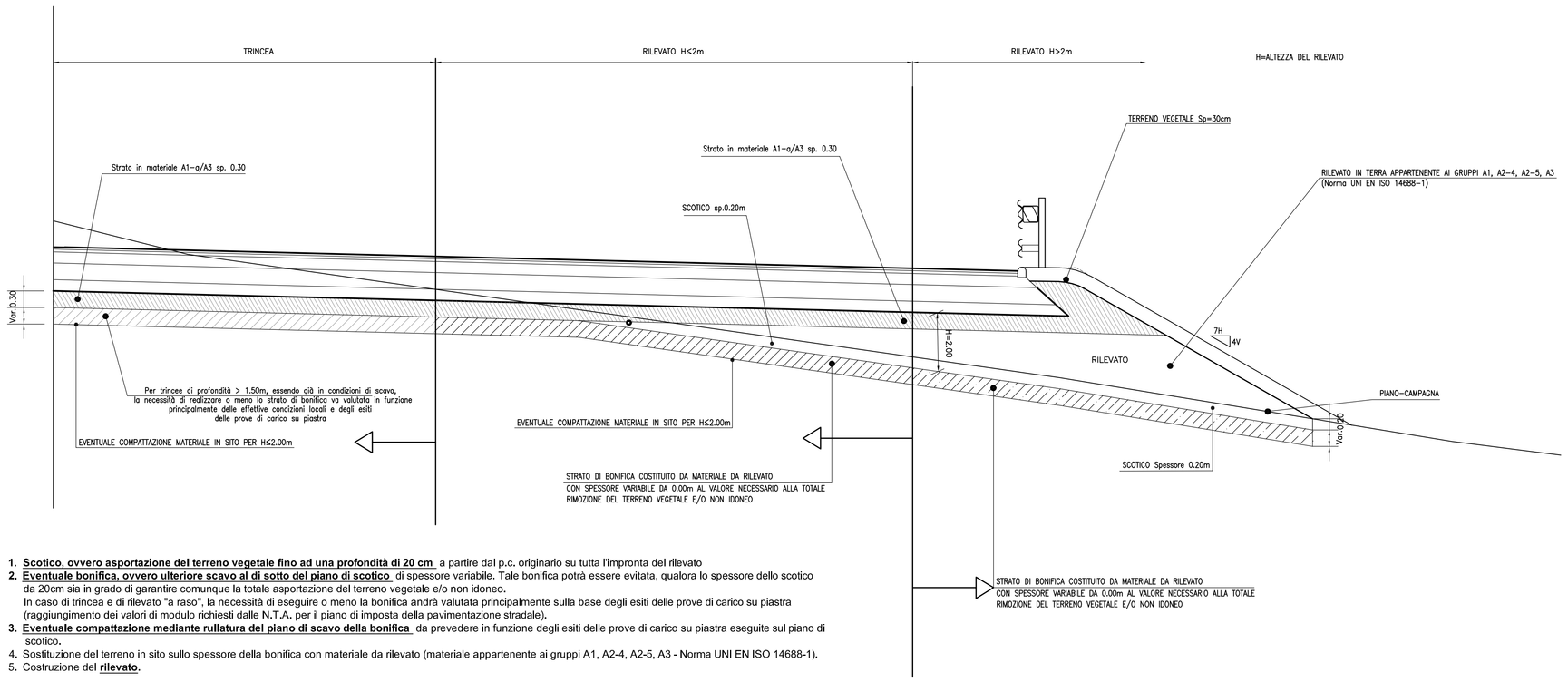
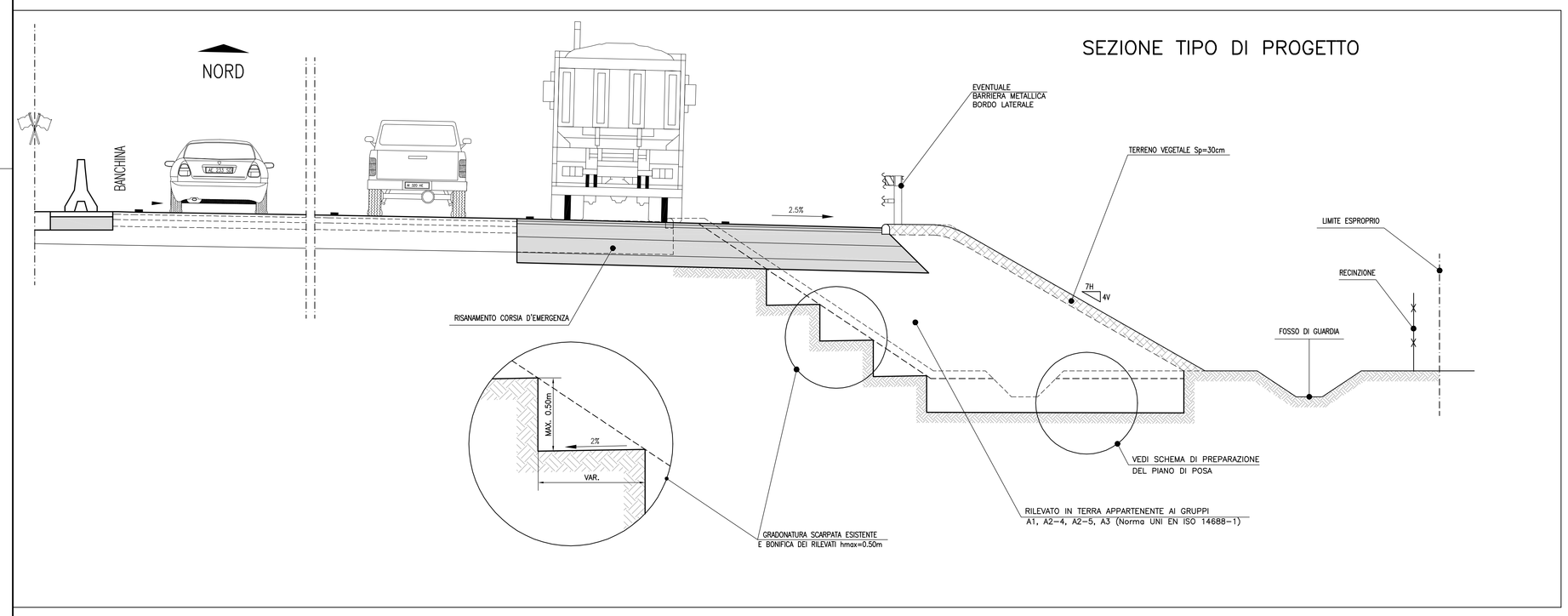
BENCHE' ALCUNE LAVORAZIONI DESCRITTE NELLE NOTE DELLA PRESENTE TAVOLA (ANTICAPILLARE, TRATTAMENTO A CALCE, ECC. ...), NON SIANO PREVISTE DAL PRESENTE PROGETTO, LE NOTE RELATIVE NON SONO STATE STRALCIATE A SCOPO DI COMPLETEZZA.

PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA (TERRENO DI APPOGGIO DI NATURA GRANULARE)



1. **Scotico, ovvero asportazione del terreno vegetale fino ad una profondità di 20 cm** a partire dal p.c. originario su tutta l'impronta del rilevato
2. **Eventuale bonifica, ovvero ulteriore scavo al di sotto del piano di scotico** di spessore variabile. Tale bonifica potrà essere evitata, qualora lo spessore dello scotico da 20cm sia in grado di garantire comunque la totale asportazione del terreno vegetale e/o non idoneo.
   In caso di trincea e di rilevato "a raso", la necessità di eseguire o meno la bonifica andrà valutata principalmente sulla base degli esiti delle prove di carico su piastra (raggiungimento dei valori di modulo richiesti dalle N.T.A. per il piano di imposta della pavimentazione stradale).
3. **Eventuale compattazione mediante rullatura del piano di scavo della bonifica** da prevedere in funzione degli esiti delle prove di carico su piastra eseguite sul piano di scotico.
4. Sostituzione del terreno in sito sullo spessore della bonifica con materiale da rilevato (materiale appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 - Norma UNI EN ISO 14688-1).
5. Costruzione del **rilevato.**

SEZIONE TIPO DI PROGETTO



Strato Granulare Anticapillare

Tale strato avrà uno **spessore minimo di 30 cm**; sarà composto da aggregati naturali, riciclati o misti aventi granulometria assortita da 2+50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075mm non superiore al 3%.
Sarà possibile l'impiego di materiali di diversa granulometria solo nei casi in cui l'Appaltatore, seguendo le indicazioni della Direzione Lavori esegua una sperimentazione volta a dimostrare che la massima altezza di risalita capillare non supera la metà dello strato anticapillare stesso.
Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi,solubili, ecc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali ottenuti mediante frantumazione.
A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO Modificata.

