

NOTA TECNICA

sulla coerenza tra Procedura di stabilizzazione a calce
e LLGG SNPA Allegato 1

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	RAFFRONTO TRA ALLEGATO 1 LLGG SNPA 22/2019 E PROCEDURA SULLA CALCE IN APPENDICE AL PIANO.....	3
2.1	ACCORGIMENTI OPERATIVI PROPOSTI	3
2.2	VALUTAZIONE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO	5

1 PREMESSA

La presente nota è stata elaborata in relazione a quanto riportato nel provvedimento del MASE n. 93 del 15-02-2023 con cui è stata approvato, ai sensi dell'art. 8 del D.M. 161/2012, l'aggiornamento del Piano di Utilizzo dell'intervento "Autostrada A14 – Potenziamento in sede del sistema autostradale e Tangenziale di Bologna" (cd. Passante di Bologna), approvato con il decreto direttoriale DVA-DEC-409 del 6 dicembre 2017.

Nell'art. 1 punto 2 di detto provvedimento è riportato quanto segue:

2. In ordine al ricorso della tecnica di stabilizzazione a calce come normale pratica industriale, questa potrà essere consentita nel rispetto degli accorgimenti di cui all'Allegato I alle "Linea guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo", approvate dal Consiglio del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) con Delibera n. 54 del 9 maggio 2019, nonché nel rispetto delle specifiche condizioni indicate e intrapresa solo a seguito di una valutazione istruttoria condotta dall'autorità competente (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica).

Con la presente nota si forniscono dei chiarimenti per evidenziare l'aderenza e conformità della procedura sulla calce, riportata in appendice al Piano di Utilizzo approvato, alle indicazioni e condizioni dell'Allegato 1 delle citate LLGG 22/2019.

Si ricorda che le modalità operative, descritte nella procedura in argomento, costituiscono le modalità tecniche necessarie alla corretta esecuzione delle operazioni, le quali sono state ritenute idonee in numerosi interventi autostradali, ad es. in Toscana da ARPAT, al fine di garantire il contenimento degli impatti legati alla dispersione della calce anche in condizioni di vento ordinarie e ad eventuali fenomeni di dilavamento in occasione di eventi piovosi. Nella procedura sono descritte le diverse operazioni secondo specifiche fasi:

- Preparazione e stesa del terreno naturale;
- Stesa della calce;
- Prima fresatura di miscelazione del terreno e della calce;
- Seconda e terza fresatura per riduzione granulometrica;
- Profilamento rilevato, rullatura e compattazione;

Ciascuna fase lavorativa è descritta secondo distinte condizioni anemologiche e pluviometriche:

- Condizioni anemologiche ordinarie;
- Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento;
- Condizioni di pioggia debole (1-2 mm/h);
- Condizioni di pioggia moderata (3-8 mm/h) o forte (oltre 10 mm/h).

Le disposizioni operative contenute in procedura sul trattamento a calce del materiale proveniente dagli scavi sono riportate nel Capitolato Ambientale (rif. AMB0100), a cui l'Appaltatore deve rigorosamente attenersi nel corso dell'esecuzione dei lavori.

In generale le LLGG 22/2019 sopra richiamate riportano le seguenti condizioni:

- **venga verificato, ex ante ed in corso d'opera, il rispetto delle CSC con le modalità degli Allegati 2, 4 ed 8 al DPR 120/207 o dei valori di fondo naturale;**

si conferma che tutti i materiali che saranno oggetto di scavo sono caratterizzati, compresi i punti non siano risultati accessibili in fase di progetto; per questi ultimi è previsto che l'appaltatore esegua le caratterizzazioni prima dell'inizio dei lavori di scavo qualora.

- **sia indicata nel Piano di utilizzo l'eventuale necessità del trattamento di stabilizzazione e siano altresì specificati i benefici in termini di prestazioni geo-meccaniche;**

detta indicazione è riportata ai par. 4.1.4, 5.1, 5.3 e 5.4 del Piano di Utilizzo.

- **sia esplicitata nel Piano di utilizzo la procedura da osservare per l'esecuzione della stabilizzazione con leganti idraulici (UNI EN 14227-1:2013 e s.m.i.) al fine di garantire il corretto dosaggio del legante idraulico stesso;**

detta indicazione è riportata nella Procedura in appendice al Piano di Utilizzo.

- **siano descritte le tecniche costruttive adottate e le modalità di gestione delle operazioni di stabilizzazione previste (cfr. Allegato 1 al presente documento) al fine di prevenire eventuali impatti negativi sull'ambiente.**

detta indicazione è riportata nella Procedura in appendice al Piano di Utilizzo.

