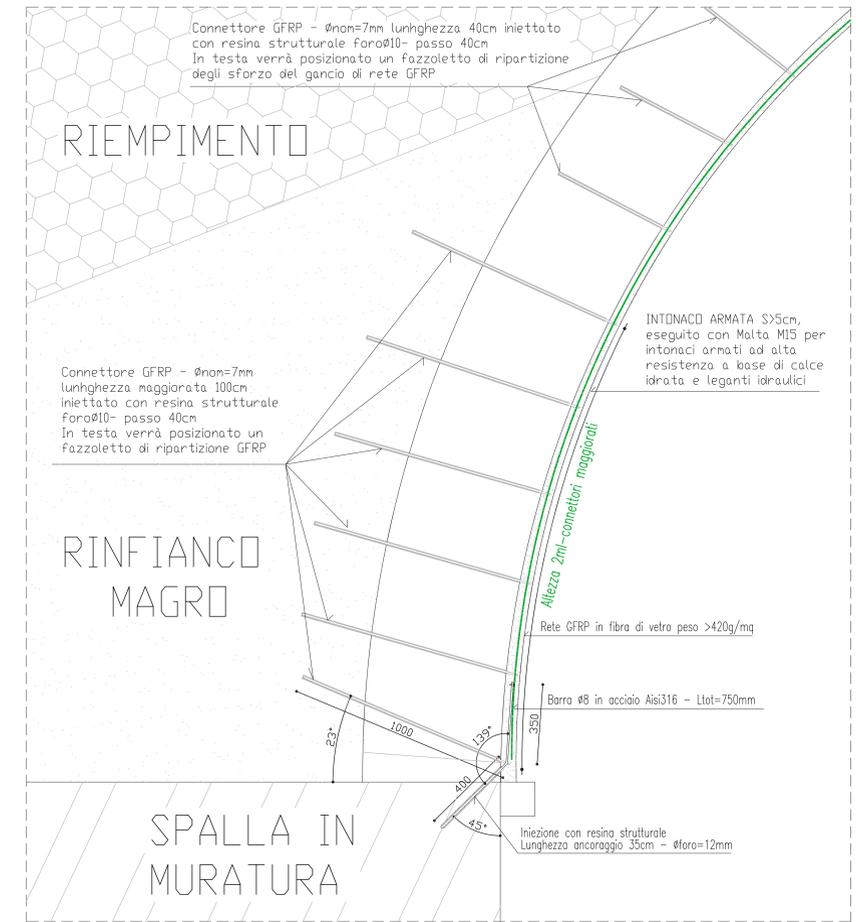
SCALA 1:25



MATERIALI	DESCRIZIONE
CALCESTRUZZO alleggerito	LC35/38 - CLASSE ESPOSIZIONE XF4 LAVORABILITA' CLASSE S4 - a/c<0,45 Diametro massimo inerte<32mm Cemento >360Kg/mc
FERRO	B450C
COPRIFERRO MINIMO > 50mm	

CONSOLIDAMENTO INTRADOSSO VOLTA CRM

SCALA 1:10



RINFIANCO MAGRO

SPALLA IN MURATURA



SERVIZIO 4 VIABILITA'-PROGETTAZIONE -
OPERE PUBBLICHE - RETE VIARIA

COMUNE DI MONTEFELCINO

M.I.T. PONTI – D.L. 104 del 14-08-2020
Intervento 02074.V1.PU

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN
SICUREZZA DEL PONTE SULLA SP 3 FLAMINIA AL KM.265+000
CUP : B27H21001430001- C.I.G Z91390BF37

Oggetto:

**VERIFICA DI VULNERABILITA' STATICA
AI SENSI DEL D.M. 204/2022 del 1 Luglio 2022**

Progettista: Ing. Simone Gaudenzi

R.U.P. Ing. Massimiliano Magnani

Descrizione:

PROGETTO ESECUTIVO

Dirigente: Ing. PRIMAVERA MARIO

File:

Data:
13-11-2023

Tavola:
RVST

Sommario

<i>Premessa</i>	2
<i>Capitolo 1 – Normativa di Riferimento Principali</i>	2
<i>Capitolo 2 – Documentazione esistente</i>	3
<i>Capitolo 3 – Conoscenza del Manufatto</i>	3
<i>Capitolo 4 – Indagini in Situ</i>	6
4.1. – <i>Caratterizzazione dei suoli</i>	6
4.2. – <i>Caratterizzazione dei materiali, livello di conoscenza(LC) e fattore di confidenza(FC)</i>	6
4.3. – <i>Livello di degrado del Manufatto in base alle Linee Guida CNR-213/2015</i>	6
4.4. – <i>Resistenza di Progetto e Valori di progetto dei materiali</i>	6
4.5. – <i>Valutazione critica delle risultanze delle indagini.</i>	7
4.6. – <i>Identificazione degli interventi “URGENTI” più evidenti</i>	7
<i>Capitolo 5 – Valutazione della Sicurezza Statica dell’ Arco in Muratura</i>	8
5.1. – <i>Premessa</i>	8
5.2. – <i>Verifica di Adeguamento statico con carico da NTC2018</i>	10
5.2.1. – <i>Periodo di Riferimento T_r delle azioni del traffico (art.2.5.2.)</i>	10
5.2.2. – <i>Azioni sulle strutture</i>	10
5.2.3. – <i>Combinazioni delle Azioni</i>	11
5.2.4. – <i>Combinazioni delle Azioni da NCT 2018</i>	12
5.2.5. – <i>Combinazioni delle Azioni ridotta con $\xi_v < 1$</i>	13
5.3. – <i>Verifica di Transitabilità con carico conforme al CDS</i>	15
5.3.1. – <i>Periodo di Riferimento T_r delle azioni del traffico (L.G. D.M. 240/2022)</i>	15
5.3.2. – <i>Azioni sulle strutture</i>	15
5.3.3. – <i>Combinazioni delle Azioni</i>	16
5.3.4. – <i>Combinazioni delle Azioni per la Transitabilità – L.G. 204/2022</i>	17
<i>Capitolo 6 – Conclusioni</i>	18
<i>Capitolo 7 – Determinazione dei possibili interventi strutturali.</i>	19

Premessa

La seguente relazione tecnica di Vulnerabilità Sismica è stata redatta secondo le indicazioni contenute nelle "Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza e monitoraggio dei ponti esistenti", redatto dal Ministero delle Infrastrutture ed approvato con D.M. 204/2022 del 1 Luglio 2022 e pubblicato nel GURI del 23.08.2022 e relative "Istruzioni operative" redatte dall'Agenzia ANSFISA.

Il ponte oggetto di verifica, è a singola campata, con struttura portante in muratura ad arco a tutto sesto, con luce di circa 9ml e spessore dell'arco di circa 55 cm. Tale struttura sarà oggetto di una prima valutazione di sicurezza statica, ovvero per i carichi non sismici, come previsti per i ponti nuovi al capitolo 5 della normativa Vigente delle costruzioni NTC2018 ed in base anche alle Istruzioni CNR-DT-213/2015 per la "Valutazione della Sicurezza dei Ponti Stradali in Muratura".

Nel caso in cui non si verificasse l'Adeguamento Statico del ponte esistente, per i carichi previsti dalla Vigente Normativa NTC2018, in accordo alle Linee Guida approvate con D.M. 204/2022, sarà necessario eseguire una successiva verifica di "Operativa" con coefficienti di sicurezza ridotti per un tempo di ritorno $T_r = 30$ anni e carichi conformi alla NTC2018 e poi, nel caso non fosse soddisfatta tale condizione, una ulteriore verifica di "Transitabilità", con coefficienti di sicurezza ancora ridotti, per un tempo di ritorno $T_r = 5$ anni e con i carichi ridotti, non più in conformità alla NTC 2018, ma alla tipologie di carico previste dal Codice della Strada (CDS).

