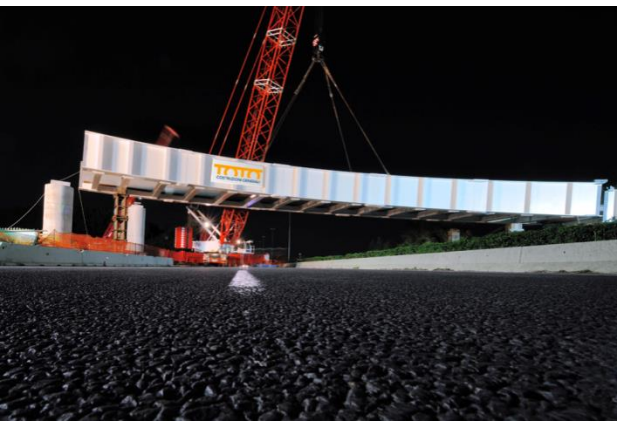




Martina, la TBM/EPB più grande al mondo: consuntivi e applicazioni tecnologiche innovative nel primo anno di operatività

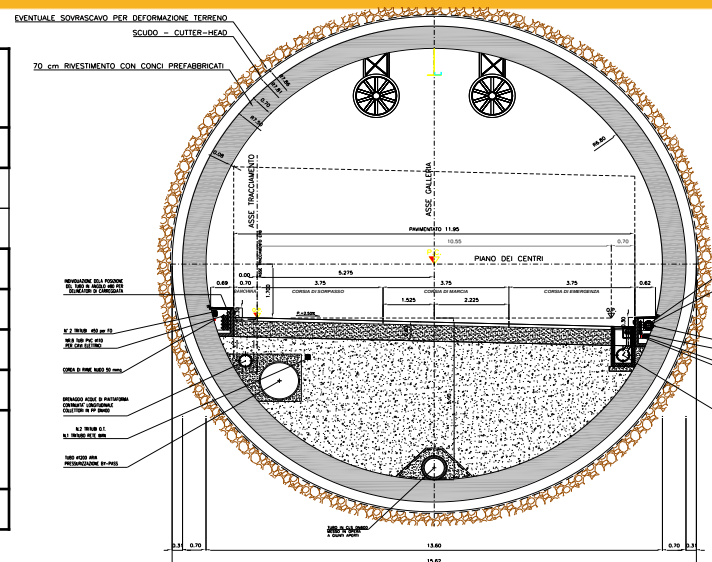


www.totospa.it



Caratteristiche geometriche principali dell'opera

			Canna Nord	Canna Sud
Lunghezza		[m]	2431,2	2600,18
Raggio minimo di curvatura		[m]	1400	1460
Pendenza		[%]	2,6	2,6
Diametro di scavo		[m]	15,615	
Anello in conci prefabbricati	Diametro esterno	[m]	15	
	Diametro interno	[m]	13,6	
	N° conci	[-]	9+1 (chiave)	
Sezione tipo autostradale	N° corsie	[-]	3 (emergenza, marcia e sorpasso)	
	Larghezza delle corsie	[m]	3,75	



GALLERIA SPARGO
CANNA NORD
SCALA 1:2000

FIRENZE ←

IMBOCCO SUD
Progr. 1+349.36

BY-PASS PEDONALE
PK. 1522.76

BY-PASS CARR.
PK. 1849.36

PIAZZOLA DI SOSTA E

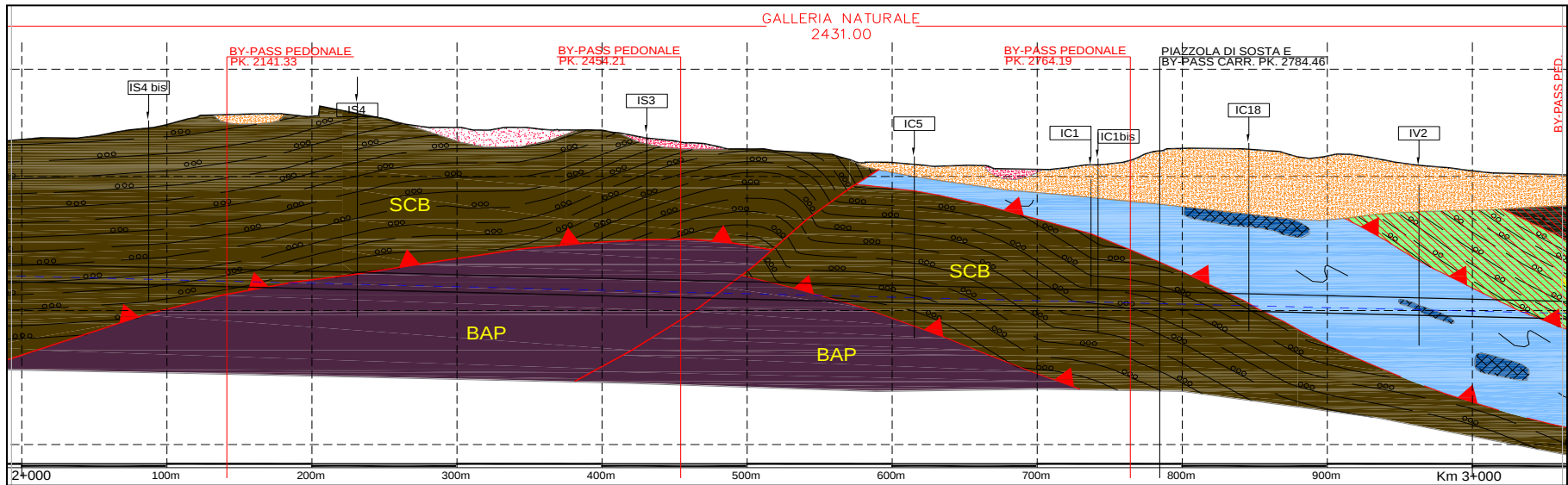
IS11, IS10, IS9 proiettato, APA, SCB, MOH, IS17, M5/F17+7bis, IS6, IS5

Q.Rif.: 300.00

Elevations: 580m, 500m, 400m, 300m, 275m s.l.m.

Distances: Km 1+000, 100m, 200m, 300m, 400m, 500m, 600m, 700m, 800m, 900m, Km

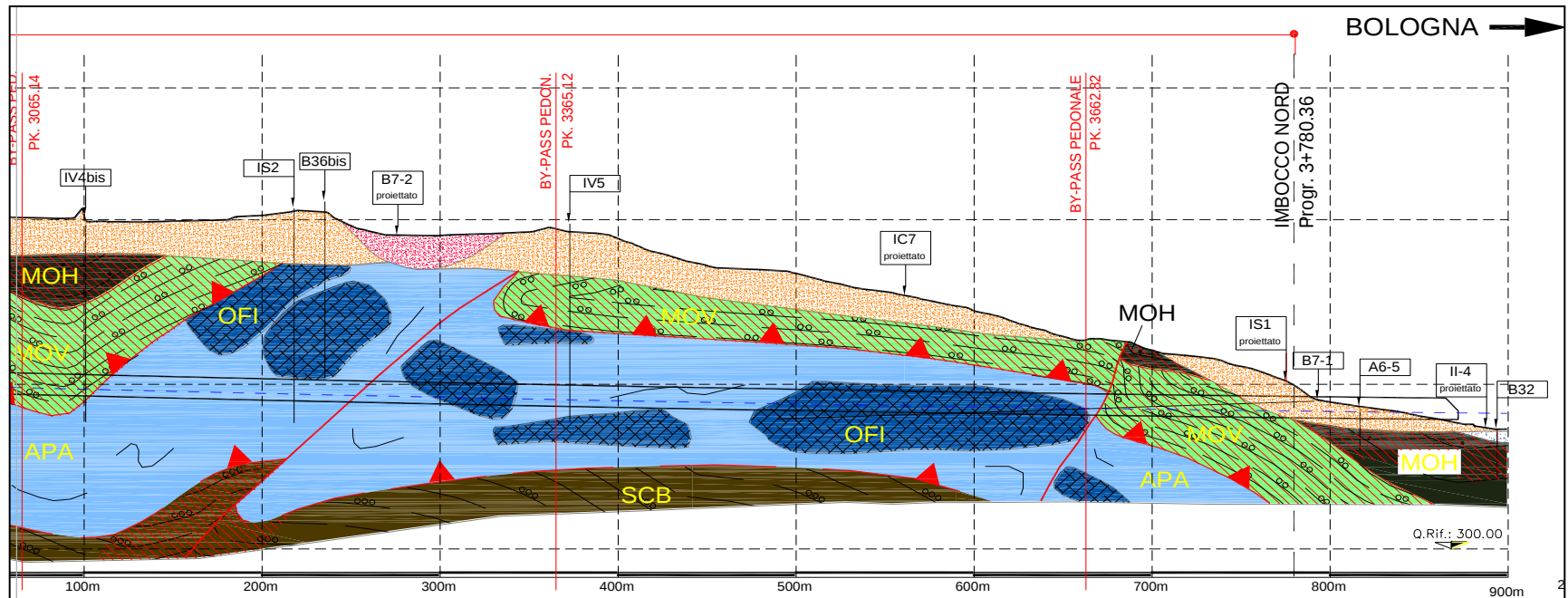
- a) **ZONA DI IMBOCCO** (lato Firenze): versante poco acclive caratterizzato da coperture detritiche di spessore mediamente superiore ai 10 m (corpi di frana quiescenti) poggianti su un substrato costituito dalle Argille a Palombini (APA).
- b) **ZONA ad ARGILLE A PALOMBINI**: coperture di 30-35 m in argille/argilliti di colore grigio scuro.
- c) **ZONA ad ARENARIE DELLO SCABIAZZA** (SCB): alternanze di arenarie grigi passanti a siltiti con stratificazioni argillo-marnose fino al contatto con le Breccie Argillose Poligeniche.



