RIVESTIMENTI IN ANELLI DI CONCI PREFABBRICATI DI GALLERIE REALIZZATE CON TBM

Brescia, 23 Giugno 2022

Aula Magna Ingegneria - Università di Brescia (UniBs)

ORGANIZZATORI

Collegio dei tecnici della Industrializzazione Edilizia

Società Italiana Gallerie
Italian Tunnelling Society

CON IL PATROCINIO DI

Ordine Ingegneri della provincia di Brescia

Università degli Studi di Brescia 1982 | 2022

fib CEB-FIP Fédération Internationale du Béton

MEDIA PARTNER

ingenio informazione tecnica e progettuale

SAIE Bologna, 19/22 ottobre 2022

PRESENTAZIONE

Santo Accogli
WeBuild Spa
GSC – Plant&Eq Dept.
s.accogli@webuildgroup.com

webuild

Panoramica generale produzione, movimentazione, stoccaggio e trasporto degli anelli di rivestimento

Impianti di prefabbricazione anelli di rivestimento

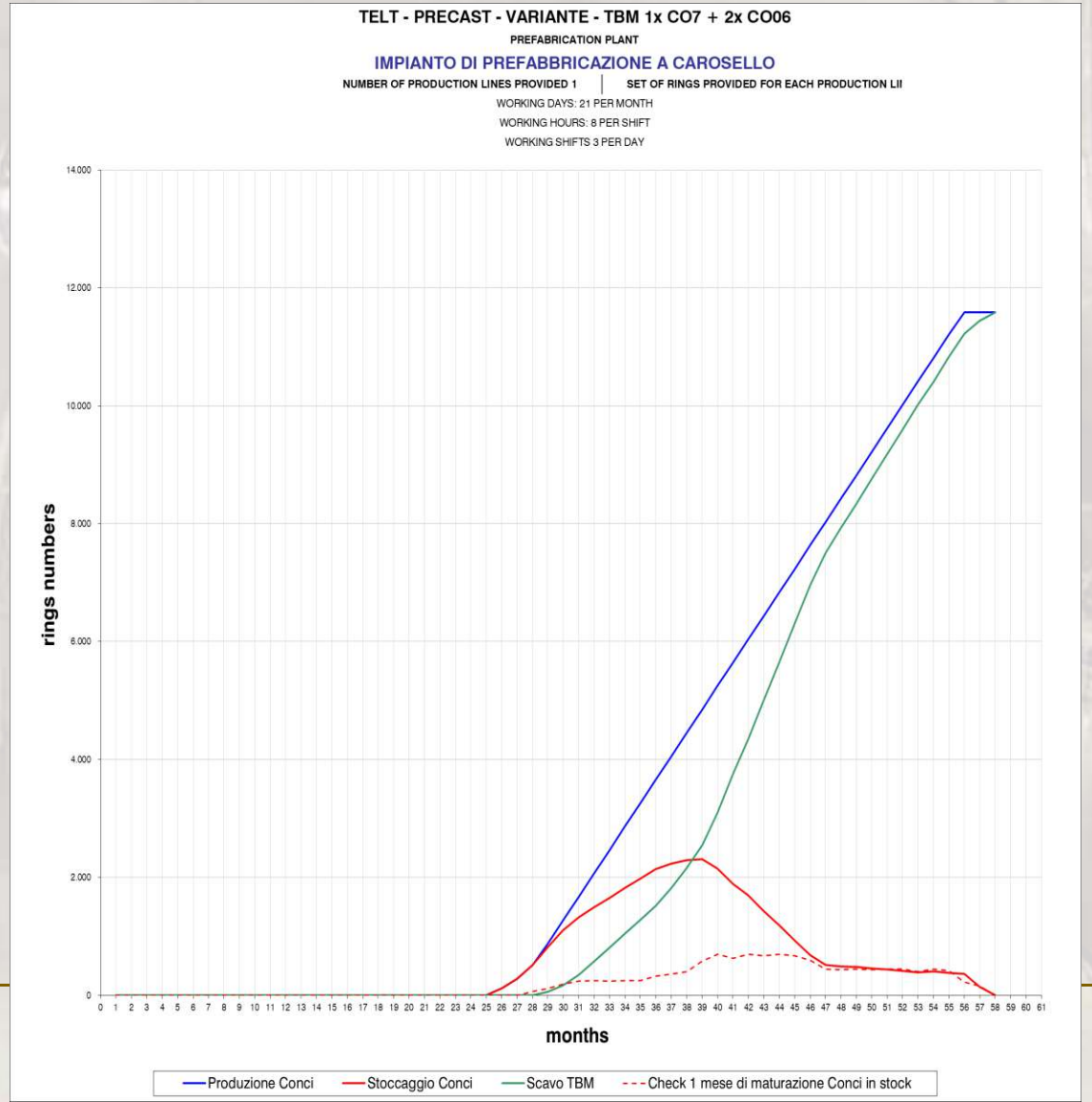
Il processo di fabbricazione degli anelli di rivestimenti in calcestruzzo (armato o fibrato) è costituito da fasi ripetitive che possono essere riprodotte in maniera industriale in fabbriche apposite. Il dimensionamento di una fabbrica per pre cast segments è eseguito tenendo conto dei seguenti parametri, tutti STRATEGICI:

1. Programma di scavo, ossia avanzamento previsto delle macchine TBM
2. Programma di produzione dei segmenti, sulla base dei WD previsti da calendario e dai turni giornalieri
3. Logistica interna ed esterna dei segmenti prodotti, considerando spazi per le movimentazioni e trasporti fino al punto di impiego
4. Stoccaggio dei segmenti per garantire la continuità dell'approvvigionamento delle macchine di scavo ed eventuali accelerazioni
5. Ciclo termico di maturazione dei segmenti
6. Numero di casseri necessari per sostenere il ciclo produttivo

