

L'importanza di un'attenta pianificazione nelle grandi demolizioni.

Il caso dell'ex Teatro Comunale di Firenze

Amaro Giuseppe Gaspare - Ingegnere - Direttore Tecnico GA^e Engineering S.r.l.

Perret Salvatore - Architetto - Ufficio Coordinamento Sicurezza GA^e Engineering S.r.l.

Di Cesare Pasquale - Ingegnere - Ufficio Coordinamento Sicurezza GA^e Engineering S.r.l.

L'articolo, seppur in maniera sintetica, ha l'obiettivo di trasferire al lettore, attraverso l'analisi di un caso pratico basato sull'esperienza diretta degli scriventi, la consapevolezza di come, con i dovuti accorgimenti, anche un vasto ed impegnativo intervento di demolizione in uno spazio urbano fortemente antropizzato possa essere ben progettato, pianificato e portato a compimento nel pieno rispetto della normativa vigente, anche se poco esplicita nello specifico ambito, e nella tutela della salute e sicurezza di tutte le maestranze che nello stesso ambito devono operare.

La gestione del fine vita di una struttura e delle fasi di demolizione

Ogni struttura, manufatto o macchinario è ormai progettato per essere utilizzato per un periodo di tempo predeterminato, definito "**vita utile**", oltre il quale potrebbe diventare pericoloso sia per i fruitori che per chiunque si trovi a transitarvi nei pressi. L'evolversi del tessuto urbano e i pochi spazi edificabili a disposizione sono forti catalizzatori decisionali nel processo di recupero di aree dismesse ed edifici al limite della loro vita utile, o semplicemente non più funzionali al loro scopo originario.

È generalmente possibile estendere la vita utile del bene con interventi mirati di riqualificazione, recupero o ristrutturazione edilizia se lo stesso possiede ancora un buono stato di conservazione e/o di funzionalità; tuttavia, a volte, l'unica soluzione perseguibile, quando non sussistono particolari vincoli o gravami, sembra essere la sua parziale o totale demolizione per far spazio a nuove realizzazioni.

Attività preliminari e tecniche di demolizione

Quando si parla di demolizione, generalmente si fa riferimento all'**abbattimento, lo smantellamento, il taglio o la distruzione di un edificio o una struttura**, generalmente antropici, o allo **smontaggio di impianti industriali**, compresa la raccolta dei materiali di risulta, la loro separazione e l'eventuale riciclaggio dei componenti.

Prima dell'inizio dell'intervento di demolizione occorre procedere all'**analisi e verifica della struttura da demolire**, focalizzandosi in particolare sui seguenti parametri:

- contesto e sito in cui si colloca;
- destinazione d'uso;
- tipologia costruttiva e materiali con cui è stata realizzata;
- epoca di costruzione;
- presenza di vincoli ambientali, paesaggistici, culturali;
- limiti di emissioni;
- presenza di sovra o sottoservizi;

- presenza di recettori sensibili esterni.

La demolizione è una attività molto complessa e delicata, con processi il più delle volte tali da essere difficilmente replicabili su larga scala e che necessitano la messa in gioco di un'**approfondita conoscenza delle varie tecniche di costruzione, dei materiali e dei processi edilizi**, ciascuno dei quali ha un proprio caratteristico e specifico metodo di demolizione.

Per classificare le principali tecniche di demolizione è utile individuare alcuni parametri, la cui combinazione permette di caratterizzare l'intervento:

- a) **Estensione.** La demolizione può riguardare:
 - l'intera struttura;
 - una porzione di essa.
- b) **Approccio.** La demolizione può essere suddivisa in:
 - progressiva selettiva;
 - per collasso deliberato;
 - per rimozione di elementi.
- c) **Metodologia.** Si individuano le seguenti categorie:
 - manuale;
 - meccanica.

Altri metodi di classificazione possono ad esempio essere legati alla natura dell'intervento e all'ambiente circostante, alla tipologia di mezzo utilizzato o alle caratteristiche dei materiali che compongono la struttura.

Le demolizioni nel D.Lgs. 81/08

I principali riferimenti normativi a livello nazionale in materia di salute e sicurezza durante le attività di demolizione sono contenuti nel D.Lgs. 81/08 e s.m.i. che, nella Sezione VIII del Capo II del Titolo IV (Artt. 150-156), riporta le disposizioni inerenti al **rafforzamento delle strutture** (Art. 150), all'**ordine delle demolizioni** (Art. 151), alle **misure di sicurezza** da adottare (Art. 152), al **convogliamento del materiale di demolizione** (Art. 153), allo **sbarramento della zona di demolizione** (Art. 154) ed alla **demolizione per rovesciamento** (Art. 155).

