

Lezione

PONTI E GRANDI STRUTTURE

Prof. Pier Paolo Rossi

Università degli Studi di Catania

PROCEDIMENTI COSTRUTTIVI DEI PONTI

Le grandi centine del passato
per ponti ad arco

Procedimenti costruttivi

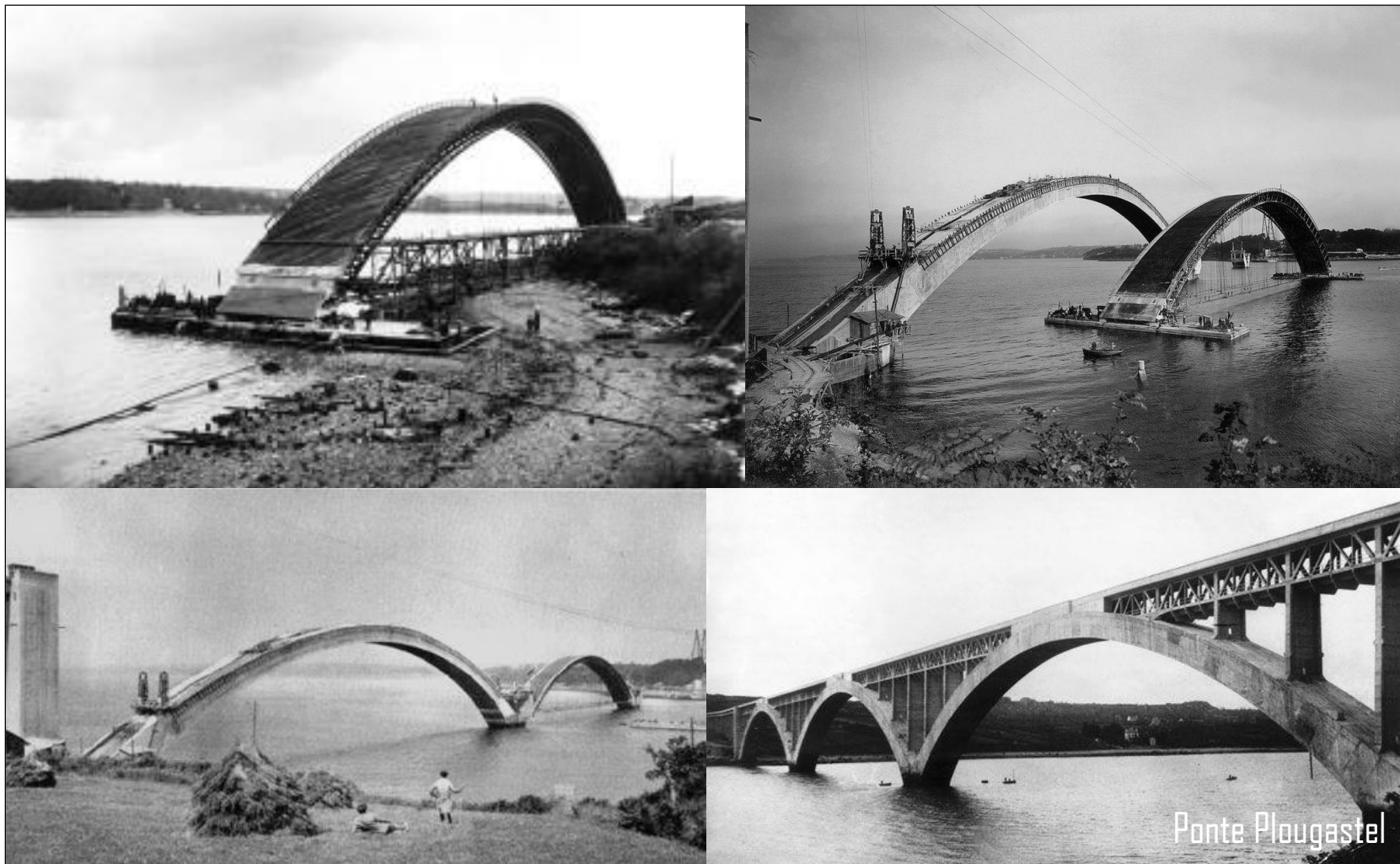
Le centine in legno



Ponte Salgin Tobel (centina R. Coray)

Procedimenti costruttivi

Le centine in legno



Procedimenti costruttivi

Le centine in legno



Ponte Longieray sur le Rhone

Moderne tecniche di costruzione

Procedimenti costruttivi

Impalcato

Realizzato per
campate

Impalcati a
graticcio

Travi prefabbricate

Travi gettate in opera

Impalcati a
cassone

Cassoni prefabbricati

Cassoni gettati in opera

Realizzato per
conci

A sbalzo

Gettati in opera

Prefabbricati

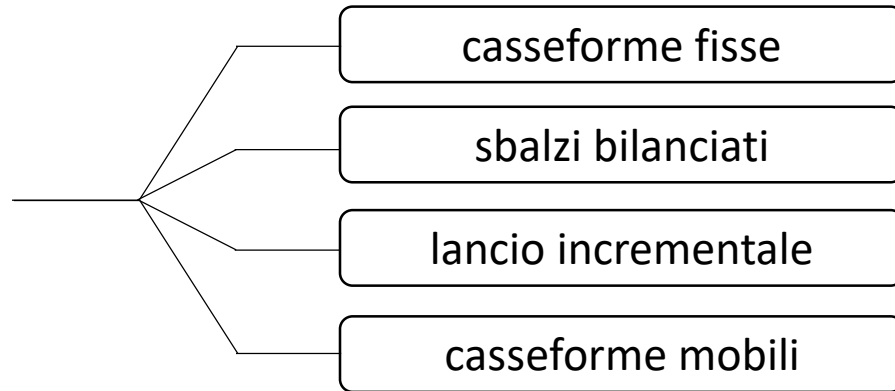
Con trave
di varo

A spinta

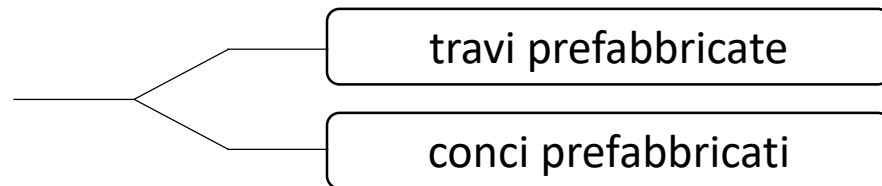
Procedimenti costruttivi

Impalcato

Realizzato
in opera



Realizzato
con elementi
prefabbricati



Procedimenti costruttivi

Influenza dei processi costruttivi sulla progettazione

Spesso le tecniche costruttive influenzano in modo rilevante il progetto poiché lo schema statico della struttura in fase di costruzione può essere molto diverso da quello finale e le sollecitazioni indotte durante queste fasi possono essere superiori a quelle finali in esercizio.

Per esempio, sia nei ponti a sbalzo sia in quelli varati a spinta, durante la costruzione l'impalcato si comporta come una mensola, per cui le massime sollecitazioni si sviluppano in corrispondenza degli appoggi.

