

ALLEGATO 4a
Procedura di trattamento a calce

AUTOSTRADA A1 MILANO/NAPOLI –
- AMPLIAMENTO TERZA CORSIA BARBERINO DI MUGELLO/INCISA VALDARNO –
TRATTO : BARBERINO – FIRENZE NORD

- LOTTO 0 -

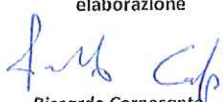
"Procedure operative e mitigative durante il trattamento dei terreni mediante stabilizzazione a calce"

- AUTOSTRADA A1 MILANO/NAPOLI –
- AMPLIAMENTO TERZA CORSIA BARBERINO DI
MUGELLO/INCISA VALDARNO –
TRATTO : BARBERINO – FIRENZE NORD

- LOTTO 0 -


PROCEDURE OPERATIVE E MITIGATIVE
DURANTE IL TRATTAMENTO DEI TERRENI
MEDIANTE STABILIZZAZIONE A CALCE

pavimental

elaborazione

Riccardo Corposanto
Responsabile Ambiente Cantiere (RAC)

verifica

Mauro Dall'Acqua
Responsabile Servizi Tecnici (RST)

approvazione

Felice Rossi
Direttore Tecnico(DT)

1. DEFINIZIONE DI STABILIZZAZIONE CON CALCE

2. INDICAZIONI GENERALI SULLE PROCEDURE COSTRUTTIVE.....
 - 2.1. MATERIALI
 - 2.2. MODALITA' ESECUTIVE

3. PRECAUZIONI, AVVERTENZE ED INTERVENTI MITIGATIVI.....

1. DEFINIZIONE DI STABILIZZAZIONE CON CALCE

Si definisce stabilizzazione il processo che permette di conferire alle terre incoerenti o scarsamente portanti un miglioramento delle caratteristiche meccaniche, diminuendone la sensibilità all'azione dell'acqua ed alle variazioni d'umidità.

Tra i sistemi più diffusi vi è la stabilizzazione a mezzo calce, intendendo sia l'ossido di calcio (calce viva) sia l'idrossido di calcio (calce idrata).

Tale additivo è particolarmente efficace in terreni contenenti argille, in quanto queste reagiscono sia chimicamente sia fisicamente con la calce, ottenendo una miscela di ottime qualità e tale da impiegarsi nella tecnica di costruzione stradale.

Le terre trattate e successivamente ben costipate, aumentano nel tempo la loro resistenza meccanica, diventano altresì resistenti all'erosione dovuta all'acqua e al gelo.

La reazione tra la calce e l'argilla avviene in due tempi: inizialmente si genera un fenomeno chiamato "scambio di basi" che determina una variazione fisica delle particelle fini; successivamente si produce l'azione "cementante", durante la quale la calce reagisce chimicamente con la silice e l'alluminio contenuta nelle terre formando silicati e alluminati di calcio. I prodotti di reazione sono permanenti e la resistenza impartita allo strato stabilizzato ne favorisce la durabilità.

Generalmente i terreni più idonei ad essere stabilizzati a calce sono quelli molto plastici (aventi un indice di plasticità compreso tra 10 e 50, o superiore) e ad alto contenuto d'argilla, anche se mescolati con sabbia o ghiaia.

Si richiamano di seguito le conseguenze più rilevanti del trattamento a calce di terre argillose:

- 1) Rapida diminuzione dell'indice di plasticità;

- 2) Sensibile variazione della distribuzione granulometrica, in quanto l'addizione di calce produce flocculazione e agglomerazione delle particelle di argilla;
- 3) Maggiore lavorabilità del terreno, in quanto le particelle argillose perdono la capacità di trattenere l'acqua e si aggregano in grumi stabili.
- 4) La terra passa dallo stato plastico a quello solido, diventando subito lavorabile
- 5) Riduzione della tendenza al rigonfiamento e al ritiro;
- 6) Aumento della capacità portante;
- 7) Aumento della resistenza a trazione o a flessione;
- 8) Aumento della permeabilità del materiale rispetto al materiale di partenza.