Ovviamente, la condizione di "Transitabilità" che si potrà verificare per una soglia limite di peso degli automezzi a pieno carico, come individuati dall'art. 62 del CDS, prevederà un controllo costante dell'Ente Gestore della strada, affinché si accerti che i mezzi più pesanti della soglia limite imposta, non transitino su tale infrastruttura e che quindi, siano deviati su strade più sicure.

Per le conclusioni e gli interventi necessari si veda il capitolo 6-7, in fondo alla relazione tecnica.

Capitolo 1 – Normativa di Riferimento Principali

- D.M. 17.1.2018 e Circolare 7 del 21.1.2019 (NTC 2018) – Normativa Vigente della Costruzioni
- CNR-DT 213/2015 – Istruzioni per valutare la sicurezza dei ponti in muratura
- Normativa RFI DIN ICI LG IFS 001 A – Linee Guida RFI per la verifica dei ponti ad Arco in muratura
- D.M. 204/2022 del 1 Luglio 2022 e pubblicato nel GURI del 23.08.2022, ovvero "Linee Guida per la Gestione del Rischio" e relative "Istruzioni operative" redatte dall'Agenzia ANSFISA

Capitolo 2 – Documentazione esistente

Il ponte oggetto di studio è un'infrastruttura costruita nei primi del 1900 e probabilmente senza una normativa tecnica di riferimento nazionale, ma attraverso le prassi costruttive di buona tecnica che davano le relative indicazioni costruttive.

Quindi, non vi è alcuna documentazione esistente progettuale del ponte oggetto d'intervento, si prevede al momento di eseguire solo rilievi di tipo geometrico e visivi, al fine di raggiungere un livello di conoscenza minimo LC1.

Capitolo 3 – Conoscenza del Manufatto

E' stato eseguito un sopralluogo in data 28-04-2023, successivamente ad una prima pulitura del ponte dalla vegetazione spontanea che aveva parzialmente intaccato l'infrastruttura.

L'infrastruttura è un ponte ad arco con Luce di 9ml, ad arco a tutto sesto, di larghezza di circa 9,12ml e lunghezza complessiva comprensiva delle spalle e dei muri di risvolta in muratura è pari a 42,20ml, come di seguito indicato.

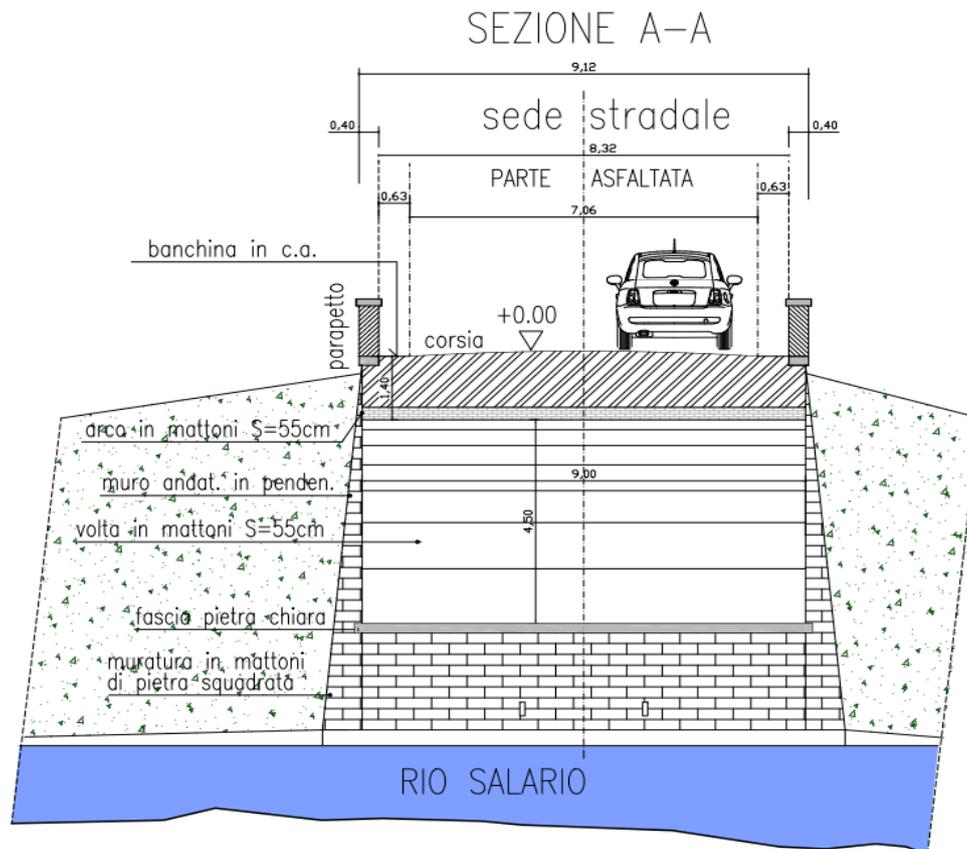


Fig.1 – Sezione trasversale tipo del ponte

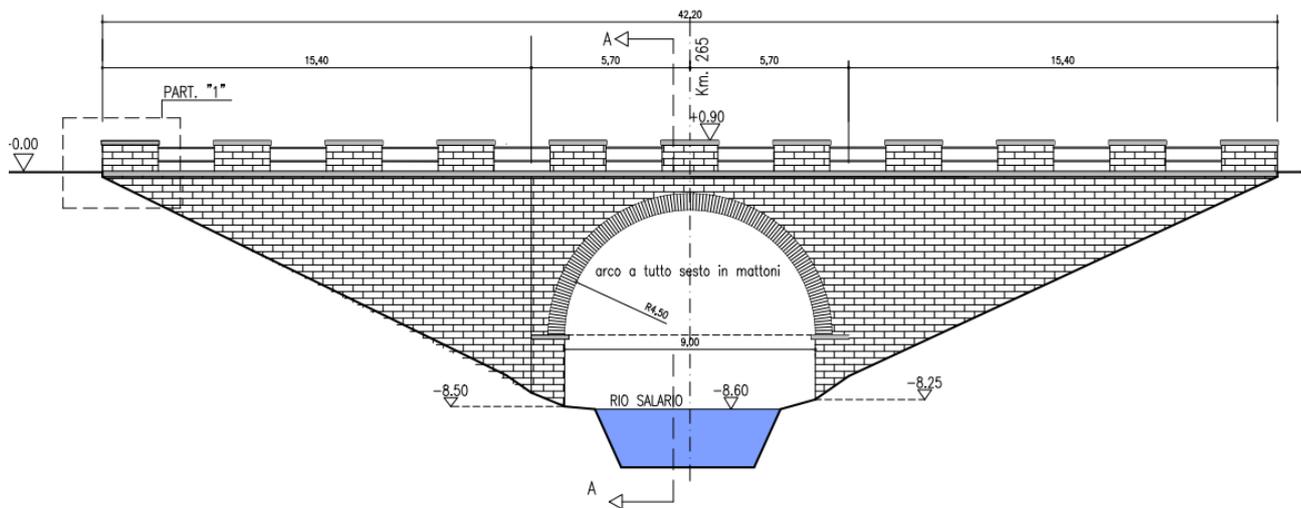


Fig.2 – Sezione Longitudinale del ponte

In particolare, sono state rilevate le seguenti lesioni strutturali e problemi di degrado, in accordo anche con il CENSIMENTO del ponte, redatto dall' Ing. Marco Stabile in data 29-11-2022.