Procedimenti costruttivi

Carrelloni gommati

Portata: 160 ton



Portata: 80 ton



Carrellone con bilancino
Portata: 100 ton



Portata: 50 ton



Procedimenti costruttivi

Gru a cavalletto

Portata: 50 ton / ciascun carroponete



Portata: 200 ton



Gru con speciale bilancino
Portata: 340 ton



Portata: 40 ton



Procedimenti costruttivi

Gru a capra «Derrick»



Procedimenti costruttivi

Carro di varo

Portata: 110 ton



Portata: 110 ton
Campata: 45 m



Portata: 110 ton
Campata: 45 m



Procedimenti costruttivi

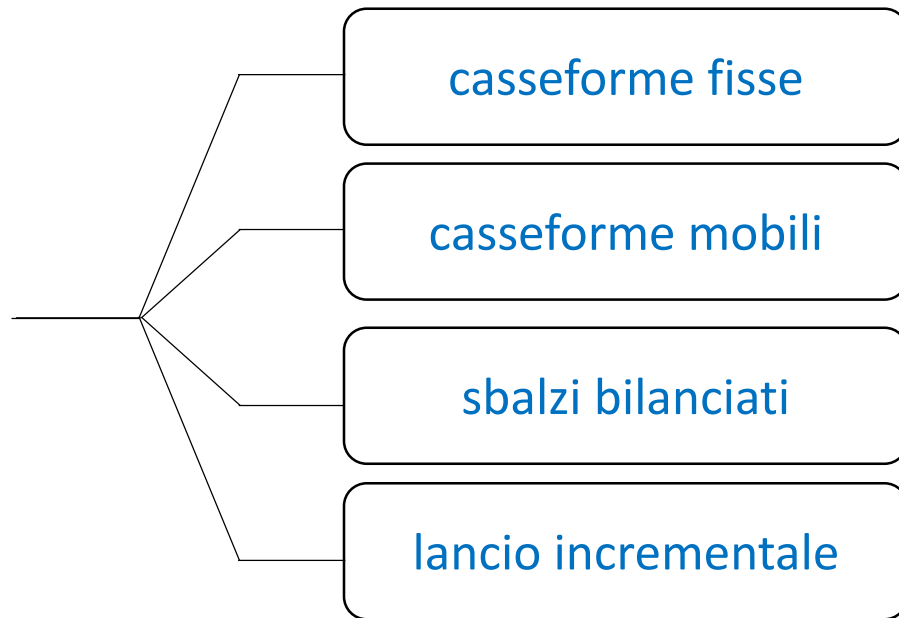
Carro di varo



Procedimenti costruttivi

Costruzione mediante getti in opera

Realizzazione
in opera



Procedimenti costruttivi

Costruzione mediante centine fisse

- È il metodo più semplice e quello che permette maggiore libertà costruttiva
- È conveniente solo per ponti posti a piccola altezza su terreni facilmente accessibili