- TIPO DI FABBRICA PRODUTTIVA (casseri fissi o caroselli)
- TEMPO DI CICLO DI PRODUZIONE
- SUPERFICIE E POSIZIONE DELLO STOCCAGGIO
- SISTEMI PER IL TRASPORTO DEI SEGMENTI FINO AL FRONTE
- GRADO DI AUTOMAZIONE DELLA FABBRICA
- COMPOSIZIONE DELLE SQUADRE DI LAVORO

Impianti di prefabbricazione anelli di rivestimento

PERFORM.	PRODUCT.	STOCK
30%	119	119
40%	278	278
60%	517	517
90%	874	815
100%	1.272	1.102
100%	1.669	1.322
100%	2.067	1.490
100%	2.464	1.651
100%	2.861	1.820
100%	3.259	1.981
100%	3.656	2.141
100%	4.054	2.234
100%	4.451	2.290
100%	4.848	2.306
100%	5.246	2.151
100%	5.643	1.889
100%	6.041	1.690
100%	6.438	1.428
100%	6.836	1.187
100%	7.233	924
100%	7.630	683
100%	8.028	518
100%	8.425	492
100%	8.823	480
100%	9.220	454
100%	9.617	442
100%	10.015	416
100%	10.412	390
100%	10.810	405
100%	11.207	380
95%	11.586	359
	11.586	145
	11.586	0
	11.586	0



Summary Rings Production

Starting of Production Activities		ms. 26
Early Production Refered TBM Excav.		ms. 3
Production Duration on 3 shift of 8 hours		ms. 31
Production Area Dimensioning		mq 4.700
Capacità produttiva		**19 anelli/gg**
Precast Production on	*20,9 gg/mese*	**397 anelli/ms**

Summary Rings Storage

Maximum storage	nr. 2.306
Storage Months	ms. 34

- Ciclo: 8 min
- Efficienza 85%
- Giorni Lavoro mese 21
- Turni 3*8h

Cosa si intende per MSV – Multi Service Vehicle?

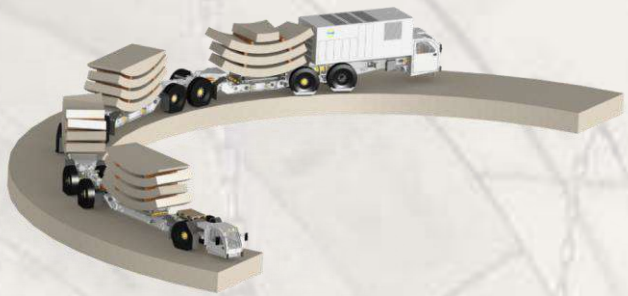
Un MSV è un veicolo speciale utilizzato per il trasporto degli anelli prefabbricati dalla fabbrica di produzione fino alla macchina di scavo (TBM) ed in generale per il trasporto di tutti i materiali necessari al completamento dei rivestimenti in galleria. Gli MSV, il cui numero dipenderà dal ciclo di produzione dello scavo e dalla distanza del fronte e le cui caratteristiche dipenderanno dalle pendenze e dalle curve della galleria, alimentano una sezione della TBM chiamata 'ERECTOR' che preleva i segmenti dall'MSV e li posiziona sullo scavo.

- Transport on all type of grounds:
  . speed: up to 25km/h
  . slope: up to 20%
  . curves: <15m
- Load capacity: from 10 to 200 t.
- Minimum width: 1 meter
- Modularity

. different types of loads: rings, mortar, equipments…
. different number of trailers: 1 to 4 and more

