



TM

BLVD

## **ILVA di Taranto**

**Progettazione di dettaglio e reverse engineering - coperture parchi minerari e gallerie idrauliche dello stabilimento**

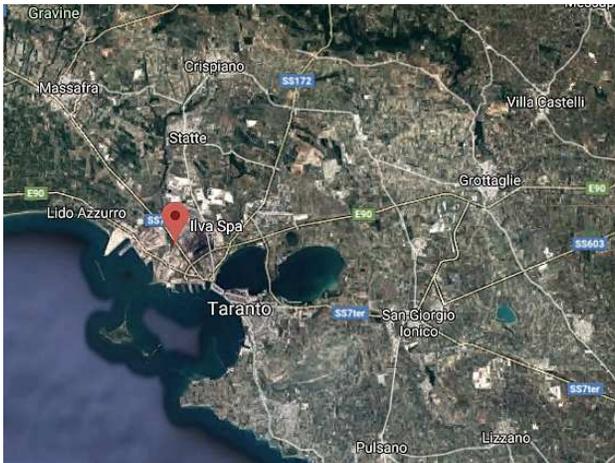
Alessandro Menozzi  
SWS engineering SpA

Napoli, 4 Ottobre 2018

## Gruppo ILVA: stabilimento siderurgico di Taranto

### Implementazione BIM

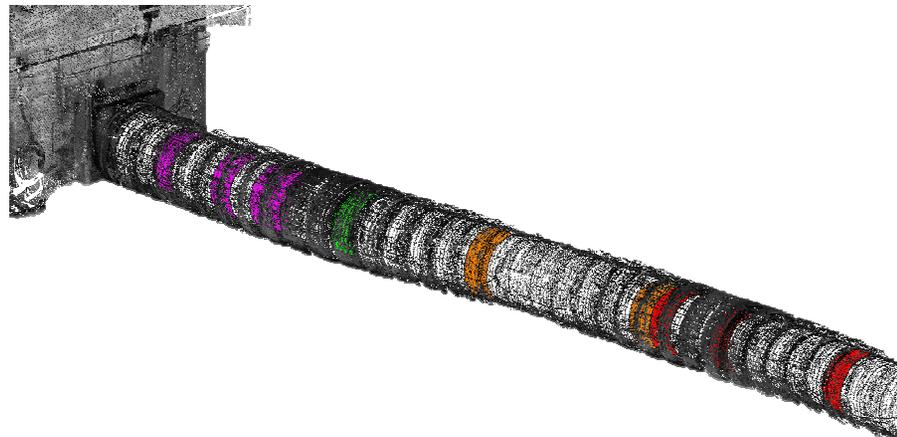
Sito: Taranto, Italia  
Impresa: Cimolai spa  
Cliente: ILVA spa



## Gruppo ILVA: stabilimento siderurgico di Taranto

### Implementazione BIM

- Opere di fondazione della copertura del Parco Minerali
- Gallerie idrauliche dello stabilimento



## Opere di fondazione della copertura del Parco Minerali



## Opere di fondazione della copertura del Parco Minerali

### Descrizione dell'opera

Il progetto della copertura del Parco Minerali presso lo Stabilimento ILVA di Taranto prevede la realizzazione di una struttura ad archi reticolari a campata unica di luce pari a 254 m, affiancati tra loro e disposti con passo pari a 14 m.

Lo sviluppo complessivo, tra gli allineamenti 1 e 51 è di 700 m.

Tali archi poggeranno su plinti in calcestruzzo armato fondati su n°2 pali di diametro 1500 mm e lunghezza 38 m, interconnessi tra loro tramite travi intermedie che definiscono i lati longitudinali (Nord e Sud) della struttura. In corrispondenza dei punti di ancoraggio dei controventi, si adotteranno tipologie di plinto maggiorate, fondate su n°6 o n°4 pali.

I montanti della struttura metallica che costituisce la facciata sui lati trasversali (Est e Ovest), saranno sostenuti da plinti isolati, fondati su n°2 pali trivellati di diametro 1200 mm e lunghezza 32 m.

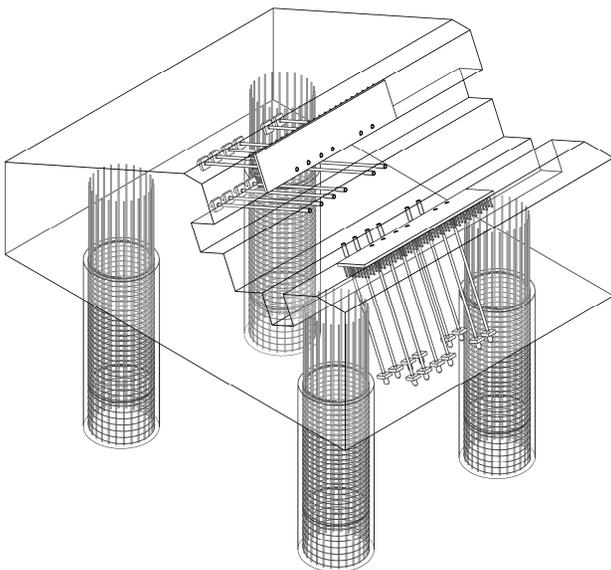
## Opere di fondazione della copertura del Parco Minerali

### Scope of work

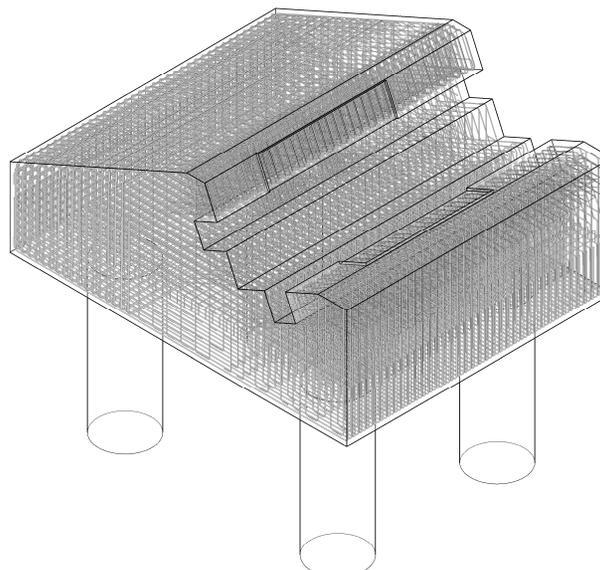
Creazione e gestione del modello BIM relativo alle opere di fondazione precedentemente descritte.

La modellazione geometrica di dettaglio sia degli elementi in calcestruzzo, che delle relative armature si è resa necessaria ai fini di:

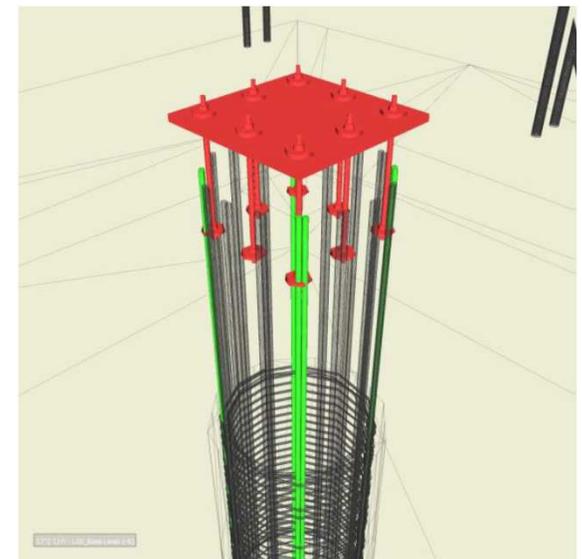
- Ricercare eventuali **interferenze geometriche** fra le armature dei pali, dei plinti e, ove presenti, dei tirafondi o altre inclusioni (Clash detection)
- Definire **raccomandazioni costruttive**, volte a risolvere le problematiche riscontrate



28/09/2018



Innovation in underground solutions



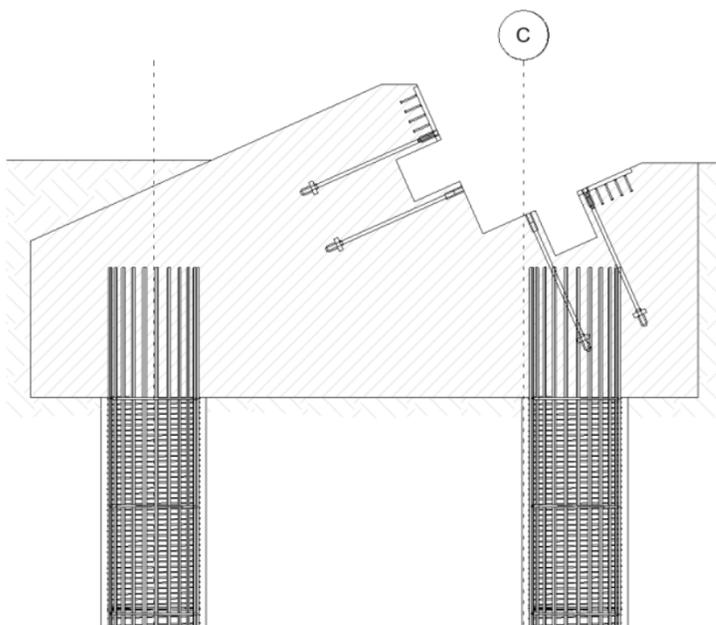
6

## Opere di fondazione della copertura del Parco Minerali

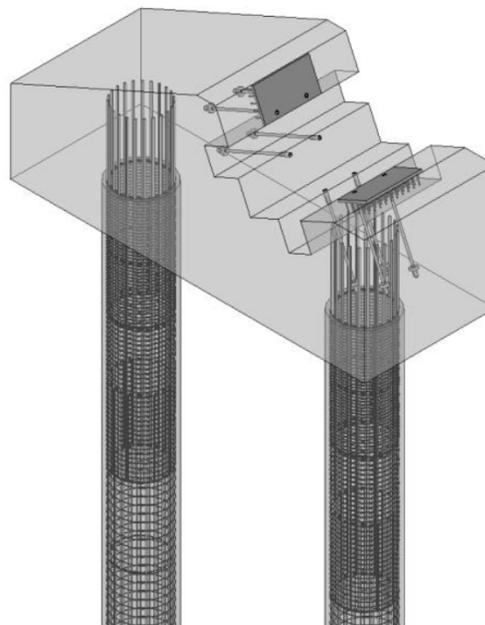
### Organizzazione del modello digitale

Le specifiche geometriche e informative degli oggetti digitali modellati derivano da documenti di progetto appositamente archiviati in un **ambiente di condivisione dati** (ACDat) e messi a disposizione dal cliente. Sulla base di queste informazioni è stato possibile raggiungere un livello di sviluppo informativo degli oggetti coerente a quanto prescritto per il **LOD D** nella normativa di riferimento (**UNI 11337-4:2017**).

