



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

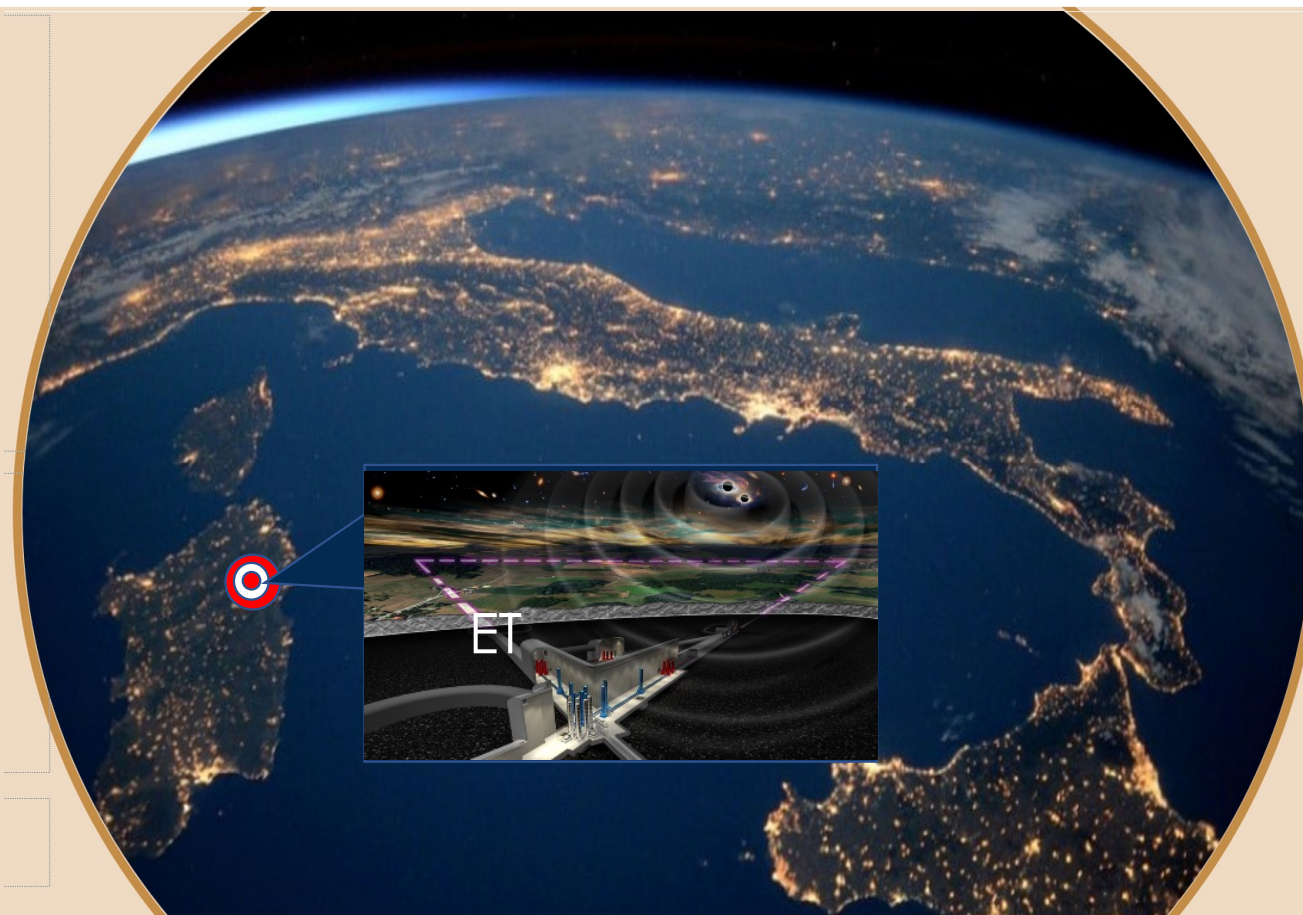


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Ingegneria civile per ET

Sfide e future
opportunità



Assisi, 21/02/2024



Einstein Telescope Infrastructure Consortium (ETIC - IR0000004)
PNRR MISSIONE 4, COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 3.1



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Logo

Le sfide e le criticità per l'infrastruttura civile per ET

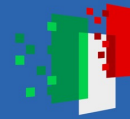
- Sviluppare l'**approccio progettuale e costruttivo** dal punto di vista dell'ingegneria civile dell'infrastruttura di ricerca sotterranea per ET per valutarne la **fattibilità** della costruzione
- Definire la **collocazione** nel contesto geologico, geotecnico e geofisico in funzione della configurazione strumentale (layout ottico e detector) rispettando i requisiti scientifici per il posizionamento e l'allineamento
 - Funzione delle condizioni di sito (accessibilità, rumore ambientale, geologia, vincoli territoriali e ambientali, ecc.)
 - Rispetto dei requisiti minimi per la geometria (triangolo e L), funzionali e prestazionali
 - Ottimizzazione in funzione di parametri prestazionali, valutazione dei rischi, stima dei costi
- Soluzioni ingegneristiche vincolate dai **requisiti scientifici** (dopo i risultati delle indagini ci sono limitate possibilità di variare il posizionamento e geometria) e criteri di alto livello, quali i requisiti di funzionalità, sicurezza o di superficie (compresi gli aspetti ambientali)



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

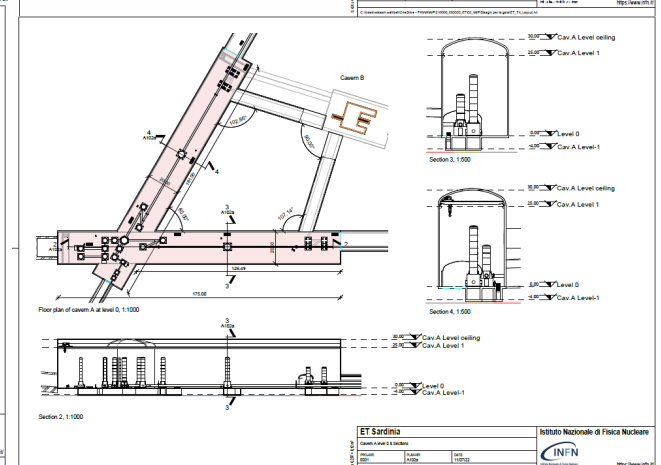
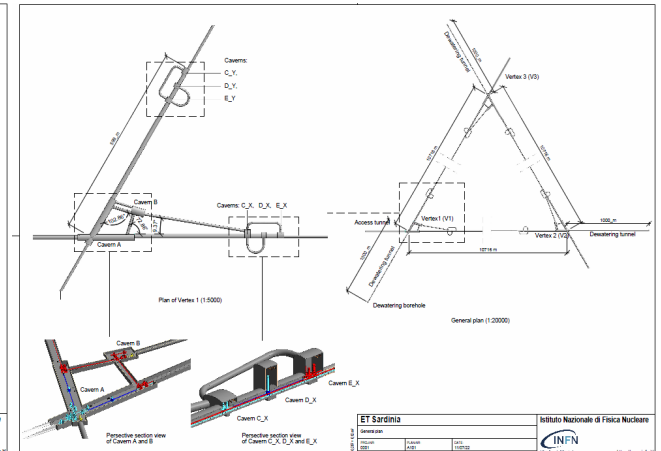
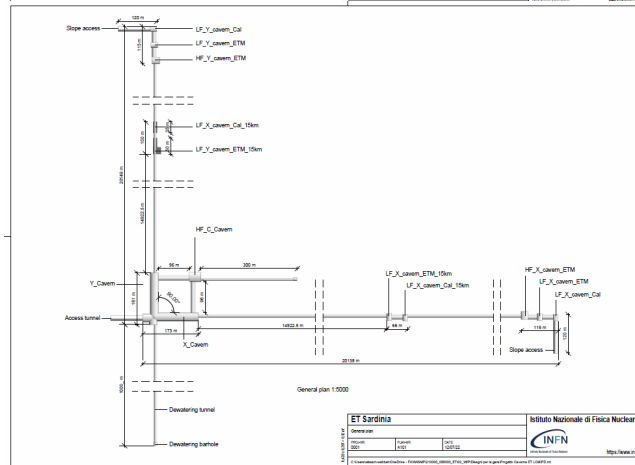
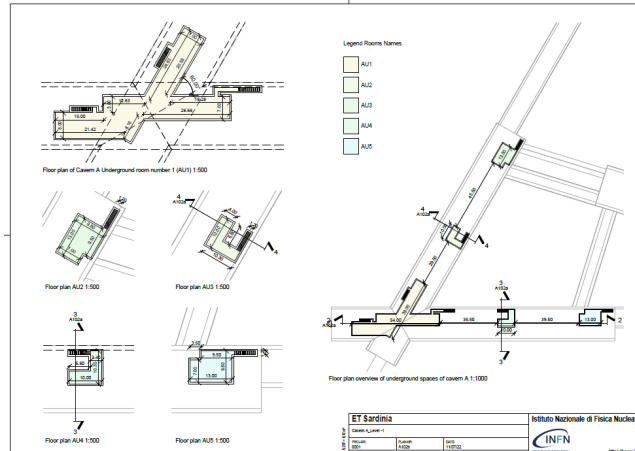
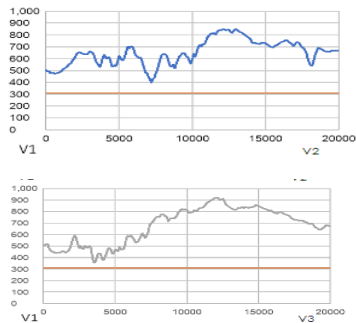
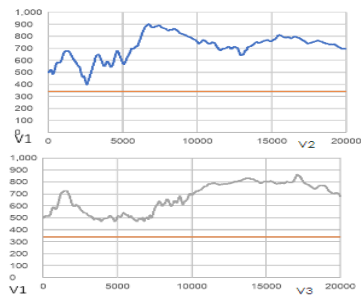
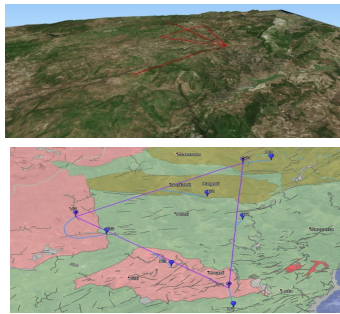


Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Logo





Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca

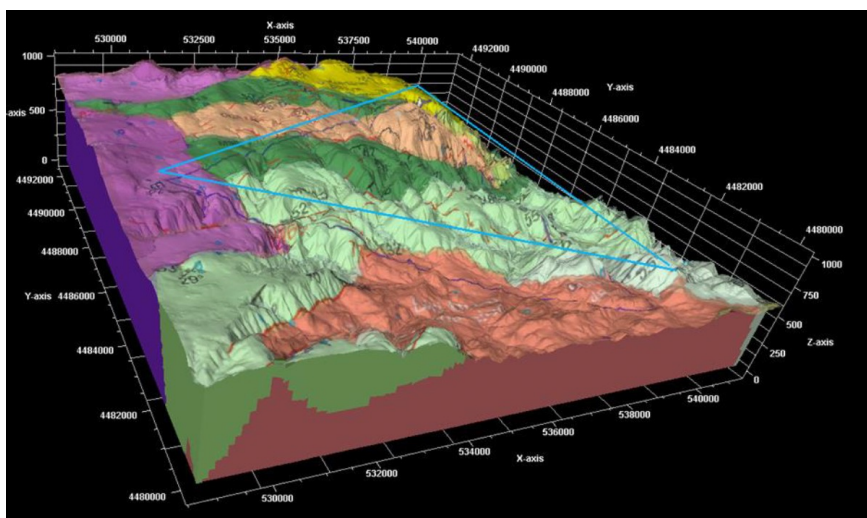


Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



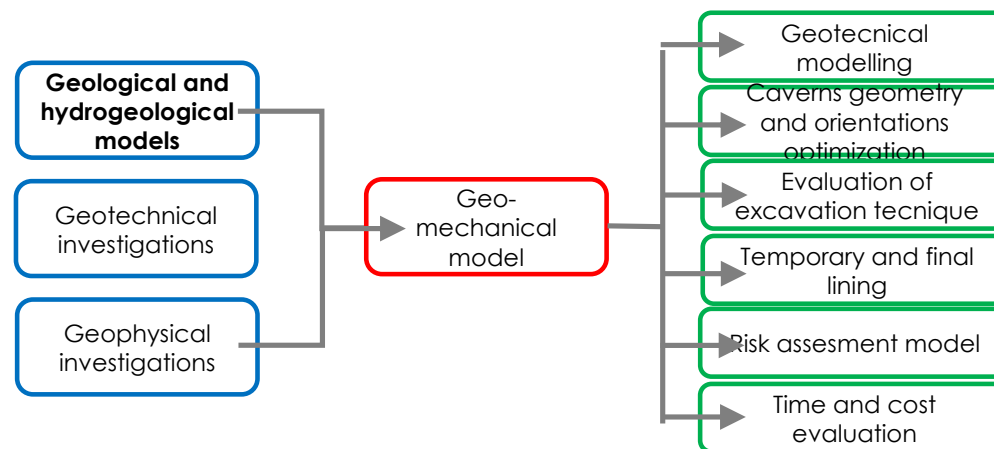
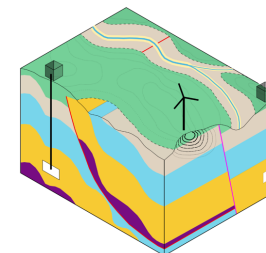
Modello geologico e idrogeologico 3D

- informazioni geologiche superficiali/sotterranee da letteratura e da nuove indagini
- necessario per l'allineamento dei tunnel e il posizionamento delle caverne



Mitigazione del rumore ambientale

- Individuare le zone di influenza da parte di impianti di superficie (strade, vibrazioni da impianti eolici e viadotti, industrie, ecc.)
- Effettuare misure sistematiche del rumore (superficiale e sub-superficiale) utilizzando misure in foro e array di superfici
- Definire il monitoraggio nelle zone di buffer





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

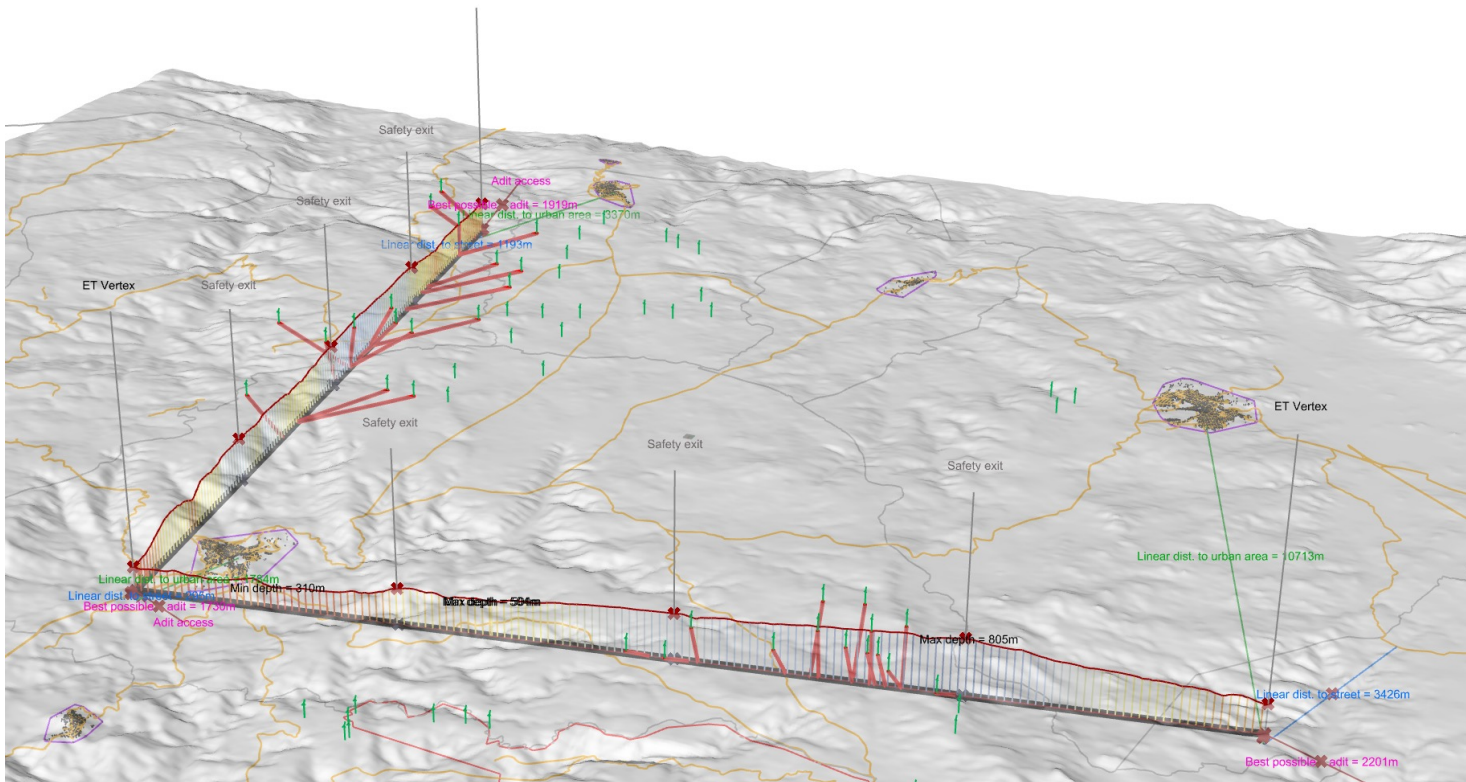


Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Positioning optimisation tool



