

Title: Assessment of soil treatment effectiveness by non-destructive investigation techniques

Tutor: Giacomo Russo

Co-tutor: Enza Vitale

Research program

Verifying the effectiveness of the soil treatment is a relevant task for the construction and maintenance of earthworks. Achieving the expected performance of treated soils and maintaining it over time is one of the most pressing issues earth work construction with treated soils. Nevertheless, conventional laboratory or in-situ tests require targeted investigation campaigns that are difficult to accommodate with the operational state of such earthworks. Therefore, the perspective of simple, quick and at the same time reliable investigation methods is of great interest for the control of the construction and maintenance of treated earthworks. The development of non-destructive investigation techniques for the assessment of the effectiveness of the improvement represents an important opportunity for solving this issue. Geophysical and geoelectrical methods can be satisfactorily implemented, tested and validated as monitoring tools to identify the main parameters controlling the chemo-physical evolution of the soils during treatment.

The aim of the research project is to apply geophysical techniques to the characterisation of the treated soils by using both seismic and direct current electrical methods (e.g. geoelectrics, induced polarization and self-potential), with the aim of developing a monitoring technique for treated materials that enables the achieved performance and its durability over time to be appreciated. The complementarity of these geophysical techniques will allow measuring not only the physical and mechanical properties of the treated soils (e.g. porosity, moisture content, shear and bulk moduli), but also their evolution with time, as a specific marker of the chemo-physical evolution induced by binder addition.

The use of non-destructive techniques requires a laboratory study phase, during which the evolution of relevant physical and mechanical parameters over time as a function of the soil treatment parameters (type and quantity of binder, initial water content, compaction, etc.) should be investigated by geophysical testing. The experimental activity in the laboratory should highlight the evolution of the monitored parameters with the chemo-physical evolution of the treated material, opening the way to the possibility of transferring the measurement of these relevant parameters on site for the novel in situ monitoring methodology. In the study the role of soil mineralogy in the chemo-physical evolution induced by binder addition will be considered thoroughly via multi-scale approach, by considering natural soils with different clay minerals, or volcanic soils. Different treatment techniques based on the use of traditional binders (lime and cement), for which the chemical-physical evolution refers mainly to pozzolanic reactions induced by binders, and innovative binders (e.g. alkaline-activated binders), for which the chemical-physical processes are different, will be focused in the experimental study.

The research investigation will then move towards the construction and monitoring of an experimental treated embankment. The embankment will be instrumented with multiple sensors to monitor the evolution of both settlements and pore water during and after construction. In addition, geophysical measurements will be taken to estimate the mechanical and state properties of the embankment during and after construction with specific reference to the flag parameters identified in the first part of the research project, as indicators of the chemo-physical evolution of the treatment. Finally, material samples will be taken from the embankment and tested to compare the efficiency of

laboratory and in-situ treatments. This part of the research will benefit from a collaboration with the company Webuild S.p.A., which will contribute to the construction and instrumentation of the prototype embankment.

Proposal for a PhD position

The Department of Earth Science, Environment, and Resources of the University of Naples Federico II invites applications for one PhD position in Earth Sciences.

The research project will start from the characterisation of treated soils by geophysical testing to provide alternative measurements of material properties and their evolution over curing time. The second part of the research will be devoted to the construction and control of an experimental embankment with different treatment techniques, for transferring the knowledge acquired at lab scale to the site. The objective of this study is to calibrate a new methodology for assessing the effectiveness of soil treatment by non-destructive techniques of investigation. The experimental activities will be carried out at DiSTAR, where the PhD student will have the opportunity to acquire technical skills related to several experimental techniques. The site investigations will be conducted at the experimental embankment site, with the support of Webuild company. The proposed experimental activity requires a multidisciplinary approach due to the complexity of the analysed processes. Training courses of the Doctoral School will be available for the PhD student, to improve his/her knowledge on different skills and topics. The work program will include a period of about 6 months to be carried out at one or more UNINA's research partner, to allow the PhD student to learn different experimental methods and to compare herself/himself with other scholars, also to have the possibility to further develop her/his career.

The research project will benefit from the cooperation with Webuild company, and will be funded by the ongoing research projects of the Geotechnical Group at DiSTAR.

Titolo: Controllo dell'efficacia del trattamento dei terreni mediante tecniche di indagine non distruttive

Tutor: Giacomo Russo

Co-tutor: Enza Vitale

Programma di Ricerca

La verifica dell'efficacia del trattamento dei terreni è un aspetto fondamentale per la costruzione e la manutenzione delle opere di terra. Ottenere le prestazioni previste in progetto e mantenerle nel tempo è uno dei problemi più urgenti nella costruzione di opere in terra con terreni trattati. Tuttavia, le prove convenzionali in laboratorio o in situ richiedono campagne di indagine mirate, difficilmente compatibili con l'esercizio di opere di terra. Pertanto, la prospettiva di metodi di indagine semplici, rapidi e allo stesso tempo affidabili è di grande interesse per il controllo della costruzione e della manutenzione delle opere in terra trattate. Lo sviluppo di tecniche di indagine non distruttive per la valutazione dell'efficacia del miglioramento rappresenta un'importante opportunità per risolvere questo problema. I metodi geofisici e geoelettrici possono essere implementati, testati e validati come strumenti di monitoraggio per identificare i principali parametri che controllano l'evoluzione chimico-fisica dei terreni durante il trattamento.

