



**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Ottimizzazione del riutilizzo delle terre e rocce da scavo di gallerie in processi di economia circolare ad impatto ambientale positivo

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA

Responsabile scientifico: Prof. Salvatore Miliziano

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 12

Azienda: GEEG s.r.l. Geotechnical and Environmental Engineering Group srl, Corso d'Italia, 97 - 00198 Roma

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 6700,00

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA con delibera del 20/09/2021

Progetto di ricerca:

Le opere in sotterraneo costituiscono un elemento di interesse strategico nel mondo delle infrastrutture, sia a livello nazionale che a livello internazionale. Oltre a rivestire un ruolo fondamentale nello sviluppo economico di un paese, la realizzazione di reti ferroviarie, stradali e metropolitane efficienti che utilizzino appropriatamente lo spazio in sotterraneo ha anche importanti ricadute positive sull'ambiente in termini di riduzione delle emissioni, riduzione della cementificazione e del consumo di suolo.

Nel quadro delle politiche europee, diverse iniziative messe in atto negli ultimi anni, come ad esempio il Green Deal promosso dalla Commissione Europea, si prefiggono lo scopo di incrementare il trasporto sostenibile, in particolare quello ferroviario. Basti pensare che il 25% delle emissioni di gas serra deriva dall'utilizzo dei mezzi di trasporto e solo una piccola parte di queste è imputabile al traffico ferroviario.

In tal senso, la Comunicazione della Commissione in merito al Green Deal Europeo (11 dicembre 2019), specifica espressamente che «una priorità è quella di trasferire una parte sostanziale del 75% dei trasporti interni di merci che oggi avviene su strada alle ferrovie e alle vie navigabili interne» e che «il sistema e l'infrastruttura dei trasporti dell'UE saranno resi idonei a sostenere nuovi servizi di mobilità sostenibile in grado di ridurre il traffico e l'inquinamento, in particolare nelle aree urbane».

A livello mondiale, l'Italia rappresenta il secondo paese per estensione della rete di gallerie, con più di 2000 km già costruiti. Questo numero è in continua crescita, per motivi morfologici, storici e geografici, ed il Paese ha in cantiere grandi opere che prevedono l'utilizzo diffuso di opere in sotterraneo. Da un punto di vista tecnico l'Italia ha quindi un grande interesse nel perfezionare le conoscenze specifiche legate a questo tipo di infrastrutture.

L'industria del tunnelling è certamente una delle industrie di maggior rilievo nell'ambito dell'ingegneria a livello nazionale e internazionale e vale circa il 7% del PIL nazionale (2019) con più di 2.2 milioni di addetti.

Anche nel Lazio molteplici opere infrastrutturali prevedono lo scavo di nuove gallerie, con grandi opere già in corso come la linea C della metropolitana di Roma o in progetto come la chiusura dell'anello ferroviario Vigna Clara-Valle Aurelia e la costruzione della ferrovia Roma-Pescara sbloccate dal "Decreto semplificazioni" del 7 luglio 2020. Sono inoltre in fase di definizione due importantissimi progetti per il rifacimento di alcune tratte fondamentali dei 2 acquedotti che convogliano la quasi totalità dell'acqua potabile dell'Area Metropolitana di Roma: il Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto Peschiera e Il Nuovo Acquedotto Marcio.

La maggior parte delle opere di questo tipo in corso di realizzazione e in fase di progettazione prevedono l'utilizzo di

Tunnel Boring Machine (TBM) ed in particolare l'adozione della tecnologia Earth Pressure Balance (EPB). La scelta di tali modalità costruttive risulta infatti sempre più vantaggiosa dal punto di vista logistico, economico e della sicurezza delle maestranze. La tecnologia EPB-TBM richiede a miscelazione del terreno con agenti chimici condizionanti per diversi motivi, tra i quali il mantenimento della pressione di contrasto al fronte di scavo, elemento chiave per l'ottenimento di buone performance dello scavo e per la minimizzazione degli effetti indotti in superficie (cedimenti, potenziali danni a strutture e infrastrutture pre-esistenti).

L'aggiunta di tali agenti chimici se da una parte è certamente necessaria per la buona esecuzione dello scavo della galleria, dall'altra risulta essere un elemento estremamente critico nella fattibilità del riutilizzo delle terre e rocce scavate.

Inoltre, in questo preciso periodo storico caratterizzato dalla forte necessità di rilanciare l'economia e ridefinire piani strategici a livello nazionale per uscire dalla crisi con rinnovato slancio e con uno sguardo attento alle tematiche ambientali, le infrastrutture rappresentano uno dei punti focali sul quale, a livello Europeo, si è deciso di puntare. Nel settore delle infrastrutture diventano quindi fondamentali il recupero di rifiuti il cui smaltimento oggi costituisce un costo economico e sociale enorme, lo sviluppo di tecnologie innovative che possono rafforzare l'eccellenza italiana, la riduzione della dipendenza dalle importazioni di materie prime tradizionali da fonti fossili sostituendole con materie rinnovabili o circolari, di cui il Paese è ricco.