- Short braking: 3 to 7m according to the load

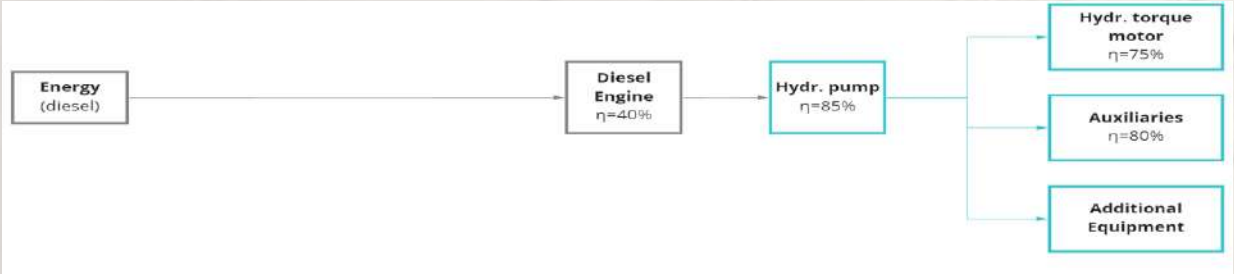
Rolling Stock VS Msv



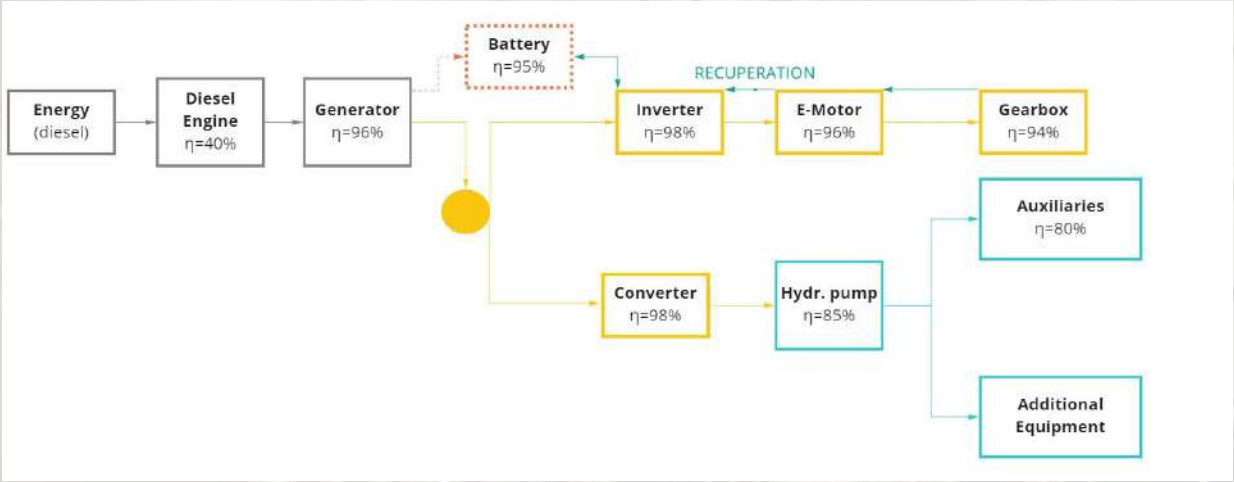
ROLLING STOCK	MULTISERVICE VEHICLE
. Preparation of ground . Rails installation and disassembly	. No specific ground preparation . Can drive on all kind of ground
. Possible loss of traction/brake with slope over 4 %, generating incident or dangerous situation.	. Can drive on slope up to 15%
. Not comfortable in tight curve	. Can be used in very tight curve: radius < 15m
. Tilting. High risk of accident	. No tilting. . Low accident risk: sensor, guiding assistance, personnel detection,..
. Loaded braking distance: up to 30m	. Loaded braking distance: 3 to 7m
. Fixed loading area accessible by rail	. No specific constraints on the loading area

Sistemi di propulsione alternativi per MSV

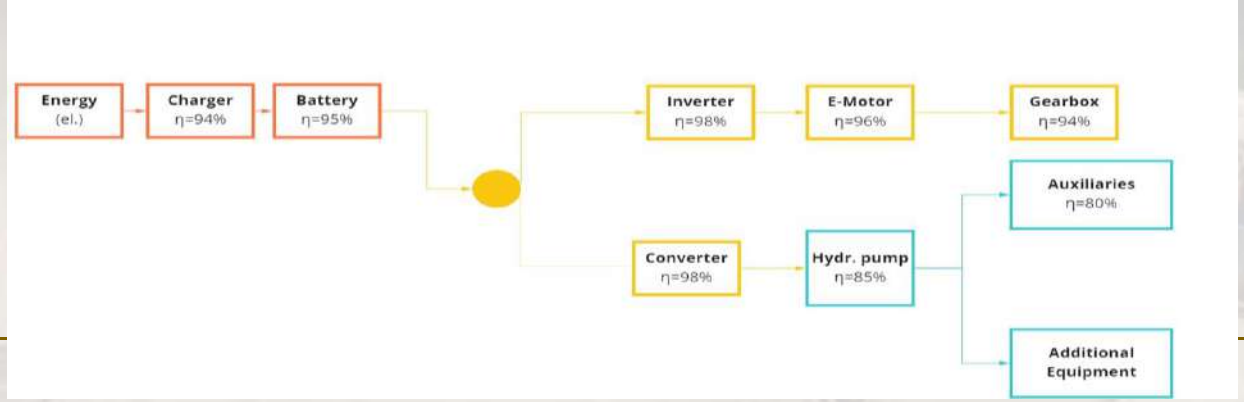
Diesel Hydraulic Solution
η = 26%



Hybrid (Diesel-Electric) Solution
η = 34%



Full-Electric Solution
η = 82%



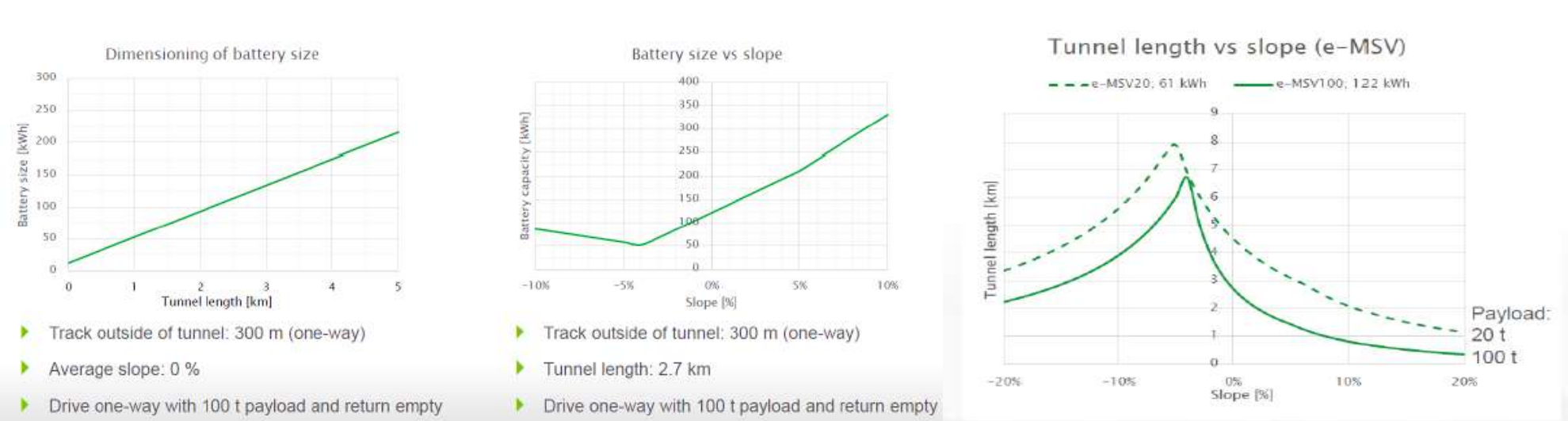
Sistemi di propulsione alternativi per MSV - ibridi

