INFRASTRUTTURE SOTTERRANE E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Ing. Enrico Maria Pizzarotti
Pro Iter S.r.l.
Presidente Società Italiana Gallerie (SIG)



1. PREMESSE

ASPETTI GENERALI DA AFFRONTARE E RISOLVERE PER RIDURRE RISCHI E INCERTEZZA

01 DATI

Affidabilità e Governance:

Passaporto dei dati pubblico e proprietario.

02 MODELLI & AGENTI AI

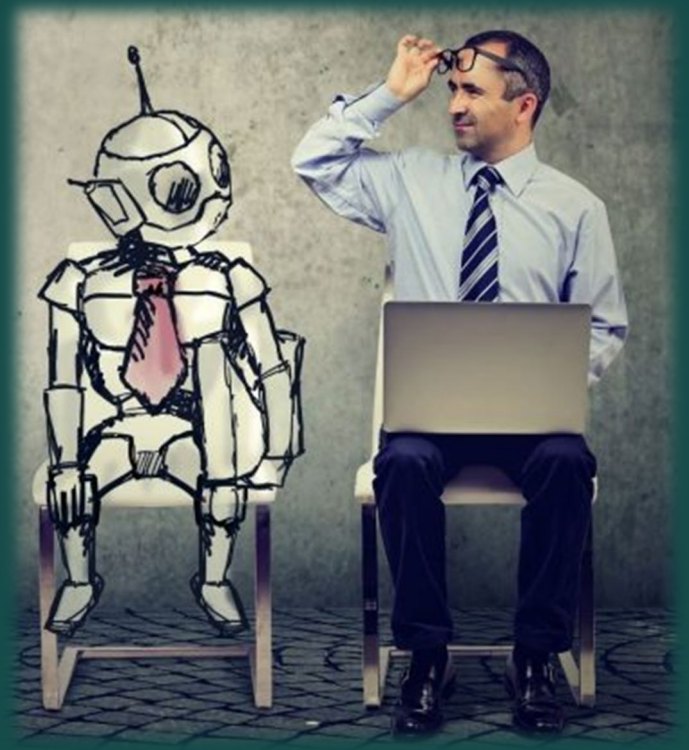
Affidabilità e Validazione:

Passaporto dei modelli e dei codici e affiancamento tecnico.

03 INVESTIMENTI

Costi-Benefici-Tempo:

Problema di efficienza a livello pubblico, di settore e aziendale.



2. COME LAVORA L'IA

OGGI

Caratteristica	IA Generativa (GenAI)	IA Agentica / Fisica (Agentic/Fisic AI)
Comportamento	Reattivo (attende prompt umano)	Proattivo (pianifica ed esegue)
Ciclo Operativo	Singolo ciclo (Input / Output)	Ciclo continuo di ragionamento e azione
Interazione	Isolata da sistemi fisici e sensori	Connessa a sensori, strumenti IoT
Ruolo Complementare	Motore cognitivo	Orchestrazione e decisione operativa
Autonomia	Bassa (richiede guida umana)	Alta (gestisce compiti complessi in autonomia)

2. COME LAVORA L'IA

DOMANI E DOPODOMANI

ANI – oggi

Artificial Narrow Intelligence
IA Stretta / Debole

- Capacità: Sistemi addestrati per risolvere un compito specifico, alla volta.
- Stato: **Esistente e integrata nella vita quotidiana.**

AGI – domani

Artificial General Intelligence
IA Generale / Forte

- Capacità: Uguaglia l'intelligenza umana in ogni campo cognitivo. Apprendimento autonomo e comprensione del contesto.
- Stato: **In fase di ricerca e sviluppo teorico.**

ASI – dopodomani

Artificial Superintelligence
Superintelligenza

- Capacità: Supera l'intelligenza umana in tutti i settori. Legata alla Singolarità tecnologica e auto-evoluzione.
- Stato: **Puramente ipotetica e futuristica.**

