

Tecnologia delle casseforme per gallerie



PERI: costruire con successo

PERI Tecnologia delle casseforme per gallerie

Procedimenti di costruzione
Metodologie di impiego casseforme
Aspetti tecnologici
Referenze: opere realizzate

PERI S.p.A.
Via Pascoli, 4
20060 Basiano MI
Tel.: 02/95 07 81
Fax: 02/95 76 19 14
perispa@peri.it
www.peri.it

L'impiego delle nostre attrezzature provvisori è soggetto alle prescrizioni dettate dalle leggi e dalle norme vigenti atte a garantire il più elevato livello di sicurezza per l'utilizzo delle stesse nei vari Stati. Le fotografie riportate in questo opuscolo sono immagini istantanee che documentano situazioni reali di cantiere. Per questo motivo, soprattutto i particolari relativi ai sistemi d'ancoraggio ed alla sicurezza nell'impiego delle attrezzature provvisori possono essere non conformi alle norme per la prevenzione degli infortuni nelle costruzioni.

Devono essere osservate le istruzioni specifiche per l'impiego inteso e le limitazioni d'uso. Qualora l'utilizzazione delle attrezzature provvisori non rientri per dimensioni e/o per sovraccarichi nei campi d'impiego definiti negli schemi funzionali, ovvero si fa ricorso a configurazioni d'attrezzatura differenti dagli schemi funzionali, deve essere redatta una specifica relazione tecnica di calcolo.

La PERI, per osservare le normative tecniche dei vari Stati e perseguendo una politica di continuo miglioramento tecnologico, si riserva il diritto di apportare senza preavviso, modifiche tecniche in qualsiasi momento.

	Pag.		Pag.
Premessa	4	Referenze: opere realizzate	
Procedimenti di costruzione e metodi			
Procedimento di costruzione a cielo aperto		Procedimento di costruzione a cielo aperto	
■ Struttura con più giunti	6	Struttura con più giunti	
■ Struttura semimonolitica		Sottopasso stradale, Berlino, Germania	34
– Primo ciclo: fondazione, secondo ciclo: piedritti e copertura	8	Galleria Diez SU060, Colonia Rhein/Main, Germania	36
– Primo ciclo: fondazione e piedritti, secondo ciclo: copertura	10	Metropolitana Sheppard, Stazione Bayview, Toronto, Canada	38
■ Struttura monolitica		Tunnel Elba, Rampa Nord, Amburgo, Germania	40
– variante: centine di traslazione	12	Tunnel stradale Soedra Laenken, Stoccolma, Svezia	42
– variante: incastellatura e carro	14	Galleria artificiale St. Anton, Austria	44
		Stazione Porta Vittoria, passante ferroviario, Milano, Italia	48
		Galleria autostradale Mondorf-les-Bains, Lussemburgo	50
		Galleria di Entlisberg, Zurigo, Svizzera	52
		Galleria Alcornocales, autostrada Jerez-Cadice, Spagna	54
		Galleria Wattkopf, Ettlingen, Germania	56
Procedimento di costruzione in sotterraneo con copertura	16	Struttura semimonolitica	
Procedimento di costruzione in sotterraneo		– fondazione, piedritti e copertura	
– Galleria con sezione costante	18	Galleria Hochbergfeld, L110 Marbach-Grossbottwar, Germania	58
– Galleria con sezione policentrica	19	Galleria «Nodo di Wagram», ferrovia alta velocità Westbahn St. Polten, Austria	60
		Galleria autostradale d'Areuse, Svizzera	62
		Tunnel autostradale A100, Berlino, Germania	64
		Galleria autostradale Dalnicni, Pilsen, Repubblica Ceca	68
		Sottopasso stradale a Edelsfeld, Germania	70
		Galleria Herfat, autostrada A96 Memmingen-Lindau, Germania	72
		Galleria ferroviaria, Balingen, Germania	74
		Galleria Chancelaz, Svizzera	76
		Metropolitana Lisbona, Portogallo	80
		Galleria ferroviaria Vranany, Repubblica Ceca	82
		Galleria Steingrube, Steinheim/Murt, Germania	84
		Tunnel sotto il fiume Warnow, Rostock, Germania	86
		– fondazione e piedritti, copertura	
		Tunnel raccordo anulare stradale, Augusta, Germania	90
		Tunnel antirumore Eching, Ammersee, Germania	92
		Circonvallazione B311, Ertingen, Germania	94
		Struttura monolitica	
		Tunnel metropolitana, Monaco di Baviera, Germania	96
		Galleria Zwickau, Germania	98
		Galleria Luesslingen, Solothurn, Svizzera	100
		Tunnel Oeresund, tra la Danimarca e la Svezia	102
		Tunnel sotto il fiume Moldava, Praga, Repubblica Ceca	108
		Procedimento di costruzione in sotterraneo con copertura	
		Metropolitana Vienna, Austria	110
		Tunnel Audi, Ingolstadt, Germania	112
Opere complementari e di servizio delle gallerie			
Portali, rientranze e piazzole di sosta, pareti di sostegno, cunicoli e condotte di ventilazione, canali e collettori, cunicoli di fuga ed accesso	20		
Procedimento di costruzione a conci alternati			
Il procedimento che riduce i tempi di costruzione	22		
Tecnologia e dettagli			
Attrezzature e componenti di serie	23		
Casseforme per cunicoli			
Sistema di telai d'orditura	24		
Dettagli affidabili	25		
Fermaggetti frontali			
Esecuzione coperture e piedritti			
Metodi di armo e disarmo	28		
Dispositivi di sollevamento, abbassamento e movimentazione, finestre di ispezione/getto, vibratori	29		
Finitura superficiale del calcestruzzo	30		
30 anni di esperienza internazionale	32		

Procedimento di costruzione in sotterraneo

Condotto Odelouca, Serra de Monchique, Portogallo	114
Galleria Torcaz, ferrovia ad alta velocità, Madrid – Saragoza, Spagna	116
Galleria d'Orelle, Autostrada A43 «La Maurienne», Francia	118
Galleria «Plaunscher Grund», Dresda, Germania	120
Costruzione linea 5 metropolitana, Santiago del Cile	122
Galleria Crapteig – Viamala, Svizzera	124

Opere complementari e di servizio delle gallerie

Portali

Galleria ferroviaria, Niederhausen, Germania	128
Gallerie Haiku ed Halavawa, Hawaii	130
Galleria Sommerberg, Hausach, Germania	132

Opere complementari delle gallerie artificiali

Galleria Uhingen, Germania	134
Galleria Grenzbachstrasse, Costanza, Germania	136
Galleria in Valdisotto, Sondrio, Italia	138

Canali, condotti, pozzi

Canali di scarico Monaco, Germania – Badajoz, Spagna e Durban, Sudafrica	142
Canale per impianto di depurazione, Monaco, Germania	144
Condotto di ventilazione, galleria di Sommerberg, Germania	146
Teleriscaldamento, Vienna, Austria – Pozzo BEWAG Berlino, Germania – Cunicolo Kollikon in Svizzera	148

Procedimento di costruzione a conci alternati

Galleria artificiale Denkendorf, Germania	150
Galleria ferroviaria, Penalva, Portogallo	154
Galleria artificiale passo di Somosierra, Spagna	156

PERI International

158

□ Premessa

Questo volume vuole offrire una panoramica sui diversi procedimenti di costruzione e sulle metodologie d'impiego dei differenti sistemi di attrezzature provvisionali per la realizzazione di gallerie e tunnel.

Nel volume vengono illustrate principalmente le procedure di costruzione che non prevedono l'impiego di elementi strutturali prefabbricati. Le procedure di costruzione per realizzare getti in opera di infrastrutture trovano nella progettazione ingegneristica e

nelle attrezzature provvisionali PERI, gli strumenti tecnologici per consentire il passaggio dall'idea progettuale alla fase costruttiva.

Le procedure di costruzione in sotterraneo di gallerie con sezioni che devono essere stabilizzate con spritzbeton o rivestite da elementi composti prefabbricati non vengono prese in considerazione.

La prima parte del volume illustra le varie procedure e metodologie di costruzione e i sistemi di casseforme in generale.

Nella seconda parte vengono presentate, come referenze, gallerie realizzate con i metodi e sistemi descritti.

Inoltre, vengono illustrate le soluzioni di utilizzo di sistemi di attrezzature provvisionali per opere complementari o ausiliarie alla realizzazione di queste infrastrutture.

□ Cenni storici

Già nell'antichità, in più parti del mondo venivano costruite gallerie e sistemi di tunnel in sotterraneo. Nel 2800 a.C., per esempio, nell'area che attualmente appartiene al territorio iraniano, venivano realizzati canali sotterranei per l'approvvigionamento idrico.

Nell'antichità già si realizzavano numerose condotte in materiale autoportante e gallerie che erano rimasti tuttavia fenomeni isolati. Nel II sec. d. C. sono soprattutto i Romani a dare impulso alla costruzione di opere idriche e di canalizzazione. In diverse parti dell'Europa e in Oriente nascono così estese reti di distribuzione. Ne sono un esempio l'acquedotto che collega la regione dell'Eifel con Colonia e l'acquedotto di Side, realizzato in Turchia nel III secolo d.C. Già a quei tempi vengono sviluppati procedimenti di costruzione per la realizzazione di gallerie artificiali e in sotterraneo.

L'avvento della ferrovia tra il XVII e il XVIII secolo e il rapido sviluppo dei mezzi di trasporto tra il XIX e il XX secolo hanno reso necessario il continuo miglioramento delle vie di comunicazione.

Si comincia, quindi, con la costruzione di gallerie nelle zone alpine per attraversare le montagne, per poi passare ad interventi volti al livellamento delle strade per consentire velocità maggiori, fino ad arrivare alla costruzione delle gallerie attuali utilizzate per la riduzione del traffico, dell'inquinamento acustico e il recupero del territorio.

Per la realizzazione di tutte queste opere passate e presenti i costruttori hanno sempre ritenuto di primaria importanza realizzare infrastrutture il più efficienti possibile.

Più recentemente la realizzazione di gallerie ha subito notevoli sviluppi sia per quanto riguarda gli aspetti ingegneristici sia per quanto riguarda la tecnologia adottata in funzione dei metodi di scavo e dei sistemi di rivestimento.

I fattori di rischio durante i lavori e la destinazione d'uso delle gallerie favoriscono lo sviluppo di diversi procedimenti di costruzione adattati alle varie tipologie di queste infrastrutture. È così che vengono progettate infrastrutture che garantiscono la funzionalità di esercizio in sicurezza ed una gestione economica delle gallerie per un periodo di utilizzo superiore ai 100 anni. Un'altra caratteristica importante di queste costruzioni è l'ermeticità all'acqua, che influisce notevolmente sulle procedure di costruzione e sul sistema di opere provvisionali utilizzate.



Grotta di Posillipo nei pressi di Napoli, scavata nel tufo (materiale autoportante) senza l'ausilio di una struttura di rivestimento (40-86 a.C.)

Terminologia

Geometria delle gallerie

Le gallerie vengono realizzate quali rivestimenti di protezione di uno scavo in sotterraneo o di un'opera costruita a cielo aperto con il necessario reinterro del manufatto.

A seconda delle caratteristiche geologiche dei terreni vengono progettate diverse forme geometriche (sezioni) delle strutture portanti.

Tipologie strutturali

La tipologia dipende dalla metodologia di scavo e ve ne sono tre tipi:

- scavo in sotterraneo
- scavo a cielo aperto
- scavo in trincea

Procedimento di costruzione

Il procedimento descrive le modalità di realizzazione a seconda della conformazione delle singole sezioni della galleria e specifica gli elementi strutturali determinati dai giunti di costruzione (fondazioni, piedritti, solette di copertura).

La scelta del procedimento di costruzione influisce anche sulla scelta dei sistemi di attrezzatura provvisoria da utilizzare ed è determinante per ottenere costi ridotti di costruzione. Prima di decidere è necessario conoscere la lunghezza complessiva della infrastruttura ed analizzare la metodologia di scavo prevista.

È possibile distinguere le seguenti metodologie di costruzione a cielo offerto:

■ **struttura con più giunti**

■ **struttura semimonolitica (variante 1 e 2)**

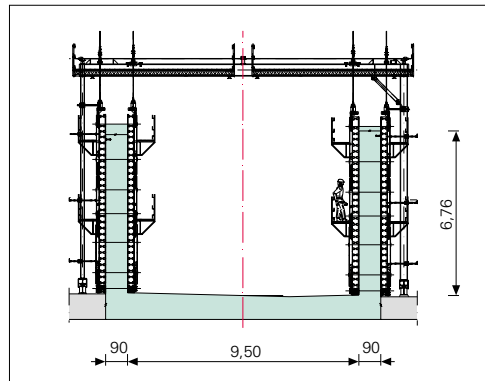
■ **struttura monolitica**

Geometria delle gallerie

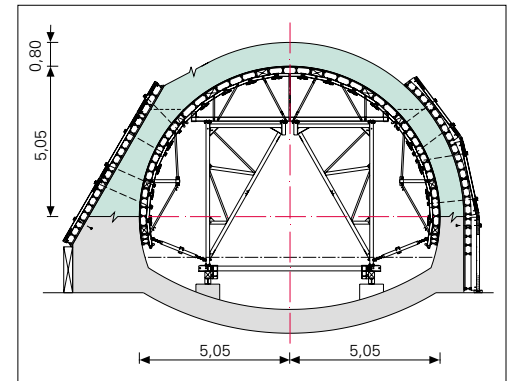
Indipendentemente dalla tipologia strutturale è possibile realizzare le infrastrutture con forme geometriche diverse a seconda della destinazione d'impiego prevista.

Si possono avere sezioni scatolari, circolari, ovali o policentriche, le quali possono essere realizzate singolarmente, abbinate o accoppiate.

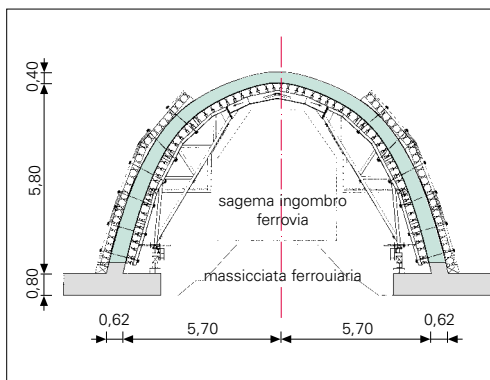
Inoltre possono essere previste gallerie o tunnel conformati per essere barriere anti-rumore, gallerie artificiali in trincea, cunicoli, pozzi, come pure condotti, richiesti di frequente negli ultimi anni, con la funzione di sottopassaggi che consentono agli animali selvatici l'attraversamento in libertà delle infrastrutture.



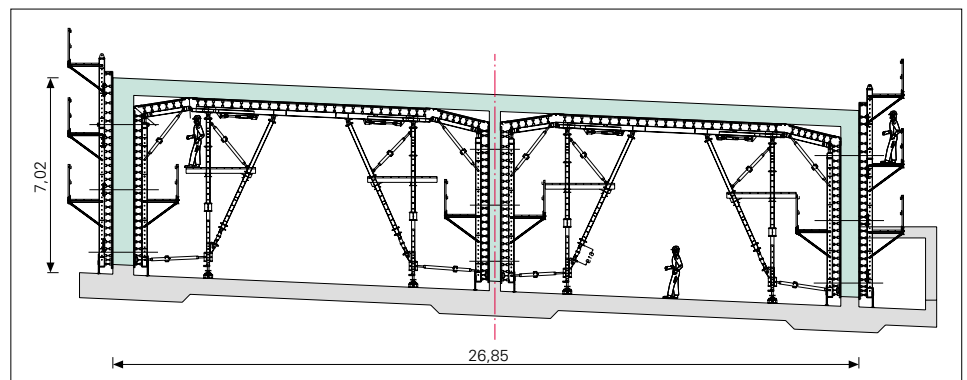
Cassaforma scatolare



Cassaforma policentrica



Sezione parabolica



Sezione trasversale di galleria biscatolare



Pareti di sostegno e pareti d'ala di una galleria artificiale.

Procedimento di costruzione a cielo aperto

Il procedimento a cielo aperto prevede tre fasi operative

- scavo di sbancamento
- realizzazione della galleria
- reinterro del manufatto

Con questo procedimento è possibile realizzare, utilizzando diverse metodologie di costruzione e differenti sistemi di opere provvisorie, sezioni scatolari, con uno o più sezioni circolari e policentriche, scavi in trincea, piedritti sagomati di sostegno e portali con platea di fondazione continua o archi rovesci.

Le casseforme per i piedritti sono dimensionate solitamente per sopportare una pressione esercitata dal calcestruzzo fresco max. di 60 kN/m². Le casseforme per le solette di copertura sono dimensionate in base ai

carichi ovvero al peso del calcestruzzo, al peso proprio delle attrezzature provvisorie e a quello dei sovraccarichi variabili.

A seconda della metodologia, le costruzioni a cielo aperto richiedono uno scavo più o meno esteso come pure superfici ampie per lo stoccaggio temporaneo del materiale di reinterro.

Sezione di galleria realizzata a cielo aperto

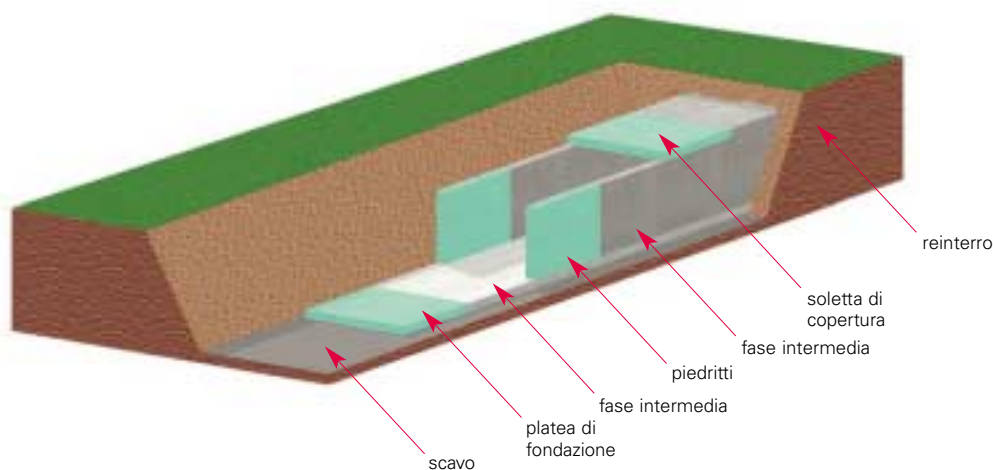
Con questa procedura i tre elementi strutturali principali della sezione di galleria (fondazione, piedritti, soletta di copertura) vengono realizzati uno dopo l'altro.

La cassaforma della platea di fondazione viene realizzata nella gran parte dei casi con un solo paramento, in corrispondenza della sponda anteriore e dei fianchi longitudinali della platea di fondazione, utilizzando casseforme, a telaio o travi, di serie.

La cassaforma dei piedritti viene messa in opera e movimentata con la gru o mediante una incastellatura di movimentazione.

La cassaforma per solette di copertura viene realizzata solitamente come cassaforma semovente.

Fasi di avanzamento cantiere



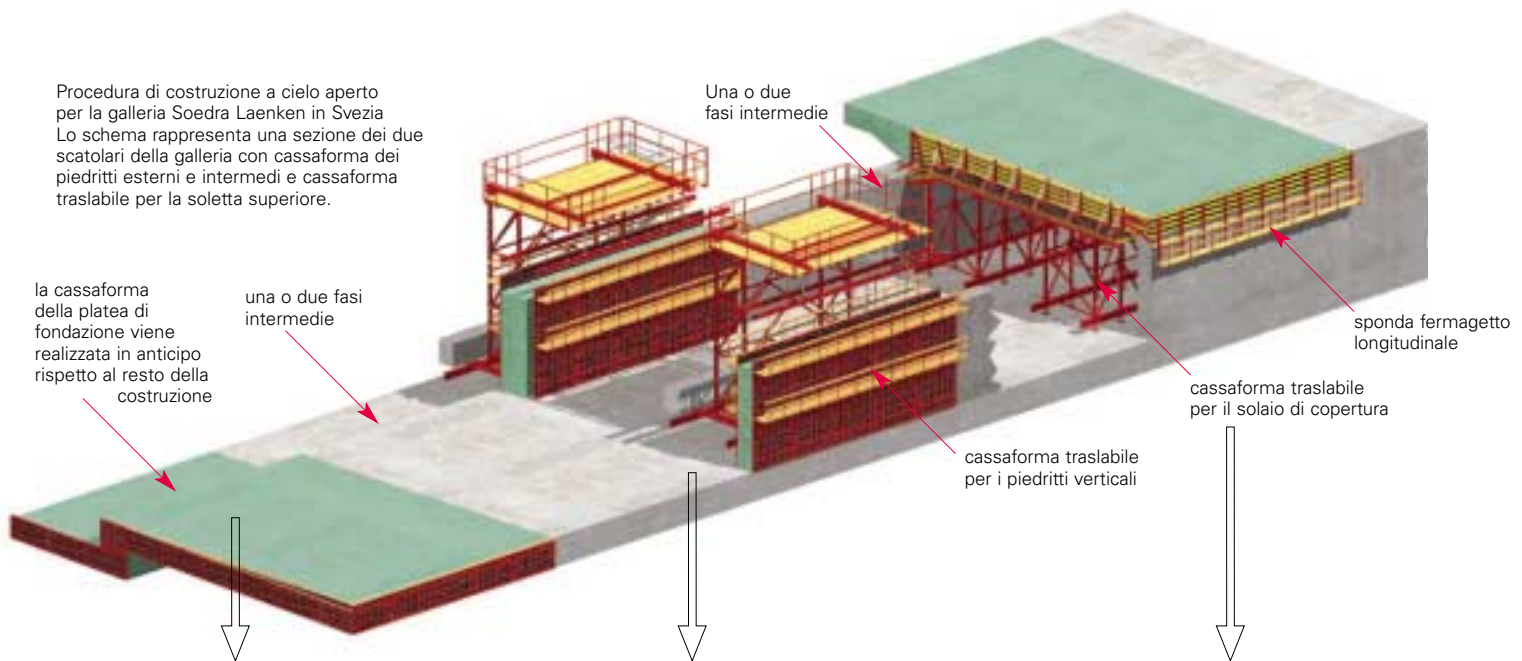
Galleria ferroviaria Diez realizzata per la nuova tratta Colonia-Francoforte (D).

Il procedimento di costruzione a cielo aperto viene impiegato per realizzare gallerie che non abbiano particolari esigenze in termini di tenuta ermetica all'acqua e con tronconi di lunghezza ridotta.

Il vantaggio di questo procedimento è costituito dall'adattamento rapido e semplice della cassaforma alle geometrie diffe-

renti (per esempio altezza e larghezza, curvatura, inclinazione della tratta della galleria o passaggio da pareti con un solo paramento a pareti con due paramenti e viceversa). Per contro, questo procedimento richiede uno sviluppo longitudinale relativamente significativo a causa della notevole estensione del cantiere.

Procedura di costruzione a cielo aperto per la galleria Soedra Laenken in Svezia. Lo schema rappresenta una sezione dei due scatolari della galleria con cassaforma dei piedritti esterni e intermedi e cassaforma traslabile per la soletta superiore.



Alternative per il getto della platea di fondazione

Vengono impiegate casseforme a telaio o casseforme a travi con un solo paramento, che vengono sorrette con leggere puntellazioni assicurate al fondo o contro l'armatura dello scavo.

1. Cassaforma della platea di fondazione: elementi TRIO e piedritti registrabili per sp. 60 cm.



2. Fermagetto realizzato con travi GT 24, correnti metalliche e puntoni SLS.



Alternative per il getto in opera delle pareti

A seconda dello sviluppo longitudinale dell'opera viene scelta una cassaforma movimentabile con incastellatura con meccanismo idraulico o una cassaforma sollevabile con la gru. In base alla tipologia dell'infrastruttura si stabilisce se è possibile ridurre gli ancoraggi, che richiedono un tempo notevole di messa in opera.

1. Cassaforma interna ed esterna accoppiate traslabili.



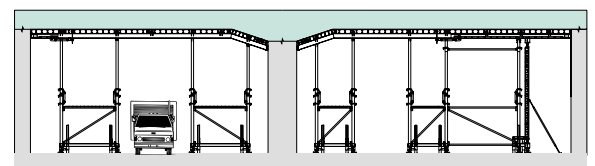
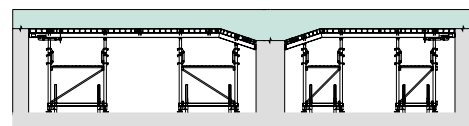
2. Cassaforma interna congiunta alla incastellatura; la cassaforma esterna viene movimentata con la gru.

3. Le casseforme interna ed esterna vengono movimentate con la gru (senza immagine).

Alternative per il getto in opera della soletta di copertura

In base al numero di impieghi e alla geometria delle sezioni vengono utilizzati sistemi di impalcature di supporto di serie, che possono essere movimentate in unità di attrezzature provvisionali di dimensioni ridotte sotto forma di tavoli, oppure soluzioni specifiche con tavoli di grande superficie che vengono abbassati e movimentati mediante un meccanismo idraulico. In questo modo è possibile consentire il passaggio sotto l'attrezzatura provvisoria.

1. Cassaforma traslabile per la soletta di copertura, adattabile a sezioni di larghezza variabile.



2. Tavoli MULTIPROP per solette di copertura, movimentati da carrello idraulico per la traslazione.



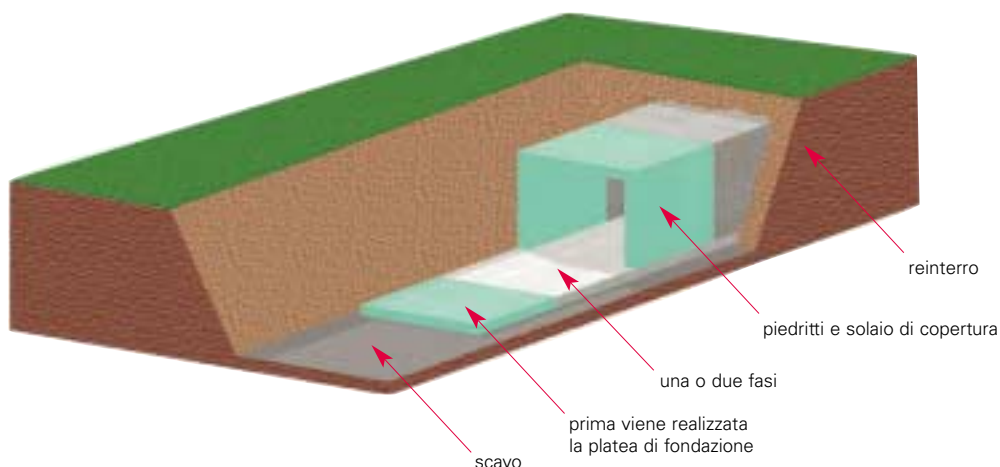
Metodo per realizzare la sezione con struttura semimonolitica

Completata la platea di fondazione, vengono realizzati i piedritti e la soletta di copertura in un'unica fase di getto

Con questo procedimento di costruzione (fondazione / piedritti + solette di copertura), piedritti e soletta vengono realizzati con una cassaforma interna traslabile con un meccanismo idraulico. Le casseforme esterne dei piedritti vengono movimentate da un ciclo all'altro con attrezzature traslabili oppure con la gru.

Per movimentare la cassaforma interna, la cassaforma dei piedritti deve essere già stata messa in opera ed abbassata insieme alla cassaforma per la soletta di copertura. Ciò richiede campi di disarmo e la possibilità di adattare le casseforme sia in orizzontale sia in verticale. Le singole unità di cassaforma vengono approntate con l'intervento manuale degli addetti o con l'ausilio di un meccanismo idraulico.

Fasi avanzamento cantiere



Meccanismo idraulico utilizzato per abbassare o alzare la cassaforma traslabile.

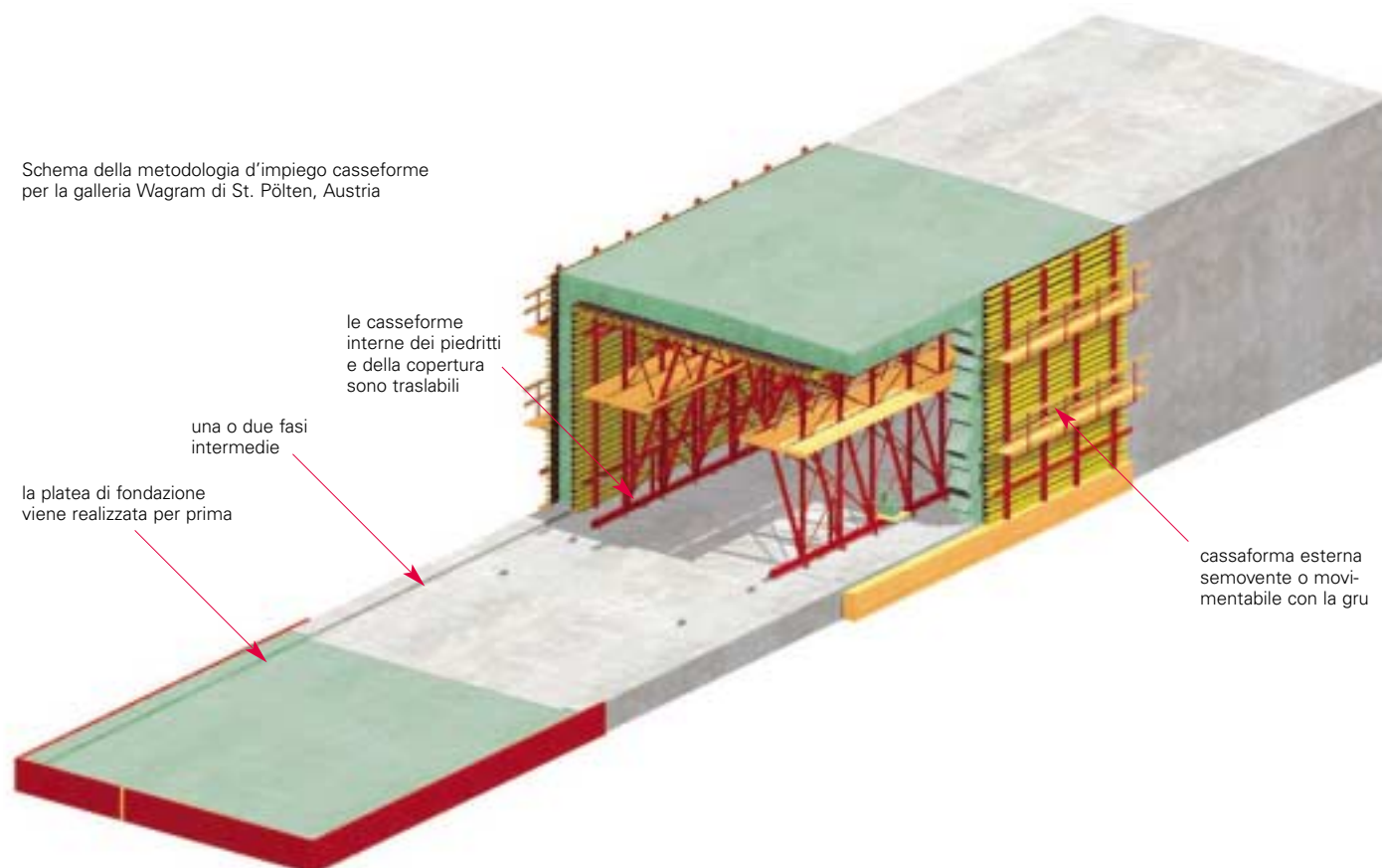
Cassaforma traslabile di conci modulari per piedritti di spessore 80 cm e copertura fino a 95 cm. La cassaforma semovente si adatta perfettamente alle differenti sezioni; può essere abbassata con il meccanismo idraulico e movimentata da un ciclo all'altro senza problemi. Piedritti e solaio di copertura vengono realizzati in un'unica fase di getto. Vedi schema, pag. 60



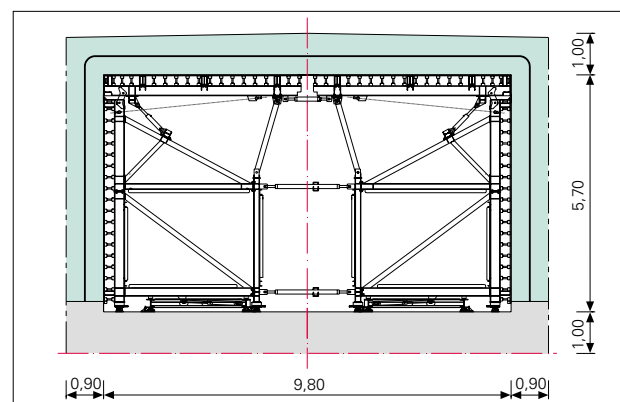
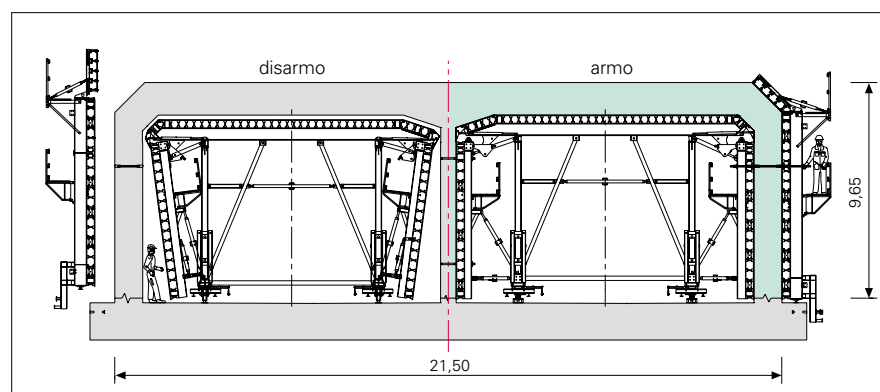
Cassaforma interna utilizzata per la sezione della galleria ferroviaria artificiale a due binari. Una volta terminata la posa in opera del ferro d'armatura, le casseforme per i piedritti vengono realizzate con i moduli VARIO.



Schema della metodologia d'impiego casseforme per la galleria Wagram di St. Pölten, Austria



Sezione trasversale della cassaforma per galleria con sezione biscatolare. Le casseforme dei piedritti hanno due tiranti di collegamento; uno in corrispondenza della platea di fondazione per ridurre il rischio di infiltrazioni di acqua. Quello superiore è un tirante DW 32, che ammette un carico di trazione elevato di 360 kN.

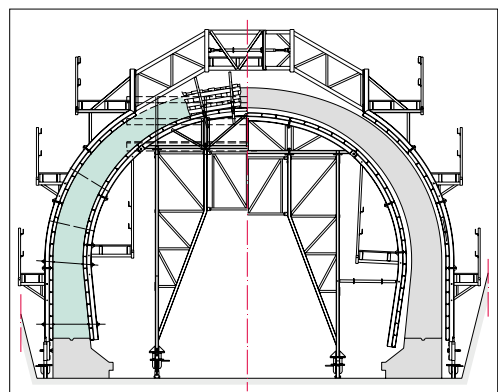


Sezione trasversale di cassaforma traslabile con telaio di controventatura

Per la platea di fondazione, gettata per prima rispetto agli altri elementi strutturali, vengono impiegati gli stessi componenti della cassaforma utilizzati nel procedimento di costruzione a cielo aperto.

Per armare i piedritti e la soletta di copertura viene impiegata un'unità di attrezzatura provvisoria traslabile. La cassaforma esterna dei piedritti viene utilizzata anche come sponda fermagetto del bordo del solaio.

Sistemi di casseforme di questo genere consentono soluzioni traslabili per piedritti e coperture e pertanto sono impiegabili senza l'ausilio della gru. Il numero di cicli di costruzione deve essere ridotto.



Sezione di cassaforma policentrica con tiranti di collegamento.

Metodo per realizzare la sezione con struttura semimonolitica **Platea di fondazione e piedritti in un'unica fase di getto, successivamente si realizza la soletta di copertura**

Questo metodo viene impiegato per strutture situate in prossimità della falda idrica. Per garantire una tenuta perfetta all'acqua tali strutture non devono presentare giunti di costruzione.

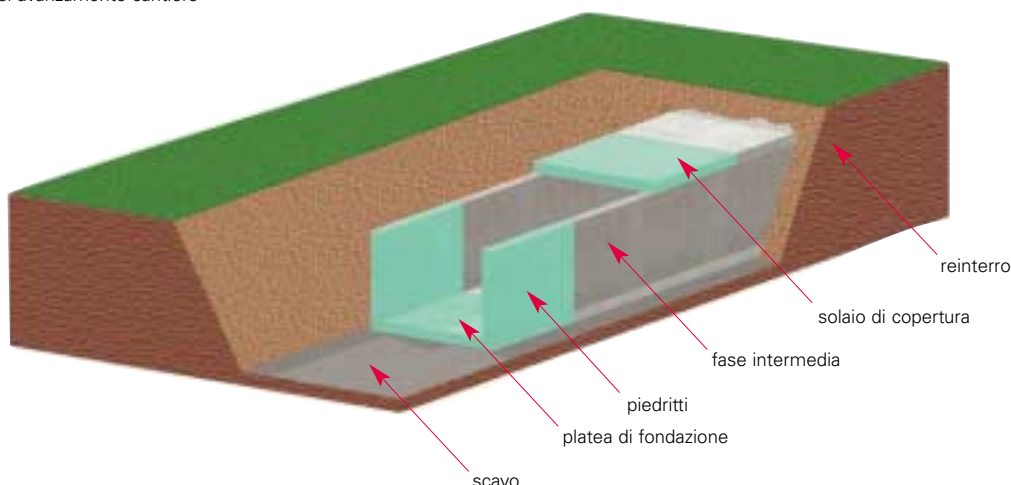
Le casseforme dei piedritti sono appese a un'incastellatura che si sposta longitudinalmente rispetto alla galleria.

Le casseforme vengono traslate trasversalmente rispetto ai piedritti della galleria per consentire la messa in opera e il disarmo delle stesse.

In casi particolari i conci della galleria vengono realizzati in avanzamento e una seconda dotazione di cassaforma viene impiegata per eseguire i getti di chiusura tra i due conci già ultimati.

La copertura viene realizzata secondo il metodo di costruzione classico, con l'ausilio della cassaforma traslabile.

Fasi avanzamento cantiere



L'incastellatura a portale con appesi i moduli della cassaforma VARIO a travi per pareti.

Con entrambi i procedimenti di costruzione per sezioni semimonolitiche (fondo/piedritti + copertura e fondo + piedritti / copertura), lo sviluppo longitudinale del cantiere è ridotto rispetto al procedimento di costruzione convenzionale. L'adattamento alla geometria variabile della galleria risulta semplice come nel procedimento di costruzione convenzionale.

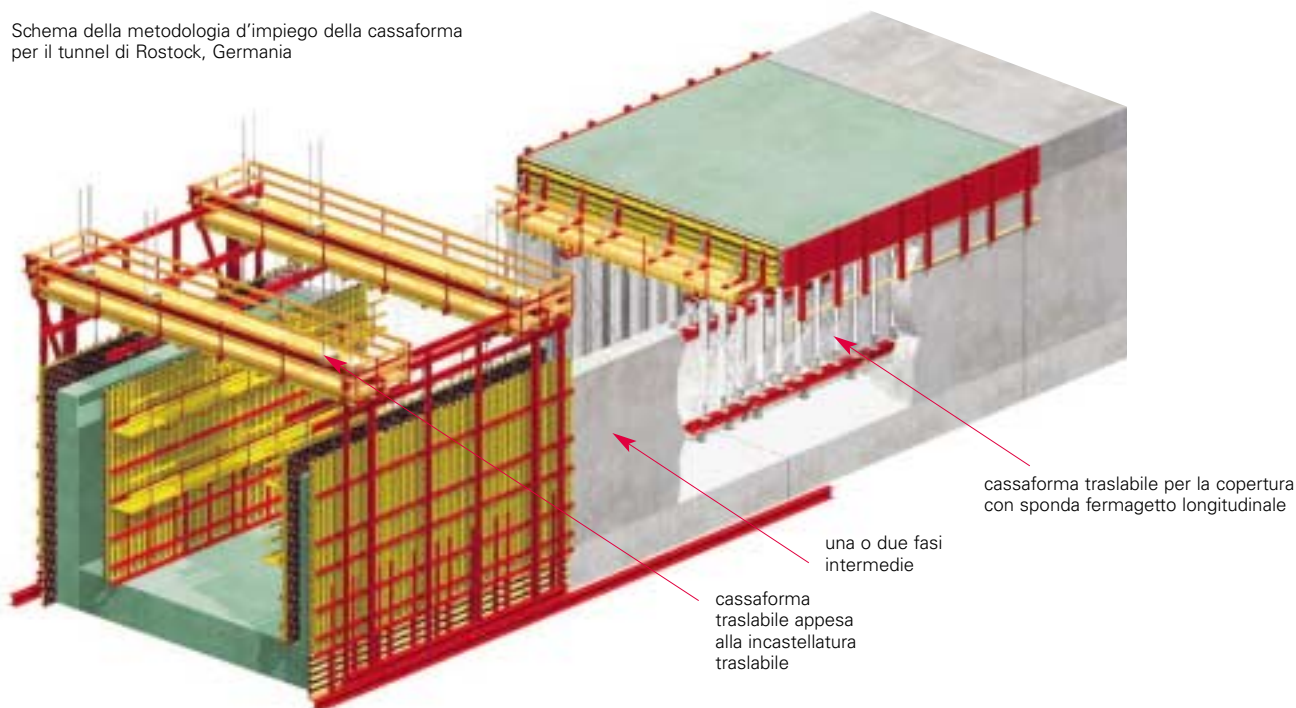
L'impiego di casseforme traslabili risulta economico dopo circa 10 cicli di costruzione.

La cassaforma è traslabile con meccanismo idraulico che consente il posizionamento durante le fasi di armatura e disarmo. In fase di getto le casseforme per pareti sono ulteriormente stabilizzate.



Tunnel insonorizzato nei pressi di Echting (Ammersee): una volta completati la platea di fondazione e i piedritti esterni, viene realizzato il piedritto intermedio che separa le due corsie. Quindi si passa alla costruzione della soletta di copertura.

Schema della metodologia d'impiego della cassaforma per il tunnel di Rostock, Germania



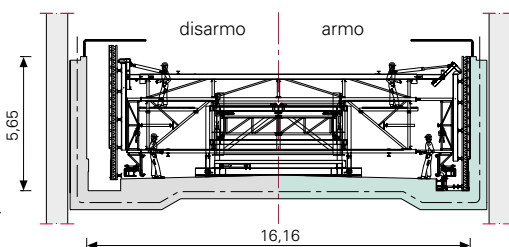
Per la platea di fondazione e le pareti viene scelta, in presenza di un numero ridotto di fasi di getto (< 7), una cassaforma per pareti accoppiata ad una intelaiatura di profili in acciaio e movimentabile con la gru.

Nel caso di più cicli di costruzione, la cassaforma viene utilizzata con un incastellatura a portale al quale sono appese le unità di cassaforma per pareti.

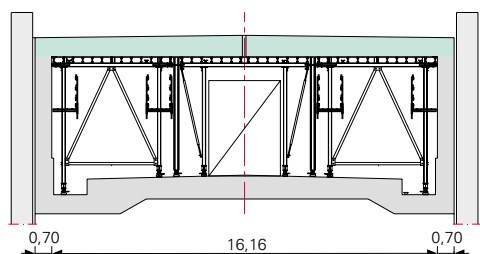
Per la sponda fermagetto laterale della copertura viene utilizzata un'altra cassaforma posta su passerelle di ripresa. La cassaforma per la copertura viene realizzata con attrezzatura provvisoria di serie oppure con un'attrezzatura specifica per consentire il passaggio sotto la stessa.

1° Variante:

Realizzazione della sezione scatolare con cassaforma con un solo paramento. Non sono necessari i tiranti.



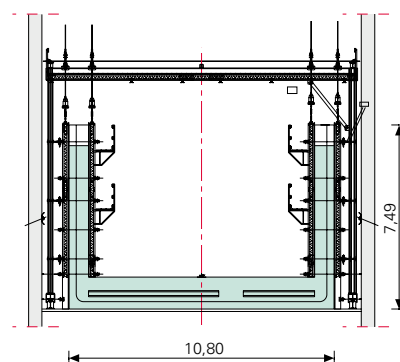
Copertura:



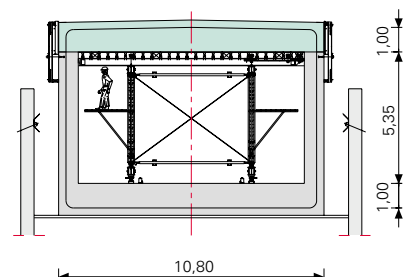
Cassaforma per la soletta di copertura posizionata.

2° Variante:

Realizzazione della sezione scatolare con l'utilizzo dei tiranti di collegamento. I tiranti devono essere a tenuta stagna. A tale scopo viene impiegato, per esempio, il sistema di tiranti PERI DK o SK.



Copertura:



Impiego della cassaforma traslabile per la soletta di copertura.

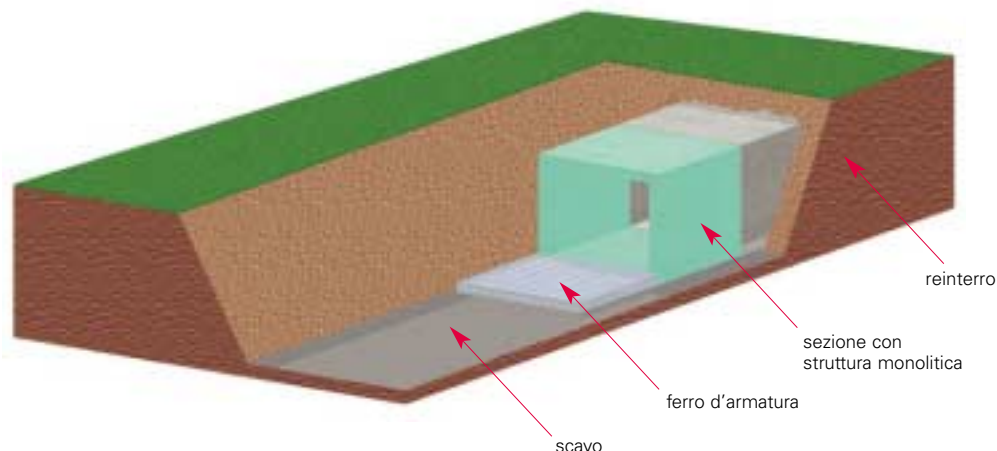
Metodo per realizzare la sezione con struttura monolitica in un'unica fase di getto

Con questo metodo la platea di fondazione, piedritti e soletta di copertura vengono realizzati in un'unica fase di getto. Ciò significa che tutti gli elementi strutturali devono essere realizzati contemporaneamente.

Per la realizzazione con sezioni di gallerie monolitiche è possibile utilizzare due tipologie di attrezzatura provvisoria:

- la variante con centine di traslazione
- la variante con carro ed incastellatura

Fasi avanzamento cantiere



■ Variante con centine di traslazione

Questo metodo è stato introdotto da PERI già nel 1988 per la realizzazione della galleria ferroviaria di Ismaning, in Germania. Da allora sono state impiegate con successo diverse varianti di questa soluzione. Un esempio è la cassaforma semovente per tunnel più grande del mondo realizzata per la costruzione del tunnel Öresund, che collega la Danimarca alla Svezia.

Una volta indurito il calcestruzzo, le cosiddette centine di traslazione, di lunghezza pari a due fasi di getto, vengono movimentate in corrispondenza del successivo ciclo di costruzione. Le casseforme interne sono agganciate alla centina di traslazione, che si appoggia sul concio già realizzato con un meccanismo idraulico. Dopo aver montato l'armatura della platea di fondazione, la cassaforma esterna dei piedritti viene movimentata con l'ausilio di una trave di orditura secondaria posta sulla centina di traslazione. Una volta messo in opera il ferro d'armatura dei piedritti esterni, la cassaforma interna (pareti e soletta di copertura), agganciata alla centina, viene movimentata per la successiva fase di getto. Tutti i movimenti sono controllati da un meccanismo idraulico.



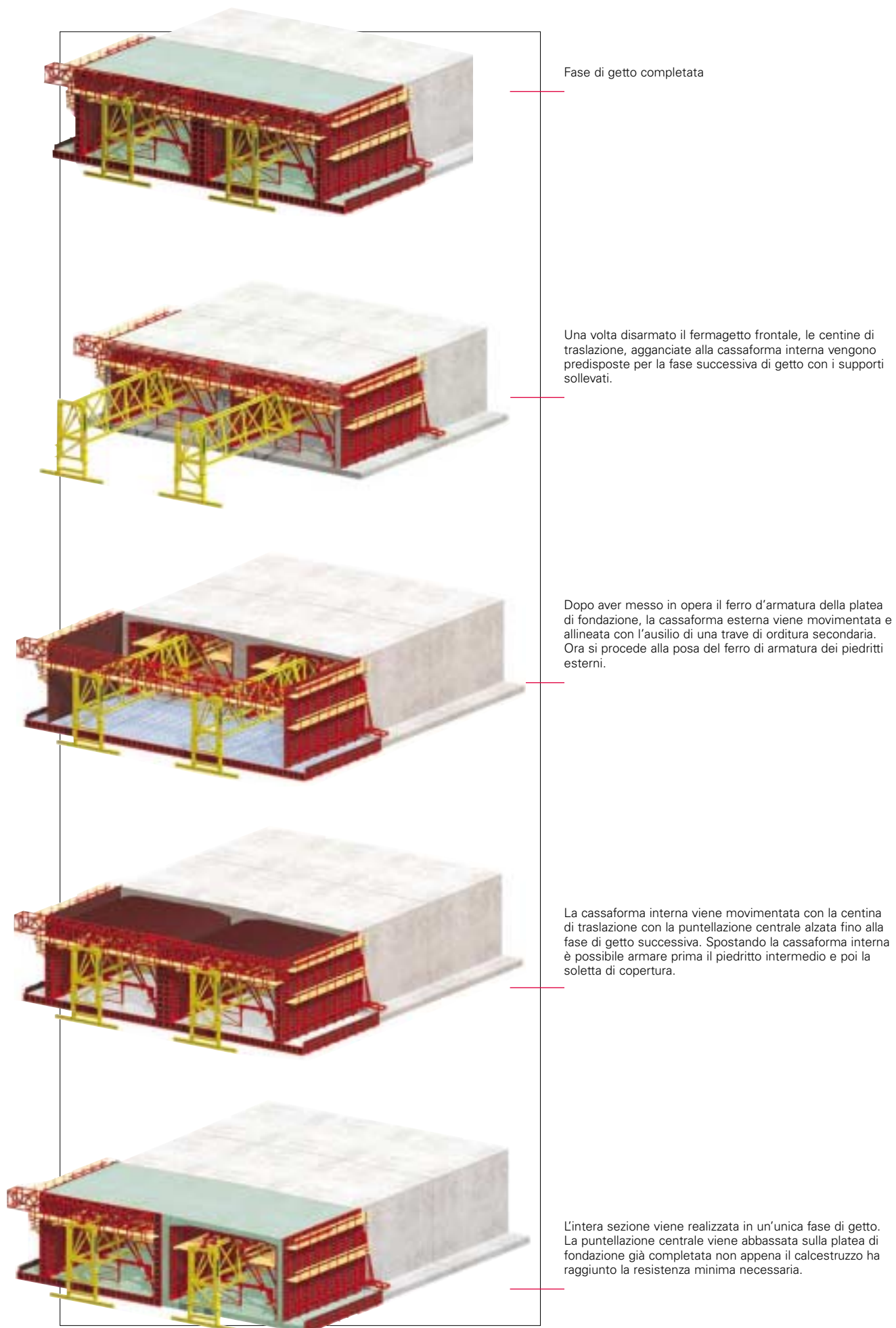
Galleria di Lüsslingen, Svizzera

Questa variante viene utilizzata per gallerie sommerse parzialmente o completamente nell'acqua e caratterizzate da più di 50 conchi di costruzione (cicli di costruzione). I conchi standard sono lunghi da 10 a 24 m.

Questo metodo consente una riduzione dei costi di costruzione in quanto non necessita di giunti di costruzione e prevede una quantità minore di ferro d'armatura.