<input checked="" type="checkbox"/> ET Location and form	
Position and Rotation of ET	
Yv1	89
Xv1	14
Zv1	145
North rotation	-9
4	Number of safety exits
<input checked="" type="checkbox"/> Visualisation	
Terrain transparency	104
<input type="checkbox"/> Municipalities vis.	
<input type="checkbox"/> Roads vis.	
<input type="checkbox"/> Populated zones vis.	
<input type="checkbox"/> Restricted zones vis.	
<input type="checkbox"/> Wind turbines vis.	
<input type="checkbox"/> Buildings vis.	
<input type="checkbox"/> Industrial zones vis.	
<input checked="" type="checkbox"/> Analysis visualisations	
<input type="checkbox"/> Depth analysis vis.	
	2043 Vis. close wind turbine tolerance
<input type="checkbox"/> Distance to urban areas	
<input type="checkbox"/> Distance to streets	
Possible adit slop %	16
<input type="checkbox"/> Suggest adits	

20.02.24

ET Infrastructure Team,
Geneva, CERN – ET Meeting



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU
Requirements



Ministero dell'Università e della Ricerca

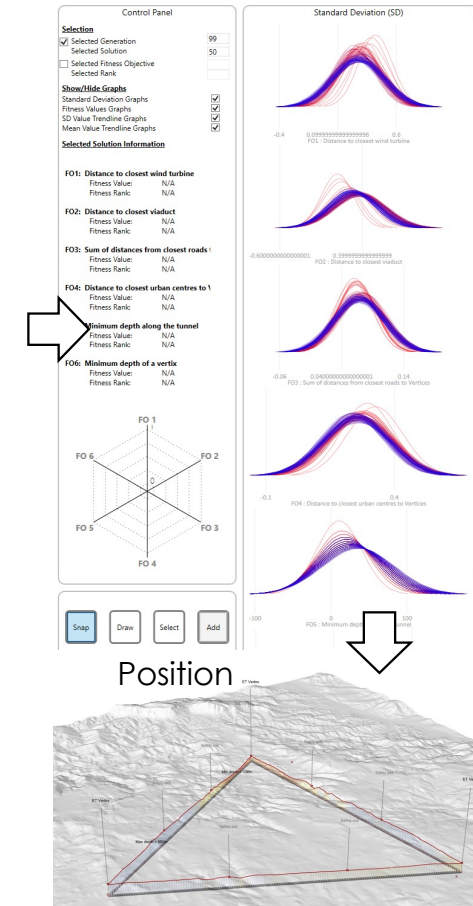


Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Simulations

Obiettivi e vincoli

ID	Criteria	Aim	Optimisation	min	max	Weight
1	search limits					
1.1	Vertex V1 location X (East west)	Vertex 1 inside granit area				
1.2	Vertex V1 location Y (North south)	Vertex 1 inside granit area				
1.3	Vertex V1 Altitude					
1.4	Rotation (V1 as base point)			0°	360°	
2	SCIENTIFIC REQUIREMENTS					
2.1	No scientific requirements					
3	MORPHOLOGICAL AND TOPOGRAPHICAL CHARACTERISTICS					
3.1	Tunnel earth cover (Vertical direction)	Minimising the cover for the closest part of the tunnel to earth surface	Minimise dis.	40 M		7
3.2	Cavern earth cover (Vertical direction)	Minimising the cover for the closest vertex to earth surface	Minimise dis.	120 M		10
3.3	Cavern earth cover overall (Vertical direction)	Minimising the sum of vertical cover of the 3 Vertices	Minimise dis.			10
4	ENVIRONMENTAL AND ADMINISTRATIVE CONSTRAINTS					
4.1	Restricted areas	No 2D intersection	Avoid zone			
4.2	Existing roads	Close to the vertices	Minimise dis.			5
4.3	Viadotti	Min distance 3 km from vertices, try "The farer the better"	Maximise dis.			10
5	INSEDIATIVE AND ANTHOPIC INTERFERENCES					
5.1	Industrial Area Nuoro	Far from the Vetices (Out of GIS Radius)	Avoid zone	15 KM		10
5.2	Wind turbines Budduso'	Far from the Vetices	Maximise dis.	15 KM		10
5.3	Towns / populated zones	Close to the vertices	Minimise dis.			2
5.4	Industrial Area Sologo	Far from the Vetices	Maximise dis.			7
6	Geological Criteria					
6.1	Vertex 1 inside granit area					





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



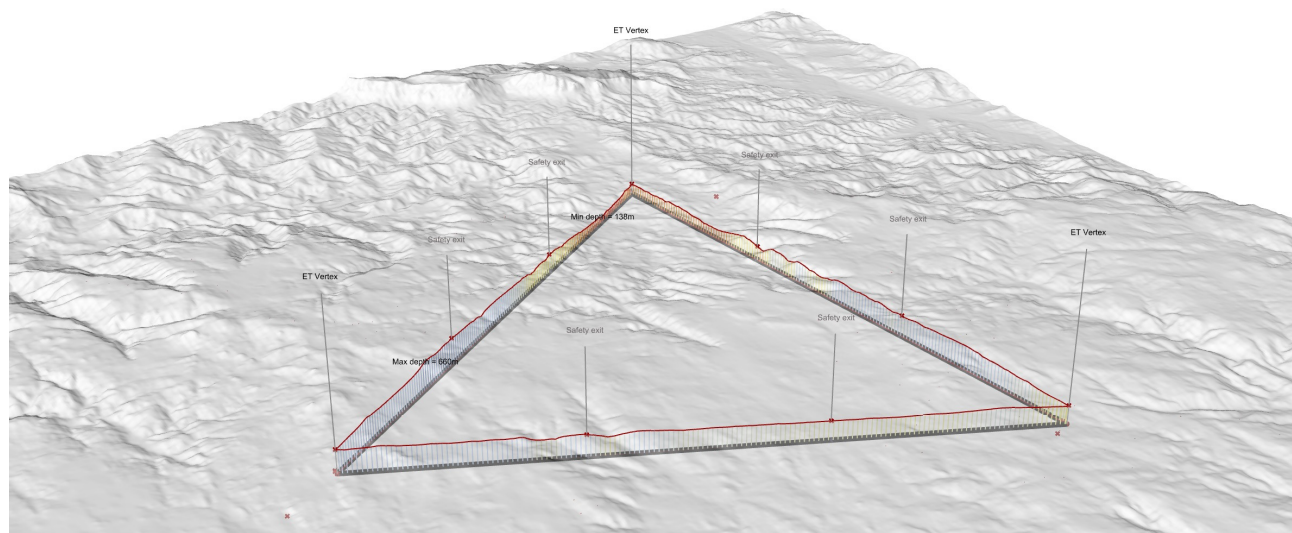
Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Verifica delle profondità

- strumento di analisi multicriterio dedicato alla verifica che tutti i parametri e la configurazione adottata in progetto siano adeguati a mantenere le prestazioni richieste e non introducono interferenze rilevanti
- implementazione di un database multiparametrico e dalla definizione di strumenti di analisi necessari a supportare la gestione dei modelli digitali (dataset strutturali, sotterranei e di superficie)
- attività supporterà ETO-CE nella verifica della geometria ottimale in ogni sito considerato in relazione all'adattabilità delle soluzioni tecniche