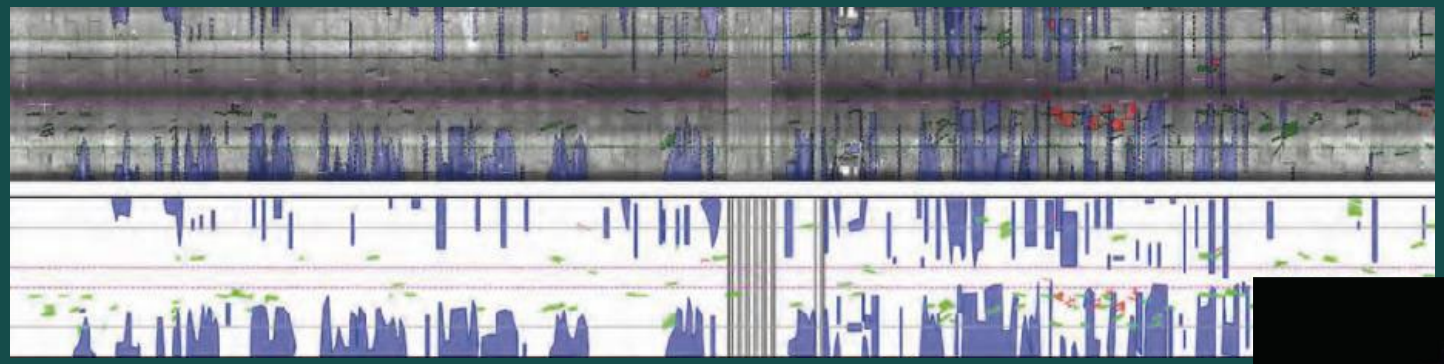
3. COME L'IA LAVORA PER LE INFRASTRUTTURE E PER IL SOTTERRANEO

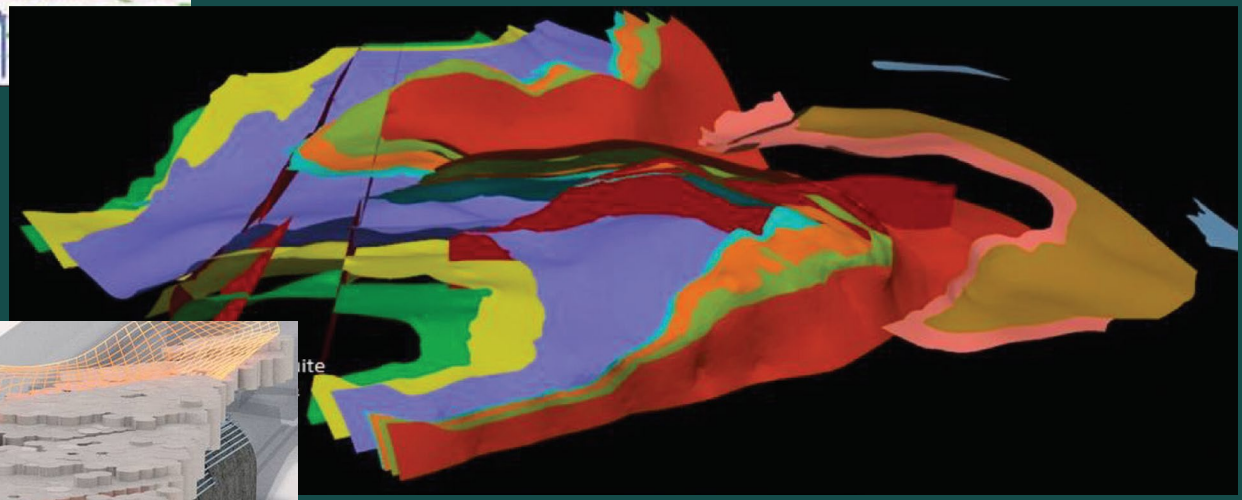
1. Esplorazione e Progettazione Predittiva - Riduzione Incertezze Geotecniche