Inoltre, non essendo necessari i giunti di costruzione all'extradosso della platea di fondazione, risultano superflui anche gli interventi di impermeabilizzazione della struttura.

Schema di procedimento di costruzione con centine di traslazione



■ Variante con incastellatura ed carro di movimentazione

Anche in questo caso la platea di fondazione, i piedritti e la soletta di copertura vengono realizzati in un'unica fase di getto.

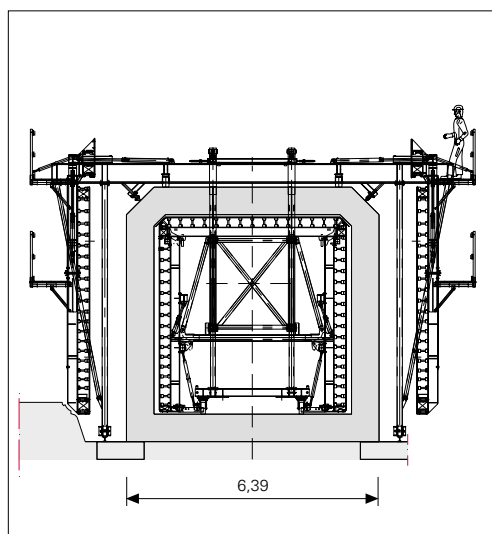
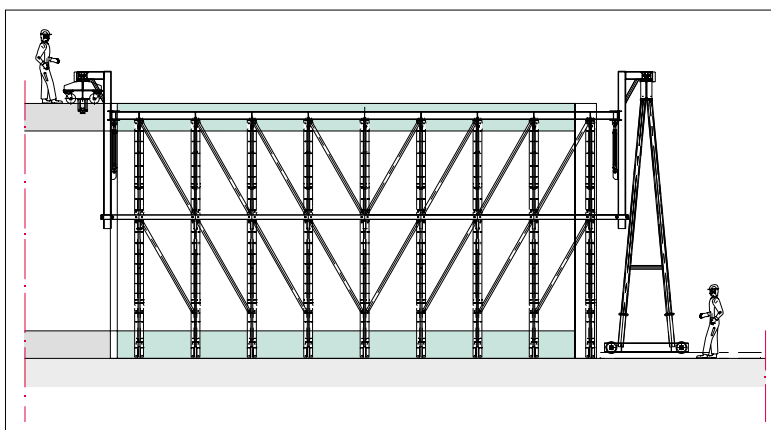
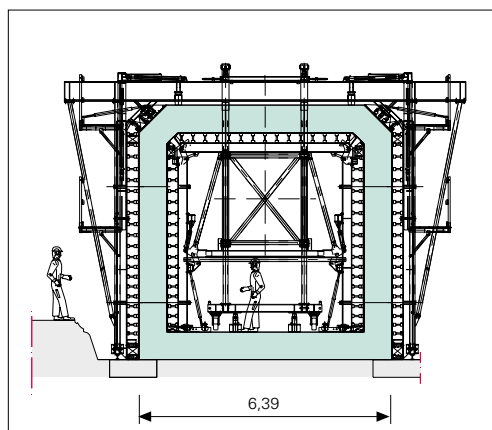
Una volta indurito il calcestruzzo e disarmati i fermagetti frontali, la cassaforma interna viene abbassata e spinta in avanti con l'attrezzatura provvisoria di movimentazione. La cassaforma interna è fissata ad una incastellatura semovente, che è agganciata alla struttura portante, mentre con la parte opposta si appoggia all'extradosso del sottofondo di traslazione.

La cassaforma esterna, supportata anch'essa dall'incastellatura a portale, viene spostata verticalmente rispetto alla parete per effettuare il disarmo.

Una volta armata la successiva platea di fondazione, l'incastellatura viene traslata insieme alle casseforme interna ed esterna fino alla posizione del successivo ciclo di costruzione. Tutti i movimenti sono controllati da un meccanismo idraulico.

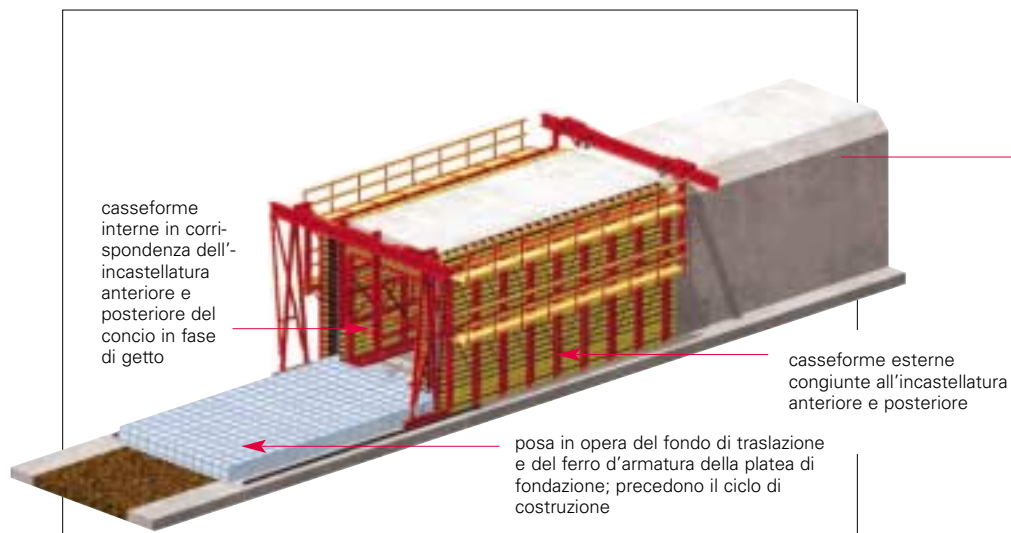
Questa variante viene impiegata per sezioni di galleria con sezione monoscotolare e di larghezza ridotta, quando non è necessaria una ulteriore puntellazione ausiliaria della soletta di copertura. Un impiego economicamente vantaggioso della cassaforma si ha a partire da circa 35 cicli di costruzione.

Come nel caso del metodo per strutture monolitiche con centine di traslazione descritto precedentemente, i vantaggi di questo metodo sono dati da una riduzione dei costi per il ferro d'armatura, dalla riduzione degli interventi di impermeabilizzazione e dall'accelerazione dei cicli di costruzione.



Veduta notturna del cantiere della metropolitana di Praga. La cassaforma proposta da PERI ha consentito di completare ogni ciclo di costruzione del tunnel in cinque giorni invece che in sette come previsto inizialmente.

Schema di procedimento di costruzione
con il carro di movimentazione ed incastellatura



Sezione completata.
Fermagetti laterali rimossi.
Viene armata la successiva sezione.



La cassaforma interna viene posizionata mentre la cassaforma esterna viene allontanata. Le casseforme esterne sono congiunte alla incastellatura semovente e la cassaforma interna supportata dall'incastellatura a portale viene posizionata. Ora deve essere allineata la cassaforma interna. Successivamente vengono armati i piedritti.



Dopo aver armato la cassaforma esterna vengono messi in opera i tiranti. Quindi si passa alla posa del ferro di armatura della soletta di copertura e al montaggio dei fermagetti frontali. Infine, viene realizzata l'intera sezione in un'unica fase di getto.

Procedimento di costruzione in sotterraneo con copertura

Questo tipo di procedimento viene utilizzato in particolare nelle aree metropolitane allo scopo di non ostacolare la circolazione dei veicoli.

Procedura:

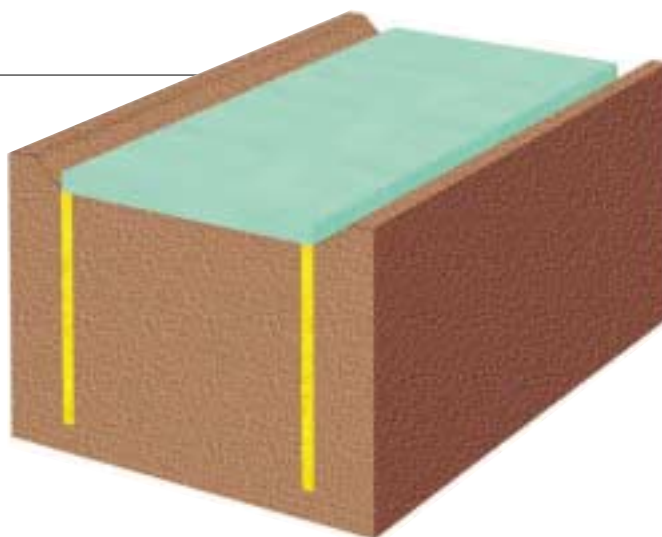
A destra e sinistra del futuro tracciato del tunnel viene realizzato un diaframma in c.a. Su questi diaframmi e sul terreno contenuto tra gli stessi viene realizzata la copertura del tunnel (fig. A).

Una volta indurito il calcestruzzo della copertura si procede allo scavo sottostante. Dopo aver completato la platea di fondazione (fig. B) vengono messe in opera le casseforme per i piedritti con un solo paramento e si procede alla posa in opera del calcestruzzo contro i diaframmi (fig. C).

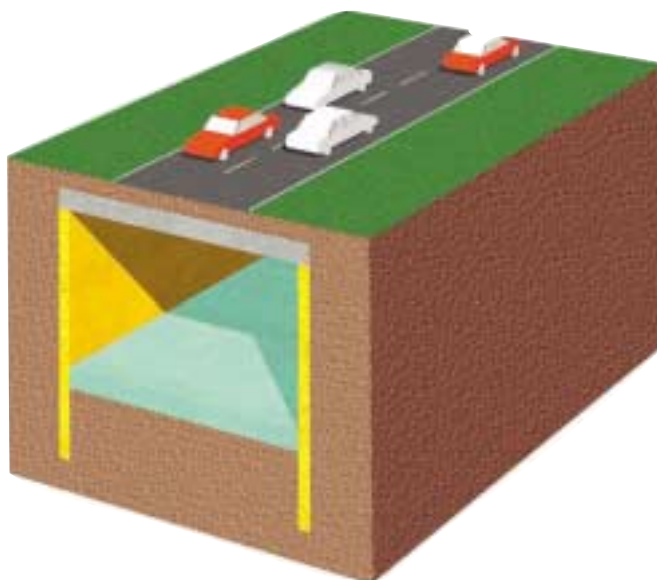
Una volta completata la copertura, l'area soprastante il cantiere può essere riaperta al traffico senza interferire con l'andamento dei lavori in sotterraneo.

Solitamente le sezioni di questi tunnel sono scatolari.

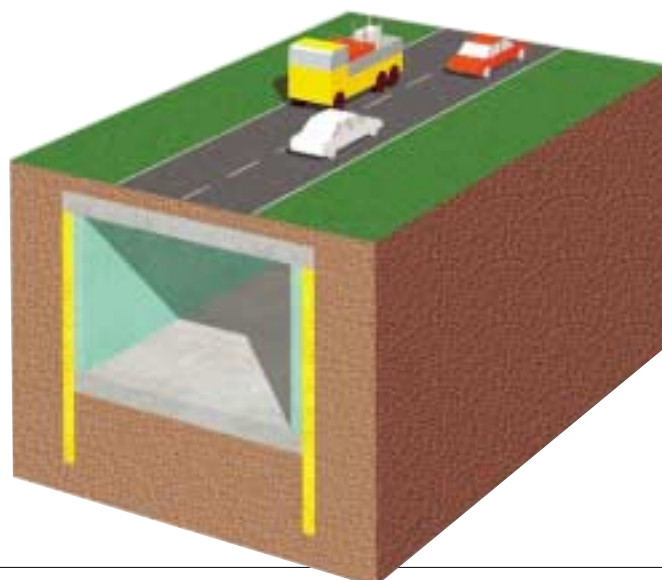
A

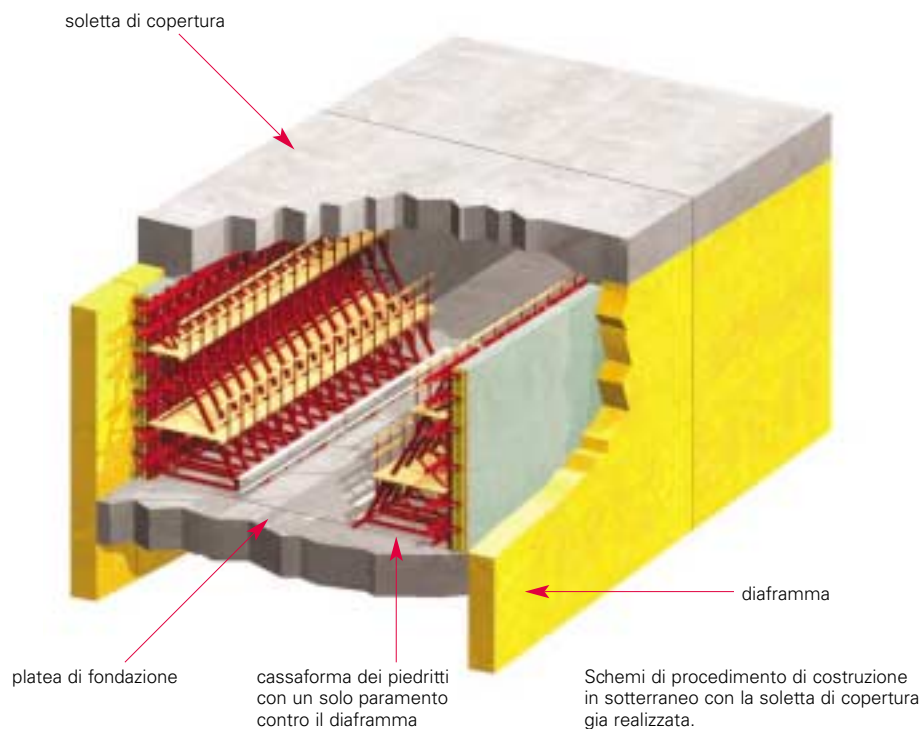


B



C





La scelta del sistema di casseforme più conveniente dipende dalle esigenze di ciascun cantiere, per esempio la durata e la frequenza degli impieghi oppure la finitura superficiale del calcestruzzo richiesta dalle specifiche tecniche.



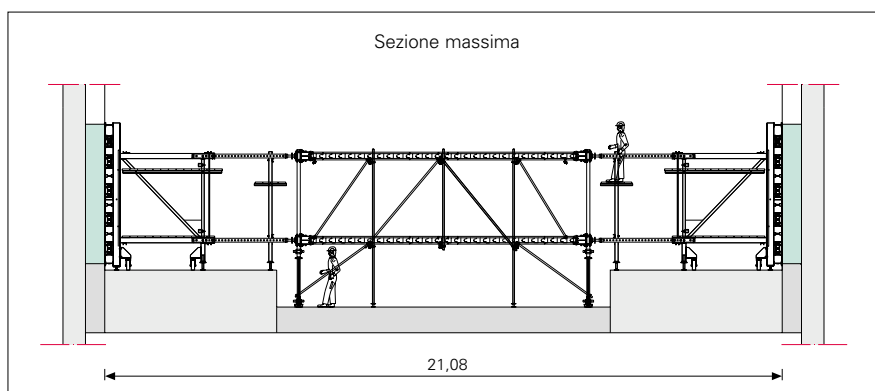
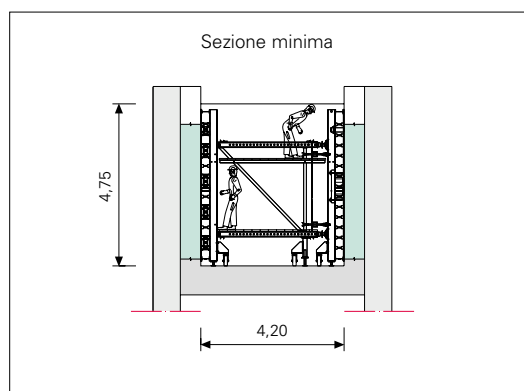
Varianti della soluzione con cassaforma per pareti:

Variante 1

Pareti con un solo paramento realizzate con cassaforma a telaio TRIO e puntellazioni di sostegno SB.
Stazione della metropolitana di Bayview, Toronto, Canada

Variante 2

Cassaforma VARIO a travi per pareti con controventature trasversali montata su un carro semovente che facilita l'adattamento alle larghezze differenti della sezione.



Procedimento di costruzione in sotterraneo

Questo metodo viene impiegato quando la galleria si trova a una profondità tale per cui la costruzione a cielo aperto risulterebbe non economica, quando non è possibile realizzare uno scavo a cielo aperto oppure nel caso in cui le strutture sopra la galleria non permettano altri procedimenti di costruzione.

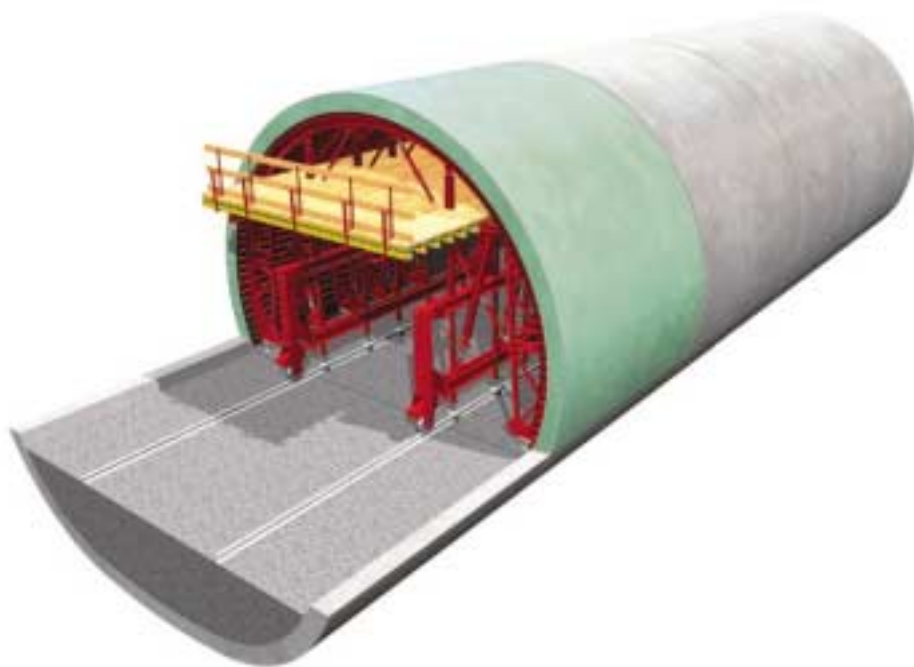
Una volta aperto lo scavo del tunnel sotterraneo, che si può ottenere mediante esplosione, mediante frese di perforazione o con altri metodi, come il nuovo metodo austriaco, si procede alla messa in opera di un rivestimento di protezione dei paramenti dei tronconi «grezzi». Ciò avviene tramite un rivestimento di sicurezza realizzato con calcestruzzo spruzzato (spritzbeton) e il fissaggio del rivestimento con ancoraggi alla roccia oppure con il montaggio di elementi prefabbricati (i cosiddetti Tübbing).

Dopo aver applicato un rivestimento di impermeabilizzazione viene realizzata la platea di fondazione orizzontale oppure, se la geometria della sezione lo richiede, utilizzando una cassaforma per l'arco rovescio. Infine vengono gettati contemporaneamente o separatamente i piedritti laterali e la calotta di copertura.

Procedimento di costruzione di una galleria con sezione costante

Solitamente, in presenza di sezioni costanti vengono utilizzate casseforme circolari o policentriche traslabili. Le casseforme dei piedritti e della calotta vengono armate e disarmate più volte con l'ausilio di un meccanismo idraulico che inoltre le movimentata da un ciclo di costruzione all'altro.

Dato il numero elevato di impieghi e la pressione elevata esercitata del calcestruzzo sulla cassaforma vengono spesso utilizzate casseforme metalliche.



Cassaforma metallica su carro a portale semovente. La messa in opera e il disarmo sono effettuati con un meccanismo idraulico.

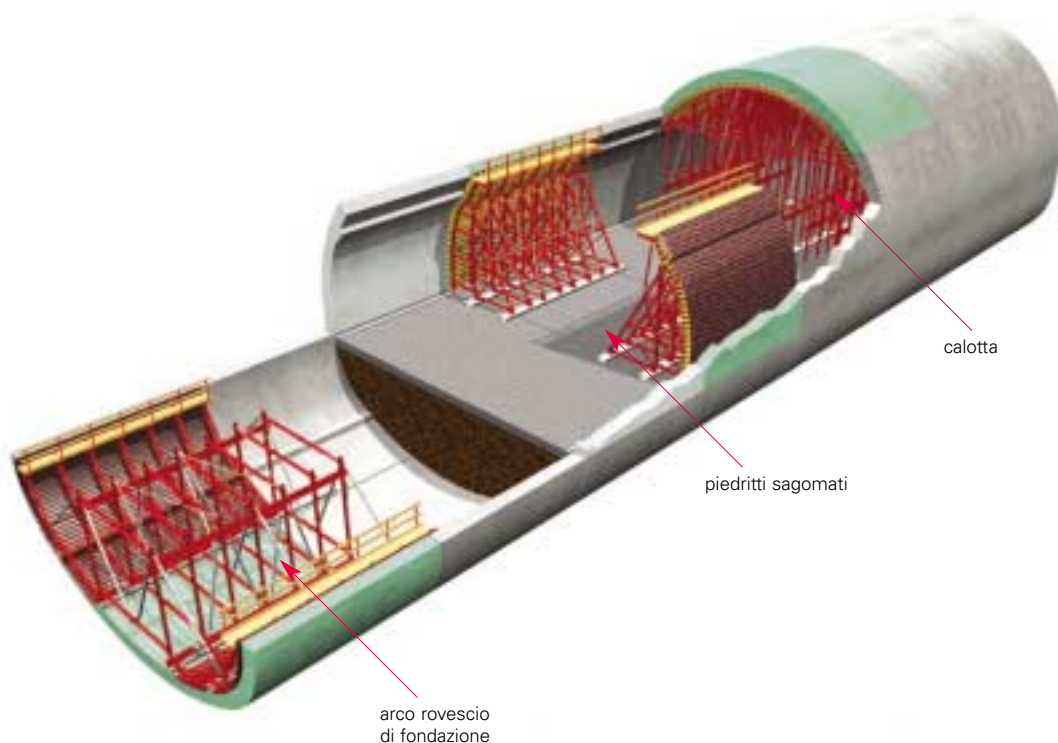


Schema d'impiego della cassaforma traslabile con sezione circolare o policentrica

I piedritti e la calotta vengono realizzati contemporaneamente. La messa in opera ed il disarmo sono effettuati con un meccanismo idraulico.

Carro semovente a portale
La struttura della cassaforma traslabile consente il passaggio indisturbato dei veicoli del cantiere lungo la galleria.
Galleria di Belchen, Svizzera.

Procedimento di costruzione di una galleria a sezione policentrica



In presenza di sezioni a geometria variabile, per esempio nel caso di rientranze o allargamenti di corsie, l'intera sezione viene realizzata solitamente in più fasi. È possibile adottare questo metodo anche per gallerie orizzontali, oblique o verticali.

Le sezioni della galleria sono prevalentemente con calotta.

Come nel caso della cassaforma traslabile per piedritti e soletta di copertura (procedimento di costruzione a cielo aperto), la cassaforma trasla per consentirne l'avanzamento. Nelle costruzioni in sotterraneo la massima pressione del calcestruzzo risulta agente sulla calotta di copertura ed è decisamente superiore alla pressione presente nelle costruzioni a cielo aperto. Per tale motivo e dato che le pressioni esercitate dal calcestruzzo fresco vengono trasferite sulla cassaforma senza tiranti, le strutture di orditura devono essere più resistenti rispetto a quelle realizzate nelle costruzioni a cielo aperto.

La cassaforma dei piedritti viene progettata in modo da poter sostenere una pressione del calcestruzzo di 60–100 kN/m² (80–120 kN/m² per la calotta).

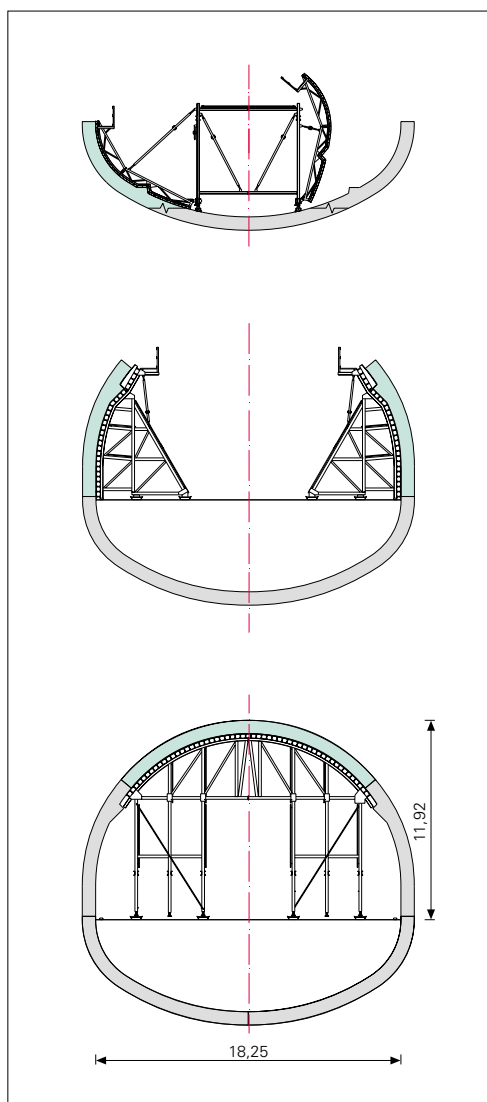
La **cassaforma dell'arco rovescio**, che viene spesso montata su carri semoventi, può essere spostata facilmente e posizionata con precisione.

Oltre all'arco rovescio della galleria vengono spesso realizzate anche travi e supporti per le successive casseforme dei piedritti o della calotta.

I **piedritti laterali** vengono realizzati con casseforme per realizzare il rivestimento primario. Nel caso di sezioni di larghezza elevata, le unità di cassaforma adattate alla geometria della galleria, sono fissate alle puntellazioni di sostegno. (vedi costruzione in sotterraneo con copertura cassaforma per pareti, pag. 17).

Nel caso di galleria con larghezze ridotte le casseforme possono essere controventate anche trasversalmente, sempre che non sia necessario garantire il transito degli automezzi di cantiere.

Per gallerie con meno di 10 cicli di costruzione, le **casseforme della calotta** vengono realizzate solitamente con componenti di serie, orditure metalliche e pannelli di rivestimento di legno. Per le gallerie con più di 10 cicli di costruzione, vengono impiegate casseforme metalliche che a partire da circa 20 fasi di getto possono essere movimentate per la messa in opera e il disarmo oppure per la traslazione con l'ausilio di un meccanismo idraulico.



Tunnel di Crapteig, Svizzera: prima vengono realizzati i piedritti laterali, poi la calotta.

Opere complementari e di servizio delle gallerie

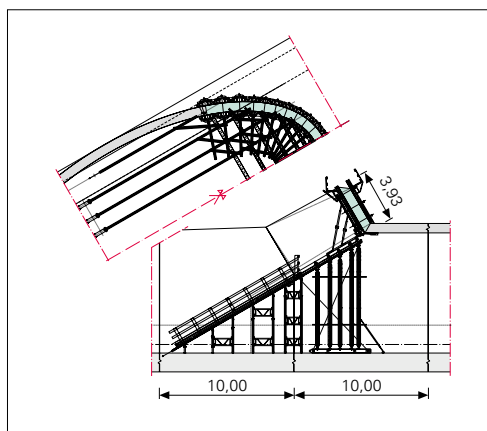
Per poter usufruire delle gallerie/tunnel in condizioni di massima sicurezza è necessario realizzare oltre alle strutture principali opere strutturali secondarie, complementari e di

servizio di diversa natura, quali portali, rientranze e piazzole di sosta, cunicoli di fuga e di ventilazione e per servizi tecnologici. Anche le pareti di sostegno, le gallerie e i condotti di

ventilazione sono strutture da tenere in considerazione al momento della costruzione di una galleria.

■ Portali

Indipendentemente dal procedimento di costruzione scelto e dalla cassaforma impiegata, tutte le gallerie presentano portali situati all'entrata e all'uscita. A seconda del progetto architettonico o strutturale e del livello di impatto ambientale, i portali vengono realizzati con forme diverse. Generalmente presentano molteplici raggi di curvatura, pertanto la relativa cassaforma risulta di complessa esecuzione.



Portale a becco di flauto. Ingresso della galleria ferroviario ICE, Idstein, Germania.

■ Rientranze e piazzole di sosta

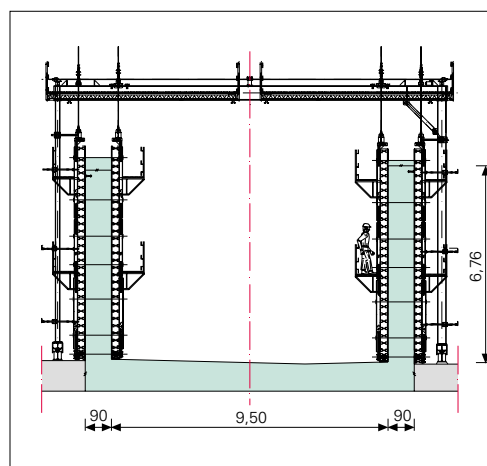
Nella gran parte dei casi si trovano all'interno della galleria e si presentano come sezioni più ampie.



Piazzola per sosta di emergenza nella galleria di Pomy, Svizzera.

■ Galleria scatolare

In caso di esigenze particolari in termini di ermeticità delle sezioni, non è possibile realizzare giunti di ripresa tra la platea di fondazione e i piedritti della galleria. Pertanto la platea di fondazione e i piedritti vengono messi in opera contemporaneamente e completati in un'unica fase di getto (vedi sezione riguardante la realizzazione di una sezione monolitica; tecnica di costruzione di fondo + piedritti/ copertura, pag. 10).



Tunnel stradale impermeabile all'acqua realizzato con struttura scatolare; circonvallazione di Ertingen, Germania

■ Pareti di sostegno

Pareti di sostegno di forma, dimensioni e superficie diverse vengono realizzate in particolare per la protezione di gallerie scavate direttamente nel terreno e destinate al traffico ferroviario o veicolare. In base alle condizioni presenti vengono utilizzate casseforme a travi o telaio per pareti con un solo rivestimento (primario) o con doppio rivestimento (secondario). La movimentazione da una fase all'altra di getto viene effettuata per unità di grandi dimensioni con l'ausilio della gru oppure, se previsto, le casseforme sono semoventi.

Cunicoli e condotte di ventilazione



Di struttura simile ai cunicoli di fuga e d'accesso, ma caratterizzate solitamente da sezioni più ridotte, le condotte di ventilazione vengono impiegate a seconda del loro orientamento per l'immissione o l'emissione dell'aria.

Anche le condotte di ventilazione possono presentare sezioni molto diverse.

Condotta di ventilazione della galleria Sommerberg, Hausach, Germania.

Cunicoli di fuga e accesso

Caratterizzate da sezioni di forma diversa, rappresentano le strutture di servizio delle gallerie, utilizzate per motivi di sicurezza. Inoltre, consentono ai tecnici l'accesso agli impianti.



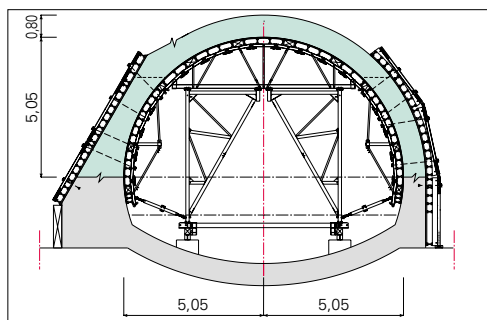
Cassaforma per condotta full-round (verticale), Svizzera.



Cunicolo di accesso della galleria di Sachseln, Svizzera.

Gallerie artificiali

Vengono realizzate nelle zone montuose per proteggere il traffico ferroviario o stradale da neve o possibili frane, oppure per ridurre l'inquinamento acustico nelle zone residenziali. Per la costruzione di gallerie è possibile impiegare diversi sistemi di attrezzature provvisorie, per esempio quelli utilizzati nel procedimento di costruzione a cielo aperto (vedi pag. 6), nonché ricorrere alle casseforme traslabili (vedi pag. 8).



Sezione in corrispondenza delle piazzole.



Galleria artificiale Valdisotto, Sondrio, Italia

Metodi di realizzazione

Gli elementi strutturali di queste costruzioni (p.es. pareti, pilastri e solette di copertura), realizzati in cemento armato, vengono costruiti adottando metodologie consuete e sistemi di attrezzature provvisorie di serie.

Canali e collettori

Opere di canalizzazione vengono realizzate sia con il procedimento di costruzione a cielo aperto sia in sotterraneo, con sezioni variabili e per scopi diversi, per esempio canali di drenaggio, opere di servizio per centrali elettriche oppure come rete della fognatura delle città. Anche in questo caso, come per le costruzioni orizzontali, è possibile procedere con fasi di costruzione economiche e tempi ridotti utilizzando casseforme per cunicoli o per condotte.

Procedimento di costruzione a conci alternati

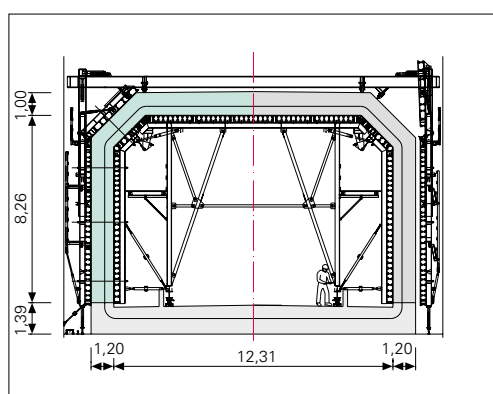
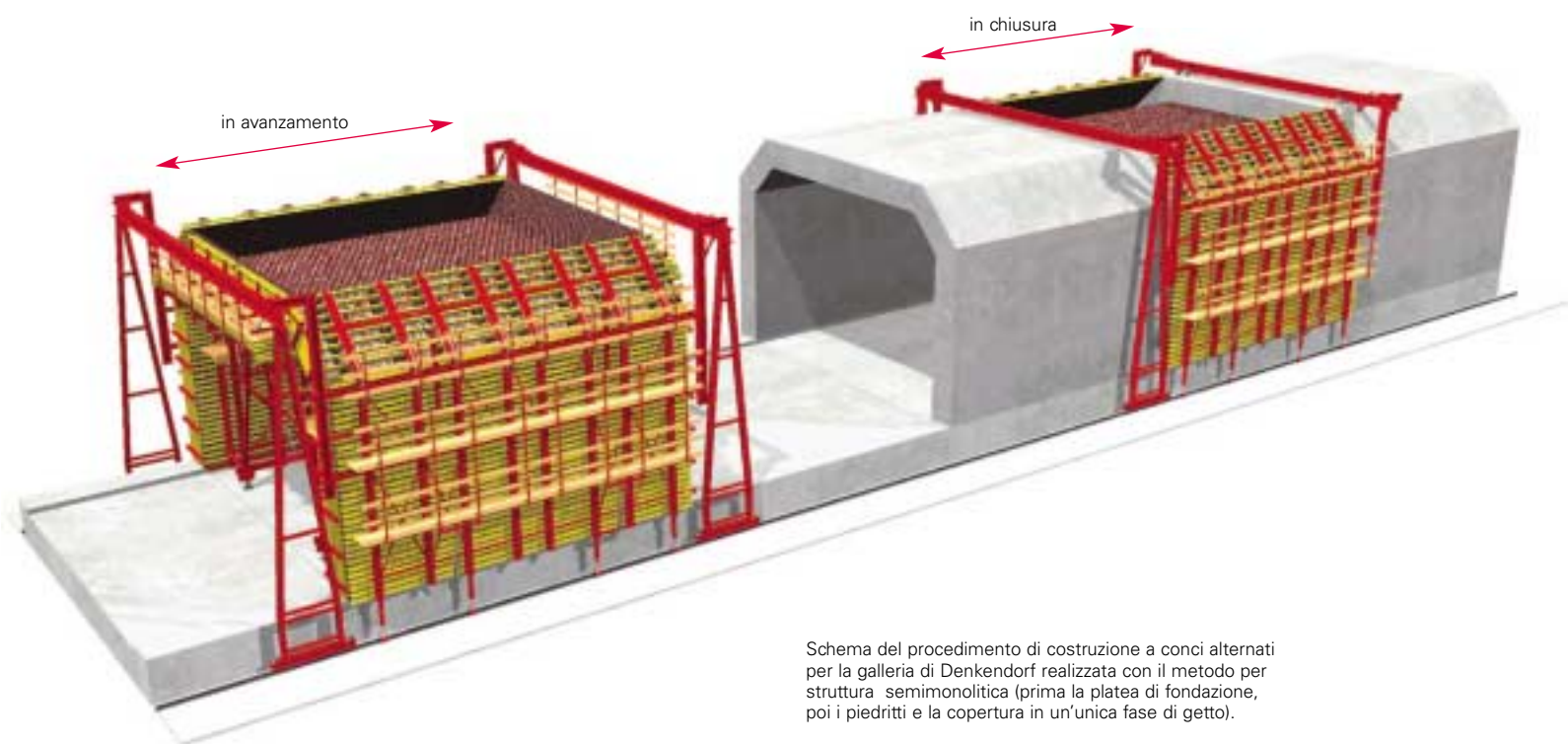
Il procedimento che riduce i tempi di costruzione

Questo metodo può essere impiegato in presenza di sezioni monolitiche e semimonolitiche per costruzioni a cielo aperto o in sotterraneo.

Se si schematizza il metodo, si richiede un impiego maggiore – se non doppio – di attrezzatura e manodopera, per ottenere un notevole risparmio di tempo.

Il ciclo di costruzione prevede due casseforme semoventi in due punti opportunamente distanziati. La prima attrezzatura esegue alternando i conci in avanzamento. La seconda cassaforma semovente esegue i getti di chiusura tra due conci già ultimati.

La prima cassaforma determina il ciclo di costruzione. Con questo procedimento si deve tenere conto dei dettagli più complessi, per esempio i giunti di costruzione o i fermagetti con presenza di giunti ad incastro.



Sezione con arco della cassaforma interna ed esterna in fase di getto (sx).
Rimozione degli ancoraggi per la fase di disarmo della cassaforma esterna per consentire la traslazione.



Cassaforma interna semovente in fase di traslazione (cassaforma traslata in corrispondenza del secondo ciclo di costruzione) poco prima di eseguire il getto di chiusura tra due conci. Nel cono di galleria già ultimato, i puntoni per stilate HD 200 vengono impiegati come puntellatura ausiliaria.

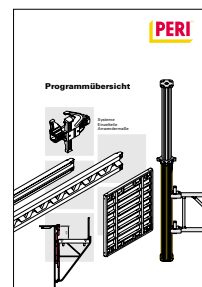
■ Attrezzature e componenti di serie dei sistemi PERI

PERI offre una vasta gamma di attrezzature, circa 4.000 prodotti, sviluppati per soddisfare le esigenze dei cantieri. Sono il risultato della collaborazione tra i tecnici dei reparti di ricerca, sviluppo e produzione con il riscontro nella pratica di cantiere.

Procedimenti produttivi razionali ed innovativi consentono di garantire precisione e sicurezza di funzionalità in cantiere e offrono ai nostri clienti prezzi vantaggiosi senza rinunciare ad un elevato livello qualitativo.

Tutte le procedure aziendali sono organizzate in base ai criteri del sistema di gestione della qualità EN ISO 9001. In tal modo si garantiscono sistemi di casseforme ed impalcature con elevato livello qualitativo e funzionale.

Questi prodotti collaudati ed aggiornati vengono impiegati dai nostri tecnici per gran parte dei progetti, riducendo così la necessità di componenti specifici e contenendo i costi prestazionali delle attrezzature provvisorie.



■ PERI Casseforme per cunicoli



La cassaforma di sezione scatolare realizzata per il collettore di fognatura di 2,00 x 2,30 m può essere movimentata da due uomini utilizzando attacchi con doppio albero di regolazione con ruote.

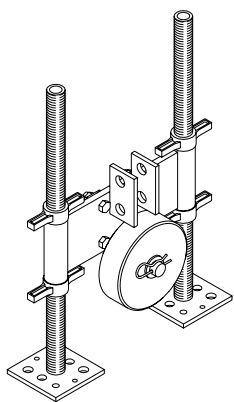


La cassaforma è posiziona per la fase di getto successiva.

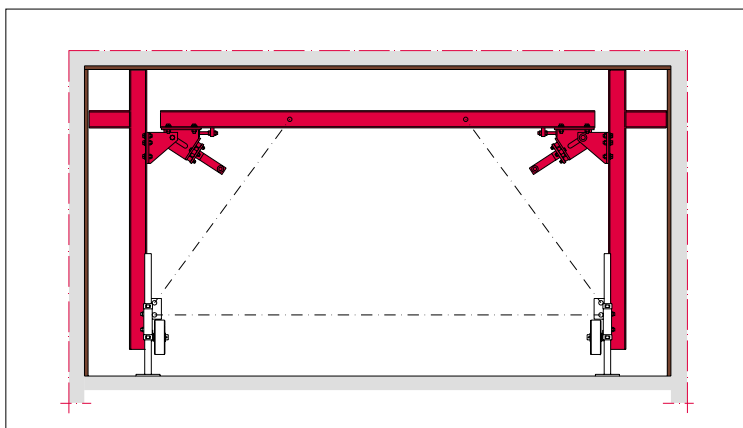
Con le casseforme per cunicoli è possibile realizzare pareti e solai di copertura in un'unica fase di getto.

Questa cassaforma consente di lavorare in modo estremamente razionale con costi e tempi ridotti, a condizione che le sezioni rimangano costanti e sia possibile un numero di impieghi elevato.

Le casseforme per cunicoli possono essere impiegate come unità singole di attrezzatura provvisoria oppure accoppiate. Le unità possono essere traslate da un ciclo di costruzione all'altro mediante ruote.



Doppi alberi di regolazione con ruota RKR. In fase di getto i carichi vengono trasferiti ai doppi alberi di regolazione. Per la fase di movimentazione la cassaforma viene abbassata sulle ruote.



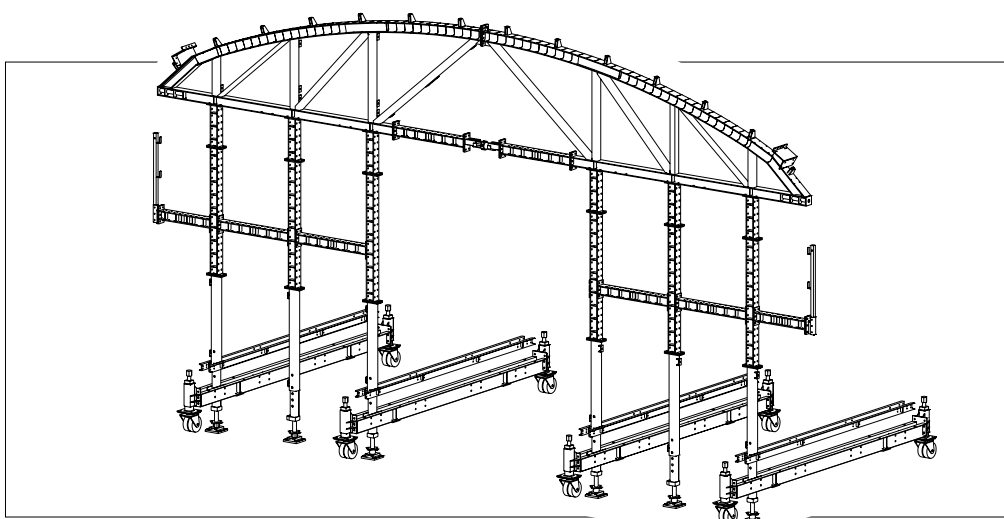
Telaio d'orditura RKR PERI (versione con due dispositivi regolabili d'angolo) per sezioni dei cunicoli (luce/altezza da 1,70/1,70 m).

Sistema di telai d'orditura

Questo sistema modulare consente di collegare componenti singoli di serie, per esempio correnti, diagonali, puntelli e centine di traslazione mediante unioni bullonate.

Ciò permette un adattamento economico alle sezioni di geometria variabile.

Con il sistema di telai d'orditure è possibile sostituire gran parte dei componenti specifici con componenti noleggiabili, garantendo così una riduzione dei costi.



Cassaforma traslabile per copertura a volta realizzata sulla base del sistema di telai di orditure.
Galleria di Eggflue, Svizzera



Sistema di telai d'orditure e correnti a snodo GRV per cassaforma di sezione policentrica semovente.
Galleria Vranani, Repubblica Ceca



Lavorare in modo efficiente con dettagli affidabili

Lo stato attuale della tecnologia delle casseforme per gallerie PERI è il frutto delle esperienze fatte nel corso di decenni con la costruzione di numerose opere infrastrutturali.

I complessi cicli di costruzione previsti con queste casseforme vengono studiati nei minimi dettagli e ottimizzati in termini di fattibilità e praticità.

Le casseforme traslabili vengono adattate in base alle richieste e alle esigenze del committente.

A tale scopo vengono valutate diverse soluzioni, dalle più semplici e convenienti casseforme alle pratiche casseforme traslabili, dotate di meccanismo idraulico per la messa

in opera e il disarmo nonché di quelle dotate di centralina elettrica per la movimentazione dell'intera unità di attrezzatura provvisoria.

Fermagetti frontali

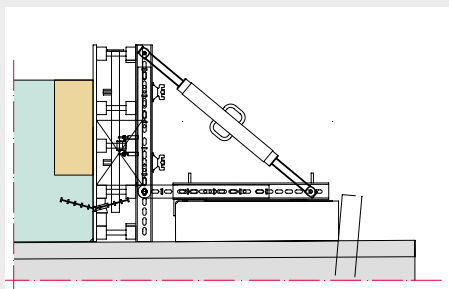
La realizzazione dei cicli di costruzione richiede in corrispondenza dei giunti verticali dei conci l'impiego dei cosiddetti fermagetti frontali.

Per ottenere un sistema efficiente in termini di costi è utile poter trasferire le azioni esercitate dalla pressione del calcestruzzo alle casseforme interne oppure alle casseforme interne e esterne, senza dover ricorrere ad ancoraggi aggiuntivi o strutture di sostegno.

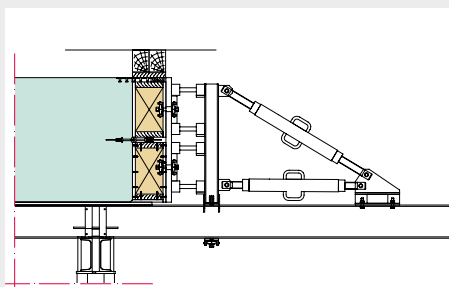
A seconda delle azioni esercitate sulla cassaforma può risultare necessario l'ancoraggio della cassaforma per piedritti o per il solaio alla fase di getto precedente.

I requisiti geometrici rappresentano solitamente una sfida per chi realizza le casseforme.

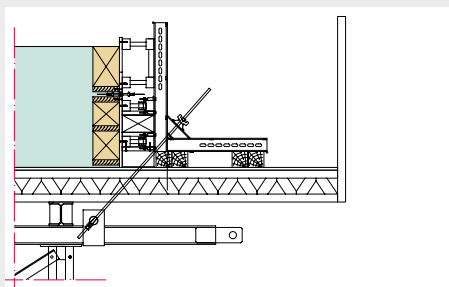
Per la tenuta tra i giunti dei conci devono essere utilizzati, per esempio, giunti di costruzione orizzontali e verticali. Inoltre sono necessari tipologie di giunti a completo ripristino della sezione strutturale (ferro di armatura passante o giunti ad incastro). Devono essere predisposti anche supporti nella cassaforma ed eventuali inserti di riservazione supplementari.



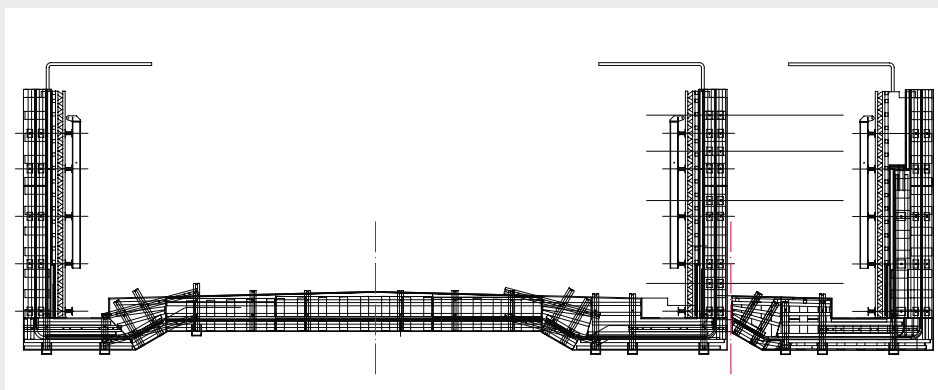
Esempio della sponda fermagetto della platea di fondazione.



Esempio di fermagetto in corrispondenza del piedritto.



Esempio di fermagetto in corrispondenza del solaio di copertura.

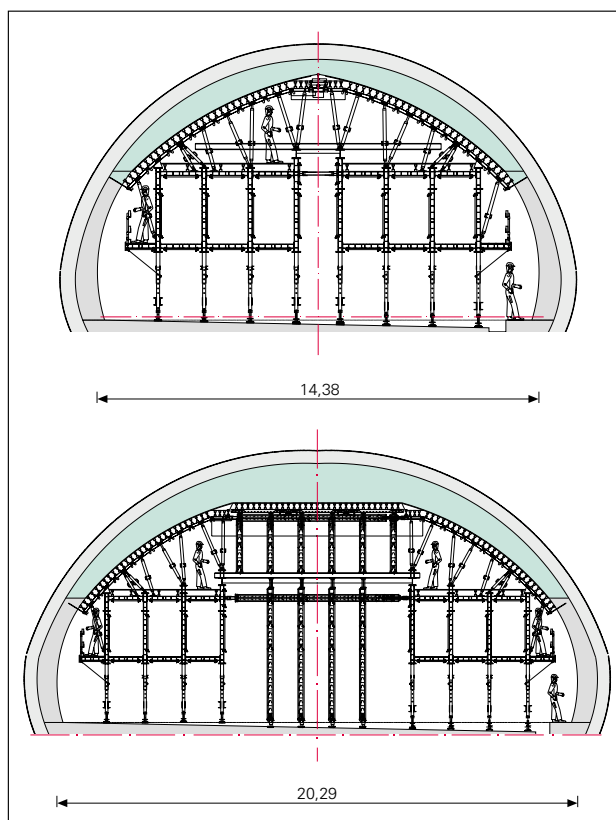
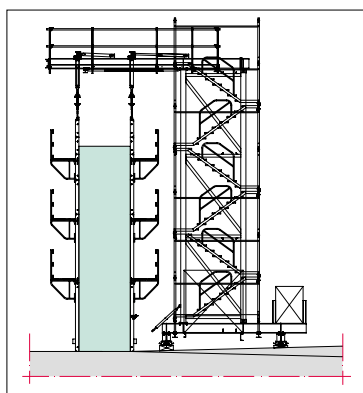


Vista del fermagetto della fondazione e delle pareti realizzati per struttura semimonolitica.

Esecuzione delle coperture e dei piedritti

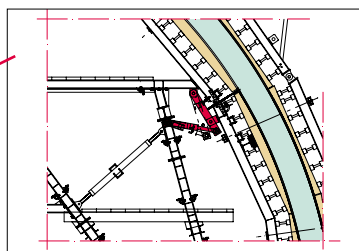
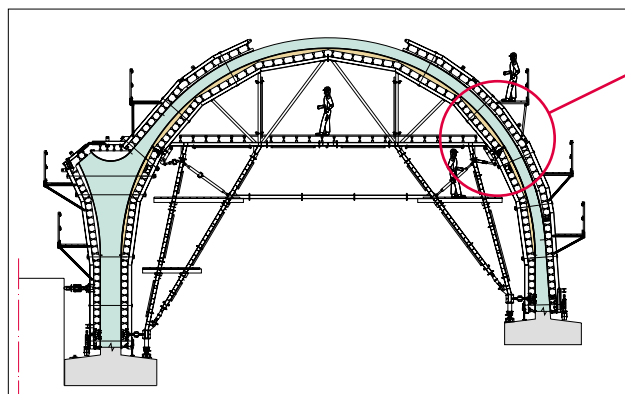
Oltre ai fermagetti anche le sezioni variabili delle gallerie richiedono interventi che consentano l'adattamento e la modifica delle casseforme durante i cicli di costruzione. In tal modo anche in presenza di piazzole, condotti di ventilazione e sezioni ampliate situate alla fine/inizio o nella parte centrale della galleria è possibile realizzarle con la stessa attrezzatura provvisoria. A questa tipologia di attrezzature appartengono casseforme sovrapponibili specifiche per piedritti, casseforme per solai di copertura con dispositivi telescopici e calotte con geometria variabile.