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



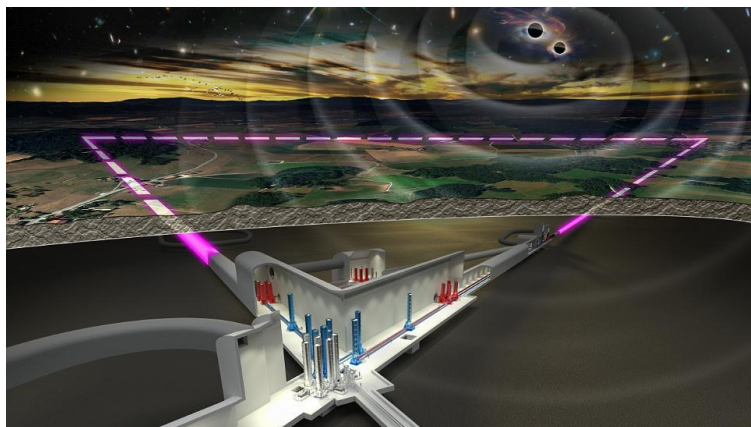
Ministero
dell'Università
e della Ricerca



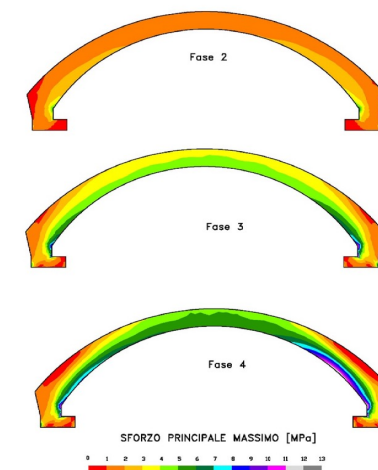
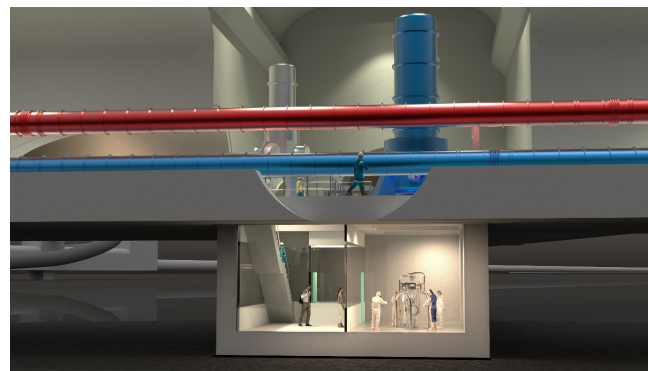
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Caverne di grandi dimensioni ai vertici



- Collocazione all'esterna della zona di buffer per il rumore ambientale
- Flessibilità ridotta per l'orientamento dell'asse della caverna
- Ammassi rocciosi consistenti (stabilità)
- Rivestimento della caverna
- Sistema di impermeabilizzazione e drenaggio



ET - Site Studies and
Characterization, 8-
11 Nov 2021, Nuoro
(Italy)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

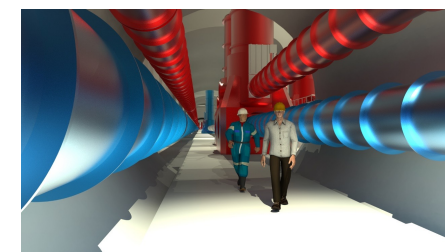
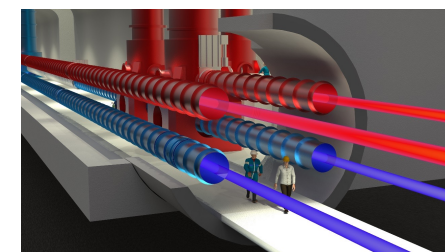
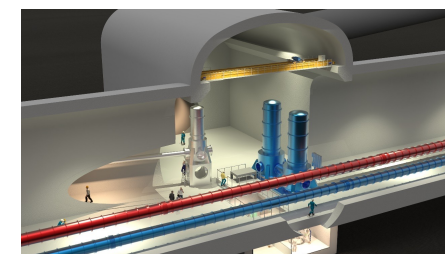
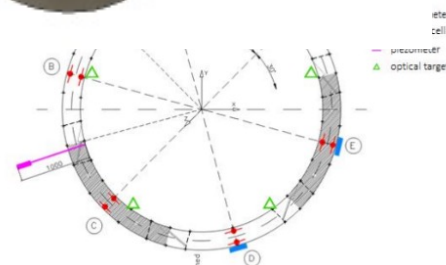
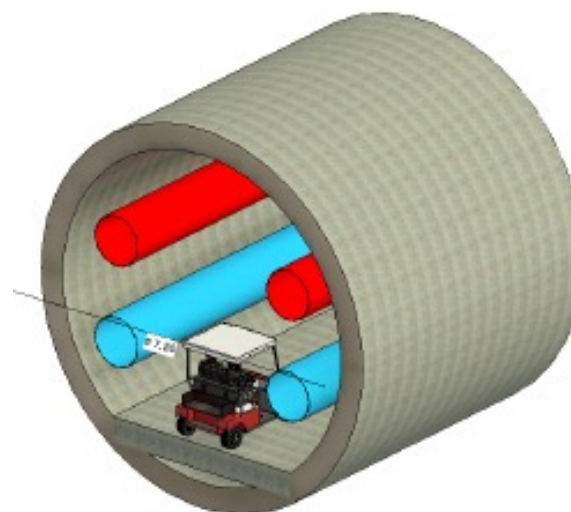


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Scavo dei tunnel e sistema di drenaggio acque

- Metodi di scavo
- precisione dell'allineamento della galleria (requisiti ET > tunnelling convenzionale)
- zone problematiche in termini di stabilità e alta permeabilità
- Soluzione per definire in profondità un rivestimento impermeabile con drenaggio in continuo
- Riduzione dell'afflusso tramite soluzioni costruttive (rivestimento, inclinazione)
- Impianti di drenaggio lontani dagli apparati sensibili al rumore (sospensioni nelle caverne)





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

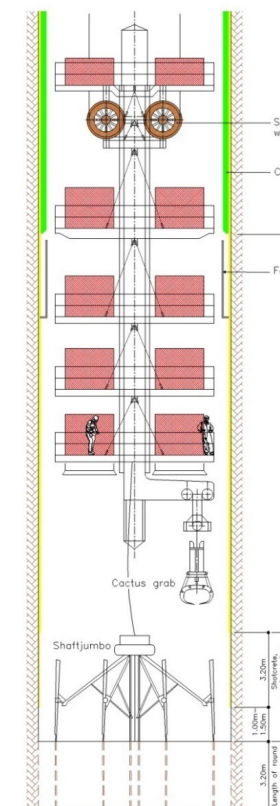
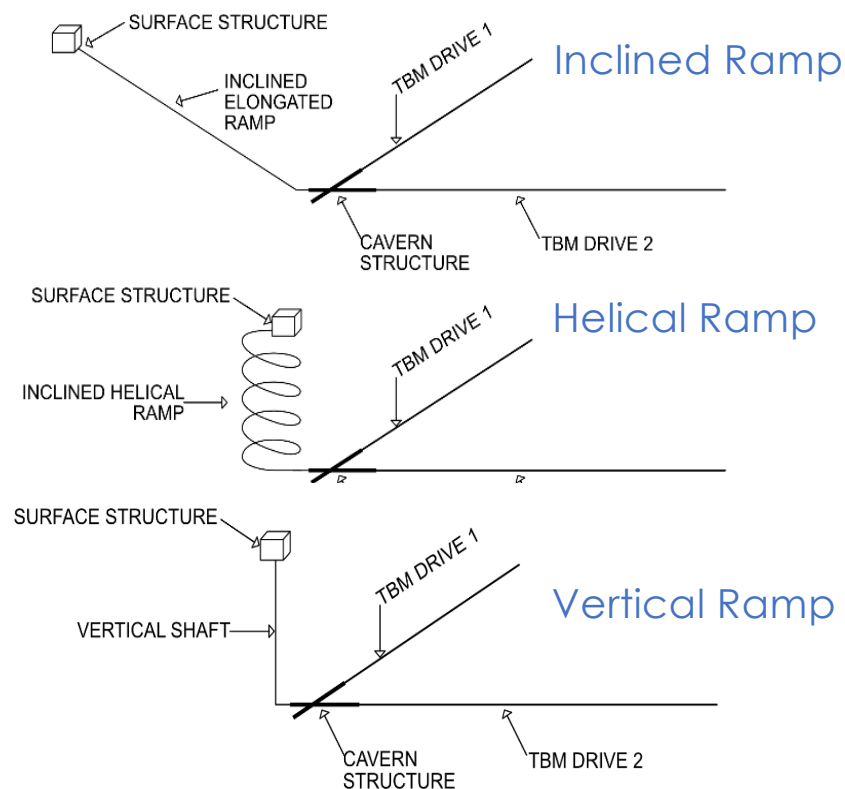