Geotessile Non Tessuto

Il geotessile dovrà essere del tipo nontessuto, in polipropilene o poliestere con resistenza a trazione non inferiore a 18 kN/m, resistenza al punzonamento statico non inferiore a 3000 N e allungamento a rottura non inferiore a 50%. Dovrà inoltre soddisfare i criteri di permeabilità e ritenzione; la porometria del geotessile dovrà essere abbastanza aperta da garantire una permeabilità minima di 1 x10-3 m/s e nel contempo sufficientemente chiusa per evitare fenomeni di dilavamento e erosione; tali condizioni si ottengono con una apertura caratteristica dei pori di 80 µm.
Requisiti minimi:

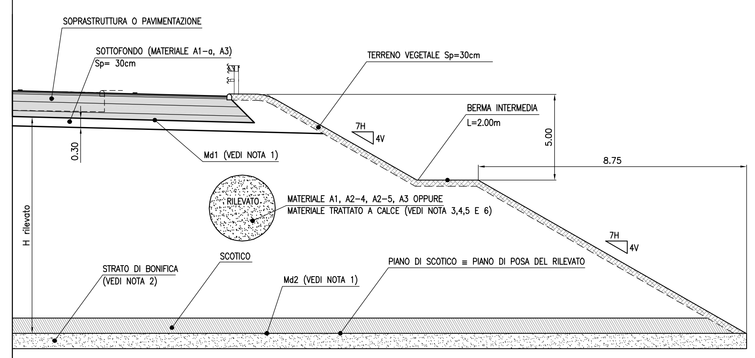
1. Resistenza a trazione MD e CD (EN ISO 10319: 1998)> 18 kN/m
2. Allungamento MD e CD (UNI EN ISO 10319: 1998)> 50%
3. Punzonamento statico (UNI EN ISO 12236: 1999)> 3 kN
4. Punzonamento dinamico (UNI EN ISO 918:1999)< 10 mm
5. Permeabilità ortogonale al piano (UNI EN ISO 11058:2002)> 1 x 10-3 m/s
6. Diametro di filtrazione(UNI EN ISO 12956: 2001)< 80 µm

I rotoli di geotessile dovranno essere opportunamente protetti durante il periodo di stoccaggio del materiale in accordo alle raccomandazioni del produttore; analogamente il tempo intercorrente tra la stesa del geotessile e la sua copertura con strati costituiti da aggregati dovrà essere inferiore a quello raccomandato dal produttore, comunque non superiore a 24 ore.
Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare, privo di discontinuità o di materiali che possano arrecare danneggiamenti al geotessile; se necessario la stesa sarà realizzata previa messa in opera di materiale sabbioso compattato.
Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.
I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Terreni trattati con Calce

Il trattamento del terreno a calce potrà essere utilizzato sia per consentire l'impiego del materiale di risulta degli scavi per la costruzione dei rilevati e per la realizzazione della bonifica, sia per la stabilizzazione in sito del terreno naturale ove prevista.
Per tutte le modalità realizzative si fa riferimento al par. 3.5 delle N.T.A.
In presenza di materiale classificato A4 andrà eseguita la stabilizzazione a cemento in luogo della calce.
Il tenore in peso di calce/cemento andrà confermato dai risultati di campi prova finalizzati all'individuazione della composizione di progetto della miscela: tipo di calce, conferma della percentuale di calce sul peso secco, umidità, ecc. ..., in funzione dei terreni presenti. Tali campi prova consentiranno di eseguire anche il controllo delle attrezzature, la verifica dei metodi di lavoro e delle fasi di lavorazione, la definizione degli schemi di miscelatura e rullatura in relazione alle attrezzature messe a disposizione dall'Impresa, la definizione delle modalità di controllo e dei limiti di accettabilità dei diversi parametri.