Nei primi tre articoli si evince la volontà del legislatore di tutelare la staticità delle strutture, effettuando verifiche puntuali prima dell'inizio dell'intervento di demolizione e servendosi, a necessità, di opere di rafforzamento o puntellamento per evitare crolli intempestivi o danneggiamenti involontari. **L'obiettivo della stabilità e conservazione delle strutture deve essere perseguito mediante un'attenta pianificazione temporale dell'ordine delle fasi di demolizione riportata all'interno di un apposito documento ("Piano delle Demolizioni")** allegato al POS dell'impresa esecutrice. Gli Artt. 153 e 154 evidenziano, invece, l'importanza di una corretta organizzazione dell'area d'intervento e dell'ambiente circostante in riferimento a tutti gli accorgimenti per il convogliamento del materiale di demolizione, per evitare la dispersione di polveri e per lo sbarramento dell'area di cantiere dove sono in corso attività di demolizione o che ne possono risentire degli effetti. Gli ultimi due articoli fanno riferimento rispettivamente a una modalità di demolizione di strutture di altezza inferiore ai 5 metri, comprese le dovute accortezze per scongiurare il pericolo di crolli tempestivi, ed alle verifiche necessarie da effettuarsi su attrezzature e ponteggi.

I rischi nel comparto delle demolizioni

Quando si parla di rischi associati alle attività di demolizione si fa spesso riferimento a situazioni di collasso intempestivo di strutture o parti di esse, di ribaltamento di elementi strutturali o di incidenti ed

investimenti con mezzi d'opera, spesso generati da una assente o imprecisa pianificazione sequenziale delle operazioni o della logistica degli spazi a disposizione.

Generalmente, i principali fattori di rischio sono così sintetizzabili: caduta dall'alto, caduta di materiali dall'alto, crolli, schiacciamenti, investimenti, interferenze con sovra o sottoservizi, presenza di materiali pericolosi, polvere, rumore, vibrazioni, incendio ed esplosione. Un'ulteriore fonte di rischio è l'utilizzo improprio di macchine ed attrezzature, meccaniche o manuali, dovuto generalmente a lacune nel processo di formazione ed addestramento dei lavoratori o ad un errato recepimento delle istruzioni fornite dal produttore.

Tra tutti questi fattori, ce ne sono alcuni che, oltre ad essere una fonte di rischio per i soggetti direttamente operanti all'interno del cantiere, possono esserlo anche per chiunque si trovi a transitare o sostare nelle immediate vicinanze della struttura in demolizione. È chiaro, dunque, che **per limitare l'entità dei rischi durante un qualsiasi intervento di demolizione è necessaria una corretta pianificazione delle attività sin dalle fasi di ideazione del progetto e dello studio di fattibilità**, affiancata, in fase esecutiva, da una puntuale supervisione, una completa e coerente formazione dei lavoratori addetti alla specifica mansione e dall'utilizzo di idonei sistemi di prevenzione e dispositivi di protezione collettivi ed individuali.

L'efficacia del piano delle demolizioni

Le fasi di demolizione devono essere pianificate con la stessa (e se non maggiore) attenzione di un qualsiasi altro processo edilizio di nuova realizzazione o riqualificazione dell'esistente. La fase progettuale deve essere così approfondita da portare alla redazione di un apposito documento "*di progetto*" della demolizione, corredato da disegni esplicativi circa la sequenza delle fasi operative (bonifiche, strip-out, demolizioni, logistica, viabilità, etc.), le tecniche adottate, i monitoraggi da attuare, le strutture temporanee di sostegno, la logistica e la movimentazione di mezzi e materiali di risulta, etc.

È inutile esporsi alle aleatorietà di rischi che un documento puramente descrittivo, approssimativo e generico, non calato nella realtà della struttura su cui intervenire o sulla specificità del sito, potrebbe generare su tutti gli stakeholder dell'intervento o su soggetti terzi.