Esempio di erezione di un piedritto: l'adattamento è ottenibile mediante sovrapposizione degli elementi a telaio sospesi a un'incastellatura a portale traslabile.



Esempio di sezione della calotta con geometria variabile: l'adattamento alle altezze viene effettuato regolando i singoli montanti del sistema d'orditura (in alto). Per l'adattamento alle larghezze vengono impiegate le orditure e i puntoni del sistema HD 200

Metodi di messa in opera e disarmo

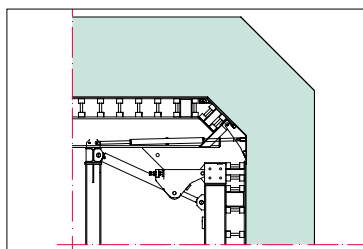


Dettaglio delle procedure di messa in opera e disarmo di una cassaforma della calotta.

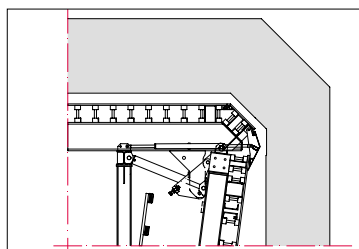
Per poter impiegare più volte un sistema senza dover effettuare significativi interventi di manutenzione straordinaria, è importante proteggere i bordi del rivestimento nelle posizioni più a rischio, come quelli in corrispondenza dei dispositivi di disarmo. A tale scopo deve essere predisposta una direzione di disarmo di 45° – 90° , evitando una coesione fra il bordo della cassaforma ed il calcestruzzo indurito.

Ciò è da tenere particolarmente presente in caso di pannelli di rivestimento in tavole di legno con giunti ad incastro (scanalatura e linguetta).

Estratto dei disegni di montaggio per galleria con sezione policentrica: cassaforma interna ed esterna.

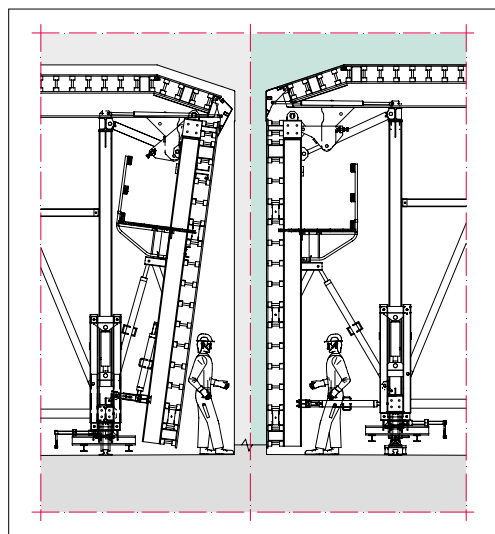


Cassaforma interna posizionata dopo l'armo.



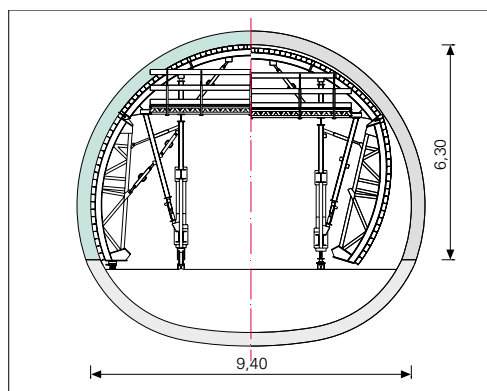
Cassaforma interna dei piedritti e della soletta di copertura disarmate.

Campo di disarmo



La cassaforma interna per piedritti viene spostata per consentire la pulizia e la posa del ferro di armatura.

Con la procedura di costruzione a cielo aperto e in sotterraneo, le casseforme devono permettere configurazioni predisposte per il disarmo, che consentano la pulizia e la movimentazione da un ciclo all'altro.



Sezione di tunnel della metropolitana realizzato in sotterraneo. La cassaforma metallica viene arretrata e abbassata con l'ausilio di un meccanismo idraulico. Campo di disarmo: da 10 a 50 cm.

Questi valori dimensionali devono essere stabiliti in base ai cicli di costruzione e alla posa del ferro di armatura.

Valori dimensionali empirici del campo di disarmo:

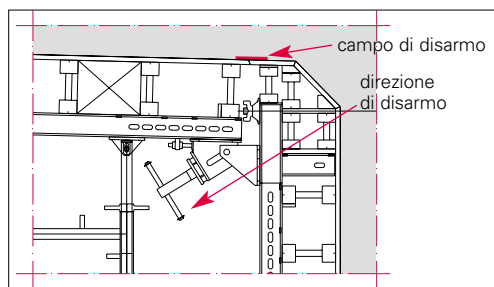
Procedura di costruzione a cielo aperto:

- copertura > 10 cm
- piedritti 10-50 cm

Procedura di costruzione in sotterraneo:

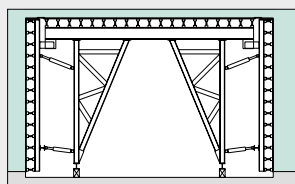
- sezione circolare (copertura + piedritti) 10-50 cm

I valori indicati possono variare notevolmente da un caso all'altro e non sono quindi da considerarsi vincolanti.

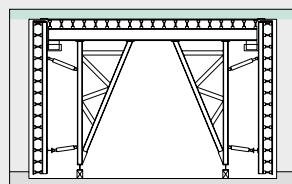


Dettaglio
Disarmo del piedritto del. nel caso di impiego dispositivo regolabile d'angolo

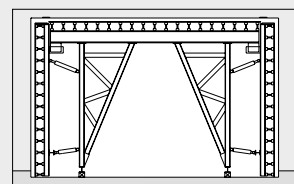
Schema di disarmo della cassaforma traslabile per galleria



1. Messa in opera della cassaforma dei piedritti e della copertura



2. Casseforme dei piedritti disarmate



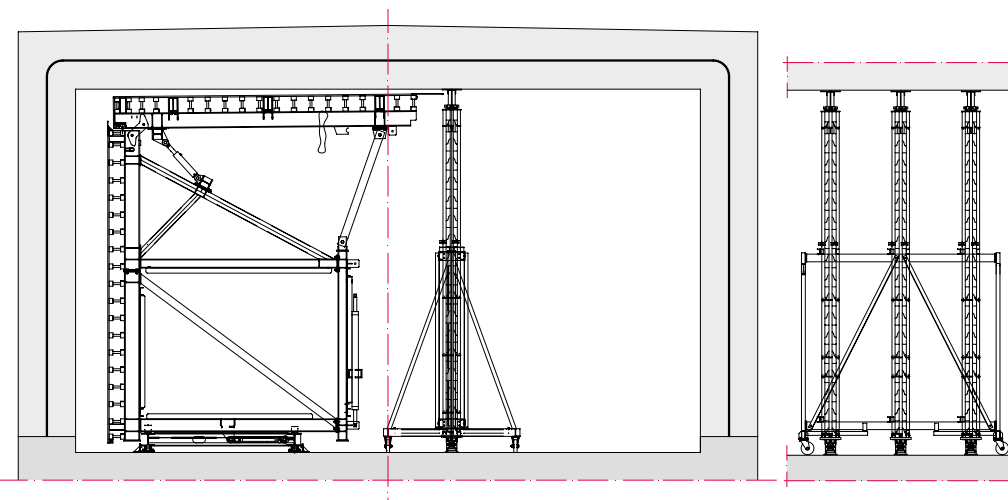
3. Casseforme della copertura e dei piedritti abbassate. La cassaforma traslabile si appoggia su ruote e in questo modo può essere movimentata.

Puntellazioni supplementari

La puntellazione supplementare consente di ridurre i tempi di costruzione.

Infatti, grazie alla luce ridotta della struttura in c.a., si riducono i tempi di disarmo. In tal modo è possibile movimentare la cassaforma per gallerie più velocemente.

Le puntellazioni possono essere montate anche in un secondo tempo. Ciò non influisce da un punto di vista operativo sulle prestazioni delle casseforme e pertanto non verrà approfondito in questa sede.



I puntoni per stilate HD 200, utilizzati come puntellazione supplementare e collegati a una attrezzatura di movimentazione, possono essere spostati rapidamente da un ciclo all'altro.

Dispositivi di sollevamento, abbassamento e movimentazione

Il dimensionamento dei dispositivi traslabili, di sollevamento e abbassamento dipende dal peso proprio della cassaforma. Solitamente tali dispositivi non sopportano le sollecitazioni nella fase di getto del calcestruzzo. Queste vengono trasferite attraverso componenti strutturali meccanici. Per la movimentazione e il sollevamento si utilizzano dispositivi dotati, a seconda del numero degli impieghi, di un meccanismo idraulico.



Con i dispositivi idraulici la cassaforma viene sollevata per la messa in opera o abbassata sulle ruote per la movimentazione.



Dispositivo per il sollevamento e la movimentazione dotato di meccanismo idraulico e centralina elettrica.

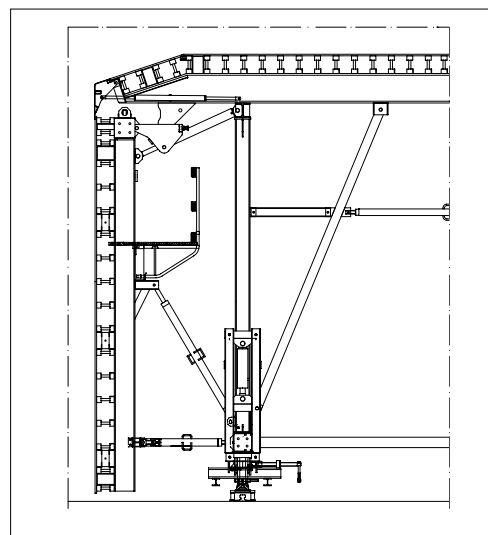
Cassaforma traslabile con paranchi, messa in opera o disarmata manualmente mediante il sistema di telai d'orditura per il tunnel di collegamento della galleria di Sachseln, Svizzera.



A seconda dei requisiti della costruzione e delle esigenze specifiche dell'impresa è possibile impiegare casseforme traslabili diverse: dalle configurazioni più semplici, che vengono abbassate sulle ruote di movimentazione mediante montanti o spostati con l'ausilio di appositi dispositivi di movimentazione, a configurazioni complesse manovrabili con un meccanismo idraulico. Queste ultime casseforme sono semoventi e possono essere posizionate e disarmate, premendo semplicemente un tasto.



Cassaforma traslabile semovente, messa in opera e disarmata con meccanismo idraulico, utilizzata per la realizzazione di una sezione biscatolare e di un cunicolo centrale di servizio. Galleria di Witi, Grenchen, Svizzera.



Dispositivo di abbassamento.

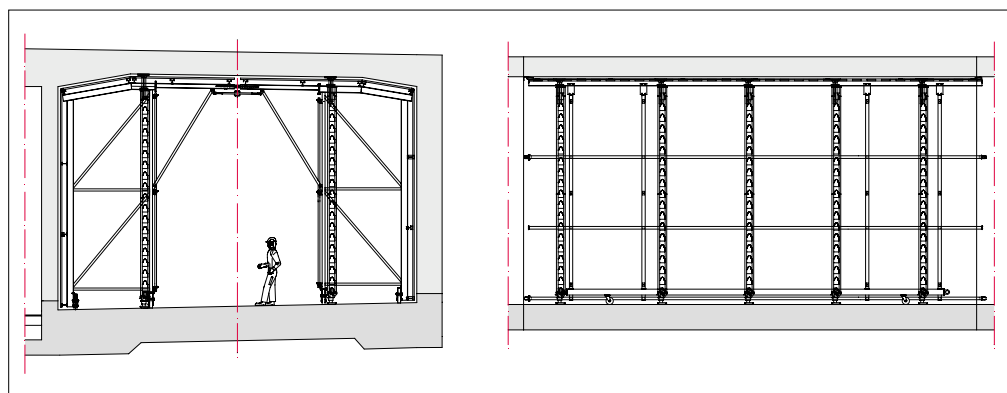
■ Attrezzatura provvisoria traslabile ausiliaria di protezione



Questo tipo di attrezzatura viene utilizzata per proteggere ed isolare il calcestruzzo dopo il disarmo, al fine di evitare la formazione di fessure superficiali.

Le attrezzature impiegate a tale scopo proteggono il calcestruzzo per prevenire un indurimento troppo rapido. Esse non devono sostenere carichi particolari, ma soltanto il proprio peso. Per l'isolamento sono previste diverse soluzioni.

Unità traslabile con raggio interno di 5,10 m montata sulla base del sistema di orditure. Tunnel di Beuchille, Svizzera.



Sezione trasversale e longitudinale dell'unità traslabile di protezione. La struttura è stata realizzata utilizzando componenti di serie del sistema HD 200.

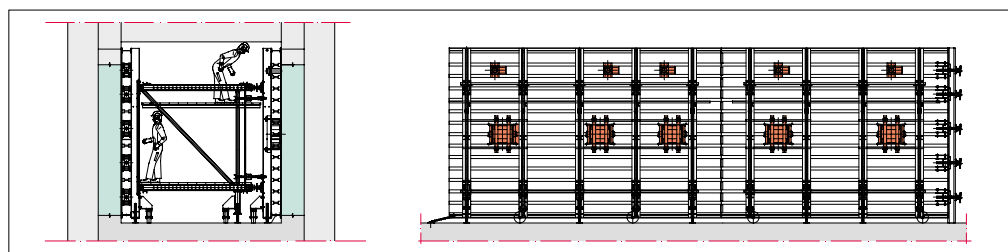
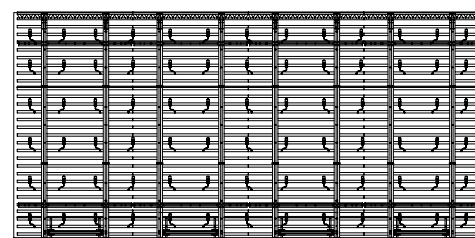
■ Vibratori, bocchettoni di getto, di ispezioni, finestre di ispezione/getto

Anche per le metodologie di getto sono necessarie procedure specifiche. Solitamente la fase di presa e indurimento del calcestruzzo sono di secondaria importanza nella realizzazione di una cassaforma. Tuttavia, per determinare la pressione esercitata sulla cassaforma è importante determinarla correttamente.

Il riempimento viene effettuato dall'alto attraverso finestre di getto oppure bocchettoni. N.B.: le fasi di getto e il tempo di presa/indurimento devono essere valutate e condivise con uno specialista del calcestruzzo.

Per ottenere ottimi risultati devono essere scelti, indipendentemente dal tipo di cassaforma, vibratori ad aria compressa con sistemi di fissaggio con bulloni o a piastra saldata.

I requisiti prestazionali dei vibratori dovrebbero essere consigliati da un'azienda specializzata.



Bocchettone di getto (a sinistra), di bocchettone ispezione (nel centro) e vibratore a piastra ad aria compressa (a destra).

Ripartizione dei vibratori ad aria compressa (in alto) e ripartizione delle finestre di ispezione/getto (in basso).



■ Finitura superficiale del calcestruzzo

A volte, seppur raramente, anche le gallerie richiedono superfici dei piedritti e dei solai di copertura con giunti di costruzione senza imperfezioni.

Nella galleria della Schleifenstraße di Augusta (Germania), ad esempio, la zoccolatura di raccordo tra i piedritti e il marciapiede è sporgente e ha una finitura superficiale del calcestruzzo a vista anche per consentire l'applicazione successiva del rivestimento di isolamento acustico e presenta uno scuretto in corrispondenza del marciapiede.

Le opere complementari e le costruzioni ausiliarie, in particolare gli ingressi delle gallerie, richiedono superfici in calcestruzzo con finiture superficiali specifiche. Con l'impiego di rivestimenti specifici e le diverse tipologie di rivestimento delle casseforme è possibile ottenere finiture superficiali del calcestruzzo rispondenti alle diverse esigenze e alle specifiche tecniche di costruzione.

Ne è un esempio il portale della galleria di Sommerberg, nei pressi di Hausach (Germania), realizzato con forma ellittica e con finitura superficiale con l'impronta di tavole in legno poste verticalmente.



Finitura superficiale delle pareti della galleria della Schleifenstraße di Augusta (Germania).

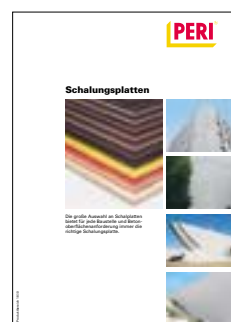


La finitura superficiale particolare di questo portale a collare (in alto a destra) è stata realizzata montando travetti sagomati in legno sul rivestimento di pannelli per cassaforma (vedi sotto).

■ Scelta del rivestimento

La scelta del pannello di rivestimento dipende dal numero degli impieghi. È importante tenere presente che i pannelli in legno compensato, multistrato, con film protettivo, consentono 50 impieghi, se utilizzati per le pareti e soltanto 30 impieghi, se utilizzati per il solaio. Ciò è dovuto al ferro di armatura posto orizzontalmente che può danneggiare i pannelli. Nel caso di un numero di impieghi elevati è tuttavia necessario impiegare un rivestimento metallico.

La scelta definitiva del rivestimento metallico o di pannelli multistrato dipende prevalentemente dalla geometria della costruzione e dai costi della manodopera e pertanto deve essere valutata caso per caso.



PERI offre un ampio assortimento di pannelli di rivestimento per soddisfare qualsiasi esigenza di finitura.

Sistema di tiranti-ancoraggi PERI

L'esperienza ha dimostrato che i costi riferiti ai tiranti-ancoraggi non sono trascurabili. Inoltre, nel caso di situazioni a rischio di tenuta, che richiedono successivi interventi risolutivi, i costi di produzione possono aumentare notevolmente.

Infine, i certificati di omologazione all'impiego di gran parte dei componenti di tenuta presenti sul mercato si riferiscono ai singoli pezzi e non all'intero sistema di tiranti-ancoraggi. Pertanto, i rischi della messa in opera sono tutti a carico dell'impresa costruttrice.

Per questi motivi, PERI ha inserito nella sua gamma di prodotti i sistemi di inserti di appoggio DK e coni di appoggio SK, provvisti di certificati di omologazione, che soddisfano tutti i requisiti tecnici e rispettano le prescrizioni tecniche di riferimento.

Nel tunnel Oeresund, che collega la Danimarca alla Svezia a una profondità di 20 m, sono stati utilizzati 20.000 pezzi del sistema di ancoraggi PERI SK che garantiscono una perfetta chiusura a tenuta.



Interno della cassaforma traslabile per tunnel PERI: vengono montati inserti di riservazione e tiranti d'ancoraggio successivamente viene spostata la cassaforma interna in corrispondenza della gabbia del ferro di armatura già in opera.



Troverete ulteriori informazioni nell'opuscolo «Tecnologia dei tiranti di ancoraggio».



Rimozione del cono di appoggio SK dopo il disarmo.

Il sistema di tiranti-ancoraggi PERI per casseforme per pareti è:

- a tenuta stagna
- resistente al fuoco
- con buon isolamento acustico
- resistente alle radiazioni

Realizzazione di una chiusura a tenuta stagna Cono di appoggio PERI DK



Dopo il disarmo deve essere rimosso il cono di appoggio con la chiave d'estrazione UNI.



Quindi viene ripulita la cavità conica e applicata la resina sigillante.



Il tappo conico di cemento, sul quale viene applicata la resina sigillante, viene inserito nella cavità conica con una pinza, ruotandolo con cautela.



Infine si asporta con la spatola la resina sigillante in eccesso.

30 anni di esperienza con realizzazioni in tutto il mondo sono la garanzia di soluzioni efficienti

Da più di 30 PERI è un partner affidabile delle imprese di costruzione in tutto il mondo.

Anche nella costruzione di gallerie, i sistemi di attrezzature provvisorie e la competenza tecnologica della PERI sono oggi un esempio per tutto il settore.

Queste soluzioni sono in grado di influire positivamente sui procedimenti di costruzione, offrendo così i migliori risultati.

I tecnici PERI operano giornalmente al servizio del cliente, supportati dai sistemi informatici più innovativi, per rendere i cicli di costruzione sempre più efficienti e sfruttare al meglio le possibilità di razionalizzazione.



La PERI è stata la prima a proporre una cassaforma semovente con centinaia di traslazione per strutture monolitiche. Ne sono uno esempio la galleria di Ismaning, Germania (1988), la galleria di Zwickau, Germania (1994), il tunnel Oeresund che collega la Danimarca con la Svezia (1995) e la galleria di Lüsslingen, Svizzera (1996).



Le seguenti pagine mostrano soluzioni di casseforme per gallerie realizzate in tutto il mondo, che illustrano lo stato attuale della tecnologia delle attrezzature provvisionali PERI:

**34 Procedimenti di costruzioni
a cielo aperto**

strutture con più giunti
strutture semimonolitiche
strutture monolitiche

**110 Procedimento di costruzione
con copertura in sotterraneo**

**114 Procedimento di costruzione
in sotterraneo**

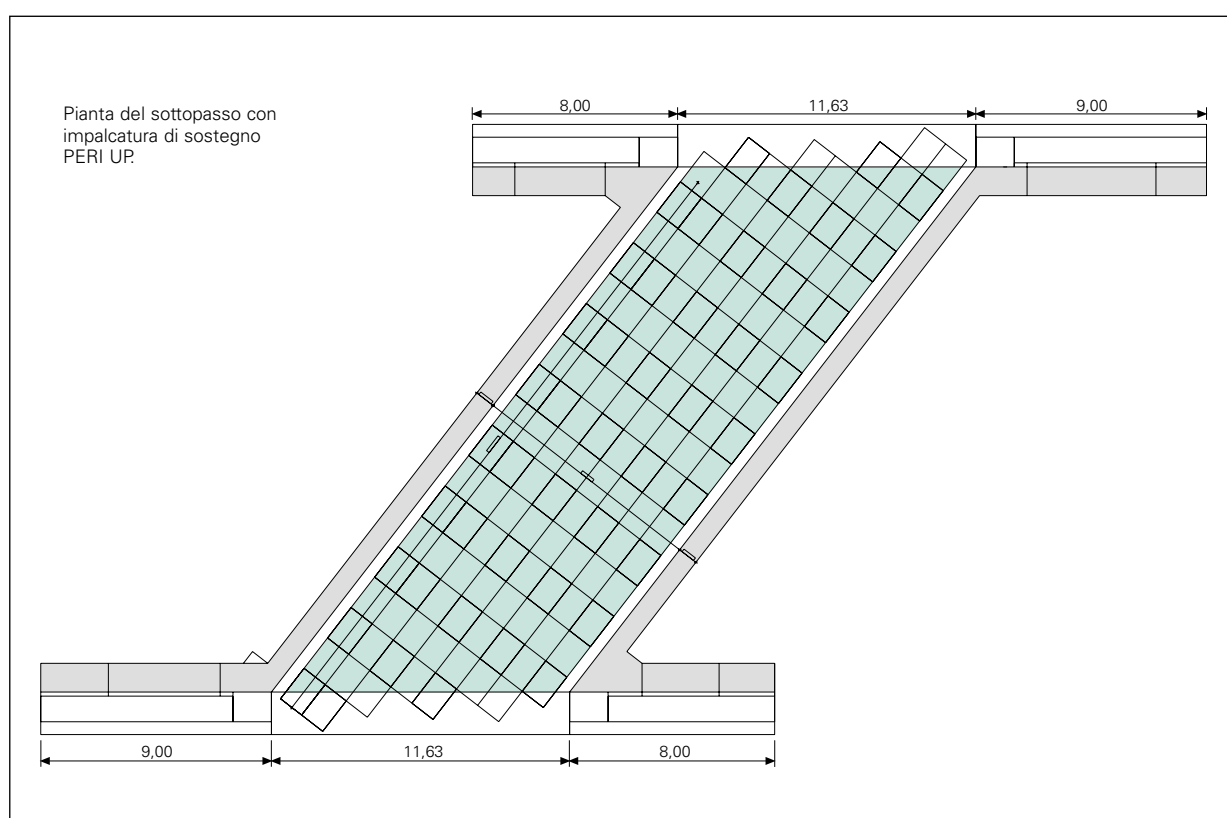
128 Opere complementari
Portali, condotte, cunicoli, pozzi

**150 Procedimento di costruzione
a conci alternati**

Impalcatura di sostegno PERI UP Rosett per soletta piena di elevato spessore



La campata centrale dell'impalcatura di supporto è stata utilizzata come passaggio per gli addetti.



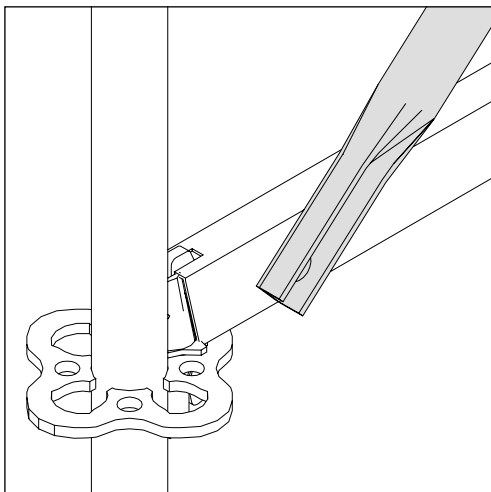
Di norma, i carichi sulle impalcature di sostegno per le strutture in c.a. vengono trasferiti sul piano d'appoggio. Ma la struttura di questo impalcato orizzontale del sottopasso stradale era ancora priva di un piano d'appoggio. Poiché il sottopasso stradale sarebbe stato trasferito, nella successiva posizione d'esercizio finale, facendolo scorrere su appositi binari, le pareti non erano in grado di assorbire le forze orizzontali durante la fase di getto della copertura del sottopasso.

L'impalcatura di sostegno PERI UP Rosett è stata quindi rinforzata con un numero sufficiente di correnti diagonali per essere svincolata dal punto di vista statico.

Grazie all'elevata resistenza degli attacchi ed al veloce montaggio dei correnti diagonali, le impalcature di sostegno vengono realizzate nel modo più economico.

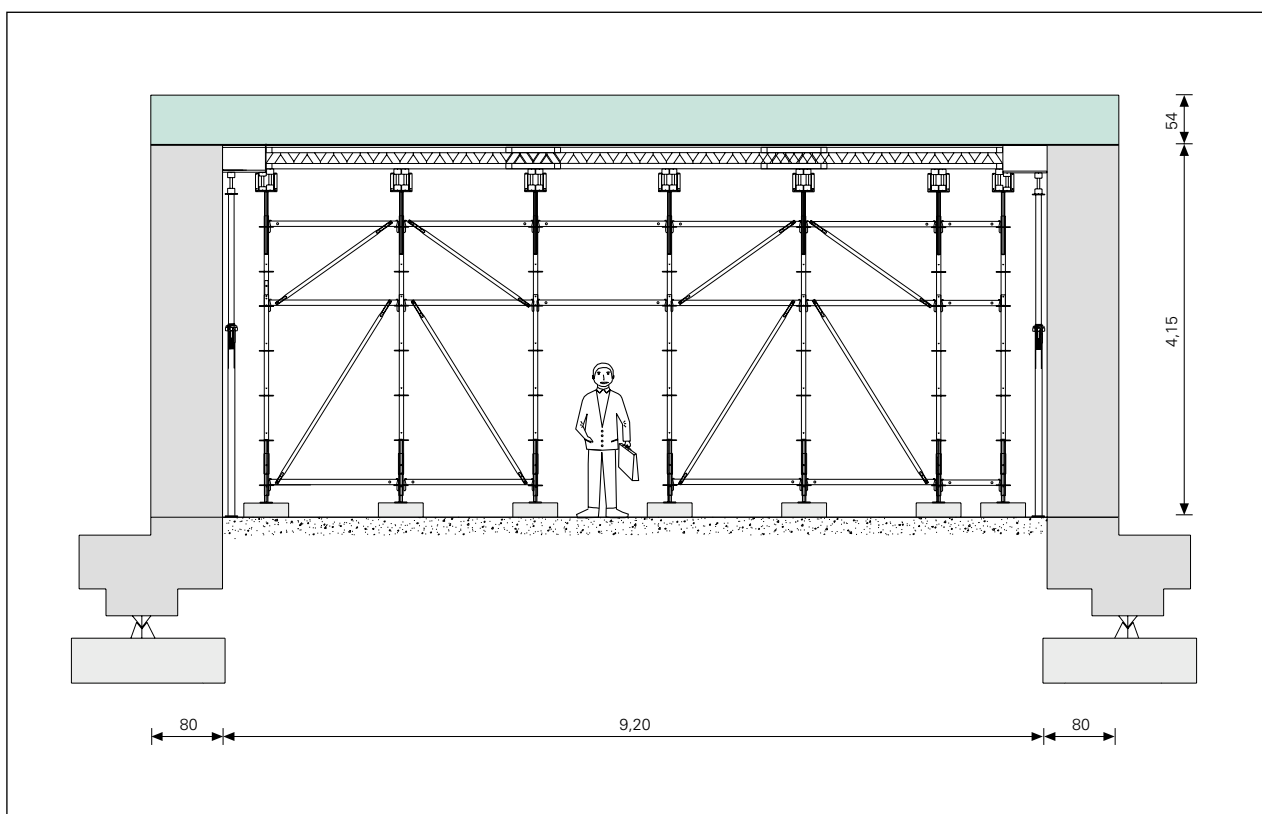
I carichi agenti sulle sponde laterali dovuti alla pressione del calcestruzzo sono stati trasferiti, attraverso la cassaforma e le pareti, ai puntelli con bracci regolabili di stabilizzazione. Tali puntelli erano fissati mediante tasselli alle fondazioni in calcestruzzo.

Impresa: Berliner Tief- und Verkehrsbau
Assistenza al progetto: PERI Berlino e Weißenhorn, Germania



L'asta diagonale è molto leggera, può essere montata rapidamente e, nel 90% dei casi, costituisce la soluzione economicamente più conveniente.

Solo dopo che sono stati rispettati i tempi di maturazione necessari per la copertura del sottopasso stradale, è stato possibile procedere alla movimentazione dello stesso nella posizione definitiva.



Imponenti pareti e solaio di copertura per la galleria realizzata con il procedimento di costruzione a cielo aperto

Lungo il percorso del nuovo tratto delle ferrovie tedesche Colonia-Rhein/Main, nelle vicinanze della città di Diez, i binari devono passare in una galleria artificiale lunga 160 m, da realizzare con il procedimento di costruzione a cielo aperto.

Con il programma di lavoro che prevedeva 18 settimane, la costruzione si è sviluppata con metodologie consuete: dopo il getto del calcestruzzo di spessore da 0,85 a 1,15 m per la platea di fondazione, sono state realizzate le pareti di spessore 80 cm dei conci di lunghezza 10 metri. Infine è stato realizzato il solaio di copertura con un'altezza libera di 8,35 m dall'extradosso fondazione e di spessore da 1 fino a 1,40 metri.

Con l'eccezione delle pareti dei portali, dove è stato utilizzato TRIO Struktur, il sistema di casseforme VARIO è stato adottato per i piedritti verticali.

Per le unità di cassaforma interna, PERI aveva pianificato l'impiego di un carrello di traslazione sulla base dei componenti di serie PD 8, che consentiva lo spostamento dell'intero concio lungo 10 metri senza gru e contemporaneamente evitava il montaggio di ulteriori puntelli di stabilizzazione. Una soluzione economicamente conveniente, con un funzionamento ottimale, come ha confermato il cantiere.

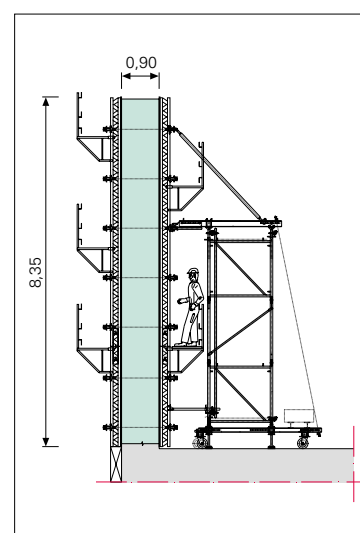
Attrezzatura ottimale utilizzata per la realizzazione di finiture superficiali del calcestruzzo di alto livello qualitativo: pareti frontali dei portali con impronte delle tavole; paramento della cassaforma interna con il reticolo di posizionamento dei fori dei tiranti e dei giunti fra i moduli di cassaforma.



L'assistente Björn Friedrich, il capocantiere Dirk Hermann e il Responsabile degli assistenti Uwe Sundermann (da sinistra a destra).



Risparmio di tempo e minor utilizzo della gru: carrello con componenti di serie PD 8 con cui la cassaforma interna, 10,50 x 8,35 m, può essere movimentata rapidamente ed in sicurezza da una fase all'altra con paranchi a fune.



Panoramica del cantiere: in primo piano in corrispondenza del portale TRIO Struktur, sullo sfondo come cassaforma interna ed esterna i moduli VARIO con incastellatura di movimentazione che hanno come base il PD 8.



Impresa: Fritz Meyer GmbH, Fluterschen
Assistenza al progetto: PERI Berlino
e Weißenhorn, Germania

Le impalcature a torre MULTIPROP alte oltre 8 metri sono state preassemblate in posizione orizzontale, sollevate con la gru, posizionate o movimentate con il carrello di movimentazione per i tavoli.

Pareti con un solo paramento: con TRIO e puntellazioni SB ridotti costi di manodopera

Bayview è una delle cinque stazioni della nuova linea della metropolitana Sheppard, lunga 6,4 km, che è stata inaugurata nell'estate del 2002. Ogni anno sono previsti circa 30 milioni di passeggeri. La stazione, lunga 450 m è costituita da due piani e da un tunnel.

Già poco dopo l'inizio dei lavori, la Walter Construction, l'impresa che ha realizzato la stazione seguendo il metodo di costruzione a cielo aperto, ha dato un giudizio positivo sulla soluzione di casseforme PERI adottata. Fattori chiave, quali la maneggevolezza nelle operazioni di posa in opera e di disarmo e l'elevata flessibilità dei sistemi di casseforme, hanno consentito di ridurre notevolmente i costi di manodopera rispetto alle soluzioni adottate in precedenza.



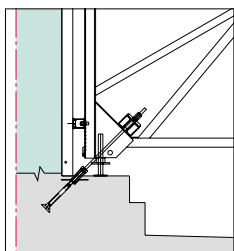
L'unità di cassaforma con un solo paramento di lunghezza 30 m viene movimentata, in corrispondenza del concio successivo da realizzare, mediante paranchi a fune.



Gli elementi a telaio TRIO di larghezza 1,20 m e le puntellazioni di sostegno SB, assemblati in unità di cassaforma lunghe 30 m, vengono movimentati ogni cinque giorni.



Nicolas Dhillon, Senior Project Manager:
«Impiegando i sistemi PERI, siamo riusciti a ridurre i costi della produzione. Inoltre, la PERI ci ha offerto un'assistenza tecnica ed una consulenza ingegneristica eccellenti».



Un sistema di ancoraggio ottimale consente di mantenere elevate velocità di riempimento del calcestruzzo che determina pressione sulle casseforme fino a 60 kN/m².



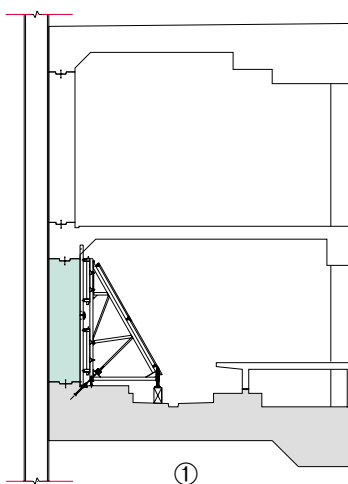
Un carrello elevatore standard ha consentito il disarmo e la movimentazione della cassaforma con estrema facilità.



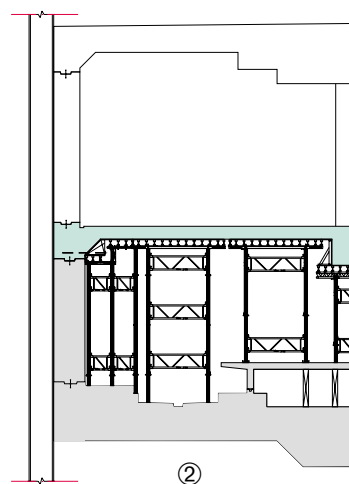
Elementi a telaio TRIO abbinati alle puntellazioni di sostegno SB-A e SB-B e sovrapposti fino a un'altezza di 5,40 m, prima della fase di getto.



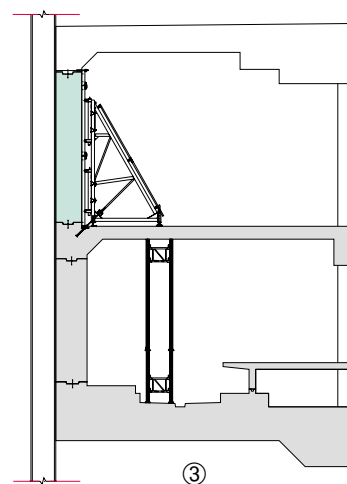
I tavoli MULTIFLEX utilizzati per realizzare i 600 m² di solaio sono stati movimentati in unità complete da una fase all'altra.



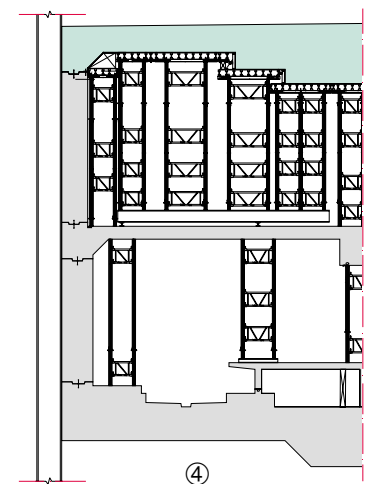
Fasi di costruzione:
Getto della parete con un solo paramento a livello extradosso fondazione.



Getto della solette intermedie.



Getto della parete con un solo paramento a livello superiore con puntellazione di contrasto delle sollecitazioni dovute a PERI SB.



Getto della solette di copertura con puntellazione rompitratta a sostegno delle solette intermedie.



Impalcature a torre MULTIPROP, correnti metalliche di orditura primaria e travi reticolari GT 24 di orditura secondaria vengono impiegati come sovrastruttura del puntellamento del solaio.

Vista dell'impalcatura di sostegno, montata rapidamente, al secondo piano interrato, realizzata con montanti MULTIPROP e telai MRK 75.



La cassaforma traslabile è stata disarmata abbassando le unità centrali superiori della cassaforma ed allentando i puntoni di regolazione ad alta portata.



Il Direttore di cantiere Michael Kaymer:
«Non ritenevamo possibile che quattro persone potessero movimentare da sole la cassaforma in solo quattro ore.»

Riduzione dei costi di costruzione con sistemi standard di casseforme: una cassaforma particolare traslabile noleggiabile per la copertura superiore

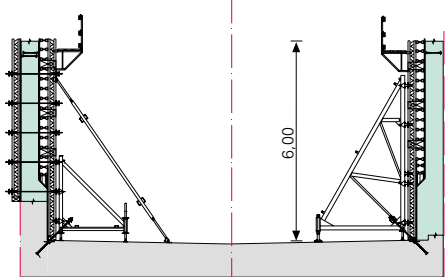


Fig. A: La sezione verticale della parete è stata realizzata senza riprese di getto utilizzando VARIO e puntellazione SB.

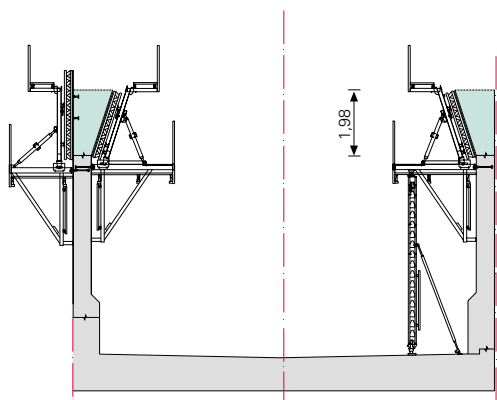


Fig. B: Le unità di cassaforma VARIO sono state allineate sulla parete inclinata, utilizzando le passerelle di ripresa SKSF 240 tramite i puntoni di regolazione.

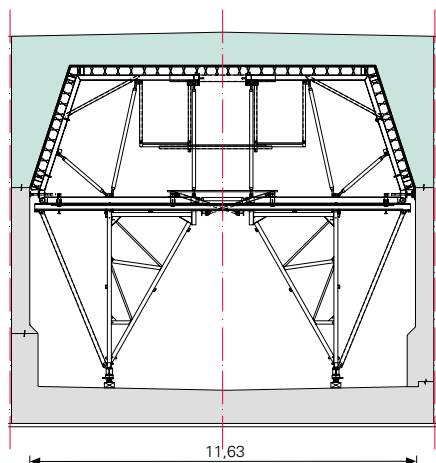


Fig. C: La cassaforma di 56 t, è stata abbassata di ca. 10 cm e poi traslata al successivo ciclo di costruzione, utilizzando dei paranchi a fune.

Il tunnel Elba, operativo già dal 1975, nonostante le sue tre sezioni scatolari e le sei corsie, oggi non è più in grado di far fronte al traffico di ben 140.000 autoveicoli al giorno. Per risolvere questo problema si è pensato quindi di affiancare al tunnel una quarta sezione scatolare, di lunghezza 4,4 Km. Il Lotto 3 comprendeva il collegamento settentrionale della tratta di tunnel dell'autostrada A7. Qui la rampa Nord doveva essere realizzata a cielo aperto. Su un tronco di lunghezza 400 m, circa 160 m dovevano essere coperti, per consentire, in futuro, di costruirvi sopra.

Cercando di utilizzare il più possibile componenti di serie, la PERI ha elaborato una soluzione che è poi servita come base per l'esecuzione dei lavori.

Per costruire l'intero tronco, suddiviso in cicli di costruzione da 20 m ca., sono state utilizzate due unità di cassaforma a grande superficie PERI VARIO di altezza 6,00 m.

Le azioni esercitate dalla pressione del calcestruzzo sono state trasferite con sicurezza sulle puntellazioni di sostegno SB. In un ciclo successivo, per realizzare la parete inclinata rispetto ai piedritti del tunnel, è stata utilizzata la cassaforma PERI VARIO di altezza 2,30 m, in unione alle passerelle di ripresa SKS. La cassaforma è traslabile sulla passerella di ripresa senza l'uso di gru. Le mensole e la cassaforma si potevano movimentare come unità complete di cassaforma a ripresa, con un risparmio del tempo di impegno delle apparecchiature di sollevamento. La PERI, per poter realizzare i 160 m di tunnel coperto, ha fornito una cassaforma traslabile basata sostanzialmente su componenti di serie, che è servita per gettare in una unica fase di getto le pareti inclinate e la copertura, con sezioni longitudinali di getto di 10 m. Le operazioni di messa in opera e di disarmo della cassaforma sono state effettuate con un meccanismo idraulico.



Per ridurre le azioni esercitate sulla parete inclinata, le passerelle SKSF sono state ulteriormente sostenute con puntoni HD 200.

I lavori procedono senza sosta con la cassaforma traslabile per tunnel

Il tunnel è la più lunga opera infrastrutturale prevista dal progetto di sviluppo della rete autostradale svedese: con i suoi 16,6 km di lunghezza è costituito da due gallerie artificiali accoppiate di sezione scatolare. Dal 2004 questa tangenziale a quattro corsie contribuirà ad alleggerire notevolmente il traffico intasato della capitale svedese

La soluzione PERI era costituita, tra l'altro, da tre casseforme per pareti e da due casseforme traslabili per le coperture.

La cassaforma per pareti era appesa a strutture metalliche con traverse di sostegno provviste di contrappesi, a cui sono state agganciate le unità di cassaforma a telaio TRIO. Un meccanismo idraulico ha consentito l'adattamento allo spessore delle pareti di 0,80 m – 1,80 m.

Le casseforme traslabili della soletta superiore erano supportate da due coppie di impalcature di sostegno.



L'adattamento alle larghezze variabili della sezione trasversale è stato effettuato utilizzando travi d'orditura telescopiche. La praticità d'uso della cassaforma ha permesso di semplificare notevolmente le procedure di costruzione.

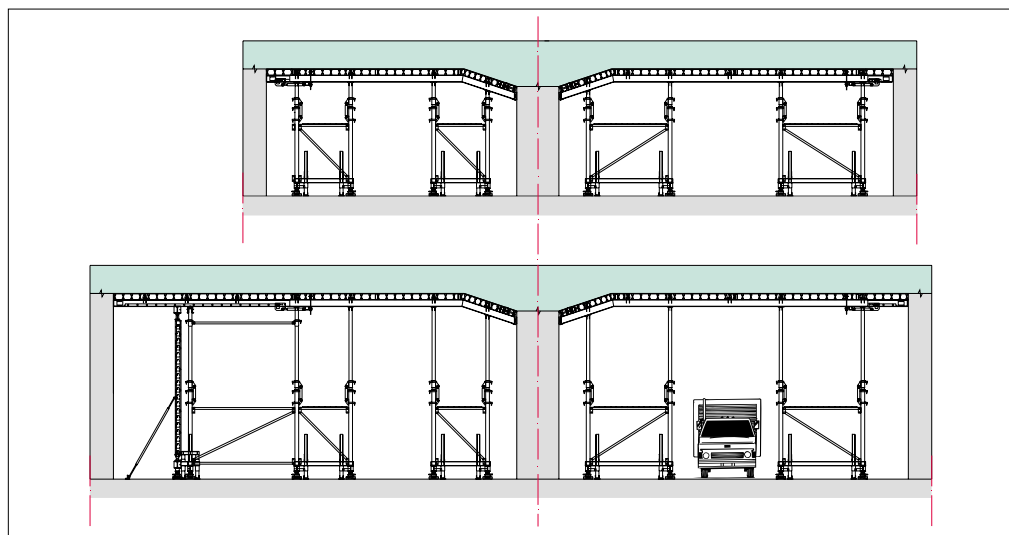


Il Capocantiere Lars Mehlqvist: «Con l'ausilio della cassaforma traslabile PERI siamo riusciti a rispettare i tempi previsti che erano estremamente ridotti. Benché non avessimo mai lavorato con casseforme a grande superficie così pesanti, la movimentazione non è stata un problema. Ci sentiamo di consigliare a tutti l'impiego dei sistemi PERI».

Le casseforme traslabili per solai sono state utilizzate per realizzare la soletta superiore piana e la copertura a volta.

Il cantiere aveva a disposizione spazio sufficiente per agevolare il transito.

Nel portale d'ingresso del tunnel l'impiego del sistema MULTIPROP garantisce la massima sicurezza per supportare i carichi.



Data la geometria variabile del tunnel, le casseforme traslabili della soletta superiore dovevano essere in grado di adattarsi ad una larghezza di 14,20–14,93 m all'ingresso del tunnel e di 10,70–17,32 m nella rampa d'uscita.

Ogni ciclo di costruzione prevedeva la realizzazione di campate lunghe 13,32 m e compensazioni in altezza fino a 2,60 m.



La praticità delle casseforme traslabili è stata ulteriormente ottimizzata, grazie all'impiego di scale a torre PERI PD8.

I sistemi di casseforme PERI, una volta ultimati i lavori, sono serviti a mettere in opera circa 225.000 m³ di calcestruzzo.







Vantaggi in termini di tempo con i sistemi PERI per realizzare i piedritti verticali e la soletta superiore

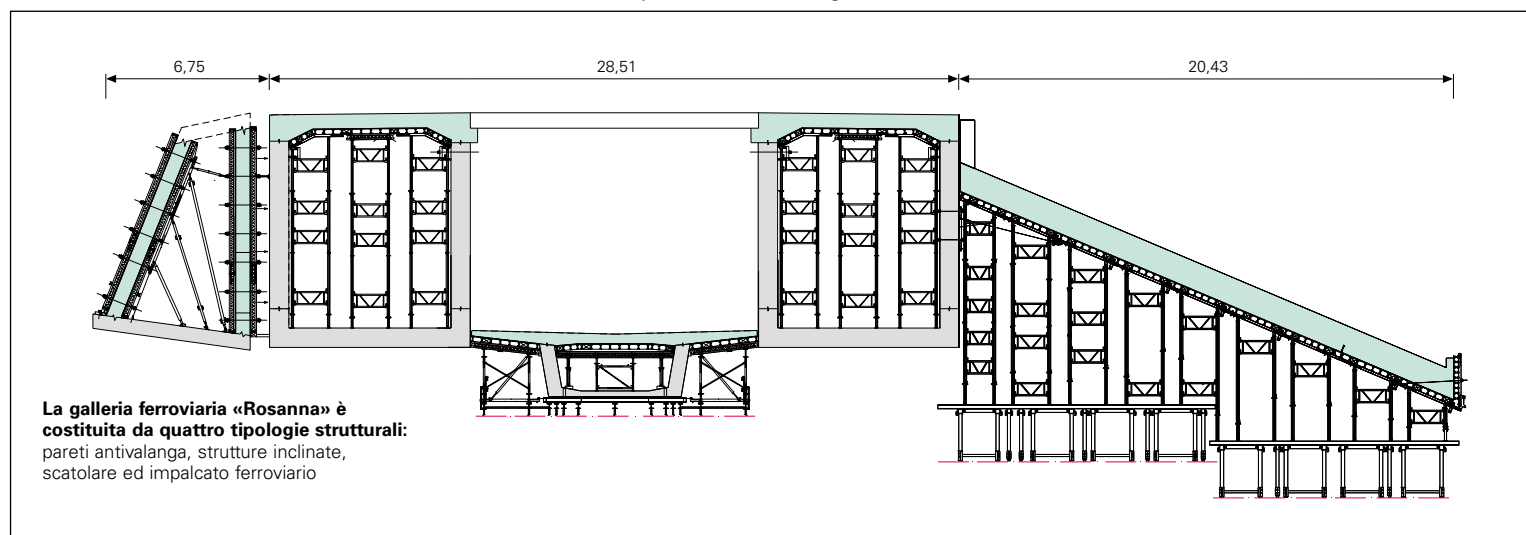


Per potenziare la ricettività infrastrutturale, la tratta ferroviaria compresa tra St. Jakob e St. Anton è stata ampliata con l'aggiunta del doppio binario. Contemporaneamente è stata spostata anche la stazione, per garantire alla località una maggiore quiete e una maggiore attrazione turistica. I lavori di costruzione sono stati ultimati prima dell'inizio dei Campionati mondiali di sci nel 2001.

La galleria artificiale di Wolfsgruben, di lunghezza 1.743 m, realizzata con il procedimento di costruzione a cielo aperto, passa da semplice a doppio binario, modificando anche la sua sezione: da rettangolare diventa trapezoidale. Tutto questo ha richiesto che, oltre a supportare i carichi di entità considerevole (spessore del solaio 1,20 m), si prevedesse un costante adattamento della cassaforma della soletta di copertura e della relativa impalcatura di sostegno.

Per realizzare le pareti dei piedritti verticali della galleria nel punto di transito al di sopra del fiume, sono stati utilizzati moduli VARIO, casseforme a travi a grande superficie, con una conseguente riduzione dei tempi di realizzazione. Le varie unità di cassaforma sono state fornite al cantiere preassemblate nelle altezze 8,40 e 9,00 m, con un conseguente risparmio dei costi di manodopera.

Per adattarle alle altezze differenti delle pareti nella sezione della galleria denominata «Galleria del leone», le casseforme sono state modularizzate in altezza, in modo da potersi raccordare alla galleria in sottoterraneo.



Per realizzare la cassaforma della soletta superiore e l'impalcatura di sostegno di altezza fino a 10 m, la soluzione PERI ha comportato notevoli vantaggi in termini di tempo di realizzazione:

- rapidità di montaggio del sistema MULTIPROP
- rapidità e adattabilità alle differenti sezioni dell'opera
- possibilità di movimentare unità complete di cassaforma del solaio di copertura o di traslare, l'attrezzatura mediante un'apposito carrello di traslazione.