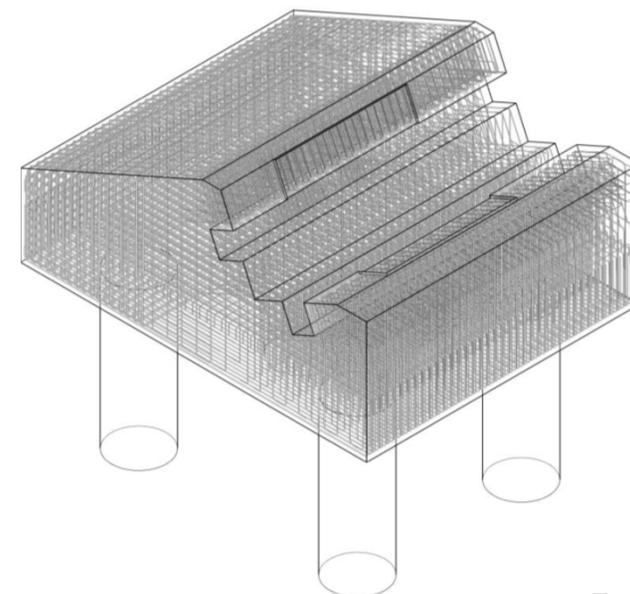
Le **opere di fondazione** (pali, plinti e travi) sono rappresentate nel modello mediante solidi 3D complessi in scala 1:1



Le **armature** sono modellate in posizione corretta ed includono dati specifici costruttivi



Altri elementi quali **piastre e tirafondi** sono rappresentati nel modello 3D con l'opportuno grado di complessità



# Opere di fondazione della copertura del Parco Minerali

## Codifica degli oggetti

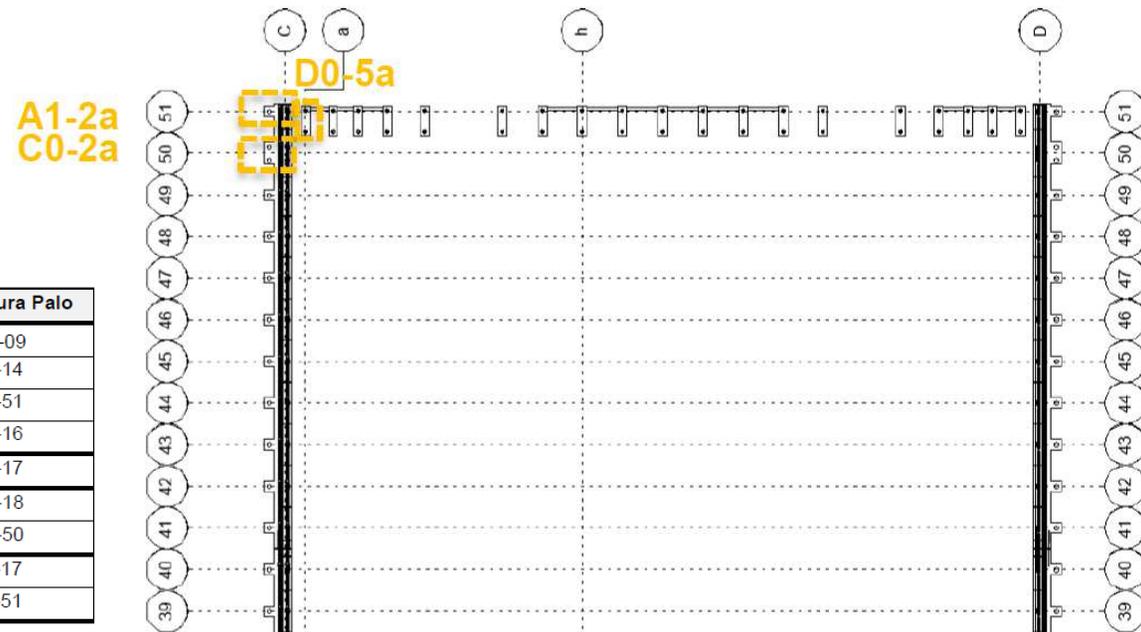
Si è ritenuto necessario individuare un rigido sistema di codifica per gli oggetti modellati, allo scopo di agevolare, ma anche di controllare efficacemente, le seguenti operazioni:

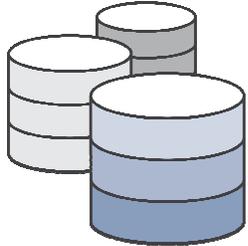
- **definizione di set** di selezione per la clash detection;
- svolgimento di **specifici clash test**, sulla base dei set precedentemente creati;
- **estrazione di dati** relativi alle quantità (BOQ).

Tipo Plinto	Codice
Plinto tipo A	A0
Plinto tipo A1	A1
Plinto tipo A2	A2
Plinto tipo B	B0
Plinto tipo C	C0
Plinto tipo D	D0

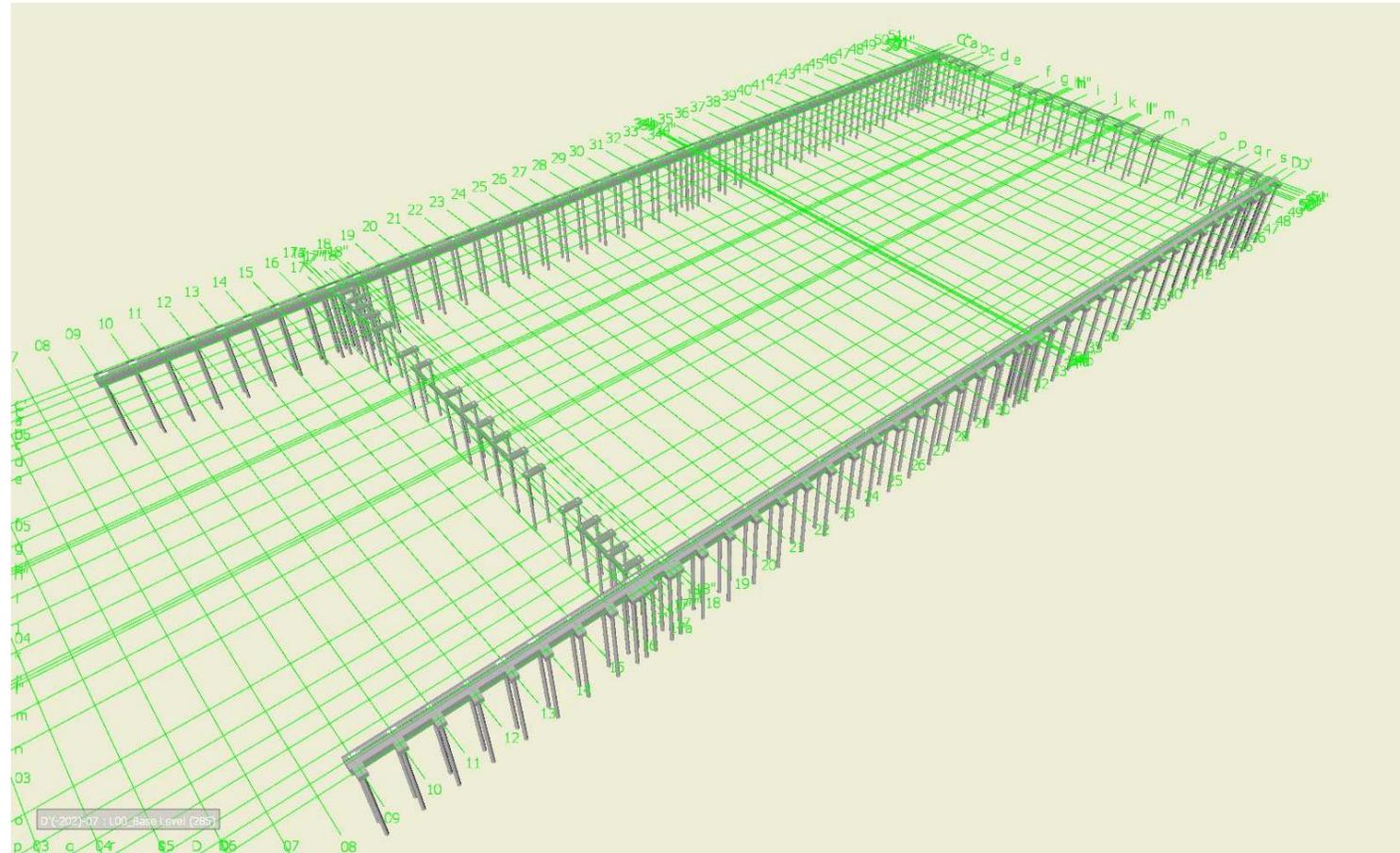
Tipo Palo	Codice
Palo tipo 1	1a
Palo tipo 2	2a
Palo tipo 3	3a
Palo tipo 4	4a
Palo tipo 5	5a

Tipo Plinto	Tipo Palo	Posizione	Codice Armatura Plinto	Codice Armatura Palo
Plinto tipo A	Palo tipo 3a	C-09	A0-3a_C-09	3a-A0_C-09
Plinto tipo A	Palo tipo 2a	C-14	A0-2a_C-14	2a-A0_C-14
Plinto tipo A1	Palo tipo 2a	C-51	A1-2a_C-51	2a-A1_C-51
Plinto tipo A2	Palo tipo 1a	C-16	A2-1a_C-16	1a-A2_C-16
Plinto tipo B0	Palo tipo 1a	C-17	B0-1a_C-17	1a-B0_C-17
Plinto tipo C0	Palo tipo 1a	C-18	C0-1a_C-18	1a-C0_C-18
Plinto tipo C0	Palo tipo 2a	C-50	C0-2a_C-50	2a-C0_C-50
Plinto tipo D0	Palo tipo 4a	a-17	D0-4a_a-17	4a-D0_a-17
Plinto tipo D0	Palo tipo 5a	a-51	D0-5a_a-51	5a-D0_a-51