In linea di massima, un piano delle demolizioni esaustivo di una impresa esecutrice deve sempre **essere accompagnato da tavole grafiche esplicative di dettaglio** redatte a seguito dell'attenta analisi del manufatto da demolire e dovrebbe contenere almeno:

- anagrafica dell'impresa esecutrice, con indicazione di riferimenti, ruoli e responsabilità dei soggetti con mansioni inerenti alla sicurezza;
- anagrafica e recapiti del Committente, del CSE, del Progettista delle strutture di sostegno, etc.;
- ubicazione del cantiere, descrizione del sito e delle condizioni al contorno;
- esiti delle indagini preliminari sull'eventuale presenza di materiali pericolosi e/o inquinanti (ad es. mca, fav, etc.);
- indagine e verifiche sulla stabilità delle strutture, comprese quelle al contorno;
- individuazione vincoli normativi, culturali, paesaggistici, demaniali;
- descrizione approfondita e di dettaglio della struttura e dell'area circostante, comprendente:
 - o analisi del contesto;
 - o studio dell'immobile, delle sue pertinenze, dei suoi collegamenti;
 - o analisi delle strutture adiacenti o limitrofe;
 - o verifica e mappatura degli impianti;
 - o studio preliminare del tipo di demolizione da effettuare;
- rilievo di dettaglio dell'esistente;
- pianificazione sequenziale delle operazioni;
- elenco delle attrezzature, macchine ed opere provvisorie da impiegare;

- modalità di allontanamento dei materiali di risulta;
- piano di dettaglio per la gestione delle emergenze;
- misure generali di tutela;
- valutazione dei rischi e individuazione di apposite misure di prevenzione e protezione collettiva ed individuale finalizzate a ridurre i rischi legati all'attività di demolizione;
- progetto, corredato da tavole grafiche di dettaglio, delle opere provvisorie di sostegno da realizzare o di protezione delle parti o elementi strutturali da preservare;
- individuazione di apposite misure di protezione ambientale per la gestione dei rifiuti e di abbattimento delle polveri;
- apposite procedure di informazione e comunicazione anche verso i soggetti esterni al cantiere.

Cenni su un caso studio: le fasi di demolizione dell'ex Teatro Comunale di Firenze

Il Teatro Comunale di Firenze si trovava in Corso Italia, ai margini del nucleo storico della Città, nei pressi della Porta al Prato e del Parco delle Cascine, ed era il secondo teatro della città per capienza, dopo il Teatro del Maggio Musicale Fiorentino, di epoca più recente. Nel complesso occupava circa mezzo isolato a pianta quadrangolare, prospettando a sud-ovest su Corso Italia, a nord-est su via Solferino e a nord-ovest su via Magenta. Faceva parte del complesso anche un "Ridotto" chiamato "Piccolo Teatro".

Il lotto d'intervento in esame, con una consistenza di circa 18.000 m² lordi disposti su 4 livelli fuori terra e 1 interrato, compreso un vano tecnico sottotetto, era delimitato su tre lati dalla pubblica viabilità, mentre sul lato est confinava con altre proprietà, attive durante tutto lo svolgimento del cantiere.



Figura 1 - Localizzazione dell'area d'intervento

All'interno della zona di intervento sono state individuate, in accordo con gli obiettivi progettuali, due macroaree di interesse, ovvero quella degli edifici in demolizione e quella dei fabbricati in ristrutturazione. Gli edifici oggetto di demolizione erano costituiti dalla "torre scenica", dal corpo strutturale del Teatro e del foyer, dal "Ridotto" e da tutti quei fabbricati riconosciuti come incongrui rispetto al tessuto storico originario. Sono stati invece mantenuti gli edifici del tessuto storico, ovvero i due fabbricati adibiti ad uffici con affaccio su via Solferino, il fabbricato caldaie interno al lotto e le vicine ciminiere, oltre al corpo strutturale ottocentesco e la facciata su Corso Italia, dichiarata dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo d'interesse culturale ai sensi dell'Art. 10 c.1 del D.Lgs. 42/2004.



Figura 2 - Scorcio della facciata vincolata su Corso Italia

Le indagini preliminari, lo strip-out e la bonifica da mca e fav

Il percorso di conoscenza del complesso immobiliare ha rappresentato il punto di partenza per un efficace progetto degli interventi strutturali e di una corretta valutazione della sicurezza dei fabbricati esistenti.