Foto.1 – Macchie diffuse di Umidità, di Concrezioni e di patine Biologiche.
Segni diffusi di Esfoliazione e Polverizzazione dei Mattoni

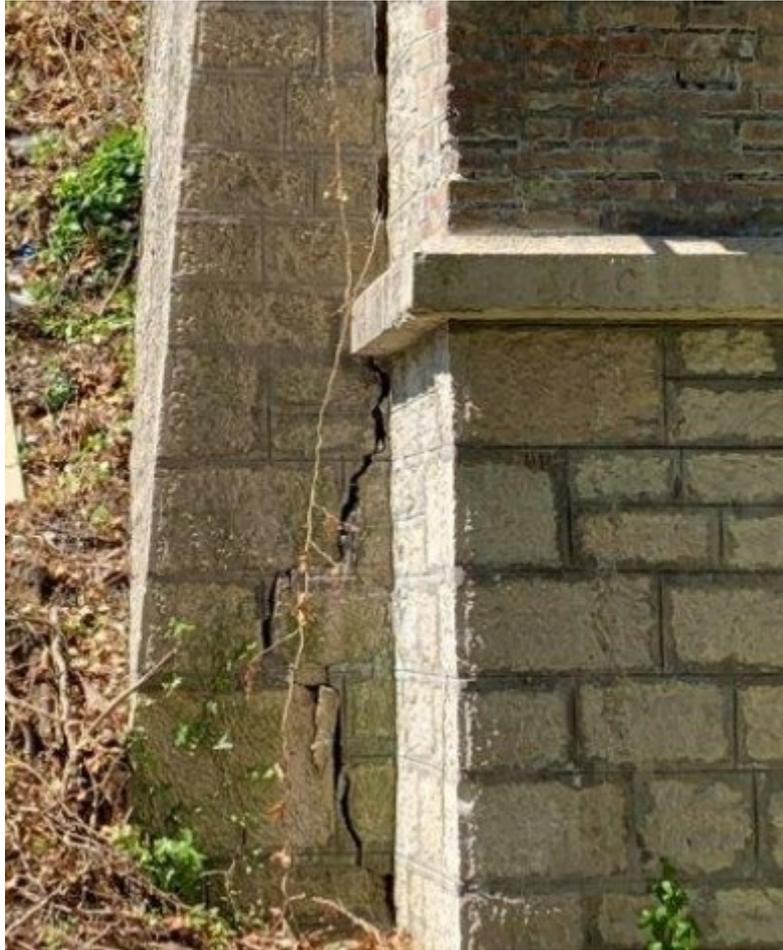


Foto.2 – Lesioni verticali diffuse nel paramento murario del muro di risvolto delle spalle del ponte

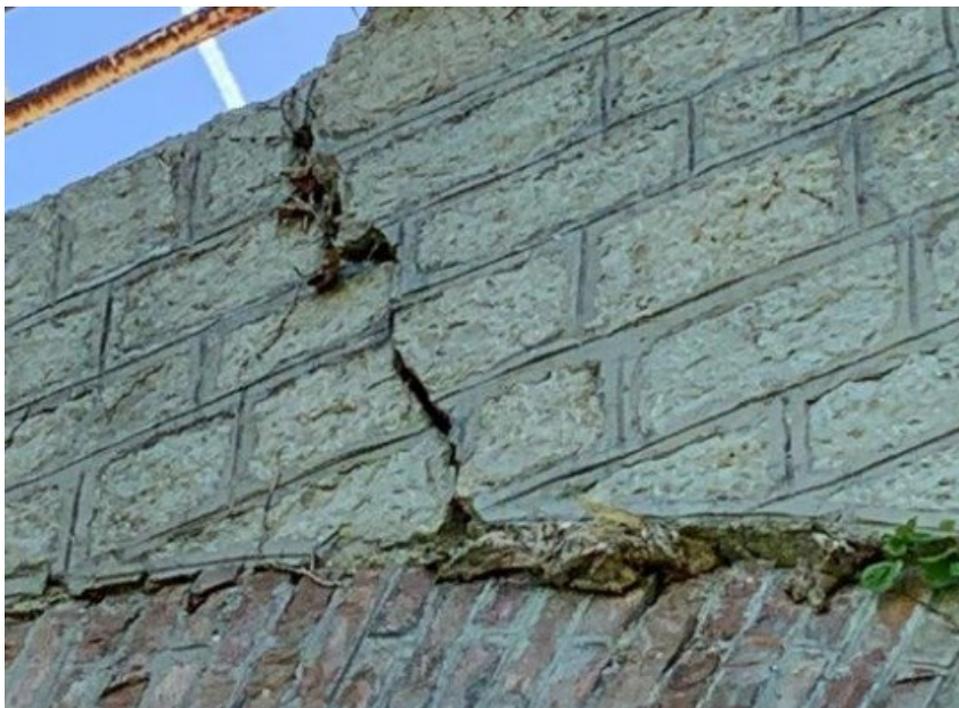


Foto.3 – Lesioni verticale del timpano e slittamento in fuori rispetto all'imposta dell'arco.

Capitolo 4 – Indagini in Situ

4.1. – Caratterizzazione dei suoli

Al momento non è stata eseguita nessuna analisi specifica perché non risultano cedimenti delle fondazioni.

4.2. – Caratterizzazione dei materiali, livello di conoscenza(LC) e fattore di confidenza(FC)

Sono state eseguite, in base alle risorse finanziarie a disposizione della Committenza, solo indagini di tipo visivo e rilievi di tipo geometrico, tali per cui si avrà un Livello di Conoscenza LC1 ed un fattore di confidenza della resistenza del materiale di tipo $F_c=1,35$.

4.3. – Livello di degrado del Manufatto in base alle Linee Guida CNR-213/2015

In base ai rilievi fatti ed alla Scheda di Censimento di Livello O eseguita dall'Ing. Marco Stabile, si rileva una degrado dei materiali di Tipo Medio D4, a cui corrisponde un coefficiente di sicurezza $\gamma_d=1,1$, da applicare alla resistenza del materiale.

4.4. – Resistenza di Progetto e Valori di progetto dei materiali

$f_m = 2,6 \text{ N/mm}^2$ (valore di Normativa per strutture esistenti in base alla NTC 2018)

$\beta_{1m} = 1,3$ (aumento di resistenza per materiali ben connesso trasversalmente)

$\beta_{2m} = \max (f_m^{0,35} ; 1,3) = 1,3$ (aumento di resistenza muratura per malta di discreta resistenza $>2\text{N/mm}^2$, in particolare si considera $f_m=2,5\text{N/mm}^2$)

$\gamma_{sm} =$ coefficiente di sicurezza minimo del materiale = 2 (ridotto nel caso di strutture esistenti)

$$f_d = \left(\frac{f_m \beta_{1m} \beta_{2m}}{F_c \gamma_{sm} \gamma_d} \right) = \left(\frac{2,6 * 1,3 * 1,3}{1,35 * 2 * 1,1} \right) = 1,48 \text{ N/mm}^2 \text{ (resistenza di progetto a compressione allo SLU)}$$

$\gamma_1 = 18 \text{ KN/mc}$ (peso riempimento); $\gamma_2 = 20 \text{ KN/mc}$ (peso strada); $\gamma_m = 18\text{KN/mc}$ (peso Murature)

4.5. – Valutazione critica delle risultanze delle indagini.