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Sistemi di accessibilità

- Soluzioni ottimizzate per il rumore, impegnativo per il tunneling
- valutazione delle opzioni del tunnel di accesso (10-12 m)
- breve e geometrico semplice
- pozzi verticali di grandi dimensioni
- Requisiti per il montaggio, sicurezza, logistica, ecc



10



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

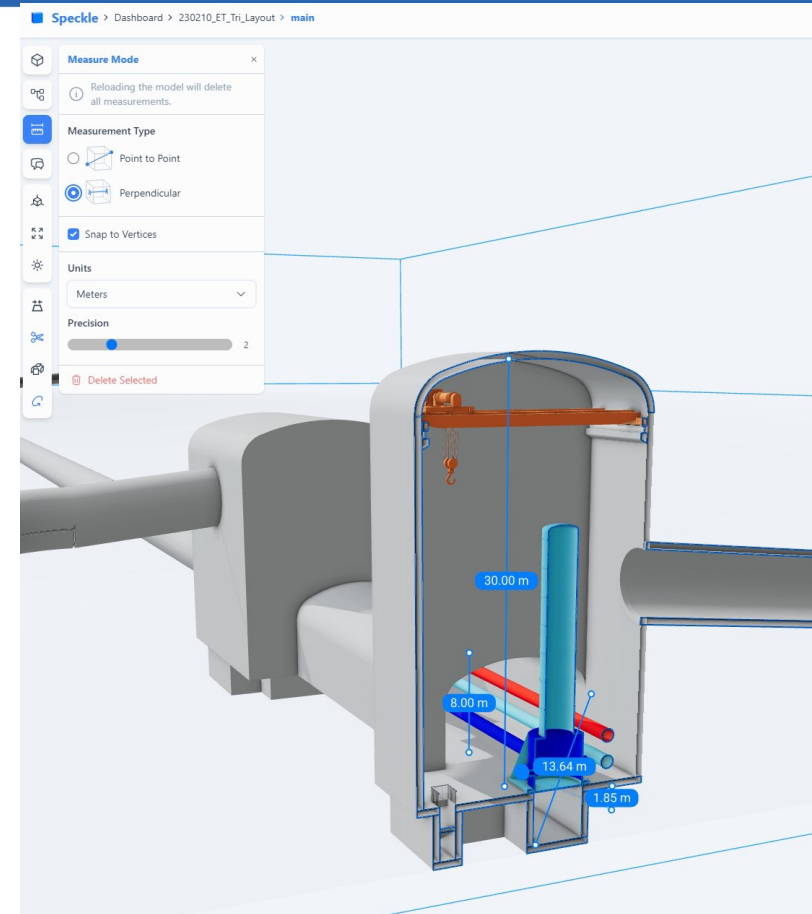
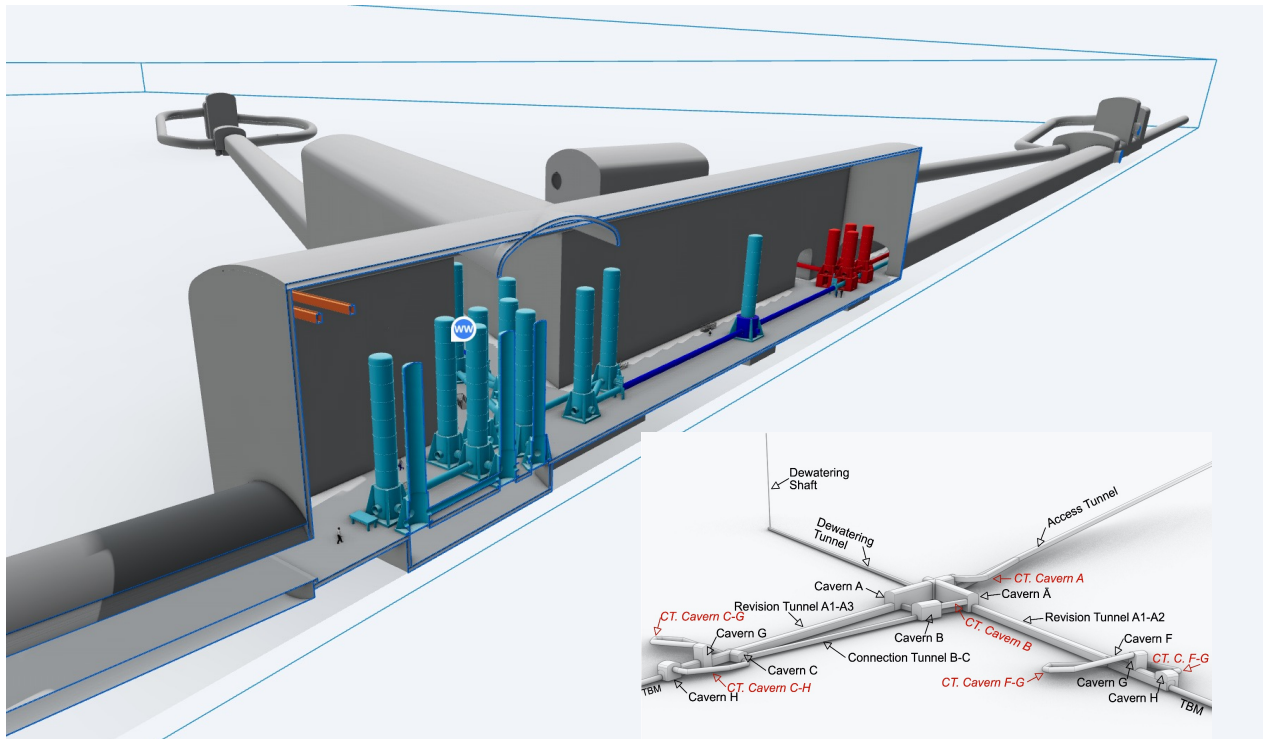


Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Integrazione apparati tecnologici e scientifici



20.02.24

ET Infrastructure Team, Geneva, CERN – ET
Meeting



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



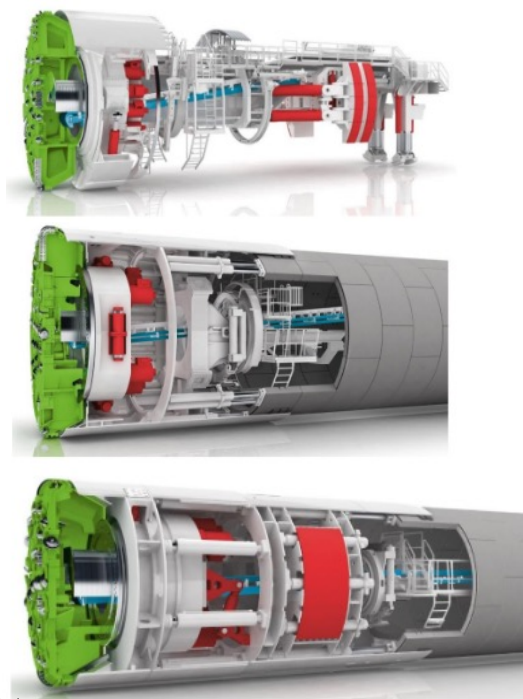
Ministero
dell'Università
e della Ricerca



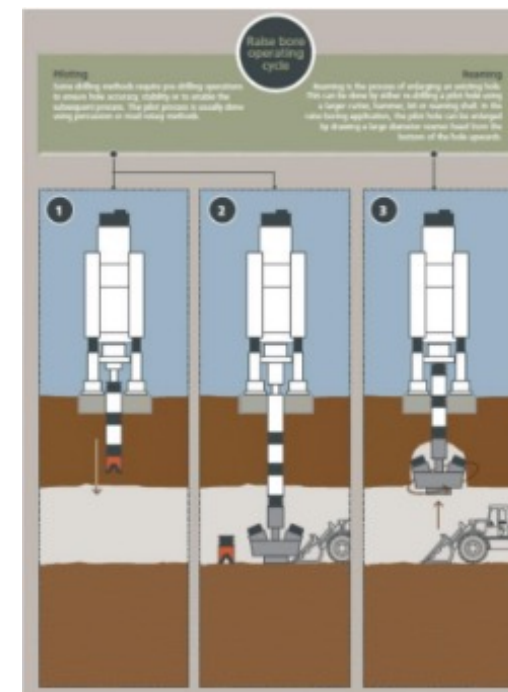
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Ottimizzazione della tecnica di scavo

- Rivestimento principale delle gallerie
- scavo con TBM aperta o schermata
- Numero di alesatrici (stima dei tempi e dei costi)
- Studiare l'interferenza con l'allargamento locale della galleria (caverna di servizio, uscita di emergenza)
- Shaft lining: D&B, raise boring
- Galleria di accesso e di servizio: D&B
- Caverne
- Ottimizzare le fasi di scavo per la singola caverna e in relazione all'interferenza tra le diverse caverne al vertice



- Gripper TBM
- Single shield TBM
- Dual shield TBM



Methodology of excavation of emergency exits, tunnels accessories and wells.