2 RAFFRONTO TRA ALLEGATO 1 LLGG SNPA 22/2019 E PROCEDURA SULLA CALCE IN APPENDICE AL PIANO

In particolare, l'allegato 1 delle LLGG SNPA 22/2019 riporta le "Misure per la mitigazione degli effetti del trattamento a calce sull'ambiente". In tal senso, si rappresenta di seguito un puntuale riscontro, riportando ogni accorgimento proposto nella guida (in corsivo) ed il corrispettivo riferimento operativo, indicato nel testo della procedura sulla calce, allegata al Piano di Utilizzo.

2.1 ACCORGIMENTI OPERATIVI PROPOSTI

- **al fine di scongiurare dispersione di calce in atmosfera, prevedere la simultaneità delle operazioni di spandimento della calce e successiva miscelazione con il materiale, evitando di superare i 15 minuti di latenza**

Nella procedura è stabilito che il tempo di latenza della calce non miscelata possa essere al massimo pari a 15 minuti (rif parag 4.2.2 Stesa della calce, pag 10):

"La fresatura di soli 10 cm consente una miscelazione più rapida che scongiuri in tempi brevi fenomeni di trasporto aereo della calce stesa, limitando quindi la durata della fase di miscelazione (ed il tempo di latenza della calce stesa) entro i 15 minuti circa."

Inoltre, durante l'operazione di prima fresatura con miscelamento terra-calce (rif. parag 4.2.3, pag 10), è specificato:

"Condizioni anemologiche ordinarie"

Al fine di scongiurare dispersione di calce in atmosfera, è prevista la simultaneità delle operazioni di spandimento e successiva miscelazione con il terreno, evitando di superare i 15 minuti di latenza.

"Condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento"

Come già descritto al paragrafo relativo alla stesa della calce, in tali condizioni, a lavorazioni iniziate, si procede alla immediata rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno con calce non ancora miscelata, al fine di evitare eventuale spolvero.

La fresatura di soli 10 cm consente una miscelazione più rapida che scongiuri in tempi brevi fenomeni di trasporto aereo della calce stesa, limitando quindi la durata della fase di miscelazione (ed il tempo di latenza della calce stesa) entro i 15 minuti circa."

- **in giornate particolarmente ventose non intraprendere le attività di uso della calce, particolarmente in aree sensibili: distanza inferiore a 100 m da edifici residenziali; centri industriali con presenza permanente di persone; strade di media e grande importanza; zone di orti, giardini e frutteti nei periodi di fioritura; zone di pascolo con presenza di mandrie; zone di parcheggi o, più in generale, zone con manufatti sensibili agli attacchi di sostanze alcaline;**

Il criterio è indicato nella procedura in appendice al PdU: al parag 2.2 (pag. 3) è riportato che *"Tutte le aree di trattamento sono considerate aree sensibili."* e al parag 4.2 (pag 8) sono riportate le misure per la mitigazione degli effetti sulla qualità dell'aria, con particolare riferimento alle azioni da porre in campo rispetto alla velocità del vento e alle aree sensibili. Tutte le aree di cantiere sono considerare aree sensibili, secondo la definizione della guida tecnica francese "Traitement des sol a la chaux et/ou aux liants hydrauliques" edito dal Ministero dei Trasporti Francese (nel seguito denominato "Guida tecnica"). La definizione di area sensibile della guida tecnica francese coincide con l'elenco riportato nella condizione di SNPA. Infatti, la sensibilità è sempre correlata alla vicinanza di *edifici residenziali, centri industriali con presenza permanente di persone, strade di media e grande importanza, zona di orti, giardini e frutteti nei periodi di fioritura, zone di pascolo con presenza di mandrie, di parcheggi o, più in generale, zone con manufatti sensibili agli attacchi di sostanze alcaline.*

In parag 4.2, pag. 8 si stabilisce che tutte le lavorazioni con la calce sono sospese *"ogni qual volta il valore medio su 15' della velocità del vento risulti superiore a 5 m/s" (condizioni anemologiche caratterizzate da vento superiore alla soglia di intervento)*". Tale condizione è stata ritenuta congrua in numerosi interventi autostradali, ad es. in Toscana da ARPAT.

- **in caso di repentino aumento della velocità del vento a lavorazioni avviate, limitatamente alle operazioni di spandimento o di prima fresatura di miscelazione, procedere all'immediata miscelazione rapida tramite fresa dei primi 10 cm di rilevato, al fine di evitare eventuale spolvero;**

Nella procedura in appendice al PdU è specificato (parag 4.2.2 e 4.2.3, pag 11) che, durante le condizioni caratterizzate da vento superiore alla soglia per repentini aumenti della velocità registrata, si proceda *“alla immediata rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm di terreno al fine di evitare eventuale spolvero”*. Si precisa poi una ulteriore attenzione operativa: se le operazioni di spandimento sono state sospese per condizioni non adeguate, si passa direttamente alle operazioni di fresatura fino al ripristino delle condizioni ordinarie.