- In sintesi, sia i veicoli ibridi che i full electric prevedono due possibili powertrain: idraulico (collegamento diretto alla pompa idraulica) ed elettrico (collegamento dei motori elettrici ai riduttori).
- Nei sistemi ibridi, la coppia necessaria è garantita dal funzionamento parallelo del motore diesel e della batteria; questo consente di ridurre il dimensionamento della motorizzazione diesel (a circa la metà rispetto alla soluzione tradizionale).
    - Questa soluzione permette quindi di alimentare, quando possibile, il veicolo anche solo in elettrico per abbattere totalmente le emissioni di inquinanti.
    - La batteria, oltre a recuperare energia dal movimento del veicolo, potrà essere caricata tramite stazione di ricarica esterna.

Influenza delle caratteristiche di progetto – valutazione batterie

La scelta della motorizzazione e della potenza minima per l'avanzamento del veicolo multiservice è fortemente influenzata da:

- Portata
- Lunghezza del tunnel
- Pendenze



A titolo di esempio, il trasporto di un anello da 100 ton richiede un MSV un pacco batteria da 122 kWh e permette di affrontare, in caso di totale assenza di pendenza, un viaggio andata-ritorno di circa 2,7 km (figura 1).

Nel caso di variazione di pendenza in salita, il pacco batterie richiesto dovrà essere opportunamente dimensionato fino a circa 300 kWh (figura 2).

Variando quindi la portata richiesta dal veicolo, cambia la capacità del veicolo di affrontare percorsi più impegnativi (figura 3)

Influenza delle caratteristiche di progetto

- Nel caso di soluzione **full-electric**, progetti caratterizzati da pendenze impegnative o con elevate distanze da percorrere richiedono quindi batterie di più grandi dimensioni, ed il loro peso può inficiare le prestazioni complessive del veicolo.

- Occorre considerare, al momento del computo del ciclo degli MSV, una maggiorazione del tempo ciclo per prevedere la ricarica del pacco batteria (da 1h in su in base alla potenza installata).

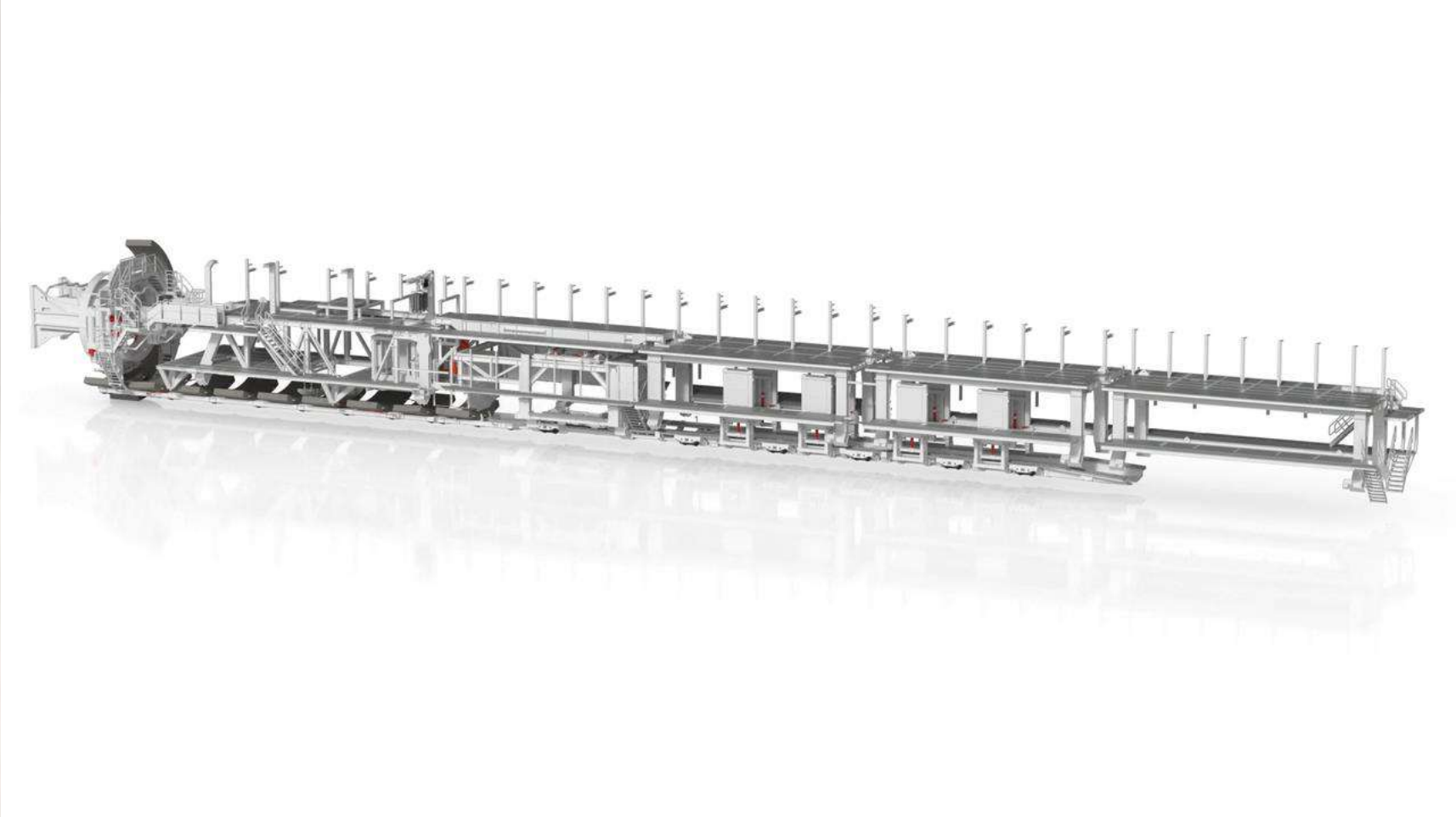
- Nel caso di soluzione **hybrid**, pendenze inferiori al 3% - 4% non garantiscono la possibilità di sfruttare la pendenza per il recupero di energia utile alla ricarica della batteria del veicolo.