Il capocantiere Werner Herzog:
«Potendo movimentare i tavoli MULTIPROP come unità completa di cassaforma per solai, siamo riusciti ad accelerare il ciclo di costruzione della soletta superiore della galleria. Il sistema di casseforme è estremamente adattabile alle differenti sezioni trasversali della galleria.»



1.200 m² di casseforme a travi VARIO per pareti, studiate per resistere a una pressione del calcestruzzo fresco di 80 kN/m², pronte a ricevere 480 m³ di calcestruzzo. Si è gettato su entrambi i lati, alternativamente, per poter controllare la deformazione della centina di supporto.



Per adattare la poliedrica cassaforma VARIO già utilizzata nel segmento di parete in curva (a sinistra), alla parete rettilinea (a destra) si sono sostituite le giunzioni a snodo con le giunzioni di collegamento VARIO (componente di serie), evitando un ulteriore riadattamento della cassaforma.

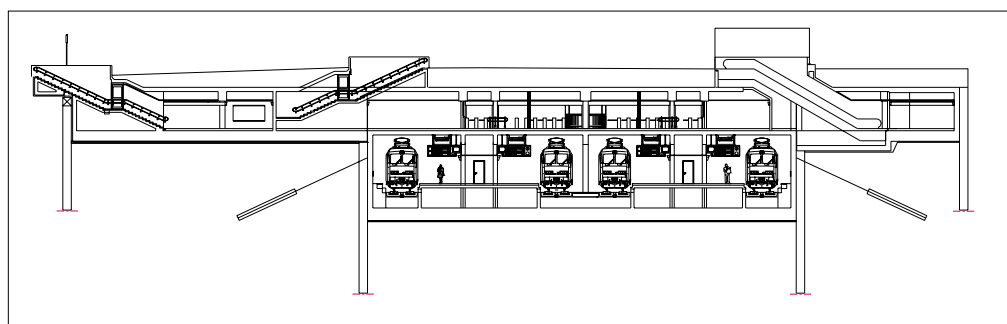


Le impalcature di sostegno a torre di altezza 10,50 m MULTIPROP, fornite dalla PERI a noleggio, sono state montate rapidamente e hanno supportato con la massima resistenza e stabilità il carico dovuto alla soletta della galleria artificiale di spessore 1,20 m.

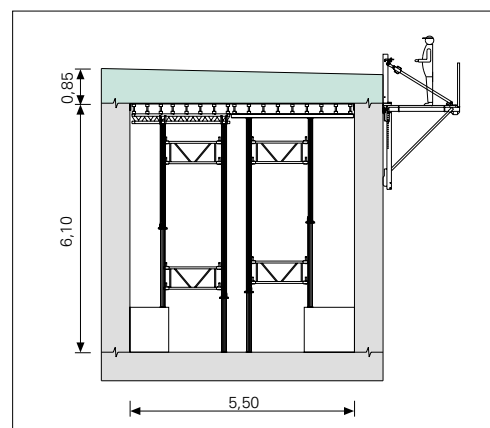
Impresa: Consorzio ST. Anton Obertage;
Mayreder, Stuag, PORR Technobau, Rhomberg
Assistenza al progetto: PERI Vorarlberg, Austria
e PERI Weißenhorn, Germania



Sistema di casseforme a telaio «leggero», ma non per questo non resistente, per getti orizzontali. Non è un problema realizzare un solaio di spessore di 80 cm con il sistema SKYDECK che si può montare con un solo addetto.



Sezione della nuova stazione ferroviaria



Una pianificazione operativa perfetta ed efficace: procedimento di costruzione a cielo aperto di un tunnel di 356 m



La realizzazione del passante ferroviario e di questa nuova stazione segnano un decisivo miglioramento della rete infrastrutturale della metropoli milanese e della Regione Lombardia. Il lotto della nuova linea M4 comprende alcuni tunnel a più binari e di sezione variabile, destinati al traffico ferroviario, da realizzare seguendo il procedimento costruttivo «cut-and-cover».

Un'esatta pianificazione dei cicli di costruzione, la dotazione «just-in-time» delle attrezzature provvisorie necessarie, nonché la fornitura di casseforme per specifiche strutture ha consentito un rapido avanzamento dei lavori.

Per la realizzazione delle pareti sono stati utilizzati i moduli a grande superficie VARIO GT 24. Per le pareti esterne del tunnel con un solo paramento si è ricorsi all'impiego delle puntellazioni di sostegno PERI SB. Con MUL-TIPROP sono stati creati tavoli per realizzare solai con travi ribassate.

Due sistemi – MULTIFLEX e SKYDECK – sono stati necessari per realizzare il solaio intermedio della stazione e le banchine di 356 m di lunghezza.



Il direttore di cantiere
Ing. Gabriele Rossi:

«Con i sistemi PERI abbiamo ottenuto una perfetta razionalizzazione delle lavorazioni. I metodi costruttivi sono stati talmente ottimizzati che i cicli di costruzione dipendono dai tempi di maturazione del calcestruzzo».



Una parete priva di tiranti riduce il rischio di infiltrazioni di acqua. Le puntellazioni di sostegno SB trasferiscono con sicurezza i carichi sulla platea di fondazione.



VARIO viene utilizzato sia per realizzare pareti a grande superficie, sia per pilastri di altezza fino a 7,20 m.



Più veloci di così non si potrebbe andare: le travi ribassate vengono movimentate come unità complete. Nella fase successiva si comincia subito a realizzare il solaio.

L'impiego di casseforme traslabili per pareti e per coperture ha consentito di ultimare i lavori con due mesi di anticipo



Si è proceduto con più cicli di costruzione realizzando nel primo ciclo i piedritti ed a seguire il getto della calotta. Le casseforme traslabili per le pareti e per la calotta hanno ridotto i tempi di movimentazione, rendendo superfluo l'uso della gru.

I moduli VARIO lunghi 2,50 e 3,00 m sono stati accoppiati in un'unica unità di cassaforma di lunghezza 12,50 m. Zavorre da 4,5 t stabilizzano la cassaforma traslabile. La movimentazione avviene su profili in acciaio a U.

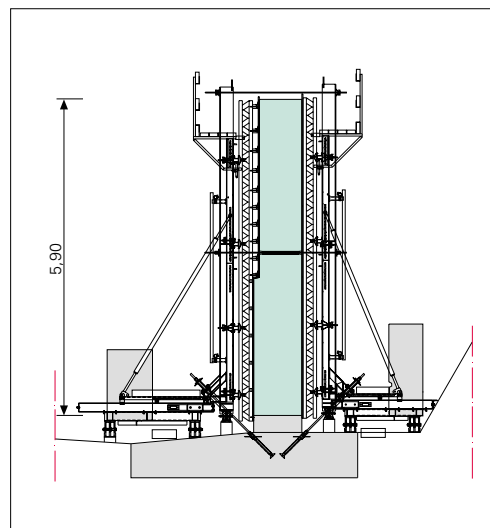


Risultato eccellente: con un unico getto si è ottenuta una doppia finitura superficiale del calcestruzzo, sia d'aspetto liscio che con impronte delle tavole.



La cassaforma a grande superficie può arretrare ed essere sospinta in avanti nella posizione d'armo grazie al carrello di traslazione.

Il capocantiere Janick Rochko: «La soluzione proposta dalla PERI si è rivelata la migliore per poter realizzare l'intervento. Una soluzione semplice e razionale».



Ogni modulo di cassaforma a grande superficie viene vincolato alla base con correnti accoppiati e con un solo tirante di collegamento alla cassaforma contrapposta. I fori dei tiranti di collegamento vengono chiusi con la massima sicurezza utilizzando tappi troncoconici in cemento PERI DK.

Il tratto autostradale in trincea nei pressi di Mondorf-les-Bains fa parte di una nuova autostrada di grande comunicazione che, partendo da Metz in Francia, porta in Germania attraversando il Lussemburgo.

Si doveva realizzare a cielo aperto una galleria artificiale con due sezioni, ciascuna composta da due corsie. Per integrarla con l'ambiente circostante, la galleria è stata progettata con una sezione variabile. Per una lunghezza di 300 m il tratto di galleria doveva essere coperto da un solaio a piastra di spessore 1,00 m.

I successivi 275 m dovevano invece essere coperti da una calotta di spessore 66 cm.

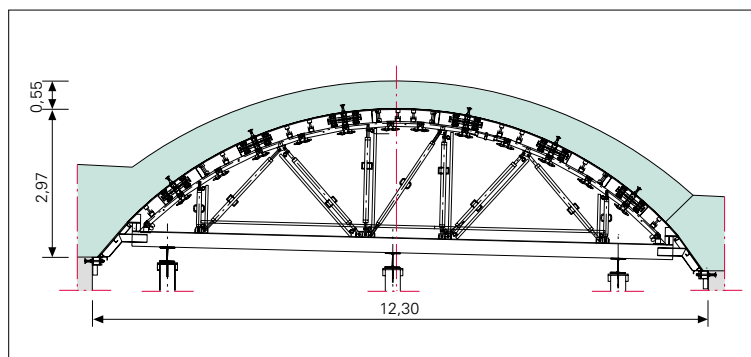
Per la realizzazione dei piedritti costruiti in prima fase la squadra addetta alle casseforme ha impiegato tempi record: 0,27 h/m² (per la messa in opera, la pulizia, l'ancoraggio e la movimentazione). Successivamente l'impresa Soludec ha realizzato il solaio a piastra, utilizzando una cassaforma traslabile, che la PERI ha poi magistralmente integrato, inserendo tutti i componenti di serie nelle attrezzature per realizzare la sezione policentrica.

I pendii inaccessibili e la pendenza longitudinale variabili fino al 4% rendevano poco conveniente l'impiego di una gru a torre. La soluzione PERI è risultata invece molto conveniente:

tre casseforme traslabili per pareti e due per realizzare le due calotte hanno consentito di ultimare i lavori due mesi prima del previsto all'insegna della rapidità e dei costi contenuti.



Veduta della sezione della galleria di lunghezza 275 m. Una volta ultimate, le due sezioni di galleria vengono coperte, ripristinando lo stato originario dei pendii del terreno.



Perfetto adattamento della calotta, con raggio di 7,50 m, grazie all'uso dei componenti di serie PERI, quali i correnti a snodo GRV, le travi GT 24, i puntoni regolabili SKS e i puntoni di regolazione SLS ad elevata portata.



Nove orditure di correnti GRV su una lunghezza di 10 m e puntoni SLS ad elevata portata sostengono i carichi della calotta in condizioni di massima sicurezza.

La galleria più imponente della Svizzera: cassaforma traslabile con movimentazione mediante meccanismo idraulico

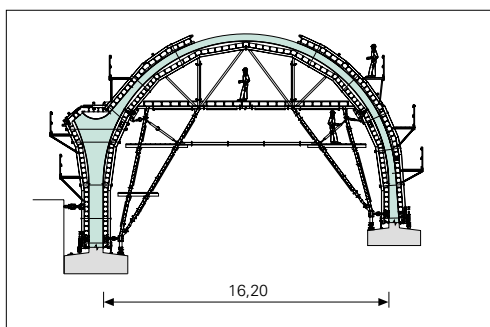
Una parte essenziale della tangenziale Ovest di Zurigo è costituita da un imponente galleria con due sezioni policentriche, che ospitano complessivamente sei carreggiate. Ciascuna sezione policentrica di larghezza 16,20 m è diversa dall'altra. Alla parte centrale della sezione policentrica lunga 350 m, si collegano sui due lati le sezioni rettangolari di diverse lunghezze, dovute ai profili altimetrici del terreno in corrispondenza degli ingressi della galleria.

I tecnici PERI specializzati nella progettazione di gallerie hanno presentato una soluzione razionale, che è stata realizzata in cantiere, a seguito della fornitura di due casseforme traslabili. L'impiego e l'alternarsi delle casseforme traslabili, costituite da componenti di serie PERI, è stato pianificato con un'attenzione costante alla riduzione dei costi di costruzione.

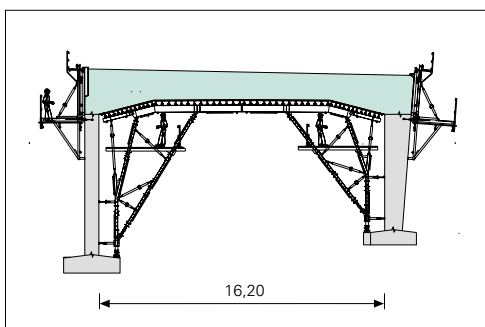
Dal momento che le casseforme traslabili si potevano maneggiare comodamente – la cassaforma si può abbassare con un meccanismo idraulico comandato da una centralina elettrica – il cantiere ha potuto completare senza sosta 28 fasi di lavoro moltiplicate per due nella zona della calotta della galleria e 13 fasi di lavoro nelle sezioni rettangolari.



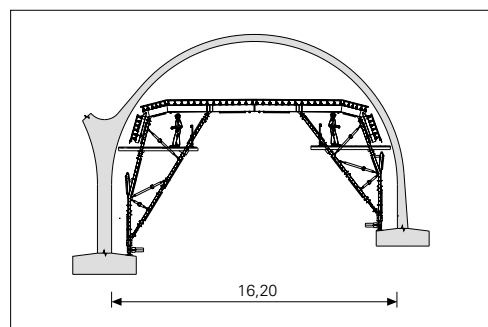
L'assistente Mauri Trento:
«La PERI è stata l'unico produttore di casseforme a fornirci una soluzione che ci ha consentito di trasportare la cassaforma del solaio da un ingresso della galleria all'altro, attraverso la calotta, senza doverlo smontare. Anche la cassaforma per la calotta, di 400 m², è stata abbassata, traslata e poi nuovamente posizionata da una squadra di tre uomini in sole due ore.»



La cassaforma interna ed esterna della calotta, in posizione chiusa, sulla galleria Ovest, a getto completato.



La cassaforma traslabile del solaio per le sezioni rettangolari della galleria. Gli elementi PERI TRIO abbinati alle passerelle di ripresa PERI SKSF 240 formavano la sponda longitudinale della copertura.



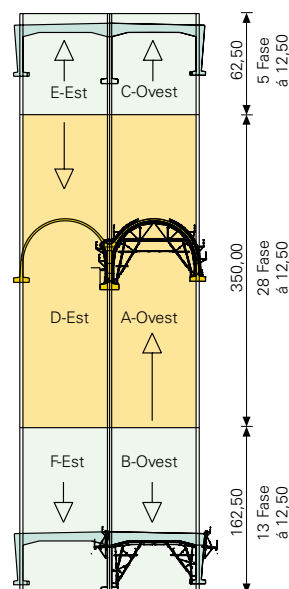
La cassaforma traslabile per la sezione rettangolare della galleria attraverso il tronco con calotta. Un meccanismo idraulico controlla le operazioni di apertura e di abbassamento della cassaforma.



Il piedritto intermedio e l'inizio della calotta della galleria Est vengono realizzati contemporaneamente alla galleria Ovest.



Nella sezione rettangolare le pareti di altezza fino a 8,00 m vengono realizzate con PERI TRIO. Solo in un secondo tempo si lavora con la cassaforma traslabile della soletta di copertura in conci di lunghezza 12,50 m.



Rappresentazione schematica del metodo costruttivo:

1. Inizio dei lavori con la cassaforma traslabile W1 nel tronco A-Ovest (28 fasi da 12,50 m)
2. Un po' di tempo dopo si trasla la cassaforma W2 nel tronco B-Ovest (13 fasi da 12,50 m)
3. W1 viene trasportato nel tronco D-Est (28 fasi da 12,50 m)
4. W2 viene abbassata con il meccanismo idraulico e trasportata attraverso la calotta A-Ovest, già ultimata, nel tronco C-Ovest.
5. Dopo il tronco C-Ovest, W2 si sposta nel tronco E-Est.
6. Una volta ultimato il tronco E-Est e D-Est, W2 viene spostato attraverso la calotta ultimata, nel tronco F-Est.

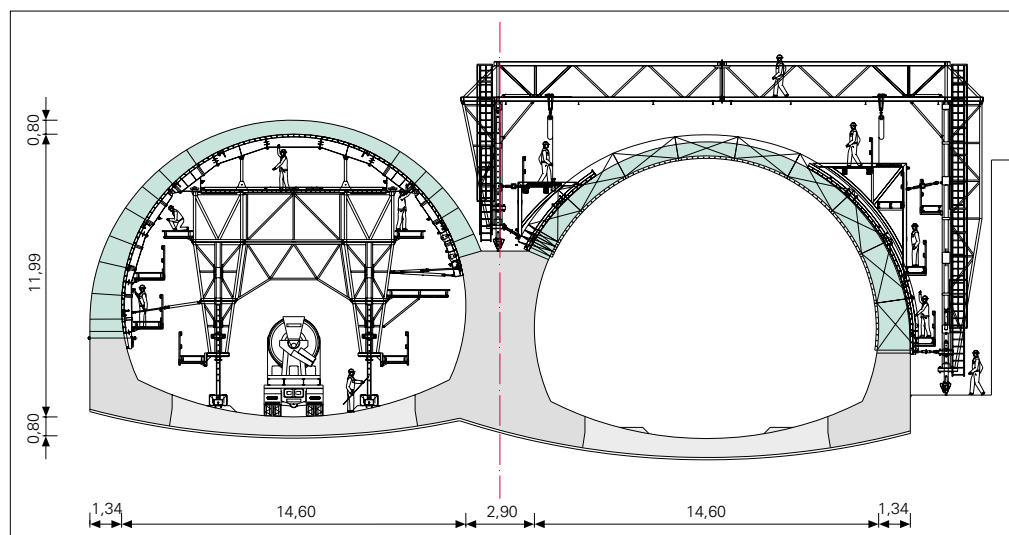


Cassaforma traslabile adattabile alle sette sezioni della galleria

Il notevole aumento del traffico registrato negli ultimi anni ha richiesto l'ampliamento a quattro corsie dell'autostrada che da Jerez porta a Cadice. Per limitare gli interventi sul paesaggio si è deciso di costruire una galleria con metodo «Cut-and-Cover». Ciò significa che dopo aver effettuato gli scavi di sbancamento e realizzato la galleria artificiale, si è passati alla fase di riempimento e di ripristino dello stato originale del paesaggio.

La PERI Spagna ha progettato e fornito per la galleria con doppia sezione policentrica, lunga 200 m, casseforme metalliche specifiche traslabili, adattate alle differenti geometrie delle sezioni.

In tal modo il cantiere ha potuto realizzare l'infrastruttura in modo economico ed efficiente nei dodici mesi di lavoro previsti dal programma lavori.



La cassaforma interna traslabile lunga 12 m ha consentito la realizzazione delle sette sezioni policentriche della galleria. Per l'adattamento alle sezioni (in altezza fino a 1,50 m) sono stati utilizzati montanti telescopici.

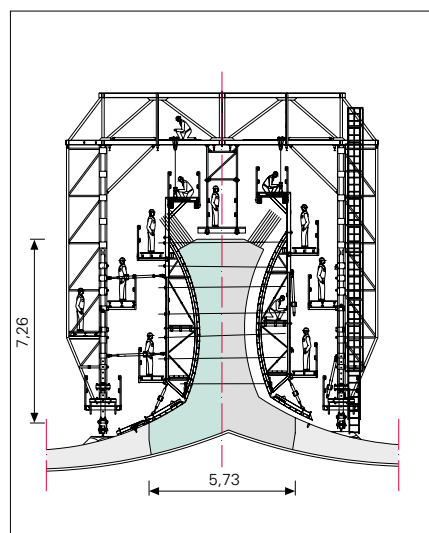
Con l'ausilio di una incastellatura è possibile movimentare la cassaforma metallica esterna lunga 12 m da un ciclo di costruzione all'altro. L'incastellatura è dotata di quattro montanti telescopici che consentono un adattamento in estensione di max. 70 cm.

In corrispondenza degli ingressi e delle uscite della galleria, i tronconi sono stati strutturati come gallerie con finestre ad arco. A tale scopo il cantiere ha montato delle riservazioni specifiche sulla cassaforma interna prima di posizionare la cassaforma esterna.



La cassaforma metallica dell'arco rovescio disarmata viene impiegata al termine della posa del ferro di armatura per la successiva fase del ciclo di costruzione.

Con l'ausilio dell'incastellatura a portale è possibile mettere in opera, disarmare e movimentare da un ciclo all'altro, le unità della cassaforma esterna mediante paranchi a catena.



Le unità della cassaforma metallica utilizzate per i piedritti intermedi della calotta sono agganciate a una incastellatura traslabile. Le casseforme possono essere movimentate per la messa in opera e il disarmo trasversalmente rispetto al piedritto. Inoltre possono essere adattate alla sezione desiderata in lunghezza e larghezza. Il conico è lungo 12 m.

Impresa: Consorzio Alcornocales (ACS-Sando) Venta del Frenazo Ctra, Jerez-Los Barrios, Los Barrios, Cadiz
Assistenza al progetto: PERI Madrid, Spagna

Cassaforma specifica con il 95% di componenti di serie per le strutture di imbocco e di uscita della galleria



Per poter soddisfare i requisiti qualitativi di finitura superficiale del calcestruzzo a vista si è resa necessaria la movimentazione di grandi superfici di unità di cassaforma per pareti. Per questo motivo il cantiere ha disposto la gru in prossimità del portale est tra il giunto di costruzione della cassaforma per pareti e della cassaforma per la copertura.

Impresa: Consorzio Wattkopftunnel: Josef Riepl Bau-AG, Monaco, Hinteregger, Brandstetter & Co., Freilassing
Assistenza al progetto: PERI Monaco e Weißenhorn, Germania



La circonvallazione di Ettlingen procede in gran parte sotto il monte Wattkopf. Su ciascuna estremità della galleria occorre realizzare un portale con una struttura di ventilazione.



Gli elementi a telaio TRIO specifici fungono da fermagetto dei piedritti. Per resistere alle sollecitazioni sono stati utilizzati puntellazioni di sostegno SB 2.

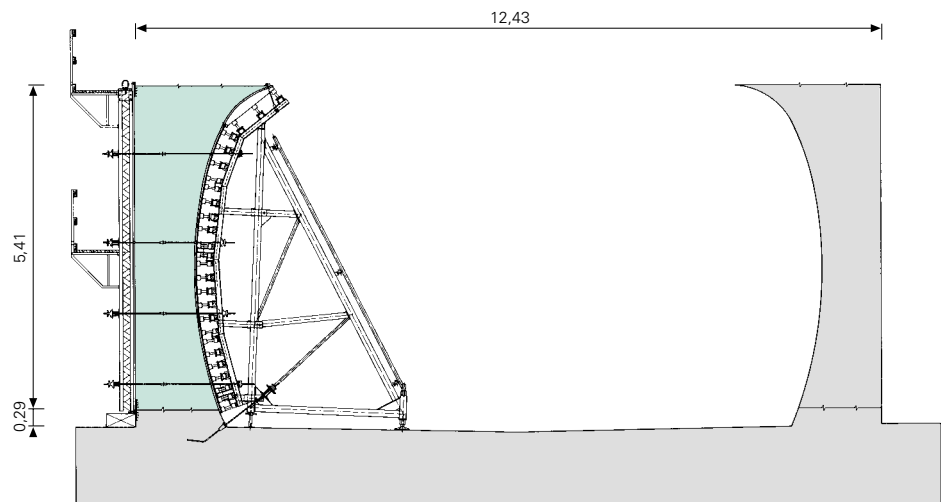
Mentre nella sezione tipo della galleria in sotterraneo è stata utilizzata una soluzione di cassaforma traslabile metallica per armare i piedritti e la calotta, nelle aree di ingresso le pareti e la soletta superiore sono state gettate in opera separatamente.

Per poter soddisfare i requisiti qualitativi della finitura superficiale del calcestruzzo a vista, le unità di cassaforma PERI erano rivestite da pannelli con l'impronta di tavole, fissati sul paramento posteriore della cassaforma, di modo che non si delineassero le impronte delle viti.

La struttura portante era composta da puntellazioni di sostegno SB 2, che dovevano sopportare i carichi in basso delle sottospinte ascendenti e la sporgenza dei piedritti in alto. La curvatura è stata realizzata con correnti metallici calandrati.

La soletta superiore di copertura della galleria, spessa 1,12 m, è stata realizzata con tavoli PD 8 per solai di 25 m² cad.

Cassaforma per pareti con componenti di serie: puntellazioni di sostegno SB 2, travi reticolari GT 24 in orizzontale per il paramento interno dei piedritti e cassaforma a travi VARIO per il paramento esterno.



Calcestruzzo a vista con finitura di alto livello qualitativo e tempi del programma lavoro rispettati

La galleria stradale artificiale sulla statale L 110 Marbach-Großbottwar, di lunghezza 210 m, è composta da 19 conci tipo di lunghezza 10 m ciascuno e da 2 conci per i portali di 10,50 m. La galleria scatolare con una larghezza libera di 9,05 m ed un'altezza di 4,80 m, poggia su fondazioni continue che dovevano essere costruite in una prima fase.

Al problema della pendenza trasversale variabile dall'1,25 al 4,5% e della contemporanea pendenza longitudinale del 3,6% si è aggiunto un raggio della curva di soli 500 m.

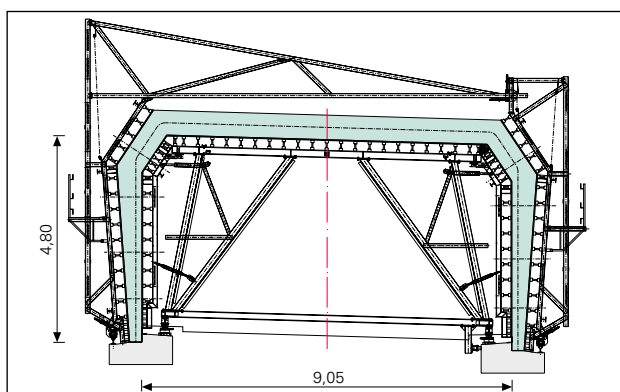
L'attrezzatura traslabile è composta da una cassaforma interna e da una esterna. Con un peso proprio dell'attrezzatura di 16,6 t (interna) e 10,5 t (esterna), è stato necessario spostare le due dotazioni di casseforme separatamente con l'ausilio di paranchi. Dovendo rinunciare per motivi di costo ad un apparecchio di sollevamento in situ, la cassaforma interna è stata dotata di ruote e le casseforme esterne, collegate mediante un'incastellatura con due carrelli a rulli.



Le fondazioni continue sono state realizzate con PERI HANDSET, perché questa cassaforma di piccole dimensioni consente di lavorare con facilità senza l'ausilio della gru adattandosi in modo ottimale alle asperità del terreno.

La cassaforma traslabile interna è stata progettata in modo che risultasse idonea ad adattarsi alle variazioni di pendenza e le casseforme esterne in modo che fossero regolabili con gli alberi filettati dei dispositivi di posizionamento.

Mentre procedono i lavori di posa del ferro d'armatura dei piedritti e della soletta superiore, altri operai realizzano le fondazioni continue.



L'assistente Alfred Mohring:
«Già dopo il secondo ciclo di costruzione siamo stati in grado di raggiungere la cadenza settimanale prevista.»

La cassaforma modulare traslabile è idonea alle esigenze del cantiere



Con l'aiuto di una gru a torre provvista di carrello cingolato è possibile spostare rapidamente l'intera cassaforma traslabile.



Le impalcature di servizio PERI UP Rosett per la posa del ferro d'armatura possono essere movimentate con la gru come unità complete d'impalcatura pari a 60 m², consentendo un notevole risparmio di tempo.



Il dispositivo di sollevamento idraulico per abbassare e sollevare l'unità di cassaforma traslabile è estremamente comodo da utilizzare e consente di ridurre i tempi di lavoro.



La società Eisenbahn-Hochleistungsstrecken AG (HL-AG) sta realizzando diversi lotti della Westbahn (linea ferroviaria Salisburgo-Vienna). Il «nodo di Wagram» rappresenta un notevole contributo alla modernizzazione dell'asse ovest-est. L'apertura di questa nuova tratta è prevista per il 2004.

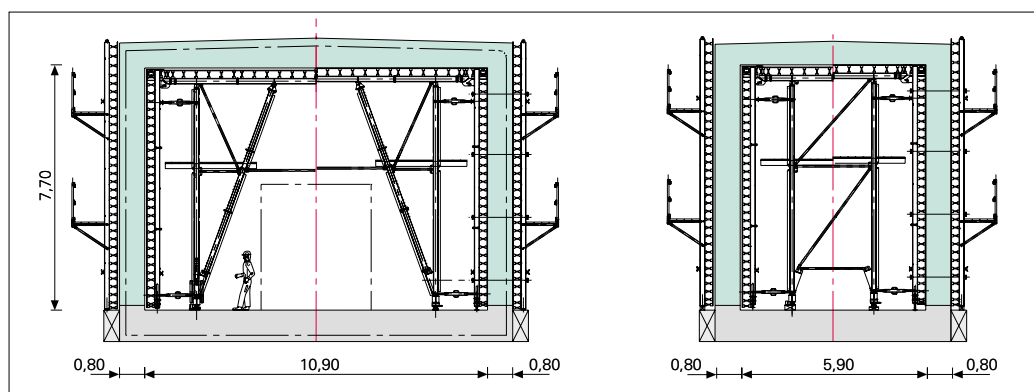
Il nodo di Wagram collegherà l'attuale linea ad alta velocità a doppio binario con il nuovo tratto Vienna – St. Pölten e con la deviazione ferroviaria per treni merci di St. Pölten. Il progetto prevede la realizzazione di due gallerie artificiali a doppio binario di una lunghezza complessiva di 665 m e di una galleria a binario singolo della lunghezza di 345 m.

Per realizzare in un solo getto le pareti di spessore 80 cm e la soletta superiore di copertura di 95 cm, PERI ha fornito una cassaforma traslabile basata sulla modularità della stessa. Questa soluzione, che si è rivelata vantaggiosa dal punto di vista economico, si è adattata in modo ottimale alle sezioni variabili delle gallerie, in quanto poteva essere abbassata con l'ausilio di un dispositivo idraulico e poteva essere spostata su ruote da un ciclo all'altro.

Impresa: PORR Technobau und Umwelt AG, Vienna
Assistenza al progetto: PERI Vienna, Austria



L'assistente Walter Kremser:
 «Già alla prima utilizzazione della cassaforma, sono bastati cinque operai per rispettare il programma lavori che prevedeva un ciclo di costruzione settimanale. Questa è una dimostrazione di quanto sia semplice utilizzare la cassaforma traslabile PERI.»



Sezione della galleria a doppio binario in cui vengono gettati in opera 350 m³ circa di calcestruzzo per ogni concio di lunghezza 15 m.

Sezione della galleria a binario singolo con cassaforma di traslazione (zona deviazione ferroviaria per treni merci).

La cassaforma semovente della galleria si adatta con un meccanismo idraulico alla geometria della sezione

I lavori di ampliamento dell'autostrada A5 tra Neuchâtel e Yverdon prevedevano, nei pressi di Areuse, la costruzione di una galleria artificiale lunga 481 m. Una caratteristica di questa galleria sono le sezioni variabili di entrambe le corsie stradali.

Il progetto prevedeva inizialmente un procedimento di costruzione con la realizzazione della galleria artificiale con più cicli (i tre piedritti e le due solette superiori), ma in un secondo tempo si è optato per la struttura semimonolitica della galleria. Decisamente più rapido del procedimento costruttivo che contemplava tre cicli. Il motivo di ciò: la parete centrale e il solaio di copertura venivano gettati contemporaneamente.

In meno di un minuto le casseforme vengono traslate per un tratto di 12 m in corrispondenza del successivo concio da realizzare. L'intero procedimento richiedeva ai tre operai addetti alle casseforme solamente un'ora. Avendo tempi di disarmo predeterminati, è stato possibile portare a termine un singolo concio di galleria ogni due settimane.



L'assistente José Antunès:
«La cassaforma può essere adattata perfettamente alle sezioni variabili, un concio dopo l'altro. Purtroppo abbiamo solo 40 conci da realizzare».



La movimentazione delle due casseforme mediante ruote scorrevoli su binari è indipendente l'una dall'altra: si possono accoppiare comodamente, nelle varie sezioni, dove è assente la parete intermedia, cosicché la finitura superficiale del calcestruzzo della soletta di copertura risulta uniforme.



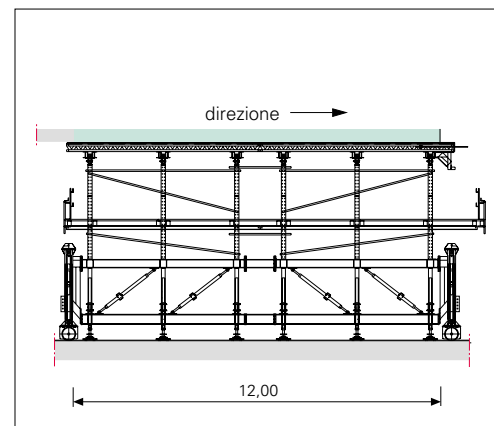
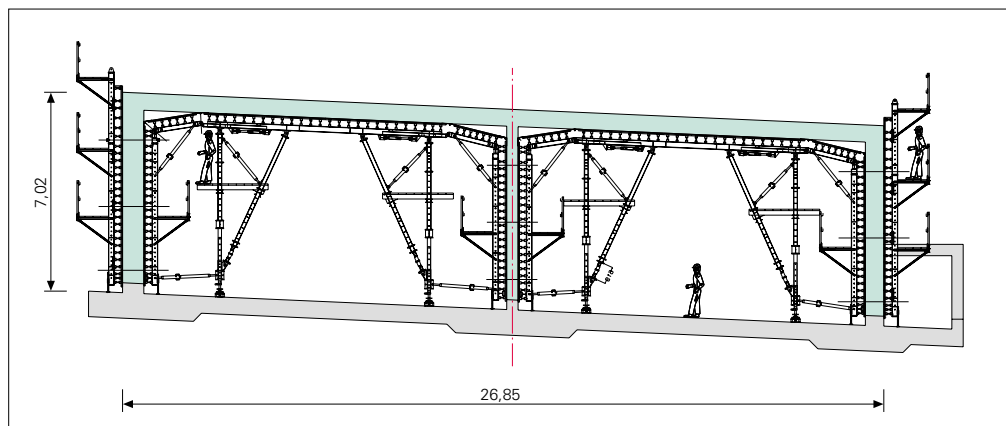
La movimentazione delle casseforme della galleria avviene azionando un meccanismo di sollevamento idraulico con dispositivi di comando elettronico.

Impresa: Bernasconi & Cie SA. / S. Faccinetti SA.
Assistenza al progetto: PERI Ohringen, Svizzera



L'adattamento in altezza e in larghezza, nonché l'abbassamento della cassaforma vengono regolati da un meccanismo idraulico.

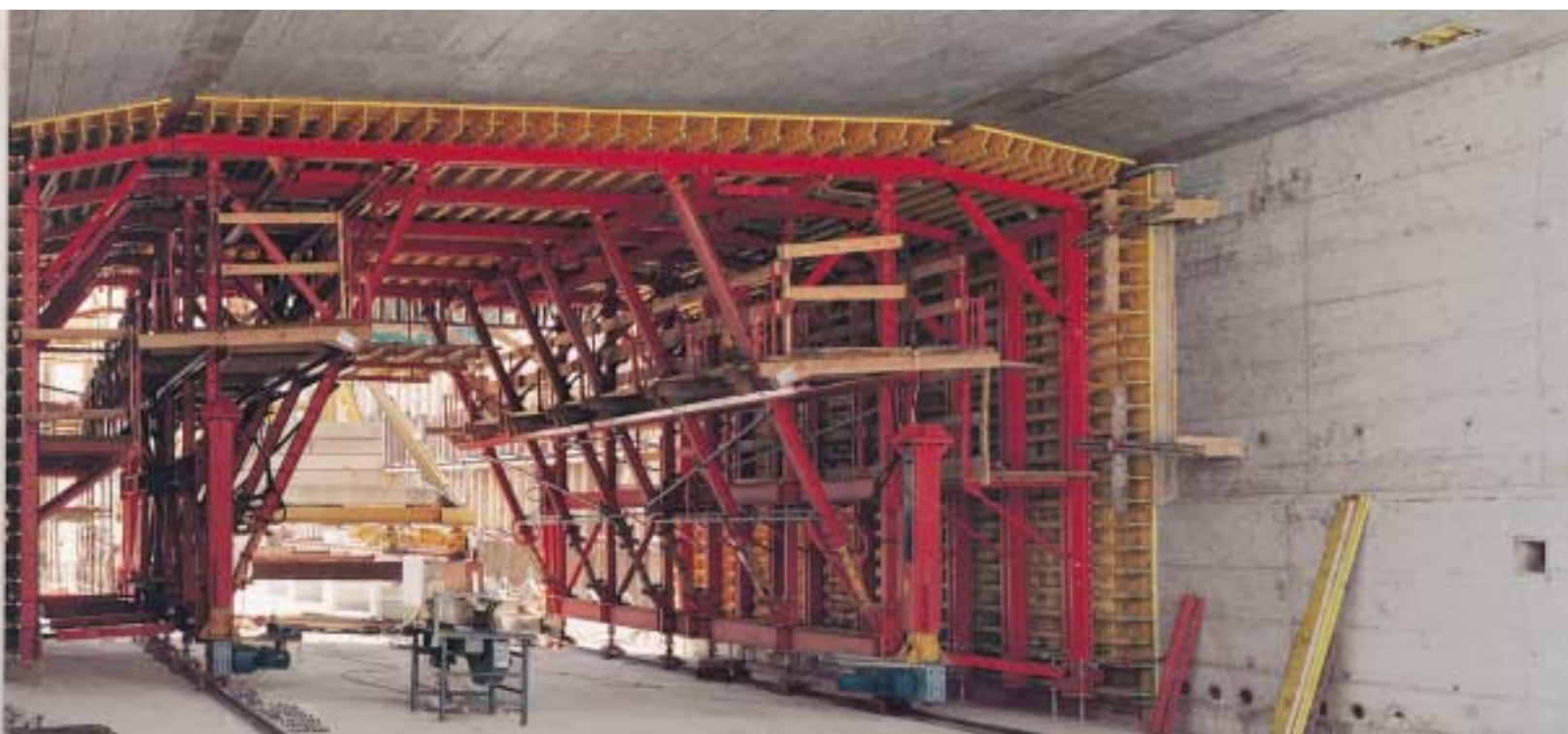




La pendenza trasversale della galleria è compresa tra il 2,4% ed il 4,4%. Le casseforme sono regolabili gradualmente sulla larghezza della galleria compresa tra 12,25 e 12,80 m.

Soltanto le unità di cassaforma a travi VARIO, a grande superficie dei paramenti esterni dei piedritti della galleria sono state movimentate con la gru.

Le casseforme traslabili a portale, dotate di robuste orditure, consentivano il passaggio sotto la cassaforma.



Tunnel autostradale A100, Berlino, Germania





Cassaforma traslabile adattabile alle diverse larghezze del tunnel

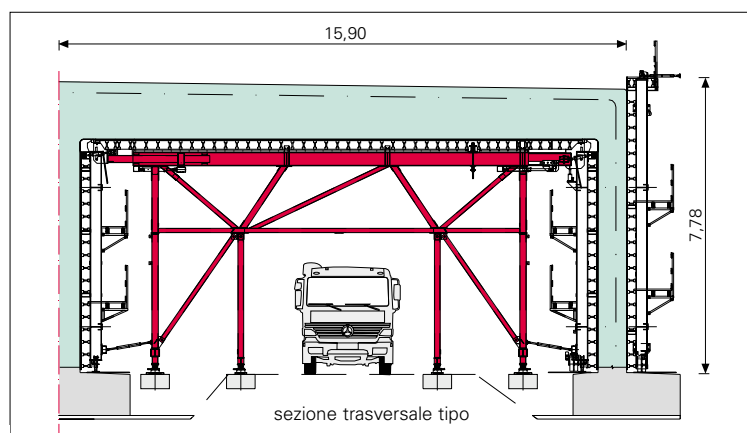
Per ampliare la circonvallazione sud di Berlino, nel quartiere di Neukölln, è stato realizzato un tunnel di 1.000 m con il procedimento di costruzione a cielo aperto. Le due sezioni scatolari del tunnel sono suddivise in tre corsie. Inoltre sono presenti due rampe d'uscita larghe 8,30 m.

Una volta completate le fondazioni, sono stati realizzati i piedritti verticali e il solaio di copertura come struttura a telaio in un'unica fase di getto. Ciascun ciclo di costruzione prevedeva una superficie da armare (pareti e soletta) di 676 m². La larghezza delle due sezioni scatolari principali variava da 14,50 m (sezione tipo) a max. 23,50 m.

Dato che il tunnel è ubicato in uno scavo all'aperto in trincea tra diaframmi, le casseforme traslabili PERI sono state realizzate con una luce libera di 4,00 x 4,00 m, in modo da consentire il passaggio indisturbato degli automezzi operativi del cantiere.

Grazie all'impiego di travi telescopiche con dispositivo di estensione fino a 9 m, la cassaforma traslabile è stata adattata alle larghezze differenti del tunnel senza dover essere smontata.

A partire da un'estensione in lunghezza di 3,50 m è stata utilizzata una stilata di puntoni PERI HD 200 per sostenere ulteriormente le travi telescopiche. Questa puntellazione poteva essere spostata da una fase all'altra insieme alla cassaforma traslabile movimentata per mezzo di paranchi a fune.



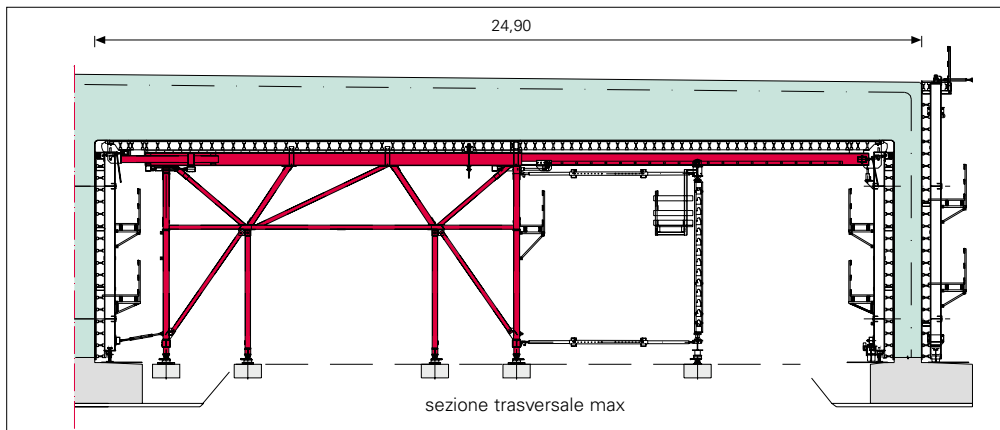
Impresa: WOLFF & MÜLLER RKK, Berlino **Assistenza al progetto:** PERI Berlino, Germania



Spostamento della cassaforma traslabile per la successiva fase di getto.



Andreas Katt, l'assistente:
«Procedere con la cassaforma traslabile diviene sempre più rapido ed efficiente di ciclo in ciclo. Tutto ha funzionato alla perfezione, consentendoci di completare un ciclo di costruzione ogni dieci/dodici giorni.»



Cassaforma per gallerie costituita da componenti di serie, soluzione economica in quanto la cassaforma è noleggiabile

Nella zona della tangenziale Ovest di Pilsen, in un tratto della cosiddetta «Via Carolina», l'autostrada D4 che collega Praga a Norimberga, il tracciato dell'autostrada previsto nel progetto incrocia un torrente. Per questo motivo doveva essere costruito un sottopasso dell'autostrada della lunghezza di circa 80 metri, che consentisse al ruscello di scorrere.

I tecnici della PERI a Praga progettano l'utilizzo e la costruzione di una cassaforma traslabile lunga 10 m, costituita da un orditura di correnti di supporto alle travi GT 24, correnti a snodo GRV e da puntoni di regolazione SLS a elevata portata. Per consentire il transito degli automezzi di cantiere lungo il troncone della galleria è stato previsto un passaggio sotto la cassaforma.

Il montaggio completo della cassaforma traslabile è stato portato a termine in soli 10 giorni lavorativi direttamente in cantiere.

Impresa: Bögl & Krýsl KG, Dobruška
Assistenza al progetto: PERI Praga, Repubblica Ceca

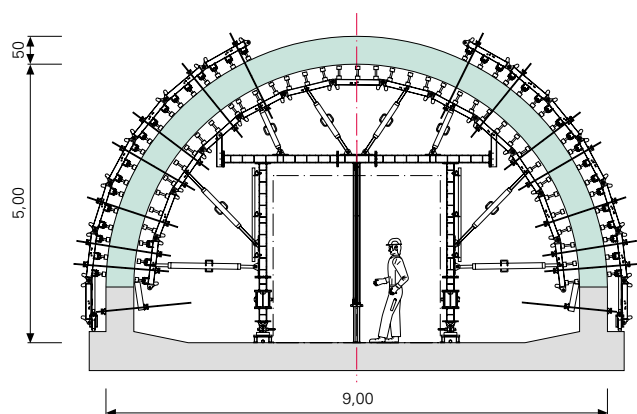
Per consentire all'alveo del ruscello di scorrere sotto l'autostrada senza ripercussioni per la flora e la fauna locali, le dimensioni della sezione della galleria sono state calcolate per eccesso: la larghezza della sezione trasversale è di otto metri e il raggio della calotta di quattro metri.



Vista della cassaforma esterna durante la fase di getto. In totale si sono realizzati otto conci ognuno della lunghezza di 10 metri.



Ing. Marek Kanda, capocantiere:
«Il facile montaggio di questa soluzione per casseforme è stata per noi una piacevole sorpresa. A parte il rivestimento di tavole, abbiamo avuto la convenienza di poter noleggiare la cassaforma.»



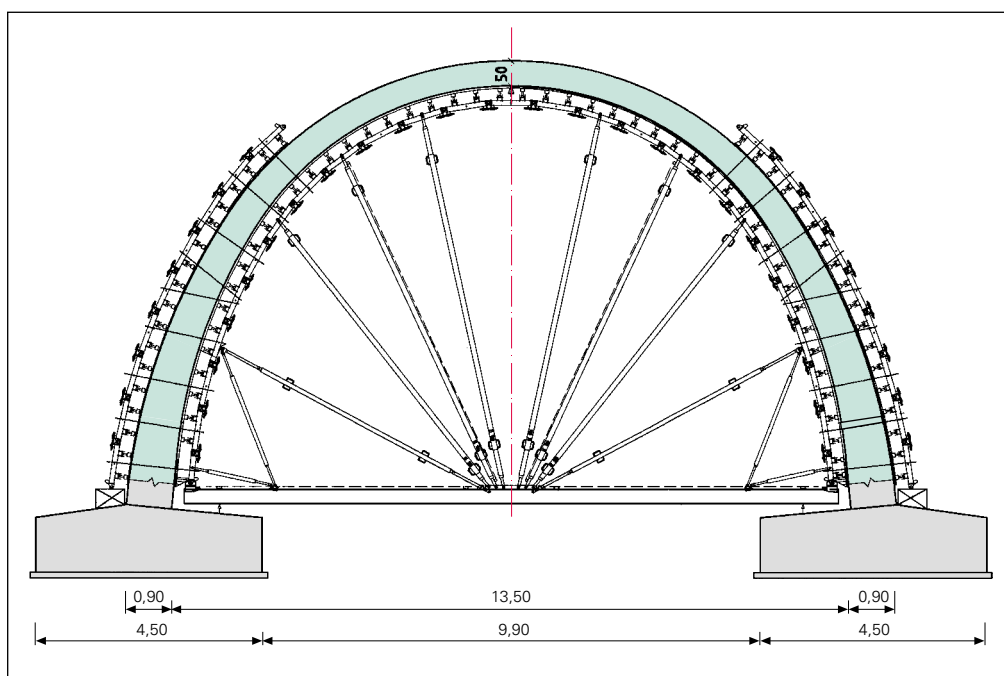
Le aperture per la fase di getto previste sulla cassaforma esterna fanno in modo che il calcestruzzo possa essere distribuito in modo uniforme.

Le travi reticolari GT 24 e i correnti a snodo GRV resistono con sicurezza alla pressione esercitata dal calcestruzzo fresco sulla cassaforma e distribuiscono i carichi sulla struttura di supporto mediante i puntoni ad elevata portata.

Attrezzatura provvisoria realizzata con componenti di serie



La strada statale B85 che da Bayreuth raggiunge Amberg incrocia il sottopasso con un angolo di 54° e lo spazio che rimane a disposizione risulta ristretto.



La galleria è stato realizzata con una cassaforma per una sezione parabolica larga 13,50 m e alta 8,40 m.

Vista frontale del sottopasso in costruzione. La cassaforma era costituita da correnti a snodo di serie PERI GRV, puntelli di stabilizzazione RS 1000, RSS I e RSS III, bracci AV 190 e travi reticolari GT 24.



A nord della città di Edelsfeld si doveva costruire una galleria artificiale che fungesse da sottopasso per salvaguardare un sentiero di montagna. A questo scopo PERI ha fornito una cassaforma per galleria, interamente costituita da componenti di serie. Una configurazione che può essere perfettamente adattata alle esigenze del cliente.

La struttura portante dell'attrezzatura è stata progettata in modo tale da sopportare le sollecitazioni prodotte dalla pressione del calcestruzzo. Durante la fase di getto del calcestruzzo, la sovrastruttura trasferisce i carichi ai puntelli di stabilizzazione RS 1000, RSS III e alle travi di acciaio ancorate sulle fondazioni.

Lo schema statico tiene conto anche dei carichi disomogenei del portale.

Il disarmo è avvenuto disattivando la cassaforma alla base e abbassando l'attrezzatura provvisoria. A questo scopo è stata costruita una puntazza d'appoggio che permette di appoggiarsi sulle travi di acciaio durante il disarmo.

E' stato così possibile garantire la stabilità dell'attrezzatura in ogni condizione. Questa «soluzione tecnicamente corretta ed economicamente conveniente», secondo il direttore del cantiere Ing. Matthias Bartsch, ha consentito la gestione della produzione in cantiere con risultati eccellenti. Le fasi di getto del calcestruzzo del sottopasso sono state quattro: prima le sezioni tipo intermedie e dopo i due ingressi.

Impresa: Alfred Kunz GmbH & Co., NL Amberg
Assistenza al progetto: PERI Stoccarda e Weißenhorn, Germania

Il servizio di preassemblaggio offerto da PERI per i correnti a snodo GRV: l'alternativa economica al montaggio in cantiere

In numerose filiali PERI dispone di un reparto di preassemblaggio, dove lavorano addetti con elevata competenza tecnica, un servizio che risulta particolarmente idoneo qualora debbano essere soddisfatti elevati requisiti di realizzazione di forme architettoniche complesse.



Nella reparto di preassemblaggio, questa cassaforma curvilinea è stata dapprima realizzata e poi suddivisa in sezioni trasportabili e consegnata in cantiere just-in-time.



Cassaforma metallica specifica per galleria autostradale con sezioni policentriche

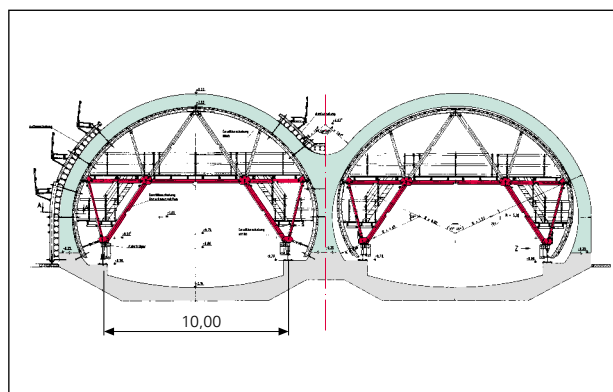
Questa galleria artificiale, realizzata nella regione dell'Altgäu nel 1989, rappresenta un valido esempio per risolvere il problema del traffico e di tutela ambientale. Il tratto dell'autostrada A 96 Memmingen – Lindau in corrispondenza di Herfatz è stato infatti convogliato in una galleria con doppia sezione policentrica della lunghezza di 440 m. Una volta terminata la costruzione con il procedimento di costruzione a cielo aperto, si è proceduto al reinterro dell'infrastruttura viaria. Dopo la rimpiatumazione si è creata così un'area che salvaguarda gli abitanti della zona limitrofa dal rumore del traffico.