- **riprendere le operazioni di stesa della calce, così come le attività di successiva fresatura (prima, seconda e terza fresatura), solo al ripristino di condizioni di vento ordinarie;**

Al parag 4.2, pag 10, si stabilisce la condizione generale per cui le lavorazioni possono essere riprese solo al ripristino delle *condizioni anemologiche ordinarie, vale a dire a seguito di un intervallo osservazionale pari a 15' nel quale si verifichi un valore della media della velocità del vento nuovamente inferiore alla soglia sopra indicata (5 m/s)*.

- **non eseguire l'attività di stesa della calce in caso di pioggia intensa, al fine di evitare fenomeni di dilavamento del materiale;**

La procedura in appendice al PdU stabilisce che, nelle diverse fasi di lavorazione, in relazione alle condizioni di pioggia, in caso di pioggia moderata (3-8 mm/h) o forte (oltre 10 mm/h) le lavorazioni in oggetto vengono sospese, per il potenziale rischio di effetti erosivi, inibizione o di dilavamento (rif parag 4.2.1÷4.2.4). Inoltre, si precisa che sul tema del dilavamento della calce è dedicato uno specifico approfondimento nel parag. 4.3. *Misure per la mitigazione degli effetti sulle acque* che individua specifiche azioni mitigative in caso di pioggia al fine di evitare il dilavamento di calce non reagita. In particolare:

“a) In caso di pioggia debole, i lavori di spandimento della calce, di miscelazione con il terreno e di compattazione possono essere continuati in virtù del fatto che la stessa pioggia riduce la necessità di utilizzo di acqua durante la compattazione e l'intensità della stessa non risulta essere determinante per effetti erosivi o di dilavamento;

b) In caso di pioggia moderata: non vi sono possibilità di impatti rilevanti a meno che notevoli pendenze non producano erosioni negli strati in corso di stabilizzazione; la compattazione degli strati di terreno con la calce rende praticamente impermeabile lo strato stesso tanto che si comporterà sotto la pioggia come una strada pavimentata,

c) il dilavamento della calce durante la fase di spargimento ad opera dell'acqua nella zona di lavorazione potrebbe essere generato solo da eventi atmosferici estremi (piogge improvvise ed intense), durante i quali però sono previste le interruzioni lavorative e le disposizioni sopra indicate.”

Si ricorda, comunque, che in caso di pioggia moderata o forte le lavorazioni non avranno inizio e verranno sempre immediatamente sospese ad esclusione delle fasi di miscelazione con pulvimixer, eventualmente in corso, e di compattazione che saranno ugualmente completate secondo le procedure definite in precedenza nel presente documento.

I cantieri saranno dotati di pluviometri per la misura, la registrazione e l'archiviazione dei dati pluviometrici.

- **una volta iniziate le lavorazioni di spandimento o di prima fresatura di miscelazione, in caso di pioggia improvvisa e intensa sospendere immediatamente i lavori di stesa, procedere alla rapida miscelazione tramite fresa dei primi 10 cm di rilevato non ancora miscelato, oltreché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, al fine di garantire l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni. Riprendere le operazioni di stesa della calce, così come le attività di successiva fresatura, solo alla cessazione dei fenomeni di pioggia intensa;**

Tali disposizioni sono descritte nei parag 4.2.2 e 4.2.3, pag. 10, sulle operazioni di stesa della calce e di prima fresatura, procedendo alla immediata sospensione delle lavorazioni ed alla rapida miscelazione tramite fresa (Pulvimixer) dei primi 10 cm, nonché alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il misto terra-calce, garantendo come richiesto *l'impermeabilità dello strato evitando il dilavamento delle aree interessate dalle lavorazioni*.

- **nel caso sopraggiunga pioggia improvvisa e intensa durante la seconda e terza fresatura procedere alla rapida compattazione tramite rullo di tutto il rilevato precedentemente miscelato;**

Questo accorgimento è descritto al parag 4.2.4, pag 11, con particolare riferimento alla specifica fase di lavorazione, procedendo rapidamente alla compattazione con rullo del materiale miscelato in rilevato.