Conclusioni

Vantaggi	Svantaggi
Riduzione del consumo di carburante (consumo nullo nel caso di MSV elettrico)	Costi di investimento alti
Riduzione di emissioni di inquinanti	Costo dell'energia elettrica per ricarica delle batterie alto
Impatto favorevole sul dimensionamento dell'impianto di ventilazione	Possibilità di applicazione per progetti con pendenza ridotta
Riduzione della potenza termica installata su veicolo	Necessità di installare punti di ricarica della batteria sul piazzale
Possibilità di ottenere la coppia necessaria da sistema elettrico e diesel parallelamente o solo da uno dei due	Impatto del tempo di ricarica (da 1 h in su) sul ciclo di lavoro

L’esperienza sul campo di MSV FULL-ELECTRIC è stata fatta nel cantiere del Grand Paris Express – L14. L’e-MSV (Metalliance) della L14 ha la capacità di trasportare un anello da 45 ton per 4,5 km (lunghezza di sola andata) con pendenze di picco pari a circa il 4%.

VIDEO – MSV to TBM



Green Spacers

Attualmente, vengono utilizzati distanziatori in legno per impilare i conci di calcestruzzo.

I distanziatori in legno hanno i seguenti svantaggi:

a) Il loro posizionamento non è rigoroso → si possono generare degli stati deformativi sui conci non valutabili
b) Si degradano velocemente → possono deformarsi e non garantire il sostegno dei conci
c) Il loro peso necessita dell'intervento di più persone → possono innescare rischi per la salute degli operatori
d) Contribuiscono in maniera significativa all'impatto ambientale del cantiere di prefabbricazione conci

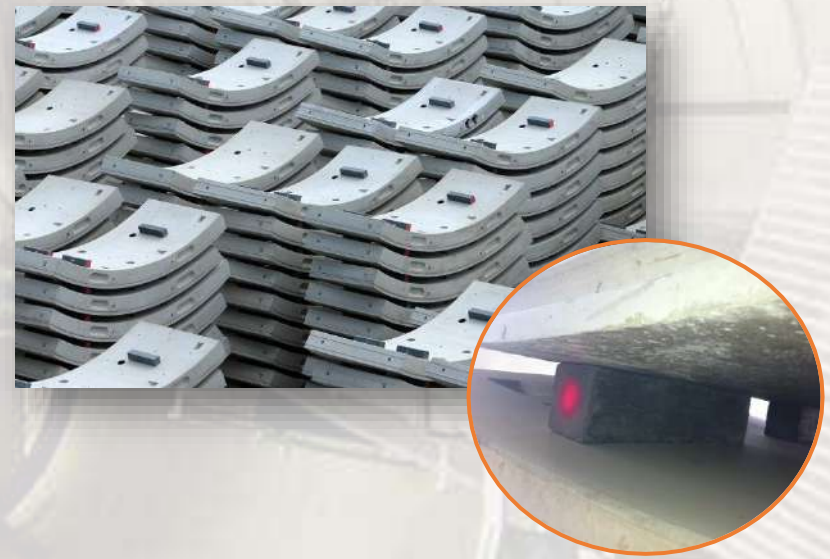
(es. 2500 anelli in stock = 35000 distanziali = 1200 m3 di legno = 700 alberi)

Green Spacers : obiettivi

Il progetto **Green Spacers,** sviluppato da WEBUILD in collaborazione con aziende di settore e PoliMi, si propone di sostituire i distanziatori in legno, utilizzati normalmente per impilare i conci nei piazzali di stoccaggio (magazzino Precast, sito TBM), con **distanziatori in plastica riciclata**

Stoccaggio con distanziatori in **legno**

Stoccaggio con distanziatori in **plastica riciclata**



I **vantaggi** dei distanziatori in plastica sono molteplici e si traducono in:

1. Il materiale riciclato riduce la produzione di nuovi materiali con il riutilizzo di quelli già esistenti
2. Riduzione dei costi economici ed ambientali dei trasporti
3. Migliore distribuzione delle forze sulla superficie dei conci
4. Aumento della stabilità delle pile di conci – minore rischio di deformazioni (incremento della qualità garantita dei conci)
5. Vita utile del prodotto più lunga rispetto ai distanziatori (doppia), quindi possibilità di riutilizzo
6. Compatibilità con la movimentazione tramite robot dovuta ad un minore peso rispetto ai distanziali in legno
7. Ottima resistenza all'acqua ed all'umidità esterna
8. Assenza di muffe o funghi
9. Assenza di schegge

Perché i Green Spacers sono sicuri?