Il progetto dal titolo "Ottimizzazione del riutilizzo delle terre e rocce da scavo di gallerie in processi di economia circolare ad impatto ambientale positivo" si propone quindi di individuare modalità innovative di riutilizzo delle terre e rocce da scavo e di rendere più efficaci ed efficienti quelle attualmente considerate al fine di contribuire ad aumentare la percentuale di materiale effettivamente riutilizzato.

Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo è infatti uno dei temi più rilevanti pensando al processo di scavo delle gallerie in grado di influenzare significativamente aspetti logistici, economici, amministrativi ed ambientali dell'intero progetto. Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo è inoltre uno degli obiettivi primari verso una conversione di un processo altamente impattante rispetto all'ambiente in un processo in cui economia circolare e tecnologie green possano contribuire a ridurre significativamente impatti ed emissioni.

A rendere tale aspetto del progetto di una galleria particolarmente rilevante sono i volumi in gioco. Per fissare alcuni numeri si basti pensare che, negli ultimi 3 anni sono stati sviluppati progetti nel solo settore delle infrastrutture ferroviarie che includono la gestione di 40 milioni di metri cubi di terre e rocce da scavo.

Si tratta di enormi quantità di materiale che da una parte rappresentano certamente un problema da gestire con importanti implicazioni ambientali, logistiche, economiche e amministrative, ma dall'altra possono diventare un'opportunità, riutilizzando le rocce scavate come aggregato per il calcestruzzo, come riempimento per reinterri e sottofondi, fino a progetti virtuosi di riutilizzo come nel caso di Wallasea Island, a Londra, nel quale parte del materiale di risulta dallo scavo delle gallerie del Crossrail di Londra è stato reimpiegato per la creazione e protezione da fenomeni erosivi di un'area, ora gestita dal WWF, zona di riproduzione di diverse specie terrestri ed acquatiche. Esistono inoltre esperienze concrete che dimostrano che tali materiali possono essere reimpiegati in progetti virtuosi di "land reclamation", di stabilizzazione di pendii in frana, di realizzazione di oasi di riproduzione per specie animali e vegetali a rischio di estinzione, di riqualificazione e protezione costiera o progetti di semplice riutilizzo come materiale per l'edilizia o l'industria.

Il progetto porterà ad inserire in modo più profondo gli aspetti e le politiche di rispetto dell'ambiente e di riduzione dell'impatto ambientale all'interno di un Progetto di realizzazione di una galleria, sviluppando tali aspetti sinergicamente rispetto agli aspetti tecnici. Inoltre, il progetto fornirà elementi utili ad eseguire controlli operativi in sito più efficaci e puntuali ad ulteriore garanzia del rispetto e del controllo della qualità delle opere realizzate.

Tutto ciò ha come presupposti sia un livello di conoscenza degli aspetti tecnico/scientifici superiore rispetto a quello attuale che la necessità di uniformare standard e controlli, entrambi aspetti su cui il progetto è fortemente intenzionato a fornire un contributo decisivo.

Il progetto si propone quindi, mediante l'ottimizzazione del riutilizzo delle terre e rocce da scavo, di intervenire in uno dei settori strategici al centro delle strategie di ripresa economica del nostro paese con uno sguardo all'ambiente e alle tematiche legate all'economia circolare e al riutilizzo di un materiale che a tutti gli effetti è una risorsa naturale,

quindi green, non rinnovabile estremamente preziosa.

Infine, un altro aspetto di non minore importanza nel panorama nazionale e nella crescita della futura generazione di ingegneri è certamente la multidisciplinarietà del tema oggetto del presente Progetto in grado di coniugare aspetti propri dell'ingegneria geotecnica con aspetti chimici, ambientali, amministrativi ed economici. Questo certamente porterà ad acquisire un bagaglio di conoscenze ricco e variegato utile ad affrontare attività professionali e di Ricerca in modo consapevole.

Titolo del progetto (inglese): Optimization of the reuse of soil and rocks from tunnel excavation in circular economy processes with a positive environmental impact

Progetto di ricerca (inglese):

Underground works are an element of strategic interest in the world of infrastructures, both nationally and internationally. In addition to playing a fundamental role in the economic development of a country, the creation of efficient railway, road and metro networks able to use underground space appropriately also has important positive effects on the environment in terms of reducing emissions, reducing overbuilding and land consumption.

Within the framework of European policies, various initiatives implemented in recent years, such as the Green Deal promoted by the European Commission, are focused on the increase of sustainable transport, in particular rail transport. On this point seems useful to recall that 25% of greenhouse gas emissions derive from transports and only a small part of these is attributable to rail traffic.