Per la piena conoscenza degli immobili sono stati eseguiti **rilievi geometrici e digitali del complesso**, accompagnati da una **estesa campagna di indagini strutturali non distruttive**, costituita da:

- **saggio sulle murature**, per valutare la dimensione dei blocchi costituenti il pannello, la tessitura, l'orizzontalità dei giunti di malta, la presenza di elementi riconducibili a diatoni;
- **carotaggi** sullo spessore murario, finalizzati alla caratterizzazione della morfologia della muratura stessa;
- **saggio a pavimento per fondazione**, per indagare la consistenza e la tipologia di fondazione, l'ampiezza della base della fondazione, l'entità dell'allargamento della stessa, oltre a consentire il riconoscimento della tipologia del terreno di posa della struttura;
- **saggio a pavimento su solaio**, per ricostruire la stratigrafia del sistema di orizzontamento nelle sue componenti strutturali e non;
- **saggio a soffitto**, per la misurazione delle dimensioni significative degli elementi portanti dell'orditura principale e secondaria, l'identificazione degli elementi interposti (laterizi pieni o forati, tavolato ligneo o altro), la misurazione dello spessore dell'eventuale soletta (armata e non) e l'identificazione degli elementi di isolamento e/o impermeabilizzazione e del manto di copertura.

Una parallela estesa campagna di indagine visiva preliminare sullo stato dell'esistente ha evidenziato la necessità, in fase esecutiva, di attuare un'invasiva campagna di bonifiche mediante rimozione di Manufatti Contendenti Amianto (MCA) e Fibre Artificiali Vetrose (FAV), oltre che l'ablazione di Serbatoi Interrati (UST).

Al di là delle rimozioni delle finiture e degli arredi (scenici e non), le attività hanno però richiesto che prima fossero messe in atto una serie di interventi propedeutici alla bonifica:

- verifiche preliminari;
- indagine ambientale di tipo invasivo su materiali contenenti amianto;
- strip-out impianti elettrici e meccanici non oggetto di bonifica amianto;

- strip-out elementi architettonici non oggetti di bonifica ambientale;
- interventi di messa in sicurezza.

È opportuno segnalare che parte delle attività di strip-out indicate sono state propedeutiche e necessarie alle attività di bonifica e che, quindi, lo strip-out totale del complesso è stato eseguito in 2 fasi principali:

- strip-out propedeutici e necessari a poter procedere alla bonifica;
- strip-out successivi alle opere di bonifica e da esse indipendenti.

A titolo d'esempio, sono stati oggetto di strip-out preliminare al confinamento i seguenti materiali:

- elementi degli impianti meccanici, termici ed elettrici in corrispondenza delle aree confinate;
- elementi di rivestimento difficili da proteggere e/o decontaminare inclusi nelle aree di bonifica;
- manufatti edilizi la cui demolizione avrebbe permesso un'organizzazione più congrua delle aree confinate.

Lo strip-out preliminare, una volta completati i confinamenti, è stato poi integrato nella fase di strip-out preliminare di bonifica, durante la quale sono stati rimossi i medesimi elementi di cui ai punti precedenti, o altri analoghi, posizionati in aderenza e/o prossimità dei materiali pericolosi, e che, pertanto, potevano essere rimossi solo dopo l'inizio del regime di bonifica.

Si è proceduto, dunque, allo smantellamento di tutte le apparecchiature e di tutti i sottosistemi a servizio delle stesse presenti e di proprietà (ad esclusione di quelle di competenza degli Enti Fornitori). Sono state rimosse le macchine ascensori, i montacarichi, i sistemi di tiro a servizio del Teatro, i sistemi di sollevamento scenico, la cabina di trasformazione MT/BT e i gruppi elettrogeni.

Al termine della bonifica è stata eseguita la rimozione totale delle matrici non oggetto di strip out preliminare e di tutti gli elementi non portanti residuali.

L'attività di pianificazione e coordinamento e il ruolo attivo del CSE

Preliminarmente alla definizione delle modalità di demolizione, sono stati sviluppati una serie di studi progettuali atti a verificare ed accertare quale fosse la fasizzazione, la metodologia e la tecnologia più efficace e sicura per lo svolgimento delle attività.

Tali studi, approfonditi con il team di progetto, hanno portato a identificare la sequenzialità delle operazioni ed una prima proposta di intervento da sottoporre all'impresa affidataria per l'elaborazione di un proprio piano specifico e di dettaglio dell'intervento di demolizione.

Pertanto, ed al fine di assicurare l'ottimale conclusione di tutto il processo di demolizione, ogni singola fase è stata analizzata approfonditamente e quindi monitorata successivamente sul campo. Al termine di tutte le valutazioni svolte è stato predisposto il Piano di Sicurezza e Coordinamento, che, assieme al Progetto Strutturale delle demolizioni redatto dal team di progetto, ha costituito una prima guida per l'operatività in campo dell'impresa affidataria e per la redazione di un proprio piano delle demolizioni.