Procedimenti costruttivi

Getto in opera dell'impalcato su centina fissa



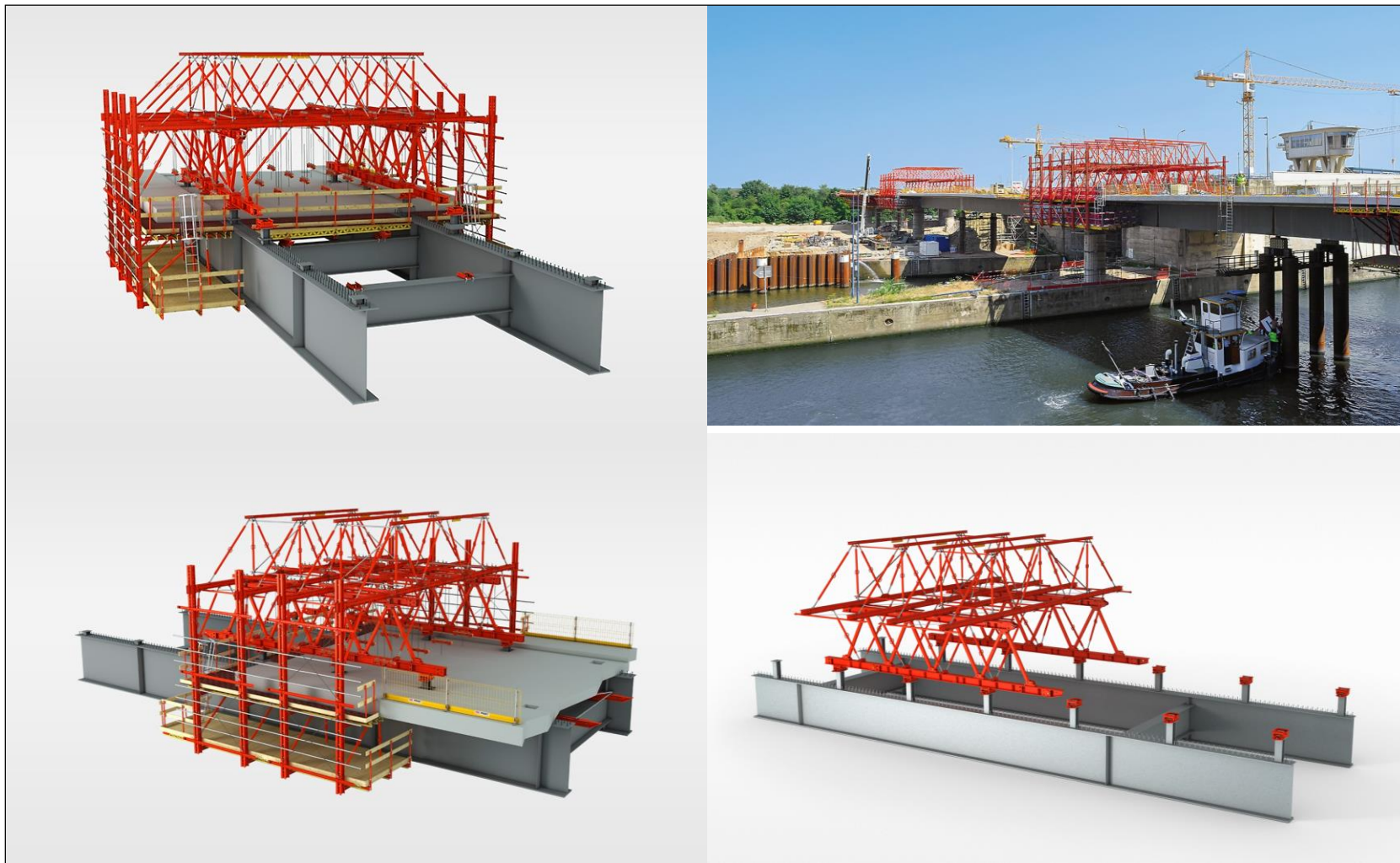
Procedimenti costruttivi

Getto in opera dell'impalcato su centina autovariante



Procedimenti costruttivi

Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante mobile



Procedimenti costruttivi

Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante mobile



The Bay of Cadiz Bridge,
Spain

Costruzione per conci

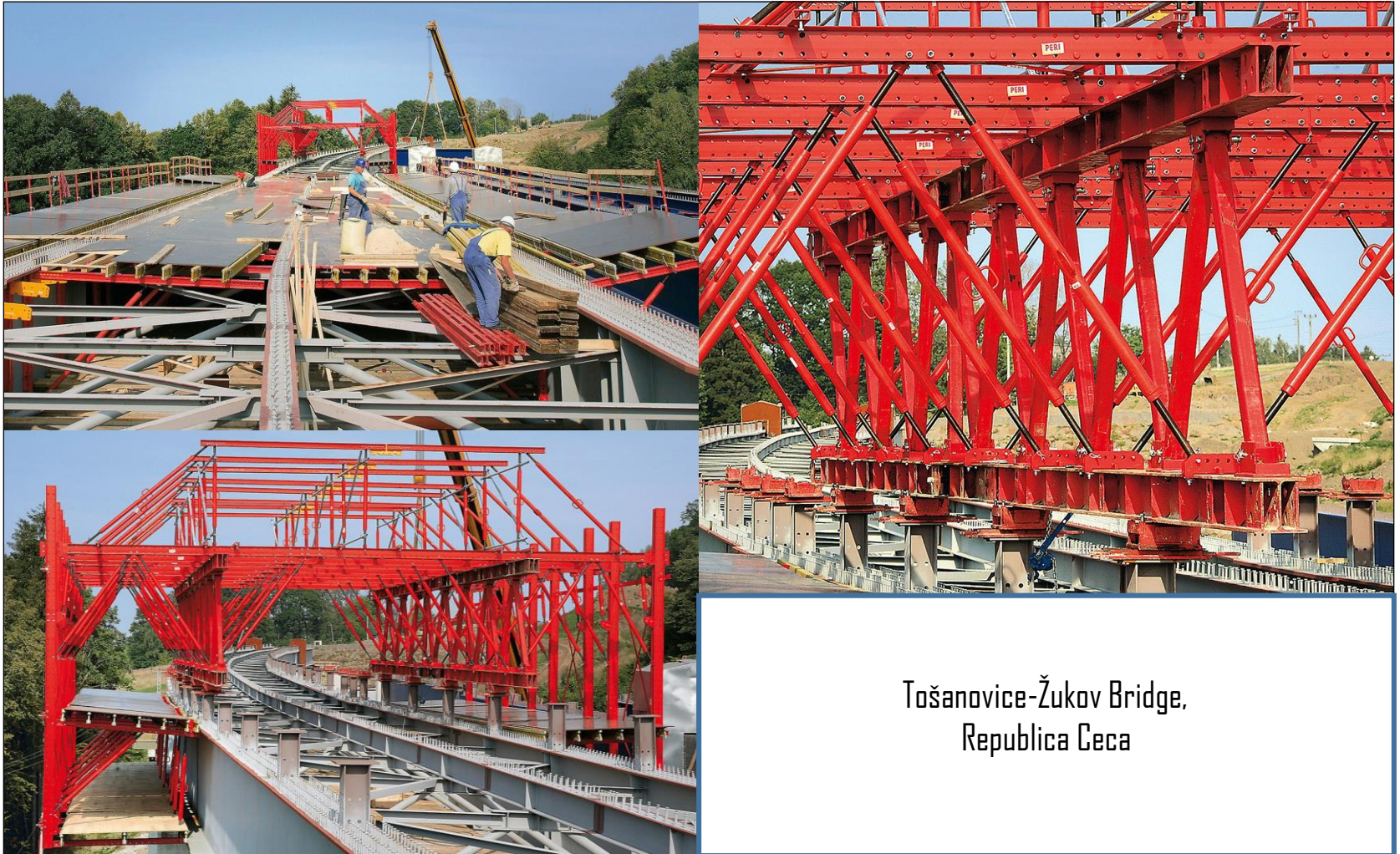
Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante mobile



Attraversamento Ferroviario do Sado,
Portogallo

Costruzione per conci

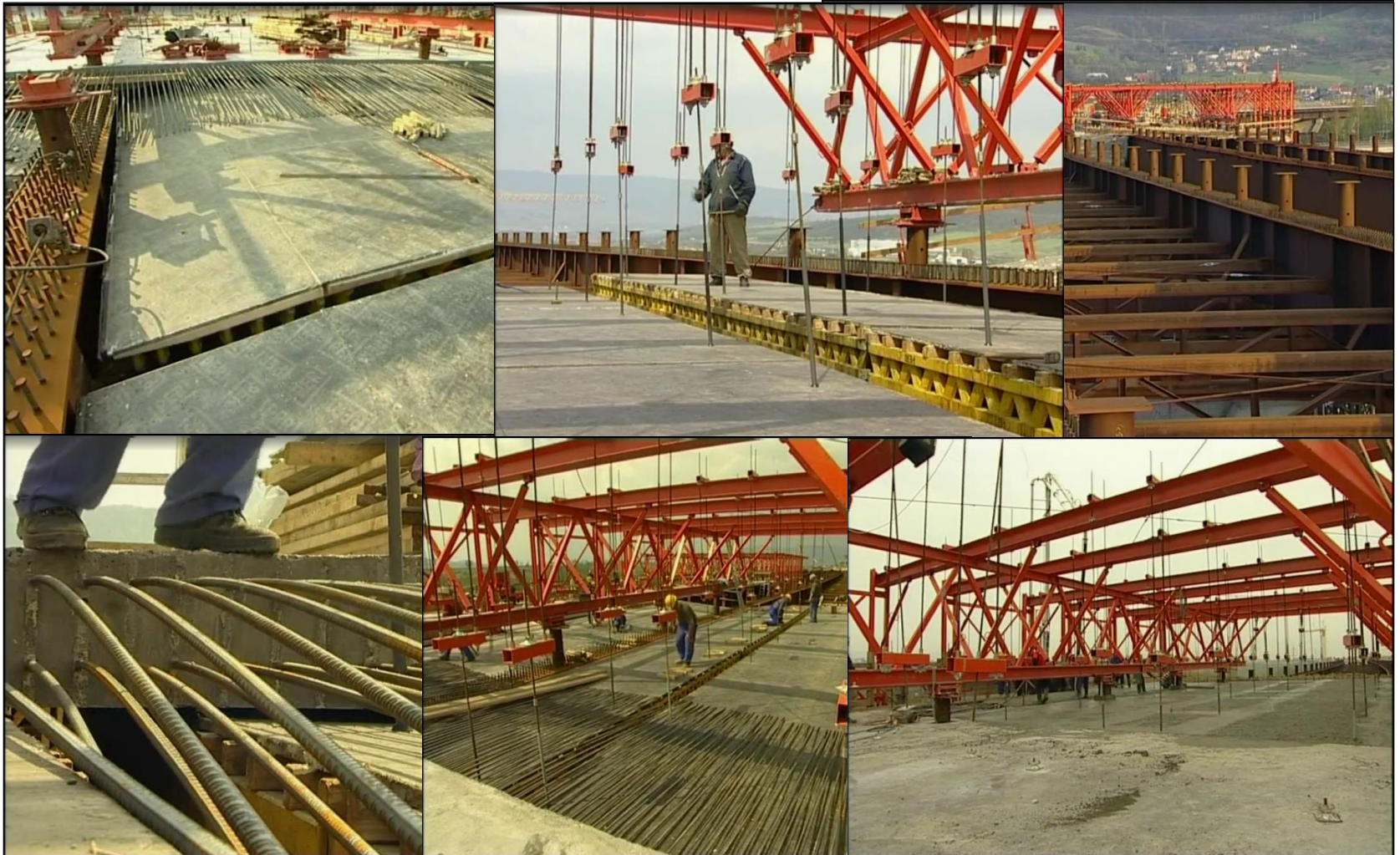
Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante mobile