Per la galleria con due sezioni policentriche (dimensioni 9,50 x 13 m per ciascuna sezione) PERI ha fornito una cassaforma metallica specifica, che ha consentito al cantiere un ciclo di costruzione di due concii di 8 m alla settimana.

Grazie a un dispositivo di regolazione e movimentazione è stato possibile fare a meno dei costosi meccanismi idraulici spesso utilizzati con le casseforme traslabili. Le ruote a rotazione forzata servono ad «arrivare al punto» con comodità e precisione.

Dopo aver ricoperto le due calotte della galleria con uno speciale materiale impermeabile è iniziato il reinterro del manufatto, seguito dalla ripiantumazione del terreno.

Realizzazione del portale di ingresso: la cassaforma traslabile con fermagetto montato è in opera, la cassaforma esterna viene armata.



La veduta aerea fornisce una panoramica dei lavori in cantiere: scavo, platea di fondazione, calotte, riempimento.

Le casseforme traslabili sono dotate di passerelle di servizio che consentono di operare in corrispondenza dei tiranti in tutta sicurezza.



Immediatamente prima di realizzare la fase di getto del calcestruzzo viene chiusa la cassaforma dei fianchi della galleria, costituita da correnti metalliche e travi reticolari GT 24.

Costruzione della galleria senza interruzioni del traffico ferroviario

Tra Balingen/Engstlatt e Balingen/centro la statale B 27, che è stata ampliata a quattro corsie, incrocia la tratta ferroviaria Tübingen-Sigmaringen. Si è resa quindi necessaria la costruzione di una galleria ferroviaria di 200 m da realizzare per 130 m con sezione policentrica e, nella zona di ingresso e uscita, con una finestratura con archi e i portali a becco di flauto.

Le ferrovie tedesche hanno escluso qualsiasi interruzione del traffico ferroviario durante i lavori di costruzione. Questa situazione ha comportato la realizzazione di una soluzione particolare che, anche durante il disarmo, non riducesse il profilo interno d'ingombro previsto dalle ferrovie tedesche e che consentisse il passaggio dei treni ad una velocità massima di 80 km/h.

La soluzione PERI prevedeva una sovrastruttura costituita da 7 unità di cassaforma montata su centine di traslazione. I telai metallici nella zona dei piedritti erano composti da una incavallatura con passerelle di servizio integrate, che alla sommità della calotta sono state collegate mediante correnti.



La realizzazione della sezione tipo è avvenuta con un ciclo di costruzione di una settimana per conci lunghi 10 m. Tutte le operazioni di movimentazione richiedevano soltanto 3 ore.

Cassaforma interna a travi VARIO / cassaforma traslabile per la realizzazione degli archi della galleria nella zona di ingresso e di uscita.

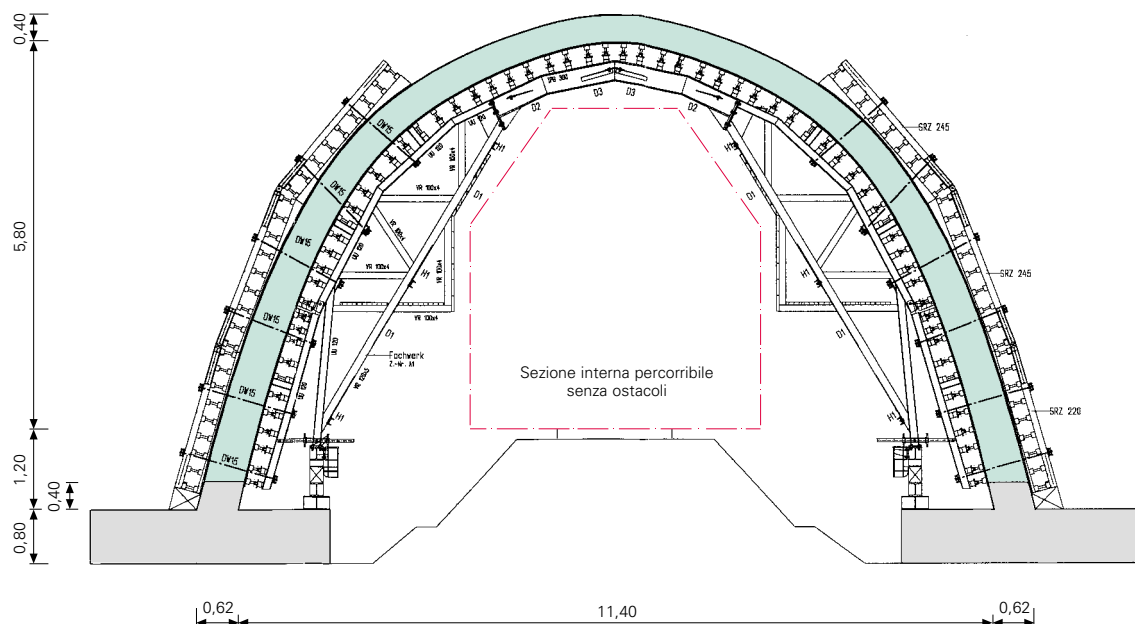


Impresa: ZÜBLINGEN AG, Stoccarda
Assistenza al progetto:
PERI Weißenhorn, Germania



La soluzione adottata dalla PERI ha consentito lo scorrimento del traffico ferroviario senza nessuna interruzione durante tutti i lavori di costruzione.

Il capocantiere Armin Hellstern: «Siamo pienamente soddisfatti della soluzione PERI che ci ha consentito di ultimare la costruzione senza difficoltà rispettando i tempi programmati.»



Sezione parabolica della galleria (larghezza max. 11,40 m, altezza libera 7,00 m) con una variazione dello spessore dei piedritti da 62 cm alla base fino a 40 cm alla sommità della calotta.





Cassaforma per galleria artificiale con sezioni differenti

Tra Vaumarcus e Areuse è stata completata un'altra tratta della strada statale N5. Lunga 22 km, questa tratta attraversa uno stretto corridoio di due chilometri situato tra lo Jura e il Neuenburgersee. Data la presenza di diverse zone abitate, colture agricole e aree naturali protette, è stato necessario realizzare gallerie, tunnel e ponti.

La galleria di Chanelaz, nei pressi della città di Boudry, è costituita da due tronconi di lunghezza 732 m con archi rovesci di fondazione e quattro sezioni di forme geometriche diverse.

La pendenza longitudinale massima è del 3,5%. L'impresa incaricata della costruzione

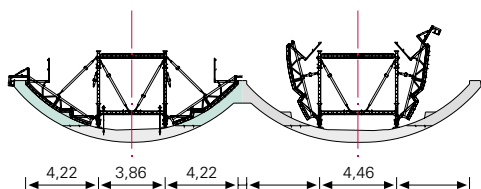
della galleria, la MARTI AG, ha iniziato nella primavera del 2000 con la realizzazione dell'arco rovescio di fondazione in corrispondenza dell'ingresso est. Già nell'estate dello stesso anno ha optato per i sistemi di casseforme PERI che consentono un adattamento alle differenti sezioni di galleria:

Per l'arco rovescio è stata impiegata una centina metallica che è stata traslata su binari. Anche la calotta della galleria è stata realizzata con una centina, dotata di meccanismo idraulico per l'abbassamento, il sollevamento e la chiusura, nonché di un sistema di trazione con movimentazione elettrica. La cassaforma esterna dei piedritti è stata accoppiata alla stessa centina della

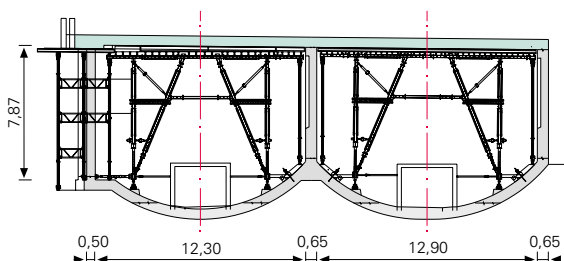
cassaforma interna ed è stata traslata e posizionata per la fase di getto.

Con questo sistema di casseforme il cantiere è stato in grado di completare un concio con doppia calotta in un ciclo di quattro giorni.

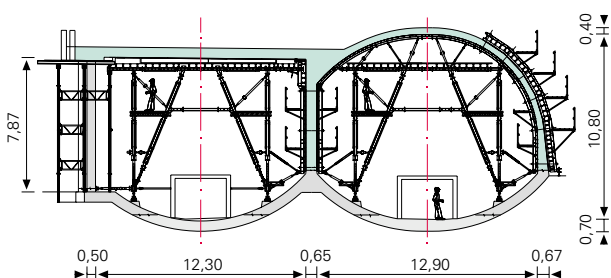
Dopo il getto del concio tipo 1, la cassaforma traslabile è stata adattata alla sezione tipo per realizzare quattro concii di tipo 2 (1 troncone con calotta / 1 troncone con solaio di copertura). Successivamente la cassaforma è stata adattata alla sezione della calotta del secondo troncone (tipo 3) e sono stati realizzati 65 concii, lunghi 10 m ciascuno, con cicli di costruzione settimanali.



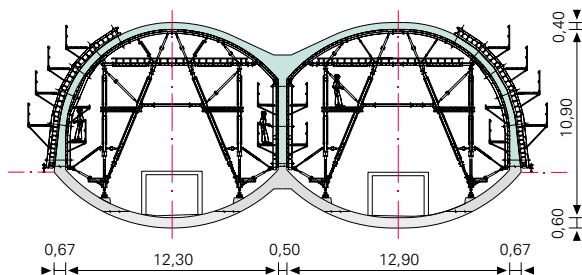
A
Sezione delle casseforme dell'arco rovescio, che vengono messe in opera in anticipo rispetto al resto della costruzione con fasi di getto di 10 m. A sinistra la fase di getto, a destra la fase di movimentazione.



B
Tipo 1 in corrispondenza dell'ingresso est con solai di copertura a piastra su entrambi i tronconi della galleria.



C
Tipo 2 con una combinazione di solaio di copertura a piastra a sinistra e di calotta per il troncone destro.



D
Tipo 3 concio con doppia calotta eseguita per 4 fasi di getto (40 m) con parete intermedia di altezze diverse e successivamente con parete intermedia di altezza costante come sezione tipo.



Posa in opera del ferro di armatura tipo 2 del concio 5.



L'assistente Giuseppe Petrolo: «Siamo molto soddisfatti della soluzione PERI. Le casseforme traslabili sono facilmente manovrabili e ci consentono di completare con una squadra di quattro uomini un concio con doppia calotta in un ciclo di costruzione di quattro giorni».

Impresa: MARTI AG, Zurigo
Assistenza al progetto: PERI Ohringen, Svizzera



Una piattaforma di predisposizione che può essere movimentata con l'intera unità di cassaforma, sostiene le casseforme esterne dei piedritti durante la movimentazione per la successiva fase di getto.



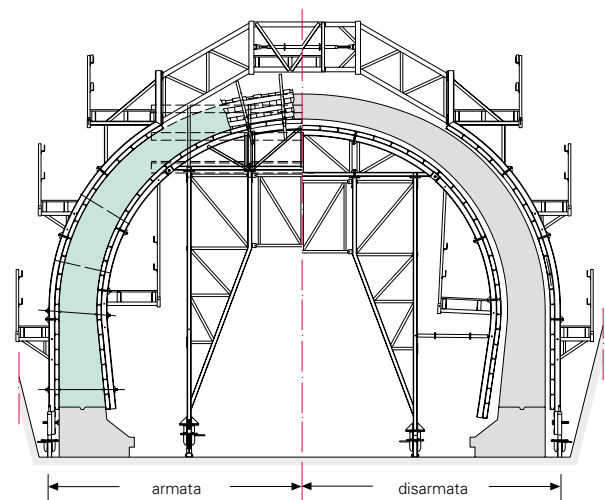
Utilizzando componenti di serie del sistema di orditure, le casseforme dell'arco rovescio realizzate su misura consentono eccellenti finiture superficiali del calcestruzzo e sezioni con dimensioni precise.

Cinque tipi di casseforme traslabili con componenti di serie PERI

Interno della galleria con la cassaforma traslabile sullo sfondo.



Le casseforme interne ed esterne sono state movimentate su rotaie senza dover utilizzare la gru.





Per l'ampliamento della rete della metropolitana di Lisbona è prevista la realizzazione di tre nuove linee con una lunghezza complessiva di 3 km e di due stazioni.

Dato che le gallerie presentano sezioni di dimensioni e forme diverse, ad una corsia, a due corsie, circolari, scatolari, si è dovuti ricorrere a diverse tipologie di casseforme traslabili.

Il ciclo di costruzione avviene in due fasi: nella prima le fondazioni, nella seconda i piedritti e la copertura delle gallerie

La cassaforma per fondazioni era costituita da elementi TRIO di serie e da elementi a telaio specifici. Le gallerie a sezione scatolare a due corsie vengono realizzate con componenti di serie VARIO/GT 24. Con due casseforme traslabili accoppiate è stato possibile ottenere conci di lunghezza 10 m. In questo modo con una squadra di sette operai è stato possibile disarmare, traslare e rimettere in opera la cassaforma di 450 m² in sole quattro ore. In media ogni dotazione di cassaforma è stata impiegata due volte a settimana.

Intersecazione di due gallerie a doppio binario a quote differenti.



Il direttore di cantiere, Jacques Guyot

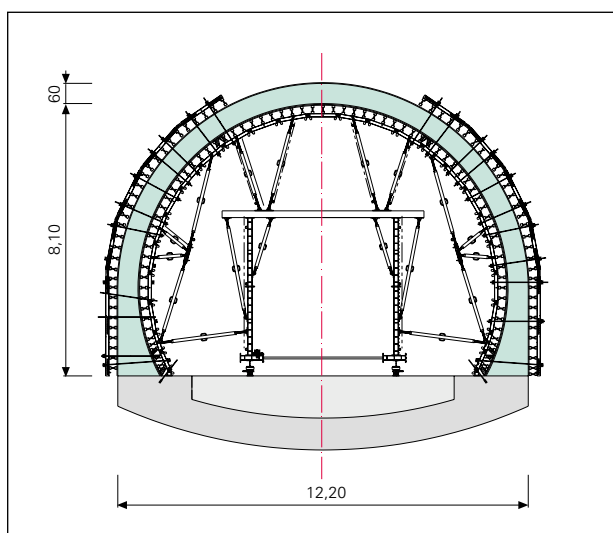
Convergenza di due sezioni diverse in corrispondenza dell'ingresso di una stazione della metropolitana.

Sistema di orditure di supporto di serie per gallerie riutilizzabile, adattabile, economicamente conveniente



Le travi reticolari GT 24 e i correnti a snodo GRV riproducono esattamente la forma desiderata della galleria di sezione policentrica e distribuiscono in sicurezza i carichi sul sistema di correnti attraverso i puntoni di regolazione. L'attrezzatura provvisoria, dopo l'abbassamento, può essere spostata su binari, per il successivo ciclo di costruzione.

I raggi della galleria policentrica misurano all'interno max 5,50 m e all'esterno 6,10 m. Lo spessore minimo della sezione alla sommità della calotta è di 60 cm.



Václav Zákosteleck, direttore del cantiere: «Dato che non siamo soliti lavorare in cantieri di questo tipo, la possibilità di noleggiare questa cassaforma per galleria rappresenta per noi un enorme vantaggio.»

I rapporti topografici redatti per il progetto di modernizzazione del corridoio ferroviario che da Praga arriva a Decín richiedevano la costruzione di questa galleria nelle vicinanze della città di Melník. Prima e dopo il tronco di galleria in sotterraneo, rivestito con calcestruzzo spruzzato, era necessario produrre due tronconi della lunghezza rispettivamente di 58 e 60 metri con il procedimento di costruzione a cielo aperto.

È stata impiegata una cassaforma traslabile adottando il sistema PERI di telai d'orditure di serie. I componenti di serie, accoppiabili tra loro, simili a moduli, possono essere montati per formare casseforme utilizzabili per qualsiasi sezione di galleria. Vantaggi: l'impresa costruttrice può noleggiare gran parte della cassaforma.

Impresa:
Metrostav a AG, Division 5
Assistenza al progetto:
PERI Praga, Repubblica Ceca



Con l'aiuto di un'impalcatura traslabile PERI UP, perfettamente adattata alla sezione del troncone della galleria in sotterraneo, è stato messo in opera il rivestimento primario di sicurezza realizzato con calcestruzzo spruzzato.



L'impalcatura di servizio di larghezza 11 m e di lunghezza 5 m può essere spostata da una fase all'altra con sei coppie di ruote.

I quattro impalcati di calpestio, con parapetti di protezione, creano le migliori condizioni per lavorare in sicurezza e con un'alta produttività.

Un passaggio di 6 m di altezza e 5 m di larghezza ha consentito agli automezzi di cantiere di transitare.



Il nodo del sistema PERI UP Rosett è particolarmente stabile e resistente. Il cuneo delle diagonali si inserisce da solo nel foro del nodo Rosett e si blocca.

L'alta rigidità di connessione consente di usare meno correnti orizzontali e di aumentare la resistenza alle sollecitazioni dell'impalcatura di servizio.



Dopo aver rimosso i tiranti, il disarmo può avvenire per settori tramite gru.

Il ciclo di costruzione di un conico di 10 m era di una settimana.

Cassaforma traslabile con forma geometrica asimmetrica



Cassaforma per galleria artificiale realizzata con componenti di serie PERI.



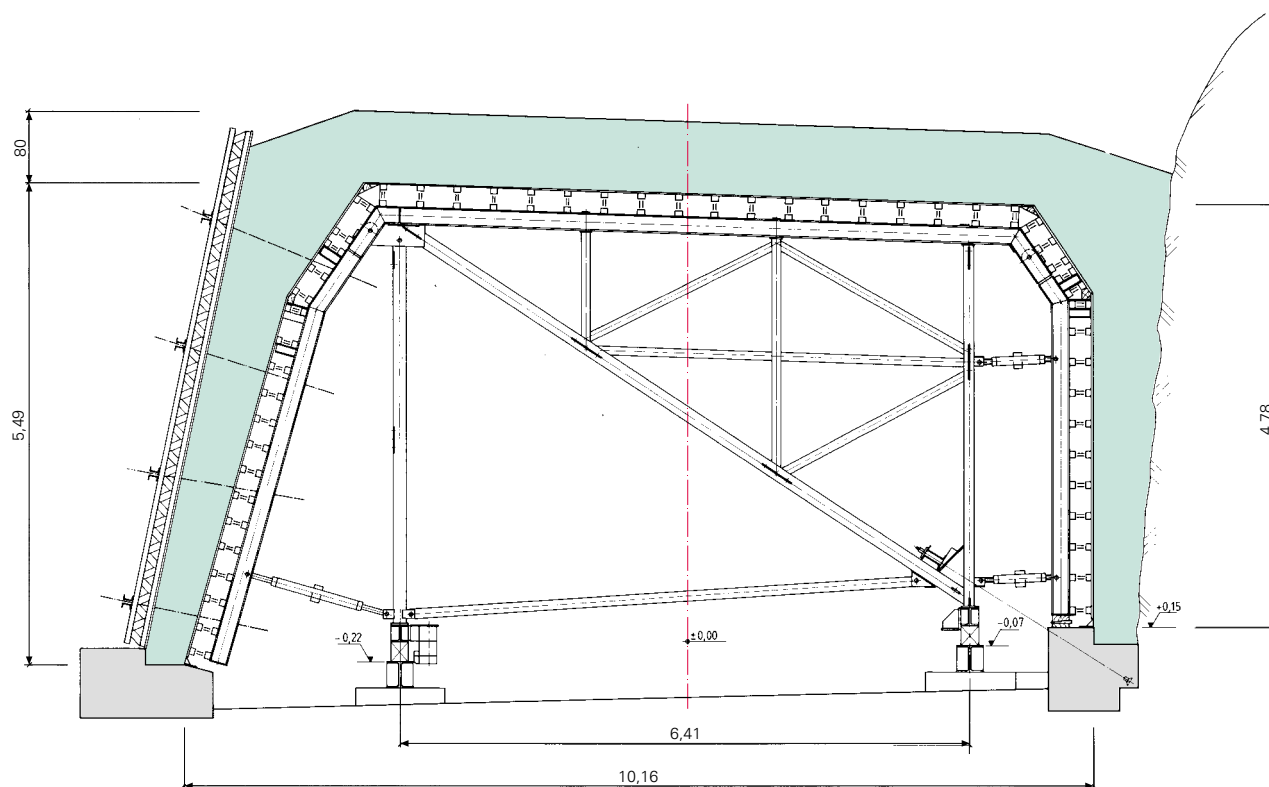
Per il progetto della galleria Steingrube, situata nelle vicinanze della città di Steinheim/Murr, è stata elaborata un'ottima soluzione, che si adatta perfettamente alle specifiche tecniche.

La cassaforma traslabile è stata concepita con un solo paramento sul lato a monte. Sul lato opposto, libero, sono stati adottati i tiranti per collegare le casseforme contrapposte. Le azioni esercitate dalla pressione del calcestruzzo sulla cassaforma con un solo paramento viene trasferita sulle fondazioni tramite gli ancoraggi.

La galleria presenta una pendenza longitudinale. I giunti fra i conci di galleria lunghi 10 m dovevano essere perfettamente verticali. A tale scopo i tecnici PERI hanno progettato un fermagetto frontale registrabile.

L'intensa collaborazione tra gli addetti alla pianificazione operativa dell'impresa Wolfer & Goebel di Stoccarda e l'ufficio tecnico della PERI Stoccarda ha consentito di concludere i lavori con risultati eccellenti.

Cassaforma traslabile con fermagetto frontale montato.



Tunnel sotto il fiume Warnow, Rostock, Germania





Con la cassaforma traslabile per tunnel i lavori procedono senza sosta

Con questa infrastruttura l'appaltatore, la società Warnowquerung GmbH & Co. KG, ha ultimato la tangenziale che costeggia la città anseatica di Rostock. Il tunnel di 790 m si compone di sei tronconi, ciascuno di lunghezza 120 metri, realizzati in otto cicli di costruzione e preassemblati in un apposito bacino di carenaggio. Una volta compartimentati i tronconi a tenuta d'acqua, il bacino è stato allagato ed è seguito il traino e l'affondamento degli stessi del peso di 22.000.

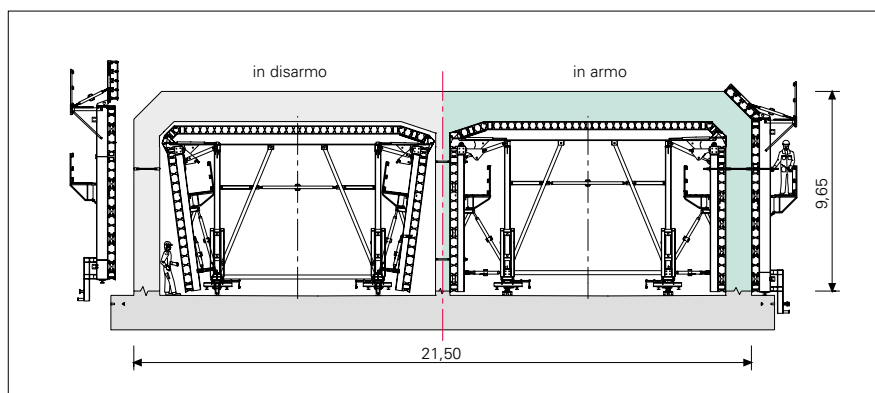
I cicli di costruzione dei conchi del tunnel sono avvenuti in due fasi: dopo aver gettato la platea di fondazione, i piedritti verticali e la soletta superiore sono stati realizzati in un'unica fase di getto. La lunghezza dei conchi varia da 14,20 a 15,60 m.

La soluzione proposta da PERI si basava in massima parte su componenti di serie. Le due casseforme traslabili fornite erano semplici da utilizzare: le casseforme interne potevano essere armate, sollevate e disarmate con l'ausilio di un dispositivo idraulico. Per la movimentazione sono stati usati i paranchi a fune. Le unità di cassaforma esterne sono state movimentate insieme alle passerelle di servizio con un solo tiro di gru, consentendo un notevole risparmio di tempo. Non è stato quindi difficile rispettare i ritmi settimanali previsti per i cicli di costruzione.

Appaltatore: Warnowquerung GmbH & Co. KG
Impresa generale: Boygues Travaux Publics S.A., Feste Warnowquerung Rostock

Impresa esecutrice: STRABAG Hoch- und Ingenieurbau AG, Mecklenburgo-Pomerania Anteriore, Güstrow

Assistenza PERI: PERI Amburgo e Weißenhorn, Germania



Il peso complessivo delle due attrezzature provvisorie per realizzare il tunnel è di ca. 400 t. La soluzione adottata tiene in considerazione le risorse logistiche disponibili: le attrezzature provvisorie possono essere smontate in componenti di otto tonnellate ciascuno che vengono sollevati e rimossi prima che il bacino di costruzione venga allagato.

Le pareti esterne presentano soltanto due tiranti, uno dei quali nella platea di fondazione. Si riduce quindi il pericolo di infiltrazione di acqua. Nella posizione superiore i tiranti DW 32 sono sottoposti in tutta sicurezza a un carico di trazione di 360 kN. I sistemi di tiranti-ancoraggi PERI riducono in modo consistente il rischio di infiltrazioni d'acqua.



I giunti di dilatazione e di costruzione sono a tenuta e garantiscono l'impermeabilità.



L'assistente Steffen Drögmöller: «Le casseforme traslabili del tunnel funzionano in modo eccellente, tanto che i lavori possono procedere senza sosta su due linee di produzione».

A destra: concio con una cassaforma interna ed esterna in armo. A sinistra in disarmo. Cassaforma interna spostata della lunghezza di una fase di getto, cassaforma esterna pronta per essere spostata alla successiva fase di utilizzo.

Le posizionamento del tunnel si è basato sulla metodologia di «galleggiamento e affondamento» ancora poco nota in Germania.

Schema procedimento di costruzione:

(A) Costruzione



(B) Galleggiamento dei tronconi



(C) Affondamento e posizionamento



Grafik: Jochen Bertholdt, Rostock

(A) Vengono realizzati due tronconi alla volta in tre conchi.

(B) Una volta terminato il ciclo di costruzione di due tronconi, il bacino viene allagato. Le due strutture galleggiano.

(C) I tronconi di tunnel sono realizzati in calcestruzzo impermeabile e prima del galleggiamento vengono compartimentati alle estremità per la tenuta all'acqua.

Cassaforma con dispositivo idraulico di movimentazione Cicli di costruzione settimanali e movimentazione autonoma



Il raccordo anulare di Augusta della tangenziale sud-est B 17, servirà a decongestionare il traffico nel centro della città e quindi a migliorare la qualità di vita dei suoi abitanti. L'ultimo tratto è caratterizzato da un tunnel di 380 m, che dal 2004 sarà percorso da circa 35.000 veicoli al giorno. La realizzazione di quest'opera prevedeva uno scavo in trincea sostenuto da una paratia e l'adozione del procedimento di costruzione a cielo aperto.

Per garantire l'impermeabilità all'acqua, il tunnel è stato progettato sotto forma di conci con struttura monolitica senza ripresa di getto. La realizzazione della soletta inferiore e dei piedritti verticali doveva avvenire in un'unica fase di getto per evitare la formazione di un giunto di costruzione alla base.

In collaborazione con l'ufficio tecnico Züblin, i tecnici PERI hanno stilato una metodologia d'impiego che si basa su una soluzione di attrezzatura provvisoria traslabile economica e con eccellenti performance, che comprendeva: centina di traslazione, incastellatura per la cassaforma dei piedritti e sponde fermagetto della soletta inferiore. Il cantiere è così riuscito a mantenere il ritmo settimanale del ciclo di costruzione con fasi di getto di 10 m ciascuna.

Vista frontale, la centina di traslazione è posizionata davanti alla sponda fermagetto già montata. Ora la cassaforma traslabile vera e propria può avanzare nella posizione del successivo ciclo di costruzione, mediante la centina di traslazione. Successivamente si procede con la messa in opera delle casseforme e del ferro d'armatura.

Impresa: Ed. ZÜBLIN AG, filiale Stoccarda
Assistenza al progetto: PERI Weißenhorn e Stoccarda, Germania



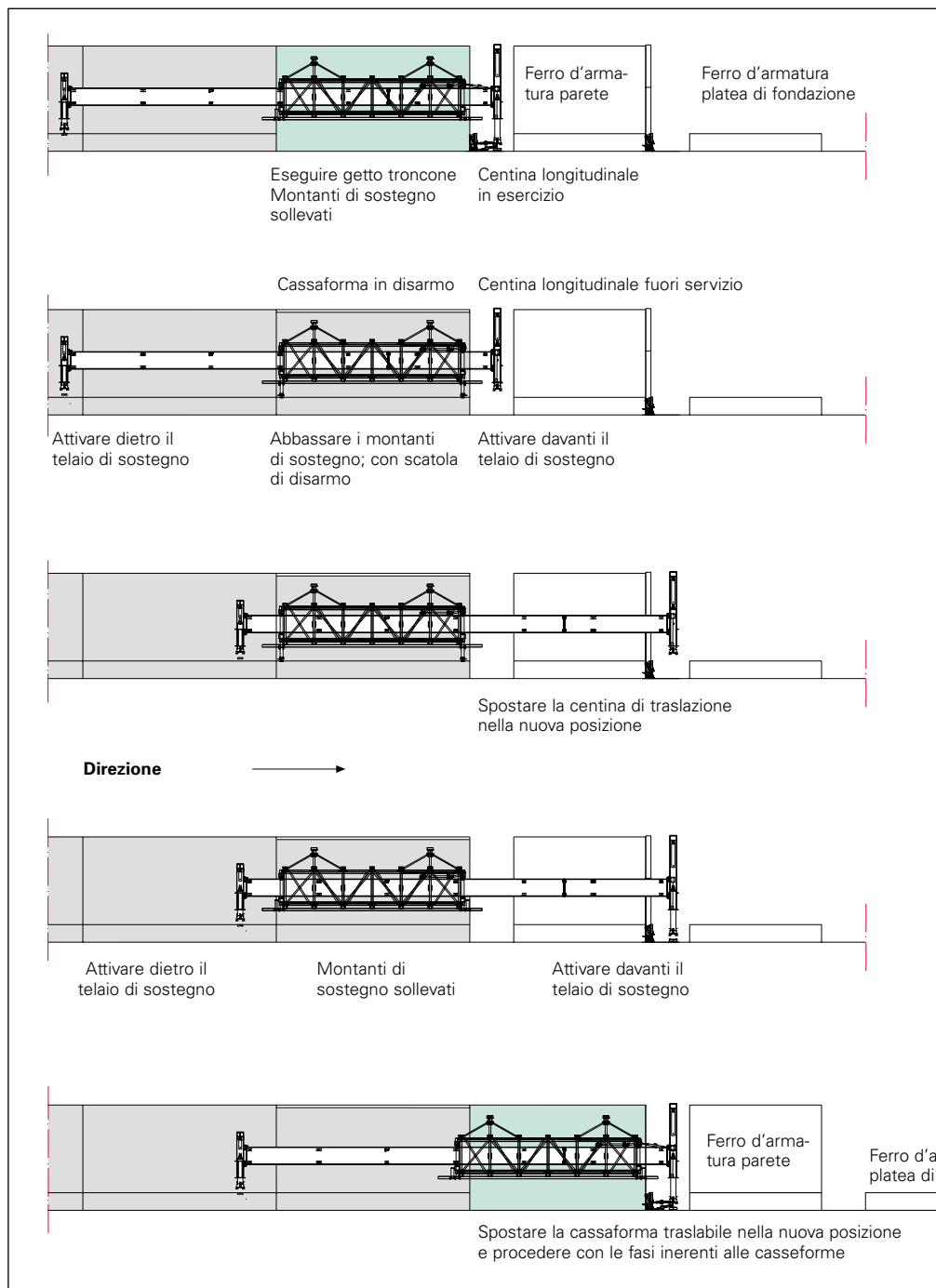
Il capocantiere Thomas Hauser: «La collaborazione tra PERI e ufficio tecnico ZÜBLIN per la progettazione della cassaforma traslabile ha portato a una soluzione funzionale. Dopo poche fasi di getto siamo riusciti a raggiungere il ritmo settimanale previsto per il ciclo di costruzione. Lavorare con l'attrezzatura provvisoria traslabile non ci ha creato difficoltà. È possibile spostare l'intera unità di attrezzatura in corrispondenza della fase di getto successiva in meno di mezza giornata.»

CE

Conformemente a quanto indicato dall'Ispettorato del lavoro della Baviera, l'attrezzatura provvisoria traslabile PERI era soggetta alla Direttiva Macchine 98/37 CE. Oltre a soddisfare i molteplici requisiti di sicurezza, i tecnici PERI hanno dovuto pertanto effettuare un'analisi dei rischi, redigere le istruzioni d'uso ed è stata rilasciata una dichiarazione di conformità. Alla cassaforma traslabile PERI è stato quindi rilasciata la relativa marcatura CE.



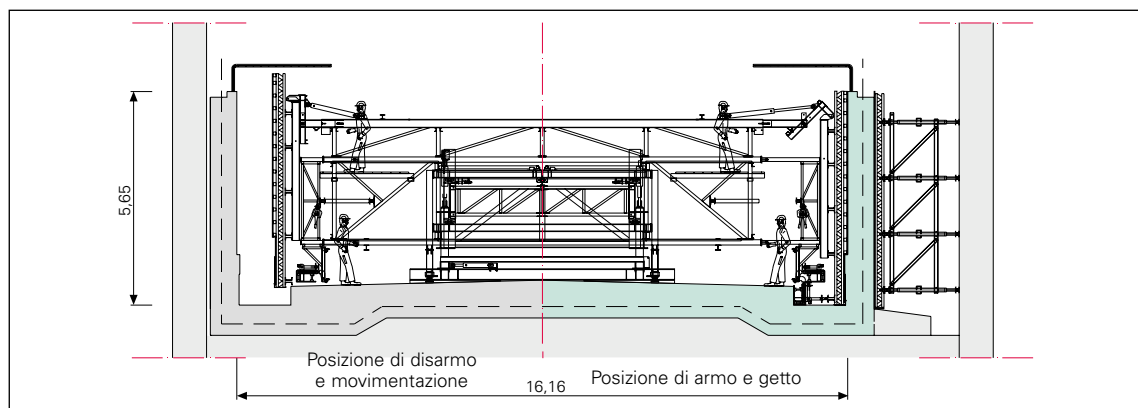
Le due casseforme della testata fermagetto sono collocate in corrispondenza del successivo ciclo di costruzione mediante un'attrezzatura ausiliaria.

Schema procedimento di costruzione
Fasi costruttive dei tronconi del tunnel


I moduli di cassaforma per pareti composti da corrente metallico, trave reticolare GT 24, rivestimento per una finitura superficiale di alto livello qualitativo, sono collegati saldamente alla attrezzatura provvisoria traslabile e possono essere messi in armo e in disarmo con l'ausilio di un dispositivo idraulico.



Anche le sponde longitudinali del fermagetto della platea di fondazione sono integrate nella cassaforma traslabile. Per armare e disarmare basta semplicemente avvitare e svitare gli alberi filettati.



Il fermagetto di testata delle pareti e le sponde fermagetto della soletta inferiore sono realizzate con diverse riservazioni, che alloggiavano il giunto di tenuta nella parete e al centro della platea di fondazione.

La pressione esercitata dal calcestruzzo sui piedritti viene contrastata con l'ausilio di orditure orizzontali disposte trasversalmente rispetto all'asse del tunnel.

Sezioni variabili e finitura del calcestruzzo a vista di alto livello qualitativo

Soluzione con TRIO e TRIO Struktur

Durante la costruzione di nuovi tratti autostradali, capita sempre più spesso che vengano realizzate infrastrutture con il preciso obiettivo di costituire barriere antirumore. Queste infrastrutture normalmente realizzate in trincea, sono in genere costituite da rampe di accesso poste alle estremità del tunnel nel quale si inseriscono, con un portale d'imbocco progettato con valenze architettoniche. Tali tunnel possono essere costruiti con il procedimento di costruzione a cielo aperto e successivamente ricoperti da terra e pian-tumati.

La realizzazione di una sezione di galleria sembra facile a prima vista. La difficoltà si ha nella pianificazione dei cicli di costruzione dei piedritti e della soletta di copertura. Un'ulteriore difficoltà nella progettazione operativa delle casseforme si manifesta nell'esigenza di un'unica fase di getto per la platea di fondazione.

La cassaforma è stata reimpiegata 75 volte. Ciò significa che i sistemi di cassaforma utilizzati hanno dovuto ogni volta essere adattati alle diverse forme e finiture superficiali del calcestruzzo. Nel caso specifico era richiesta l'impronta in verticale delle tavole in legno.

I tecnici PERI hanno risolto questi problemi con TRIO e TRIO Struktur di altezza di 2,70 e 3,30 m rivestito con tavole con evidenziate le venature. Per ogni tunnel sono stati impiegati 5 tavoli PD 8 a grande superficie. Ogni ciclo di costruzione si completa in una settimana.



Estremamente complessa era la forma geometrica dei portali in corrispondenza di entrambi gli imbocchi. Grazie a RUNDIFLEX e alle riservazioni premontate queste opere sono state realizzate con buoni risultati. 140 puntelli di stabilizzazione hanno contrastato la pressione sulla cassaforma con un solo paramento curvilineo.

A causa di una strada che intersecava il tratto autostradale, si sono dovuti iniziare i lavori su due fronti. Le rampe sono state realizzate tutte e due in trincea. A complicare ulteriormente i lavori ha contribuito la realizzazione della copertura come barriera antirumore.



Si notano chiaramente i tre cicli di costruzione:

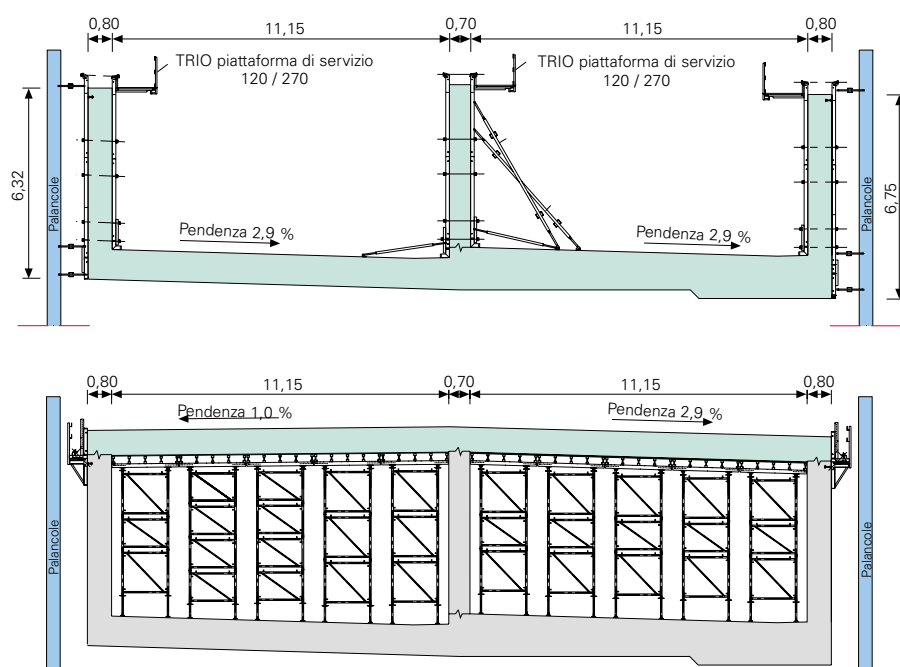
- platea di fondazione
- piedritti
- solaio di copertura



La cassaforma dei fianchi della platea di fondazione è stata realizzata con componenti di serie TRIO e componenti specifici.



La PERI ha fornito e montato le casseforme in funzione del progetto applicativo della filiale PERI di Monaco (D).



I sistemi di cassaforma adottati per pareti e solai:

- TRIO alto 2,70 m e 3,30 m
- Tavoli a grande superficie PD8

Cassaforma traslabile per i piedritti verticali e la soletta superiore per la realizzazione di un tunnel stradale impenetrabile all'acqua



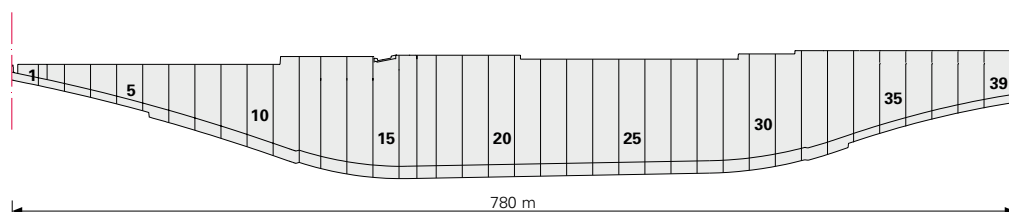
La nuova circonvallazione B 311 di Ertingen prevede la costruzione di un tunnel stradale della lunghezza di 769 m. Il tunnel si trova a una profondità tale da consentire al fiume sovrastante di continuare a scorrere nel suo alveo naturale al di sopra del tunnel. Questa soluzione ha anche garantito il rispetto delle norme contro l'inquinamento acustico per le case del circondario.

Nella zona delle rampe di ingresso e di uscita, si sono dovute adattare le unità di cassaforma all'altezza differente delle pareti. Per realizzare la platea di fondazione e i piedritti verticali con un'unica fase di getto, le unità della cassaforma interna ed esterna sono state appese ad una incastellatura. È stato quindi possibile adattare progressivamente le unità di cassaforma in altezza ed adeguarle al tracciato in pendenza della strada.

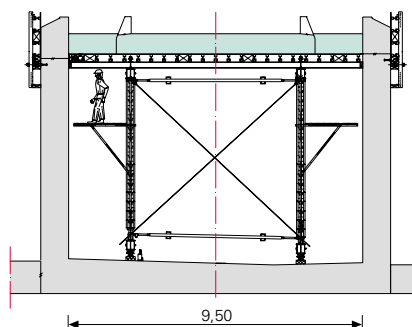
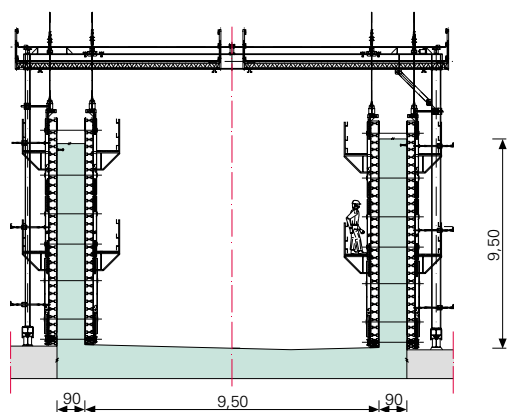
Per la platea di fondazione e i piedritti verticali è stata utilizzata una cassaforma traslabile; per la soletta superiore di copertura, composta da puntoni HD 200 con travi reticolari GT 24 e correnti metallici, si è ottenuta la configurazione tipica dei tavoli. La movimentazione dei tavoli da una fase all'altra di impiego è avvenuta mediante ruote.



L'assistente Richard Wetzel:
«Siamo riusciti a rispettare con puntualità i tempi previsti per ogni ciclo di costruzione. Anche la decisione di optare per il sistema tiranti-ancoraggi PERI DK è stata corretta. Consigliamo pertanto l'adozione di questo sistema.»



L'intero sviluppo del tunnel è stato suddiviso in 39 conchi di lunghezza 20,00 m ciascuno. L'adattamento in altezza della cassaforma per pareti è avvenuto mediante sovrapposizione delle unità di cassaforma.



L'incastellatura traslabile con le casseforme VARIO appese viene movimentata da una fase all'altra, muovendosi sulle fondazioni a lato gettate precedentemente (a sinistra).

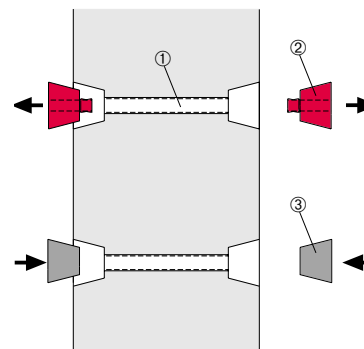
È stato possibile adattare rapidamente l'altezza della cassaforma della soletta di copertura alle diverse altezze delle pareti grazie agli alberi regolabili dei puntoni HD. L'abbassamento della cassaforma sotto carico è avvenuto con l'ausilio di scatole di disarmo (a destra).



Montaggio della cassaforma traslabile per soletta superiore di copertura con l'ausilio dei puntoni HD 200.

Sistema di tiranti-ancoraggi DK:

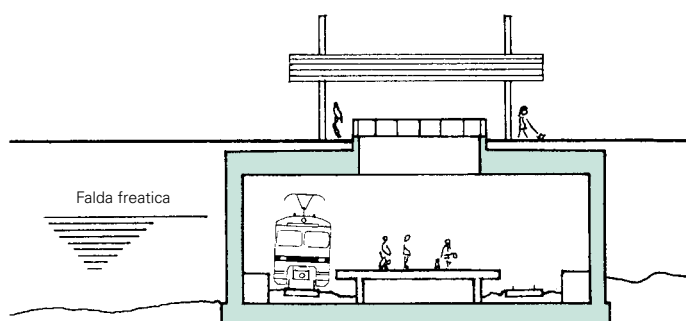
Tutti i tiranti di collegamento d'ancoraggio dovevano essere conformi ai requisiti previsti della norma DIN 1045 in materia di impermeabilità delle pareti. Grazie al sistema di tiranti-ancoraggi PERI per pareti impermeabili, è stato possibile rispettare questa norma in tutta sicurezza e a un costo contenuto.



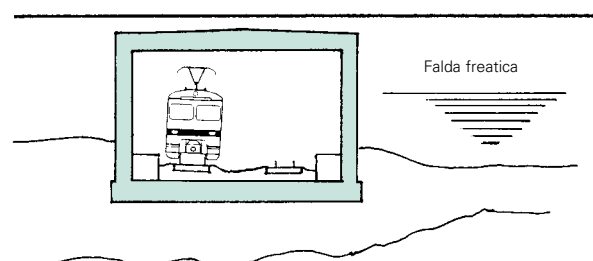
- ① Tubo ruvido
- ② DK inserto d'appoggio
- ③ DK tappo troncoconico di cemento

Riduzione dei tempi di costruzione e degli scavi

134 cicli di costruzione a ritmi di due giorni



Stazione



Tratta metropolitana

Platea di fondazione, piedritti verticali, soletta superiore di copertura, ovvero la sezione scatolare del tunnel viene realizzata con un getto contemporaneo senza riprese.

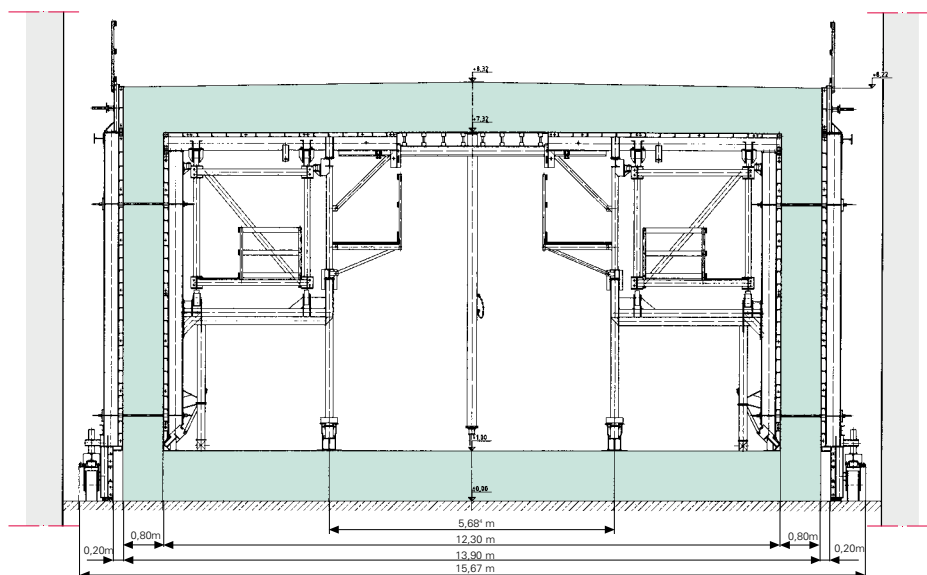
L'aeroporto Monaco II a Erdinger Moos è stato collegato alla rete della S-Bahn di Monaco con una nuova tratta della metropolitana a doppio binario. Questa linea parte dalla stazione di Ismaning della S-Bahn S 3 e percorre un tratto di 19 km giungendo fin sotto l'edificio centrale dell'aeroporto.

Sebbene il progetto prevedesse inizialmente l'utilizzo della metodologia costruttiva consistente in più fasi di getto successive (platea di fondazione – piedritti verticali – soletta superiore), per poter rispettare i termini previsti (20 mesi) e risolvere in modo razionale le particolari difficoltà costruttive insite nella presenza della falda freatica, per gran parte del tunnel si è optato per la struttura monolitica.

Lo scavo di fondazione, profondo fino a 12 m, è stato adeguatamente palancolato. Grazie alla metodologia costruttiva consistente in un'unica fase di getto, le operazioni di messa in opera dell'attrezzatura provvisoria e di getto del calcestruzzo si sono svolte con grande rapidità.

I conci del tunnel, di lunghezza 10 m e con una sezione scatolare di 6,32 m x 10,12 m sono stati realizzati a ritmi di due giorni per ogni ciclo di costruzione. Questo ha implicato la movimentazione e la posa in opera di 450 m² di casseforme, 42 t di ferro d'armatura e 330 m³ di calcestruzzo per platea di fondazione, piedritti verticali e soletta superiore.

La centina di traslazione PERI, suddivisa in una metà di sinistra e una di destra movimentabili separatamente, ha consentito di realizzare conci monolitici anche per il tratto con sezione scatolare allargata (12,34 m), di gettare in opera la platea di fondazione e i piedritti verticali nella sezione corrispondente alla stazione (larghezza max 17,20 m) e di procedere con una maggiore semplicità in corrispondenza delle curve della tratta.



Attrezzatura provvisoria specifica PERI, fase di armatura, sezione allargata (12 m). La puntellazione di rompitratta (al centro) è già installata per le operazioni di disarmo.

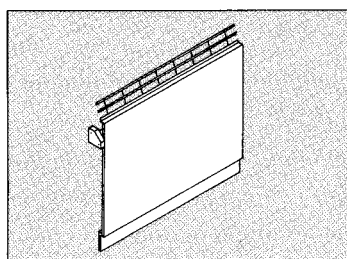


Movimentazione dell'attrezzatura provvisoria specifica PERI di una sezione armata con paranco motorizzato a catena.

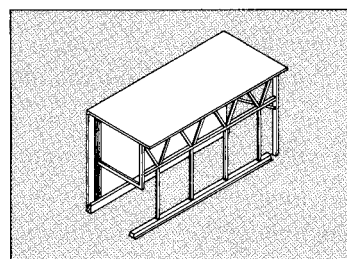


Montaggio: cassaforma interna posizionata su centina di traslazione spostata in avanti.

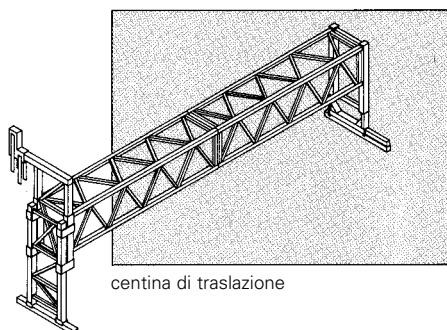
L'attrezzatura provvisoria è composta da:



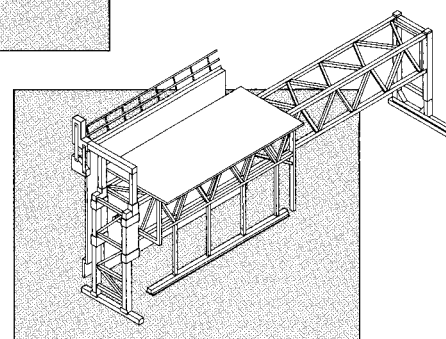
cassaforma esterna



cassaforma interna



centina di traslazione



cassaforma completa



Il direttore della filiale PERI Monaco Rudolf Degenhart (a sinistra) a colloquio con il capocantiere Köpfer.