Profilo geologico da prog. Km circa 2+000 a 3+100

- d) **ZONA a BRECCE ARGILLOSE POLIGENICHE (BAP):** tipo Argille Scagliose.
- e) **Sovraccorrimenti/contatti tettonici** fra BAP-SCB e fra SCB-APA.
- f) **ZONA ad ARGILLE A PALOMBINI e OFIOLITI** (trovanti da metrici ad ettometrici)

LEGENDA GEOLOGICA		
DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE	UNITA' TETTONICHE LIGURI ED EPIIGURI	UNITA' TETTONICHE TOSCANE
Detrito	Formazione di Monghidoro (MOH)	Unita' argilloso calcarea (AVC)
Deposito alluvionale	Formazione di Monghidoro intensamente fratturata (MOH)	Brecce Argillose Poligeniche (BAP)
Corpo di frana attivo	Formazione di Monteverene (MOV)	SIMBOLOGIA GEOLOGICA
Corpo di frana quiescente a cinematismo complesso	Formazione di Monteverene intensamente fratturata (MOV)	Faglia
	Arenarie tipo Scabiazza (SCB)	Sovraccorrimento
	Argille a Palombini (APA)	Sondaggio geognostico
	Ofiolti (OFI)	

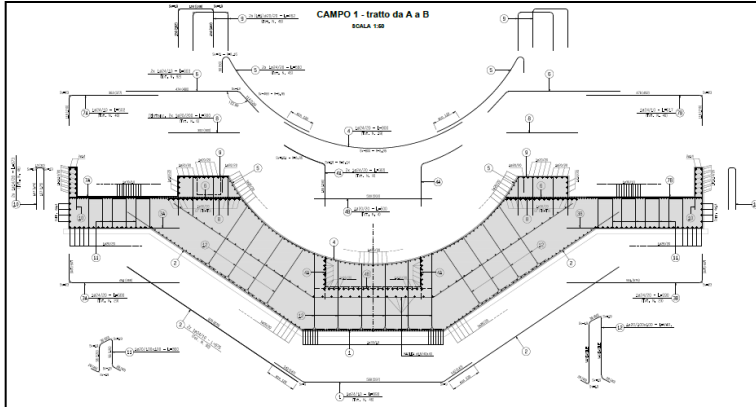


Profilo geologico da prog. Km 3+100 a 4+900

- g) **FORMAZIONE DI MONTEVENERE (MOV):** alternanza di torbiditi calcareo – marnose intensamente fratturate
- h) **ZONA ad ARGILLE A PALOMBINI e OFIOLITI (OFI):** breccie di basalti, gabbri e serpentiniti (trovanti da metrici ad ettometrici)
- i) **ZONA DI IMBOCCO** (lato Bologna): terreni di copertura relativi a corpi di frana quiescenti su versante mediamente acclive

Opere civili-geotecniche integrative

Imbocco lato Firenze – Selle di montaggio e traslazione TBM



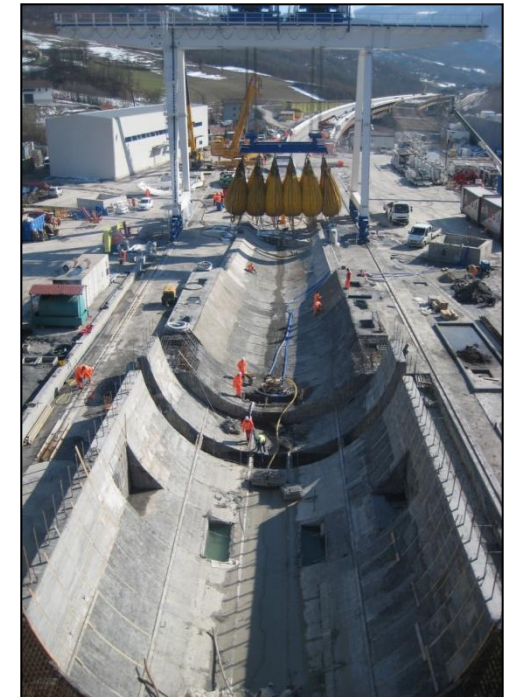
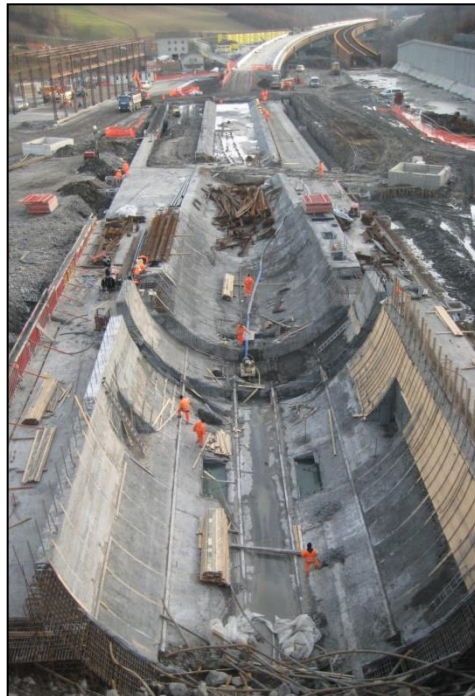
Selle TBM “tipo I” – Armatura



Realizzazione dell'armatura di una sella



Completamento della sella per il montaggio e la traslazione della TBM



Collaudo del carroponete

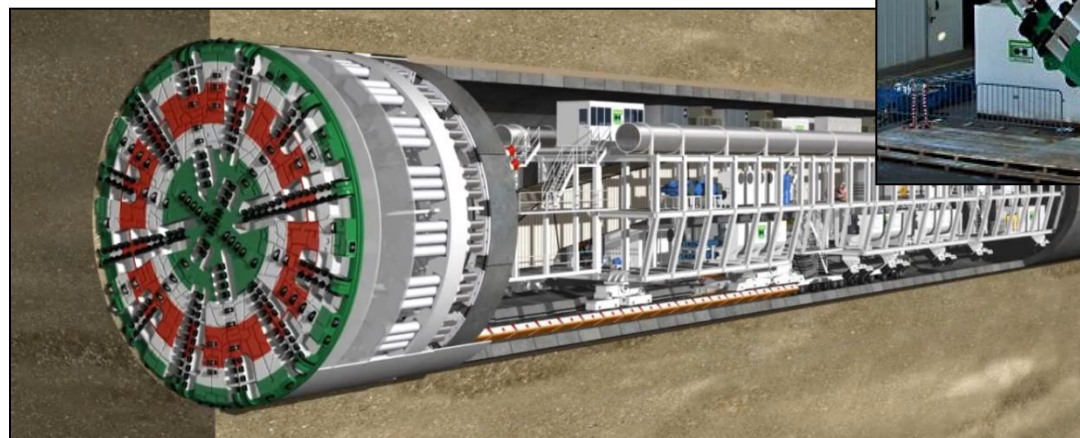
TBM EPB S-574 “Martina”

La fresa più grande del mondo

La TOTO Costruzioni Generali nel mese di marzo 2010 ordina alla Herrenknecht la TBM EPB più grande del mondo.