Tošanovice-Žukov Bridge,
Republica Ceca

Costruzione per conci

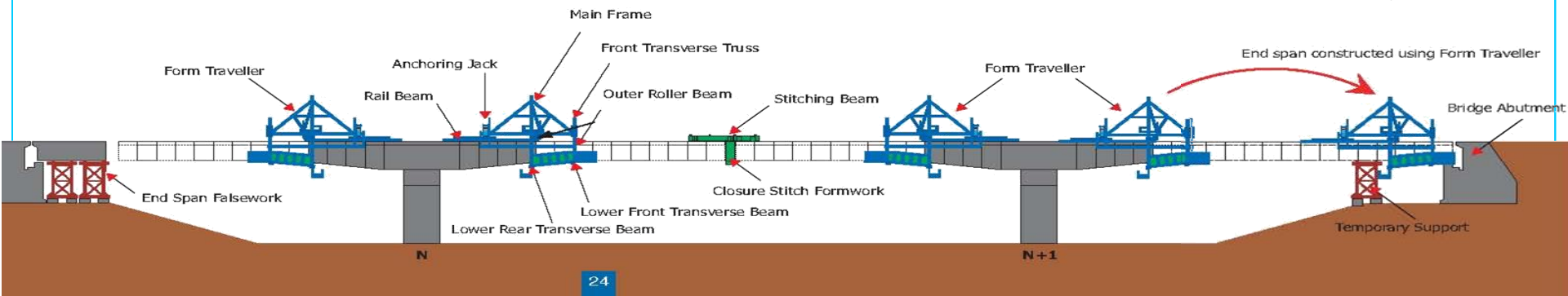
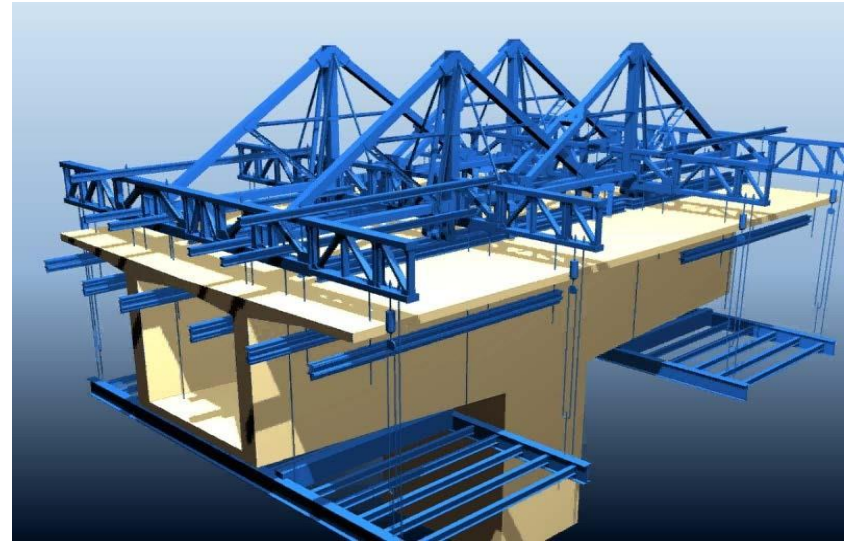
Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante mobile



Costruzione per conci

Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante

- Campata da 90 a 250 m
- Tipica lunghezza concio 5 m
- Costruzione non lineare
- Minima capacità della gru
- Tipico ciclo di tempo – 5 giorni



Costruzione per conci a sbalzo

Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante

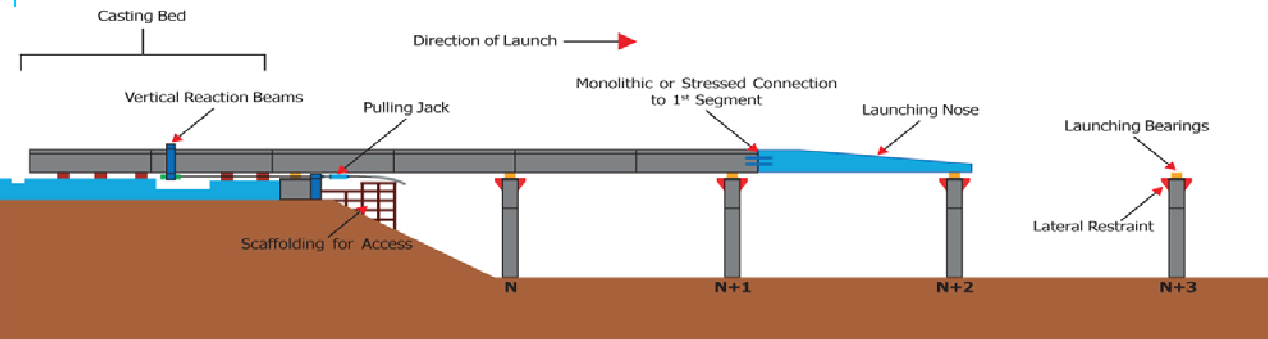


Tverlandsbrua Bridge (Norvegia)

Costruzione per conci

Getto dell'impalcato per spinta

- Campata 60-100 m
- Cassaforma relativamente standard
- 8 giorni di ciclo di lancio



TYPICAL CONSTRUCTION SEQUENCE

- 1 Cast segment (A), install launching nose, install pulling units
- 2 Pull segment (A) forward using pulling jacks attached to reaction beam
- 3 Construct segment (B), repeat stage 2 and 3 for remaining segments