Casseforme specifiche PERI per galleria realizzata con conci monolitici

Sulla strada statale 93 nei pressi di Zwickau, in Germania, è stato allestito un grande cantiere per la costruzione di una galleria artificiale lunga 450 m.

La galleria è stata realizzata in trincea con il procedimento di costruzione a cielo aperto, così come le rampe d'ingresso e d'uscita.

A causa del tempo ridotto previsto dal programma lavori, la galleria artificiale è stata costruita con il metodo dei conci monolitici senza giunti di costruzione e con cicli di sette giorni per conci di 10 m. Questo metodo ha consentito di ridurre i tempi di esecuzione e gli oneri inerenti allo scavo.

Le esperienze della PERI e dell'impresa Max Bögl nella costruzione di tunnel e canali con il metodo dei conci monolitici sono risultate determinanti per un impiego razionale della cassaforma traslabile, utilizzabile senza l'ausilio della gru.

La movimentazione efficiente della cassaforma metallica di 300 t è stata gestita completamente con un meccanismo idraulico.

Lo spostamento della cassaforma, del formaggio suddiviso in gruppi e del relativo supporto è stato controllato con un telecomando. Le passerelle integrate nelle centine di traslazione hanno facilitato notevolmente i lavori di posa in opera del ferro di armatura in corrispondenza dei piedritti. Inoltre, non è stato necessario impiegare costose impalcature di servizio.



Il direttore del cantiere Peter Brandler:
«Come previsto, le casseforme traslabili hanno funzionato senza problemi fin dal primo momento anche grazie all'ottima collaborazione tra il cantiere e l'ufficio tecnico della PERI».



La movimentazione della cassaforma traslabile è stata progressiva.



Metodologia d'impiego

Cassaforma interna con centina per solai:

Cassaforma metallica posta su centine di traslazione con supporti sul davanti e sul dietro. Regolazione delle altezze e allineamento trasversale controllati da un meccanismo idraulico.

Integrazione della cassaforma dei piedritti con quella del solaio di copertura. Sistema di disarmo posto nella parte inferiore della cassaforma dei piedritti. La puntellazione centrale con guida di posizionamento è sollevabile di 1 m con il meccanismo idraulico.

Cassaforma esterna:

Collegata alla cassaforma interna mediante tiranti di collegamento, la cassaforma esterna è appoggiata sull'extradosso della fondazione.

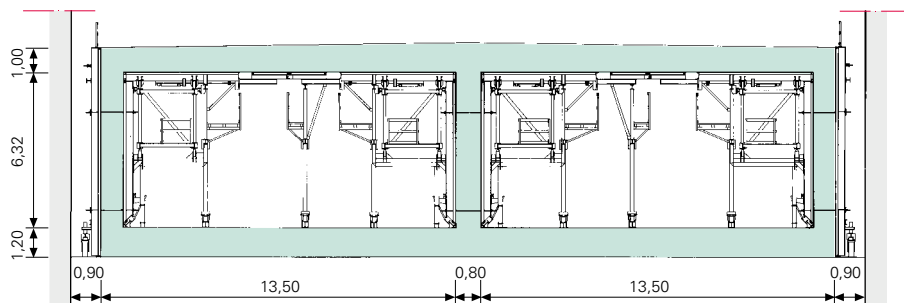
La cassaforma esterna è traslabile mediante ruote con meccanismo di sollevamento anteriore e posteriore. Viene spostata in corrispondenza della nuova posizione d'esercizio con le guide della centina di traslazione.

Fermagetto frontale:

È adattato alle dimensioni della sezione tipo,

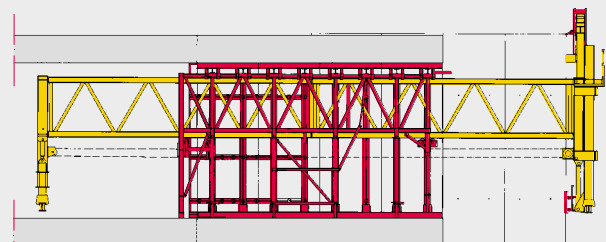
è divisibile per l'inserimento dei giunti di costruzione e di tenuta,

adattabile all'impiego di componenti delle casseforme convenzionali.

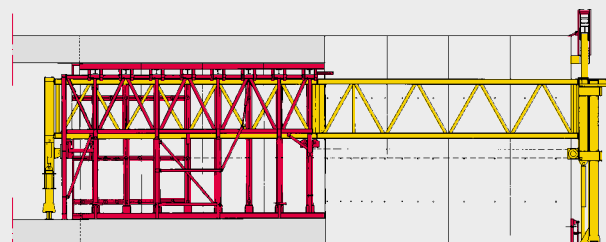


Sezione tipo in arm

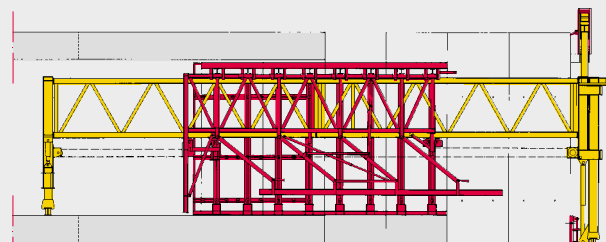
Schema di metodologia d'impiego



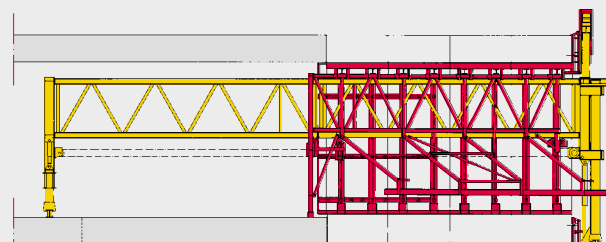
Spostamento della cassaforma esterna con centine di traslazione. Tiranti rimossi, cassaforma esterna disarmata, supporto anteriore e posteriore alzati.



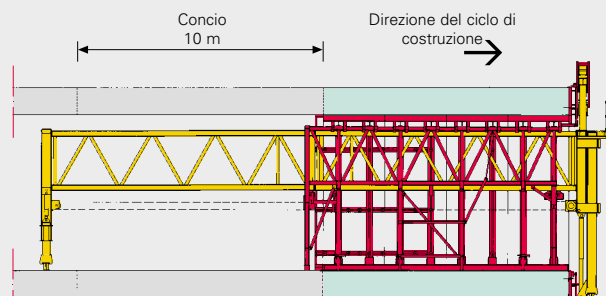
È possibile completare la posa in opera del ferro di armatura dei piedritti. La cassaforma esterna con centine di traslazione viene spostata e posizionata.



La cassaforma interna viene traslata con le centine nella fase successiva. La cassaforma interna viene disarmata utilizzando le centine con puntellazione centrale alzata.



La cassaforma interna viene messa in opera. Vengono inseriti i tiranti e serrati i fermagetti frontali. La puntellazione centrale rimane alzata finché non viene gettato la platea di fondazione.



La cassaforma è pronta per la fase di getto.

Per la prima volta in Svizzera **viene realizzata una galleria artificiale con il metodo dei conci di struttura monolitica**



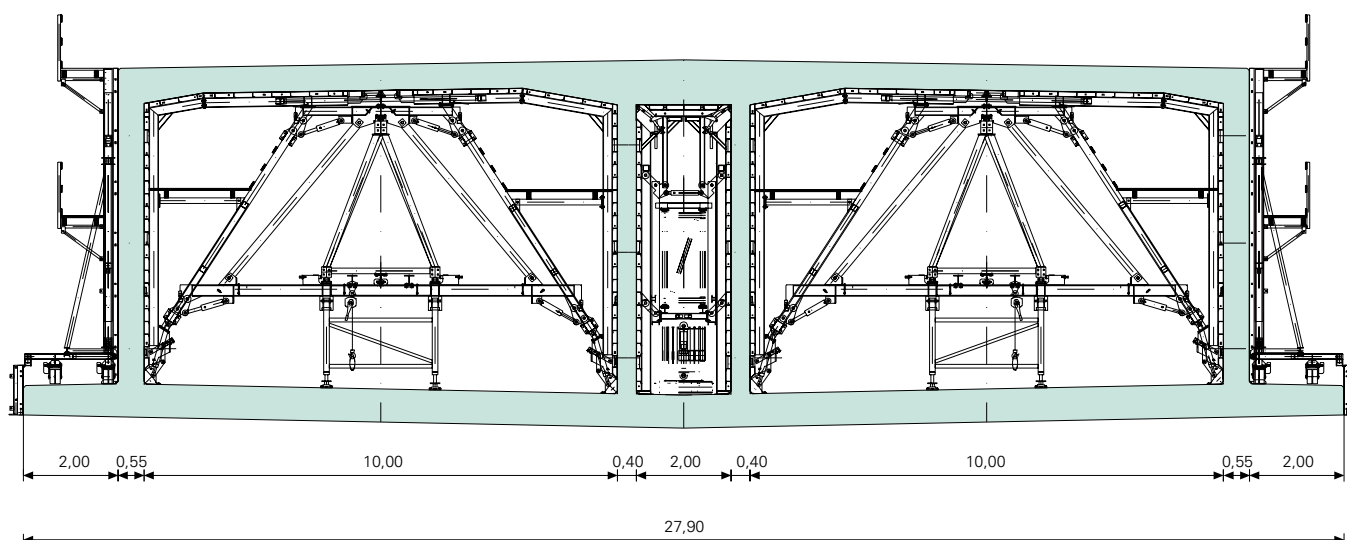
Il Capocantiere René Cejka:
«La mia squadra è rimasta entusiasta del sistema di casseforme adottato e lavora con grande motivazione. Grazie a cicli di costruzione regolari riusciamo a risparmiare del tempo prezioso in ogni fase».

La galleria artificiale lunga 1240 m, realizzata con il metodo dei conci monolitici di lunghezza 10 m, è costituita da due sezioni scatolari e da un corridoio intermedio di servizio. La platea di fondazione, i piedritti e il solaio di copertura sono stati realizzati in un'unica fase di getto. In tal modo non ci sono giunti di costruzione orizzontali.

Tutte le operazioni d'impiego delle casseforme, quali la messa in opera, il disarmo, la regolazione, l'adattamento e la movimentazione sono state controllate mediante un meccanismo idraulico. Per la movimentazione delle centine di traslazione è stato impiegato il sistema PERI ACS 100. Fin dall'inizio è stato possibile completare il ciclo di costruzione di un conco in una settimana.



La cassaforma traslabile, con un peso complessivo di 210 t, era costituita da due casseforme interne per i conci delle gallerie, una cassaforma per il corridoio di servizio con le relative centine di traslazione, una cassaforma esterna e il fermagetto frontale.





La rampa di accesso e il portale che conducono nella galleria.



Casseforme traslabili PERI per il tunnel monolitico più grande del mondo

Dal 2000 il tunnel Oeresund collega la Svezia alla Danimarca con un'autostrada a quattro corsie e una linea ferroviaria a doppio binario. Oltre a due rampe di accesso al ponte, un ponte strallato e un'isola artificiale, è stato costruito un tunnel in sotterraneo, il più grande del mondo in termini di volume.

Grazie alla sua lunga esperienza nella costruzione di tunnel monolitici, PERI è riuscita a vincere la gara di appalto internazionale a cui hanno partecipato altre 15 società. In soli otto mesi è stato possibile predisporre la progettazione, la produzione, il trasporto e il montaggio.

Impresa: Consorzio-Oeresund Tunnel Contractors:

- NCC AB, Svezia
- The Laing Group, Gran Bretagna
- Boskalis Westminster Dredging B. V., Paesi Bassi
- Dumez-GTM, Francia
- E. Pihl & Son A/S, Danimarca

Assistenza al progetto:

PERI Danimarca
PERI Weissenhorn, Germania



Procedimento di produzione

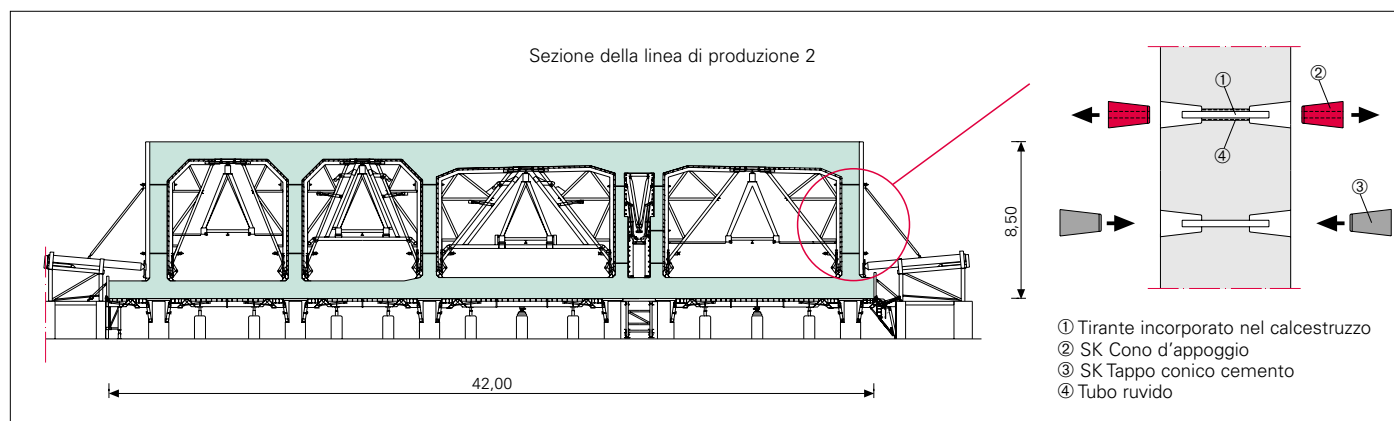
Per la prima volta, per la realizzazione di un tunnel è stato impiegato il metodo costruttivo per estrusione utilizzato dagli anni '60 per la costruzione di impalcati di ponti.

Due linee di produzione fisse hanno consentito la realizzazione di 20 tronconi di 176 m di lunghezza ciascuno. Ognuno di questi tronconi è stato prodotto con otto conci di 22,20 m.

La cassaforma

I tronconi sono stati gettati con due gruppi di casseforme azionati mediante un meccanismo idraulico, ciascuno costituito da una cassaforma del fondo, due casseforme esterne, cinque casseforme a tunnel, quattro centine di traslazione, diversi componenti per le fondazioni complementari e fermagetti, ogni volta sono stati gettati, uno dopo l'altro, otto conci, che sono stati poi sospinti in avanti. La cassaforma del fondo e la cassaforma esterna erano stazionarie.

Chiusura a tenuta stagna degli ancoraggi DW 26:
Con il sistema di ancoraggi PERI SK sono stati realizzati 20.000 ancoraggi a tenuta stagna.



Elementi del tunnel compartimentati prima dell'allagamento del bacino.



Due tronconi del tunnel lunghi 176 m nel bacino allagato, pronti per essere trainati.



Traino in mare aperto di un troncone del tunnel di 57.000 t.



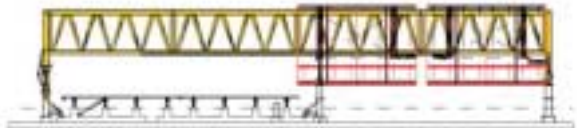
Al termine della produzione:

I singoli tronconi del tunnel sono stati trasportati in un bacino simile a una chiusa. Ogni troncone è stato immerso nell'acqua (all'altezza del livello del mare), prelevato da appositi natanti e posizionato con l'ausilio di un sistema di navigazione satellitare in corrispondenza dell'asse del tunnel. A questo punto il troncone viene calato in una fossa predisposta sul fondo del mare. Le ulteriori lavorazioni sono state realizzate dall'interno del tunnel.

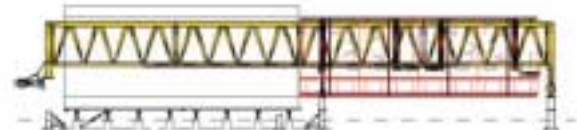


Il direttore dei lavori della NCC AB (Svezia), Nils Bjelm: «Il tunnel Oeresund è il più grande tunnel monolitico del mondo realizzato con il metodo di costruzione per estrusione. Con questo progetto la PERI ha soddisfatto le nostre aspettative. I tempi brevi di esecuzione e il rispetto delle rigide tolleranze dimensionali non hanno costituito alcun problema. PERI ha mantenuto le sue promesse in termini di efficienza e competenza tecnica».

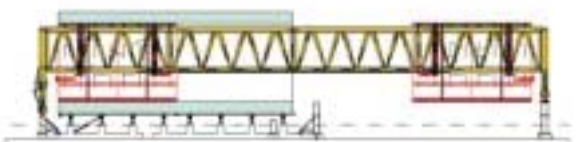
Procedimento



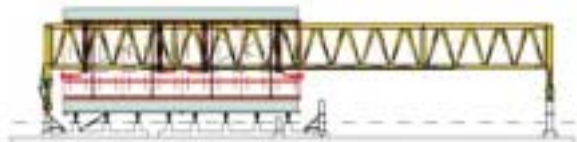
Posizione iniziale: la cassaforma esterna è disarmata; la cassaforma del fondo rimane in posizione di esercizio; le centine di traslazione si appoggiano davanti e dietro; la cassaforma interna è disarmata e supportata in posizione frontale.



Le gabbie del ferro d'armatura completamente preassemblate vengono spostate mediante le centine di traslazione per la realizzazione della successiva fase di getto.



Le casseforme interne vengono spinte all'interno delle gabbie del ferro d'armatura; le casseforme interne, esterne e i fermaggi vengono messi in posizione; vengono quindi montati i tiranti e le riservazioni.



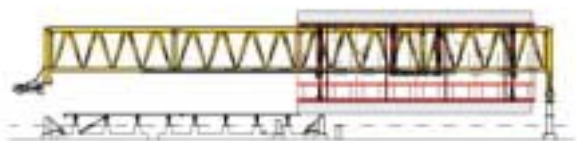
Viene gettato il conico del tunnel (2.700 m³); impiego di vibratori ad immersione ed esterni



Le centine di traslazione vengono arretrate parzialmente utilizzando il meccanismo idraulico (per la distribuzione dei carichi); la cassaforma interna ancorata viene utilizzata come supporto alle centine.

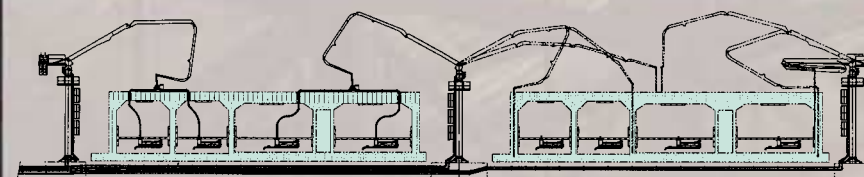


Il conico di tunnel con cassaforma interna e centine di traslazione viene traslato di una fase di getto, sospingendolo sulle apposite guide mediante il meccanismo idraulico.

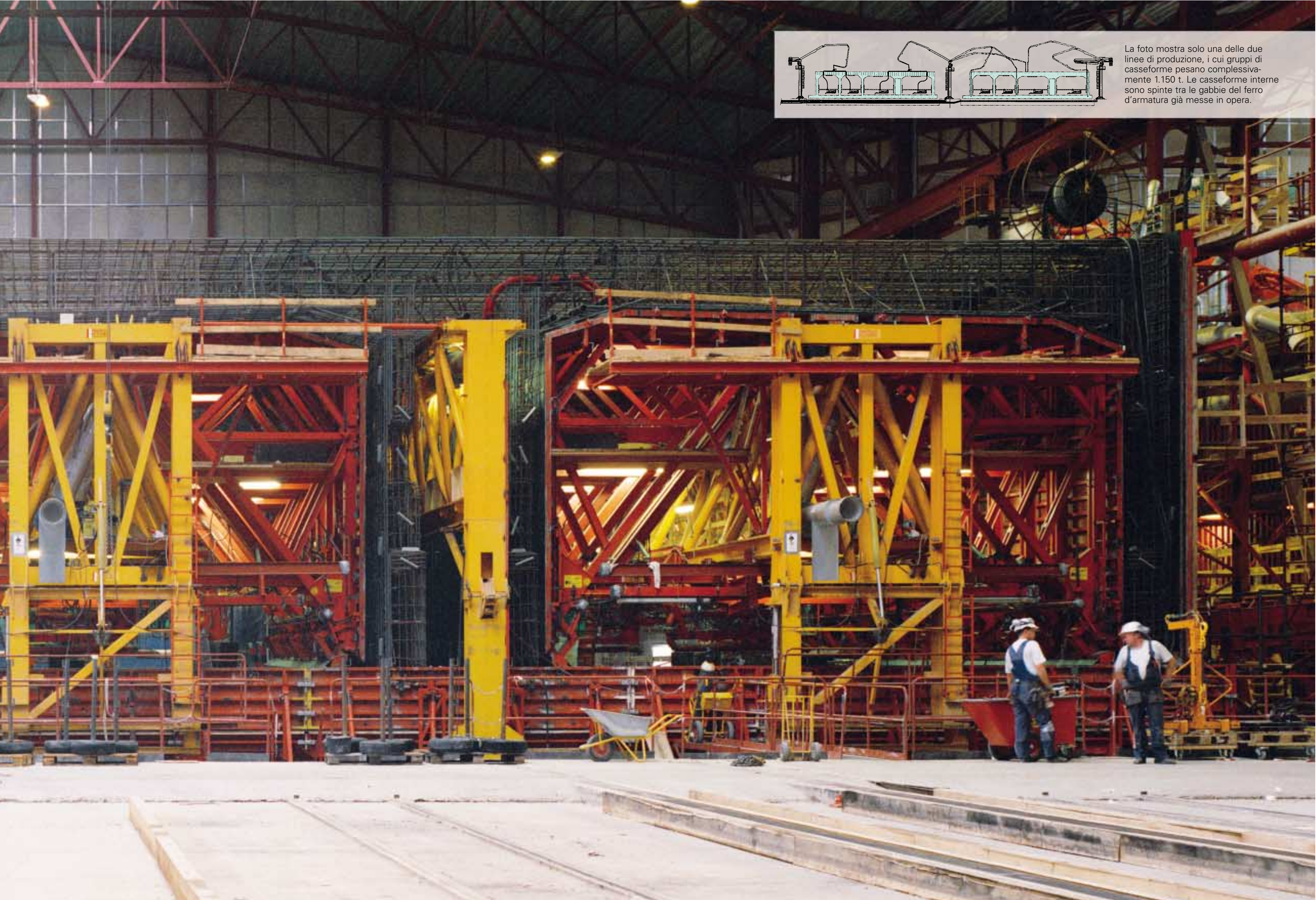


Le centine di traslazione vengono disposte in posizione iniziale per mezzo dello stesso meccanismo.





La foto mostra solo una delle due linee di produzione, i cui gruppi di casseforme pesano complessivamente 1.150 t. Le casseforme interne sono spinte tra le gabbie del ferro d'armatura già messe in opera.



Realizzazione conci monolitici, posizionamento tronconi di tunnel mediante «affondamento»

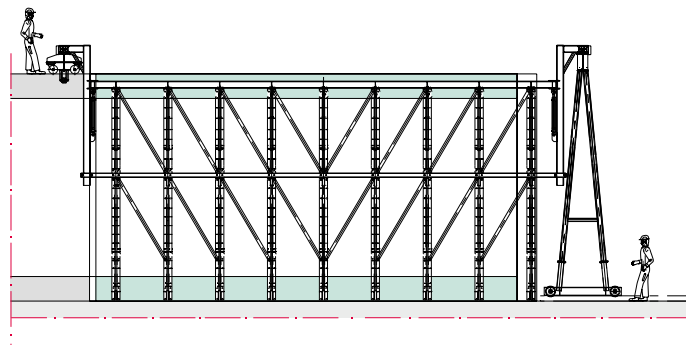
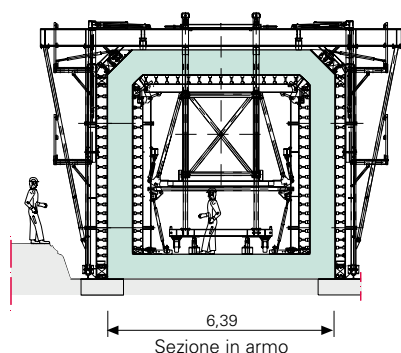
Per realizzare questo tunnel per la metropolitana di Praga, il cui tracciato passa sotto la Moldava, è stato utilizzato un procedimento non comune. Due tronconi di tunnel lunghi 168 m sono state realizzati in un bacino di carenaggio lungo una riva del fiume. Dopo aver compartimentato a tenuta d'acqua le testate dei singoli tronconi, lo scavo è stato allagato in modo che l'unità di troncone potesse galleggiare per poi essere posizionata ed affondata in una apposita fossa predisposta sul fondo del fiume.

PERI ha progettato e fornito una cassaforma traslabile che ha consentito di realizzare senza giunti di costruzione, i conci dei due tronconi (soletta inferiore, piedritti verticali e soletta superiore in una sola fase di getto). È stata realizzata una incastellatura di sostegno con una centina di movimentazione e un'attrezzatura traslabile inferiore che, grazie a dettagli progettuali razionali e a un'elevata funzionalità, ha consentito al cantiere di ridurre di due giorni, il ritmo previsto di sette giorni per ciascun ciclo di costruzione per la realizzazione di ogni singolo conco di lunghezza 12 m.

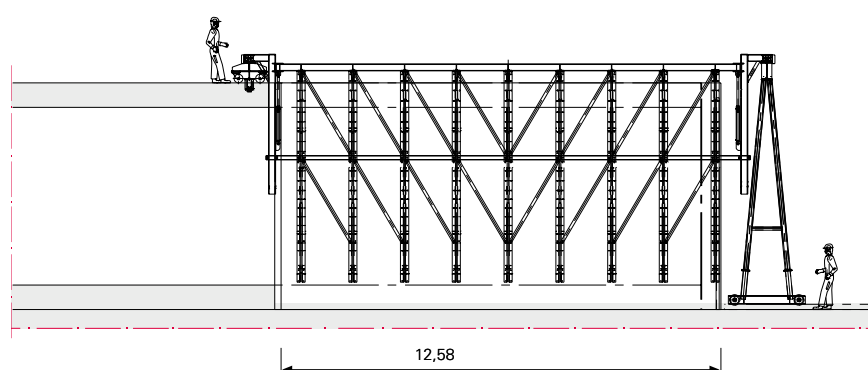
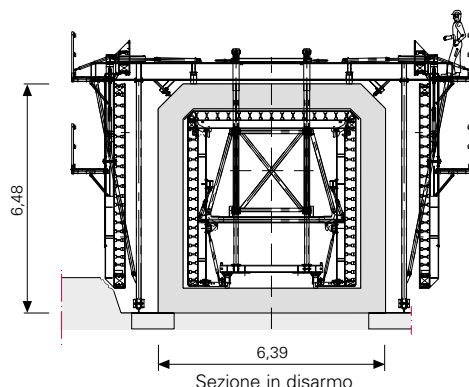


Gekrümmte Tunnelröhre kurz vor Fertigstellung.

A sinistra: cassaforma interna ed esterna messe in opera. Sezione cassaforma pronta per la fase di getto del calcestruzzo.



A destra: la cassaforma interna è in armato e la cassaforma traslabile esterna disarmata è pronta per essere spostata.





Il Direttore di cantiere
Ing. Petr Vondra:
«In cantiere siamo riusciti
a ridurre di due giorni pieni
il ritmo previsto di sette
giorni per ciascun ciclo di
costruzione per la realizza-
zione di ogni singolo concio
di lunghezza 12 m. Questo
ci ha consentito di guada-
gnare tempo da dedicare
alle operazioni di posiziona-
mento ed affondamento
dei tronconi di tunnel.»

La realizzazione di una fase
di getto dura circa 14 ore.
Essendo i tempi molto
stretti a volte è stato
necessario fare anche turni
di lavoro notturni.

Ultimata la costruzione di un tunnel di larghezza variabile con 5 mesi d'anticipo



In corrispondenza della stazione U3/19 Gasometer della metropolitana di Vienna, la larghezza del tunnel passa da 12 a 21 metri. Per realizzare i piedritti, PERI ha fornito due stilate HD 200, abbinati alle casseforme traslabili, che connesse ad un'orditura telescopica, costituiscono un'unità di attrezzatura provvisoria.

Le due stilate HD sono state preassemblate su un piano di calpestio in posizione orizzontale, calate con la gru attraverso apposite aperture per il passaggio del materiale, fino al piano sotterraneo, dove sono state collegate alla cassaforma traslabile. L'adattamento alle diverse larghezze del tunnel ha avuto luogo in ogni fase semplicemente smontando e rimontando i segmenti di puntoni HD e tramite i dispositivi di regolazione della cassaforma traslabile.

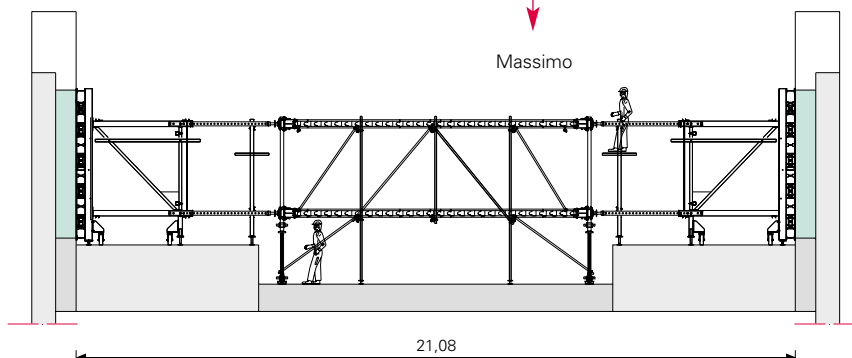
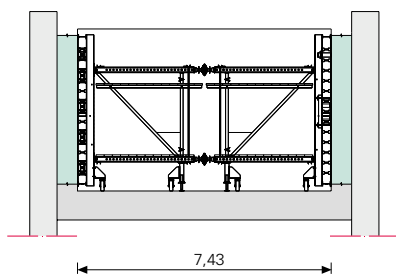
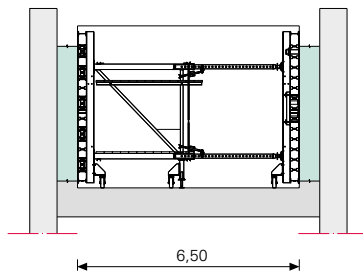
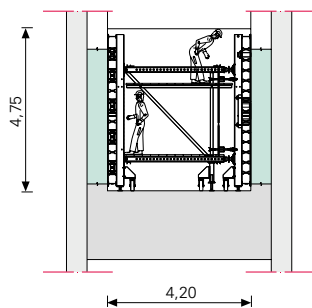
Un'adeguata procedura di getto ha fatto sì che il carico orizzontale di 162 t., indotto dalla pressione del calcestruzzo fresco sulla cassaforma, è stato la base per la scelta della metodologia di impiego dell'attrezzatura provvisoria.

Si è cominciato a gettare partendo dal piedritto lato 1 fino a metà, poi si è riempito completamente il piedritto lato 2 ed infine si è completato il getto del piedritto lato 1. Grazie a questa procedura di costruzione, i tempi di lavorazione sono stati accorciati di cinque mesi rispetto al programma lavori. L'irrigidimento dell'attrezzatura provvisoria ha inoltre permesso di ridurre i tempi, in quanto non è stato necessario mettere in opera 2000 tiranti.

La Linea Metropolitana 3 di Vienna è composta da 21 stazioni per un'estensione totale di 13,5 km, percorsa in circa 25 minuti. Ad eccezione delle stazioni Erdberg e Ottakring, la metropolitana corre in un tunnel. La stazione Gasometer è stata aperta nel 2000. In questo punto si trova la vecchia officina di produzione di gas, di cui rimangono ancora solo quattro grossi gasometri, che costituiscono un esempio di architettura industriale del XIX secolo.

Impresa: Consorzio U3/19 Gasometer: STUAG Bau AG, Vienna; NR Bau, Vienna; ERA-Bau, Vienna
Assistenza al progetto: PERI Vienna, Austria

Stilate di puntoni HDS 270 in orizzontale connesse ad un'attrezzatura provvisoria telescopica abbinata alle casseforme traslabili consentono un perfetto adattamento alla larghezza di sezione desiderata.



Minimo

Massimo



La finitura del calcestruzzo è di elevato livello qualitativo.

Le casseforme vengono rimontate con la larghezza minima per la posa in opera dei piedritti a poca distanza dai binari, nel passaggio dal tratto interrato a quello scoperto.

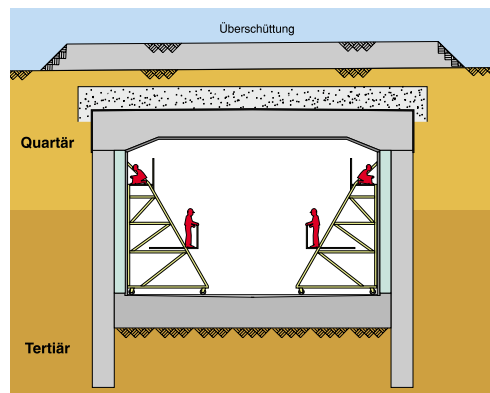
Con un costo ridotto le casseforme traslabili sono state adattate alle differenti sezioni.

Casseforme con un solo paramento posizionate contro un diaframma in c.a. – Cicli di costruzione rapidi ed in conformità alle specifiche tecniche richieste

La tratta ferroviaria per treni ad alta velocità ICE che collega Norimberga a Monaco di Baviera passa sotto allo stabilimento dell'Audi, la casa automobilistica tedesca. Data la presenza di impianti di produzione sensibili alle vibrazioni, si è deciso di non realizzare il tunnel con scavo in sotterraneo, bensì di optare per un procedimento di costruzione in sotterraneo con copertura (per i dettagli vedere pag 16).

Dopo aver completato la platea di fondazione, i piedritti verticali adiacenti al diaframma in c.a., dovevano essere realizzati con una cassaforma con un solo paramento. In corrispon-

denza della sezione tipo sono stati impiegati elementi a telaio TRIO abbinati alle puntellazioni di sostegno SB con una configurazione particolare in funzione delle diverse esigenze del cantiere. Le due unità di cassaforma sono state sopraelevate con una lamiera di compensazione e predisposte per realizzare fasi di getto di altezza 6,48 m e di lunghezza 10,20 m. Inizialmente, le casseforme dei piedritti, con un solo paramento sono state movimentate una dopo l'altra. Successivamente sono state spostate da un ciclo all'altro in un'unica unità di cassaforma per mezzo di paranchi a fune.



Una volta realizzato il solaio di copertura che appoggia sul diaframma, è stato possibile iniziare con i lavori di scavo sottostanti partendo dall'ingresso del tunnel.



Nella realizzazione di pareti in c.a. in adiacenza ai diaframmi, la pressione esercitata dal calcestruzzo sul paramento della cassaforma deve essere trasferito sul piano d'appoggio con l'ancoraggio alla base della puntellazione di sostegno.

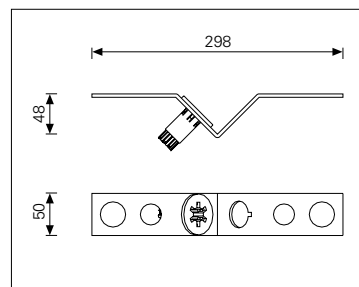
L'ancoraggio di ogni puntellazione di sostegno SB è stato effettuato con due tiranti DW 26 in funzione della forza di trazione agente nel punto di ancoraggio (carico ammasso 2 x 250 kN).

Impresa: consorzio Tunnel/Einführung Ingolstadt: Walter Bau-AG + DYWIDAG, fil. Untertagebau Monaco e Ed. Züblin AG, Monaco
Assistenza al progetto: PERI Weissenhorn e Monaco, Germania

Posizionatore PERI V
Consente un corretto posizionamento dei tiranti d'ancoraggio della puntellazione di sostegno SB.



Il posizionatore V ed il cono di predisposizione consentono un preciso posizionamento del tirante di ancoraggio con un'inclinazione di 45°. Questa soluzione garantisce una maggiore resistenza alle sollecitazioni trasmesse alla puntellazione di sostegno e alla cassaforma.

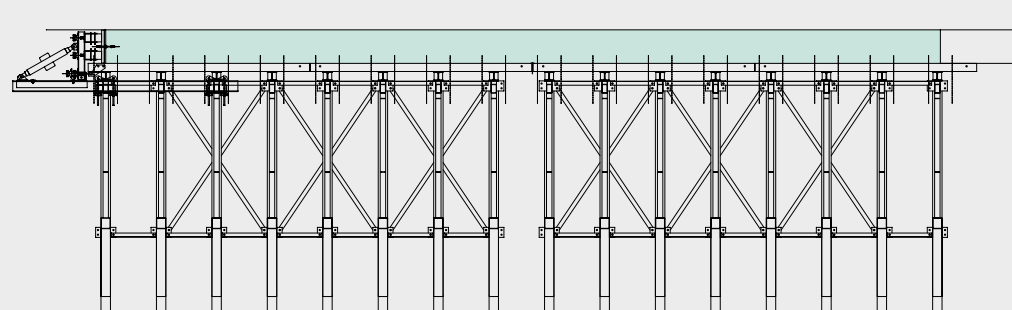
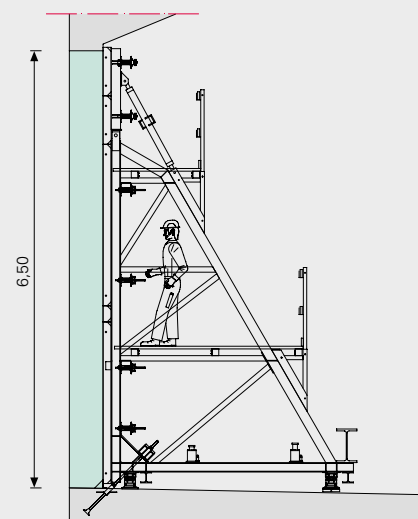
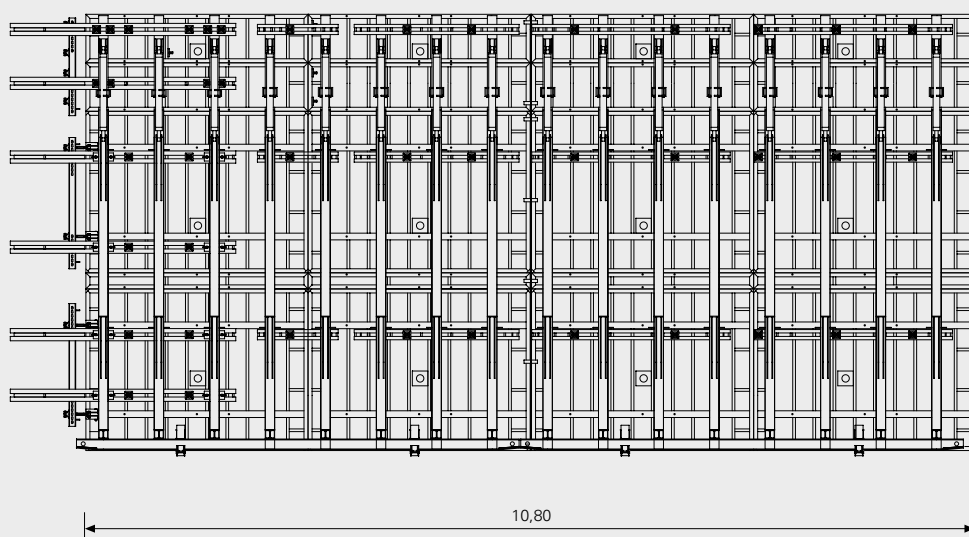


Il posizionatore v consente il fissaggio corretto e preciso del tirante dell'ancoraggio ai ferri d'armatura.

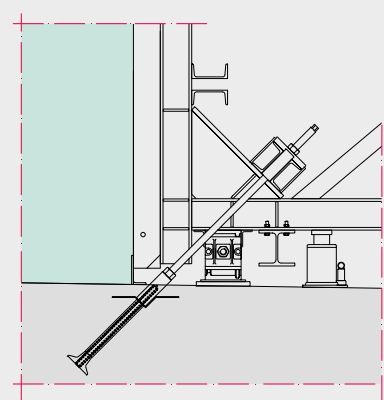
In corrispondenza del portale sud, le pareti presentano altezze diverse rispetto alla sezione tipo. L'altezza massima di 9,60 m è stata realizzata in due sezioni di getto in altezza: nella prima sono state impiegate le puntellazioni di sostegno SB e gli elementi a telaio TRIO fino a un'altezza di 6,55 m, nella seconda sezione in altezza la cassaforma TRIO è stata abbinata alle passerelle del sistema di ripresa SKS 180.



Piedritto verticale realizzato con due unità di cassaforma TRIO e puntellazioni di sostegno SB traslabili mediante l'accoppiamento di orditure di correnti (a sinistra) per realizzare il ciclo tipo di costruzione. Sezione Verticale (a destra)



Posizionamento delle puntellazioni di sostegno per una fase di getto con fermagetti frontali e messa in opera degli ancoraggi.



Dettaglio dell' ancoraggio per le puntellazioni di sostegno con il posizionatore V dei tiranti d'ancoraggio.

Cassaforma traslabile full-round con meccanismo idraulico



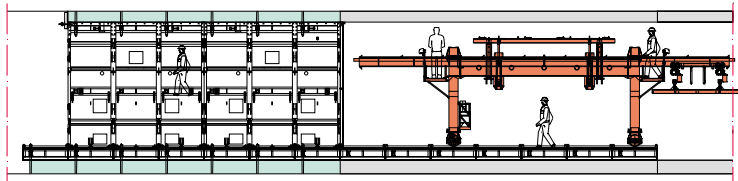
Questo condotto lungo 470 m, con sezione quasi circolare, ricavato con scavo in sotterraneo, doveva essere rivestito in un'unica fase di getto di calcestruzzo con spessore 45 cm. Facendo parte dell'impianto della diga di Odelouca, il condotto verrà utilizzato per lo scarico delle acque.

La PERI Portogallo ha progettato, prodotto e fornito al cantiere una cassaforma telescopica traslabile autolanciante per condotte che poteva essere movimentata, come pure messa in opera e disarmata, con un meccanismo idraulico. In questo modo è stato possibile completare i cicli di costruzione in quattro mesi e mezzo. Ogni settimana sono stati completati fino a tre cicli di costruzione di conci lunghi 10 m.

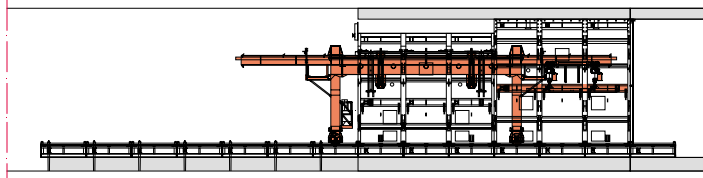


Il direttore di cantiere Ing. Ricardo Carapinha:
«La PERI ci ha assistito nella realizzazione di questa struttura per impianti idraulici in modo esemplare e la soluzione tecnica proposta ha soddisfatto pienamente le nostre aspettative».

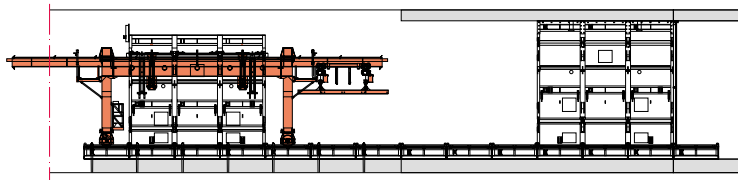
Impresa: EPOS - Lda.
Assistenza al progetto: PERI Portogallo



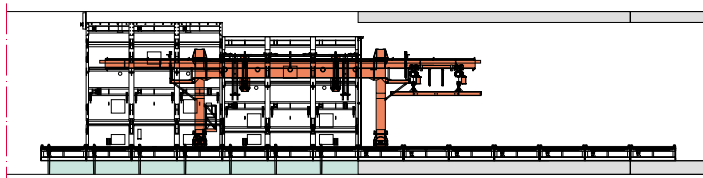
Schema procedimento di costruzione



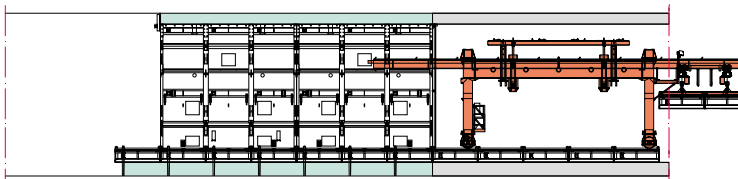
Il carrello di traslazione passa sotto alla cassaforma della calotta. Prima fase di disarmo.



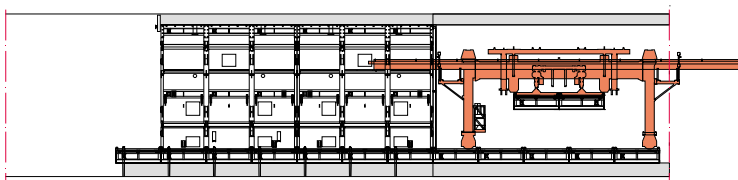
Movimentazione per la fase successiva.



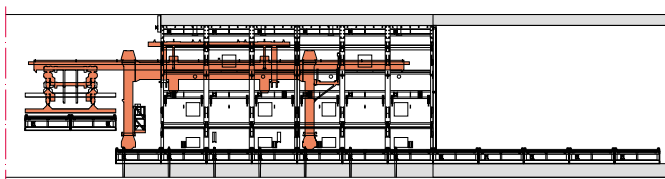
Seconda fase di disarmo. Posizionamento della cassaforma per la messa in opera.



Il carrello di traslazione viene fatto arretrare per sollevare la cassaforma dell'arco rovescio (disarmo).



Posizione di movimentazione della cassaforma dell'arco rovescio sul carrello di traslazione.

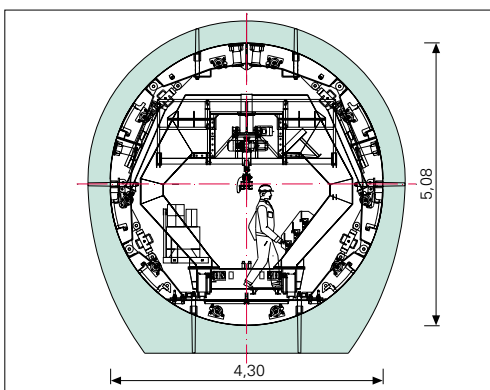


Passaggio attraverso la cassaforma della calotta. Posizionamento della cassaforma dell'arco rovescio (messa in opera).

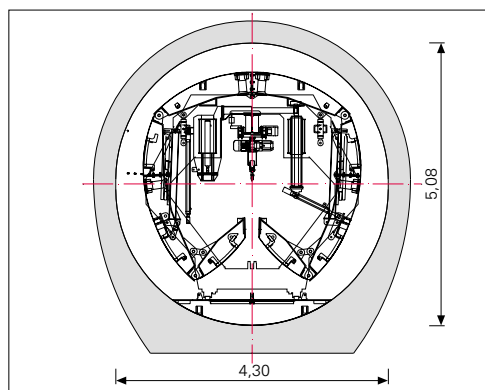
In alto: la movimentazione della cassaforma traslabile e tutte le relative operazioni di messa in opera e disarmo sono controllate da un meccanismo idraulico

Nel centro: l'unità traslabile stabile consente la movimentazione dell'attrezzatura provvisoria da una fase all'altra in condizioni di sicurezza.

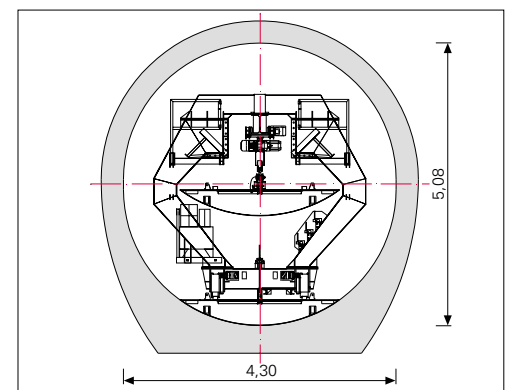
In basso: l'imponente cassaforma metallica consente ottime prestazioni anche dopo tanti impieghi.



Cassaforma metallica posizionata in fase di getto.



Unità di cassaforma metallica movimentata con meccanismo idraulico. Cassaforma dell'arco rovescio ancora posizionata.



Sezione dell'unità di cassaforma traslabile con cassaforma dell'arco rovescio sollevata in posizione di movimentazione.

Messa in opera e movimentazione giornaliera della cassaforma metallica con meccanismo idraulico

La galleria di Torcaz fa parte della tratta della ferrovia spagnola ad alta velocità che collega Madrid a Saragozza. Era necessario realizzare un rivestimento di protezione di spessore 1 m per i tronconi della galleria.

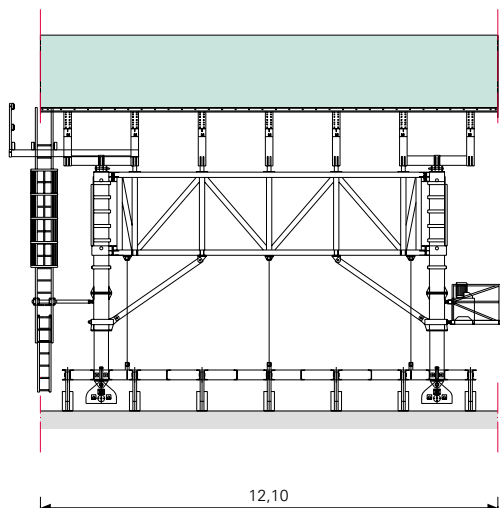
Soluzione proposta da PERI:

Un carro portante traslabile viene impiegato per la movimentazione della cassaforma metallica da un ciclo all'altro. La struttura a portale consente il transito degli automezzi del cantiere per il trasporto di materiali e macchinari lungo la galleria. I carichi derivanti dalla pressione del calcestruzzo vengono trasferiti mediante la cassaforma della galleria alle travi rovesce continue.

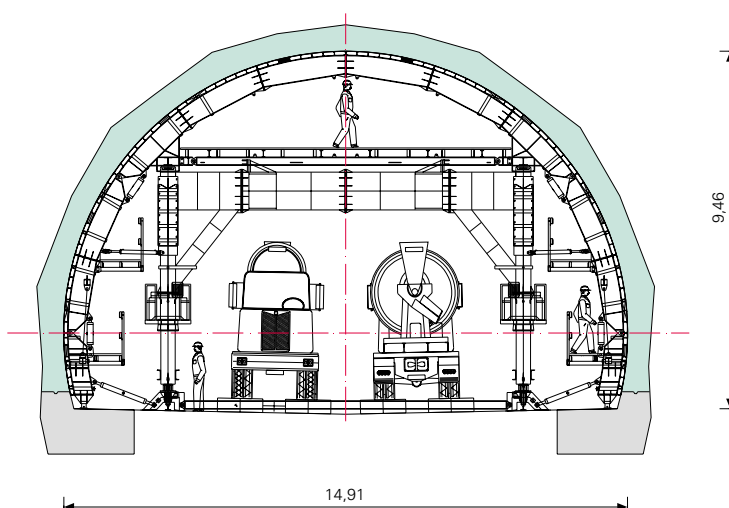
La cassaforma metallica autoreagente, messa in opera e disarmata con l'ausilio di un meccanismo idraulico, ha consentito al cantiere un ciclo di costruzione di un conco di 12 m. ogni giorno. I lavori sono stati terminati dopo tre mesi.



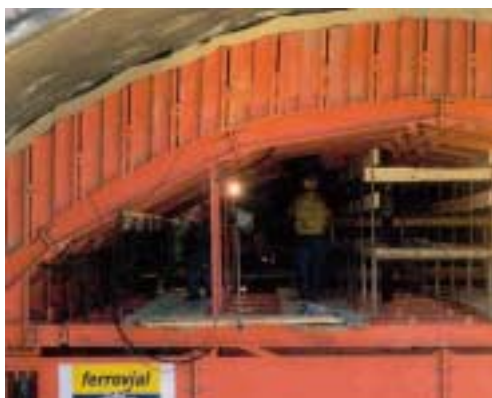
Impresa: Ferrovial
Assistenza al progetto: PERI Madrid, Spagna



La sezione longitudinale mostra un conco di cassaforma traslabile di lunghezza 12 m.