L'obiettivo del progetto di ricerca è quello di applicare le tecniche geofisiche alla caratterizzazione dei terreni trattati, utilizzando sia metodi sismici sia elettrici in corrente continua (ad esempio, geoelettrica, polarizzazione indotta e autopotenziale), con lo scopo di sviluppare una tecnica di monitoraggio dei materiali trattati che permetta di quantificare le caratteristiche meccaniche raggiunte e la loro permanenza nel tempo. La complementarietà di queste tecniche geofisiche consentirà di misurare non solo le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni trattati (ad esempio porosità, contenuto di umidità, moduli di rigidezza al taglio e volumetrico), ma anche la loro evoluzione nel tempo, come specifico indicatore dell'evoluzione chimico-fisica indotta dall'aggiunta di legante.

L'uso di tecniche non distruttive richiede una fase di studio in laboratorio, durante la quale l'evoluzione nel tempo dei parametri fisici e meccanici rilevanti in funzione dei parametri di trattamento del terreno (tipo e quantità di legante, contenuto iniziale di acqua, compattazione, ecc.) viene indagata mediante prove geofisiche. L'attività sperimentale in laboratorio deve evidenziare quale sia l'evoluzione dei parametri monitorati al procedere dei processi chimico-fisici che si verificano dopo il trattamento, in modo da consentire di trasferire la metodologia di indagine al monitoraggio in situ. Nello studio il ruolo della mineralogia del terreno nell'evoluzione chimico-fisica indotta dall'aggiunta di legante sarà valutata approfonditamente attraverso un approccio multiscala, prendendo in considerazione sia terreni naturali caratterizzati dalla presenza di diversi minerali argillosi sia terreni vulcanici. Lo studio sperimentale si concentrerà sulle diverse tecniche di trattamento basate sull'uso di leganti tradizionali (calce e cemento), per i quali l'evoluzione chimico-fisica si riferisce principalmente alle reazioni pozzolaniche indotte dai leganti, e sull'uso di leganti innovativi (ad esempio leganti ad attivazione alcalina), per i quali i processi chimico-fisici sono di diversa natura.

L'attività di ricerca in una seconda fase sarà incentrata sulla realizzazione ed il monitoraggio di un rilevato sperimentale di terreni trattati. Il rilevato sarà strumentato con diversi sensori per monitorare l'evoluzione delle proprietà fisiche e dei cedimenti dopo la costruzione. Inoltre, saranno effettuate misure geofisiche per stimare le proprietà meccaniche e di stato del rilevato durante e dopo la costruzione, con specifico riferimento ai parametri rilevanti identificati nella prima parte del progetto di ricerca, assunti ad indicatori dell'evoluzione chimico-fisica del trattamento. Infine, saranno prelevati campioni di materiale dal rilevato e testati per confrontare l'efficacia dei trattamenti in laboratorio e

in situ. Questa parte della ricerca si avvarrà della collaborazione con la società Webuild S.p.A., che contribuirà alla costruzione e alla strumentazione del prototipo di rilevato.

Proposta per una posizione di dottorato

Il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse dell'Università di Napoli Federico II invita a presentare domanda per una posizione di dottorato in Scienze della Terra.

Il progetto di ricerca avrà una prima parte dedicata dalla caratterizzazione dei terreni trattati mediante metodi di indagine non distruttivi e della evoluzione delle caratteristiche fisiche e meccaniche nel tempo. La seconda parte sarà dedicata alla costruzione e al monitoraggio di un rilevato sperimentale con diverse tecniche di trattamento. L'obiettivo della ricerca è calibrare una nuova metodologia per valutare l'efficacia del trattamento dei terreni mediante tecniche di indagine non distruttive. Le attività sperimentali saranno svolte presso il DiSTAR, dove il dottorando avrà l'opportunità di acquisire competenze relative a diverse tecniche sperimentali. Le indagini in sito saranno condotte presso il sito del rilevato sperimentale, con il supporto della società Webuild. L'attività sperimentale proposta richiede un approccio multidisciplinare per la complessità dei processi analizzati. I corsi di formazione della Scuola di Dottorato consentiranno al dottorando di orientare la propria formazione verso diverse competenze. Il programma di lavoro comprenderà un periodo di circa 6 mesi da svolgersi presso uno o più partner di ricerca di UNINA, per consentire al dottorando di apprendere diversi metodi sperimentali e di confrontarsi con altri studiosi, nonché di avere la possibilità di sviluppare ulteriormente la propria carriera.

Il progetto di ricerca si avvarrà della collaborazione con la società Webuild e sarà finanziato dai progetti di ricerca in corso del Gruppo Geotecnico del DiSTAR.