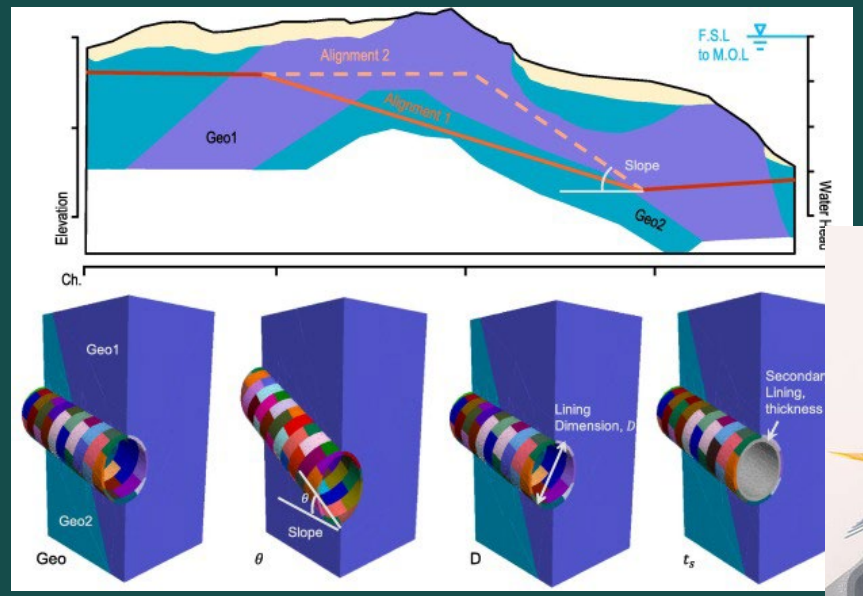
Da una fonte globale di dati, attraverso algoritmi, machine learning e deep learning, può fornire previsioni affidabili.

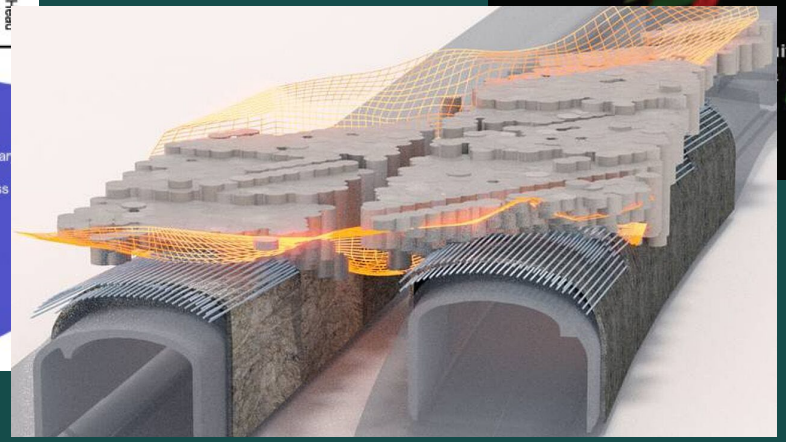
- Stima parametri geomeccanici partendo da pochi test di campo (es. CPT) integrati con librerie globali.
- Dimensionamenti e modellazioni strutturali o geologico-geomeccaniche 3D, con algoritmi avanzati che integrano librerie di dati stratigrafici, geotecnici e topografici (es. Leapfrog o Pzero).
- Dimensionamento di gallerie in funzione di input geomeccanici complessi: data base di sezioni tipologiche di scavo, soluzioni in base a funzioni simili ad analisi multi-criteria.
- Stime parametriche da dati di diverso tipo: difetti di un rivestimento (fessure, venute d'acqua, splaccaggi) da fotogrammetria e test (radar, geoelettrica, prove puntuali) (es. MIRET); riconoscimento tipo di cemento da colorazione della superficie. In base a rilievi di strutture esistenti AI può fare valutazioni di VAL4 (Livello 4 di verifica accurata della sicurezza strutturale).