- Lavoro di 'LEAN' e gestione informazione pulita
- Uso di automazioni per creare set ripetitivi, quindi non solo lavoro a 'testa bassa'



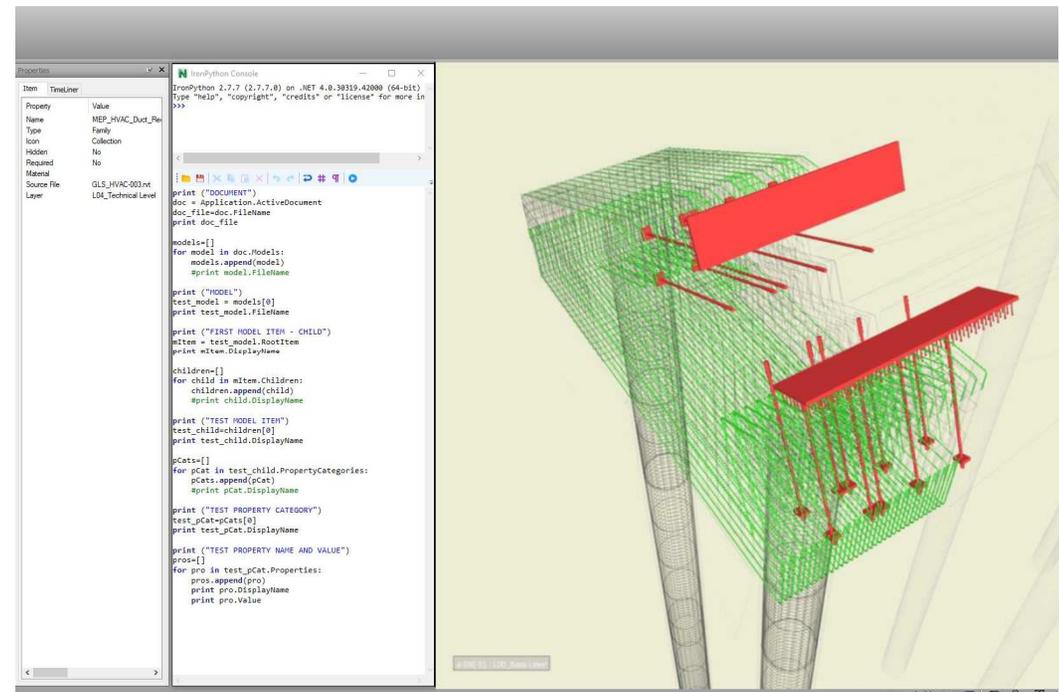
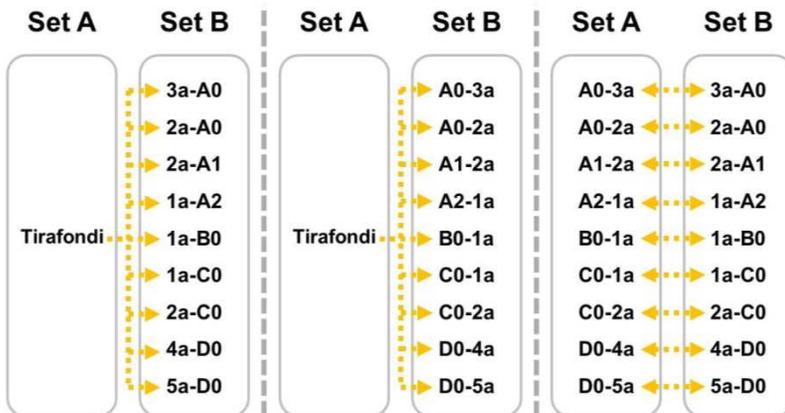
# Opere di fondazione della copertura del Parco Minerali

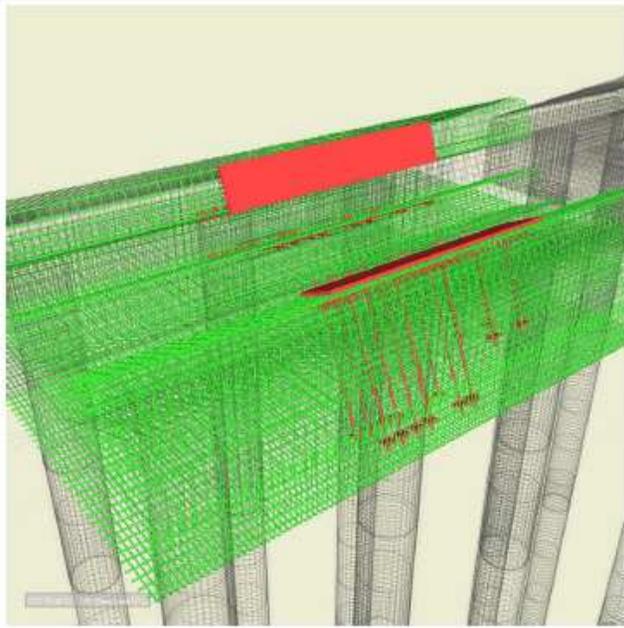
## Clash detection, automatizzazione processi & programming

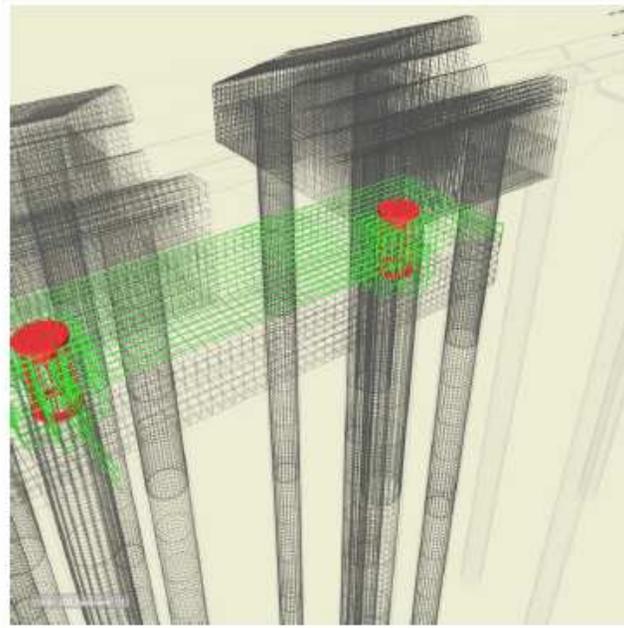
Il sistema di codifica degli oggetti precedentemente descritto e lo **sviluppo** di alcuni **applicativi** di supporto ai software tradizionali, hanno permesso di **automatizzare** la creazione dei set di selezione, utilizzati per lo svolgimento dei clash test. La creazione di **procedure automatizzate** mediante l'utilizzo di strumenti di programmazione assicura l'eliminazione di azioni ripetitive, il controllo dei processi e l'implementazione di controlli qualità. Il progettista può concentrarsi maggiormente sulla qualità del design e allo studio di soluzioni progettuali.

Codice Set	Tipo Plinto
A0-3a	Armature plinto tipo A0
A0-2a	Armature plinto tipo A0
A1-2a	Armature plinto tipo A1
A2-1a	Armature plinto tipo A2
B0-1a	Armature plinto tipo B0
C0-1a	Armature plinto tipo C0
C0-2a	Armature plinto tipo C0
D0-4a	Armature plinto tipo D0
D0-5a	Armature plinto tipo D0

Codice Set	Tipo Palo
3a-A0	Armature palo tipo 3a
2a-A0	Armature palo tipo 2a
2a-A1	Armature palo tipo 2a
1a-A2	Armature palo tipo 1a
1a-B0	Armature palo tipo 1a
1a-C0	Armature palo tipo 1a
2a-C0	Armature palo tipo 2a
4a-D0	Armature palo tipo 4a
5a-D0	Armature palo tipo 5a



Codice	Titolo	Data	
CR107	Pioli piastra / armatura longitudinale e spilli - plinto tipo B	10/06/2018	
<b>Immagine di riferimento</b>		<b>Dati specifici clash</b>	
		Set A	Tirafondi
		Set B	B0-1a
		Item 1 - ID	NC
		Item 2 - ID	NC
		Distanza	NC
		<b>Allegati</b>	
- Nessun allegato			
<b>Descrizione</b>			
<p>Si riscontra una compenetrazione tra armature del plinto B e pioli della relativa piastra.</p> <p>Tale interferenza è dovuta alla differenza di passo tra le armature longitudinali ed i suddetti pioli.</p>			
<b>Azioni suggerite</b>			
<p>Si propone di rimodulare il passo dei pioli della piastra di ancoraggio, attuando un coordinamento con le armature longitudinale del plinto o viceversa.</p>			

Codice	Titolo	Data	
CR203	Tirafondi / armatura plinto tipo D	10/06/2018	
<b>Immagine di riferimento</b>		<b>Dati specifici clash</b>	
		Set A	Tirafondi
		Set B	D0-4a / D0-5a
		Item 1 - ID	NC
		Item 2 - ID	NC
		Distanza	NC
		<b>Allegati</b>	
- Nessun allegato			
<b>Descrizione</b>			
<p>L'attuale conformazione delle armature longitudinali del plinto non tiene conto della presenza dell'alloggiamento della chiave di taglio. Si riscontrano, pertanto compenetrazioni tra le suddette armature e la chiave di taglio.</p> <p>L'attuale disposizione delle staffe sotto non risulta compatibile con la contropiastra anulare dei tirafondi.</p>			
<b>Azioni suggerite</b>			
<p>Prevedere interruzione e ripresa delle armature longitudinali in questione.</p> <p>Prevedere sostituzione delle staffe con spilli.</p>			

Codice	Titolo	Data
RC101	Coordinamento passo armature plinti / passo pioli piastra	10/06/2018
Riferimenti	CR101, CR103, CR105, CR107, CR109	