2. INDICAZIONI GENERALI SULLE PROCEDURE COSTRUTTIVE

2.1 Materiali

Con trattamento a calce di una terra si intende la miscelazione della calce stessa, viva o idrata, in quantità tali da migliorare, attraverso reazioni chimico-fisiche, le sue caratteristiche di lavorabilità e di suscettibilità all'acqua, nonché le sue proprietà meccaniche.

Facendo riferimento alla tecnica di "miscelazione in sito", applicata nel caso in cui la miscela venga lavorata nel luogo in cui viene messa a dimora, si sintetizzano di seguito le procedure generali relative all'utilizzo del trattamento a calce di terre utilizzate per:

- costruire i corpi dei rilevati;
- trattare il terreno naturale al di sotto del piano di scotico.

Risultano idonei al trattamento a calce i terreni naturali in posto o gli aggregati naturali provenienti dagli scavi (di bonifica, sbancamento e galleria) o da cave di prestito in cui venga dimostrata attraverso opportune analisi di laboratorio la capacità di dare luogo a quelle trasformazioni chimico-fisiche che conducono al miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e delle proprietà meccaniche.

Indicativamente sono trattabili a calce:

- terre/aggregati fini plastiche limose-argillose dei gruppi A6-A7 con valori di indice plastico compresi tra 10 e 50, o superiori;
- terre/aggregati appartenenti al gruppo A5, se di origine vulcanica;
- terre/aggregati appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7, quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI superiore al 35%.

La calce utilizzata potrà essere sia ossido di calcio (calce aerea viva) sia idrossido di calcio (calce aerea idrata) e potrà essere approvvigionata in sacchi o allo stato fuso. Nel primo caso lo stoccaggio avverrà in ambienti coperti e al riparo dall'umidità, mentre nel secondo caso la calce verrà stoccata in cantiere in appositi silos, con sistema di abbattimento delle polveri a seguito dello scarico delle autobotti di approvvigionamento della calce.

Nel caso in cui si ritenga necessario aumentare l'umidità del terreno, deve essere utilizzata acqua proveniente da approvata fonte di approvvigionamento, che risulti dolce, limpida e non inquinata da sostanze organiche o dannose (oli, cloruri, solfati, ecc.).

2.2 Modalità esecutive

Si descrivono di seguito le fasi operative che caratterizzano il trattamento a calce di terreni:

- Preparazione del terreno naturale;
- Stesa del terreno naturale;
- Stesa della calce;
- Miscelazione;
- Compattazione.

I mezzi utilizzati per tali operazioni risultano:

- Spandicalce;
- Pulvimixer;
- Rulli a piede di montone e rulli lisci per le finiture.

Preparazione del terreno naturale

In questa fase vengono allontanati dal terreno/aggregato tutte gli inerti con dimensioni maggiori di 40 mm. Nel caso di materiale proveniente da scavi devono essere esenti residui provenienti da lavorazione e per l'utilizzo di smarino proveniente da galleria devono essere adottate le opportune tecniche di frantumazione per ridurlo ad idonea pezzatura.

Nel caso di umidificazione del terreno, verrà aggiunta un'opportuna quantità d'acqua, con controllo finale del contenuto d'acqua.

Stesa del terreno naturale

Nel caso di strati di rilevato, la stesa del terreno/aggregato naturale dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie dello strato precedente attraverso l'erpatura.

Lo spessore del materiale steso dovrà risultare non superiore a quello massimo di progetto, ovvero indicativamente sarà pari a quello finale aumentato del 15-20%.

Per quanto concerne l'umidità del terreno, al termine delle operazioni di stesa, verrà determinato il valore di umidità naturale, verificando che non si discosti dal range di valori ottimali definiti in seguito alle analisi di laboratorio. Nel caso in cui si verifichi un eccesso di umidità, sarà opportuno erpicare e arieggiare il materiale per favorirne l'evaporazione; in caso contrario sarà opportuno provvedere all'umidificazione del terreno attraverso l'aspersione d'acqua per mezzo di autobotte.