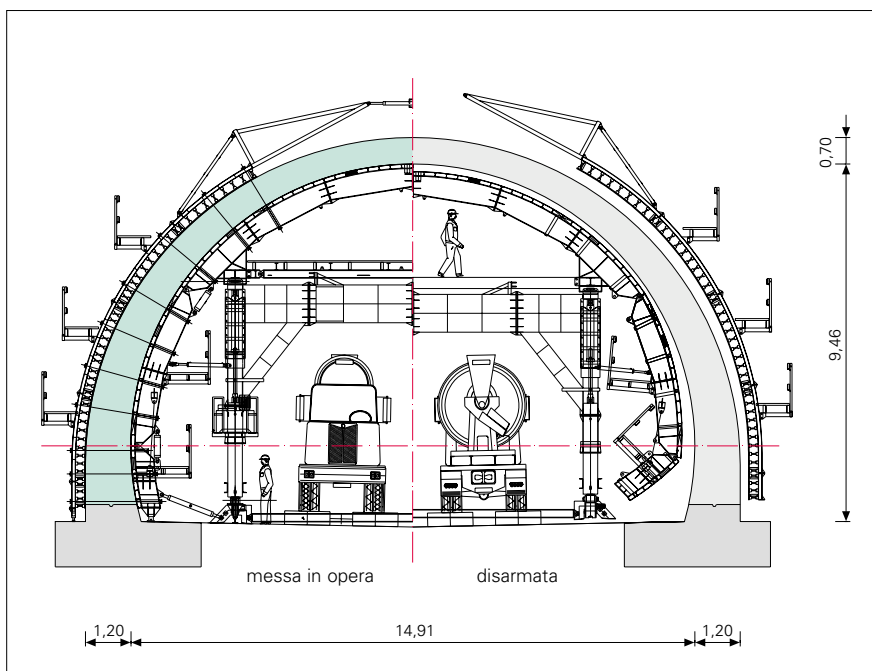
La struttura a portale consente il passaggio sotto la galleria. Sezione con raggio di 7,46 m.



Si è utilizzata una cassaforma metallica specifica fissata alla struttura a portale della galleria. Una piattaforma calpestabile di servizio ha consentito l'accesso privo di pericoli alla calotta della cassaforma.



Il meccanismo idraulico, gruppo e cilindri, è stato progettato per supportare carichi elevati.



Viene predisposta l'ultima cassaforma in corrispondenza dell'ingresso della galleria. La cassaforma esterna della calotta e parti dei fermagetti anteriori sono già posizionati.

Sezione tipo con cassaforma interna ed esterna. A sinistra messa in opera della cassaforma, a destra, dopo la fase di getto, con cassaforma esterna disarmata e cassaforma interna in posizione di movimentazione.

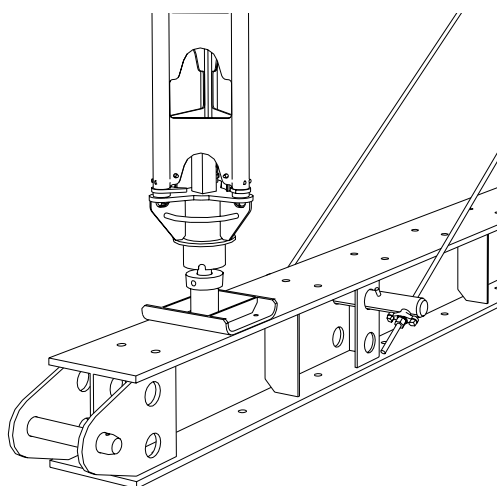
Cassaforma efficiente e noleggiabile realizzata in gran parte con componenti di serie



Viene messa in opera la cassaforma per i primi cicli di costruzione da realizzare con il procedimento di costruzione a cielo aperto che precede quello in sotterraneo.

Le travi di orditura primaria HDT completano il sistema dei puntoni HD:

- predisposizione posizioni di montaggio dei puntoni HD
- attacchi per la controventatura diagonale
- travi accoppiabili fra loro



Anche la controventatura necessaria per contrastare i carichi orizzontali in direzione longitudinale delle stilate non richiede lavori di saldatura, grazie al sistema di puntoni HD 200. Le travi di orditura in sommità e alla base vengono controventate diagonalmente con tiranti DW 15 e i cilindri HDD.



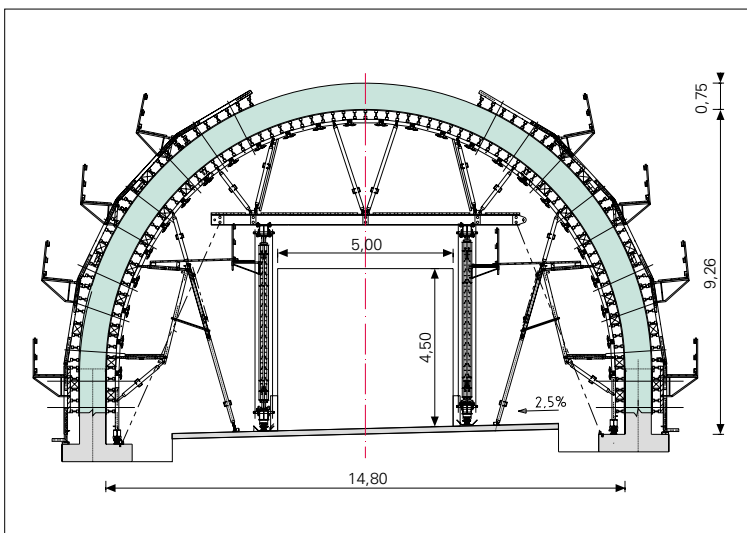
L'intera cassaforma interna è stata realizzata con componenti di serie ed è stata spostata completamente da un ciclo all'altro senza problemi.

Il tracciamento razionale degli assi di comunicazione principali richiede interventi in parte dispendiosi, che consentano un'integrazione armonica con il paesaggio. Pertanto, anche per la nuova tratta dell'autostrada A 43, a circa 70 km a est da Grenoble, è stata prevista la costruzione di una galleria lunga 3.692 m con sezione policentrica.

La PERI Francia ha acquisito l'aggiudicazione dell'appalto di fornitura di attrezzature provvisorie con una soluzione che ha previsto l'utilizzo di una cassaforma traslabile per la galleria realizzata con il procedimento di costruzione in sotterraneo. A tale scopo è stato utilizzato un numero elevato di componenti di serie noleggiabili. Con travi reticolari GT 24 e correnti a snodo GRV si è ottenuto il raggio richiesto dei piedritti e della calotta. L'impalcatura di sostegno a forma di portale, realizzata con sistema di puntoni HD 200, ha sostenuto i carichi risultanti e ha consentito il passaggio indisturbato degli automezzi di cantiere lungo l'asse della galleria. Sono stati realizzati conci lunghi 14,80 m.

In corrispondenza dell'ingresso della galleria, la cassaforma interna è stata integrata con casseforme esterne costituite da travi reticolari GT 24 e correnti SRZ. La movimentazione delle casseforme per le fasi di impiego è avvenuta con l'ausilio della gru.

La galleria è stata progettata tenendo conto dei requisiti di sicurezza più recenti. Pertanto sono state predisposte colonnine di emergenza, aree di manovra per i veicoli, piazzuole come pure gallerie e spazi di fuga.



Sezione con cassaforma interna ed esterna in corrispondenza dell'ingresso della galleria.



Impresa: Fougerolle Ballot
Assistenza al progetto: PERI Francia

Montaggio rapido in cantiere con componenti di serie dei sistemi PERI

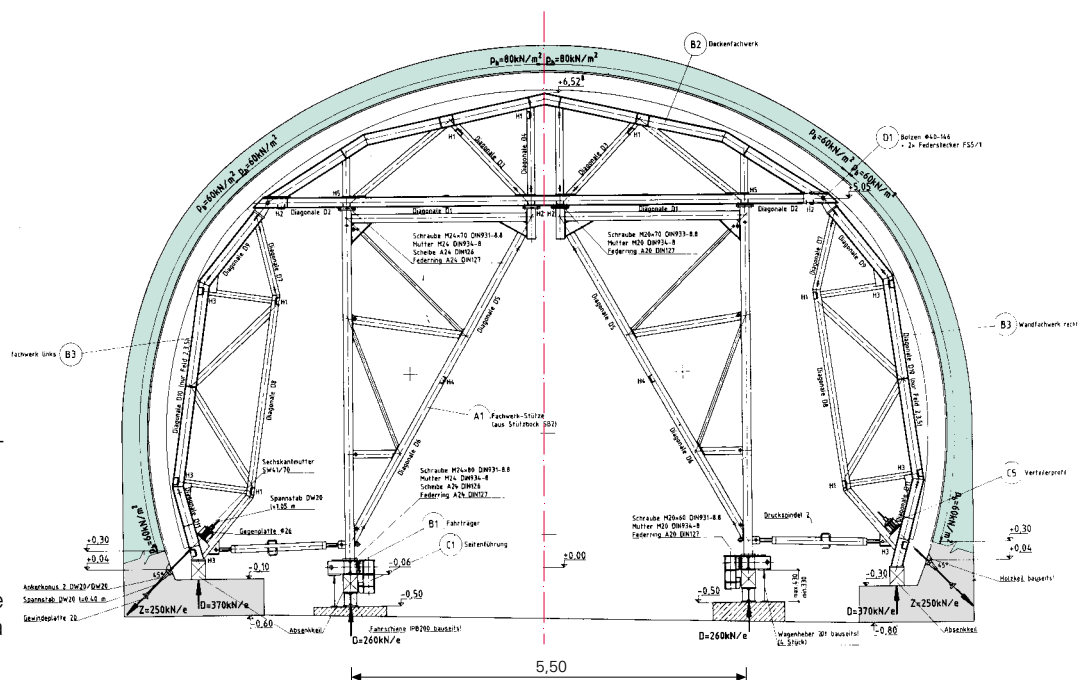
Dresda e la città industriale limitrofa, Freital, sono collegate attraverso la stretta valle di Weisseritz.

Il percorso si è notevolmente ridotto grazie alla costruzione della galleria, che ha eliminato i dislivelli, mentre la carreggiata è stata portata ad una larghezza uguale su tutto il percorso, anche nel punto più critico del «Plaunscher Grund».

Per la galleria di 115 metri con 14 cicli di costruzione, i tecnici PERI hanno elaborato un'economica soluzione, prevedendo una configurazione di una cassaforma costituita da un rivestimento (pannello FIN-PLY), orditure di travi (GT24) e puntellazioni di sostegno (SB2).

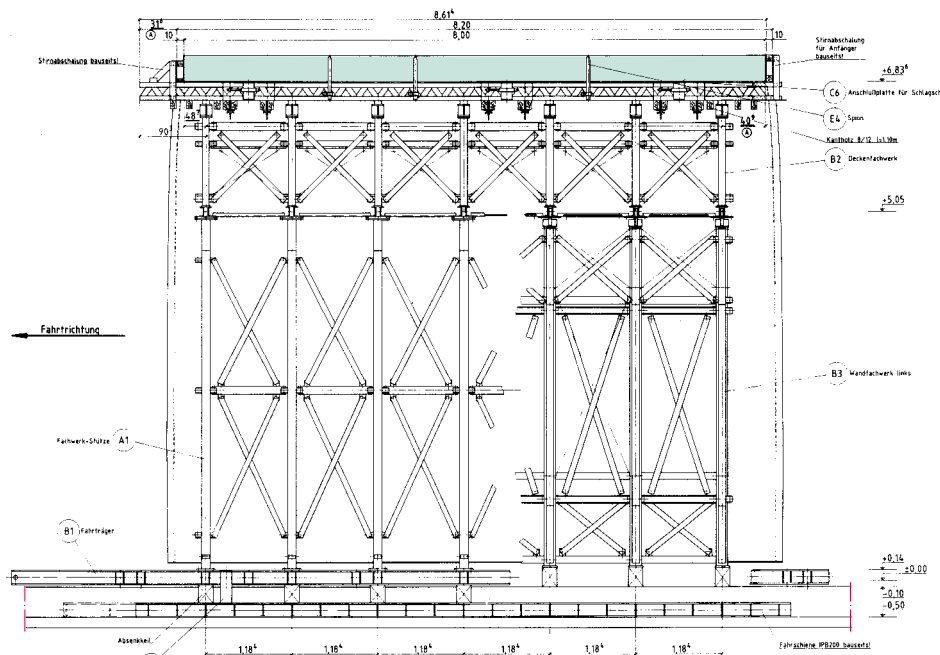
L'adattamento alla sezione policentrica della galleria è stato possibile con la realizzazione di una centinatura metallica. La cassaforma è stata progettata per una pressione esercitata dal calcestruzzo fresco di 60 kN/m² sui piedritti e di 80 kN/m² sulla calotta.

I carichi dovuti alle sollecitazioni, erano supportati da dispositivi di armo e disarmo e dai tiranti di ancoraggio assicurati nelle travi di fondazione precedentemente gettate. La Peri è stata in grado in sole sei settimane dall'ordine di consegnare la cassaforma pre-assemblata.



Le puntellazioni di sostegno SB 2 assiate per formare una struttura portante.

Montaggio delle centine laterali ripiegabili.



Sezione longitudinale dell'unità di cassaforma lunga circa 8,50 m.

La cassaforma della galleria poco prima dell'introduzione nella sezione in sotterraneo. La strada si snoda con un raggio di 160 m.



Le travi GT 24 extralunghe vengono montate...



... e infine ricoperte con pannelli di rivestimento «Fin-ply» dello spessore di 18 mm.



Dopo avere predisposto le attrezzature provvisorie di servizio, la cassaforma entra nella sezione in sotterraneo della galleria.

Conci da 10 m in una giornata

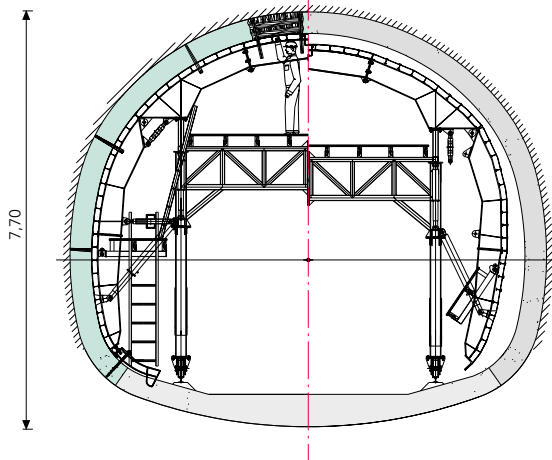
La cassaforma traslabile viene movimentata idraulicamente ogni giorno

La progettazione e l'approntamento di due casseforme traslabili, ognuna del peso di 40 tonnellate, sono state effettuate in soli 45 giorni.



Per la costruzione della linea 5 della metropolitana di Santiago il gruppo I.M.S., aggiudicatario dell'appalto, aveva incaricato la PERI di elaborare una soluzione per realizzare le casseforme di un tunnel in sotterraneo di 1.500 di lunghezza. Determinante per l'assegnazione dell'ordine sono stati la lunga esperienza che PERI vanta in progetti che implicano la costruzione di casseforme specifiche, il suo know-how in campo ingegneristico e il servizio di supporto.

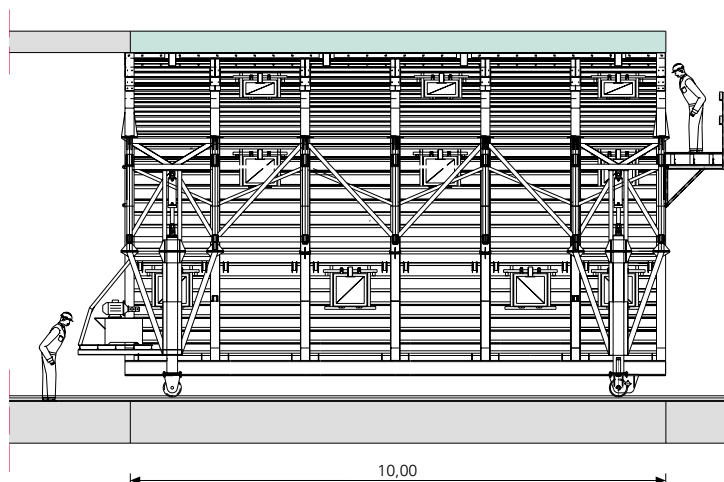
Armo Disarmo



Per la costipazione del calcestruzzo sono stati utilizzati vibratori a piastra che si spostavano al crescere dell'altezza di riempimento del calcestruzzo.

Disarmo: per il disarmo sono stati utilizzati quattro cilindri idraulici per i piedritti e altri quattro per le operazioni di sollevamento e abbassamento dell'attrezzatura provvisoria. Tutti i cilindri possono essere comandati dalla centrale idraulica in modo indipendente l'uno dall'altro. La movimentazione avviene tramite due motori su ruote.

Sezione longitudinale della cassaforma traslabile messa in opera.



Per rispettare i tempi previsti dal ciclo di costruzione era necessaria una cassaforma con cui fosse possibile realizzare una fase di getto al giorno. PERI ha messo a disposizione del cantiere due casseforme traslabili di lunghezza 10 metri, interamente azionabili con dispositivi idraulici per la movimentazione, la messa in opera, il disarmo e l'abbassamento.

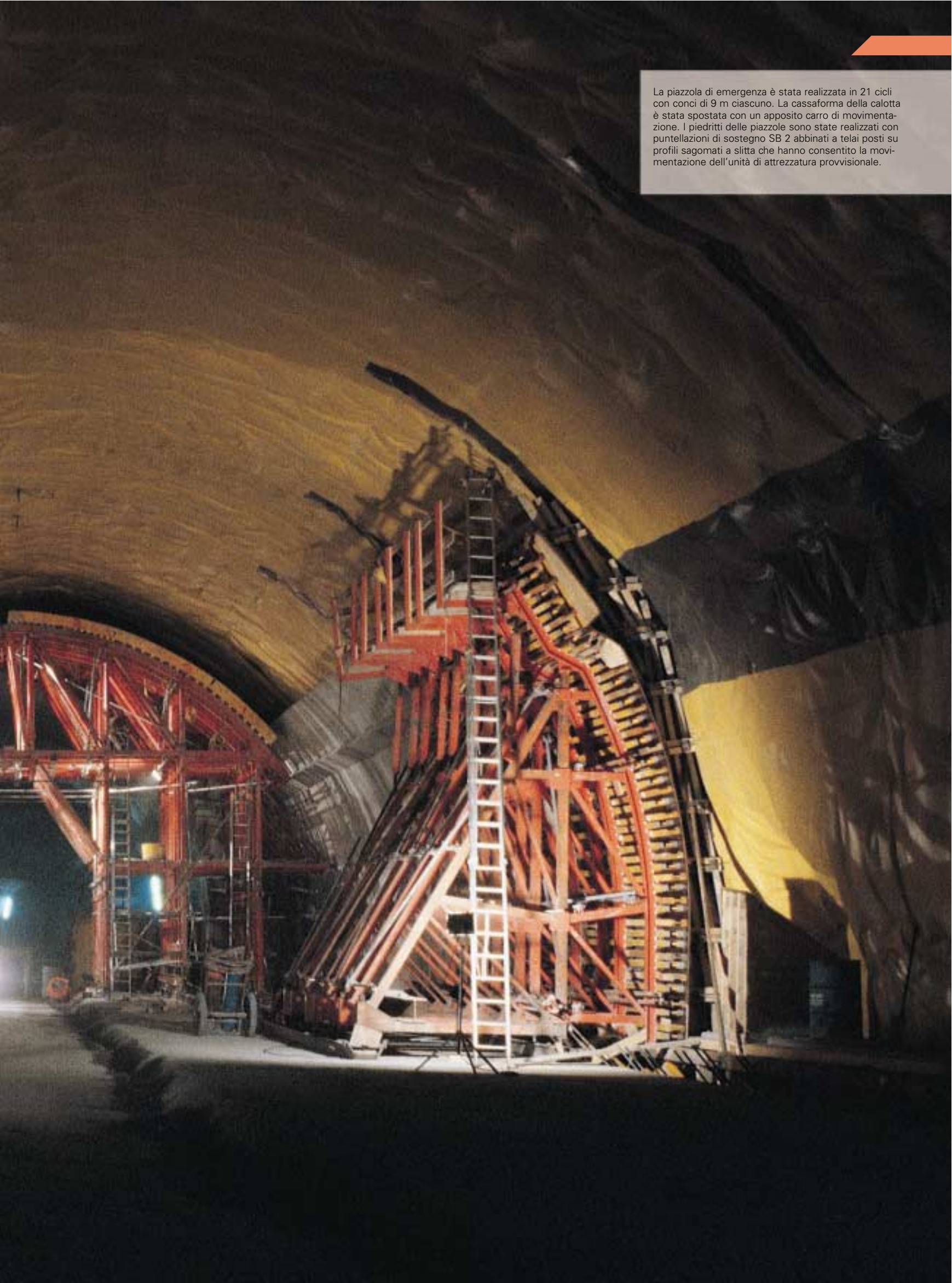


Impresa: I.M.S. Ltda. (Ingecol, Mendes Junior und Sikal)
Progettazione: PERI Spagna
Montaggio e assistenza tecnica: PERI Cile

Dati tecnici:

- **Dotazione:** 2 casseforme traslabili 10 m di lunghezza
- **Sistema idraulico:**
4 cilindri di sollevamento,
4 cilindri per le pareti laterali,
2 motori di movimentazione, 1 centrale idraulica
- **Vibrazione esterna pneumatica:**
15 vibratori per 60 kN per cassaforma traslabile
- **Peso di ogni cassaforma traslabile:** 40 t
- **Superficie bagnata:** 178,6 m² per attrezzatura provvisoria
- **Volume del calcestruzzo per ciclo di costruzione:** 72 m³
- **Disarmo, movimentazione e messa in opera:**
3 ore
- **Tempi della fase di getto:** 5 ore
- **Tempo di indurimento del calcestruzzo:** 12 ore
- **Ciclo di costruzione:** 10 m / giorno / cassaforma traslabile





La piazzola di emergenza è stata realizzata in 21 cicli con conci di 9 m ciascuno. La cassaforma della calotta è stata spostata con un apposito carro di movimentazione. I piedritti delle piazzole sono state realizzati con puntellazioni di sostegno SB 2 abbinati a telai posti su profili sagomati a slitta che hanno consentito la movimentazione dell'unità di attrezzatura provvisoria.

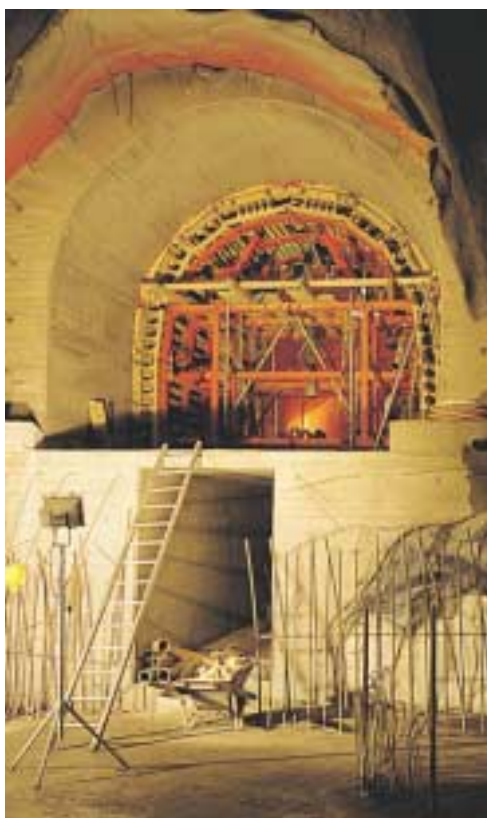
Ampio spettro di applicazioni per i sistemi PERI

Grazie alla costruzione della galleria del Crapteig, sulla strada statale N13 del cantone dei Grigioni, il numero di veicoli che attraversava la località di Thusis si è ridotto notevolmente. In direzione del Crapteig, la N13 attraversa il Reno su un ponte di lunghezza complessiva 366 m per poi scomparire nella galleria lunga 2.202 m.



La galleria di ventilazione era lunga 54 m di cui 14 m dovevano essere realizzati con un raggio della calotta di 2,50 m e 40 m con un raggio di 2,00 m.

La variazione del raggio è stata realizzata utilizzando una cassaforma specifica a cono collocata sulla cassaforma della galleria di raggio minore.



La cassaforma della calotta della centrale di ventilazione doveva essere regolabile in altezza, dato che le altezze tra la parte superiore e la base di appoggio variavano da 5,90 m a 6,70 m.

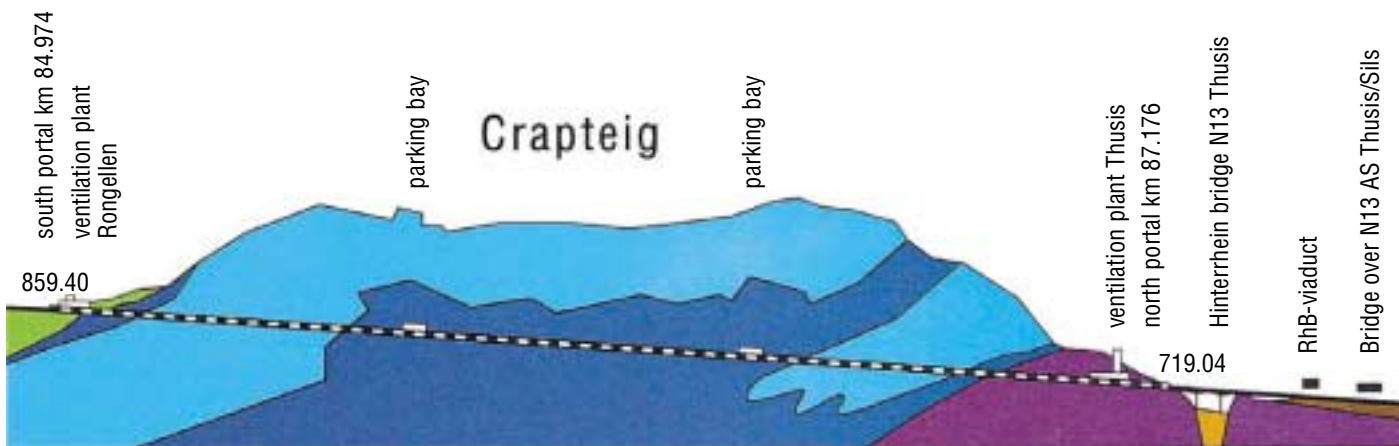
A tale scopo si è optato per una soluzione che prevedeva l'uso di una configurazione della cassaforma con componenti specifici e di serie, quali i puntelli SKS, le travi reticolari GT 24, correnti e tubi. Con la cassaforma di circa 20 t sono state completati 14 cicli, lunghi 5 m ciascuno.

Impresa: Consorzio CRAPTEIG – Zschokke Chur AG, Chur Bianchi AG, Landquart – Toskana AG, Thusis Andrea Pitsch AG, Thusis – G. Lazzarini & Co. AG, Chur Murer SA, Sedrun

Assistenza al progetto: PERI Svizzera



Hans Schläppi, Direttore della PERI Svizzera (nel mezzo) a colloquio con la direzione dei lavori.



Data l'impossibilità di utilizzare apparecchi di sollevamento a causa dello spazio limitato è stato necessario impiegare un sistema di cassaforma facilmente maneggevole.

Gli elementi a telaio TRIO-L Alu consentono la messa in opera senza l'ausilio della gru. L'elemento di 270 x 72 cm e 57 kg può essere spostato facilmente da due uomini.



Camino di aerazione di forma geometrica esagonale alto 76 m con diametro interno variabile da 3,80 a 4,20 m.

Cassaforma interna con travi reticolari GT 24 e correnti GRV appoggiati su piattaforma interna a ripresa. Cassaforma esterna costituita da sei moduli VARIO abbinati alla passerella di ripresa KGF 240.

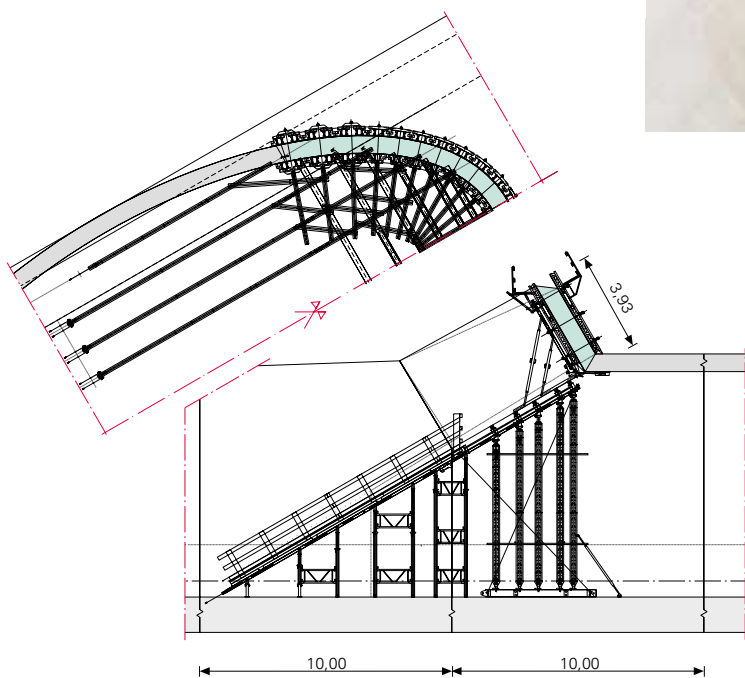
Soluzione di cassaforma studiata ad hoc per i portali della galleria ferroviaria

Le pareti esterne dei portali della galleria ferroviaria sono opportunamente sagomate; la forma ellittica del portale a becco di flauto si modifica per quanto riguarda il raggio di curvatura e l'inclinazione. I moduli RUNDFLEX, opportunamente collegati tramite morse BFD ed i relativi travetti di compensazione di forma tronco trapezoidale, si sono conformati con la massima precisione all'andamento delle pareti curvilinee, consentendo di ottenere la forma desiderata ed una finitura superficiale del calcestruzzo di alto livello qualitativo.

Per ottimizzare la razionalità nell'impiego delle casseforme, i tecnici PERI hanno sovrapposti moduli di cassaforma di due differenti altezze, 2,40 e 1,20 m. In questo modo è stato possibile riutilizzarli anche in corrispondenza del portale sud, adattandoli alla forma geometrica differente.

Un'impalcato di calpestio con un'inclinazione di 30° costituiva l'appoggio per la cassaforma a becco di flauto. L'attrezzatura di supporto era costituita da MULTIPROP e HD 200.

Volti soddisfatti, una volta eretta la cassaforma.



La cassaforma è stata assicurata al piano di lavoro mediante correnti metalliche SRZ e allineata utilizzando puntoni regolabili SLS.

Sezione longitudinale e vista dall'alto della pianta della cassaforma, in corrispondenza del piano «inclinato».



L'assistente
Theodor Koppe:
«Questa soluzione ci ha
permesso di rendere tran-
sitabile la galleria, anche
con le casseforme messe
in opera. È stato facile
montare ed adattare i
sistemi di casseforme».



Apposite piastre ancorate all'intradosso della calotta della galleria assorbivano le forze orizzontali. Utilizzando appositi puntelli, i moduli RUNDFLEX sono stati opportunamente adattati alla sagoma del portale della galleria.



Struttura superiore del portale: messa
in opera della cassaforma interna prima
della successiva fase di getto.

Pareti di notevole altezza e con finitura superficiale profilata del calcestruzzo a vista realizzata mediante PERI VARIO

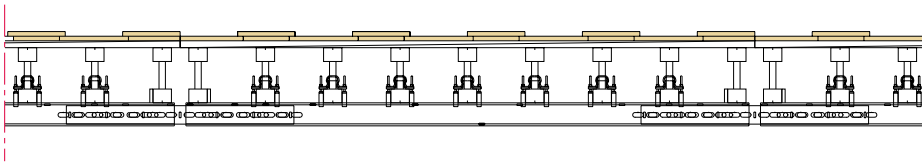
Sull'autostrada H3 nelle Hawaii, che collega le località Kaneohe e Pearl Harbor, è prevista la costruzione di due gallerie, Haiku e Halavawa.

Per la realizzazione di entrambi i portali delle gallerie è stata impiegata la cassaforma VARIO GT 24 per pareti abbinata alle passerelle di ripresa KGF 240. La cassaforma trasla sulla passerella di ripresa mediante un carrello e può arretrare di max. 75 cm, garantendo il più elevato livello di sicurezza durante le operazioni d'impiego.

L'unità di cassaforma viene sollevata insieme alla passerella di ripresa con un solo tiro di gru.



Portale della galleria Haiku realizzato con sistema VARIO abbinato alla passerella del sistema di ripresa KGF 240.

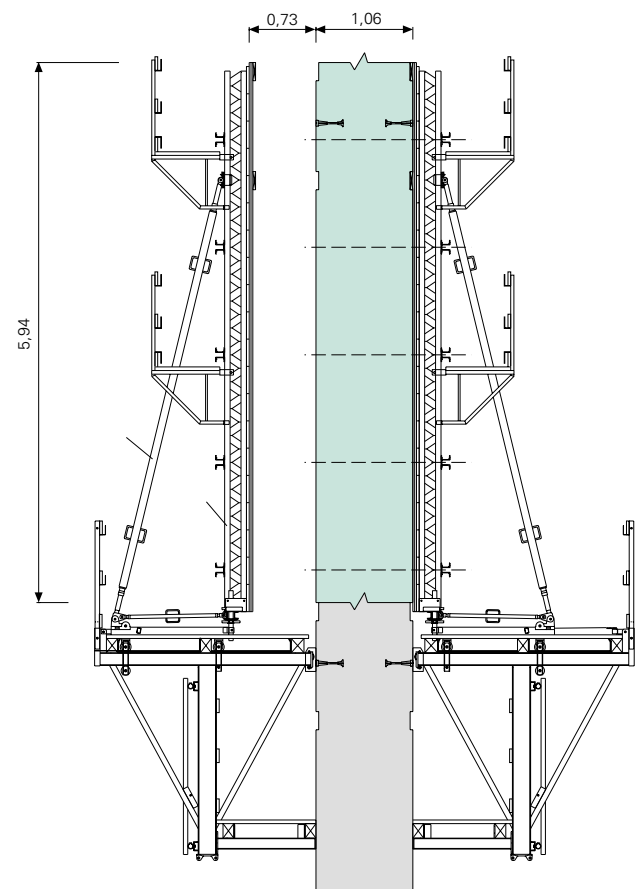


Grazie al tipo di rivestimento delle superfici, gli imponenti portali della galleria si integrano perfettamente con il paesaggio di roccia lavica. Il particolare rivestimento in tavole è stato realizzato sovrapponendo due pannelli di compensato.



Vista del portale d'ingresso e uscita.

Sezione della cassaforma a ripresa. A sinistra in posizione arretrata per la manutenzione, a destra ancora in fase di armo.



Impresa: E.E. Black, Honolulu, Hawaii (fronte galleria Haiku)
Hawaiian Dredging & Construction (fronte galleria Halavawa)
Assistenza al progetto: PERI Baltimora, USA

Utilizzo di RUNDFLEX e della sua elevata adattabilità alle forme curvilinee per una finitura superficiale del calcestruzzo a vista di alto livello qualitativo



Dopo la piantumazione finale, il portale, realizzato con finitura superficiale del calcestruzzo a vista, si integrerà perfettamente nell'ambiente.

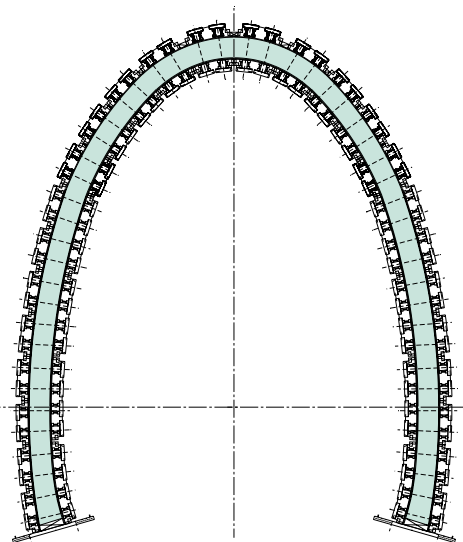
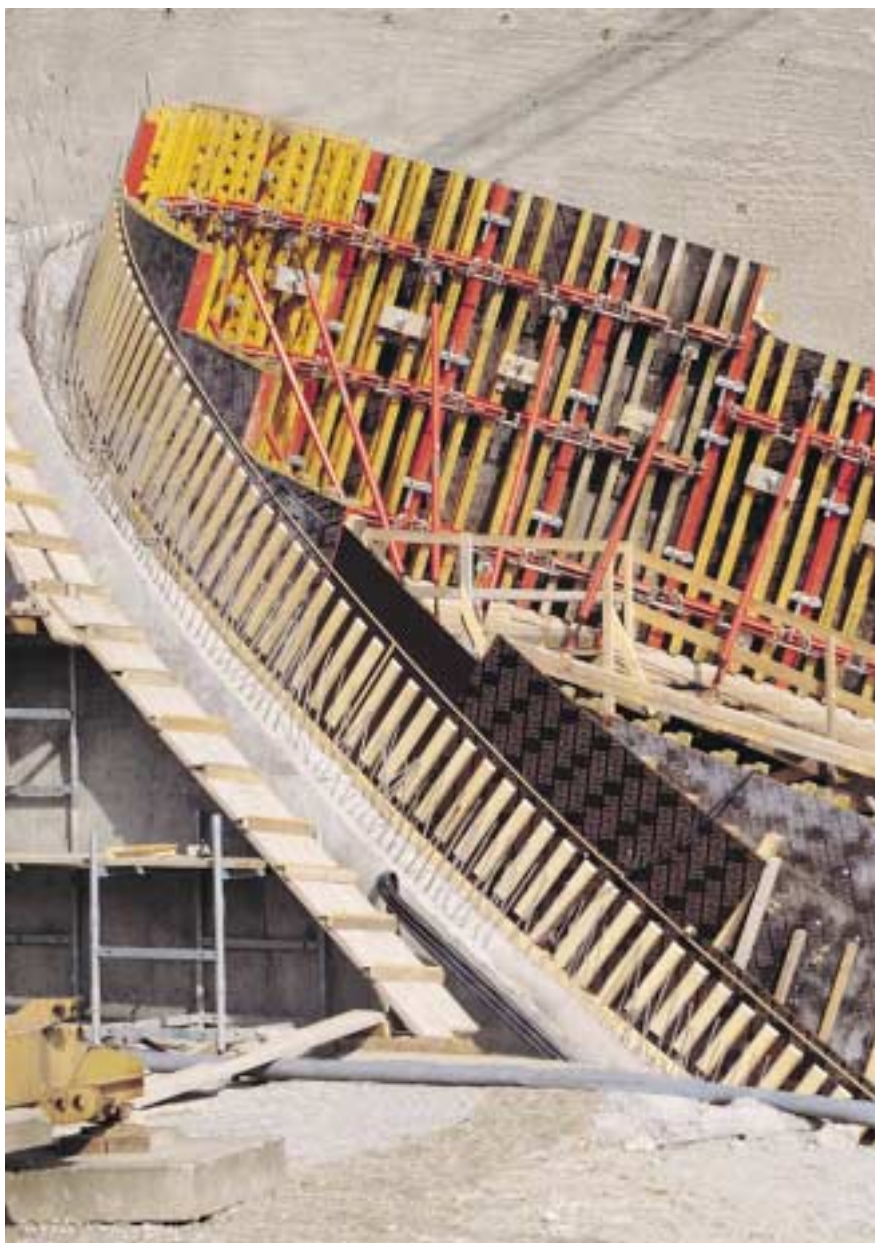


Norbert Hupfer, assistente impresa Dieterle:
«Con la soluzione proposta da PERI siamo riusciti a ottenere una finitura superficiale del calcestruzzo a vista di alto livello qualitativo.»

Impresa: Alfred Kunz GmbH, München und Gebr. Dieterle, Wolfach
Assistenza al progetto: PERI Stoccarda e Weißenhorn, Germania

Per la realizzazione del portale della galleria di Sommerberg ad Hausach, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, ha utilizzato la cassaforma curvilinea RUNDFLEX. I moduli di cassaforma preassemblati possono essere rapidamente adattati a raggi sempre diversi anche in loco, grazie ai gruppi di regolazione esagonali. Con l'aiuto delle morse BFD della cassaforma a telaio TRIO, la connessione dei vari moduli è stata portata a termine a tempo di record con pochi abili gesti.

L'impalcato d'appoggio costituito da impalcature a torre di telai sovrapposti ST 100, supporta i carichi trasmessi dalla cassaforma e dai relativi puntelli di stabilizzazione. Per ottenere la finitura superficiale del calcestruzzo richiesta, le tavole in legno dimensionate a seconda della posizione, sono state inchiodate sui pannelli di rivestimento.



Schema del portale ellittico con cassaforma

Per il portale è stata utilizzata la cassaforma curvilinea RUNDFLEX.



I gruppi di regolazione con filettatura esagonale hanno consentito di collocare i singoli moduli di cassaforma del portale sagomato a becco di flauto secondo il raggio necessario. La sottostruttura d'appoggio della cassaforma, realizzata con impalcature a torre di telai sovrapposti ST 100, sopportano i carichi garantendo la massima sicurezza.

Attrezzatura provvisoria specifica per tre diverse tipologie di costruzione

Gli elementi a telaio TRIO, a grande superficie utilizzati per la parete inclinata del portale.



A seguito del nuovo tracciato della strada statale B10 si è costruita, all'altezza di Uhingen, una galleria artificiale.

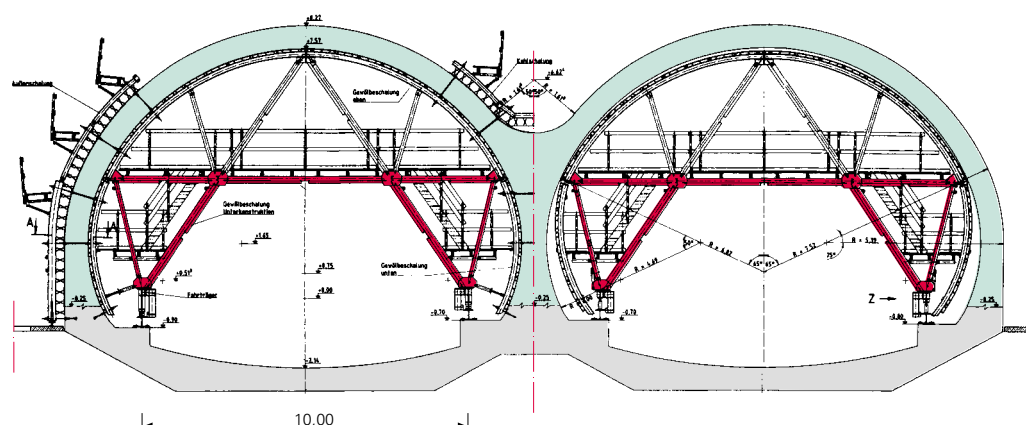
In prossimità di un ponte in costruzione, due casseforme traslabili, per la soletta di copertura dell'imbocco della galleria artificiale, sono state utilizzate contemporaneamente per cinque cicli di costruzione.

«Ultimati questi cicli, entrambe le attrezzature provvisionali di traslazione del solaio di copertura sono state riutilizzate per la realizzazione delle due sezioni scatolari della galleria artificiale.

I portali della galleria e le spalle del ponte adiacente sono stati costruiti con la cassaforma TRIO rivestita, che ha consentito di ottenere un finitura superficiale del calcestruzzo a vista con l'impronta delle tavole di legno.

L'impresa costruttrice aveva già utilizzato con successo in altri due cantieri l'attrezzatura provvisoriale traslabile per realizzare due gallerie artificiali.

1. tipologia di costruzione:
Galleria artificiale Herfatz, 1989
54 conchi con due sezioni policentriche
(per informazioni si veda a pag. 72)



Le casseforme traslabili della soletta di copertura del portale d'ingresso della galleria sono state utili quali superfici praticabili per armare le pareti sovrastanti.



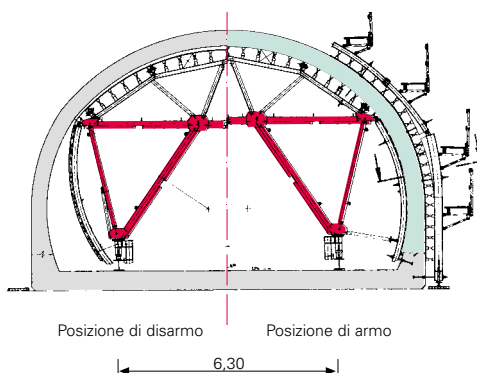
Approntamento portali d'ingresso e d'uscita. Le casseforme traslabili della soletta di copertura posizionate in corrispondenza del 2 e 3 ciclo di costruzione.



Assistente:
Jürgen Rabold

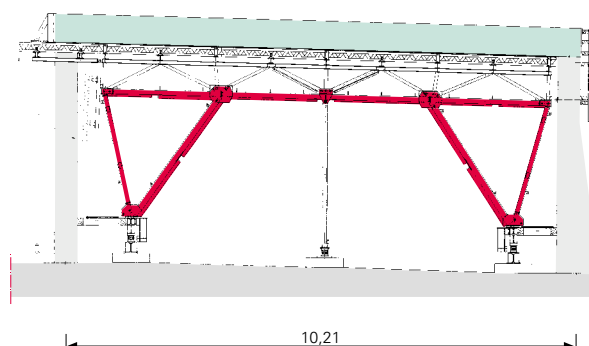
2. tipologia di costruzione:

Galleria Gänsbühl, Saulgau, 1990
Una sezione policentrica, 18 conci



3. tipologia di costruzione:

Galleria Uhingen, Germania, 1991
Casseforme traslabili del solaio di copertura della galleria, 73 conci



Una struttura portante complessa con una perfetta finitura superficiale del calcestruzzo a vista

Per ridurre l'inquinamento acustico del centro abitato era necessario costruire una galleria artificiale. La realizzazione di quest'opera a due corsie, di lunghezza 180 m, è stata effettuata con due cicli di costruzione distinti. In un primo tempo è stata realizzata la struttura portante a telaio costituita da pareti con pilastri integrati e travi ribassate della soletta di copertura. Qui sono stati impiegati tavoli MULTIPROP, la cui movimentazione avveniva mediante ruote.

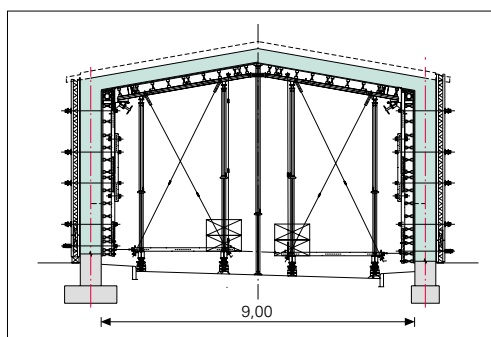
Nonostante la presenza nelle pareti di riserve, grazie alla cassaforma a travi VARIO per pareti sono stati pienamente soddisfatti le prescrizioni architettoniche che prevedeva una finitura superficiale liscia per i pilastri e le travi ribassate ed una superficie con impronte delle tavole di legno per le pareti. Successivamente i carichi risultanti dalle lastre prefabbricate e dal calcestruzzo sovrastante sono stati supportati da tavoli con la massima sicurezza. Qui la squadra addetta alle attrezzature provvisorie è riuscita ad operare con tempi ridotti, utilizzando unità di impalcature di sostegno MULTIPROP traslabili con ruote e puntellazioni rompi-tratta MULTIPROP.

Un risparmio di tempo: la cassaforma per pareti è appesa al tavolo.

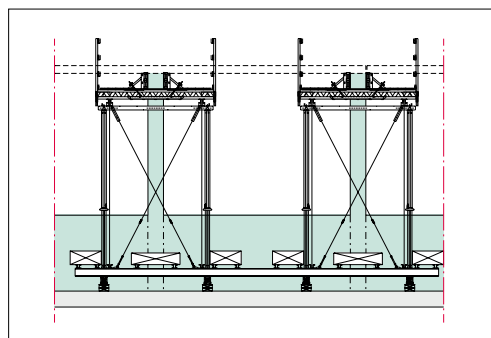
Moduli VARIO utilizzati come cassaforma per pareti e pilastri.



Lo spessore delle pareti è di 30 cm, i pilastri integrati hanno invece una sezione in pianta di 40 x 60 cm.



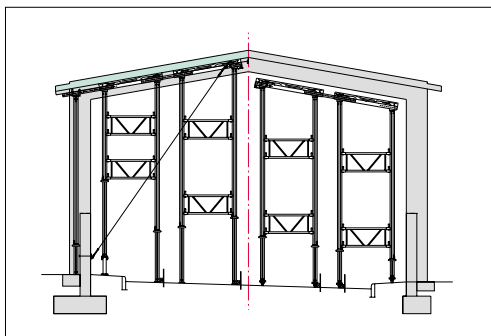
Unità di cassaforma: tavoli per solai con appesa la cassaforma per pareti.



Sono state contemporaneamente movimentate due unità di casseforme per travi ribassate.



L'assistente Anton Kraus: «Lavorare con i montanti MULTIPROP e con la cassaforma traslabile è stato ideale. È un vero piacere lavorare con sistemi tecnologicamente così perfetti».



Unità di impalcatura di sostegno: stabili e maneggevoli.



Una volta tolte le unità di impalcatura di sostegno rimane la puntellazione di rompitratta MULTIPROP.



Con poche operazioni si era già pronti per la movimentazione della cassaforma della parete e della trave ribassata.

Impresa: Griesmeier GmbH, Costanza
Assistenza al progetto:
PERI Weissenhorn, Germania

In ogni ciclo di costruzione sono stati armati quattro elementi strutturali a telaio con le relative tre casseforme.



PERI S.p.A.

Via Damiano Chiesa 100
20026 Nervesa Marone (MI)
Tel. 02/39100360-14.1
Fax 02/39100425

PERI
Tecnologia



Soluzione economica con cassaforma costituita da componenti di serie PERI

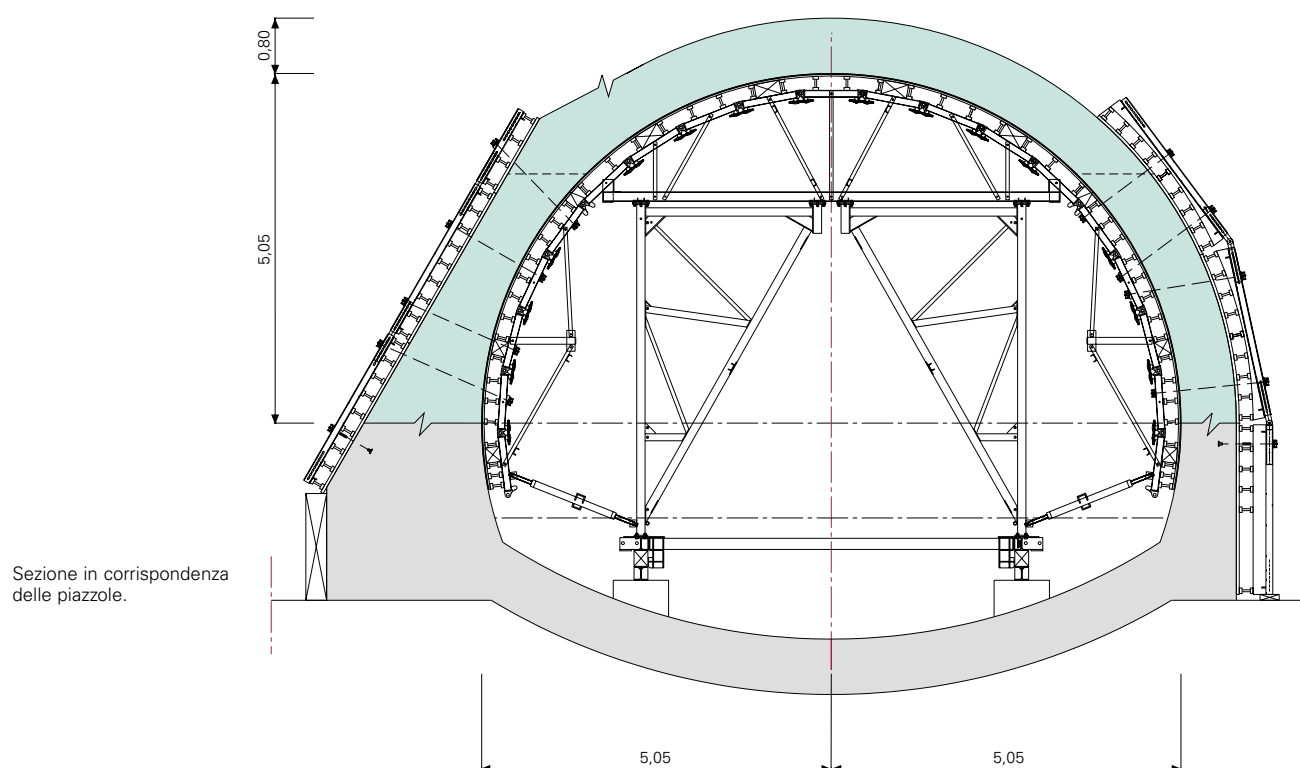
La galleria realizzata fa parte della strada statale SS 38 che collega Sondrio al passo dello Stelvio ed è uno dei provvedimenti che sono stati effettuati in Valtellina nell'ambito della politica di tutela ambientale.