Stabilità della pila

Il posizionamento rigoroso permette una migliore trasmissione delle forze

Carichi Minori

Il design ingegnerizzato di Green Spacers diminuisce l'Indice di Rischio a cui è esposto l'operatore

Movimentazione Robotizzata

Annullamento dell'esposizione a rischio per la movimentazione dei carichi

MAGGIORE SICUREZZA DEI LAVORATORI

Confronto fra distanziatori: legno e plastica

Rif. L=1800mm	Distanziatori in legno	Distanziatori in plastica riciclata
Dimensioni (H x L x P)	14 x 19 x 130 cm	15 x 15 x 50 cm
Peso di un distanziatore	20 kg	7 kg
# per strato/per concio	2	4

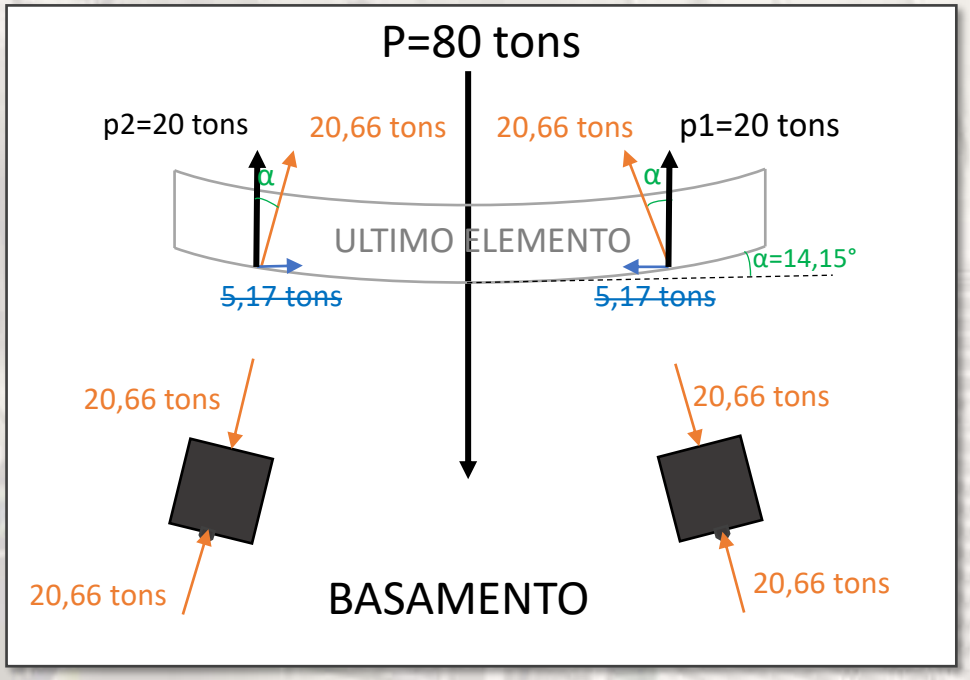
GREEN SPACERS – Dimensionamento distanziatori

Ipotesi di carico massimo:

- Nell'ipotesi di anelli 7+0 con conci da 3,6m3 (HOB), il carico statico considerato in corrispondenza dei distanziatori posti sul basamento si considerano ~ 80 tonnellate. Il carico orizzontale si traduce in uno sforzo di compressione all'interno del concio, non viene trasmessa al distanziatore.

- Per quanto riguarda gli effetti dinamici, si considerano solo quelli legati all'impilamento, raddoppiando il peso dell'ultimo segmento posizionato

- Ognuno dei 4 distanziatori carica circa 20t



GREEN SPACERS – Materiali e riciclo

Sono stati identificate 3 tipologie di materiali in plastica riciclata per sostenere carichi e deformazioni degli anelli impilati (mix):

PP

HDPE

LDPE

L'impiego di plastica riciclata rappresenta, per un solo stoccaggio di anelli:

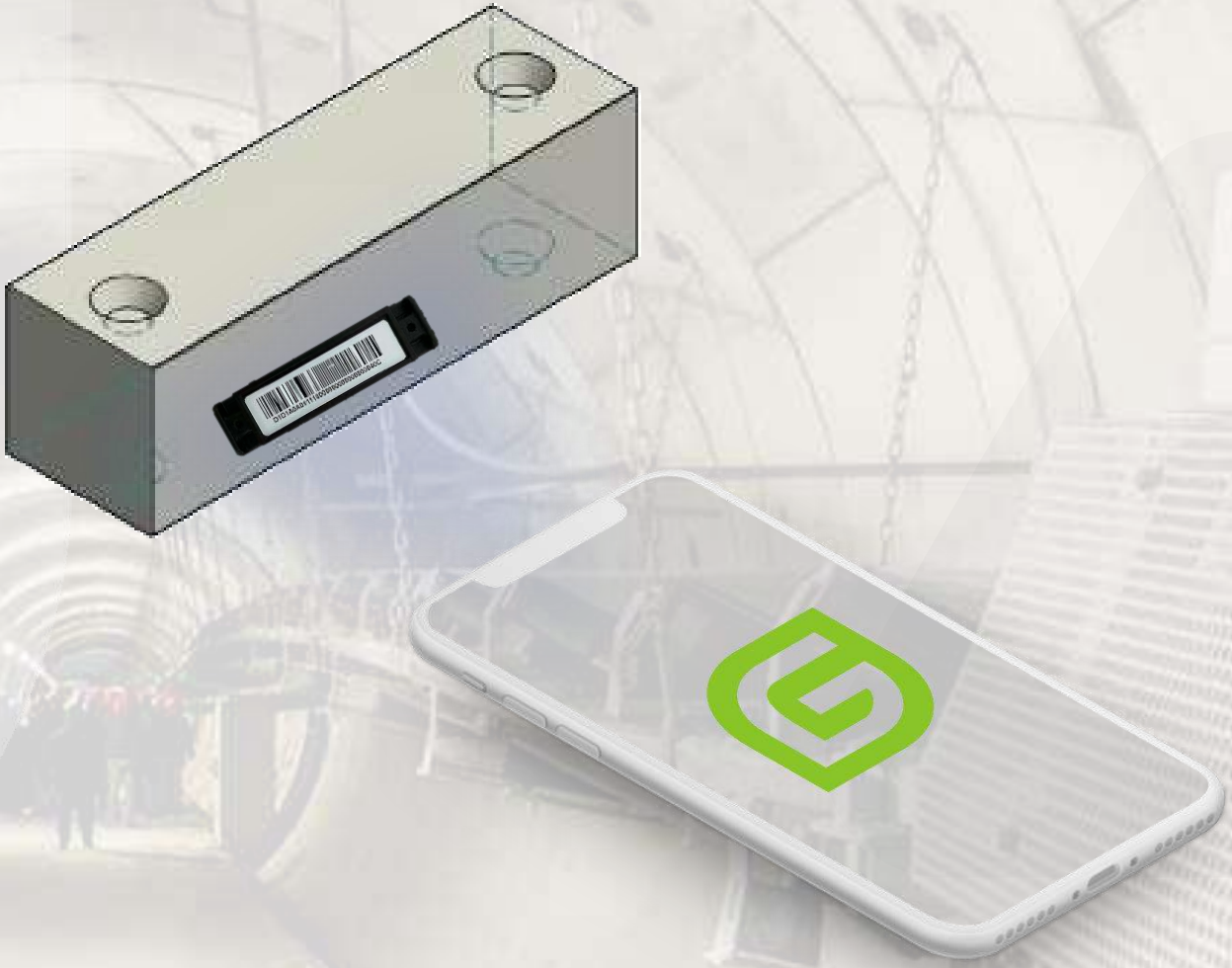
- Riduzione dell'impiego di 2.000 m3 di petrolio