Stesa della calce

Lo spargimento della calce dovrà riguardare una superficie non superiore a quella che potrà essere lavorata in un giorno, così da prevenire l'asportazione eolica della calce e da limitare il fenomeno della carbonatazione della stessa che ne diminuirebbe le capacità reattive.

Tale fase verrà eseguita attraverso una spandicalce a controllo volumetrico o gravimetrico, capace di assicurare un dosaggio costante sia in senso trasversale che longitudinale di circa il 3% in peso rispetto al terreno da trattare, ad velocità non superiore di 4 km/h.

Terminata la stesura della calce dovrà essere verificata visivamente l'omogeneità del trattamento e la presenza di eventuali zone non coperte.

Miscelazione

Una volta effettuata la stesura della calce è necessario procedere alla miscelazione del terreno entro le 2 ore successive. A seguito dei risultati del campo prove viene stabilito il numero di passate del Pulvimixer, che dovranno essere tali che il terreno miscelato soddisfi le seguenti caratteristiche granulometriche:

- Passante inferiore a 25 mm: 75%;
- Passante al crivello 5 UNI: $\geq 50\%$.

Il numero di passaggi e la velocità di avanzamento del mezzo dovranno essere tali da raggiungere condizioni omogenee di trattamento.

Nel caso di trattamento su più strati i giunti longitudinali e trasversali dovranno essere opportunamente sfalsati in modo che lo strato superiore venga miscelato con uno spessore tale da garantire un'ammorsamento di qualche cm nello strato sottostante.

Compattazione

Prima della fase di rullatura è necessario procedere alla regolarizzazione della superficie dello strato attraverso moto livellatore.

Nel caso di stabilizzazione con calce idrata lo strato di terra trattata dovrà essere compattato immediatamente dopo la miscelazione.

Nel caso di trattamento con calce viva la compattazione dovrà essere eseguita dopo il completamento della reazione esotermica di spegnimento della calce, avendo

verificato che il contenuto d'acqua sia quello atteso. La completa idratazione della calce viva richiede un tempo variabile in funzione della temperatura e umidità del suolo: per temperature superiori a 3°C sono sufficienti 1-3 ore di maturazione.

Nella costruzione dei rilevati è necessario completando in giornata le fasi di miscelazione e compattazione e sovrapponendo il primo strato di terreno naturale che sarà trattato il giorno successivo per minimizzare la carbonatazione e proteggere gli strati sottostanti in maturazione.

La compattazione sarà condotta con metodologie atte ad ottenere un addensamento uniforme, garantendo una velocità massima del rullo pari a 4 km/h.

3 PRECAUZIONI, AVVERTENZE ED INTERVENTI MITIGATIVI

L'esecuzione del trattamento a calce risulta vincolata da alcune condizioni climatiche: pioggia intensa, forte vento, temperature del suolo inferiori a 2°C ed in presenza di venute d'acqua sul piano di terreno da trattare.

Le seguenti precauzioni dovranno essere tenute presenti durante la progettazione e la realizzazione di strati con terre stabilizzate con calce.

Emissioni in atmosfera

Per quanto concerne le emissioni di polveri in atmosfera la fase di lavorazione più critica risulta essere lo spandimento della calce.

L'applicazione della calce sfusa viene eseguita cospargendo la calce idrata in polvere con uno spanditore di caratteristiche adeguate per ottenere la più uniforme distribuzione di essa.

Lo spandimento dovrà essere fatto nel modo idoneo ad evitare che parte della calce idrata possa essere sollevata e poi asportata dal vento. Si considera una velocità del vento pari a 11 m/s come soglia massima alla quale interrompere lo spargimento di calce per evitarne il trasporto eolico.

Relativamente al potenziale impatto derivante dalla propagazione delle polveri che si originano dal processo di stabilizzazione a calce dei terreni, si distinguono due scenari in relazione al grado di sensibilità dei ricettori presenti in prossimità di tali lavorazioni:

- Zona 1: presenza di ricettori sensibili nel raggio di 100-150 m dall'area di lavoro (si tratta di zone residenziali o industriali con presenza di persone o SIC). In tal caso si considera che in presenza di vento con velocità inferiore a 3 m/s la stabilizzazione avvenga direttamente in sito. Per velocità del vento superiore ai 3 m/s le operazioni di stabilizzazione in sito vengono sospese. Si procederà alla

sola stesa e compattazione del materiale già trattato in altro sito. Per velocità maggiori di 11 m/s le attività verranno interrotte.