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

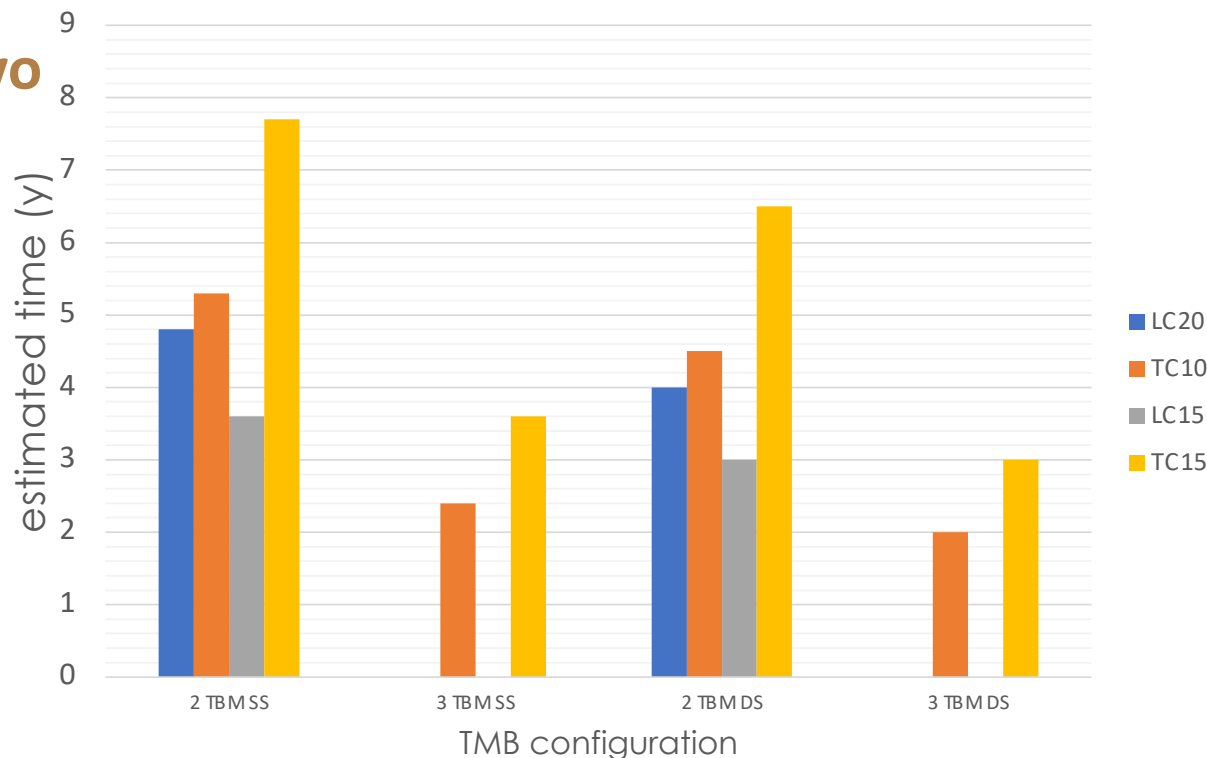


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Logo

Valutazione dei tempi di scavo

- Configurazione TC10 e LC20
- due o tre TBM già posizionate ai vertici che avanzano in parallelo; scavare da un vertice all'altro senza uscite intermedie.
- due TBM della configurazione triangolare, per considerare il passaggio di una macchina da una galleria all'altra;
- velocità di avanzamento calcolata considerando i valori mediati rispetto alla presenza delle formazioni incontrate



Estimated time for the construction of the main tunnels considering different configurations and assuming - ROP=2m/h for both formations.



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



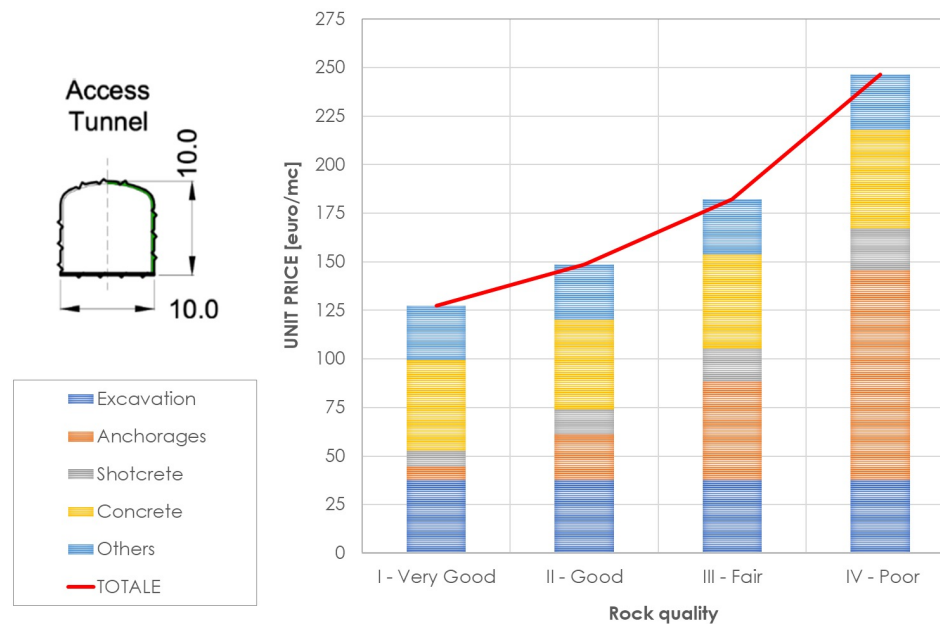
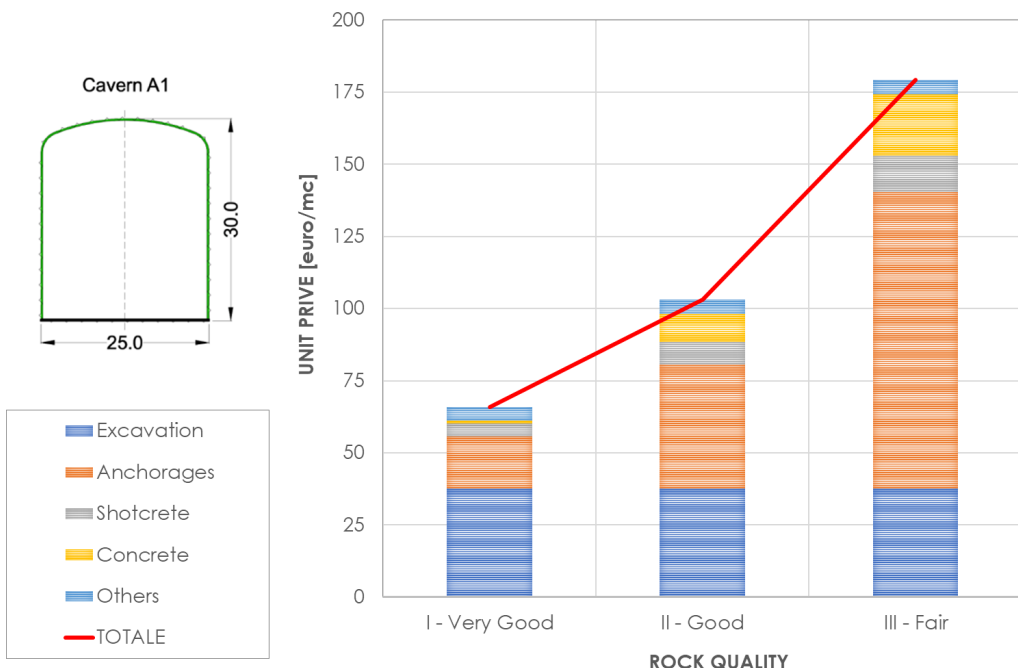
Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Valutazione dei costi per lo scavo

- Preliminary geotechnical stability in order to estimate the infrastructure costs useful for the selection of the optimal configuration and localization of the works.





Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



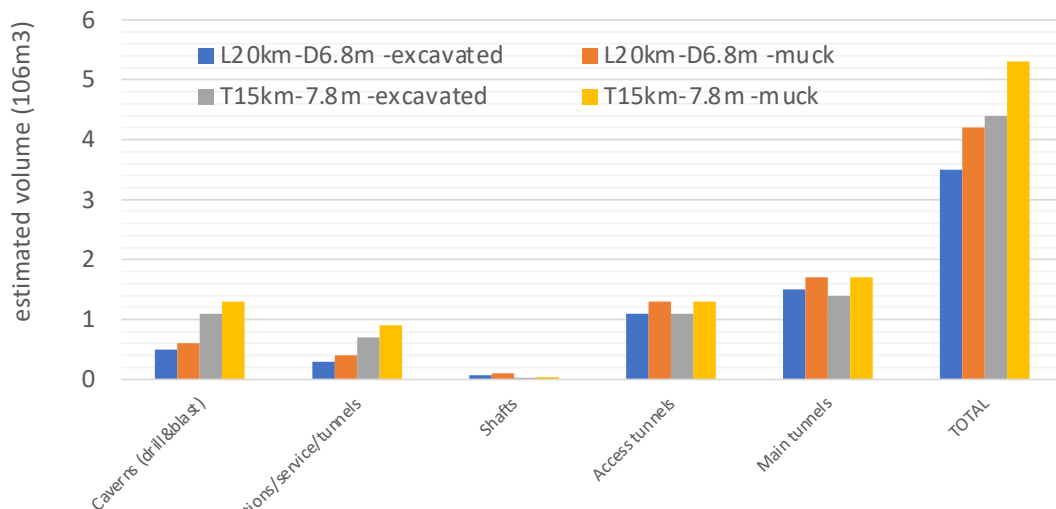
Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

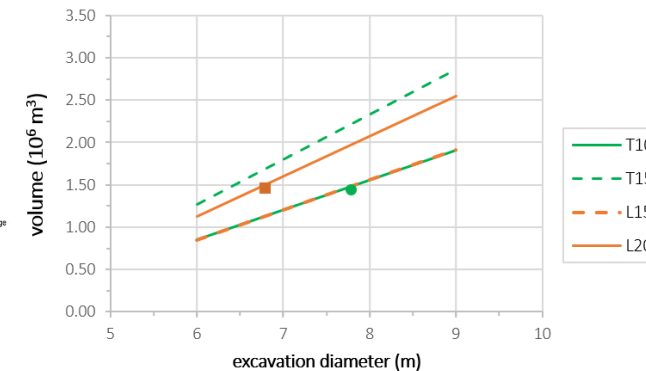
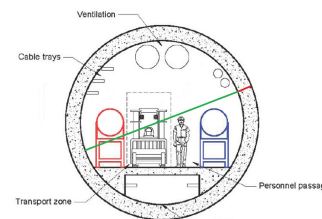
Logo

La gestione del materiale di scavo



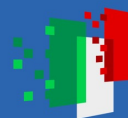
Il volume di materiale scavato e frantumato ottenuto moltiplicando per un fattore 1.2 per tenere conto dei vuoti nel mucchio.

Approcci innovativi per l'ottimizzazione del trattamento, della gestione e del riutilizzo del materiale di scavo da inserire nel piano di sostenibilità per la discussione e l'approvazione alle regioni locali e agli stakeholder.



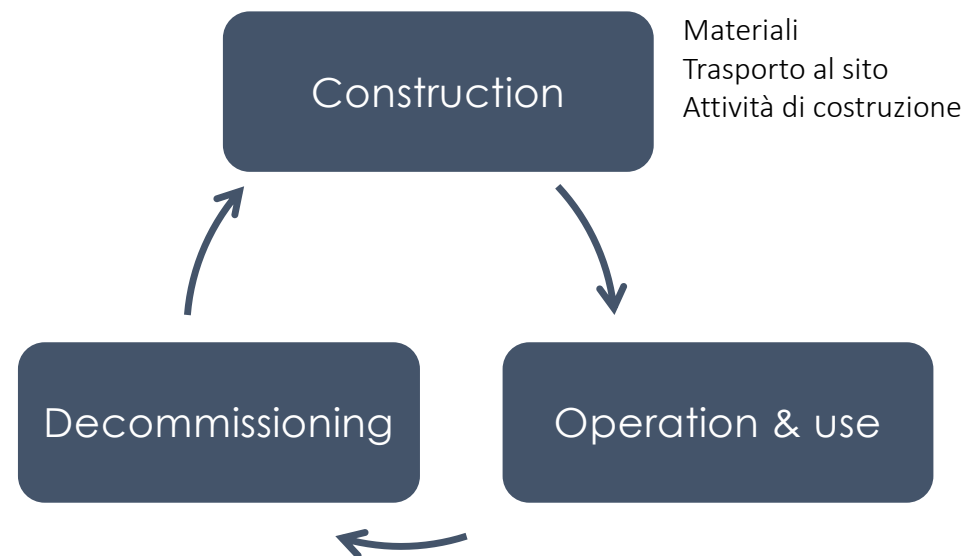
Le TRS devono poter essere dichiarate «sottoprodotto» per poter essere riutilizzate (nuovo decreto in arrivo).

- soluzioni molto note e utilizzate: riempimenti, rilevati, sistemazioni paesaggistiche, stabilizzazione pendii;
- soluzioni abbastanza praticabili ma con possibilità di ottimizzazione: filler e aggregati per miscele cementizie e pavimentazione stradale, pea gravel;
- soluzioni ancora pionieristiche: produzione di leganti.



Coordinamento degli studi di sostenibilità e di consumo energetico

- valutazioni del ciclo di vita per esplorare i possibili interventi verso l'azzeramento delle emissioni
- valutare gli impatti ambientali di **costruzione** delle opzioni proposte, identificando i punti critici e le potenziali opportunità di mitigazione
- istituzione di una due diligence ambientale ed energetica in tutta l'infrastruttura di ricerca ET





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



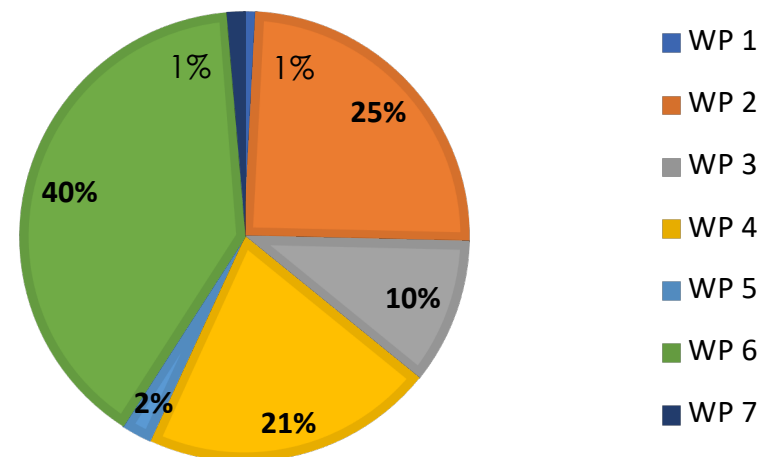
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Coordinamento e gestione organizzazione e processi

- **ET** - studi specialistici e documenti di inquadramento
- **ETIC** - Gara da assegnare entro il 2023 e svolgere nei tempi di ETIC (max dicembre 2025)
 - **WP6** seguire lo svolgimento della gara in modo da renderla allineata con gli sviluppi del progetto – Acquisizione di esperienza e nuove risorse in ingegneria civile, ambientale, costruzione, impiantistica/energetica e architettura che potranno seguire le fasi di progettazione e costruzione
- **INFRADEV**, attività di ingegneria civile in **ET** Organization
- **Phase 1** - scrittura della **TDR** e preparazione del **Bidbook**
 - WP5 - Project Office and Engineering Department
 - WP9 - Sustainable Development Strategy

Einstein Telescope Infrastructure Consortium (ETIC)