L'attività di coordinamento è stata caratterizzata da una serie di incontri propedeutici svolti tra il CSE, il suo team e l'impresa affidataria. Tali incontri dedicati hanno condotto l'impresa alla redazione di una serie di procedure di dettaglio del piano delle demolizioni, scorporando il documento iniziale di progetto in tante sub-fasi, ognuna governata, in maniera indipendente ma reciprocamente interconnessa con la successiva, da un dettagliato piano delle demolizioni del singolo elemento.

La ricerca delle più idonee ed opportune misure di sicurezza, mezzi d'opera e misure di contenimento d'inquinanti aerodispersi è stata perseguita in concerto con l'impresa affidataria, nel pieno spirito della sicurezza partecipata. Infatti, nel contesto di questo approccio, anche la fase di demolizione di un elemento secondario ed accessorio ha potuto seguire un processo partecipativo che, nel rispetto dei ruoli e delle responsabilità reciproche, ha portato alla valutazione operativa della scelta del sistema e della metodologia di demolizione.

Le modalità di gestione operativa del cantiere, della logistica e delle misure di sicurezza e coordinamento

sono state approfondite, ricercate e trascritte attraverso procedure di dettaglio che hanno riguardato ogni fase di lavoro ed ogni elemento da demolire.

Al termine della fase di pianificazione e autorizzazione all'esecuzione dell'attività è emersa chiaramente la necessità di rendicontare e monitorare la sicurezza in tempo reale, con particolare riguardo alle fasi operative, le principali azioni da compiere in termini di tutela della salute e sicurezza degli addetti per ciascuna fase e le conseguenti tempistiche di intervento. Tale attività sul campo, oltre che per garantire la piena tutela della salute e sicurezza dei lavoratori impiegati in cantiere, è stata utile a garantire il rispetto dei tempi previsti per lo svolgimento di ciascuna fase e sub-fase, senza sospensioni o tempi morti per la pianificazione delle attività in fase operativa, per coordinare tutti gli stakeholders dell'intervento e per segnalare e risolvere eventuali criticità.

Durante lo svolgimento di una singola sub-fase di demolizione si è previsto che non fosse in svolgimento nessun'altra attività in cantiere, per azzerare qualsiasi rischio da interferenza tra diverse attività.

Inoltre, per aggiornare in tempo reale tutti gli stakeholders dell'intervento tenendoli informati sulle attività in essere, gli inter autorizzativi, le verifiche documentali e le attività ispettive sul campo, sono state adoperate alcune delle tecnologie di comunicazione, già ampiamente adoperate all'interno dei cantieri degli scriventi, atte a garantire, mediante tecnologia cloud, di accedere da ovunque, utilizzare, modificare e scambiare dati immagazzinati in server remoti. Difatti, Ga^e Engineering, a partire dall'esperienza dell'attività di coordinamento della sicurezza svolta nel cantiere della Torre Regione Piemonte, ha adottato un processo informatizzato per il coordinamento del team che gestisce e coordina la sicurezza nei cantieri, applicandola anche al caso studio. La piattaforma informatica ha garantito la tracciabilità, la trasparenza, l'unicità della documentazione e dei dati elaborati e caricati, la tempestiva trasmissione delle informazioni fra i vari attori del servizio e per competenza ai diversi soggetti interessati (Committente, Datori di Lavoro, Impresa, Enti Esterni). La piattaforma è stata dedicata specificatamente ai processi del cantiere e consentiva l'accesso ad utenti differenziati per tipologia di utilizzo.

Per un approfondimento sul tema di rimanda agli articoli *“Con digitalizzazione e innovazione cantieri sempre più smart nella gestione della sicurezza”* dell'Ing. Giuseppe Amaro pubblicato su Ingenio e disponibile al seguente indirizzo web: <https://www.ingenio-web.it/22411-con-digitalizzazione-e-innovazione-cantieri-sempre-piu-smart-nella-gestione-della-sicurezza> e *“Le soluzioni più innovative a disposizione delle figure con responsabilità nella gestione della sicurezza in cantiere”* dell'Ing. Giuseppe Amaro pubblicato su Ingenio e disponibile al seguente indirizzo web: <https://www.ingenio-web.it/31898-guida-alle-soluzioni-piu-innovative-per-la-gestione-della-sicurezza-in-cantiere>

Il progetto e la pianificazione delle demolizioni

Nell'elaborazione del progetto delle demolizioni, il professionista incaricato ha identificato, mediante la stesura di un rilievo materico basato sui risultati della campagna diagnostica e del modello restituito con laser scanner, le tipologie degli elementi portanti verticali, dei sistemi di orizzontamento e delle coperture. Sono state inoltre portate avanti più indagini storiche in parallelo, consultando anche le fonti archivistiche del Maggio Musicale Fiorentino, con particolare attenzione agli elaborati grafici di alcuni progetti di sistemazione delle coperture del Teatro Comunale, del *“Ridotto”* e di alcuni locali accessori, oltre alla documentazione fotografica sull'originaria edificazione e alla ricostruzione post-bellica del complesso.