3. COME L'IA LAVORA PER LE INFRASTRUTTURE E PER IL SOTTERRANEO









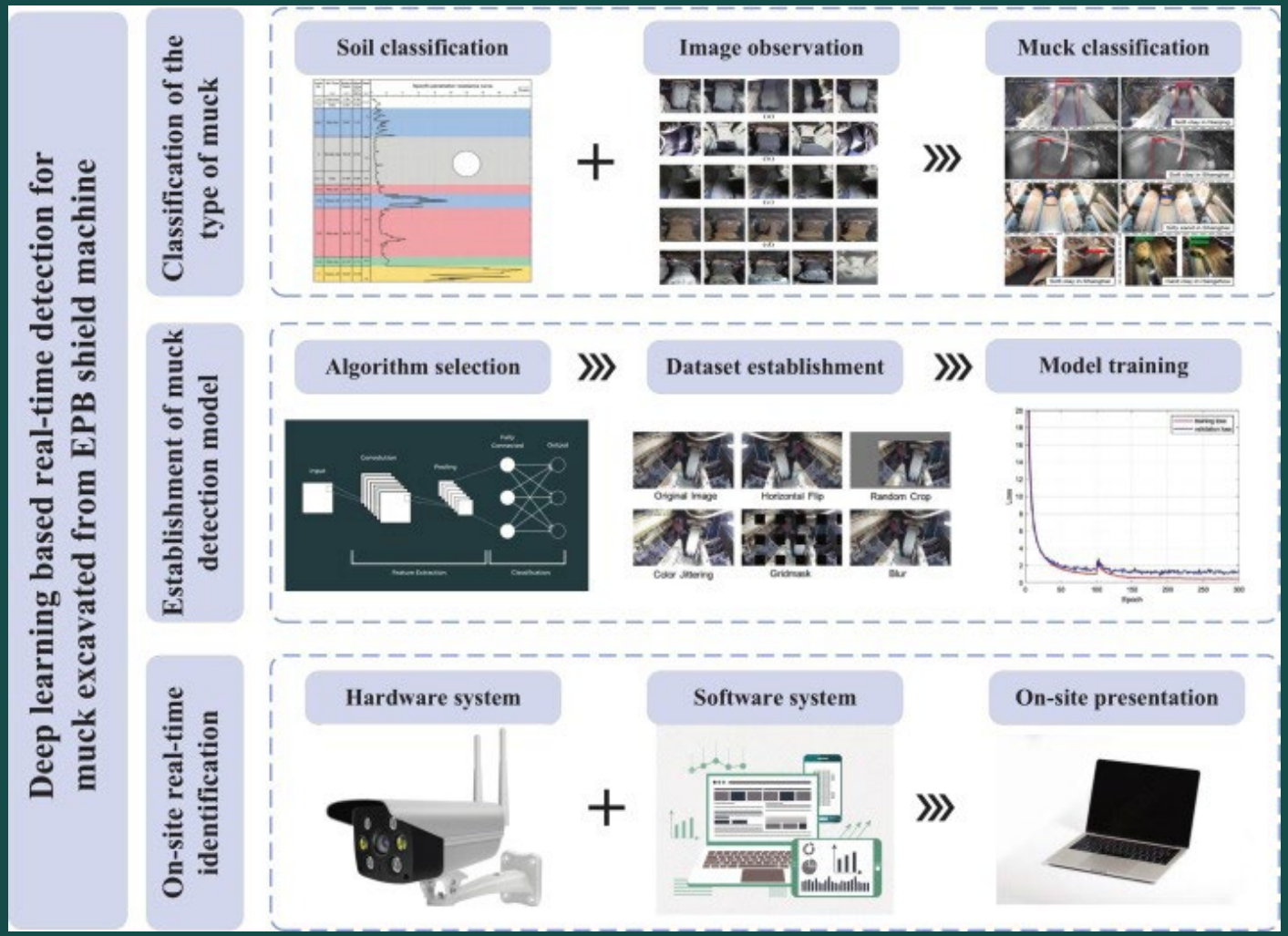
3. COME L'IA LAVORA PER LE INFRASTRUTTURE E PER IL SOTTERRANEO