Costruzione per conci a sbalzo

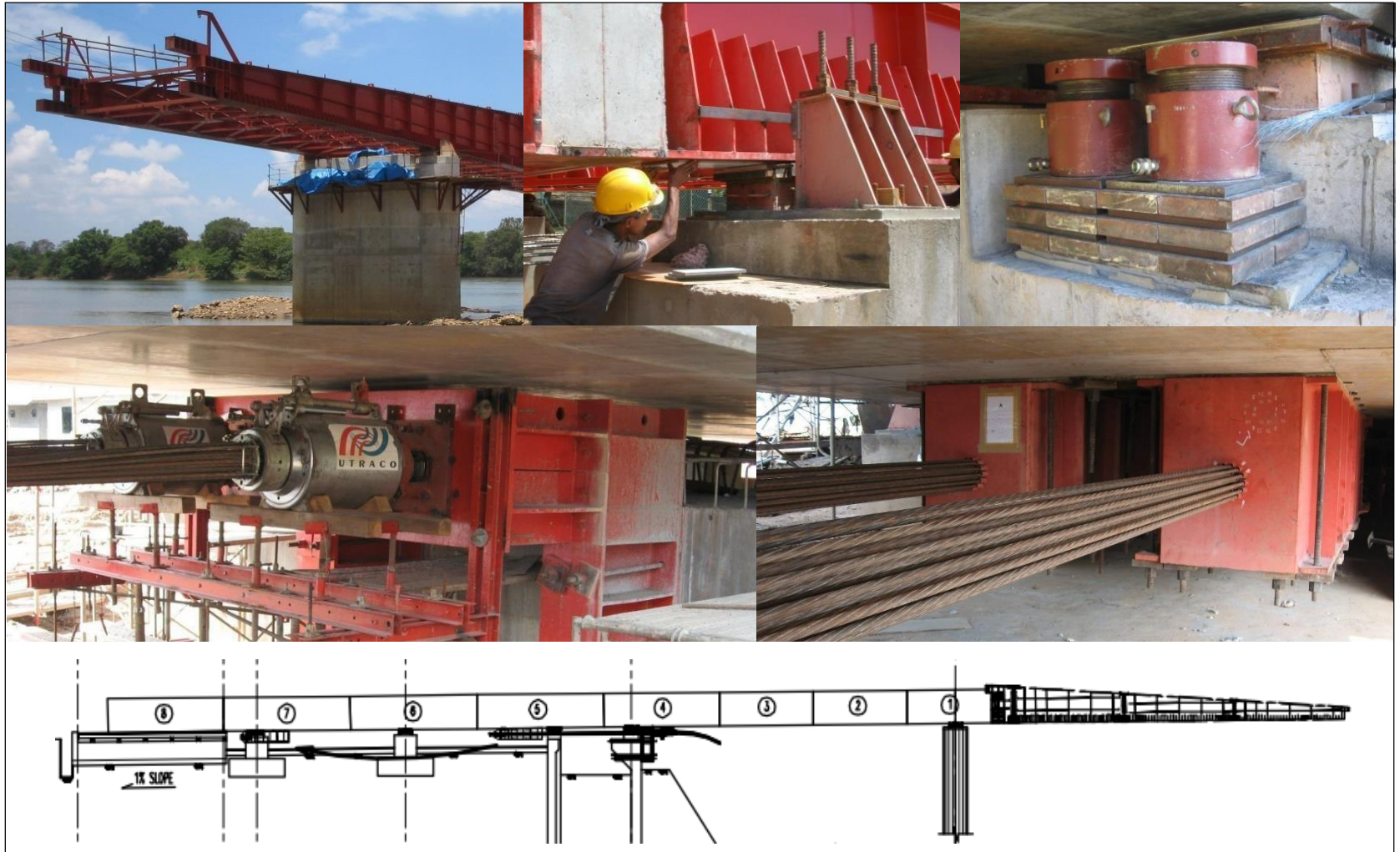
Getto in opera dell'impalcato su centina autovarante



Hin Heup Bridge, Laos

Costruzione per conci

Getto dell'impalcato per spinta



Costruzione a conci prefabbricati

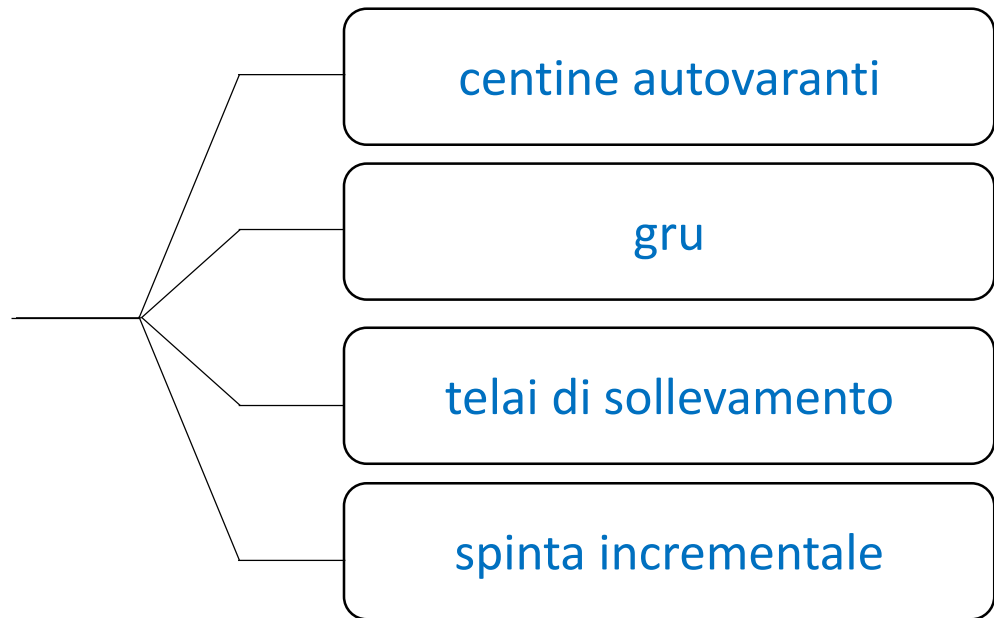
Ragioni

- La realizzazione è effettuata in un'area dedicata, con riduzione del rischio di incidenti per i lavoratori
- La realizzazione è effettuata per assemblaggio con conseguente aumento della velocità di costruzione del ponte
- La stagionatura può essere controllata più facilmente con conseguente riduzione della fessurazione

Procedimenti costruttivi

Costruzione mediante getti in opera

Realizzazione
per conci o
campate
prefabbricate



Costruzione a conci prefabbricati

Operazioni di prefabbricazione dei conci

La realizzazione a terra dei conci prefabbricati può avvenire su:

- banco di getto corto (short line)
- banco di getto lungo (long line)

Costruzione a conci prefabbricati

Prefabbricazione dei conci su linea corta

- E' una tecnica molto utilizzata quando è necessario un grande numero di conci uguali o simili.
- Nella cella di realizzazione dei conci, sono presenti solo due conci per volta
- Le casseformi sono riutilizzabili e richiedono poco spazio
- Il controllo è più complesso se la geometria del ponte prevede rotazioni intorno ad un asse verticale o orizzontale

Costruzione a conci prefabbricati

Operazioni di prefabbricazione dei conci su linea corta



Costruzione per conci

Short-line match-casting



L'armatura viene prima preparata su una cassaforma e poi trasportata nella parte del cantiere destinata alla realizzazione del concio prefabbricato



Costruzione per conci

Short-line match-casting



L'armatura è posizionata nella cassaforma e il conccio precedentemente realizzato è posto a cassaforma della parte frontale del conccio da realizzare

Costruzione per conci

Short-line match-casting



E' eseguito il getto del calcestruzzo

Costruzione per conci

Short-line match-casting



Costruzione per conci

Short-line match-casting



Stagionatura dei conci

Costruzione per conci

Short-line match-casting



Movimentazione e stoccaggio dei conci

Costruzione per conci

Long-line match-casting



Procedimenti costruttivi

Cantiere

- Uno dei più grandi cantieri nel mondo
- 9 gru a torre, 11 carro ponte, 64 strutture di cassetta, 2500 segmenti immagazzinati
- Cantiere per 3500 operai



Dubai metro project

Procedimenti costruttivi

Costruzione con carro di varo

- Il carro di varo è una struttura provvisoria in acciaio mediante la quale è possibile porre in opera (interamente o per conci) una campata
- Dato l'alto costo si può impiegare solo per ponti con molte campate di luce non troppo grande.