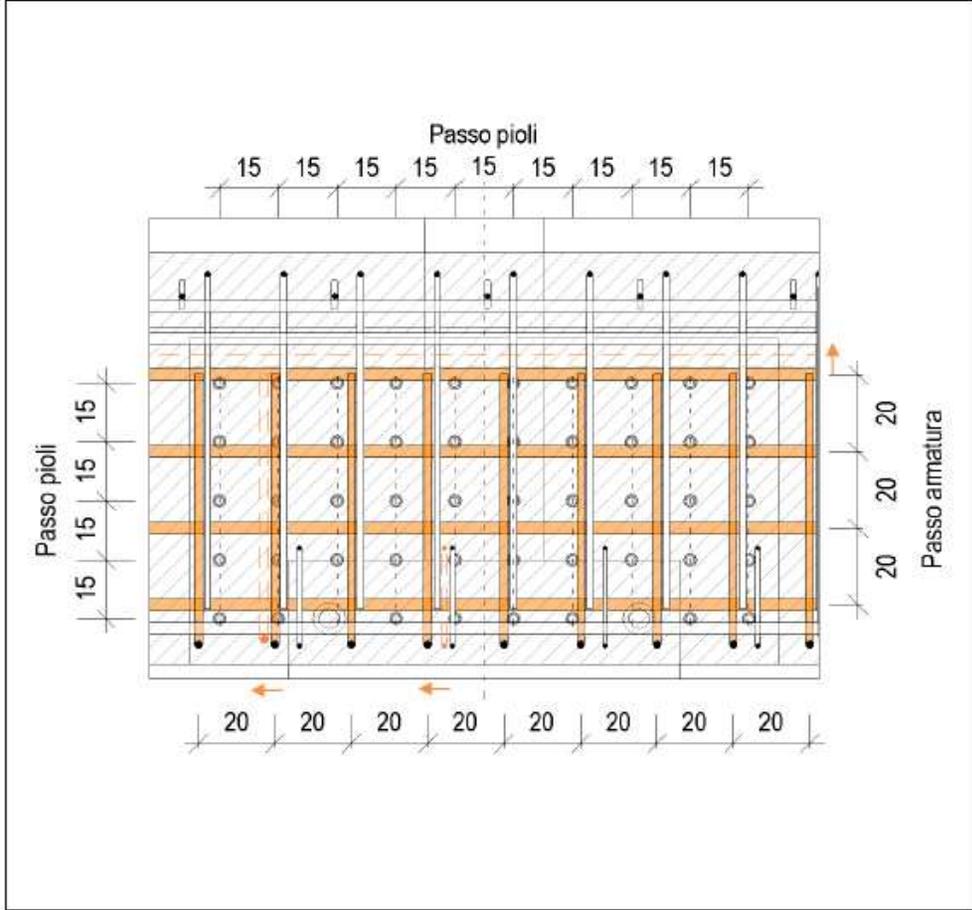
**Descrizione**

I clash test condotti hanno permesso di evidenziare numerose interferenze tra elementi costitutivi delle gabbie di armatura dei plinti tipo A, A1, A2, B, C (barre longitudinali, barre trasversali, staffe, spilli) e componenti dell'assieme piastra di supporto delle arcate.

Si ritiene necessario in particolare attuare una coordinazione tra la posizione teorica delle barre di armatura longitudinale e trasversale dei plinti ed i pioli di ancoraggio delle piastre, risolvendo localmente le interferenze spostando le singole barre ove necessario.

In alternativa, per agevolare le operazioni di assemblaggio, occorre attuare la coordinazione a livello progettuale, revisionando gli elaborati grafici.

**Immagini di riferimento**



Codice	Titolo	Data
RC201	Risoluzione interferenze armature / chiave di taglio plinto D	10/06/2018
Riferimenti	CR203	

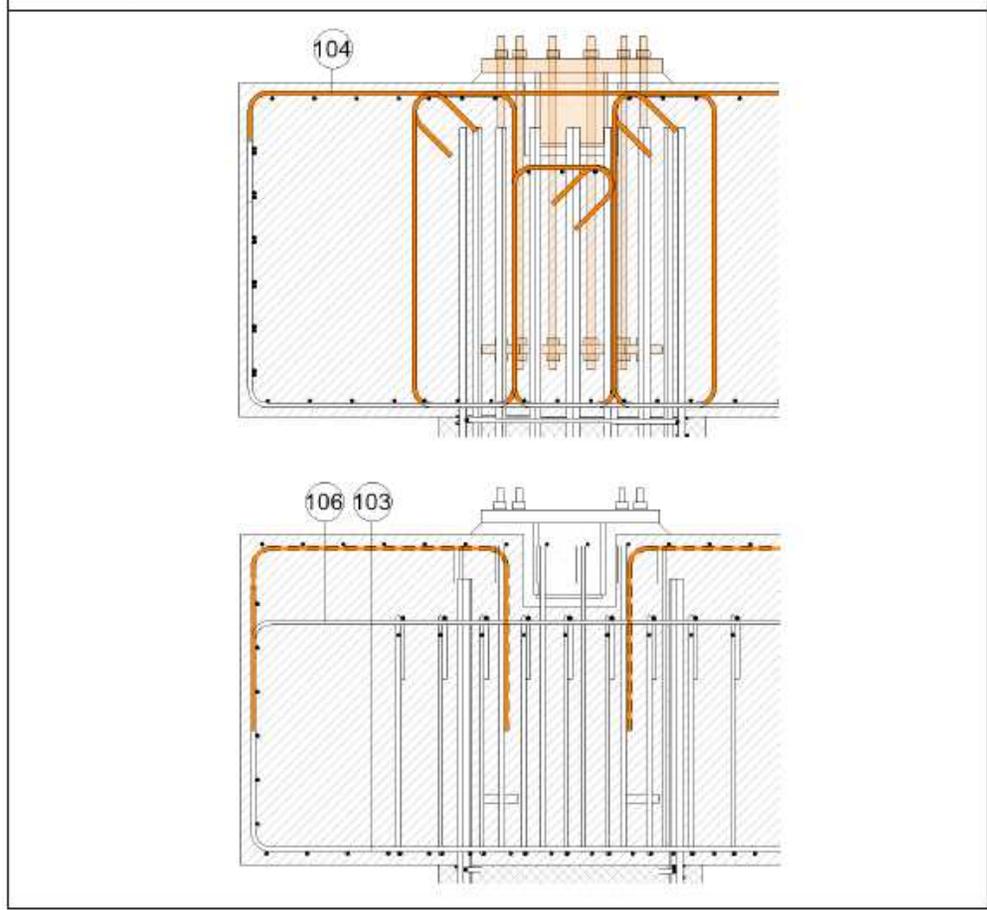
**Descrizione**

Le pos n° 104 e 105 risultano passanti attraverso la chiave di taglio. Prevedere interruzione e ripresa delle posizioni richiamate.

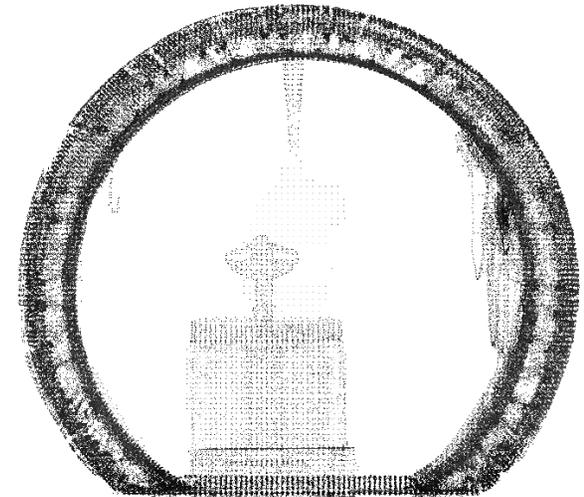
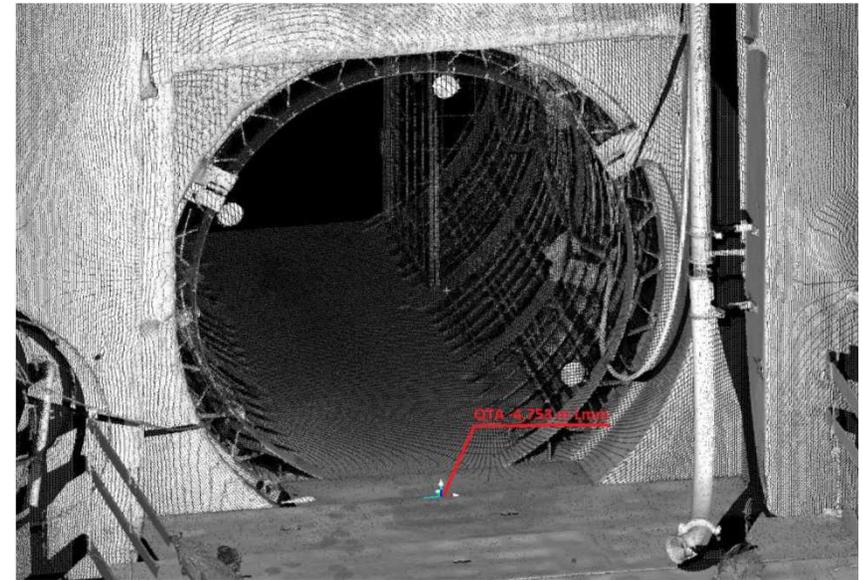
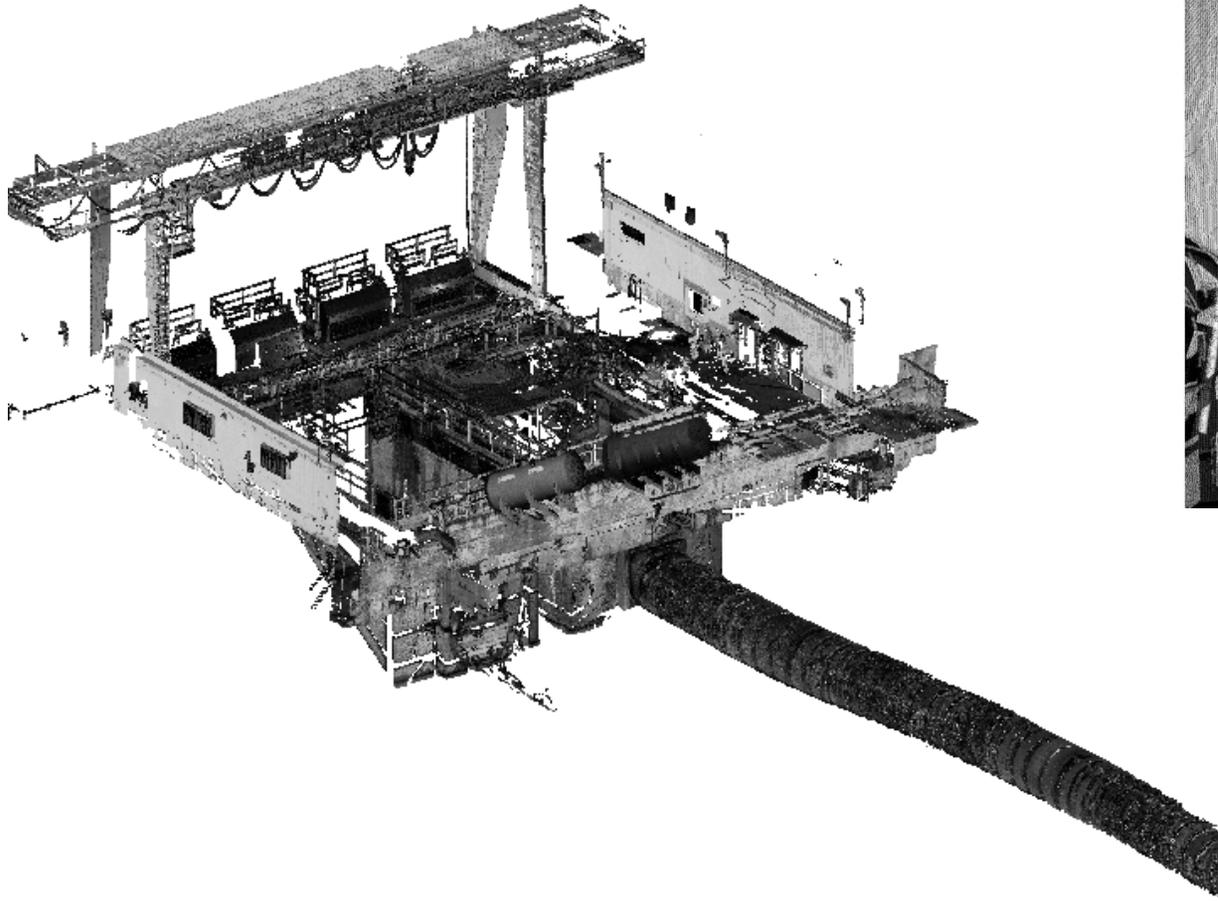
La pos n° 106 viene ribassata in corrispondenza della chiave di taglio, così facendo non chiude la pos n° 103. Prevedere adeguato ferro di chiusura.