SPECIFICHE TECNICHE Herrenknecht S-574

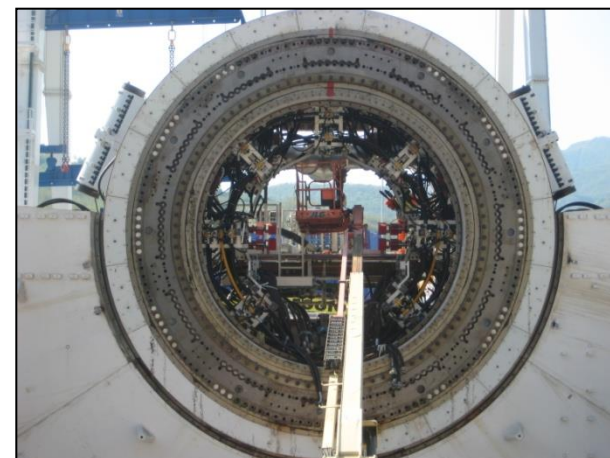
Tipo	Earth Pressure Balanced	
Diametro di scavo	[m]	15,615
Lunghezza totale	[m]	130
Lunghezza dello scudo	[m]	12,1
Potenza totale installata	[kW]	16800
Peso totale TBM	[t]	4500
Peso dello scudo	[t]	2700



TBM EPB S-574 “Martina”

Gruppo di trasmissione principale

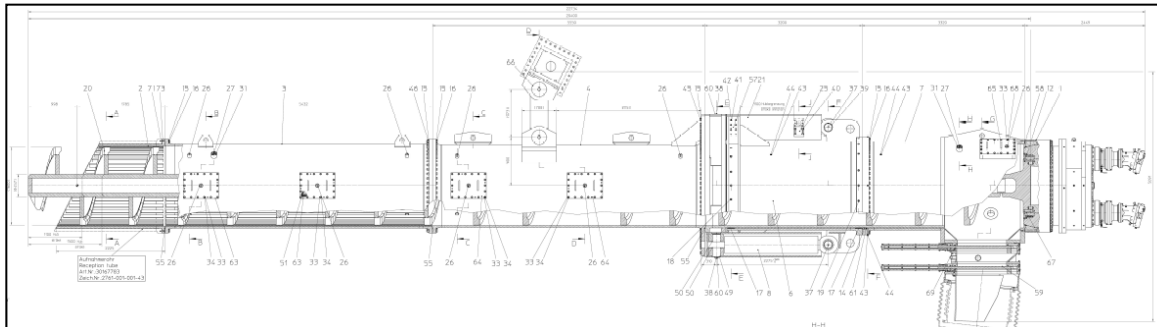
Motori elettrici asincroni trifase	<i>N°</i>	<i>[-]</i>	12
	<i>Potenza trasmessa alla testa di scavo</i>	<i>[kW]</i>	12000
Pompe idrauliche	<i>N°</i>	<i>[-]</i>	24
	<i>Portata</i>	<i>[L/min]</i>	26820
Moto-riduttori idraulici	<i>N°</i>	<i>[-]</i>	50
	<i>Coppia singola</i>	<i>[Nm]</i>	2400
Testa di scavo	<i>Coppia nominale</i>	<i>[MNm]</i>	94,8
	<i>Coppia massima</i>	<i>[MNm]</i>	125,3
	<i>Velocità di rotazione</i>	<i>[rpm]</i>	0 - 2,16
	<i>Pressione massima di lavoro</i>	<i>[bar]</i>	320
Cuscinetto	<i>Diametro</i>	<i>[mm]</i>	8700
	<i>Tipo di sistema di tenuta</i>	A labirinto, quadrupla serie di guarnizioni interne/esterne con camere in pressione	
Cilindri di spinta	<i>N°</i>	<i>[-]</i>	57
	<i>Forza di spinta in condizioni standard</i>	<i>[kN - bar]</i>	315000 - 400
	<i>Forza di spinta massima</i>	<i>[kN - bar]</i>	400000 - 500



TBM EPB S-574 “Martina”

Coclea di estrazione

Lunghezza totale	[m]	22,7
Lunghezza vite senza fine	[m]	18,6
Potenza	[kW]	2000
N° di moto-riduttori	[-]	4
N° di pompe idrauliche	[-]	3
Velocità di rotazione	[rpm]	0-22,5
Coppia nominale	[kNm]	693
Pressione massima di lavoro	[bar]	280
Diametro interno	[mm]	1600
Portata	[t/h]	1990

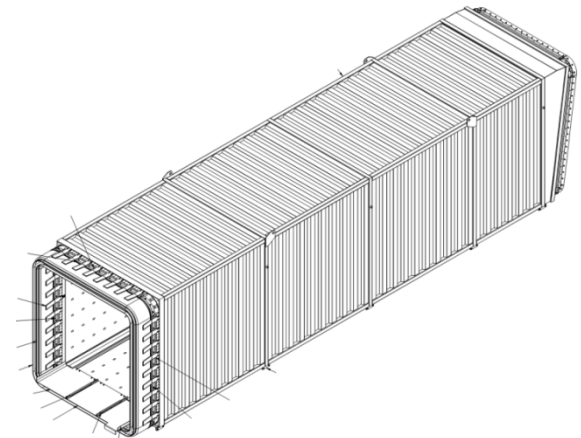
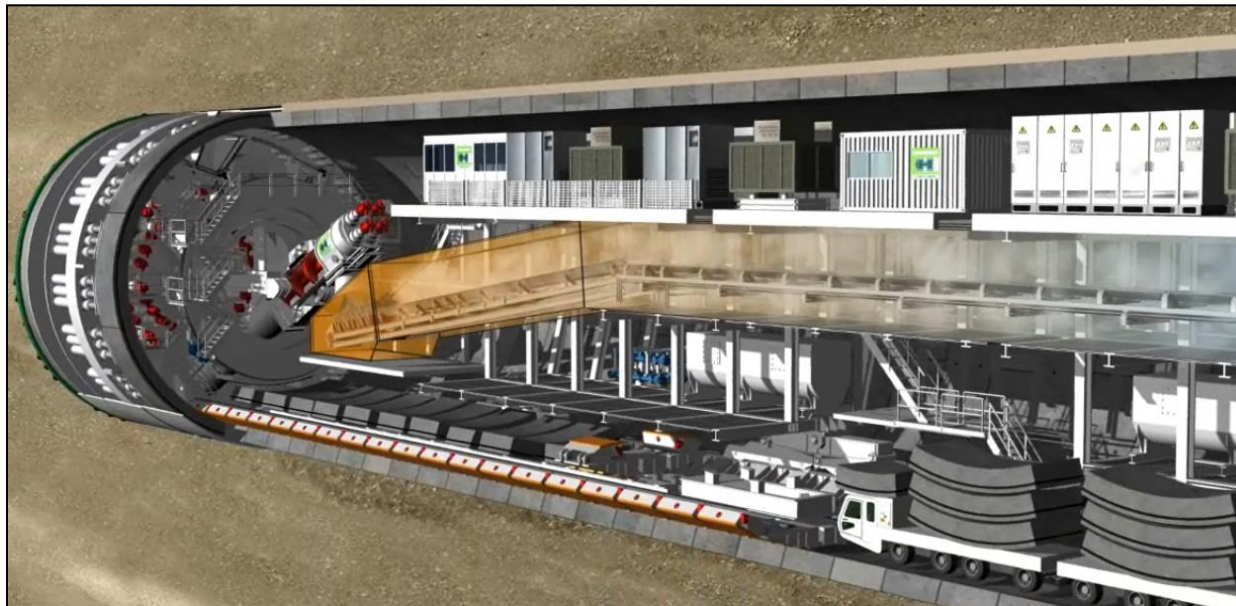


TBM EPB S-574 “Martina”

Sistema innovativo per il monitoraggio del gas metano

Il rischio derivante dalla presenza di metano nell'ammasso roccioso è mitigato mediante:

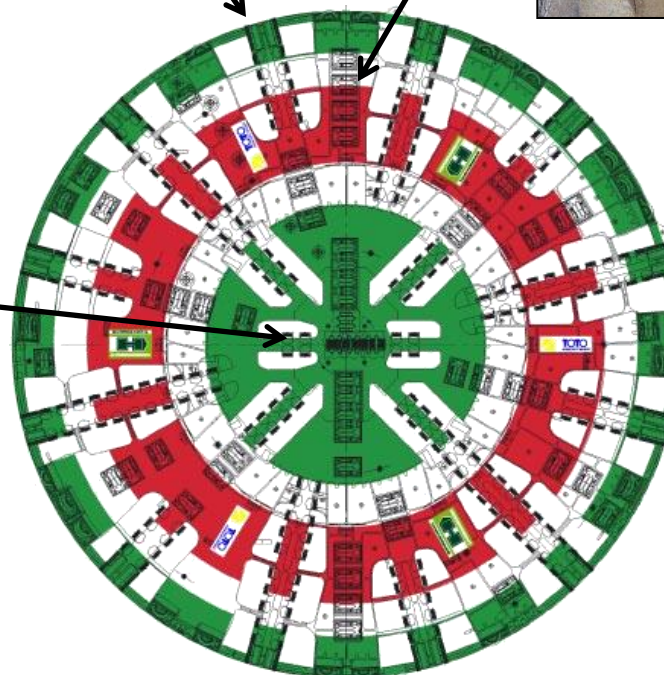
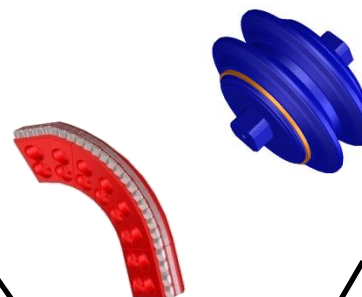
- suddivisione della galleria in tre zone (Zona A, B e C);
- isolamento del materiale estratto dalla coclea all'interno del canale nastro;
- doppio sistema di ventilazione primaria ridondante (capacità pari a 45 m³/s);
- presenza di 13 sensori del gas;
- monitoraggio continuo della concentrazione del gas attraverso il sistema Miretti;
- controllo della velocità di avanzamento in funzione della concentrazione rilevata nel tunnel nastro.