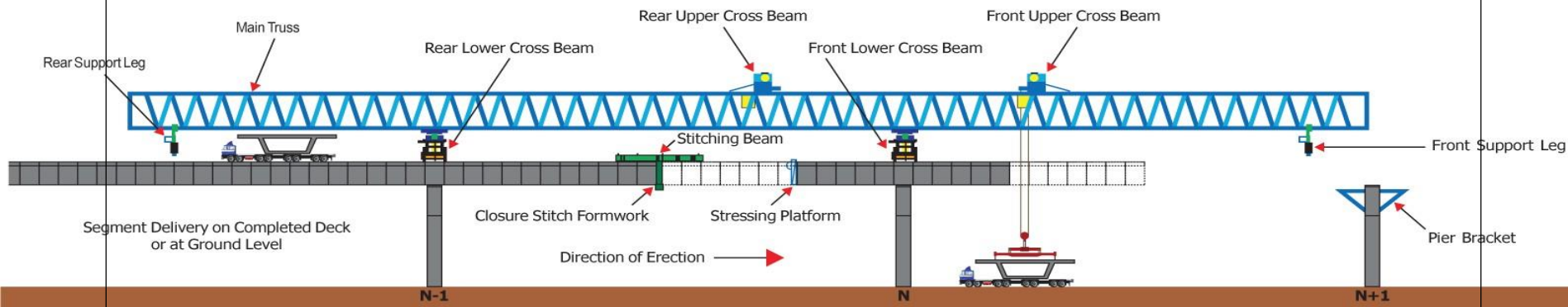
Costruzione per conci a sbalzo

Posa in opera tramite carro di varo

- Campata fino a 100 m
- Velocità di elevazione (fino a 6 paia di segmenti)
- Moto da dietro o da sotto
- Costruzione Overhead
- Autovaro
- Strutture parallele simultanee
- Carichi temp sulle pile
- Limitata curvatura in orizzontale



Telok Blangah - Singapore (1998-2001)
61,440m of deck, 1,460 segments



Costruzione per conci a sbalzo

Posa in opera tramite carro di varo

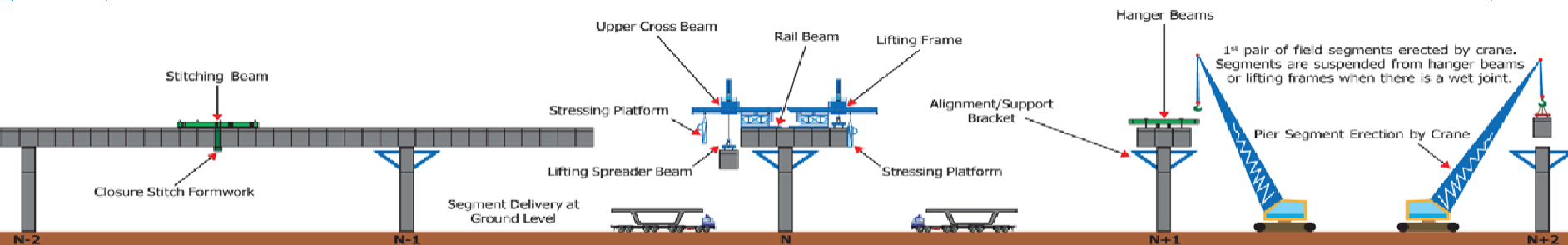


Costruzione per conci a sbalzo

Posa in opera tramite gru di sollevamento

- Campate lunghe
- Segmenti larghi
- La costruzione può essere non lineare (molteplici fronti di lavoro)
- Semplici lavori per sollevamento
- Rapida costruzione

West Tsing Yi - Hong Kong (2004-2005) →



Costruzione per conci

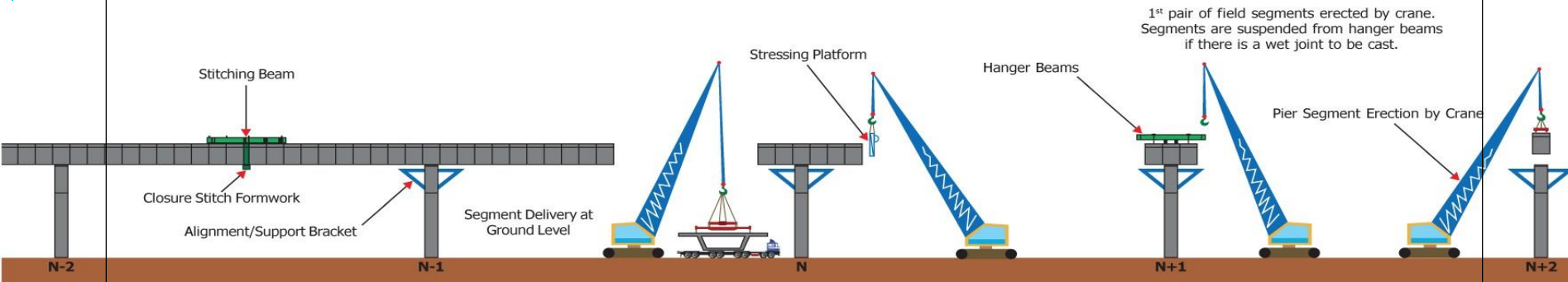
Posa in opera tramite gru di sollevamento