Di seguito vengono elencati gli aspetti staticamente più negativi che, in merito alle strutture oggetto di verifica, sono emersi a seguito delle indagini in sito eseguite, cioè quelle caratteristiche che sicuramente influenzano negativamente il comportamento d'insieme e locale:

- 1) *La fessurazione dei timpani e lo slittamento di medesimi verso l'esterno, rispetto all'imposta dell'arco, denotano sicuramente una instabilità degli stessi rispetto ad una spinta eccessiva del riempimento del rinfiango, a cui la struttura esistente non è in grado di contrastare.*
- 2) *La presenza di efflorescenza, patina biologica e degrado dei materiali dell'arco in muratura, denotano la necessità di regimentare meglio le acque dell'impalcato e la mancanza di impermeabilizzazione all'estradosso della struttura portante dell'arco.*
- 3) *La fessurazione verticale dei muri laterali delle spalle del ponte, di contenimento del rilevato, denotano che le spinte attive del terreno, dovute al passaggio di traffico pesante, sono maggiori di quelle sopportabili dai paramenti murari.*

4.6. – Identificazione degli interventi "URGENTI" più evidenti

In base alle precedenti osservazioni e rilievo dei danneggiamenti presenti nella struttura, saranno almeno necessari i seguenti interventi :

- 1) *Cuciture delle lesioni del timpano ed anche cuciture armate della base del timpano stesso all'imposta con l'arco al fine di garantire una maggiore resistenza a flessione; inoltre realizzazione di barre e piastre di contrasto tra i paramenti esterni dei timpani al fine di contrastarne la spinta al ribaltamento esterno.*
- 2) *Esecuzione di impermeabilizzazione dell'impalcato estradosso dell'arco.*
- 3) *Cuciture delle fessurazioni verticali e riempimento con malte tissotropiche; esecuzione con per il caso dei timpani delle catene di contrasto con piastre sui paramenti dei muri delle spalle del ponte al fine di contrastare l'eccessiva spinta attiva del riempimento del terrapieno.*

Capitolo 5 – Valutazione della Sicurezza Statica dell' Arco in Muratura

5.1. – Premessa

Il ponte ad arco in muratura portante verrà verificato tramite il software di Calcolo shareware denominato "ARCO" del prof. Ghelfi. In particolare, il software si basa sul teorema statico dell'analisi limite applicato alle murature, secondo cui: un arco in muratura è sicuro se esiste una linea delle pressioni, in equilibrio con i carichi esterni e giacente interamente nello spessore dell'arco e se, le tensioni di compressioni sono sufficiente basse.

Il software in modo iterativo implementerà il metodo di Mèry, ovvero posizionerà 3 cerniere per rendere arco isostatico e poi andrà a cercare una soluzione in equilibrio con le forze esterne tale per cui si avrà una maggiore livello di sicurezza, tra le infinite soluzioni che si potranno trovare. Tale soluzione che si andrà a trovare sarà a vantaggio di sicurezza, ovvero si andrà a trovare una configurazione più conservativa rispetto alla soluzione esatta e/o al calcolo che si potrà eseguire con un metodo dell'analisi limite di tipo cinematico.

In particolare per carichi uniformi di tipo simmetrico rispetto all'arco il meccanismo più probabile di collasso sarà del tipo a 5 cerniere, mentre per carico non simmetrico si avrà un meccanismo di collasso a 4 cerniere, come di seguito indicato e che sarà anche il meccanismo più probabile per un ponte soggetto ai carichi mobili, ovvero non simmetrici rispetto al centro dell'arco.

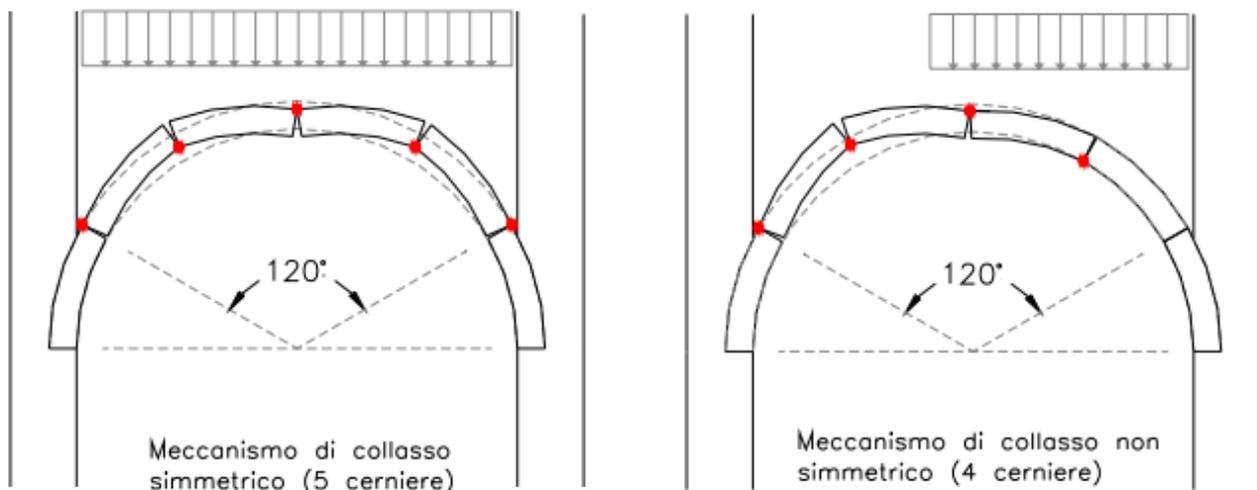


fig.3 – Meccanismi di collasso più probabili.

Infine, il metodo di Mèry prevede sempre in modo cautelativo che il centro delle pressioni passi sempre per il nocciolo di inerzia di ogni singola sezione dell'arco, tale per cui si avranno solo tensioni di compressione in ogni sezione resistente dell'arco, come di seguito indicato.

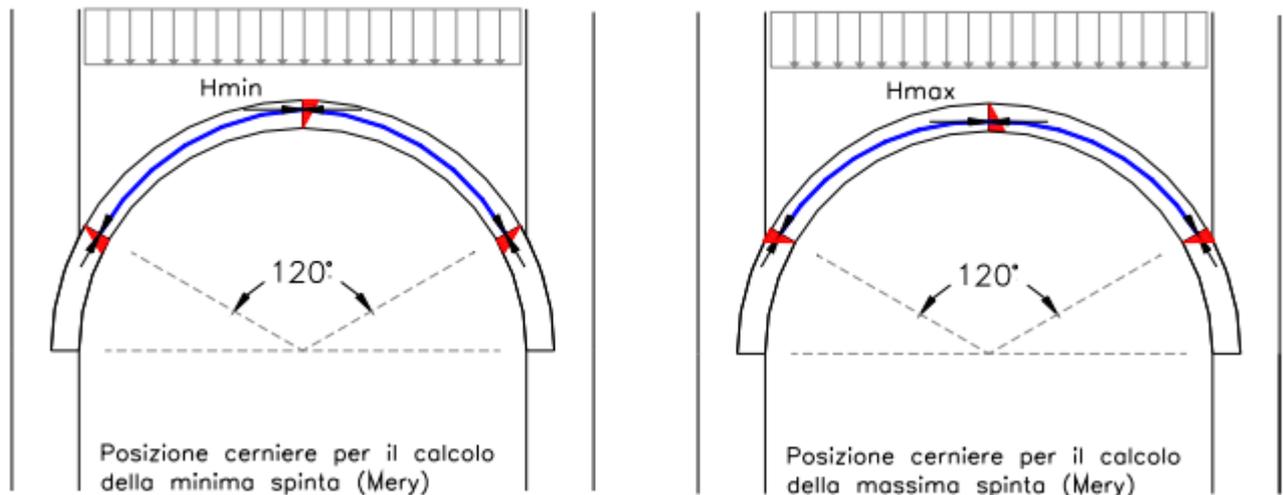


fig.4 – Tensioni di sola compressione per curva delle pressioni sempre all'interno del nocciolo d'inerzia e posizione delle 3 cerniere di Mery.

Il software permetterà anche di considerare l'azione stabilizzante in spinta passiva del terreno di riempimento che potrà essere applicato, sotto le reni dell'arco e verso anche il lato dell'arco che tenderà a traslare per effetto dell'eccentricità dei carichi veicolari.