TBM EPB S-574 "Martina"

Configurazione della testa di scavo - utensili

Disc cutter (1 anello)	12
Disc cutter a 2 anelli	60
Diametro dei disc cutter	17"
Rullo di taglio centrale	4 disc cutter a 2 anelli
Copycutter	1 disc cutter quadruplo
Distanza delle tracce	100 mm
Alesatori/coltelli raschiatori	216
Tagliente centrale	1
Bucket	24
Riconoscimento dell'usura	8 sensori
Protezione contro l'usura	Lamiere Hardox

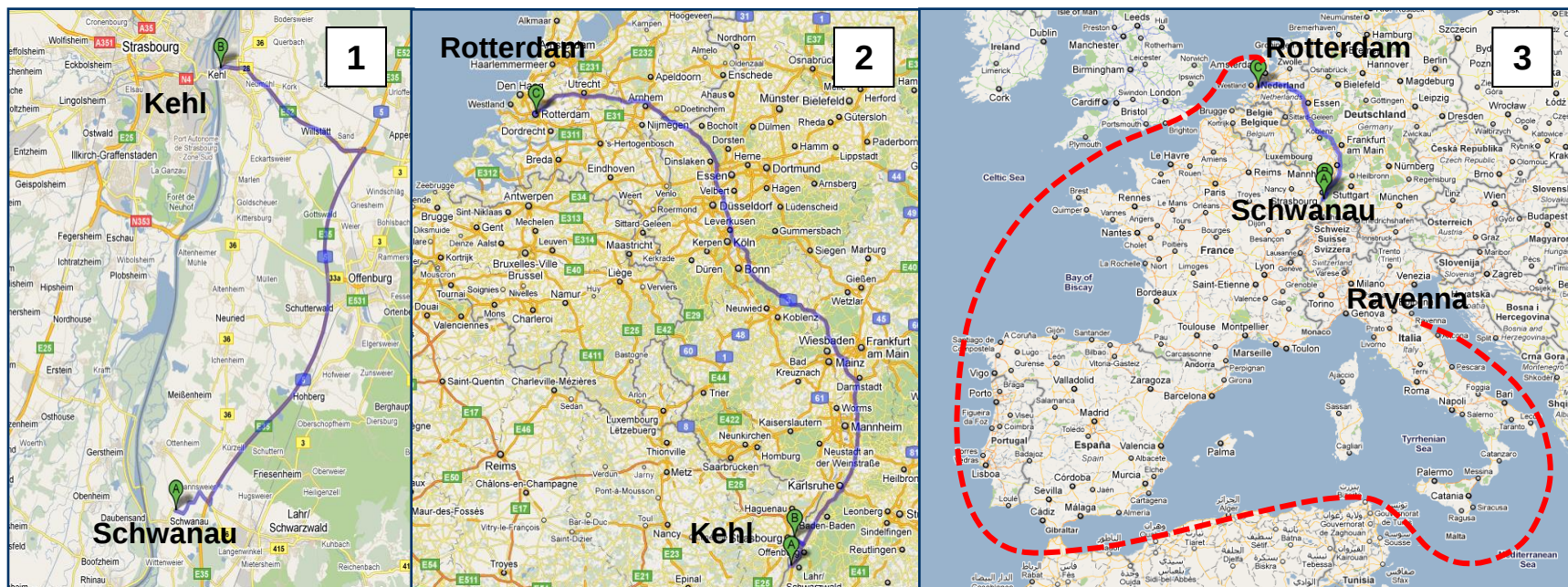


TBM EPB S-574 “Martina”

Trasporto della TBM da Schwanau al porto di Ravenna

La TBM è stata disassemblata in 260 colli:

- 230 trasportati su strada da Schwanau (Germania) a Pian del Voglio;
- 30, fra cui il Main Drive (8,7 m di diametro), trasportati via fiume, via mare e su strada



Fase	Da	A	Metodo di trasporto
1	Schwanau, Germania	Kehl, Germania	Autostrade – Trasporti eccezionali
2	Kehl, Germania	Rotterdam, Olanda	Fiume Reno - Nave
3	Rotterdam, Olanda	Ravenna, Italia	Mare/Oceano - Nave



Porto di Ravenna – Testa di scavo (parte centrale), coclea e main drive della TBM

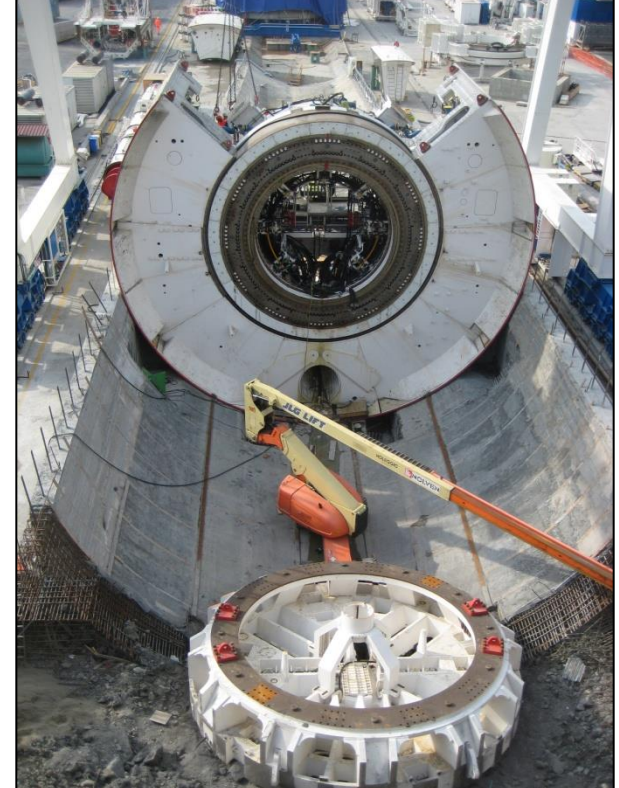


TBM EPB S-574 “Martina”

Trasporto della TBM dal porto di Ravenna a Pian del Voglio



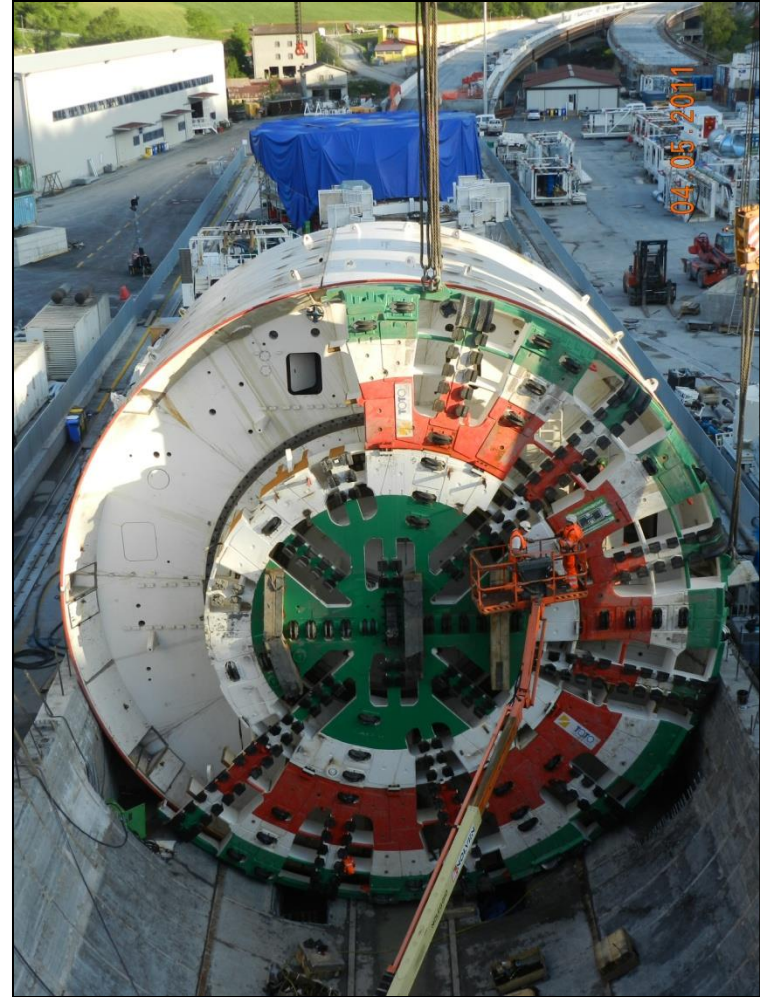
TBM EPB S-574 “Martina” Assemblaggio delle componenti