Costruzione per conci a sbalzo

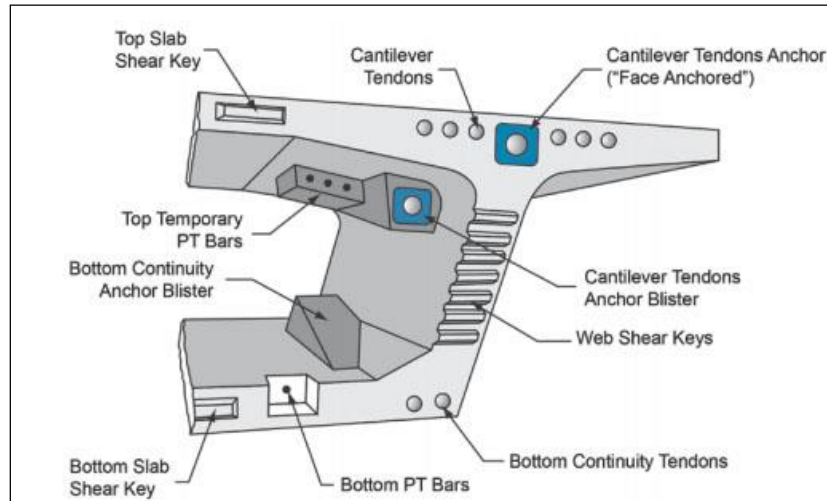
Posa in opera tramite gru

- Campate lunghe
- Segmenti corti
- Costruzione dell'impalcato può essere non lineare (più fronti di lavoro)
- Macchinari subito disponibili
- Costruzione rapida
- Pochi operai



Costruzione per conci

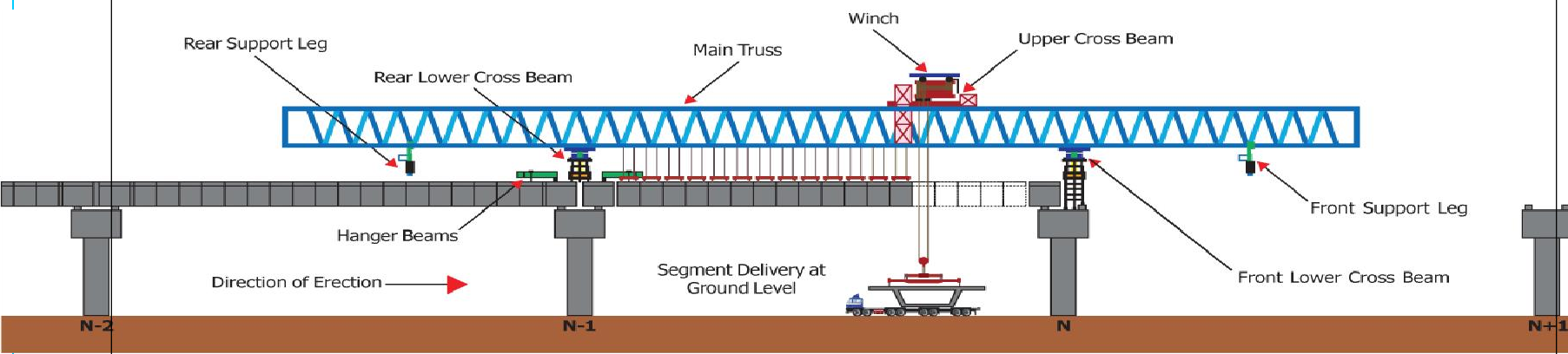
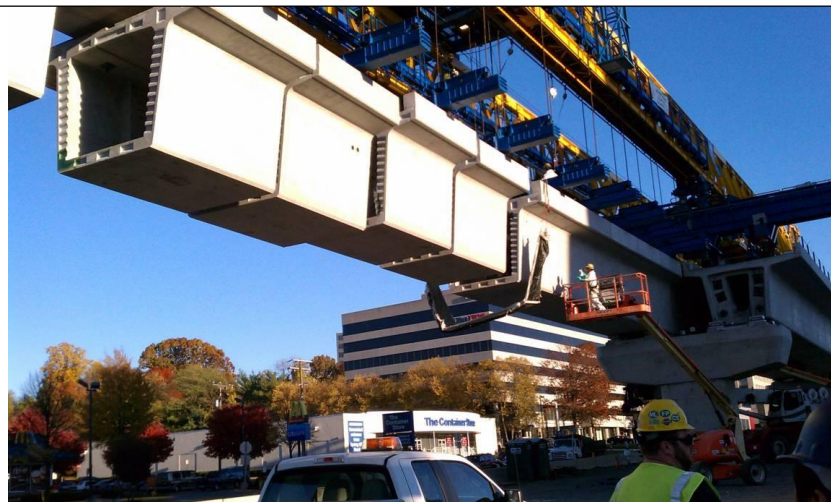
Precompressione temporanea e post-tensione esterna



Costruzione per conci di campata

Posa in opera tramite carro di varo

- Campata minore di 50 m
- Elevata velocità di realizzazione (1 campata per giorno)
- Piccoli gruppi di operai
- Moto da sotto o da lato
- Carico temp. sulle pile



Costruzione per conci

Posa in opera di conci prefabbricati tramite carro di varo



Costruzione per conci

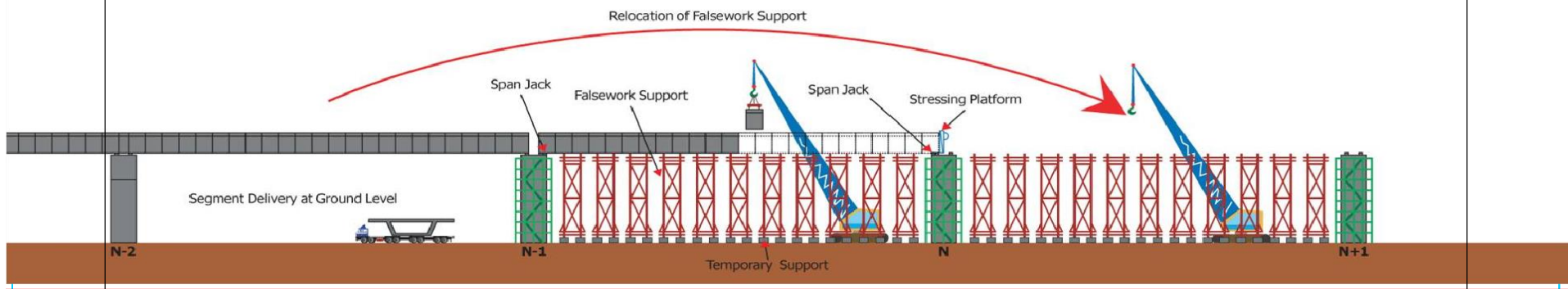
Posa in opera di conci prefabbricati tramite carro di varo



Costruzione per conci

Posa in opera di conci tramite gru e supporti temporanei

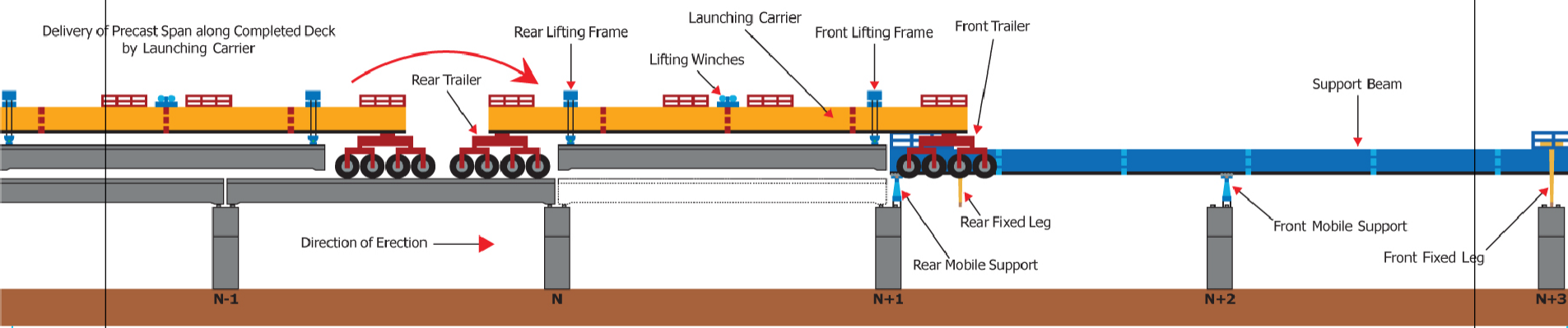
- Attrezzature localmente disponibili
- Fronti di lavoro molteplici
- Piccoli progetti