- WP1 Management
- WP2 Optics, Electronics and Photonics
- WP3 Vacuum and Cryogenics
- WP4 Suspension and Interferometric large facilities
- WP5 Computing & DAQ
- WP6 Sustainable Design**
- WP7 Outreaching, dissemination, training





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

Preparatory studies for ET design



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



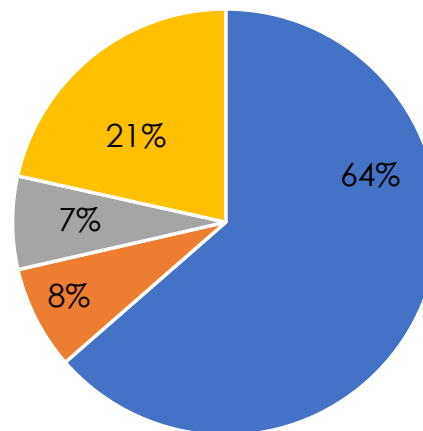
Avviso pubblico rep.3264 del 28-12-2021 per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca" da finanziare nell'ambito del PNRR, Missione 4, "Istruzione e Ricerca" - Componente 2, "Dalla ricerca all'impresa" - Linea di investimento 3.1, "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione"

Finanziato dall'Unione europea - Next Generation EU.

Progetto IR0000004 - ETIC, decreto di ammissione al finanziamento n. 410 del 27/10/2022
CUP_I53C21000420006 - CUI_S84001850589202300015

ETIC - EINSTEIN TELESCOPE INFRASTRUCTURE CONSORTIUM

"Studio propedeutico allo sviluppo del progetto di fattibilità tecnica ed economica dell'osservatorio di onde gravitazionali Einstein Telescope nella Regione Sardegna, in diverse configurazioni, comprensivo della esecuzione delle indagini e dei sondaggi e della valutazione preliminare di impatto ambientale, per le opere infrastrutturali, in sotterranea e in superficie, edili e impiantistiche"



- Studio delle opere in sotterraneo
- Studio delle opere in superficie
- Studio degli impianti
- Rilievi, indagini, sondaggi e prove di laboratorio

Lavori e servizi per indagini e sondaggi preliminari	3 M€
Servizi di ingegneria	11 M€
▪ Studio delle opere in sotterraneo	9 M€
▪ Studio delle opere in superficie	1 M€
▪ Studio degli impianti	1 M€



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



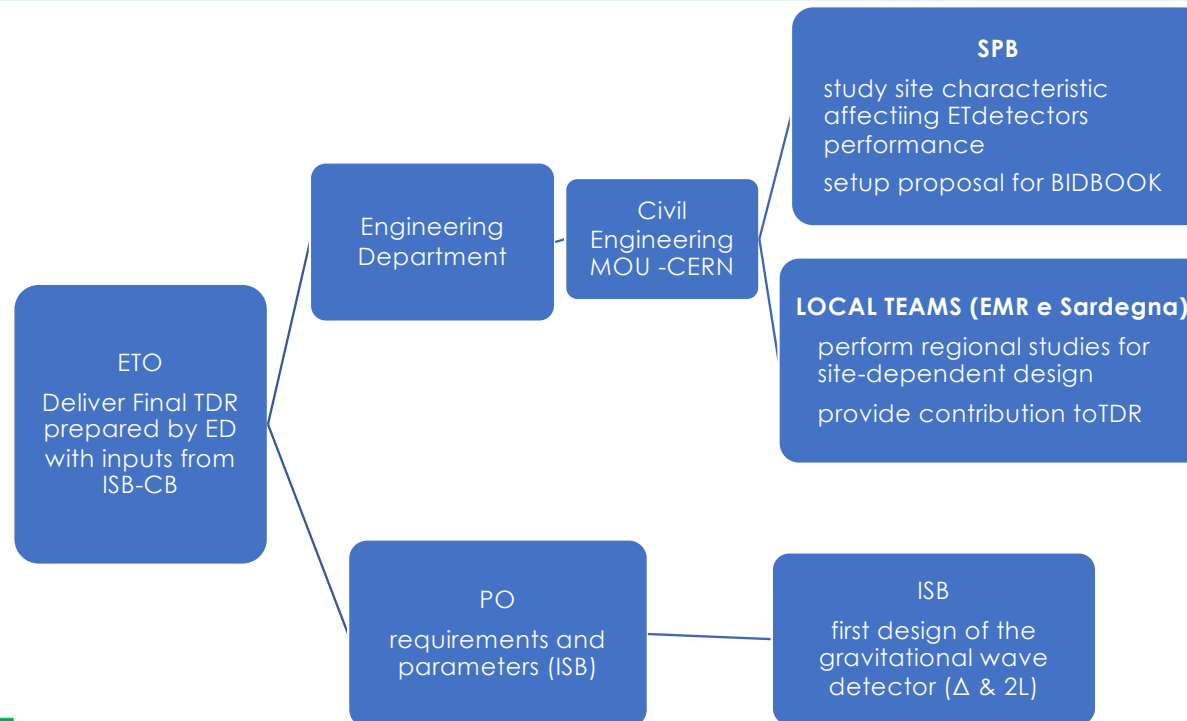
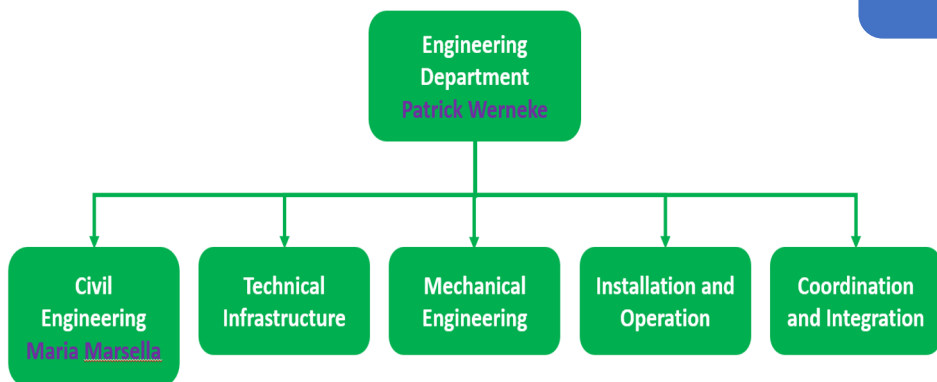
Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

INFRADEV – ET-PP

- **Phase I** - Preliminary TDR aiming at the completion of the first design (of the gravitational wave detectors(s) and the preparatory work for the approval of the creation of the research infrastructure.
- **Site selection**
- **Phase II** - Final TDR—aiming at the final preparation of the research infrastructure and the final design of the gravitational wave detector(s)





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

ET

EINSTEIN
TELESCOPE

ETO - Attività verso local teams

- Il **layout ottico** disponibile nel Design Report 2020 è obsoleto e le modifiche proposte hanno un forte impatto sulla progettazione delle infrastrutture civili e non include la configurazione ad L
- Congelare il **progetto preliminare** del rivelatore (dimensioni delle torri, criostato e 'accessi e spazi necessari per l'installazione e il funzionamento nelle due opzioni) e i **requisiti minimi**, o di alto livello, legati alla geometria, logistica, rumore, impianti , ecc. necessarie per valutare la fattibilità della costruzione in sotterranea
- Necessità di impostare un processo per assicurarsi che vengano utilizzati gli **stessi requisiti per EMR e Sardegna** per poter confrontare i due siti, nonostante l'ovvia differenza dovuta alle condizioni locali
- Stabilire una **strategia di valutazione dei costi** comparativa (classificazione, incertezza) per la pianificazione a lungo termine e le stime dei costi del ciclo di vita
- Difficile apportare modifiche dopo che i requisiti minimi sono stati distribuiti. Verrà adottata una rigorosa **procedura di modifica** considerando le conseguenze sui costi e gli eventuali ritardi



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

ETIC per team Sardegna

- ✓ Proseguire gli studi specialistici all'interno di ETIC
- ✓ Istituire un Comitato Tecnico Scientifico di Ingegneria (CTS) esterno e consolidare i profili tecnico-scientifici interni per il controllo e l'indirizzo per la progettazione delle opere civili
- ✓ Formare gruppi di lavoro tematici (referenti scientifici) di consultazione per la definizione dei parametri rilevanti per la progettazione, l'identificazione dei rischi, le esigenze di manutenzione e di esercizio, ecc. a beneficio del bando di gara