Montaggio dei segmenti dello scudo mediante il carroponte COMTEC

TBM EPB S-574 "Martina"

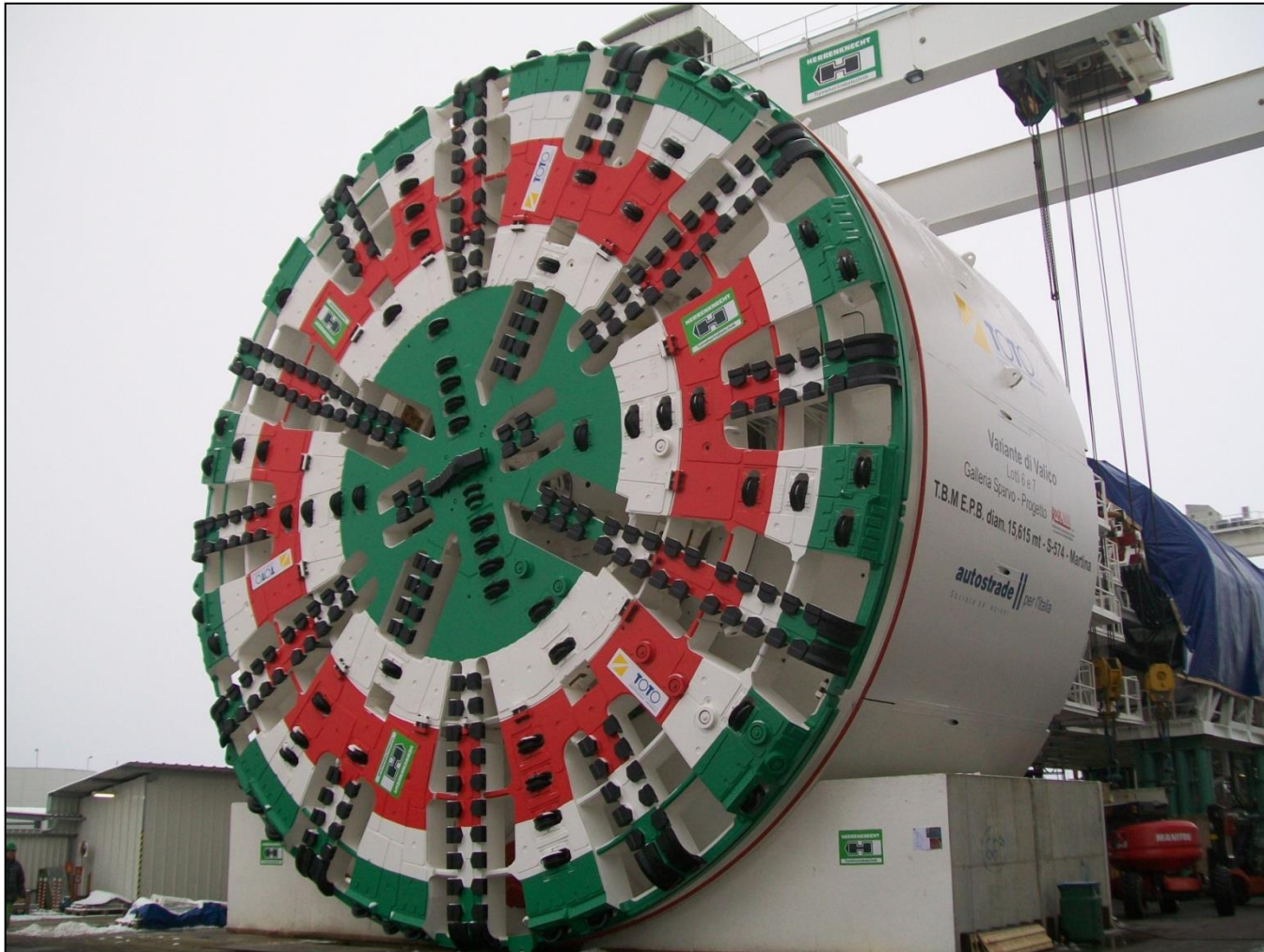
Assemblaggio delle componenti



TBM EPB S-574 “Martina”

Assemblaggio delle componenti

**Durata del montaggio della TBM “Martina”: Marzo 2011 - Luglio 2011
con il contributo di personale tecnico della Herrenknecht e TOTO (~ 150 persone)**



TBM EPB S-574 “Martina”

Smarino - Nastri trasportatori H+E

Specifiche tecniche nastro trasportatore da galleria H+E

Larghezza	[mm]	1200
Velocità	[m/s]	3,5
Capacità di estrazione	[t/h]	2000
Potenza installata	[kW]	3x355



Nastro trasportatore galleria in uscita dalla coda della TBM



**Serbatoio Nastro TBM
capacità di stoccaggio 400 m pari
ad una produzione di 100 anelli**

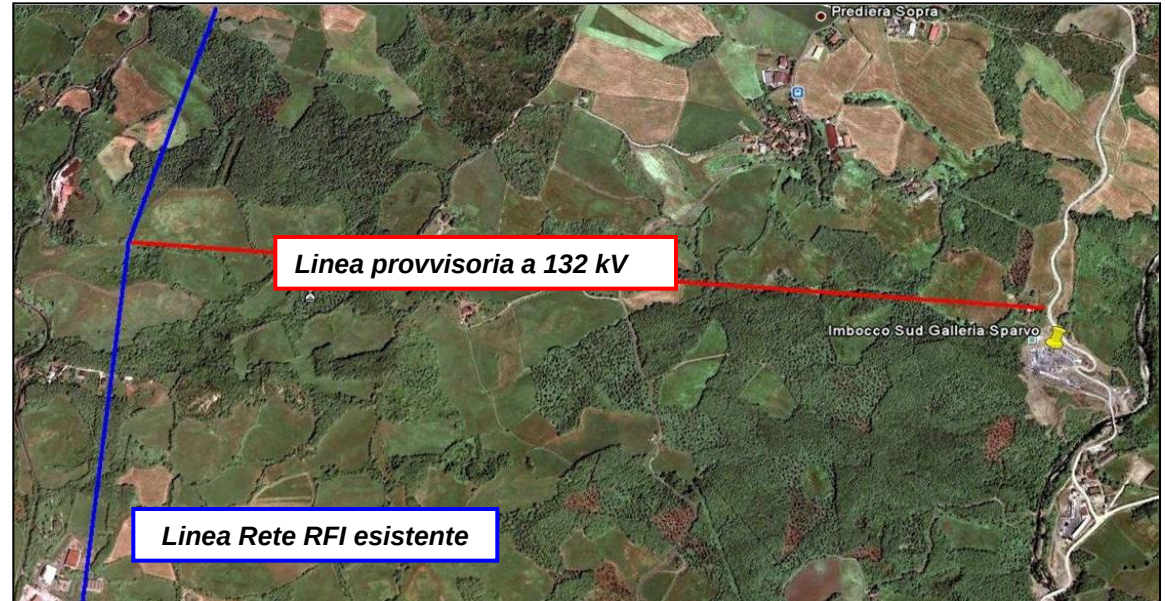
Superficie complessiva dell'area: 22.400 m²
Volume complessivo stoccabile: 112.000 m³



La TBM e' alimentata da una linea AT da 132kV/30kV appositamente realizzata allacciandosi alla Rete RFI



**Realizzazione di
fondazioni con eli-getto**



TBM EPB S-574 “Martina”

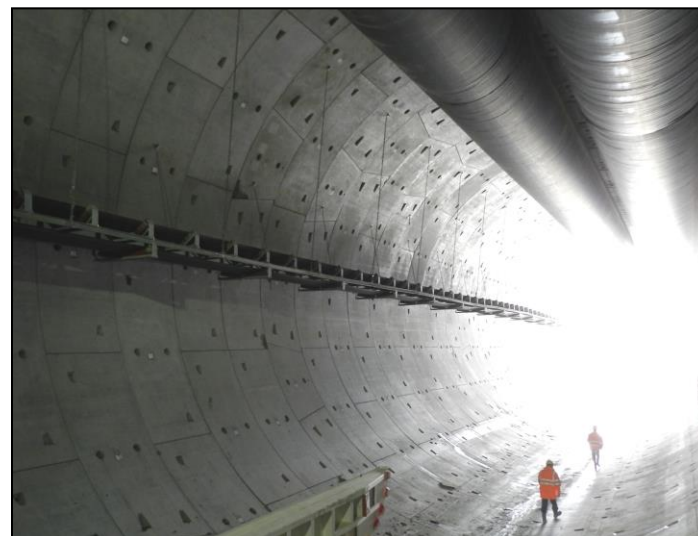
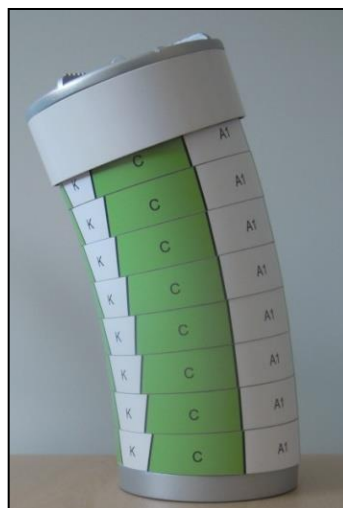
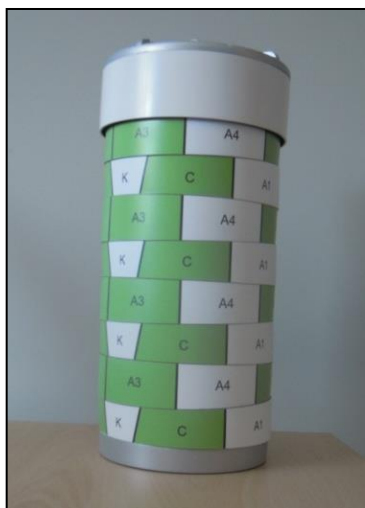
Piazzale di cantiere lato Firenze