Sostituire staffe con spilli.

**Immagini di riferimento**



## Gallerie idrauliche dello stabilimento

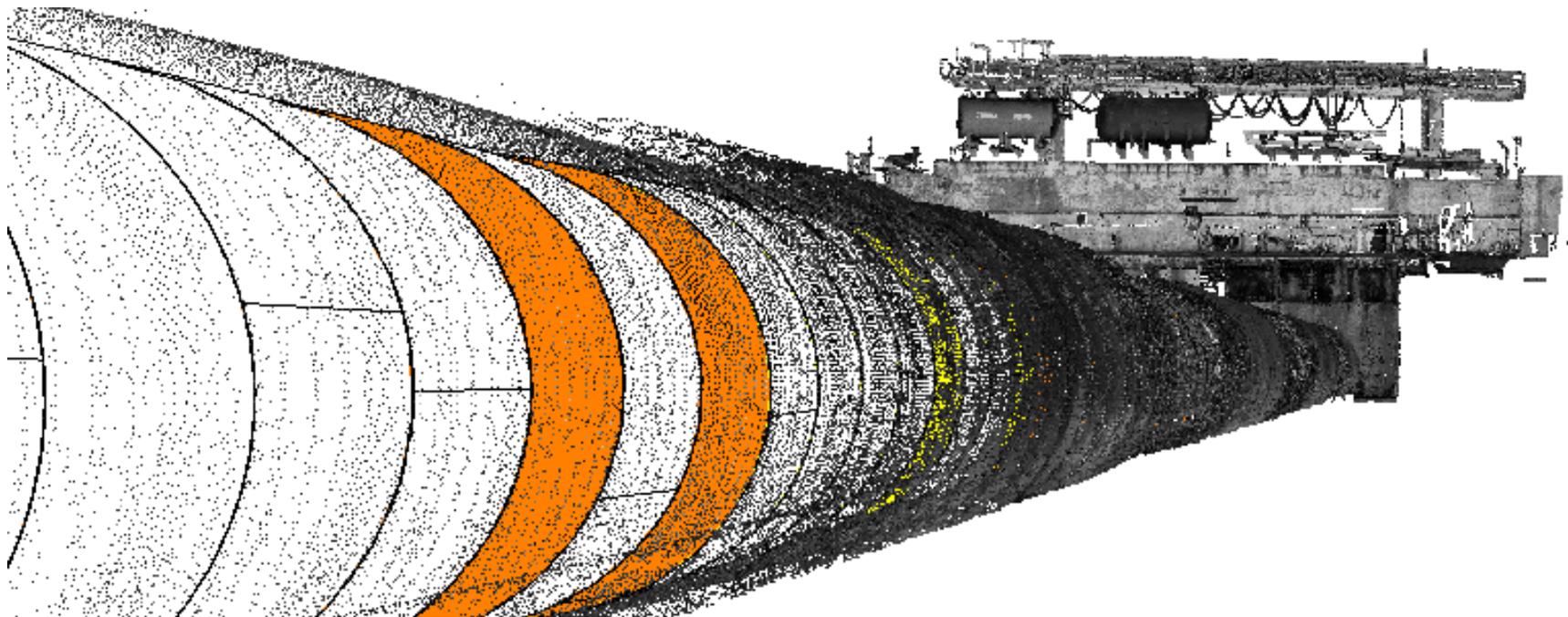


## Gallerie idrauliche dello stabilimento

### Descrizione del progetto

Il presente capitolo interessa la ristrutturazione delle gallerie di adduzione idrica n.1 e n.2 dell'impianto ILVA di Taranto.

Nello specifico sono state prese in esame le due gallerie in c.a., opere di presa a mare, aventi la funzione di condotte idriche caratterizzate da uno sviluppo di circa 2600 m ciascuna.



## Gallerie idrauliche dello stabilimento

### Input progettuali

Per lo sviluppo dell'attività in oggetto si è utilizzato come dato di input il **rilievo** fatto all'interno delle gallerie mediante **laser scanner**, impostato con una precisione utile agli scopi prefissati. La nuvola di punti ha permesso la riproduzione della geometria e l'elaborazione dei dati inerenti ad essa.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata da SWS attraverso **applicazioni** sviluppate **ad hoc** con l'ausilio di **strumenti BIM**, supportati da software di **programmazione** e di visual programming.

Lo sviluppo di questi strumenti è stato fatto tenendo in considerazione gli output da produrre come risultato delle analisi, considerando perciò la produzione delle **sezioni** perpendicolari al tracciato lungo l'asse del tunnel, **dati tabellari** in formato excel, **elaborati grafici** rappresentanti **tracciato** e i **range** delle **dimensioni** della struttura.

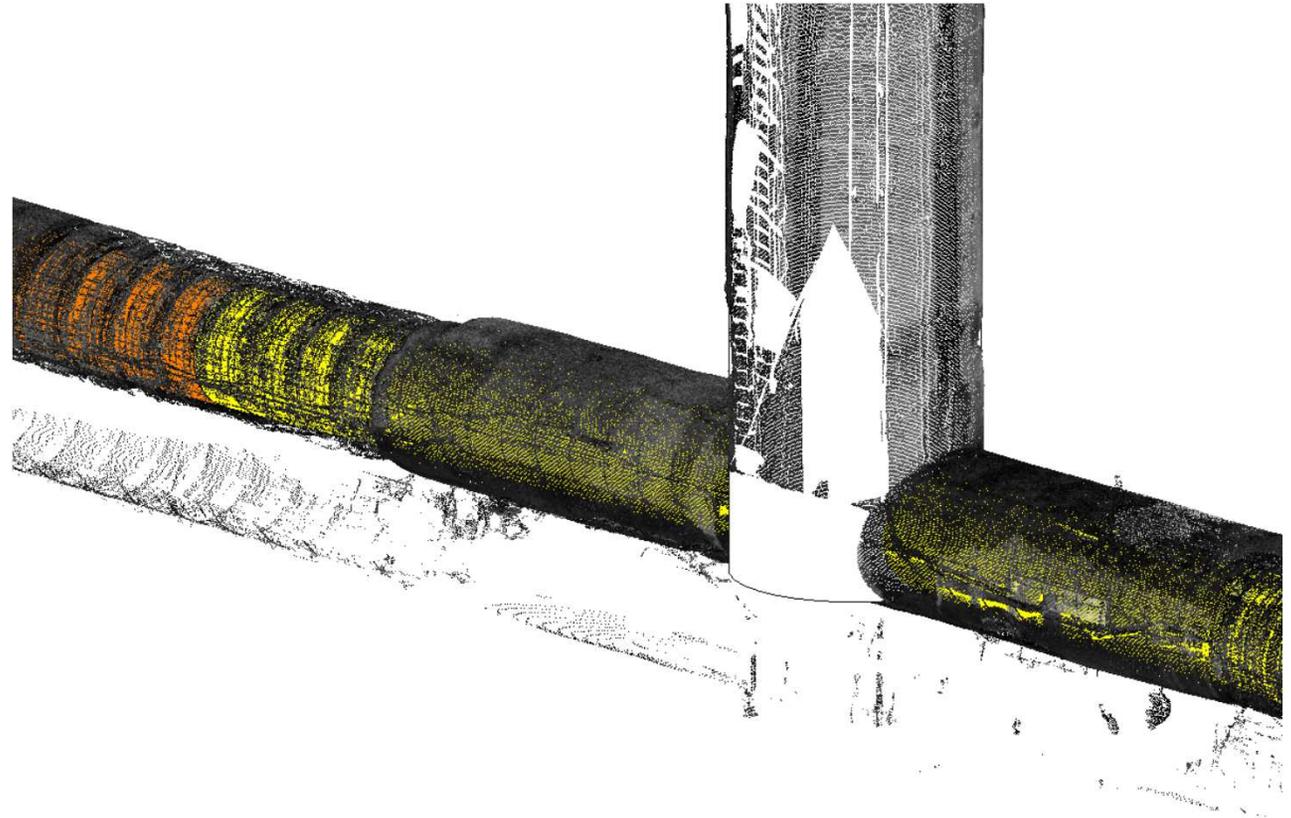
## Gallerie idrauliche dello stabilimento

### Scope of work

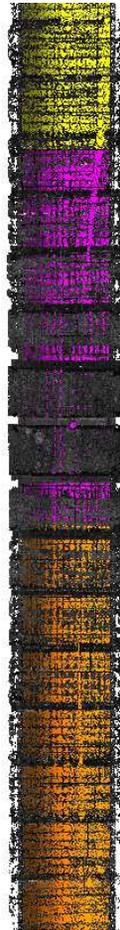
Si mostra l'implementazione del BIM per una struttura già esistente, al fine di estrapolare la geometria reale del tunnel già costruito.