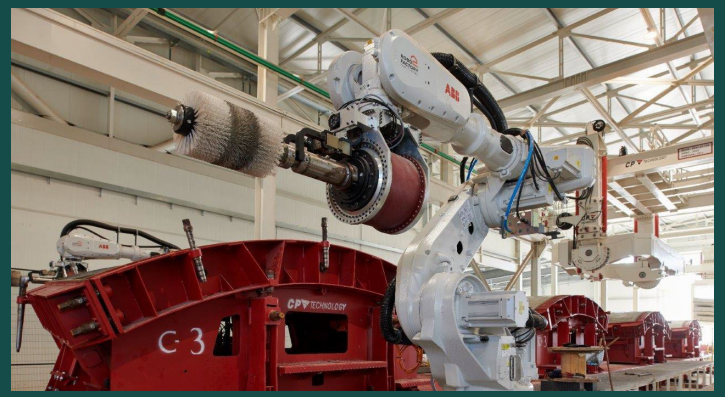
2. Costruzione e Automazione

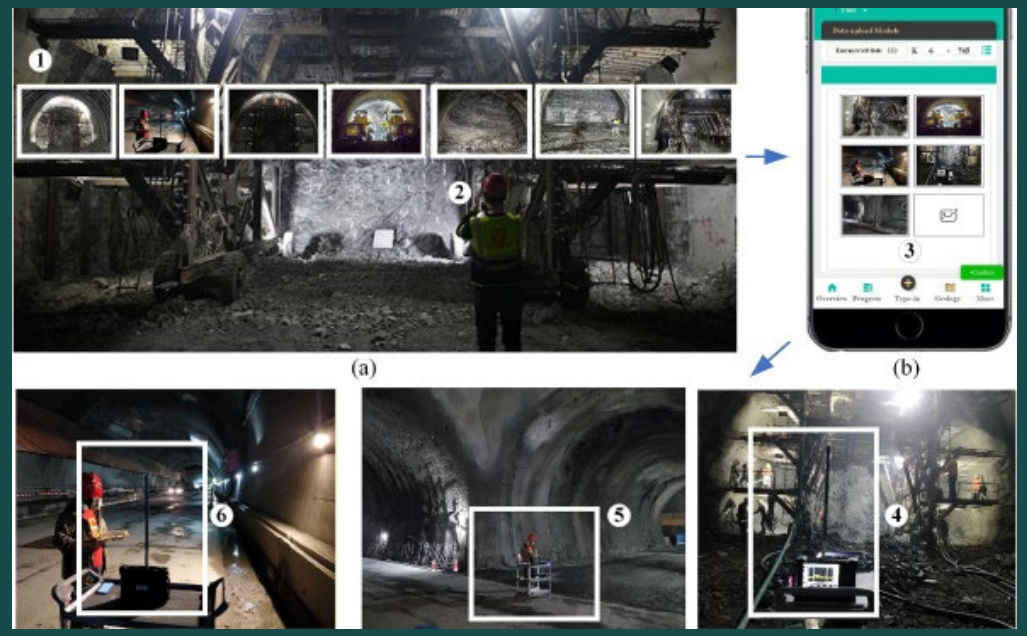
Processi di prefabbricazione, scavo e logistica automatizzati e gestione predittiva e controllata dei rischi produttivi e costruttivi.

- TBM intelligenti: grandi frese meccaniche guidate dall'IA analizzano i dati di perforazione centinaia di volte al minuto, correggendo autonomamente la traiettoria di scavo, adattando i parametri di scavo e ottimizzando il consumo energetico, tenendo contro delle loro interrelazioni.
- Muck Management: L'IA unita a telecamere iperspettrali esamina in tempo reale lo smarino estratto, riconoscendone la composizione del materiale di scavo per capire se può essere riutilizzato o smaltito.
- Gestione dei livelli di attenzione e di allarme per movimenti del terreno / effetti sugli edifici derivanti da scavi sotterranei, vibrazioni, instabilità di pendii, caduta massi con analisi del rischio intelligenti.
- Gestione della sicurezza in fase di costruzione
- Digitalizzazione, Automazione, Robotizzazione dei processi costruttivi

3. COME L'IA LAVORA PER LE INFRASTRUTTURE E PER IL SOTTERRANEO







3. COME L'IA LAVORA PER LE INFRASTRUTTURE E PER IL SOTTERRANEO

3. Diagnostica e Ispezione automatica

- Riconoscimento di danni e difetti della costruzione: Piattaforme digitali utilizzano reti neurali per analizzare foto ad alta definizione e scansioni termografiche scattate all'interno dei tunnel, distinguendo automaticamente il tipo di difetto e la sua classificazione per tipologia di intervento manutentivo.
- Digital Twins: l'IA alimenta repliche virtuali dinamiche del tunnel collegate a sensori a fibra ottica, prevedendo deformazioni geotecniche e strutturali prima che diventino visibili a occhio umano.