Infine, ogni verifica che sarà poi svolta si considererà come combinazione di carico più sfavorevole quella per cui il carico mobile previsto dalla Vigente Normativa NTC2018 ed associato al cosiddetto carico "TANDEM", sarà posizionato con baricentro del carico con eccentricità $L/3$, come di seguito indicato.

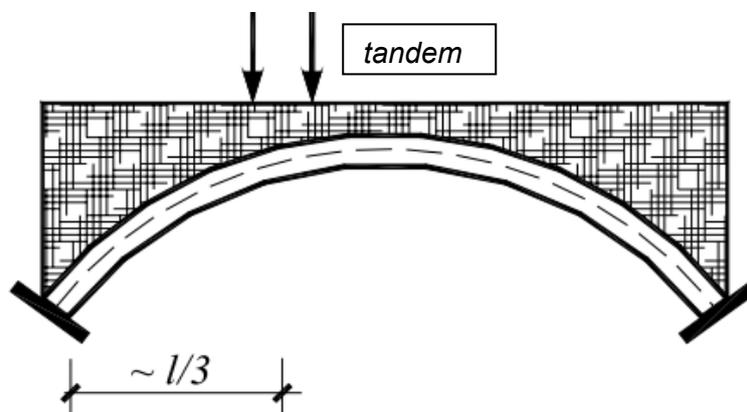


fig.5 – Configurazione più sfavorevole del carico Tandem, non distribuito su arco a singola campata.

5.2. – Verifica di Adeguamento statico con carico da NTC2018

In particolare, verrà eseguita una prima verifica, al fine di determinare se il ponte sia adeguato staticamente, ovvero se l'indice di rischio statico ξ_v fosse pari ad almeno 1, come per i ponti nuovi. Nel caso in cui poi non lo fosse, sarà verificato quale sia l'aliquota del carico statico $\xi_v < 1$, in rapporto a quello caratteristico della Normativa NTC2018, tale per cui sia soddisfatta la condizione di sicurezza del ponte, ai sensi del paragrafo 6.1.5. delle Linea Guida D.M. 204/2022.

Quindi, nel caso in cui poi non fosse verificata l'adeguatezza statica del ponte si procederà anche ad una successiva verifica di "Transitabilità", al fine di determinare quali siano le condizioni di carico minime per avere un livello di sicurezza accettabile nel breve periodo .

5.2.1. – Periodo di Riferimento T_r delle azioni del traffico (art.2.5.2.)

Nel caso di azioni variabili dipendenti dal tempo (tipo neve e vento e temperatura) si considera come valore caratteristico quello caratterizzato un tempo di ritorno di 50 anni, mentre si considera per le azioni da traffico sui ponti stradali un tempo di ritorno convenzionale $T_r = 1000$ anni che è quello associato ai carichi riportati nel capitolo 5 della NTC2018.

5.2.2. – Azioni sulle strutture

Le azioni che vengono considerate ai fine della valutazione della Vulnerabilità Statica dei Ponti sono le seguenti:

- Pesi Propri/Permanenti (Peso delle Murature e del riempimento e della strada)
- Accidentali Variabili di tipo Uniforme e di tipo Puntuale come previsti al Capitolo 5 della NTC2018 (per ponti di 1° categoria)



fig.6 – Schema di Carico 1 – NTC 2018 - carico Tandem + Distribuito (carico congestionato).

5.2.3. – Combinazioni delle Azioni

In particolare per la condizione statica con carichi caratteristici da NTC2018, si considereranno come coefficiente di amplificazione del carico statico/permanenti $\gamma_{G1}=1,00$, perché nel caso dei ponti ad arco il peso del riempimento gioca a favore dell'equilibrio statico del ponte, mentre per gli accidentali da traffico si considererà un coefficiente amplificativo di $\gamma_Q=1,35$ come da NTC. Tali valori sono determinati in base alle tabelle presenti nella Linee Guida approvate per ponti con D.M. 204/2022 e risultano meno restrittivi che per i ponti nuovi come previsto nella NTC2018

Tabella 6.3– Fattori parziali di sicurezza per i carichi permanenti, γ_G , per verifiche di adeguamento

CLASSE DI CONSEQUENZA	(1) CONDIZIONI STANDARD	(2) CON ACCURATO CONTROLLO STATISTICO DI MATERIALI E GEOMETRIA E COV<0,05	(3) COME (2) E CON ABBATTIMENTO INCERTEZZE DI MODELLO (§ 6.3.3.5)
CC3	1.35	1.25	1.20

Tab.1- Coeff. Di Amplificazione dei Carichi Statici L.G. D.M.204/2022

Un ponte senza progettazione entra sempre in classe CC3 e senza indagini in sito particolari e modellazioni raffinate, va considerata la condizione standard di Verifica.

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30

Tab.2- Coeff. Di Amplificazione dei Carichi Statici Ntc 2018

5.2.4. - Combinazioni delle Azioni da NCT 2018

In base ai seguenti carichi non risulta verificata la volta in muratura perché va in trazione in più punti e quindi la linea delle pressioni esce dallo spessore della volta, come di seguito indicato.

Carico Tandem Amplificato allo SLU = $600\text{KN} \times 1,35 = 810\text{KN}$

Carico Distribuito Amplificato allo SLU = $9\text{KN} \times 1,35 = 12,15\text{KN/mq}$