Le attività svolte interessano la verifica della geometria, l'evidenziazione di criticità, non conformità, la ricostruzione di un modello as-built del tunnel del reale tracciato.

Le informazioni ricavate sono funzionali per il riscontro con il design originale piuttosto che altre attività di supporto che si presentano di seguito.



## Gallerie idrauliche dello stabilimento



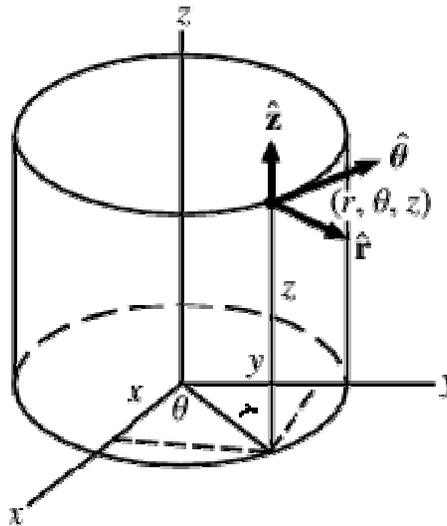
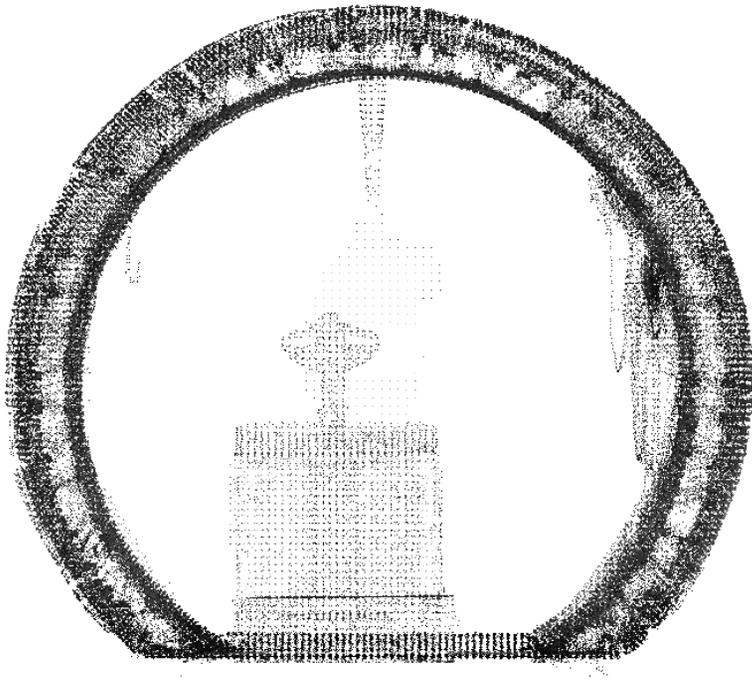
### Scope of work

La ricostruzione della geometria dei due tunnel si è resa necessaria per eseguire calcoli idraulici al fine di verificare la portata di progetto, così come per controlli dimensionali del rivestimento interno ed inoltre per il corretto posizionamento delle centine lungo lo sviluppo dell'infrastruttura.

E' stato uno strumento fondamentale anche per supportare le attività di cantiere: le dimensioni del cassero dovevano rispettare il diametro di progetto del tunnel.

## Gallerie idrauliche dello stabilimento

- Opportuna scelta della precisione del rilievo laser scan considerando l'obiettivo finale;
- Post processing del rilievo;
- Attenta analisi della point cloud, con eliminazione di eventuali elementi di disturbo;
- Creazione di elementi digitali parametrici e adattivi;
- Sviluppo del codice e dell'applicazione;
- Validazione dello stesso mediante test e output tradizionali;



```

best_fit_tunnel.py
import multiprocessing
import numpy as np
import pandas as pd
from cylinder_fitting import fit

from pyawsutils import log
from pyawsutils.multiproc import parallel_processing

def main():
    config = read_config()
    logger = init_log()

    data_source = read_all_coords(config.assa, config.individual_segments)
    headers = ["seg_no", "r_min", "r_max", "r_avg", "r_std", "z_min", "z_max", "z_avg", "z_std"]
    res = []

    rcs = []
    radius = config.filter_radius
    paths = [p for path in config.paths for p in glob.glob(path)]

    for pt_path in paths:
        logger.info(pt_path)

        cloud = read_file(pt_path).as_matrix()
        func = partial(process_segment, rcs=rcs, cloud=cloud, radius=radius)
        res.extend(itertools.chain(*parallel_processing(func, assa_source) if 1 is not None))

    if res:
        pd.DataFrame.from_records(res, columns=headers).sort_values("seg_no")
        .set_index("seg_no").to_csv(config.output, index=False)

    else:
        logger.warning("No results found")
        logger.info("Done.")

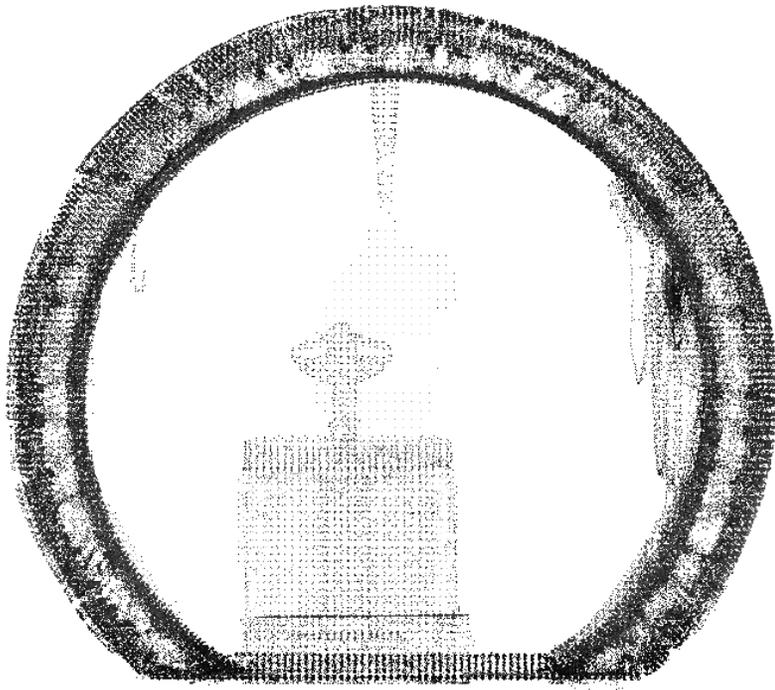
def process_segment(ids, pt1, pt2, cloud=None, radius=None):
    logger = logging.getLogger(__name__)
    filtered = points_fit_cylinder(pt1, pt2, radius, cloud)
    if not any(filtered):
        _cf_fit, _cf_fit_w_fit = fit_cylinder(filtered, pt1, pt2)
        logger.debug("fit function: no cylinder: %s coordinates: %s, w_fit: %s, cf_fit: %s_fit")
        radiuses = get_radiuses(_cf_fit, filtered_w_fit)
        logger.debug("radiuses: %s", [r for (i, Spere (i), mean (i), max (i)) in format ("radiuses")])

main()

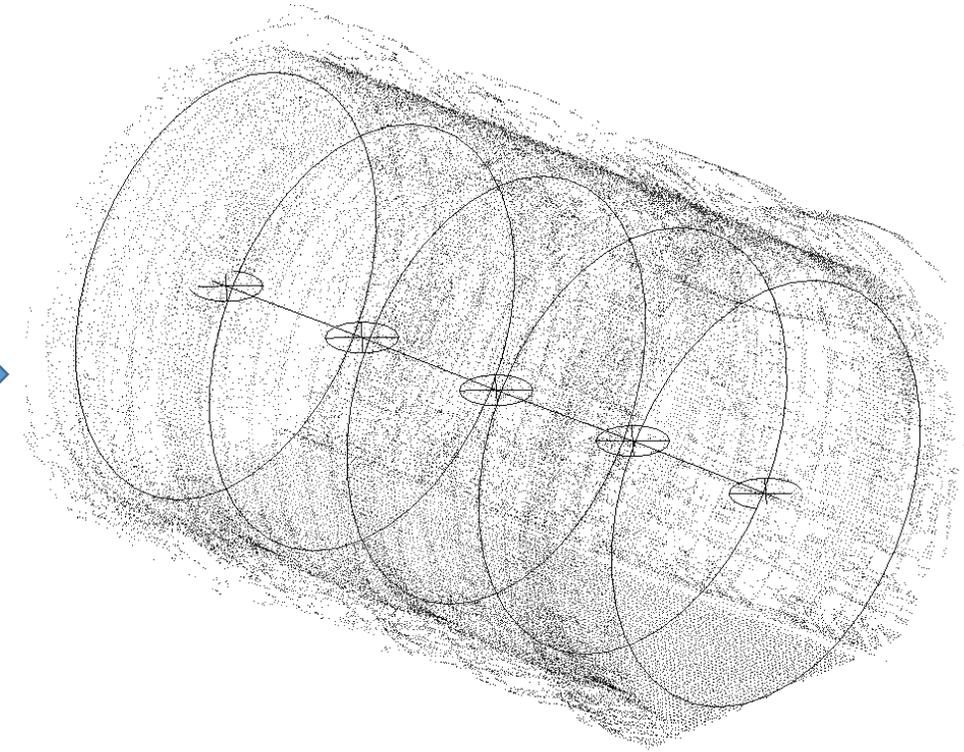
```