DEFINIZIONI



Rilevato:
manufatto costituito da aggregati naturali, industriali, riciclati o misti atti a costituire uno stabile piano di posa della soprastruttura (o pavimentazione) a quota superiore al piano di scotico
Trincea:
scavo finalizzato a costituire uno stabile piano di posa della soprastruttura (o pavimentazione) a quota inferiore al piano di scotico
Piano di scotico:
si intende il piano posto a 20 cm sotto il piano campagna locale
Piano di posa dei rilevati:
piano corrispondente a quello di scotico
Altezza del rilevato:
Distanza fra l'intradosso della soprastruttura e il piano di scotico
Bonifica:
spessore di terreno da rimuovere o da stabilizzare, qualora i terreni rinvenuti sul piano di scotico non siano ritenuti idonei
Sottofondo:
strato di rilevato di spessore 30 cm, immediatamente sottostante la soprastruttura (o pavimentazione) costituito da terreno naturale, eventualmente trattato con calce o cemento (terre stabilizzate) o da aggregati naturali, riciclati o misti riportati (vedere documenti specifici)
Soprastruttura (o pavimentazione):
struttura sovrapposta al sottofondo destinata a consentire il regolare moto dei veicoli, costituita dallo strato di fondazione, dallo strato di collegamento e dallo strato di usura.
Gli strati di usura e di collegamento, entrambi in conglomerato bituminoso, costituiscono il manto stradale (le indicazioni fornite nella presente Tavola si applicano esclusivamente al corpo del rilevato ed alle operazioni di preparazione del piano di posa, mentre per quanto riguarda la soprastruttura (o pavimentazione) si rimanda integralmente a quanto riportato negli articoli della N.T.A. specificatamente dedicati)
Strato anticapillare:
strato costituito da aggregati naturali, riciclati o misti di idonea composizione granulometrica per impedire la risalita capillare nel corpo del rilevato o nella soprastruttura (o pavimentazione)
Strato di bonifica:
materiale costituito da terra stabilizzata o da aggregati naturali, riciclati o misti, di idonea composizione granulometrica, compattati, messi in opera previa asportazione della terra naturale di non adeguate caratteristiche.
Elementi di rinforzo:
elementi in acciaio o in sostanze polimeriche inglobati tra gli strati di aggregato naturale, in grado di migliorare le condizioni di stabilità del rilevato, grazie alla loro resistenza a trazione.
Md1:
modulo di compressibilità in prova di carico su piastra da 30 cm di diametro minimo richiesto al primo ciclo di carico sul piano di posa della soprastruttura (o pavimentazione).
Md2:
modulo di compressibilità in prova di carico su piastra da 30 cm di diametro minimo richiesto al primo ciclo di carico sul piano di scotico, in assenza e/o in presenza dello strato di bonifica.
Aggregati per la formazione dei rilevati
Si elencano sommariamente nel seguito i tipi di aggregati ammessi, mentre per quanto riguarda la provenienza dei materiali, le prove e la documentazione da sottopore ad approvazione della D.L. si fa interamente rimando agli specifici articoli delle N.T.A. (par. 3.2)
Aggregato naturale
materiale sciolto di origine minerale che non è stato assoggettato a nient'altro che a lavorazioni meccaniche; può essere prodotto anche dalla frantumazione di rocce lapidee
Aggregato industriale
materiale sciolto di origine minerale derivante da un processo industriale che implica una modificazione termica o di altro tipo. Per ragioni di eco-compatibilità è contemplato l'esclusivo uso di *argille espanse* (vedi par.3.1.1)
Aggregato riciclato
materiale sciolto risultante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni. Nel presente Capitolato Speciale si fa riferimento all' utilizzo di calcestruzzo/misti cementati da risulta da demolizioni, fresato del manto bituminoso
Aggregato misto
Miscela di aggregati naturali e di aggregati riciclati
Aggregati non alleggeriti
materiali costituiti da particelle di densità compresa tra 19,6 kN/m3 e 29.4 kN/m3
Aggregati alleggeriti
materiali costituiti da particelle di densità <19,6 kN/m3 e con pesi di volume del materiale allo stato sciolto <11,8 kN/m3
Dimensioni dell'aggregato
Designazione in termini di dimensioni minime (d) e massime (D) del setaccio espressa come d/D. La designazione accetta che alcune particelle possano essere trattenute dal setaccio di dimensioni massime D e che alcune particelle possano non essere trattenute al setaccio di dimensioni minime d
Aggregato grossolano
materiale caratterizzato da d ≥ 1 mm e D ≥ 2mm

NOTE GENERALI

LA PRESENTE TAVOLA E' STATA REDATTA IN OTTEMPERANZA ALLE N.T.A. ED ALLE NORMATIVE DI RIFERIMENTO IVI RIPORTATE

PER QUANTO NON ESPICITAMENTE RICHIAMATO NELLA PRESENTE TAVOLA, FARE RIFERIMENTO ALLE N.T.A.