TBM EPB S-574 “Martina”

I conci più grandi al mondo

Conci per anello	[N°]	9+1
Diametro esterno anello	[m]	15
Diametro interno anello	[m]	13,6
Spessore concio	[cm]	70
Lunghezza concio	[m]	2
Peso concio	[t]	16,55
Peso chiave	[t]	8,27
Peso anello	[t]	157,22
Diametro interno	[mm]	1600



TBM EPB S-574 “Martina”

Impianto di prefabbricazione dei conci





Trenino portaconci (Multi Service Vehicle)



Movimentazione e trasporto nel piazzale esterno e approvvigionamento TBM



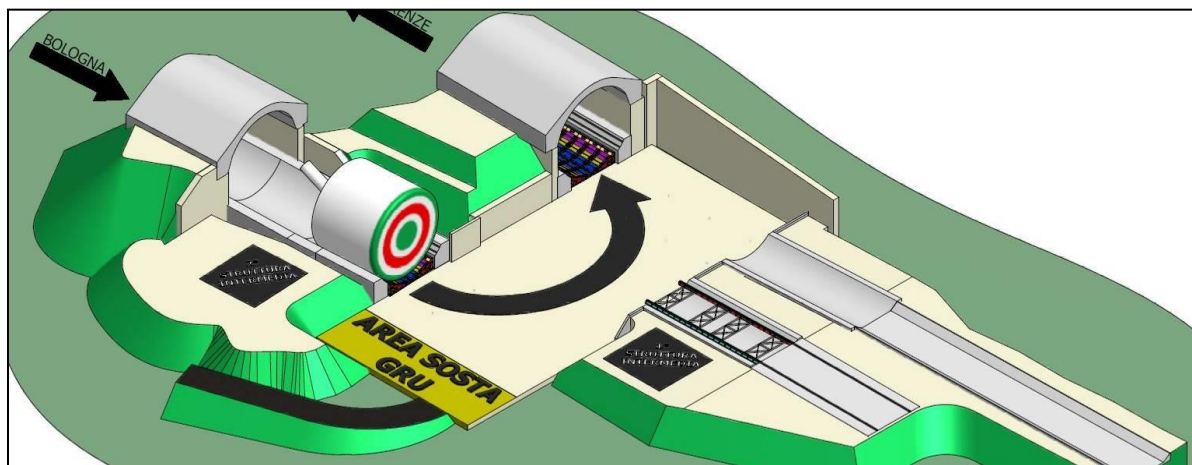


Rototraslazione della TBM “Martina”



Rototraslazione TBM

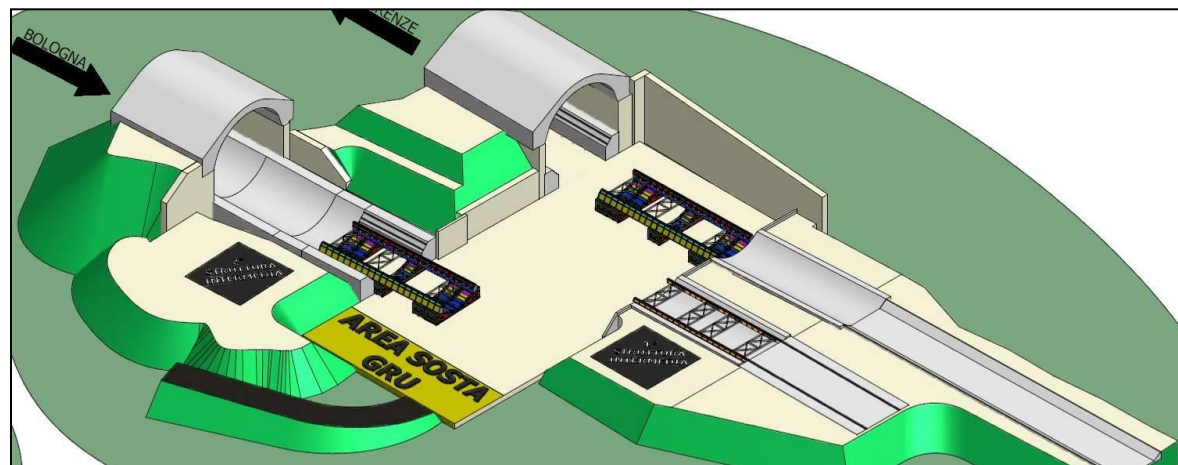
Imbocco lato Bologna – Dalla Canna Nord alla Canna Sud



Arrivo della fresa dalla Canna Nord (direzione Firenze – Bologna).

Rototraslazione dello scudo in posizione di ripartenza in Canna Sud (direzione Bologna – Firenze) attraverso il sistema a cuscini ad aria e culle metalliche (Palmieri&TOTO)

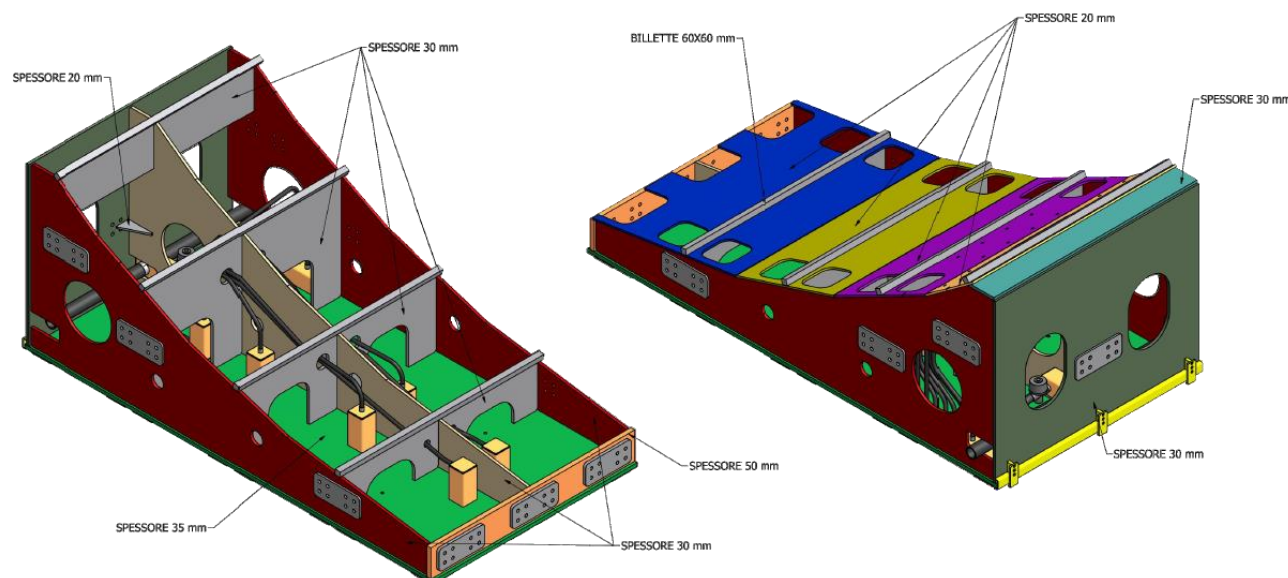
Rototraslazione dei carri di back-up 1, 2 e 3 attraverso il medesimo sistema ad aria mediante l' utilizzo di selle in c.a. di stazionamento per il riassettaggio della TBM.