## Gallerie idrauliche dello stabilimento

Post processing della nuvola di punti

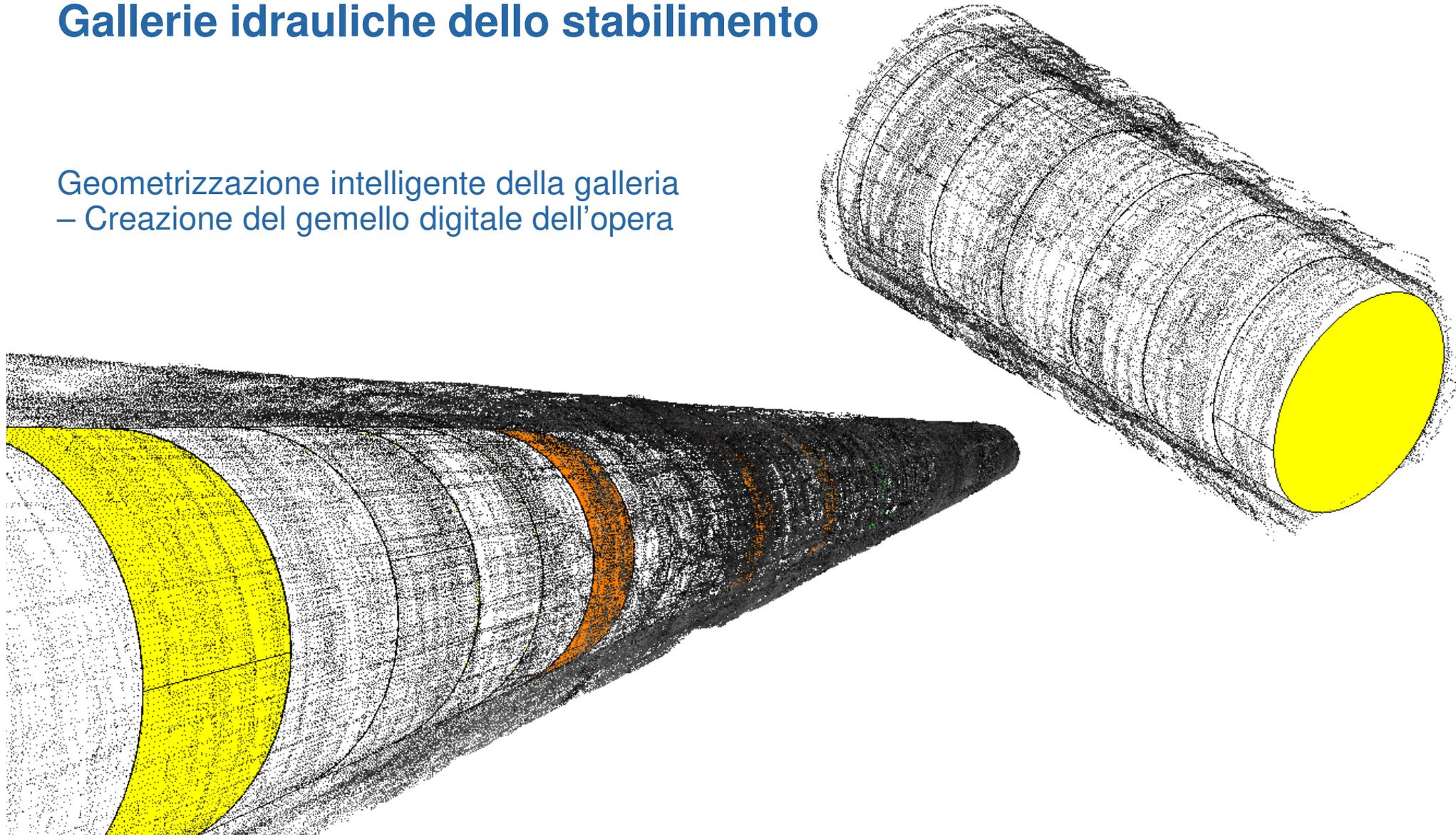


Sviluppo del codice e creazione di  
elementi digitali parametrici/adattivi



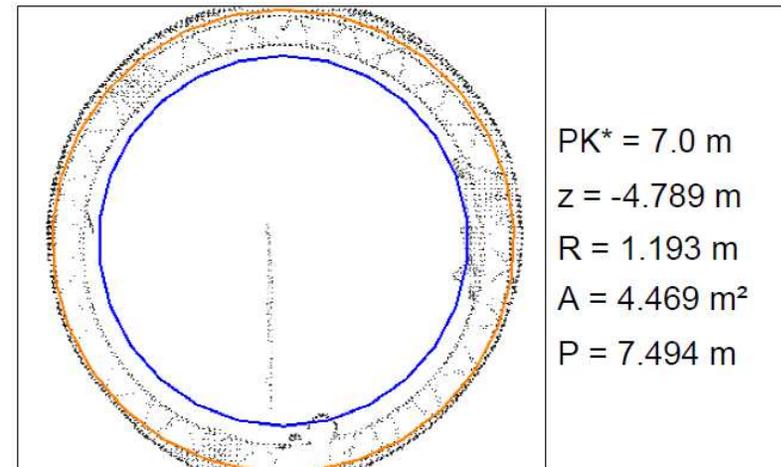
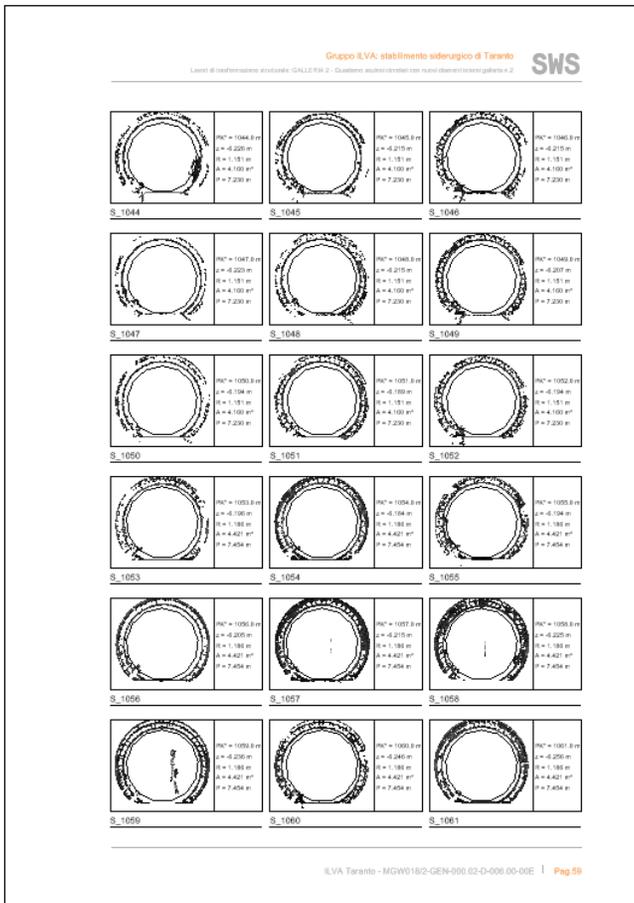
## Gallerie idrauliche dello stabilimento

Geometrizzazione intelligente della galleria  
– Creazione del gemello digitale dell'opera



## Gallerie idrauliche dello stabilimento

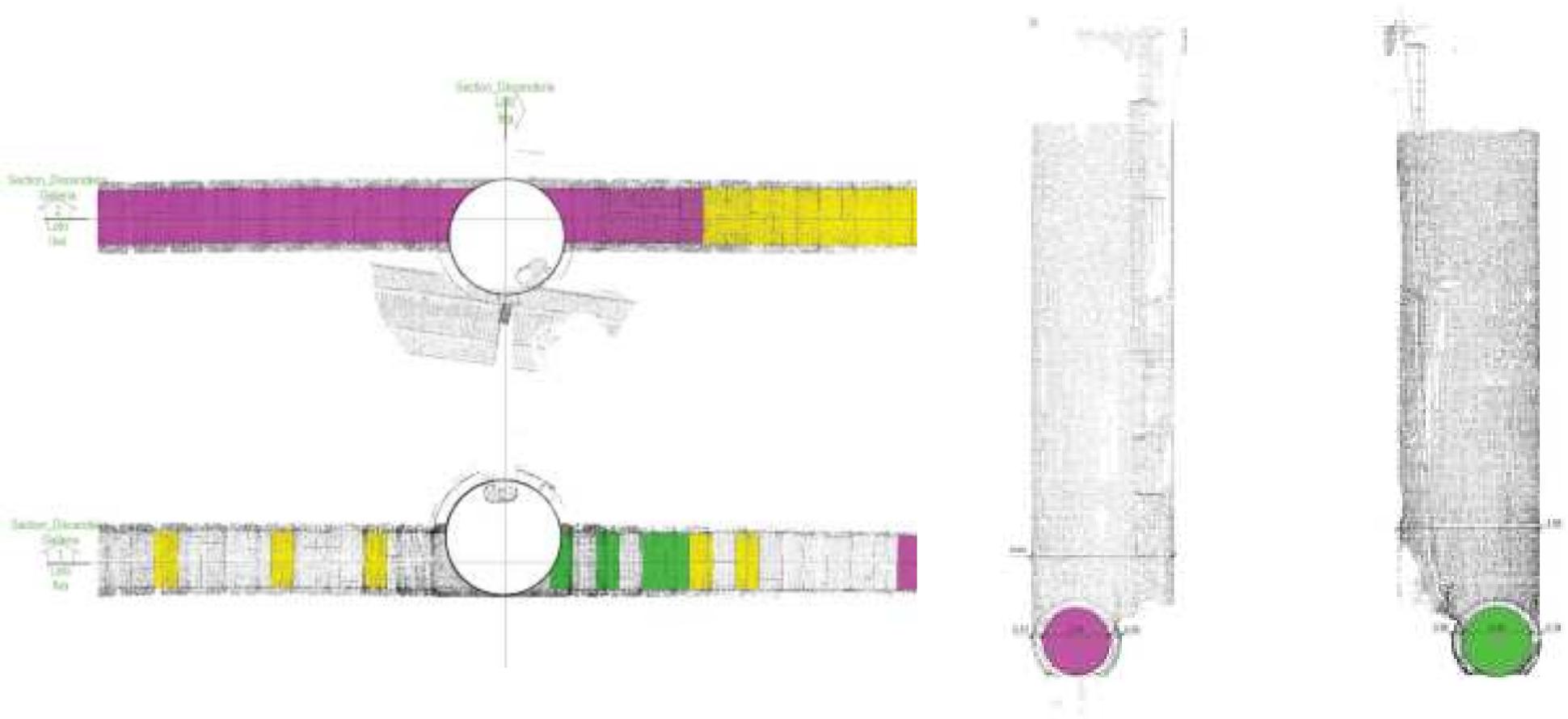
Output: book di sezioni contenenti tutte le informazioni utili al controllo di tutto il tracciato della infrastruttura sotterranea e per le attività di cantiere.