PER GLI ASPETTI STRADALI SI RIMANDA AGLI APPOSITI ELABORATI

Nota 1 – Moduli Md1 e Md2

I moduli di deformazione Md1 ed Md2 al primo ciclo di carico su piastra di diametro 30 cm dovranno risultare non inferiori a:
60 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5÷2,5 daN/cm² sul piano di posa della soprastruttura in rilevato e in trincea;
20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5÷1,5 daN/cm² sul piano di posa del rilevato (piano di scotico) quando posto a 1,00 m da quello della soprastruttura;
15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5÷1,5 daN/cm² sul piano di posa del rilevato (piano di scotico) quando posto a 2,00 m da quello della soprastruttura.
La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.
Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.

Nota 2 – Compattazione bonifica

A rullatura eseguita il materiale impiegato per la bonifica dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- densità almeno pari al 90% di quella massima AASHTO modificata T/180-57 o UNI EN 13286-2, Giugno 2005, sul piano di posa dei rilevati, comunque tale da consentire il raggiungimento dei moduli sopra specificati.
- densità almeno pari al 95% di quella massima AASHTO modificata T/180-57 o UNI EN 13286-2, sul piano di posa della soprastruttura in trincea, comunque tale da consentire il raggiungimento dei moduli sopra specificati.

Nota 3 – Utilizzo terre A2–6, A2–7

Potranno essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se:

- provenienti dagli scavi e se previsto nel Progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2.0 m dal piano di posa della soprastruttura, previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm. Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati. Quanto sopra allo scopo di contenere entro limiti minimi fenomeni di ritiro e di rigonfiamento dei materiali. In ogni caso lo spessore degli strati scioltì, prima della compattazione, non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato;
- stabilizzate a calce, secondo le modalità di cui all' articolo 3.5 delle N.T.A .

Nota 4 – Rilevati in Terra "Armata" o "Rinforzata"

Si fa presente che in caso di **Rilevati in Terra "Armata" o "Rinforzata"**, in generale valgono le stesse prescrizioni previste per i rilevati correnti, con la seguente prescrizione aggiuntiva:
potranno essere impiegati solo aggregati naturali di cava o di scavo appartenenti ai gruppi A1, A3, A2-4 e A2-5 (per ulteriori dettagli cfr. par. 3.4.1.2 delle N.T.A.).

Nota 5 – Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante.
Tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 30 cm per rilevati formati con aggregati naturali, riciclati o misti;
- 40 cm per rilevati formati con aggregati industriali alleggeriti e per rilevati in terra rinforzata.

Nota 6 – Compattazione rilevato

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO T/180-57, salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il sottofondo, che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95% sempre della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO T/180-57.

CARATTERISTICHE NORMA UNI ENISO 14688–1 DELLE TERRE NATURALI

Classificazione generale	Terre ghiaio-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332-39%					Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332>39%					Torbe e terre organiche paludosi
Gruppo	A1	A2	A3			A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7			A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante al setaccio												
2 UNI EN 933	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,4 UNI EN 933	≤ 30	≤ 50	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,063 UNI EN 933	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≥ 35	≥ 35	≥ 35	≥ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0-4 UNI EN 933												
Limite liquido	--	--	N.P.	< 40	> 40	< 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	< 10	> 10	< 10	> 10	> 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	
										IP≤5.1 - .30	IP>5.1 - .30	
Indice di gruppo	0	0	0	≤ 4		≤ 8		≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o terreno, ghiaioso o limoso ben assortito	Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa			Limi poco compressibili		Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili, mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili, fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente						Da scartare come sottofondo
Attore del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuno o lieve		Media			Molto elevata		Media	Elevata	Media		
Rischio in rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve			Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata					Media o scarsa			Scarsa o nulla			
Manifestazione del terreno in situ	Facilmente individuabile in vista		Aspetto all'atto inconsistente allo stato asciutto		La maggior parte dei grumi sono individuabili ad occhio nudo aspetto all'atto Una parte dei grumi resiste e elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla		Resistenza alla presa di sgretolamento Polverulento o poco tenace allo stato asciutto. Non facilmente modellabile allo stato umido		Non reagiscono alla prova di sgretolamento Tenaci allo stato asciutto Facilmente modellabile in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno o nero Facilmente individuabili a vista
Prova di contrazione che può servire a distinguere i limi e le argille. Si asciuga accuratamente nel palmo della mano un campione di terra bagnata e compiendone delicatamente la forma sferica. Dopo le sgretolamento, appoggiarla sulla superficie un vetro fortido di acqua fresca, che dovrebbe sgretolarsi. Si comprime il campione fra le dita												