In this sense, the Communication of the Commission on the European Green Deal (11 December 2019), openly specifies that "a priority is to transfer a substantial part of 75% of the internal transport of goods that today takes place by road to railways and inland waterways "and that" the EU transport system and infrastructure will be made suitable for supporting new sustainable mobility services capable of reducing traffic and pollution, particularly in urban areas ". Globally, Italy is the second country in terms of extension of the tunnel network, with more than 2000 km already built. This number is constantly growing, for morphological, historical and geographical reasons, and the country has major works in the pipeline that involve the widespread use of underground works. From a technical point of view, Italy therefore has a great interest in perfecting the specific knowledge related to this type of infrastructure.

The tunnelling industry is certainly one of the most important industries in the field of engineering at national and international level with about 7% of national GDP (2019) and with more than 2.2 million employees.

Also in Lazio, many infrastructural works include the excavation of new tunnels, with major works already underway such as the C line of the Rome metro or planned such as the closure of the Vigna Clara-Valle Aurelia railway ring and the construction of the Rome-Pescara railway released by the "Simplification Decree" of 7 July 2020. Two very important projects are also being defined for the reconstruction of some fundamental sections of the two aqueducts that convey almost all of the drinking water of the Metropolitan Area of Rome: the Nuovo Tronco Superiore of the Peschiera Aqueduct and the New Marcio Aqueduct.

Most of this type of works under construction and in the design phase involve the use of Tunnel Boring Machine (TBM) and in particular the adoption of Earth Pressure Balance (EPB) technology. The choice of these construction methods is, in fact, increasingly advantageous from the logistical, economic and safety point of view of the workers. The EPB-TBM technology requires the soil to be mixed with chemical conditioning agents for various reasons, including maintaining the contrast pressure at the excavation face, a key element for obtaining good excavation performance and for minimizing the induced effects on the surface (subsidence, potential damage of pre-existing structures and infrastructures).

Furthermore, in this precise historical period characterized by the strong need to relaunch the economy and redefine strategic plans at national level to exit the crisis with renewed leap and with a careful look at environmental issues, infrastructures represent one of the focal points Europe has decided to invest.

While the addition of these chemical agents is certainly necessary for the proper execution of the tunnel excavation, on the other hand it appears to be an extremely critical element in the feasibility of reusing the excavated soils and

rocks.

In the infrastructure sector, the recovery of waste whose disposal today constitutes an relevant economic and social cost, the development of innovative technologies that can strengthen Italian excellence, the reduction of dependence on imports of traditional raw materials from fossil sources by replacing them become fundamental with renewable or circular materials, of which the country is rich in.

The project entitled "Optimization of the reuse of soils and rocks from excavation of tunnels in circular economy processes with a positive environmental impact" therefore aims to identify innovative ways of reusing excavated soils and rocks and to make the currently adopted reuse processes more effective and efficient, in order to increase the percentage of material actually reused.

The reuse of excavated soils and rocks is, in fact, one of the most relevant issues considering the tunnel excavation process that can significantly influence the logistical, economic, administrative and environmental aspects of the entire project.

The reuse of excavated soils and rocks is also one of the primary objectives towards converting a highly impacting process with respect to the environment into a process that, thanks to circular economy and green technologies, significantly reduces impacts and emissions.

The volumes involved make this aspect of a gallery project particularly relevant. To fix some numbers, we need to consider that, in the last 3 years, only considering railway infrastructure projects, plans for the management of 40 million cubic meters of excavated soils and rocks have been developed.

These huge amount of material on one hand certainly represent a problem to be managed with important environmental, logistical, economic and administrative implications, but on the other have to be considered an opportunity: reusing the excavated rocks as aggregate for concrete, as filling for backfilling and foundations, up to virtuous reuse projects as in the case of Wallasea Island, in London, in which part of the material resulting from the excavation of the Crossrail tunnels was reused for the creation and protection from erosive phenomena of a breeding area for various terrestrial and aquatic species area, now managed by the WWF.

There are also concrete experiences that show that these materials can be reused in virtuous projects of "land reclamation", stabilization of landslide slopes, construction of breeding oases for animal and plant species at risk of extinction, redevelopment and coastal protection or projects that can be easily reused as a material for construction or industry.

The project will lead to a deeper insertion of the aspects and policies of respect for the environment and reduction of the environmental impact within a project for the construction of a tunnel, developing these aspects synergistically with respect to the technical aspects. In addition, the project will provide useful elements to perform more effective and timely on-site operational checks to further guarantee compliance and quality control of the works carried out.

These aims require a deeper level of knowledge of the technical / scientific aspects than the current one and the need to rethink and define standards and controls; both aspects on which the project is strongly willing to make a decisive contribution.

The project therefore proposes, through the optimization of the reuse of excavated soils and rocks, to act in one of the strategic sectors at the core of the economic recovery strategies of our country with an eye to the environment and to issues related to the circular economy and to the reuse of a material that is a natural resource, therefore green, non-renewable and extremely precious.

Finally, another aspect of great importance in the growth of the future generation of engineers is certainly the multidisciplinary nature of this Project, capable of combining aspects of geotechnical engineering with chemical, environmental, administrative and economic aspects. This will certainly lead to the acquisition of a rich and varied knowledge useful for facing professional and research activities in a conscious way.