4. Sicurezza, Gestione del Rischio e del Ciclo Vita

- Gestione sicurezza in fase di costruzione, di esercizio e nel ciclo vita (asset management);
- Computer Vision monitora in tempo reale i cantieri sotterranei tramite telecamere
- Rilevamento di anomalie ambientali con sensori intelligenti identificano istantaneamente picchi termici, incendi o micro-fughe di gas tossici nelle gallerie stradali e ferroviarie, attivando allarmi e sistemi di ventilazione automatizzati.
- Ciclo di vita: l'IA analizza i dati storici e correnti per massimizzare l'efficienza delle macchine e la durata e durabilità delle infrastrutture, oltre a supportare la gestione della multi e interdisciplinarietà dei progetti e i suoi attori.

4. COME LE INFRASTRUTTURE E IL SOTTERRANEO LAVORANO PER L'IA

1. Protezione e Sicurezza: schermatura fisica e termica, accessi controllabili e minor esposizione a fattori esterni.

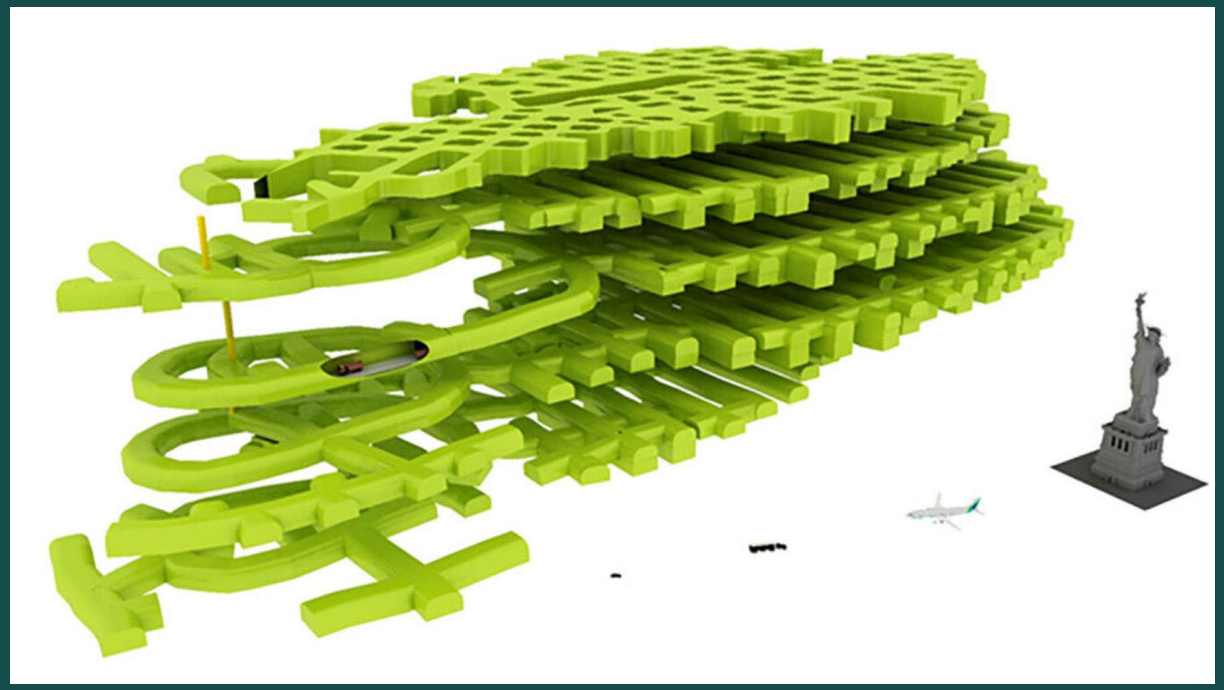
2. Stabilità, Efficienza Energetica e Sostenibilità: condizioni ambientali e di esposizione più stabili, raffreddamento naturale e geotermia.