Costruzione per campate

Posa in opera tramite carro di varo

- Campate corte
- Elevata velocità di realizzazione
- Elevata qualità
- Carichi temporanei elevati
- Limitato immagazzinamento



Costruzione per campate

Posa in opera di travi prefabbricate a V tramite gru



Ponte sul fiume Sangro a Scontrone (AQ)

Costruzione per campate

Posa in opera di travi prefabbricate a I tramite carro di varo



Costruzione per campate

Posa in opera di cassone tramite carro di varo



Costruzione per campate

Sollevamento di travi tramite gru di sollevamento

- Marlins Stadium
- Seven Mile Bridge
- Jamestown Rhode Island



Procedimenti costruttivi

Rotazioni e traslazioni

Rotazioni

Rotazione
intorno ad un asse verticale

Rotazione
intorno ad un asse orizzontale

Traslazioni

Traslazione laterale

Traslazione frontale

Costruzione di ponti ad arco

Rotazione intorno ad un asse orizzontale con stralli provvisori



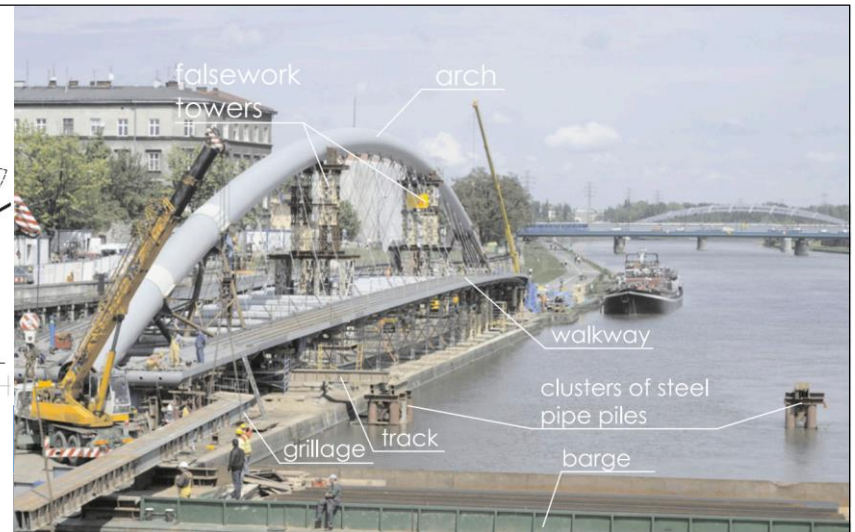
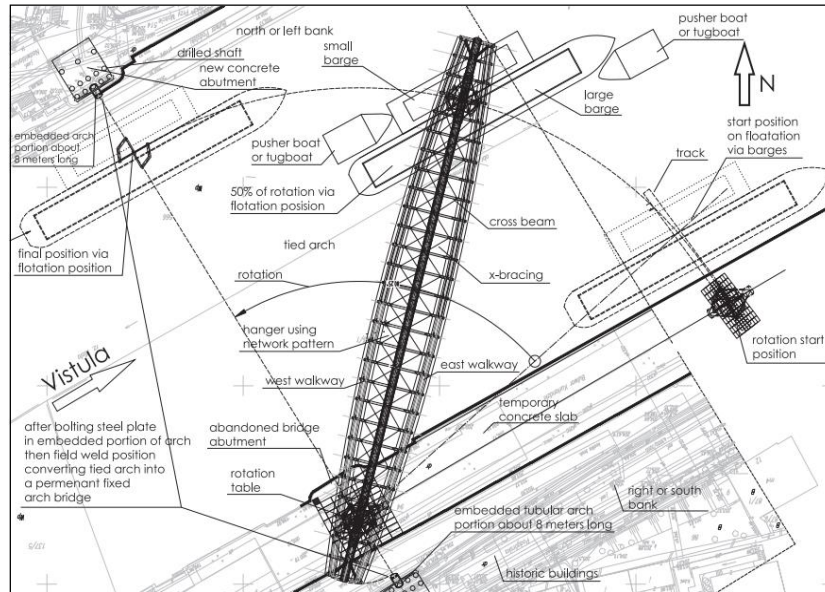
Costruzione di ponti ad arco

Rotazione intorno ad un asse orizzontale con stralli provvisori

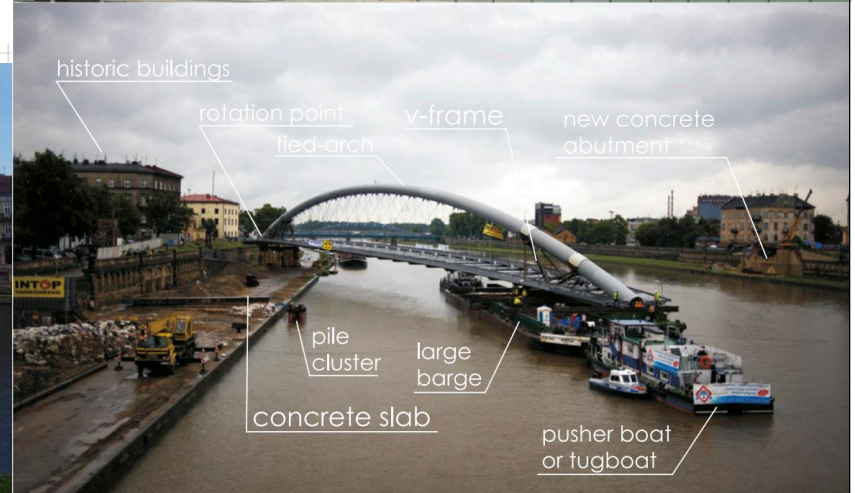


Procedimenti costruttivi

Rotazione intorno ad un asse verticale



erella pedonale sul fiume Vistula
covia (Polonia)



Procedimenti costruttivi

Traslazione



Principali riferimenti

- ❑ Marco Rosignoli.
Bridge Launching. 2014, ICE Publishing (Institution of Civil Engineers, London, UK)
ISBN: 9780727759979
- ❑ Marco Rosignoli.
Bride Construction Equipment. 2013, ICE Publishing.
ISBN: 978-0-7277-5808-8

FINE