

## **Titolo**

Studio e modellistica della stabilità dei pendii in ambienti subaerei e sottomarini sotto l'effetto di forzanti sismiche e climatiche

## **Progetto di ricerca**

### Presupposti

Il piano di formazione presuppone conoscenze nel campo della geofisica della terra solida, dei principi della fluidodinamica e delle nozioni fondamentali della geotecnica. È opportuno che l'assegnista abbia già maturato esperienza nel campo della modellazione della stabilità dei pendii, per esempio durante un corso di dottorato o un precedente assegno di ricerca.

### Obiettivi

L'assegnista dovrà acquisire padronanza relativamente ai concetti alla base e all'utilizzo dei due codici numerici utilizzati attualmente dal gruppo di ricerca che finanzia l'assegno. I due modelli sono rispettivamente la versione del classico Limit Equilibrium Method che utilizza il principio della Minimum Lithostatic Deviation (Tinti e Manucci 2006, 2008) ed il SOCP-FEM (e.g. Zhang et al., 2013; Wang et al., 2021).

Un primo obiettivo che l'assegnista dovrà raggiungere riguarderà l'ampliamento delle funzioni di entrambi i software, con relativa validazione. In particolare:

- nel caso del SOCP-FEM, dovrà essere aggiunto il contributo di un eventuale bacino d'acqua per simulare la stabilità di pendii sommersi;
- per entrambi i software, dovranno essere incluse ulteriori forzanti rispetto alla gravità e al carico sismico, già implementati. Più precisamente, dovranno essere presi in esame gli effetti legati ai cambiamenti climatici.

Un secondo obiettivo consisterà nell'applicazione dei modelli ampliati a casi reali, sia in ambiente subaereo che sottomarino.

Il terzo obiettivo sarà quello di indagare software 3D esistenti, per valutare le differenze fondamentali fra gli approcci 2D e 3D nella stima del fattore di sicurezza nei casi reali studiati.

## Piano di attività

### Primo anno:

L'assegnista:

- familiarizzerà con i codici che implementano gli approcci SOCP-FEM e MLD;
- preparerà manuali di utilizzo per entrambi i software;
- svilupperà ulteriormente il codice SOCP-FEM per aggiungere l'effetto di un eventuale bacino d'acqua nel quale un pendio può essere immerso, parzialmente o totalmente;
- validerà il nuovo modulo del software mediante un certo numero di test effettuati su casi noti, presi da letteratura o già studiati dal gruppo di ricerca;
- applicherà sia il codice MLD che il codice SOCP-FEM aggiornato a casi di interesse per i progetti a cui il gruppo di ricerca di riferimento partecipa.

### Secondo anno:

L'assegnista:

- amplierà le funzionalità sia del software che implementa l'approccio MLD che di quello che implementa il SOCP-FEM per includere l'effetto dei cambiamenti climatici, in particolare quello dell'incremento nei tassi di precipitazione;
- validerà le nuove versioni dei software;
- applicherà le nuove versioni allo studio di zone studiate all'interno di progetti nei quali il gruppo di ricerca di riferimento è coinvolto, sia in Italia che all'estero.

## Bibliografia

Tinti S. e Manucci A.: Gravitational stability computed through the limit equilibrium method revisited. *Geophys. J. Int.*, 164 (1), 1–14, 2006.

Tinti S. e Manucci A.: “A new computational method based on the minimum lithostatic deviation (MLD) principle to analyse slope stability in the frame of the 2-D limit-equilibrium theory”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 8 (4), 671–683, 2008.

Wang, L., Zhang, X., Zaniboni, F. *et al.* Mathematical Optimization Problems for Particle Finite Element Analysis Applied to 2D Landslide Modeling. *Math. Geosci.*, 53, 81–103, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11004-019-09837-1>

Zhang X., Krabbenhoft K., Pedroso D.M., Lyamin A.V., Sheng D., da Silva M.V., Wang D.: Particle finite element analysis of large deformation and granular flow problems. *Comput. Geotech.*, 54, 133–142, 2013.