inserimento Tag RFID

Tracciabilità del distanziatore

I distanziatori **Green Spacers** sono compatibili con l'inserimento di tag RFID.

È possibile interrogare il tag in qualsiasi momento per ricevere informazioni come il lotto ed il mese di produzione in modo da valutare la vita utile.



Tunnel WeView

P&E Project: Integrated Visualization Software

we view®

in partnership with

tunnelsoft A member of BabEng

- **Single Point collection, monitoring, elaboration and share of data coming from all Plants & Equipments utilized in the TBMs tunneling works**
- **Real Time views**
- **Automatic Reporting**
- **Watch dog automatic alarms**
- **Accessibility from PC, Apps for tablets and smartphone**
- **Data storage (on site and in head-office)**

Data Monitoring

we view® shall collect the data from the P&E and sub-systems* in the TBM production chain

Data Elaboration

we view® shall elaborate the monitored data and provide as output reports, analyses, statistics and real time information useful for: production optimization, maintenance, health and safety, supervision, design & geology, quality control, contract management, company know-how preservation.

Data Output

we view® shall make the elaborated data available as: real time visualization, automatic reporting and data storage

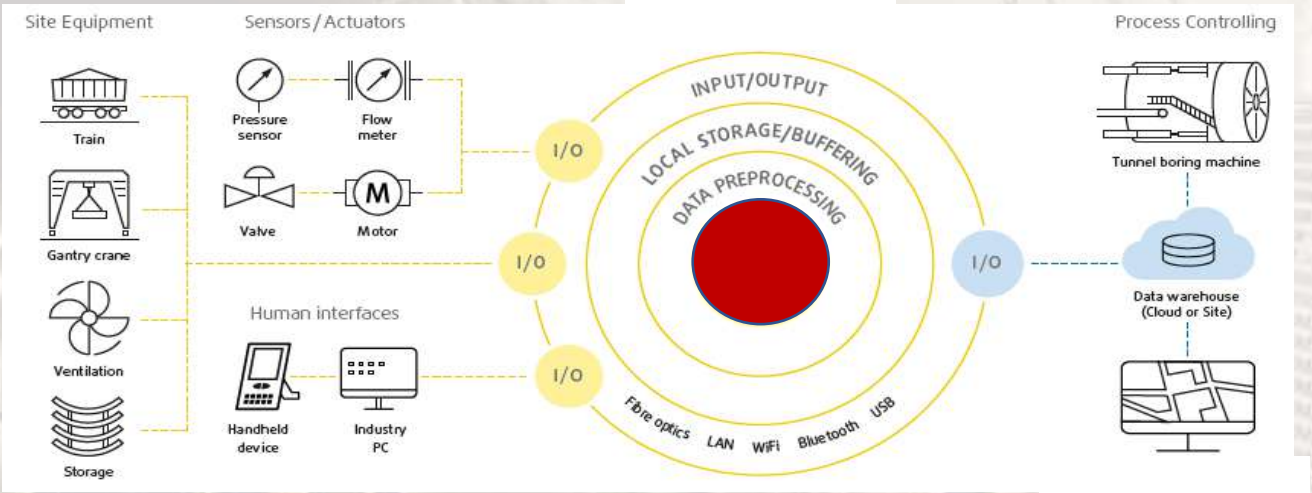
Tunnel WeView

we view®

tunnelsoft A member of BabEng

MONITORING REAL TIME DISPLAYS – DOCUMENTATIONS & REPORTING – DATA ANALISYS

- Operation parameters control and alarm
- Production analysis
- Maintenance reporting and assistance
- Quality Control and non conformities
- Beam integration
- Safety control, prevention and alarm
- Environmental control (water, air, gases, ventilation) and alarm
- Geo localization of Plant & Equipment and of labor
- CO2 and Power consumption monitoring
- Automatic reporting
- Geological data elaboration
- Data storage for tenders and statistics
- Claim support
- Control room & Client reporting
- Video and audio communications
- Remote assistance