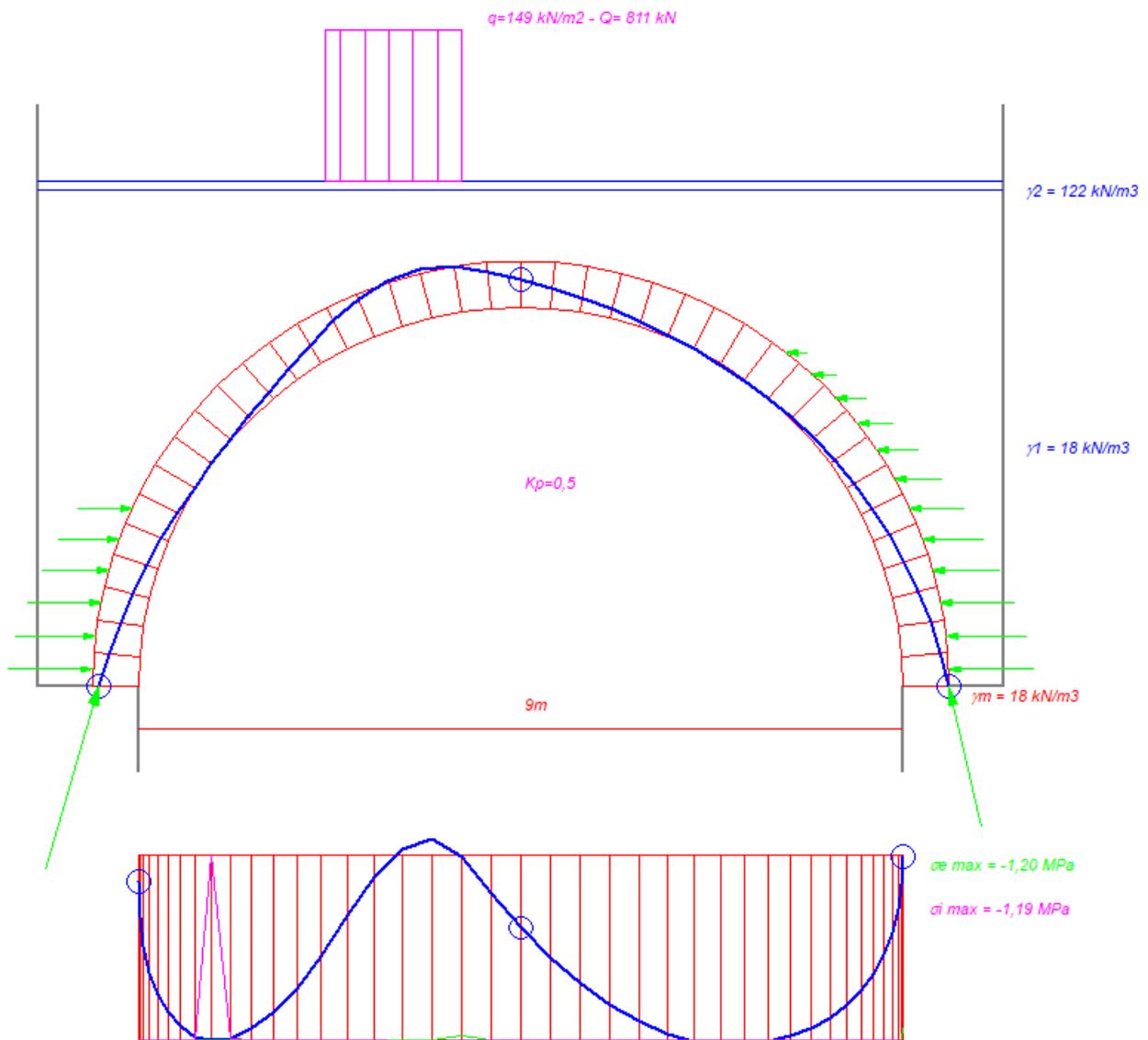


fig.7 – Curva delle pressioni esce dallo spessore dell'arco e non verifica l'equilibrio.

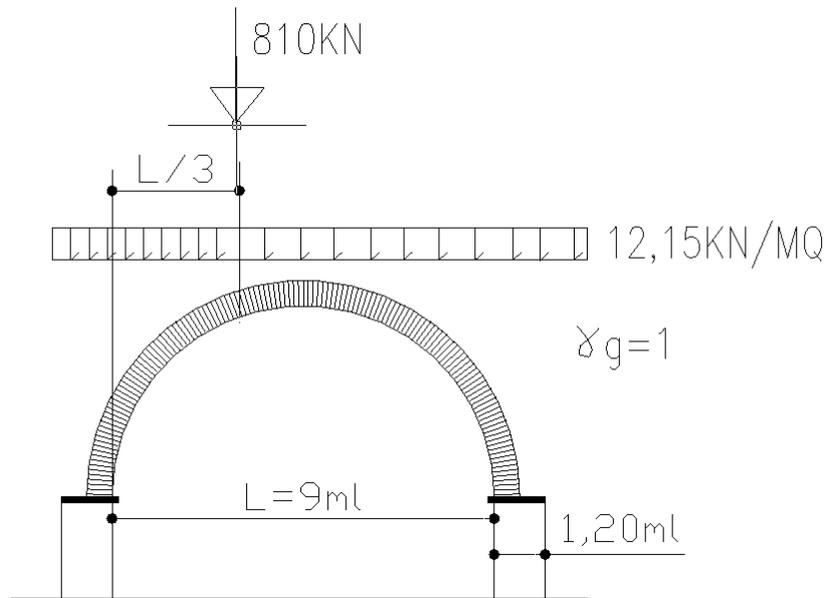


fig.8 – Condizione di Carico 1 – NTC 2018 - carico Tandem + Distribuito (carico congestionato).

5.2.5. – Combinazioni delle Azioni ridotta con $\xi_v < 1$

In base ai seguenti carichi applicati risulta verificata la volta in muratura perché si riduce il carico agente di un'aliquota pari al 35% di quello di Normativa ed in questo modo non vi sono più zone in trazione e né con carico a compressione della muratura maggiore di quello di progetto.

Carico Tandem Amplificato allo SLU = $600\text{KN} \times 1,35 \times 35\% = 284\text{KN}$

Carico Distribuito Amplificato allo SLU = $9\text{KN} \times 1,35 \times 35\% = 4,25\text{KN/mq}$

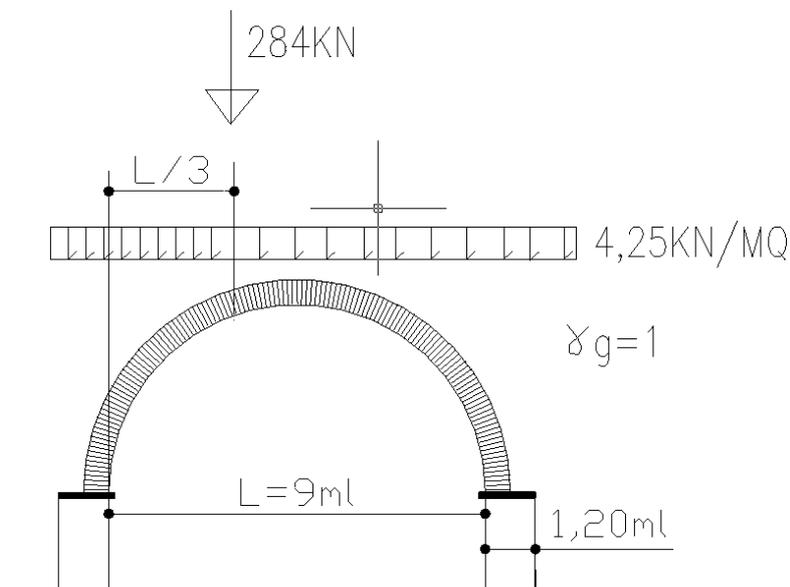


fig.9 – Condizione di Carico 1 – Aliquota pari al 35% di quello della NTC 2018.