Nel caso in cui il vento risulti compreso tra 3 m/s e 11 m/s il terreno verrà stabilizzato in un'area di lavorazione appositamente predisposta che risponda alla zona 2.

- Zona 2: presenza di ricettori non sensibili (cantiere in zone agricole). In tal caso la stabilizzazione dei terreni a calce avviene direttamente in sito, considerando come soglia massima per poter effettuare il trattamento una velocità del vento pari a 11 m/s.

Presso l'area di Bellosguardo è stata individuata una zona atta a procedere alla stabilizzazione dei materiali terrosi da posare in opera anche in altri siti (vedi planimetria allegata).

L'area destinata al trattamento dei terreni, con destinazione d'uso industriale (colonna B), verrà recintata perimetralmente con fosso di raccolta delle acque e vasca di accumulo impermeabilizzata. Successivamente le acque verranno addotte all'impianto chimico fisico per il loro trattamento.

In ogni caso dove non si proceda ad una produzione continua di miscela in sito, lo spargimento della calce dovrà riguardare un volume non superiore a quella che potrà essere lavorata in un giorno, in modo da prevenire l'asportazione eolica della calce e limitare il fenomeno della carbonatazione della stessa che ne diminuirebbe le capacità reattive.

Inoltre, al fine di contenere l'impatto dovuto alla dispersione di calce in atmosfera, dovrà essere prevista la simultaneità delle operazioni di spandimento della calce e successiva miscelazione con il terreno, evitando di superare i 15 minuti di latenza.

Gestione Acque Meteoriche di Dilavamento

Le attività lavorative svolte in cantiere connesse con il trattamento a calce dei terreni interessano la componente ambientale acque in quanto le diverse attività potrebbero portare alla produzione di acque di prima pioggia con alto tenore di ph derivanti dal dilavamento delle zone di lavorazione nel periodo intercorrente tra lo spandimento della calce, la miscelazione e la compattazione finale.

Per garantire la qualità delle acque superficiali e sotterranee saranno realizzate tutte le opere necessarie alla corretta regimazione delle stesse, separando le acque provenienti dai versanti dalle aree di cantiere e realizzando vasche di raccolta impermeabilizzate nelle aree di lavoro in cui mancano impianti di trattamento chimico-fisico. Nel caso in cui siano presenti, le acque raccolte verranno convogliate mediante tubazioni all'impianto di trattamento più prossimo alle zone di lavorazione per essere sottoposte ai vari processi di chiarificazione e depurazione (eventuale separazione dei solidi sospesi, disoleatura, disinfezione, etc.) per poter poi essere restituite ad un corpo idrico riceettore rispettando i limiti normativi vigenti.