Per quanto concerne gli aspetti geologici e sismici del sito, sono state eseguite prove specifiche al fine di ottenere la caratterizzazione del volume significativo del terreno secondo le vigenti normative.

Si riporta di seguito una cronistoria di massima, con la sequenza delle fasi di demolizione del complesso.

Fase 0

Prima dell'inizio delle operazioni di demolizione sui fabbricati dell'ex Teatro Comunale si è proceduto allo smontaggio e rimozione delle strutture, in parte su suolo pubblico, che costituivano il magazzino in

adiacenza alla torre scenica, con sviluppo longitudinale parallelo all'asse stradale di Via Solferino. È stata inoltre disancorata, tagliata e smontata in conci la scala metallica esterna presente lungo Via Magenta e sono stati rimossi gli elementi non strutturali mobili quali infissi, mobilio, elementi di supporto per impianti, etc. residuali dallo strip-out fatto prima della bonifica da mca e fav delle aree.

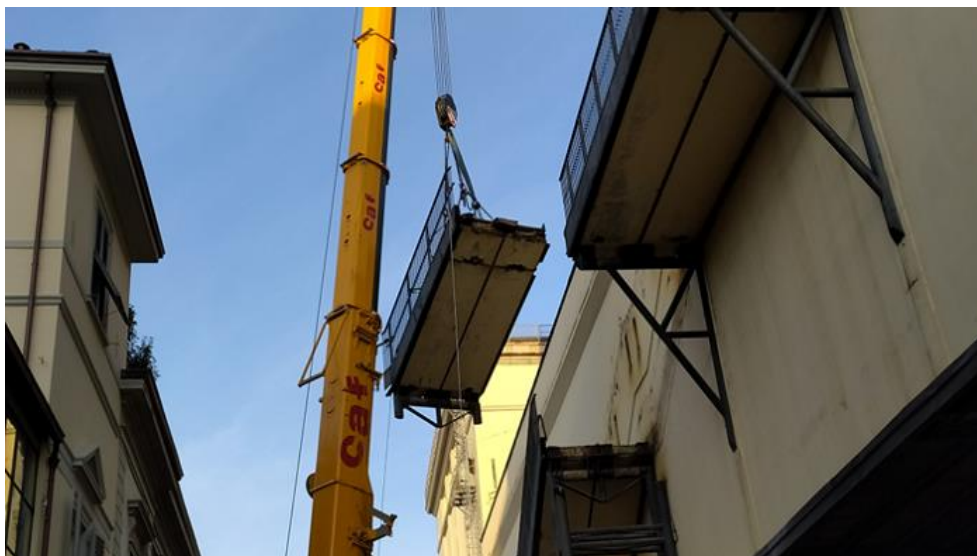


Figura 3 - Lo smontaggio della scala esterna su via Magenta

Fase 1

La Fase 1 era così schematizzata:

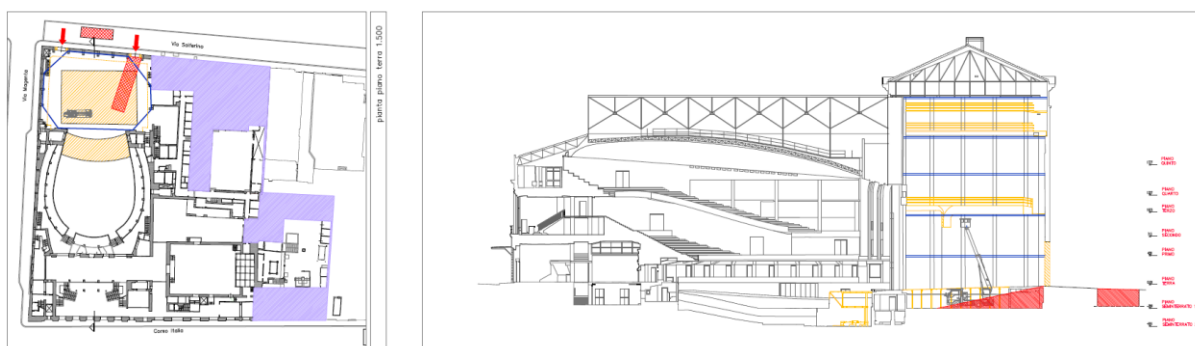


Figura 4 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 1

L'accesso al cantiere era previsto in corrispondenza del lato della torre scenica su Via Solferino, per cui si è resa necessaria la demolizione di porzioni di muratura in corrispondenza delle aperture già esistenti ai lati della stessa, ottenendo così due varchi con ampiezza pari all'interasse netto tra due pilastri consecutivi per consentire il passaggio dei mezzi di cantiere e degli eventuali mezzi di soccorso.