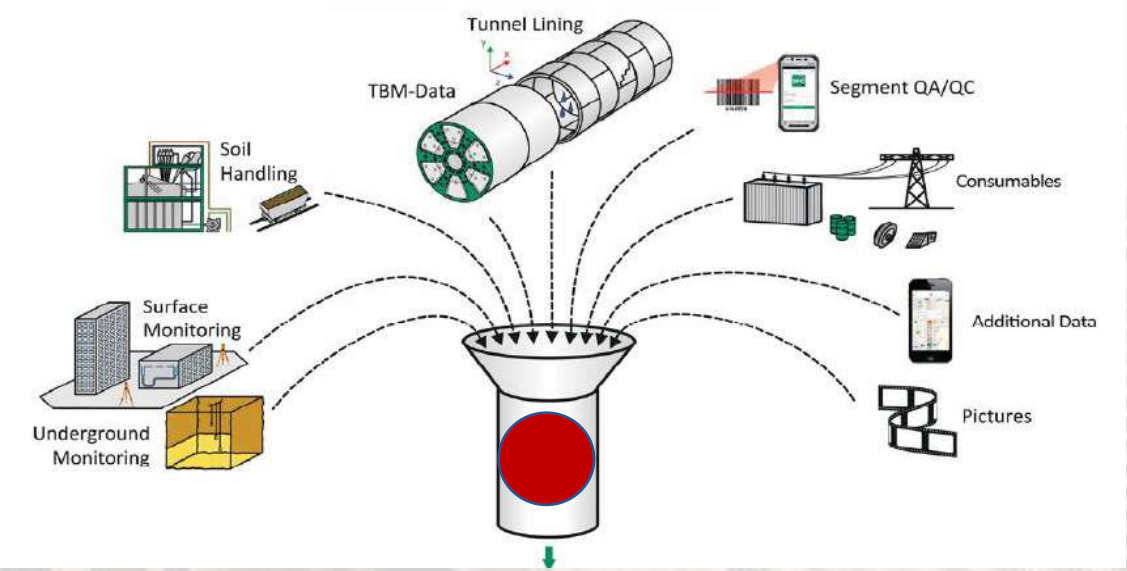
Tunnel WeView

we view®

tunnelsoft A member of BabEng

DASHBOARD CONTROLLED SUBSYSTEMS

- TBM1, TBM2, TBMx….
- Geology & Rock classifications
- Lining
- TBM operation & production Data
- TBM data analysis outputs
- Tunnel excavation planning
- Backfill Grout
- Conveyor system
- Tunnel environment
- Dewatering system
- MSV Units
- Monorail Units
- Water treatment system
- Cooling water system
- Industrial water & fire water systems
- CCTV Camera system
- Electrical systems
- Personnel tracking
- Vehicle tracking
- External air quality
- Slurry treatment & pipeline system
- Concrete production plant
- Crushing plant
- Precast plant
- Total footprint



Tunnel WeView

we view®

tunnelsoft A member of BabEng

REAL TIME VISUALIZATION

View On smartphones & tablets through app

View On PC screens via intranet & website

View On control rooms screens

On control room for every TBM drive

On overall control room at JV main site offices

View On show rooms screens

On show rooms at JV head-offices

Tunnel WeView

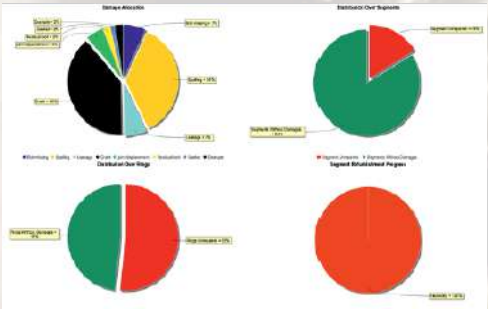
we view®

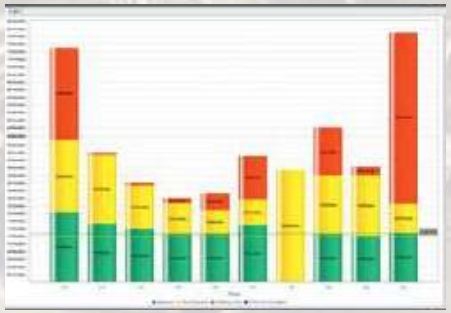
tunnelsoft A member of BabEng

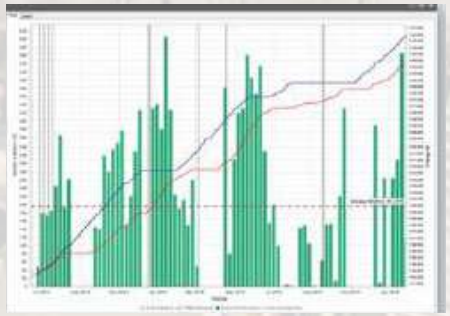
AUTOMATIC REPORTING

Notified by email or through app

a) TBM production daily, monthly and overall reports
b) Cutter-head maintenance reports and statistics
c) Forecasted geology report
d) As built geotechnical report and profile
e) As built lining and back-grouting report
f) Total footprint report
g) Alarms & emergencies
h) Others to be agreed







Tunnel WeView

we view®

tunnelsoft A member of BabEng

INNOVATIONS TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Working constantly

- **to innovate tecnologies used during contruction works**
- **to improve systems efficiency in our jobsite**
- **to increse safety and security activities on jobsite**
- **to improve production and systems performance**
- **to reduce environmental impact from construction activities**