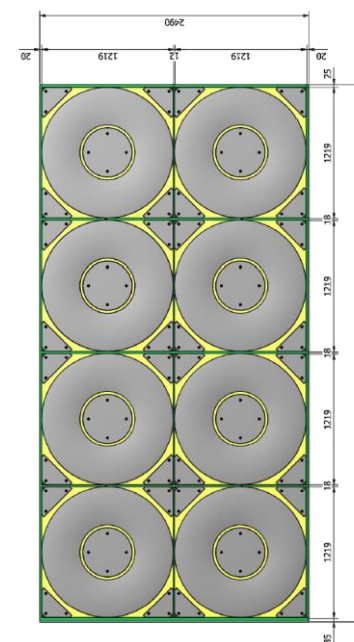
Rototraslazione TBM

Culle metalliche e sistema Aerogo

Dimensioni	2,5 m x 5 m
Modello cuscini ad aria compressa	Airmover, Modello 48NHD
N° cuscini/culla	8
Capacità max./cuscino	43,5 t
Pressione max. di lavoro/cuscino	4,2 bar
Consumo d'aria/cuscino	2,5 Nm ³ /min
Capacità max./culla	348 t
Consumo d'aria/culla	20 Nm ³ /min



TUTTI I COMPONENTI SONO REALIZZATI IN ACCIAIO S355J2G3

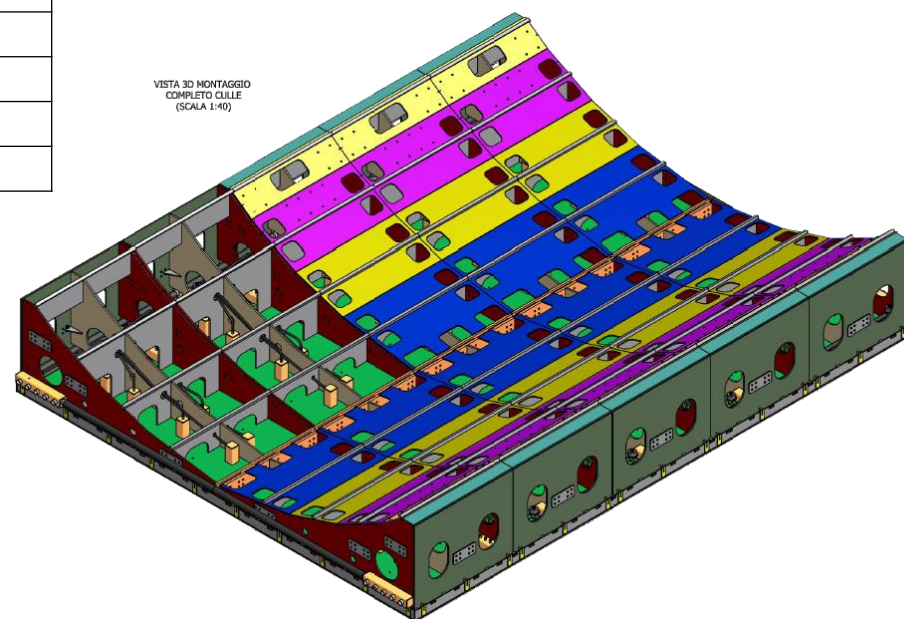


Rototraslazione TBM

Culle metalliche – Configurazione “scudo”

Il progetto di rototraslazione prevede l'impiego di 10 culle metalliche realizzate in maniera simmetrica allo scopo di poter essere impiegate mediante diverse configurazioni di assemblaggio.

Tipo di assemblaggio	Accoppiamento simmetrico
Dimensioni	10,0 m x 12,5 m
N° culle	10
N° cuscini	80
Capacità max.	3480 t
Consumo d'aria	200 Nm ³ /min



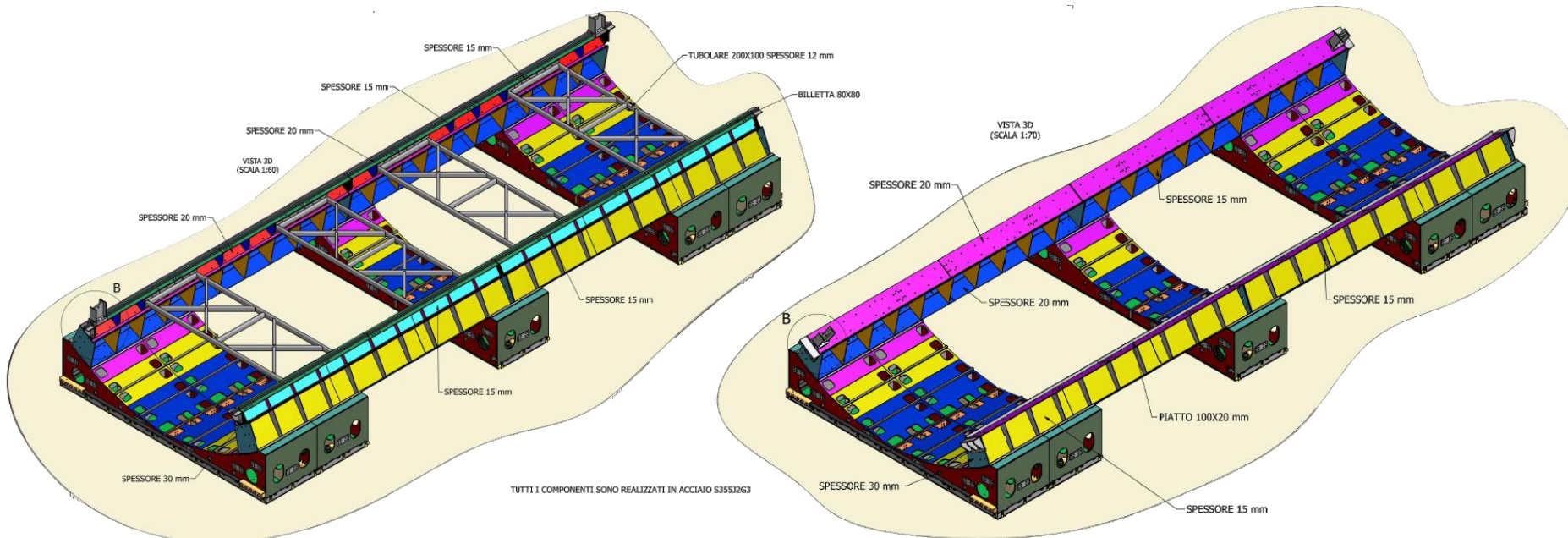
La configurazione "scudo" (n° 10 culle metalliche attrezzate con 80 cuscini ad aria) garantisce una capacità di sollevamento maggiore di 3200 t.

Rototraslazione TBM

Culle metalliche – Configurazioni “carri back up”

I 3 carri back up si suddividono a loro volta in 2 configurazioni ben distinte.

	Carro 1	Carri 2	Carri 3
Sistema intrinseco di traslazione	Su binari con asse di scorrimento orizzontale	Su ruote con asse di scorrimento inclinato di 34°	
Tipo di assemblaggio	Culle metalliche+sovrastutture in carpenteria metallica per rispettare differenze di quota fra gli assi di scorrimento dei carri		



Assemblaggio delle culle metalliche e configurazione delle sovrastrutture per la movimentazione dei carri back up 1 (a sinistra), 2 e 3 (a destra)

L'attrezzatura AeroGo impiega una serie di Aero-Caster® per far "galleggiare" i carichi pesanti su uno strato di aria virtualmente privo di attrito.

La riduzione dell'attrito e lo spostamento onnidirezionale permettono all'operatore di posizionare e allineare in maniera precisa un carico in uno spazio di lavoro limitato.



**Cuscino ad aria compressa Aerogo Airmover
(Modello 48NHD)**

Step 1 – Posizionamento/accoppiamento Load Modules sotto al carico da movimentare



Step 2 – Fase di gonfiaggio ad aria compressa della camera toroidale per sigillare l'area entro la quale si applicherà una sovrappressione per il sollevamento del carico

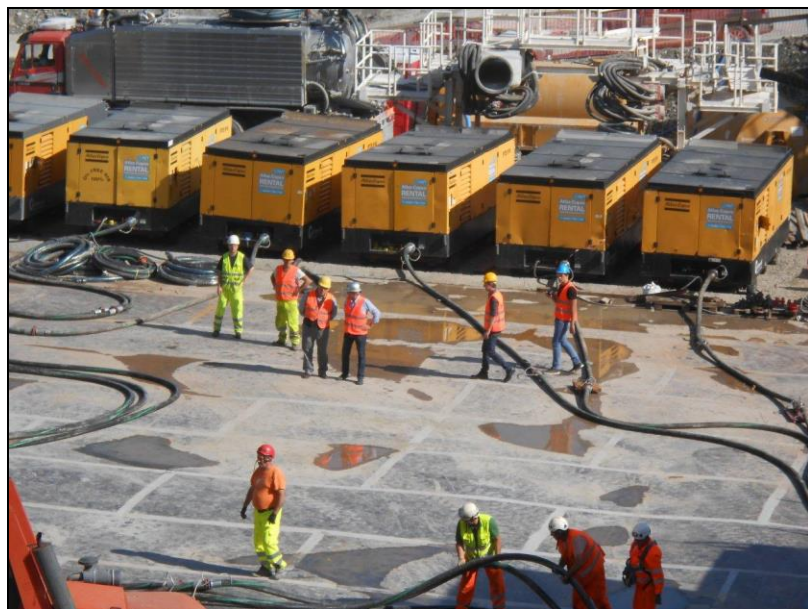


Step 3 – Applicazione della sovrappressione d'aria necessaria al galleggiamento del carico su uno strato d'aria di 0,08 e 0,13 mm (spostamento onnidirezionale e privo di attrito)



Impiego di una batteria di n° 6 compressori Atlas Copco PTS 916 costantemente attivati durante le fasi di rotazione e traslazione dello scudo della TBM.