3. Sovranità Digitale: calcolo e dati strategici ospitati in un'infrastruttura resiliente, connessa e governabile.

4. COME LE INFRASTRUTTURE E IL SOTTERRANEO LAVORANO PER L'IA

DATACENTER, CENTRI DI RICERCA E LABORATORI

Lefdal Mine (Norvegia) - Supercomputer sotterraneo (120'000 m²)









4. COME LE INFRASTRUTTURE E IL SOTTERRANEO LAVORANO PER L'IA

DATACENTER, CENTRI DI RICERCA E LABORATORI

Intacture Mine (Trentito, Italia) – Primo Datacenter sotterraneo (20'000 m^2 su 80'000 m^2 di miniera attiva)



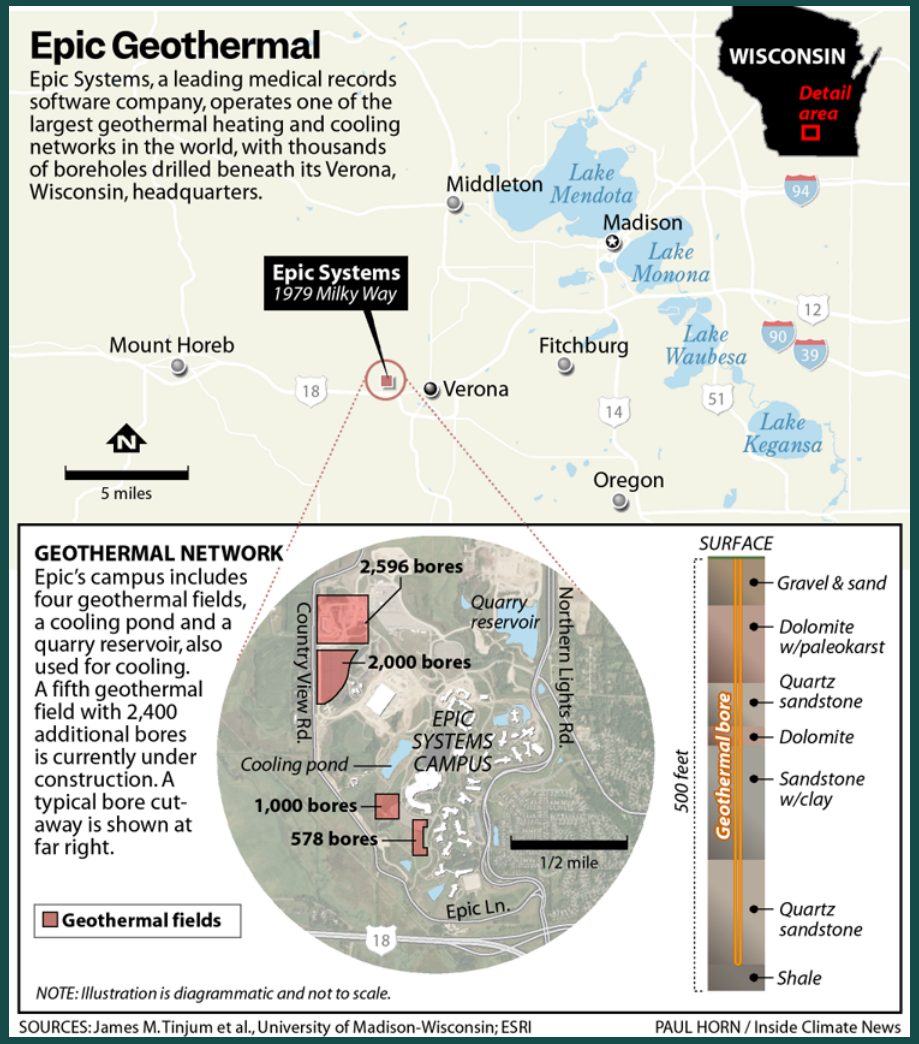


4. COME LE INFRASTRUTTURE E IL SOTTERRANEO LAVORANO PER L'IA

LO STOCCAGGIO GEOTERMICO DEL CALORE DELL'IA

Epic System Village - Data Center and Geothermal Network (Verona, Wisconsin, US)