La galleria è lunga 600 m, il raggio interno della sezione circolare è di 5,05 m. Sono presenti due piazzole d'emergenza larghe 3,00 m e lunghe 60 e 150 m. Lo spessore medio dei piedritti e della calotta è di 80 cm.

La soluzione proposta è risultata particolarmente economica dato che la cassaforma traslabile era costituita per il 90% da componenti di serie, tra cui puntellazioni di sostegno SB 2 e correnti a snodo GRV. La lunghezza del concio era di 10 m.

Sul lato a valle, ogni 5 metri, sono state realizzate aperture ad arco di 3 x 6 m. Le relative riservazioni sono state realizzate con elementi prefabbricati fissati alla cassaforma interna. La cassaforma esterna, sempre sul versante a valle, è stata realizzata con il sistema VARIO.

I conci in corrispondenza delle piazzole di emergenza sono stati realizzati con tre cicli di costruzione in due settimane, mentre per la sezione tipo due cicli a settimana. Le pareti di contenimento dell'arco rovescio sono state realizzate con la cassaforma a telaio PERI. Il paramento esterno del piedritto a valle è stato rivestito con pietre naturali.





Vista della sezione ampliata con le aperture ad arco disposte sul lato a valle.



Montaggio della sezione ampliata in corrispondenza delle piazzole. In primo piano si evidenziano i componenti di serie: le puntellazioni di sostegno SB 2 e i correnti a snodo GRV.

Impresa: Com. Edile S.p.A., Sondrio
Assistenza al progetto: PERI Weissenhorn, Germania

Soluzioni con casseforme appropriate ed economiche per differenti tipologie

I canali vengono realizzati in diverse varianti e dimensioni. Le sezioni possono presentare diametri ridotti delle dimensioni di un tubo oppure corrispondere a canali di collegamento per grandi impianti di depurazione.

A tale scopo sono necessari sistemi economici di casseforme, in grado di soddisfare le molteplici esigenze.

Nel caso di canali di grandi dimensioni la pianificazione operativa delle casseforme deve tenere conto fin dall'inizio della presenza di giunti di costruzione o di ripresa di getto alla base della spiccato.

Per esigenze di ermeticità può invece risultare necessaria la realizzazione della sezione del canale senza riprese di getto.

Canale di collegamento per l'impianto di depurazione di Monaco di Baviera tra Echling e Garching.

Impresa: consorzio Trucksäss und Dyckerhoff & Widmann

Casseforme di serie e specifiche abbinate per un collettore di fognatura a Badajoz, Spagna

Impresa: Cubiertas M.Z.O.V.



Le sponde laterali (elementi a telaio TRIO) e la cassaforma per realizzare la base della sezione del collettore, possono essere movimentati come un'unica unità completa in corrispondenza della successiva fase del ciclo di costruzione. Vengono impiegate due casseforme del fondo e la posa in opera del calcestruzzo avviene in due fasi alternate.

Sullo sfondo si intravede la cassaforma interna della sezione del collettore già posizionata e realizzata con travi reticolari GT 24 e correnti calandrati metallici.



La cassaforma PERI per canali ha consentito di realizzare la sezione, compresa la parete intermedia, con una sola fase di getto del calcestruzzo.

Pozzetto per condotte fognarie, zona industriale di Krumbach

Impresa: ECO-Einsiedler GmbH & Co., Krumbach

Dato che le pareti dei pozzetti devono essere disposte verticalmente rispetto all'asse delle condotte, le relative piante presentano inevitabilmente angoli non retti. Per tale motivo i pozzetti prefabbricati non possono essere utilizzati.

Ciò spinge ad adottare accorgimenti che razionalizzano l'impiego delle casseforme. In questo caso sono utili i sistemi per casseforme come PERI HANDSET, idonee a realizzare superfici ridotte.



Telaio di orditura RKR per canale di scarico

Tre fasi di getto realizzate settimanalmente

Nella Riverhorse Valley, situata nei pressi di Durban, è prevista la realizzazione di 15 aree industriali. La concentrazione di edifici e di vie di comunicazione richiede infrastrutture adeguate per lo smaltimento delle acque di scarico. Tra le diverse opere è prevista anche la costruzione di un canale in c.a. di sezione mono e biscatolare con il procedimento di costruzione a cielo aperto.

In questo canale verranno collocati tubi di scarico in acciaio.

Per la prima volta in Sudafrica è stato impiegato il telaio di orditura RKR. Dovevano essere realizzate una sezione scatolare Culvert 310 lunga 220 m e una sezione biscatolare Culvert 308 lunga 460 m di larghezza 7,00 m e di altezza 3,10 m.

Grazie alle unità di casseforma preassemblate è stato possibile un ritmo di tre cicli di costruzione a settimana.



L'imprenditore della Alladin Civils, Din Naidoo: «Grazie alla eccezionale rapidità di questo sistema siamo in grado di rispettare i tempi previsti dal programma lavori.»



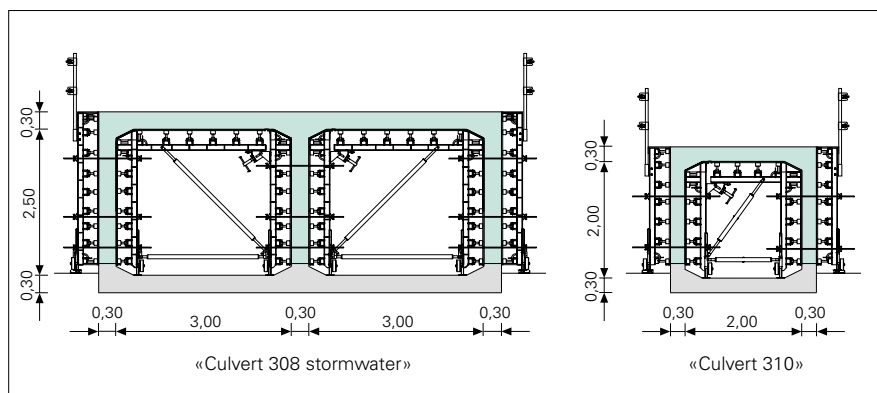
Con i puntoni regolabili viene abbassata la casseforma della soletta di copertura e distaccata delle pareti.

Una volta alzati gli appoggi delle ruote RKR, l'unità completa di casseforma (conci di lunghezza 9,00 m) viene movimentata in corrispondenza della successiva fase d'impiego.

Nello stabilimento PERI-Wiehahn sono stati preassemblati i componenti di serie (telaio d'orditura RKR, travi GT 24 e pannelli di rivestimento) che successivamente sono stati trasportati in cantiere, pronti per essere utilizzati.

Impresa: Grinaker-LTA Earthworks (SA) Sivukile JV – Alladin Civils, Durban

Assistenza al progetto: PERI-Wiehahn, Durban, Sudafrica



Fase di getto sezione Culvert 308.

Cassaforma traslabile a sezione biscatolare per struttura monolitica per canale



La cassaforma traslabile, di 10 metri, con sezione biscatolare può essere trasformata in due casseforme scatolari indipendenti di dimensioni diverse garantendo tempi ridotti di messa in opera.

Impresa: Hochtief AG
Assistenza al progetto: PERI Weißenhorn
 e Monaco, Germania



Alla fine degli anni '80 e inizio degli anni '90, per il canale di collegamento della zona centrale dell'Isar, venne realizzata la più grande cassaforma per struttura monolitica per canali della Germania.

La Bayernwerke AG doveva costruire un canale di collegamento tra l'impianto centrale di depurazione e la principale stazione di pompaggio nella zona centrale dell'Isar, vicino a Monaco-Unterföhring.

Il canale, in certi punti a sezione monoscatolare (59 conci) e in altri biscatolare (28 conci), di dimensioni 4,00 x 3,35 metri ha la funzione di portare le acque depurate, sia meccanicamente che biologicamente, dall'impianto centrale in un bacino di raccolta o in un vivaio ittico.

Il progetto prevedeva di utilizzare il procedimento di costruzione per realizzare la struttura monolitica in un'unica fase di getto (fondo, pareti e soletta di copertura).

La soluzione studiata da PERI era un'attrezzatura provvisoria metallica. La cassaforma interna, che disponeva di un meccanismo idraulico sia per la messa in opera che per il disarmo, ha permesso di collocare un'impalcatura ausiliaria di sostegno per la soletta di copertura prima delle operazioni di disarmo.

Questa cassaforma monolitica per canali, del peso totale di 65 t e una larghezza complessiva di 14,50 m, ha consentito al sistema di traslare e di essere utilizzato anche nelle sezioni curvilinee poligonali.



Maneggevole e affidabile: cassaforma metallica PERI dei fermagetti frontali con giunti di costruzione.

Cassaforma circolare, senza tiranti, per cilindro alto 38 m in calcestruzzo a vista

Nella Foresta Nera, nei pressi di Hausach, è stata realizzata la galleria di Sommerberg lungo la strada statale B 33. Per la ventilazione della galleria doveva essere realizzato in sotterraneo un pozzo alto 65 m da cui si erge un condotto di ventilazione alto 38 m e con un diametro esterno di 6,20 m.

La soluzione proposta da PERI per realizzare il pozzo era costituita da correnti a snodo GRV con travi reticolari GT 24, che formavano un paramento di contenimento del calcestruzzo contro la parete di roccia.

La cassaforma dalla quota di spiccato della fondazione presentava una parete intermedia, che originava ulteriori sollecitazioni. Una volta predisposta la cassaforma della parete intermedia, è stato possibile proseguire con la posa in opera della cassaforma cilindrica senza l'ausilio di tiranti d'ancoraggio. La cassaforma esterna era posizionata su



quattro passerelle CB 240 di ripresa con carrello di traslazione. Le unità di cassaforma erano rivestite da tavole piallate. L'inserimento di scuretti di forma trapezoidale mette in evidenza i giunti di ripresa orizzontali. La cassaforma e gli impalcati di calpestio sono stati preassemblati nello stabilimento PERI Weissenhorn.

La finitura superficiale del calcestruzzo a vista di ottimo livello qualitativo, con impronte di tavole e le superfici in calcestruzzo senza tiranti, sono visibili anche da lontano.

Le superfici in calcestruzzo della struttura cilindrica sono di alto livello qualitativo.



Unità di cassaforma completa realizzata con componenti di serie: correnti a snodo GRV con attacchi alla cassaforma interna TRIO utilizzati per la realizzazione della parete intermedia.

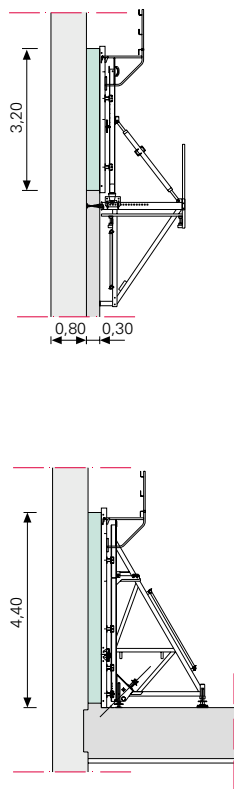


Impresa: Alfred Kunz GmbH, Monaco e Gebr. Mieterle, Wolfach
Assistenza al progetto: PERI Offenburg e Weissenhorn, Germania

Malgrado la presenza della parete intermedia, la cassaforma cilindrica è stata messa in opera senza tiranti di collegamento delle casseforme contrapposte. I correnti a snodo GRV sono stati fatti passare attraverso riserve nella parete.



Soluzione economica con alti livelli di sicurezza: cassaforma PERI TRIO/SKS a ripresa con un solo paramento



La realizzazione della rete di teleriscaldamento, che collega la centrale di Donaustadt con la centrale di Simmering, ha richiesto la costruzione di condotte di sfiato in sotterraneo. Le condotte risultanti, alte fino a 20 m, dovevano essere rivestite con una struttura in calcestruzzo.

Il consorzio di imprese costruttrici ha optato per una cassaforma con un solo paramento costituita da elementi a telaio TRIO sovrapposti accoppiati alle puntellazioni

Impresa: consorzio Schachtauskleidung Steinsporn: Pittel + Brausewetter Ges.m.b.H. – G. Hinteregger & Söhne Bauges.m.b.H.

Assistenza al progetto: PERI Getzersdorf, Austria

di sostegno SB -B e -C nella prima sezione verticale di ripresa in altezza, mentre per i successivi cicli di ripresa in altezza ha scelto una soluzione con cassaforma TRIO abbinata alle passerelle di ripresa SKS. Per ridurre il tempo del ciclo di costruzione delle singole sezioni di ripresa si è proceduto con fasi di getto senza giunti di costruzione in orizzontale.

Malgrado le sezioni in pianta delle condotte fossero differenti, il cantiere è stato in grado di completare con successo tutti i lavori di carpenteria con sistemi di casseforme di serie e pertanto noleggiabili.



Adattamento perfetto alla forma geometrica della condotta: cassaforma a ripresa realizzata con elementi a telaio TRIO 330 e passerelle di ripresa SKS 180 con un'altezza di getto di 3,00 m.

Pozzo BEWAG, Berlino, Germania

Cassaforma con un solo paramento: rapida e con un elevato livello di sicurezza d'impiego

In passato, per collegare Berlino Ovest alla rete elettrica della Repubblica Federale Tedesca era stato necessario realizzare l'ultima tratta della condotta da 380 kV in sotterraneo. La tratta sotterranea, lunga 5,1 km, prevedeva la realizzazione di 3 pozzi profondi fino a 29 m con un diametro di 15 m. Un cunicolo orizzontale, con diametro di 3,08 m, doveva collegare fra loro i pozzi. Contro il diaframma in c.a. di forma quasi circolare prima del pozzo doveva essere realizzata una parete con un solo paramento di spessore 50 cm.

Dopo il primo ciclo di costruzione della parete (foto) sono stati montati i moduli della cassaforma curvilinea RUNDFLEX su passerelle di ripresa SKS 180. Le passerelle supportavano la cassaforma per consentire il disarmo. Le unità complete di cassaforma a ripresa sono state sollevate da un livello all'altro con la gru. Le passerelle inferiori hanno permesso lo smontaggio pratico dei coni d'ancoraggio e dei rocchetti del livello inferiore, come pure la sigillatura delle riservezioni coniche degli ancoraggi rimossi.



Cassaforma RUNDFLEX abbinata a puntellazione di sostegno SB A, -B, -C per realizzare la parete con un solo paramento del rivestimento di spessore 50 cm del cunicolo.

Impresa: consorzio Philipp Holzmann AG, direzione Est; Wayss & Freytag AG, sede di Berlino
Assistenza al progetto: PERI Berlino, Germania

Esecuzione perfetta e finiture superficiali del calcestruzzo di alto livello qualitativo

Cassaforma metallica specifica per cunicoli

Per consentire la sorveglianza di una discarica di rifiuti particolari nel Cantone svizzero di Aargau, doveva essere realizzato un cunicolo percorribile in sotterraneo. Per la messa in opera di un rivestimento di calcestruzzo di spessore circa 30 cm, è stato necessario realizzare una cassaforma

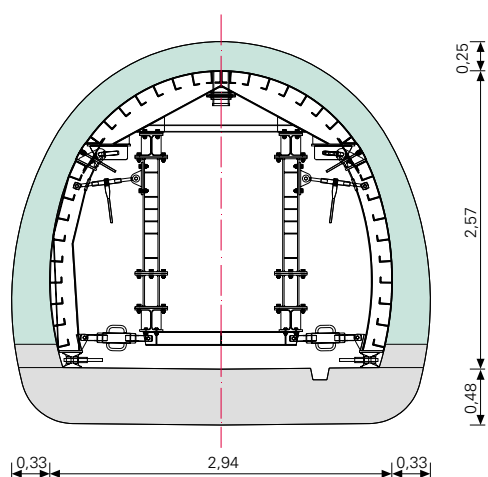
che tenesse conto dei due raggi lungo la tratta di 538 m.

PERI ha progettato e fornito due unità di casseforme lunghe 12,30 m e 4,00 m. Le due casseforme traslabili specifiche erano rivestite con lamiere in acciaio di 6 mm che hanno consentito di

ottenere per tutto il periodo d'impiego una finitura del calcestruzzo di alto livello qualitativo.

Cassaforma per cunicolo lunga 12 m in fase di preassiemaggio.

Comandi dei vibratori disposti in modo accessibile e ben visibile.



Sezione con cassaforma del cunicolo in fase di getto.



Il fondo del cunicolo è stato realizzato in anticipo rispetto al resto del cunicolo stesso in fasi di getto lunghe 12,30 m con una apposita cassaforma. La cassaforma è stata adattata facilmente ai raggi variabili del cunicolo.



Anche il fermagetto frontale anteriore è stato realizzato facilmente. Un corrente metallico ha assicurato i travetti squadrati di legno nella posizione corretta. Per il serraggio sono stati impiegati cunei in legno.

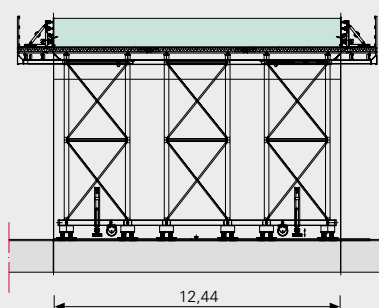
Impresa: Walo Bertschinger, Zurigo
Assistenza al progetto: PERI Ohringen, Svizzera



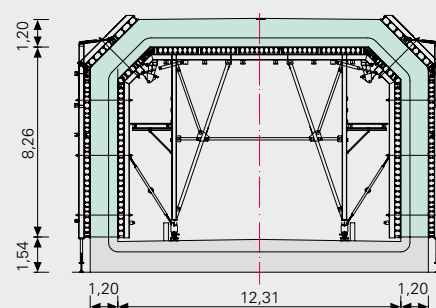




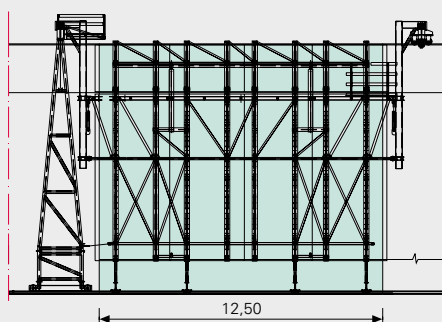
Cassaforma traslabile interna per i getti di chiusura fra i due conci in posizione di getto. La cassaforma viene sollevata estraendo i cilindri idraulici e allineata orizzontalmente grazie a un'orditura di travi azionate da dispositivi idraulici fissati ai montanti.



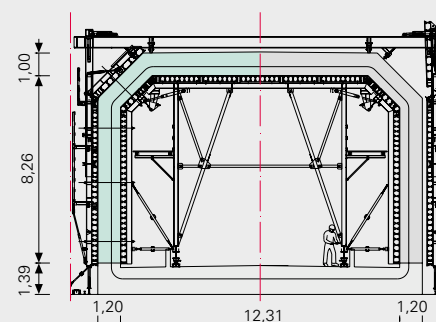
Sezione longitudinale tipo:
attrezzatura provvisoria per eseguire il
conco in avanzamento con cassaforma
traslabile interna e sponde frontali per
il solaio di copertura in fase di getto.



Sezione trasversale tipo:
cassaforma traslabile interna con cassa-
forma esterna del conco in avanzamento.



Sezione longitudinale:
attrezzatura provvisoria con cassaforma
traslabile esterna fra due conci già ultimati.



Sezione trasversale dell'attrezzatura provvisoria di
chiusura fra due conci già ultimati: a sinistra cassa-
forma interna ed esterna posizionate dopo la fase di
getto del calcestruzzo; a destra tiranti rimossi e cas-
saforma esterna in posizione di movimentazione.
Cassaforma interna ancora in posizione d'esercizio.

Impresa: consorzio NBS Nürnberg-Ingolstadt
Lotto sud: Schärer Bau Berlin GmbH e Berger
Bau GmbH, Passau
Assistenza al progetto: PERI Weissenhorn
e Berlino, Germania

Procedimento di costruzione a conci alternati: un metodo che garantisce il rispetto dei tempi previsti

Questa galleria lunga 675 m fa parte della nuova tratta ferroviaria per treni ad alta velocità ICE che collega Norimberga a Ingolstadt. La galleria è stata realizzata nei pressi di Denkendorf in una zona industriale. In presenza di una sezione scatolare di dimensioni costanti e di uno spessore variabile dei piedritti (da 100 a 120 cm) e del solaio di copertura (da 105 a 125 cm) dovevano essere realizzati in totale 54 conci.

Il ciclo di costruzione prevedeva la realizzazione di 52 conci lunghi 12,50 m e 2 conci da 10 m in corrispondenza dell'ingresso e dell'uscita della galleria. Il consorzio assegnatario dell'appalto ha collaborato con PERI per elaborare la soluzione che garantisse il rispetto dei tempi programmati. Due casseforme traslabili che sono state impiegate in base al metodo «passo del pellegrino» hanno consentito di incrementare la produzione e di realizzare cicli di costruzione di due conci di galleria alla settimana.

La galleria è stata realizzata in uno scavo in trincea profondo da 12 a 20 m che è stato protetto con una paratia retroancorata e controventatura superiore parziale.



Procedimento di costruzione a conci alternati o metodo «passo del pellegrino»

Questo procedimento di costruzione consiste di una dotazione di attrezzatura provvisoria che esegue i getti dei conci alternati in avanzamento; la seconda attrezzatura esegue i getti di chiusura dei conci già ultimati. Con questo procedimento, si deve tenere conto dei dettagli più complessi, per es. l'inserimento di giunti di costruzione o dei fermagetti con presenza dei giunti di costruzione ad incastro (si veda descrizione dettagliata a pagina 22).



Il Capocantiere Dipl. Ing. Alexander Lenz (a sinistra), il direttore del cantiere Dipl. Ing. Michael Hackl (a destra): «Grazie al meccanismo idraulico integrato, l'abbassamento delle casseforme traslabili ad opera della nostra squadra è un gioco da ragazzi. Già un giorno dopo il getto del conco possiamo disarmare, traslare e posizionare la cassaforma interna per iniziare la fase di posa in opera del ferro d'armatura. Siamo molto soddisfatti della soluzione PERI».

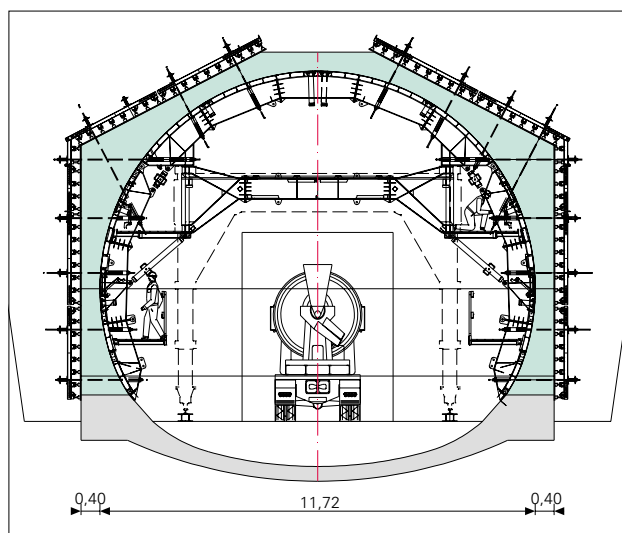


Traslazione rapida: i puntoni per stilate HD 200 traslabili sono disposti su impalcature PERI UP Rosett. Fungono da puntellazione di sostegno e vengono montati subito dopo la movimentazione della cassaforma traslabile.

Messa in opera, posizionamento e abbassamento delle casseforme con meccanismo idraulico, che riduce i tempi di costruzione con il metodo «passo di pellegrino»



La cassaforma traslabile viene impiegata per il troncone realizzato con il procedimento di costruzione a cielo aperto. In corrispondenza dell'attrezzatura provvisoria, che esegue i getti dei conci in avanzamento alternato, viene effettuata la posa del ferro di armatura e in corrispondenza della seconda attrezzatura che esegue i getti tra due conci già ultimati, vengono rimossi i fermagetti e le casseforme esterne. L'unità di cassaforma traslabile rimane in questa posizione fino allo spostamento della prima dotazione in corrispondenza del successivo ciclo di costruzione.



Sezione tipo in corrispondenza del troncone realizzato con il procedimento di costruzione a cielo aperto. La cassaforma interna ed esterna sono posizionate per la fase di getto.



Grazie alla struttura a portale della cassaforma traslabile gli automezzi di cantiere possono transitare lungo la galleria senza problemi.

L'attrezzatura provvisoria in avanzamento con l'unità di cassaforma esterna posizionata. Una volta terminata la posa del ferro di armatura devono essere messi in opera i fermagetti frontali. Si procede quindi con la fase di getto del calcestruzzo.



La galleria situata nei pressi di Penalva fa parte della tratta ferroviaria che collega la parte meridionale con quella settentrionale del Portogallo.

Lungo questo tratto ferroviario doveva essere realizzata una galleria di lunghezza 980 m di sezione policentrica con un raggio della calotta di 5,70 m, il cui rivestimento in calcestruzzo nella zona centrale della calotta era di spessore 40 cm. Erano previsti tempi di realizzazione di soli otto mesi. Gran parte della costruzione (680 m) è stata realizzata con il procedimento di costruzione in sotterraneo, mentre il troncone restante (300 m) è stato realizzato con quello a cielo aperto.

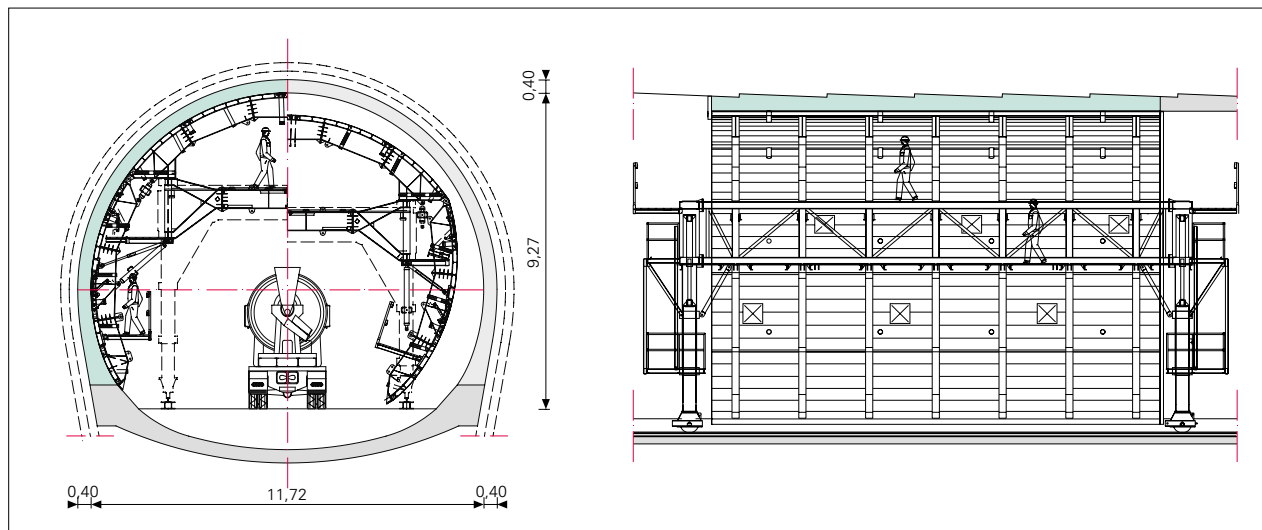
Tenendo conto dei tempi ridotti di costruzione, la PERI ha progettato e fornito due attrezzature traslabili razionali. Con la prima sono stati realizzati conci con un ciclo di costruzione in avanzamento anticipato rispetto al resto del troncone della galleria. Con la seconda dotazione sono stati eseguiti i conci di chiusura tra due conci già ultimati (metodo passo di pellegrino). La messa in opera, il disarmo come pure il sollevamento e il posizionamento delle casseforme traslabili sono stati controllati con l'ausilio di un meccanismo idraulico. In tal modo l'impresa ha potuto realizzare i 79 conci con precisione dimensionale e ottime finiture superficiali del calcestruzzo.

Per la sezione realizzata a cielo aperto casseforme esterne VARIO GT 24. La posa in opera del calcestruzzo è stata effettuata contemporaneamente su entrambi i piedritti e in strati di 0,50 m.

Cassaforma traslabile in posizione di getto in corrispondenza dei cicli di costruzione dei conci di chiusura realizzati con il procedimento di costruzione in sotterraneo.



Vista della sottostruttura a portale su binari della cassaforma metallica interna.



Sezione tipo realizzata con il procedimento di costruzione in sotterraneo per 55 cicli di costruzione (a sinistra).

Sezione longitudinale realizzata con lo stesso procedimento (a destra).



Cassaforma interna pronta per l'impiego rivestita con lamiera.

Casseforme traslabili per galleria con doppia calotta

Dopo una riunione di pianificazione operativa con l'impresa aggiudicataria dell'appalto si è scelto il procedimento costruttivo con due cicli di costruzione indipendenti:

1 ciclo

Il piedritto intermedio della galleria con doppia calotta è stato armato con il sistema PERI VARIO con correnti calandrate e gettati in precedenza rispetto agli altri elementi strutturali. Nel frattempo sono stati armati i piedritti esterni con il sistema PERI TRIO.

2 ciclo

Entrambe le calotte delle due sezioni sono state armate contemporaneamente. Per ciascuna sono state utilizzate due casseforme traslabili disposte fra loro in modo sfalsato. I fermagetti frontali sono stati realizzati con casseforme specifiche. Si è gettato conci di 12 m.

La maggior parte delle casseforme era costituita da componenti di serie. La finitura superficiale del calcestruzzo a vista è risultata di buon livello qualitativo. Ogni ciclo di costruzione è stato completato in una settimana. Sono state impiegate 4.400 m² di casseforme.



Secondo ciclo

Dopo avere gettato i piedritti esterni e quello intermedio, si è proceduto ad armare le due calotte.



Il fermagetto frontale del troncone della galleria è stato realizzato con una cassaforma specifica.



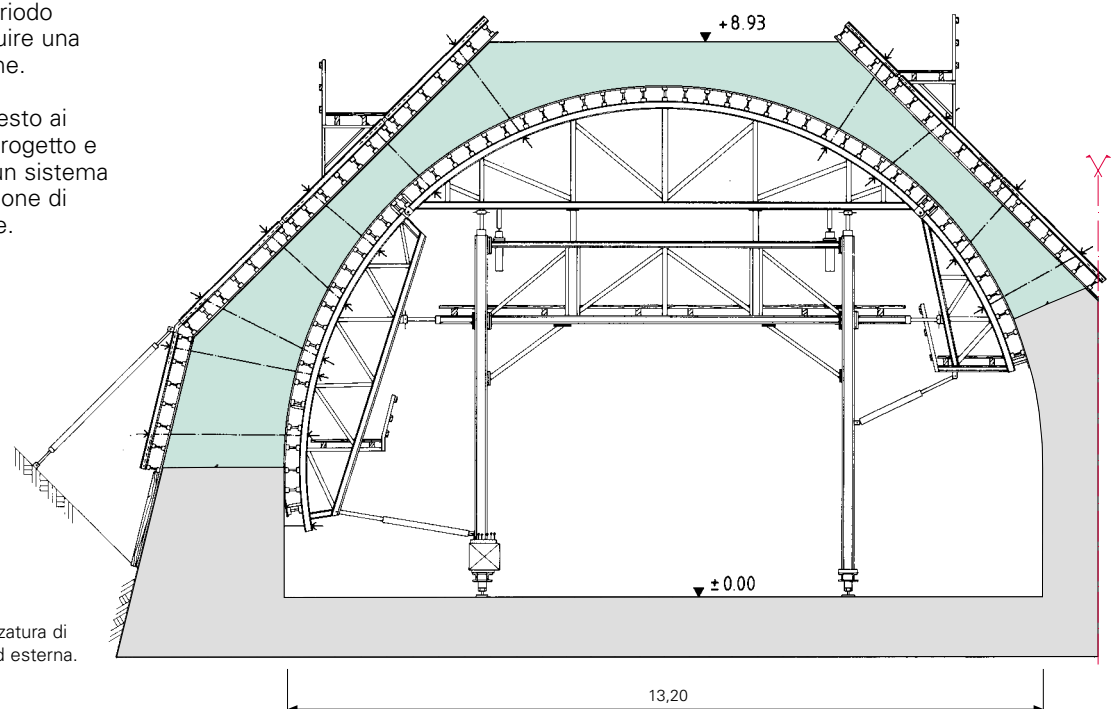
Le due calotte vengono realizzate in due fasi successive di getto. Il piedritto intermedio e quelli esterni vengono realizzati con un avanzamento di 5 fasi di getto rispetto alle calotte.



Affinché il traffico lungo «L'autostrada del nord», che collega Madrid a Parigi, fosse scorrevole anche sul Passo di Somosierra, situato a 1400 m di altezza, frequentemente colpito da tempeste di neve nel periodo invernale, è stato necessario costruire una galleria con due sezioni policentriche.

L'impresa costruttrice ha quindi chiesto ai tecnici della PERI di elaborare un progetto e di provvedere all'assemblaggio di un sistema di casseforme idoneo alla realizzazione di questa tipologia di galleria artificiale.

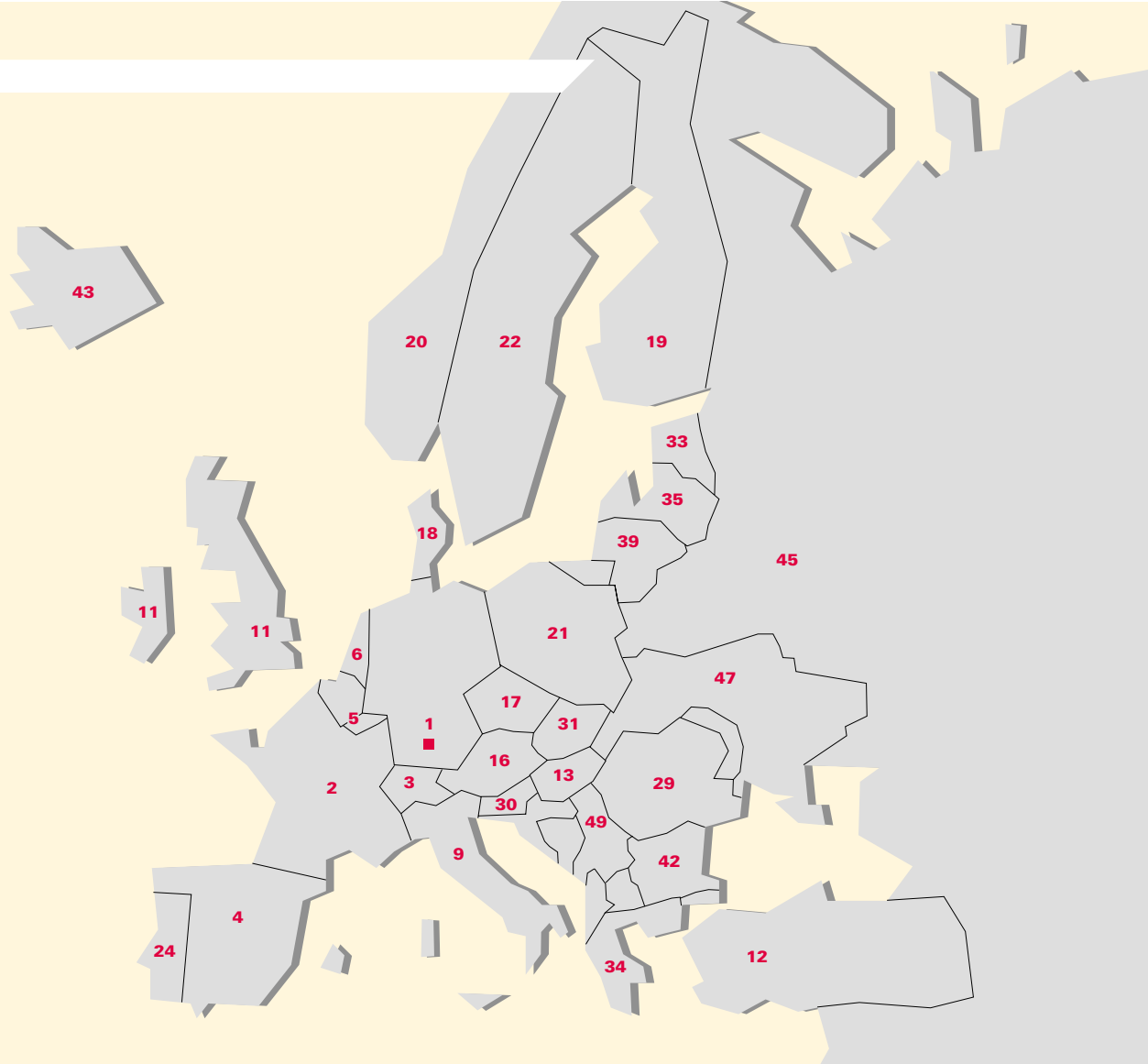
L'autostrada Madrid-Parigi in corrispondenza del passo di Somosierra: è stata realizzata una galleria con due sezioni policentriche con quattro casseforme traslabili.



Sezione tipo della galleria policentrica: attrezzatura di movimentazione delle casseforme interna ed esterna.



PERI GmbH
Rudolf-Diesel-Straße
89264 Wausenried
Tel.: ++49 (0) 73 09 950-0
Fax: ++49 (0) 73 09 951-0
info@peri.de
www.peri.de



2 Francia
PERI S.A.S.
Zone Industrielle Nord
34-36 rue des Frères Lumière
77109 Meaux Cedex
Tel.: ++33 /1/ 64 35 24 40
Fax: ++33 /1/ 64 35 24 50
peri.sas@peri.fr
www.peri.fr

3 Svizzera
PERI AG
Aspstraße 17
8472 Öhringen
Tel.: ++41 /52/ 3 20 03 03
Fax: ++41 /52/ 3 35 37 61
info@peri.ch
www.peri.ch

4 Spagna
PERI S.A. Sociedad Unipersonal
Camino Malatones - km 0,5
28110 Algete / Madrid
Tel.: ++34 /91/ 6 20 48 00
Fax: ++34 /91/ 6 20 48 01
info@peri.es
www.peri.es

5 Belgio/Luxemburg
N.V. PERI S.A.
Industriepark
Nijverheidsstraat 6 PB 54
1840 Londerzeel
Tel.: ++32 /52/ 31 99 31
Fax: ++32 /52/ 30 08 30
info@peri.be
www.peri.be

6 Olanda
PERI B.V.
v. Leeuwenhoekweg 23
Postbus 304
5480 AH-Schijndel
Tel.: ++31 /73/ 5 47 91 00
Fax: ++31 /73/ 5 49 36 51
info@peri.nl
www.peri.nl

7 U.S.A.
PERI Formwork Systems, Inc.
Suite 200
7272 Park Circle Drive
Hanover, MD 21076
Tel.: ++1 /4 10/ 7 12-72 25
Fax: ++1 /4 10/ 7 12-70 80
www.peri-usa.com

8 Indonesia
PT Beton Perkasa Wijaksana
P.O. Box 3737
Jakarta 10210
Tel.: ++62 /21/ 5 71 26 44
Fax: ++62 /21/ 5 73 85 64
beton@cbn.net.id

9 Italia
PERI S.p.A.
Via G. Pascoli, 4
20060 Basiglio (MI)
Tel.: ++39 /02/ 9 50 78-1>
Fax: ++39 /02/ 95 76 19 14
perispa@peri.it
www.peri.it

10 Giappone
Hory Corporation
11-17 Fuyuki, Kohtoh-Ku
Ishima Bldg., 9F
Tokyo 135-0041
Tel.: ++81 /3/ 38 20 88 71
Fax: ++81 /3/ 56 21 70 24
frbk6541@mb.infoweb.or.jp

11 Gran Bretagna/Irland
PERI Ltd.
Market Harborough Road
Clifton upon Dunsmore
Rugby, CV23 0AN
Tel.: ++44 /17 88/ 86 16 00
Fax: ++44 /17 88/ 86 16 10
info@peri.ltd.uk
www.peri.ltd.uk

12 Turchia
PERI Kalıp ve İşkeleleri
San. Tic. Ltd. Sti.
Çakmaklı Köyü Karşısı
Sanbir Bl. 4.Bölge 9.Cadde No: 133
Büyükcçekmece / İstanbul
Tel.: ++90 /2 12/ 8 86 74 01(02)-(09)
Fax: ++90 /2 12/ 8 86 74 15
periteknik@peri.com.tr
www.peri.com.tr

13 Ungheria
PERI Kft.
Zádor u. 4.
1181 Budapest
Tel.: ++36 /1/ 2-960 920
Fax: ++36 /1/ 2-960 950
info@peri.hu
www.peri.hu

14 Malesia
PERI-HORY MALAYSIA
Formwork SDN. BHD.
Unit19-07-4, Level 7
Damansara Heights
Plaza Kelanamas,
19 Jalan Dungun
50490 Kuala Lumpur
Tel.: ++60 /3/ 20 93 68 23
Fax: ++60 /3/ 20 92 58 76
info@perimalaysia.com
www.perimalaysia.com

15 Singapore
PERI-HORY ASIA
Formwork Pte. Ltd.
No. 1 Sims Lane # 06-10
Singapore 387355
Tel.: ++65 / 67 44 29 89
Fax: ++65 / 67 44 36 93
pha@periasia.com

16 Austria
PERI Ges.mbh
Industriegelände 152
Postfach 1
3131 Getzersdorf
Tel.: ++43 /27 83/ 41 19
Fax: ++43 /27 83/ 41 19-20
office@peri.at
www.peri.at

17 Repubblica Ceca
PERI spol. s r.o.
P.O. Box 3
252 42 Jesenice / Praha
Tel.: ++420 /2/ 41 09 03 11
Fax: ++420 /2/ 41 09 03 15
info@peri.cz
www.peri.cz

18 Danimarca
PERI DANMARK A/S
forskalling og stillads
Greve Main 26
2670 Greve
Tel.: ++45 /43/ 45 36 27
Fax: ++45 /43/ 45 36 87
peri@peri.dk
www.peri.dk

19 Finlandia
PERI Suomi Ltd. Oy
Periäistentie 61
05200 Rajamäki
Tel.: ++358 /9/ 27 66 06-0
Fax: ++358 /9/ 27 66 06-66
info@perisuomi.fi
www.perisuomi.fi

20 Norvegia
PERI NORGE AS
Industrigata 11
3400 Lier
Tel.: ++47 /32/ 24 17 00
Fax: ++47 /32/ 24 17 01
info@peri.no
www.peri.no

21 Polonia
PERI Polska Sp. z o.o.
ul. Stoleczna 62
05-860 Płochocin
Tel.: ++48 /22/ 72 17 400
Fax: ++48 /22/ 72 17 401
info@peri.pol.pl
www.peri.waw.pl

22 Svezia
PERIform SVERIGE AB
Montörgatan 4-6
Box 9073
30013 Halmstad
Tel.: ++46 /35/ 17 46 60
Fax: ++46 /35/ 17 46 78
peri@periform.se
www.periform.se

23 Corea
PERI (Korea) Ltd.
9thFl., Yuseong Bldg.
830-67 Yeoksam-dong,
Kangnam-ku,
Seoul 135-080
Tel.: ++82 /2/ 5 50 22 00
Fax: ++82 /2/ 5 57 53 82
info@perikorea.com
www.perikorea.com

24 Portogallo
PERIcofragens Lda.
Largo da Lagoa, 14-A
2795 Linda-a-Velha
Tel.: ++351 /21/ 4 14 62 30
Fax: ++351 /21/ 4 14 32 75
geral@peri.emporsoft.pt

25 Argentina
PERI S.A.
Ruta Nacional No. 9, km 47,5
(Panamericana Ramal Escobar)
(1625) Escobar / Prov. Bs. As.
Tel.: ++54 /34 88/ 42 81 00
Fax: ++54 /34 88/ 42 30 21
info@peri.com.ar
www.peri.com.ar



26 Brasile

PERI Formas e Escoramentos Ltda.
Passagem Abaré, 1.502
06300-000 Carapicuíba
São Paulo
Tel.: ++55 / 11 / 41 86 10 41
Fax: ++55 / 11 / 41 86 10 41
info@peribrasil.com.br
www.peribrasil.com.br

27 Chile

PERI Chile Ltda.
C / José de San Martín 104
Parque Industrial Los Libertadores
Colina, Santiago de Chile
Tel.: ++56 / 2 / 4 44 60 00
Fax: ++56 / 2 / 4 44 60 01
perich@peri.cl
www.peri.cl

28 Filippine

PERI GmbH
4-B Sycamore Center,
Alabang-Zapote Road
Corner Buencamino Street,
Alabang Muntinlupa
Metro Manila
Tel.: ++63 / 2 / 8 09 34-01 (02) (03)
Fax: ++63 / 2 / 8 09 17 68
helmut@skyinet.net

29 Romania

PERI România SRL
Calea București nr. 2B
077015 Balotești - ILFOV
Tel.: ++40 / 21 / 2 66 24-19 (21)
Fax: ++40 / 21 / 2 66 24 20
info@peri.ro
www.peri.ro

30 Slovenia

Goran Opališ s. p.
tehnologije in storitve
Obrežna 137
2000 Maribor
Tel.: ++386 / 2 / 4 21 52 40
Fax: ++386 / 2 / 4 21 52 41

31 Slovacchia

PERI spol. s r.o.
Pribylinská 10
831 04 Bratislava
Tel.: ++421 / 2 / 4 92 09-1 11
Fax: ++421 / 2 / 4 92 09-1 10
info@peri.sk
www.peri.sk

32 Australia

PERI Australia Pty. Ltd.
116 Glendenning Road
Glendenning NSW 2761
Tel.: ++61 / 2 / 88 05 23 00
Fax: ++61 / 2 / 96 75 72 77
info@periaus.com.au
www.periaus.com.au

33 Estonia

PERI AS
Kalmistu tee 22
11216 Tallinn
Tel.: ++372 / 6 / 77 11 00
Fax: ++372 / 6 / 77 11 22

34 Grecia

PERI Hellas Ltd.
Leof. Messogion 317
& Lokridos
152 31 Chalandri / Athen
Tel.: ++30 / 210 / 6 72 91 21
Fax: ++30 / 210 / 6 72 91 42
info@perihellas.gr
www.perihellas.gr

35 Lettonia

PERI SIA
Granita 26
1057 Riga
Tel.: ++371 / 7 13 41 11
Fax: ++371 / 7 13 41 15
info@peri-latvija.lv
www.peri-latvija.lv

36 Emirati Arabi Uniti

PERI (L.L.C.)
Brashy Building, Office No. 212
Shk. Zayed Road
P.O. Box 27933
Dubai
Tel.: ++971 / 4 / 3 39 44 94
Fax: ++971 / 4 / 3 39 44 34
perillc@perime.com

37 Canada

PERI Formwork Systems, Inc.
45 Nixon Road
Bolton, Ontario L7E 1K1
Tel.: ++1 / 9 05 / 9 51 54 00
Fax: ++1 / 9 05 / 9 51 54 54
bbaxa@peri.ca
www.peri.ca

38 Libano

PERI GmbH
Lebanon Representative Office
AYA Center, 7th floor
P.O. Box 90416
Antelias / Beirut
Tel.: ++961 / 1 / 24 33 65
Fax: ++961 / 1 / 24 33 67
fady.abdo@peri.de

39 Lituania

PERI UAB
Titnago st. 19
2053 Vilnius
Tel.: ++370 / 5 / 2 31 14 54
Fax: ++370 / 5 / 2 32 19 66
info@peri.lt

40 Marocco

PERI S.A.
Route de Rabat, km. 5
Piste de Beni Touzine
Tanger
Tel.: ++212 / 39 31 75 48
Fax: ++212 / 39 31 75 49
perimaro@iam.net.ma

41 Israele

PERI Formwork Engineering Ltd.
16 Moshe Dayan st.
P.O. Box 10202
Kiriath Arie
Petach Tikva 49002
Tel.: ++972 / 3 / 9 24 93 32
Fax: ++972 / 3 / 9 24 93 31
info@peri-il.com
www.peri-il.com

42 Bulgaria

PERI BULGARIA EOOD
9-11 Gebedje Str.
1612 Sofia / Bulgaria
Tel.: ++3 59 / 2 / 9 15 19 55
Fax: ++3 59 / 2 / 9 15 19 66
peri.bulgaria@peri.bg
www.peri.bg

43 Islanda

Merkúr HF
Baejarflöt 4
112 Reykjavik
Tel.: ++354 / 5 94 60 00
Fax: ++354 / 5 94 60 02
danni@merkur.is
www.merkur.is

44 Kasakistan

PERI Kalip ve Iskeleleri
Almaty Branch Office
Furmanova Straße, 65
Büro 412 Corner Makataeva
480004, Alma Ata
Tel.: ++7 / 32 72 / 73 00 72
Fax: ++7 / 32 72 / 73 91 16
perialmaty@peri.com.tr
www.peri.com.tr

45 Russia

PERI GmbH
Krasnopresnenskaja
Naberezhnaja 12
Hotel Mezhdunarodnaja 2
Nr. 1312
123610 Moskau
Tel.: ++7 / 0 95 / 2 58 23 49
Fax: ++7 / 0 95 / 2 58 23 50
moscow@peri.ru
www.peri.ru

46 Sudafrica

PERI Wiehahn (Pty.) Ltd.
P.O. Box 2668
Bellville 7535
Tel.: ++27 / 21 / 9 05 18 15
Fax: ++27 / 21 / 9 05 47 07
team@wiehahn.co.za
www.periwiehahn.co.za

47 Ucraina

TOW PERI Ukraina
23, M. Raskowoj Str.
02002 Kiev
Tel.: ++380 / 44 / 5 68 53 57
Fax: ++380 / 44 / 5 68 51 45
peri@peri.com.ua
www.peri.com.ua

48 Egitto

PERI GmbH
Egypt Branch Office
24 A, Obour Gardens,
4th floor, apt. #1
Salah Salem Street
11361 Heliopolis / Kairo
Tel.: ++20 / 2 / 4 04 85 24/26
Fax: ++20 / 2 / 4 04 57 84
peri@link.com.eg
www.link.com.eg

49 Serbia/Montenegro

Predstavništvo Beograd
Bezanijiskih ilegalaca 70
11070 N. Beograd
Tel.: ++3 81 / 11 / 3 18 25 07
Fax: ++3 81 / 11 / 3 18 59 62
milebojanic@ptt.yu

50 Messico

PERI Cimbras y Andamios, S.A. de C.V.
Cerrada de Tejocotes, Lote 4,
Bodega A
Fracc. San Martin Obispo
C.P.54763 Cuautitlán Izcalli
Estado de México
Tel.: ++ 52 / 55 / 58 87 72 30
Fax: ++ 52 / 55 / 58 87 71 09
info@peri.com.mx
www.peri.com.mx

51 Azerbaigian

PERI BAKU
Baku Branch Office
Mehdi Hüseyn 71/9
Baku / Aserbajdschan
Tel : + 994 12 97 64 24
Fax : + 994 12 92 45 51
peribaku@peri.com.tr

52 Turkmenistan

PERI Kalip ve Iskeleleri
Aşgabat Branch Office
Oguzhan Köçesi No: 112 Kat:3
Aşgabat
Tel : +993 12 45 66-83/84
Fax : +993 12 45 23 50
periashgabat@peri.com.tr



PERI: costruire con successo



PERI S.p.A.
 Via Pascoli, 4
 20060 Basiglio MI
 Tel.: 02/95 07 81
 Fax: 02/95 76 19 14
perispa@peri.it
www.peri.it