Fornitore	Atlas Copco
Modello	PTS 916
N°	6
Portata d'aria/compressore	45,7 mc/min
Pressione di lavoro	6 bar
Dimensioni	5,240 x 2,210 x 2,350



Collegamento dei compressori Atlas Copco e delle loro tubazioni durante la movimentazione dello scudo della TBM



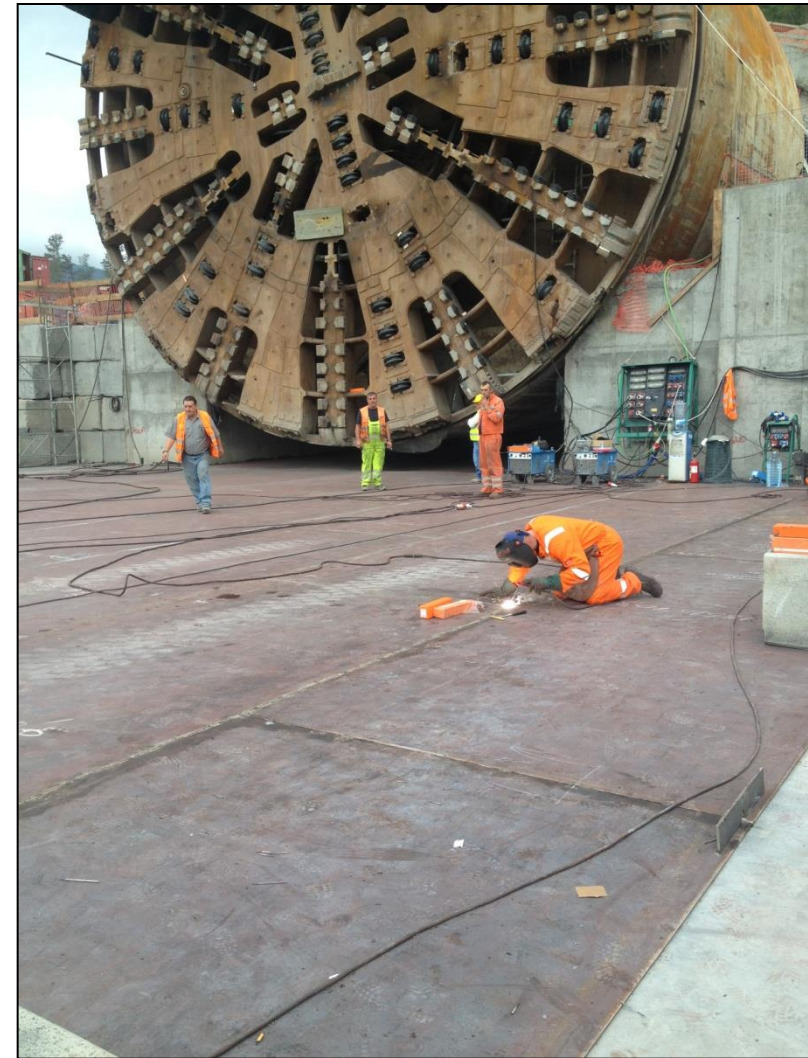
Collegamento flangiato per i tubi flessibili di mandata dell'aria dai compressori

Sistema pneumatico di distribuzione e controllo della pressione dell'aria in entrata nei cuscini Aerogo



Rototraslazione TBM

Creazione della superficie di scorrimento



Rototraslazione TBM

Posizionamento della culla sotto lo scudo



Rototraslazione TBM

Movimentazione dello scudo



Rototraslazione TBM

Intesto dello scudo nella camera di lancio

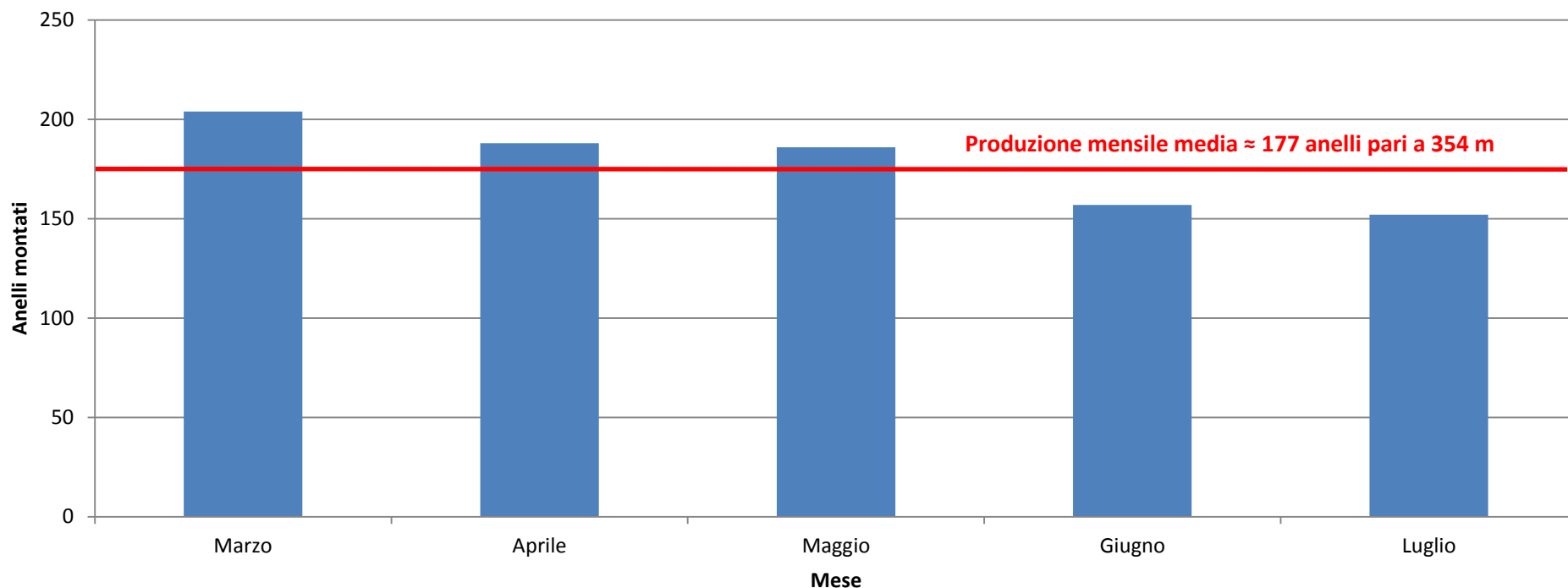


Rototraslazione TBM

Spostamento e rotazione dei carri 2 e 3



Andamento della produzione mensile della TBM "Martina": marzo-luglio 2012



Da settembre 2011 a luglio 2012 è stata completata la prima canna della Galleria Sparvo.

La TBM "Martina" ha scavato circa 2400 m e sono stati costruiti 1200 anelli.

La media mensile di avanzamento è stata di circa 177 anelli pari a 354 m scavati nel periodo marzo-luglio 2012, non considerando i primi mesi di curva di apprendimento.

La media giornaliera a partire da marzo è stata più di 6 anelli a giorno pari a 12 m scavati.

Le maestranze:

106 persone di cui 60 in TBM, al lavoro 7 giorni su 7, 24 ore al giorno;

95 operai specializzati all'impianto dei conci prefabbricati, al lavoro 6 giorni su 7, 24 ore al giorno

Anelli installati:

1220 anelli per un totale di 12200 conci

Materiale estratto:

458.451 m³ pari ad un peso di 973213 ton

Acqua utilizzata per il condizionamento:

133014 m³

Malta a tergo dei conci:

34184 m³

Consumo energetico:

11125324 KWh

I Record della TBM EPB “Martina” durante lo scavo della prima canna sono stati:

Massima produzione giornaliera: 11 anelli pari a 22 metri scavati

- 29 Marzo 2012
- 14 Aprile 2012
- 3 Luglio 2012

Massima produzione settimanale: 61 anelli pari a 122 metri scavati

- Settimana 16 dal 16/04/2012 al 22/04/2012

Massima produzione mensile: 203 anelli pari a 406 metri scavati

- Marzo 2012

BUON VIAGGIO MARTINA!!



Martina ha cominciato a scavare la canna Sud il 29 Novembre 2012 con una media di 6 anelli al giorno. Il completamento della galleria è previsto per Giugno 2013.