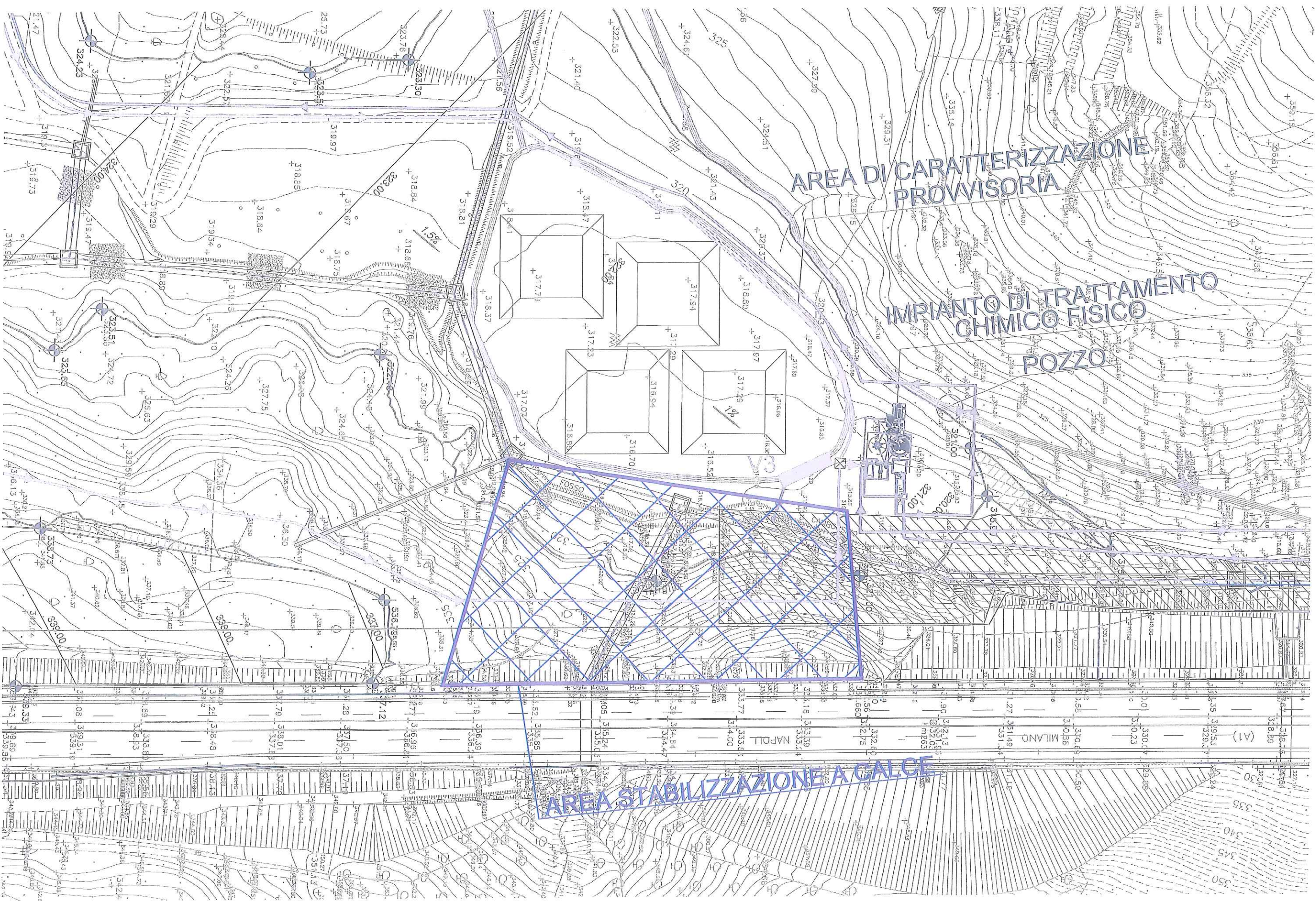
Mezzi e Operazioni

Tutti i mezzi utilizzati saranno dotati nel sistema di travaso (botte/silos/pulvimixer) di dispositivi pneumatici con controllo di riempimento e stesa.

Inoltre i mezzi spandicalce risultano dotati di "bavette" che permettono di avere una distanza rispetto al terreno su cui si spande la calce inferiore a 10 cm.

Resta inteso che la procedura descritta sintetizza le regole minime applicabili a tutti i cantieri, sarà verificata la necessità di valutare la realtà specifica dell'area di lavoro in funzione del grado di sensibilità dell'ambiente circostante.

In questi casi saranno definite specifiche complementari a quelle enunciate dettagliando la posizione di ogni singolo ricettore e precisando procedure e precauzioni da utilizzare nel trattamento dei terreni mediante la stabilizzazione con calce per il singolo cantiere considerato.



AREA DI CARATTERIZZAZIONE PROVVISORIA

IMPIANTO DI TRATTAMENTO CHIMICO FISICO

POZZO

AREA STABILIZZAZIONE A CALCE

(A1)

MILANO

NAPOLI

30

35

34

35

30

35