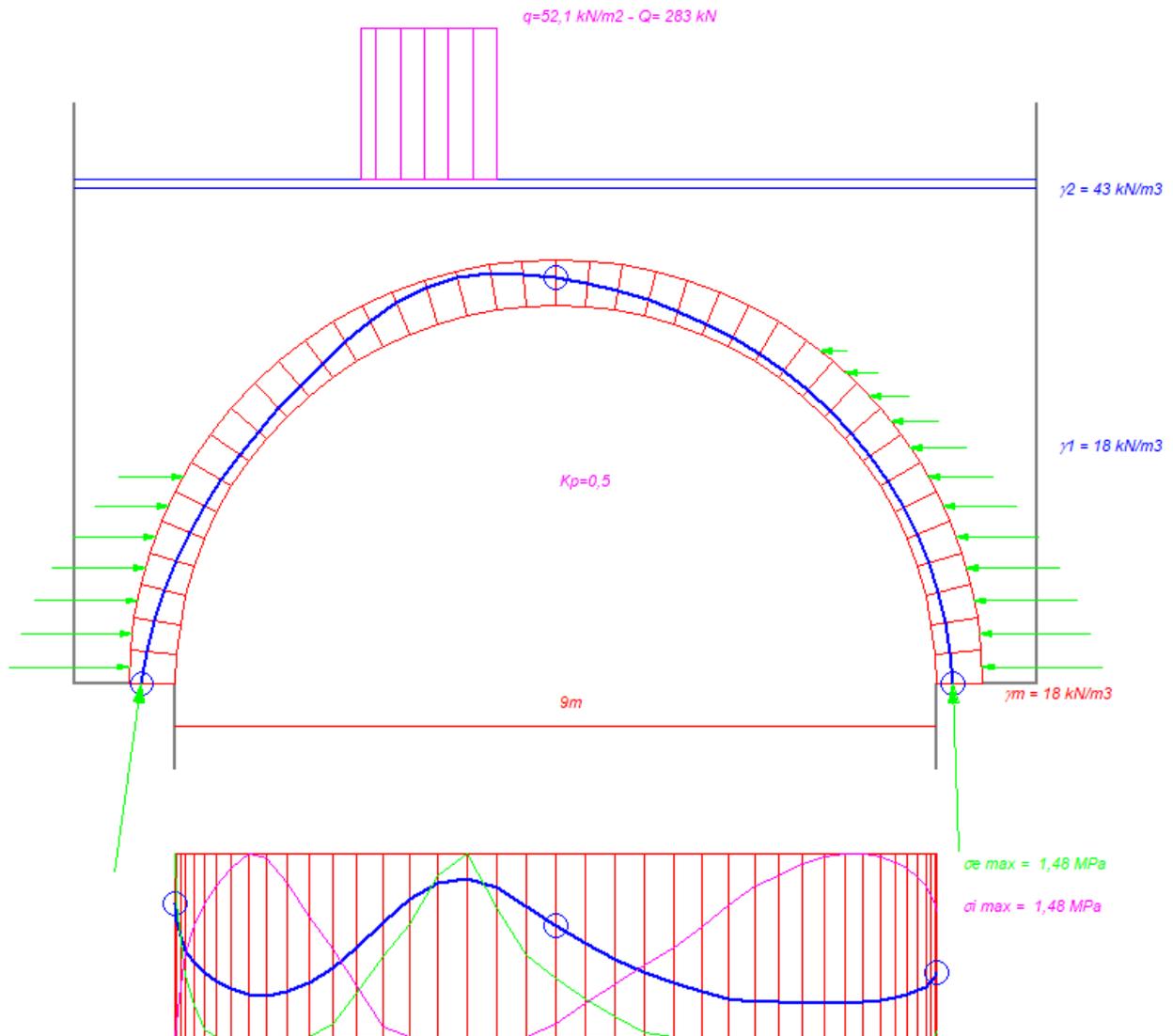


fig.10 – Curva delle pressioni verificata con $\xi_v = 0,35$.

La pressione massima sulla Muratura con analisi di tipo Lineare è pari $f_{sd_e} = 1,48 \text{ N/mm}^2$,

$$\rightarrow \sigma_{max} = f_{sd} = 1,48 \text{ N/mm}^2 \leq f_{rd} = 1,48 \text{ N/mm}^2 \text{ (VERIFICA PER } \xi_v = 0,35)$$

5.3. – Verifica di Transitabilità con carico conforme al CDS

Non essendo verificata l'adeguatezza statica del ponte si procederà anche ad una successiva verifica di "Transitabilità", al fine di determinare quali siano le condizioni di carico minime per avere un livello di sicurezza accettabile nel breve periodo.

In particolare, verranno eseguite le verifiche con carichi definiti "LEGGERI", ovvero con massa totale del mezzo mobile di 75KN, ovvero di 7,5t e carico distribuito di 4,2KN/mq e condizione di Controllo del traffico di tipo 1), ovvero " il controllo del superamento del carico del peso da parte dei mezzi è effettuato a campione, su base documentale o di pesatura diretta, mediante una pianificazione sistematica nel tempo", ai sensi del paragrafo 6.3.3.4. delle L.G. approvate con D.M. 240/2022.

5.3.1. – Periodo di Riferimento T_r delle azioni del traffico (L.G. D.M. 240/2022)

Nel caso di Transitabilità si considera come valore caratteristico quello caratterizzato un tempo di ritorno di 5 anni per le azioni da traffico sui ponti stradali, in base L.G. approvate con D.M. 240/2022.

5.3.2. – Azioni sulle strutture

Le azioni che vengono considerate ai fine della valutazione della Vulnerabilità Statica dei Ponti sono le seguenti:

- *Pesi Propri/Permanenti (Peso delle Murature e del riempimento e della strada)*
- *Accidentali Variabili di tipo Uniforme e di tipo Puntuale come previsti dalle L.G. approvate con D.M. 240/2022 (in particolare come intensità di carico si considerano i carichi in base al codice della Strada CDS, ma posizionati sempre come schema di carico come indicato dalla NTC 2018, ovvero Tandem ridotto + distribuito ridotto).*



fig.11 – Schema di Carico "LEGGERO" – CDS - carico Tandem 7,5t + Distribuito.

5.3.3. – Combinazioni delle Azioni

In particolare per la condizione statica con carichi caratteristici da NTC2018, si considereranno come coefficiente di amplificazione del carico statico/permanenti $\gamma_{G1}=1,00$, perché nel caso dei ponti ad arco il peso del riempimento gioca a favore dell'equilibrio statico del ponte, mentre per gli accidentali da traffico si considererà un coefficiente amplificativo di $\gamma_Q=1,20$ come indicato per la Transitabilità nelle Linee Guida D.M. 240/2022. Tali valori sono determinati in base alle tabelle presenti nella Linee Guida approvate per i ponti esistenti e risultano meno restrittivi che per i ponti nuovi come previsto nella NTC2018

Tabella 6.2– Fattori parziali di sicurezza per i carichi permanenti, γ_G per verifiche di transitabilità e operatività

CLASSE DI CONSEQUENZA	(1) CONDIZIONI STANDARD	(2) CON ACCURATO CONTROLLO STATISTICO DI MATERIALI E GEOMETRIA E COV<0,05	(3) COME (2) E CON ABBATTIMENTO INCERTEZZE DI MODELLO (§ 6.3.3.5)
CC3	1.26	1.16	1.10

Tab.3- Coeff. Di Amplificazione dei Carichi Statici L.G. D.M.204/2022.

Un ponte senza progettazione entra sempre in classe CC3 e senza indagini in sito particolari e modellazioni raffinate, va considerata la condizione standard di Verifica.

- Livello 1) : $\gamma_{CdS,1} = 1,60$
- Livello 2) : $\gamma_{CdS,2} = 1,35$
- Livello 3) : $\gamma_{CdS,3} = 1,10$

Tab.4 -Coeff. di Amplificazione dei Carichi Statici in funzione del controllo dell'ente gestore sui passaggi veicolari consentiti, come previsto da L.G. 204/2022 – paragrafo 6.6.3.4.

5.3.4. - Combinazioni delle Azioni per la Transitabilità - L.G. 204/2022

In base ai seguenti carichi non risulta verificata la volta in muratura perché va in trazione in più punti e quindi la linea delle pressioni esce dallo spessore della volta, come di seguito indicato.

Carico Tandem Amplificato allo SLU = $75\text{KN} \times 1,6 = 120\text{KN}$

Carico Distribuito Amplificato allo SLU = $4.2\text{KN} \times 1,6 = 6,72 \text{ KN/mq}$