S\_0007

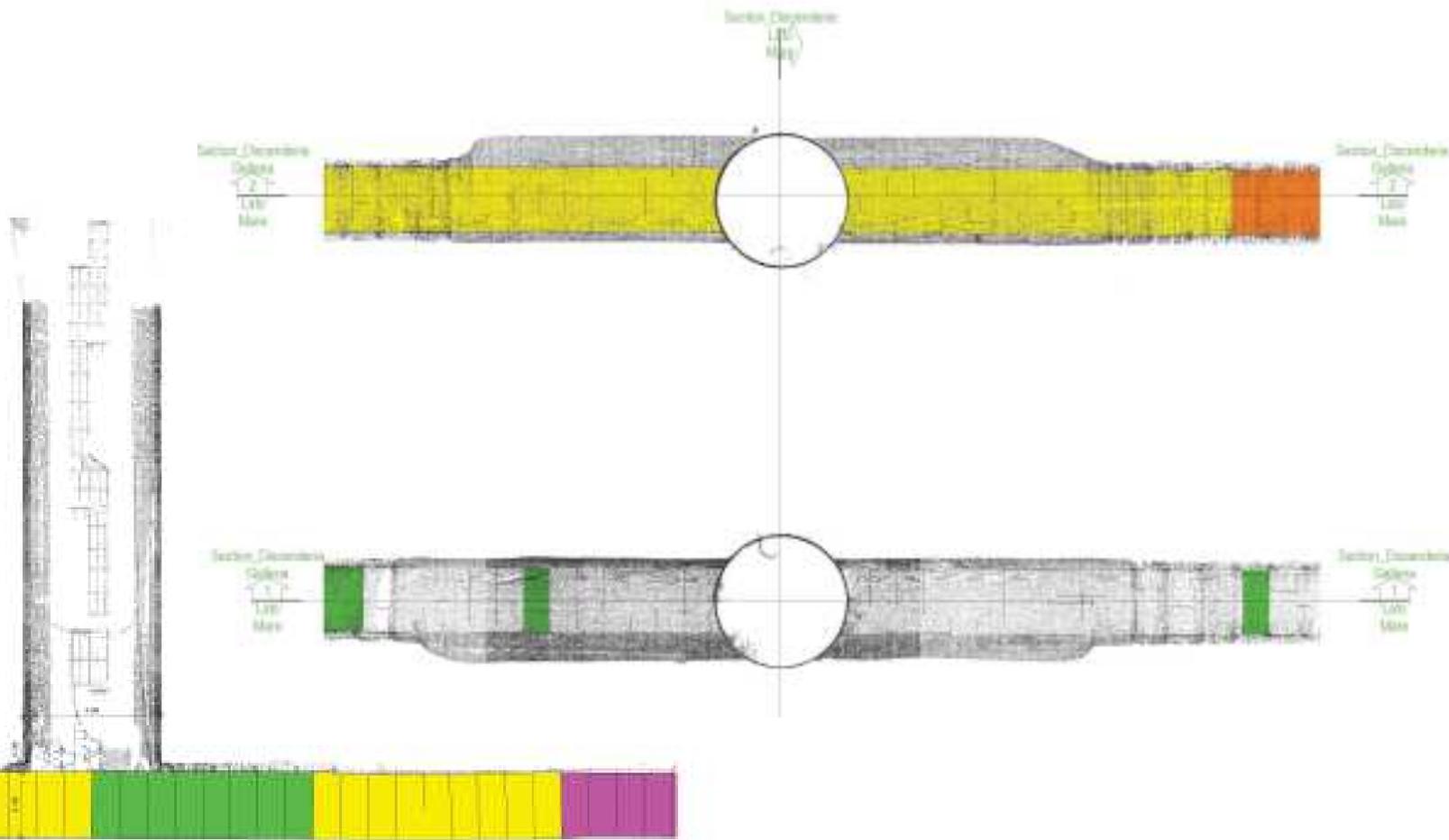
## Gallerie idrauliche dello stabilimento

Analisi di dettaglio nelle zone interessate da interventi strutturali complessi.



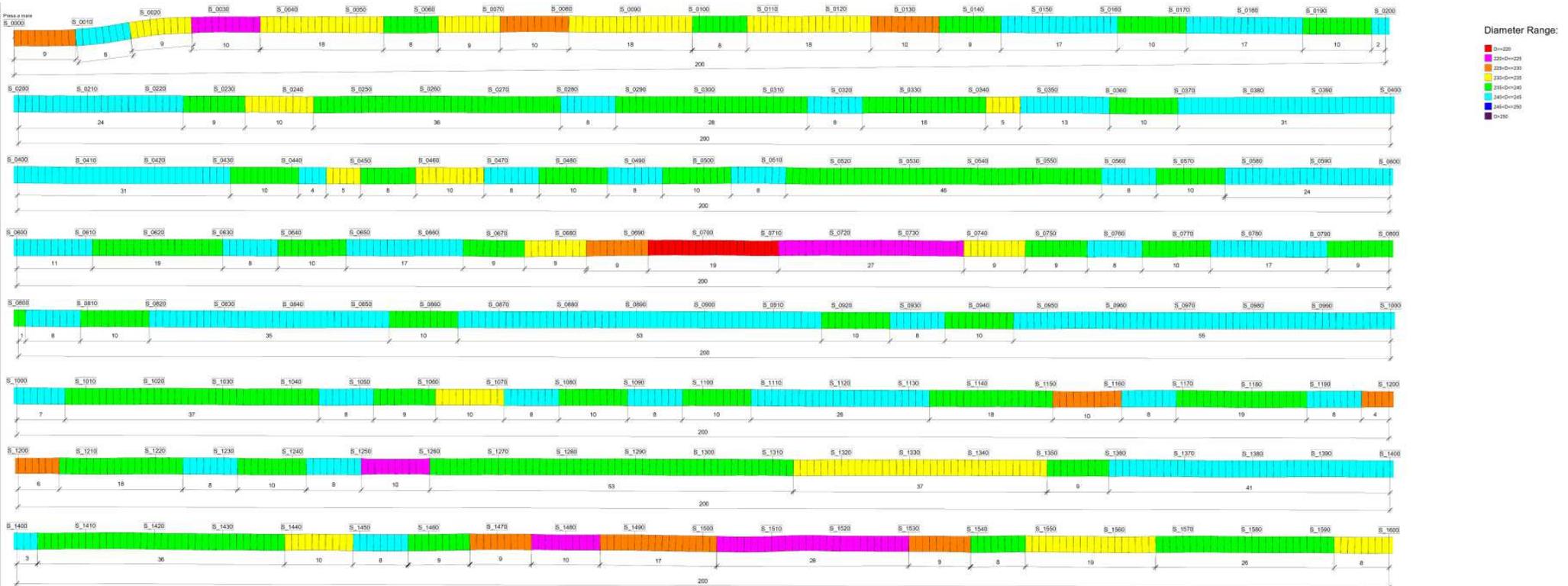
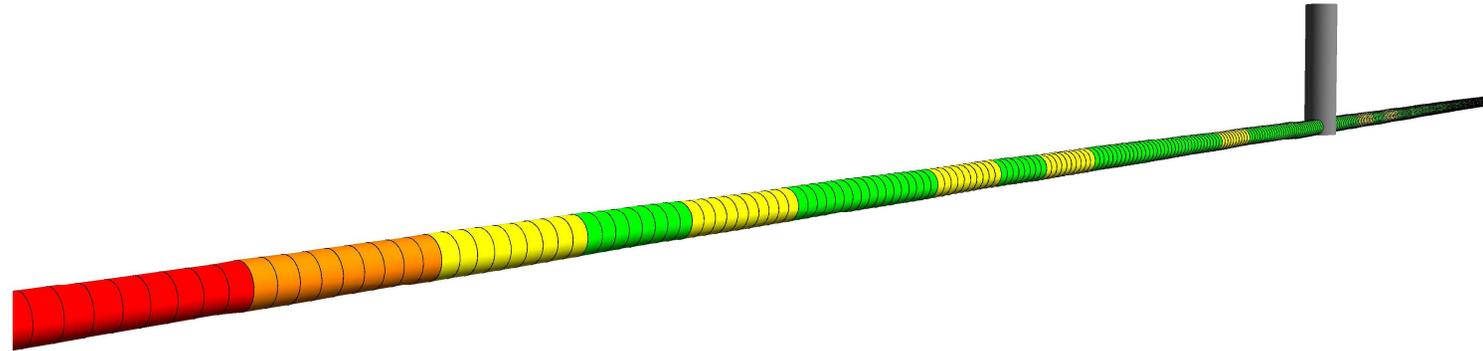
## Gallerie idrauliche dello stabilimento

Analisi di dettaglio nelle zone interessate da interventi strutturali complessi.



# Gallerie idrauliche dello stabilimento

Analisi delle zone critiche ed evidenziazione dei range dimensionali dei diametri del tunnel.



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**