- **quale ulteriore misura di abbattimento del potenziale rischio connesso al dilavamento delle**

scarpate, al termine della prima fresatura procedere a rimuovere eventuali accumuli laterali detti "riccioli" (quantitativi di calce non legata e quindi oggetto di potenziale dilavamento in caso di pioggia intensa) tramite escavatore, portandoli al centro del rilevato e lavorandoli nuovamente;

Questa modalità operativa è indicata a pag. 10 (rif. paragrafo 4.2.3) da effettuarsi in condizioni ordinarie, con l'intervento di un escavatore, per ridistribuire al centro del rilevato, gli accumuli della calce-terra, detti riccioli, posizionati lateralmente.

Inoltre, nel paragrafo 4.3, sul rischio potenziale del dilavamento, si specifica che in generale nelle procedure di realizzazione dei rilevati è "richiesta particolare cura nell'evitare durante le operazioni di fresatura che venga lasciata calce non mescolata nelle parti laterali dei singoli strati. "

- ***oltre all'indicazione precedente, al termine di ogni giornata lavorativa effettuare una nebulizzazione con acqua della parte di rilevato lavorato durante la giornata, allo scopo di fissare l'eventuale calce non reagita col materiale;***

Nel paragrafo 4.3, pag 12, è disposto che tale misura operativa venga avviata al termine di ogni giornata sulla parte di rilevato lavorata.

- ***registrare le eventuali sospensioni delle lavorazioni determinate dalle avverse e delle condizioni meteorologiche in opportuna documentazione di cantiere;***

L'appaltatore dovrà tenere dei registri di cantiere in cui sono annotate le operazioni relative al trattamento a calce e le interruzioni delle lavorazioni effettuate in relazione alle condizioni anemologiche e pluviometriche oltre soglia (rif par. 4.2, pag 9, e par. 5.2, pag, 14).

Questi registri saranno consegnati alla Direzione Lavori con cadenza trimestrale o su specifica richiesta (rif Capitolato Ambientale, AMB0100).

- ***nel caso l'attività debba essere svolta in prossimità di recettori (posti a distanze inferiori a 50 m), posizionare ed attivare nebulizzatori di acqua e/o barriere di protezione dei recettori stessi.***

Si evidenzia che la progettazione della cantierizzazione prevede recinzioni con dotazioni di tipo antipolvere, ove si sia in presenza di materiali polverulenti, ed in particolar modo in corrispondenza di ricettori sensibili (rif AMB0700 e/o AMB1600). L'installazione di tali sistemi deve avvenire preliminarmente all'esecuzione delle opere (rif. Capitolato Ambientale, AMB0100).

Inoltre, in virtù del criterio di operare in aree sensibili, è stabilito specificatamente che nel cantiere CO01, principale sito di gestione della calce, sia prevista un perimetro di reti antipolvere, per il confinamento dell'area (rif. paragrafo 4.1, pag. 8), seppur in una posizione particolarmente favorevole e distante da ricettori. La presenza di nebulizzatori d'acqua è prevista invece sia per il mantenimento delle caratteristiche di umidità necessarie sia per le misure operative di fine giornata (rif paragrafo 4.3, pag. 12).

Si precisa infine che per ogni fase lavorativa è prescritto nel Capitolato Ambientale che dovrà essere evitata in tutta l'area di lavoro la presenza di calce non adeguatamente miscelata o non reagita, con la finalità al fine di evitare eventuali fenomeni di spolvero e trasporto eolico o dilavamento in caso di precipitazioni. Dovrà inoltre essere prestata particolare attenzione al grado di umidità del terreno da trattare e nel caso procedere con la bagnatura, al fine di evitare fenomeni di trasporto eolico anche in condizioni anemologiche ordinarie (rif AMB0100, Capitolato Ambientale).

2.2 VALUTAZIONE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO

In considerazione dei suggerimenti proposti nelle LLGG 22/2019 sul monitoraggio della velocità del vento al fine di modulare le misure mitigative, si evidenzia che i cantieri sono dotati di dedicata *strumentazione anemometrica con registrazione automatica dell'intensità del vento*, posizionata in maniera tale da evitare la copertura di edifici ed altri ostacoli al flusso del vento; come indicato, sono altresì determinate la soglia della velocità del vento (5 m/s) e le caratteristiche della misura e del posizionamento della strumentazione. Per tutti i dettagli si rimanda a:

- paragrafo 4.2 *Misure per la mitigazione degli effetti sulla qualità dell'aria;*
- capitolo 5 *Monitoraggio meteorologico.*

Per quanto riguarda le alternative proposte (misure anemometriche effettuate da stazioni meteorologiche pubbliche o private e/o consultazione del bollettino di allerta meteorologico emesso dalla Regione), si fa

presente che l'appaltatore, in relazione soprattutto ad altre lavorazioni, dovrà comunque riferirsi sistema di allerta meteo del sistema regionale di protezione civile ed alla consultazione dei bollettini regionali (rif Capitolato Ambientale, AMB0100).