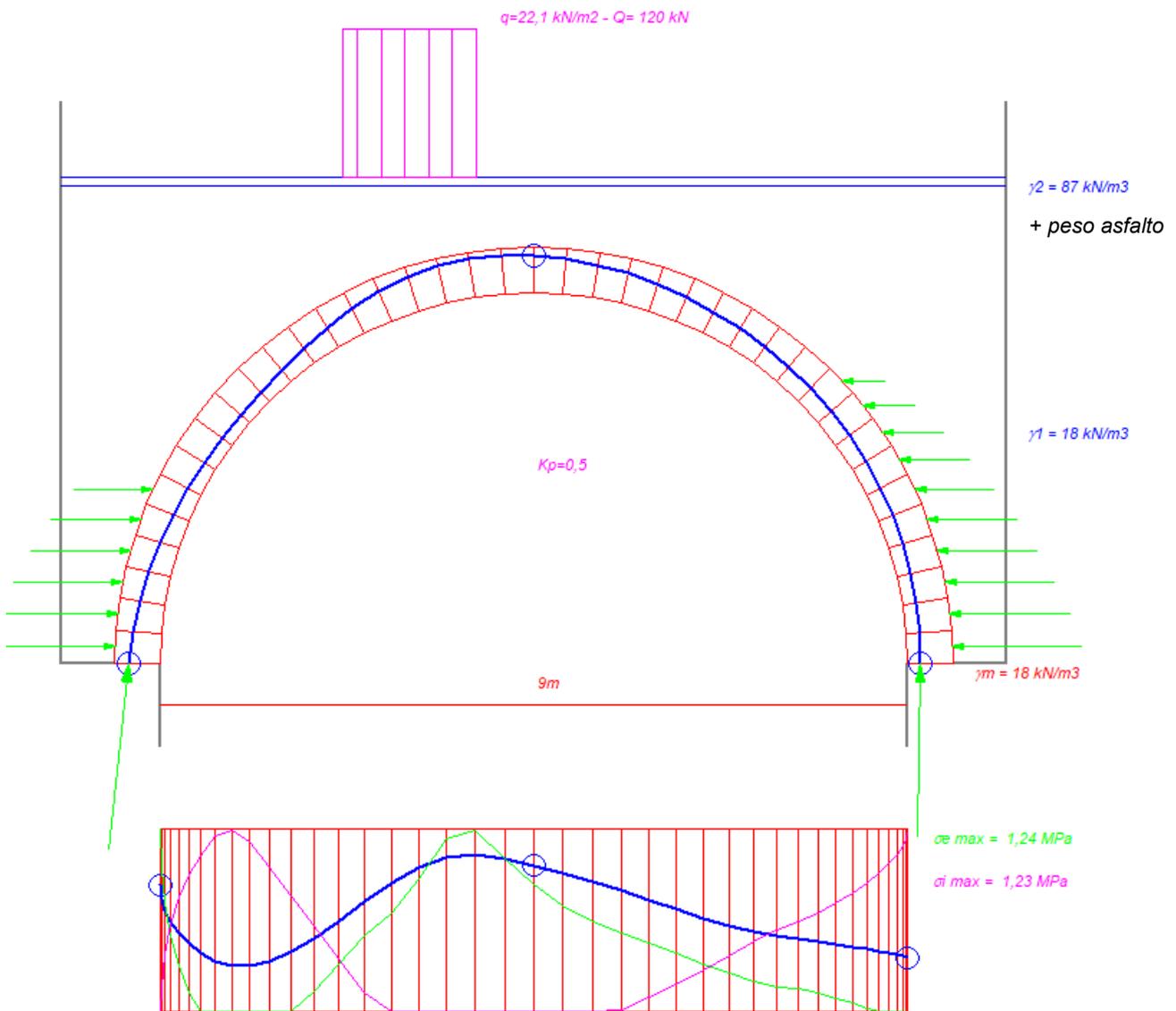


fig. 12 – Curva delle pressioni verificata e dentro lo spessore dell'arco.

La pressione massima sulla Muratura con analisi di tipo Lineare è pari $f_{sd_e} = 1,24 \text{ N/mm}^2$,

$$\rightarrow \sigma_{max} = f_{sd} = 1,24 \text{ N/mm}^2 < f_{rd} = 1,48 \text{ N/mm}^2 \text{ (VERIFICA TRANSITABILITA')}$$

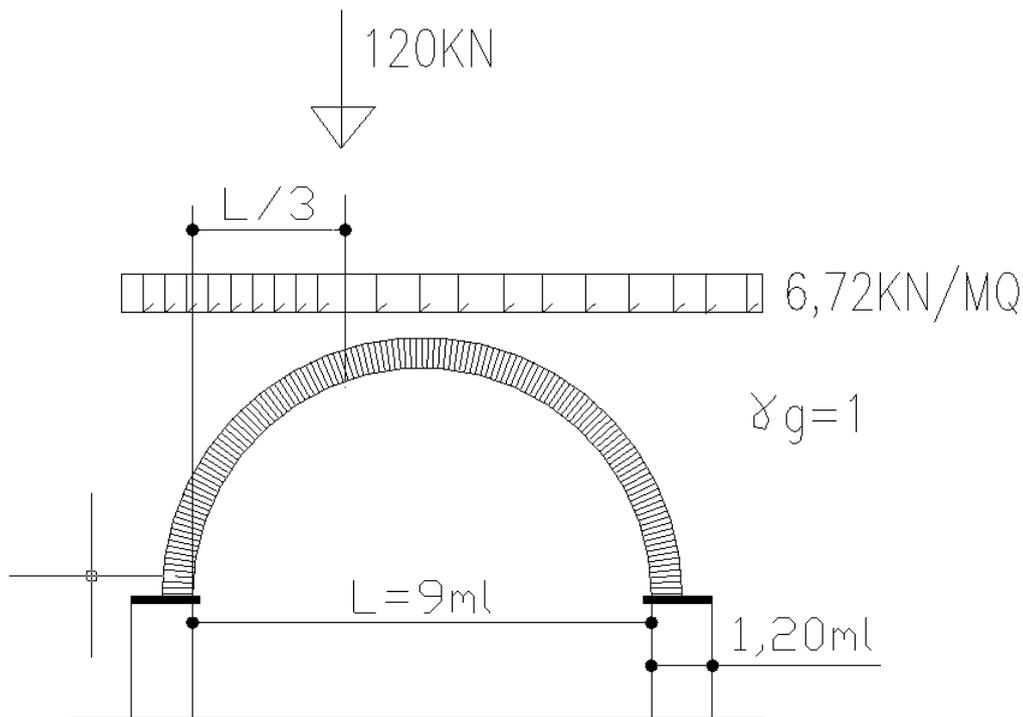


fig.13 – Condizione di Carico 1 – Transitabilità CDS- carico Tandem + Distribuito.

Capitolo 6 – Conclusioni

In base alle considerazioni e risultanze esposte in precedenza, nell'analisi della vulnerabilità statica del ponte ad arco, vedi paragrafo 5.2.5. e 5.3.4., **il ponte risulta avere un indice di vulnerabilità statica di circa $\xi_V = 0.35$.**

In particolare, la struttura **risulta TRANSITABILE SOLO PER SOLI CARICHI LEGGERI**, tramite un controllo del traffico dell'ente Gestore di tipo 1), ovvero quello meno impegnativo (vedi paragrafo 6.6.3.4. delle L.G. 204/2022) e per **massa totale massima dei mezzi a pieno carico di 7,5 tonnellate e per periodo di ritorno di 5 anni**, periodo entro cui risulterà necessario eseguire i lavori per migliorare il livello di sicurezza dell'infrastruttura, come di seguito meglio descritto.

Capitolo 7 – Determinazione dei possibili interventi strutturali.

In base alle verifiche e risultanza esposte in precedenza vengono proposti i seguenti interventi di tipo strutturale e non strutturale:

- 1) Cuciture delle lesioni del timpano ed anche cuciture armate della base del timpano stesso all'imposta con l'arco al fine di garantire una maggiore resistenza a flessione; inoltre realizzazione di barre e piastre di contrasto tra i paramenti esterni dei timpani al fine di contrastarne la spinta al ribaltamento esterno.*
- 2) Esecuzione di impermeabilizzazione dell'impalcato estradossale dell'arco.*
- 3) Cuciture delle fessurazioni verticali e riempimento con malte tissotropiche; esecuzione con per il caso dei timpani delle catene di contrasto con piastre sui paramenti dei muri delle spalle del ponte al fine di contrastare l'eccessiva spinta attiva del riempimento del terrapieno.*
- 4) Esecuzione Adeguamento statico dell'arco in muratura, tramite sistema di rinforzo ESTRADOSSALE/INTRADOSSALE realizzato con CAPPÀ collaborante in CLS armato o tramite sistema per il rinforzo strutturale a basso spessore con rete composita e malta tipo CRM. Inoltre sarà anche necessario eseguire a livello del piano carrabile una soletta in CLS armata alleggerita affinché si abbia una distribuzione più omogenea dei carichi concentrati.*

IL TECNICO

ING. SIMONE GAUDENZI

(firma Digitale)