PROVE DI CONTROLLO SUI PIANI DI POSA

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati (piano di scotico) e della soprastruttura sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato (piano di scotico) e della soprastruttura, come indicato nella tabella che segue.

	S=0-1 m	S=1-2 m	S>2 m
prove di carico su piastra - una ogni	1500 m²	2000 m²	3000 m²
prove di densità in sito - una ogni	1500 m²	2000 m²	2000 m²

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m².

PROVE DI CONTROLLO SULLA COSTRUZIONE DEL RILEVATO

IL'Appaltatore sarà tenuto a controllare il rispetto degli spessori degli strati prima della compattazione effettuando misure per ogni strato ed in numero minimo di 1 ogni 1000 m2 attraverso misure topografiche prima e dopo la compattazione con una griglia di punti avente una densità non superiore ad un punto/80 m2.
Prima che sia messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo per verificare che siano rispettati i requisiti di costipamento minimi richiesti.

Tipo di prova	Rilevati Autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati precarico	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di spess. 30 cm		Riempimenti banche			
	primi 5000 m³	successivi m³	primi 5000 m³	successivi m³	primi 5000 m³	successivi m³	primi 5000 m³	successivi
Classificazione UNI 10006	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento AASHTO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22 (**)	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 9-70317	*	*	500	1000	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
pH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

* Su prescrizioni della Direzione Lavori; ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato. *** Sono ammesse prove di densità in sito con metodo nucleare, purchè esse rispondano alle normative vigenti nell' ambito delle normative di sicurezza sul lavoro e di igiene ambientale.

L'Appaltatore è altresì tenuto a effettuare controlli, su tutta la lunghezza dell'opera, dell'altezza del rilevato, della larghezza delle banchine (se presenti),della differenza di quota tra banchina e ciglio del rilevato in modo da verificare la conformità con il Progetto.
Dovrà inoltre essere controllato lo spessore dello strato di terreno vegetale, l'eventuale realizzazione di gradoni di ancoraggio e l'uniformità dell'inerbimento; tali controlli dovranno essere effettuati su entrambe le scarpate con una frequenza di 1 ogni 2000 m2.

MONITORAGGIO

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati superiori a 15 cm o in situazioni particolari previste dal Progettista, l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche.
L'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di Progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

autostrade per l'italia

REGIONE LIGURIA

COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA–ROMA

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

GEOTECNICA

RILEVATI E TRINCEE
PARTICOLARI E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Marco Pietro D'Angelantonio Ord. Ingg. Milano N.20155 RESPONSABILE UFFICIO APC	Ing. Sara Frisioni Ord. Ingg. Genova N. 9810A	Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA:	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE				DICEMBRE 2014	n.	data
	codice commessa	lt/Prog.	unità'	ufficio	n. progressivo	Rev.				
–	1 1 0 0 1 3 0 2			S T P A P E 0 0 1 0		– –		SCALA: VARIE		

spea ingegneria europea	Ingegneria europea	RESPONSABILE PROGETTO GENOVA Ing. Orlando Mazzola Ord. Ingg. Pavia N. 1496	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI : ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI : IL RESPONSABILE UNITA' SIP Ing. Andrea Tonzi O.I. Parma N.1154
CONSULENZA A CURA DI :			

VISTO DEL COMMITTENTE	VISTO DEL CONCEDENTE
autostrade per l'italia R.U.P. – Ing. Andrea Frediani	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LA RICOGNIZIONE, LA GESTIONE DEI RAPPORTI CON I CONCESSIONARI DIREZIONE GENERALE PER LA VIGILANZA SUGLI ENTI DI GESTIONE DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. NON UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A., UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.