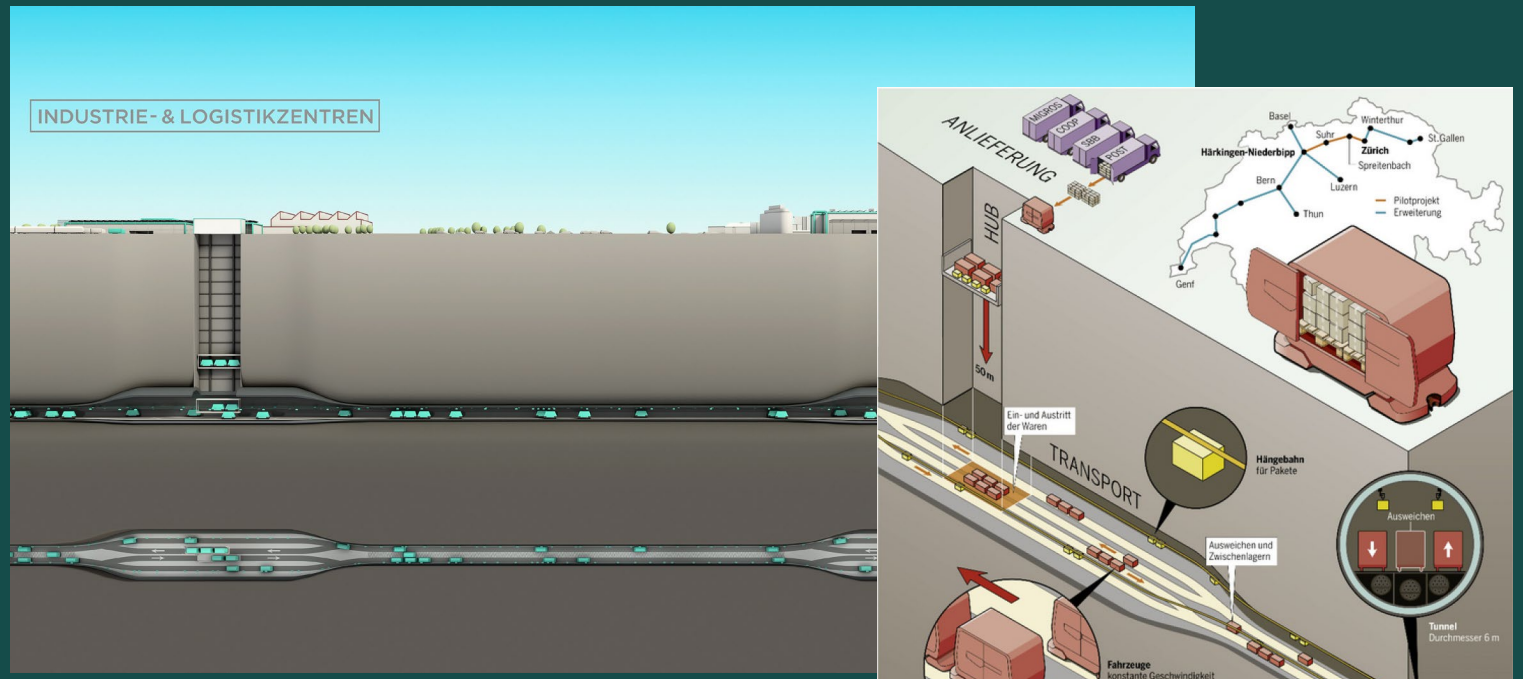




4. COME LE INFRASTRUTTURE E IL SOTTERRANEO LAVORANO PER L'IA

TRASPORTI E LOGISTICA INTELLIGENTE

Cargo Sous Terrain (Svizzera)





4. COME LE INFRASTRUTTURE E IL SOTTERRANEO LAVORANO PER L'IA

ARTE, SOTTERRANEO E IA

DAG – Digital Art Gallery, Refik Anadol – Riqualifica Galleria Bombi (Gorizia, Italia)





4. COME LE INFRASTRUTTURE E IL SOTTERRANEO LAVORANO PER L'IA

ENORMI SPAZI PER ALTRI POSSIBILI UTILIZZI

Circonvallazione di Merano – Lotto 2
(Italia, ~25.000 m²)









5. CONCLUSIONI

FIN DOVE CI SPINGEREMO SENZA PERDERE IL CONTROLLO? FINO A CHE METRO DI PROFONDITA'?