Il CSE, in fase esecutiva, si è fatto promotore di mirate riunioni di coordinamento tra l'impresa ed il team di progetto aventi lo scopo di pianificare con estrema cura l'attività, le profondità di taglio delle murature e le metodologie di lavoro da adottare.

In questa fase si è provveduto allo smontaggio dei solai in struttura metallica leggera del pozzo dell'orchestra e del palcoscenico, che separavano il primo livello interrato dal piano terreno.

Successivamente è stata realizzata una rampa mediante vagliatura e compattazione di materiale di risulta, per consentire il transito dei mezzi dal livello strada al primo piano interrato.

È stata installata una struttura metallica di contrasto per garantire il collegamento reciproco degli elementi portanti della torre scenica, per poi procedere allo smontaggio dei camminamenti metallici perimetrali metallici in quota.

Sono state redatte apposite procedure operative di dettaglio corredate da tavole grafiche per l'esemplificazione e la rappresentazione delle fasi di lavoro mediante le quali sono state formate, informate ed addestrate le maestranze sul campo.



Figura 5 - Taglio degli elementi metallici in quota costituenti i camminamenti della torre scenica

Fase 2

La Fase 2 era così schematizzata:

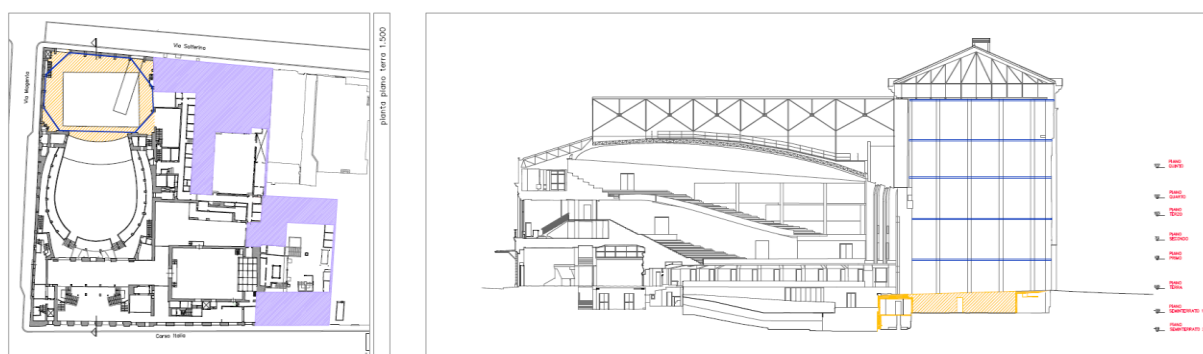


Figura 6 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 2

Il passo successivo è stato lo smontaggio del solaio del piano terreno della torre scenica con l'uso di macchinario demolitore e successivo smontaggio manuale degli elementi che lo costituiscono, per liberare l'area in vista della successiva riorganizzazione degli spazi del cantiere per il transito dei mezzi verso l'interno del lotto. I materiali di risulta sono stati raccolti, separati e destinati al recupero selettivo, dopodiché prontamente allontanati dalle aree di cantiere per ottimizzare gli spazi di manovra a disposizione.



Figura 7 - Smontaggio dei solai del palcoscenico e della torre scenica

Fase 3

La Fase 3 era così schematizzata:

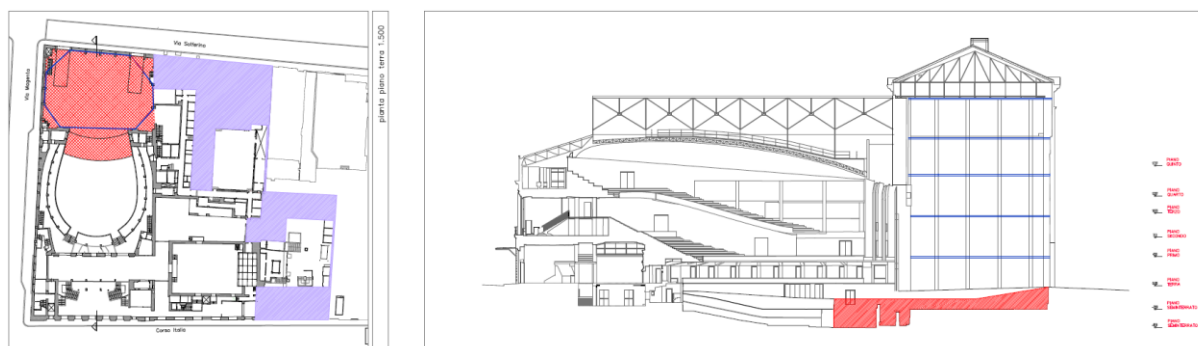


Figura 8 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 3

Si è dunque proceduto al riempimento del pozzo scenico e del pozzo dell'orchestra con materiale di risulta compattato, fino ad una quota intermedia tra il livello interrato ed il livello del piano terra.

Il dislivello tra il piano strada di accesso al cantiere e la quota del nuovo piano carrabile interno è stato superato con la realizzazione di rampe che si sviluppavano dai varchi di accesso su Via Solferino verso l'interno della torre scenica. Per la realizzazione delle rampe sono stati utilizzati prevalentemente materiali di risulta derivanti dalla demolizione delle murature dei locali di servizio adiacenti o dallo strip-out eseguito nelle fasi precedenti di cantiere. Le rampe, compattate, erano utilizzate dai mezzi d'opera per accedere alla platea e alla torre scenica superando i dislivelli creatisi al seguito della demolizione della pavimentazione sovrelevata.

Prima dell'inizio della fase specifica sono state svolte dal CSE mirate riunioni di coordinamento con i preposti delle imprese esecutrici, allo scopo di coinvolgere imprese e maestranze nella definizione di nuovi percorsi di transito, pedonali e per i mezzi d'opera, all'interno delle aree di cantiere, che più si confaccessero alle necessità di ciascuno.

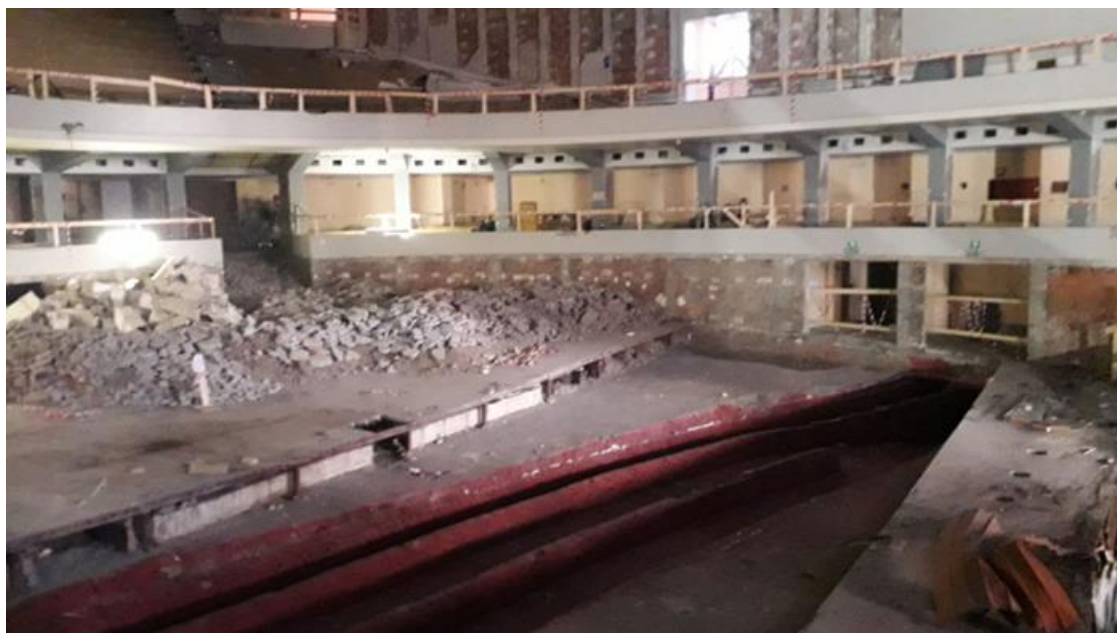


Figura 9 - Riempimenti e creazione di rampe con materiali di risulta compattati

Fase 4

La Fase 4 era così schematizzata:

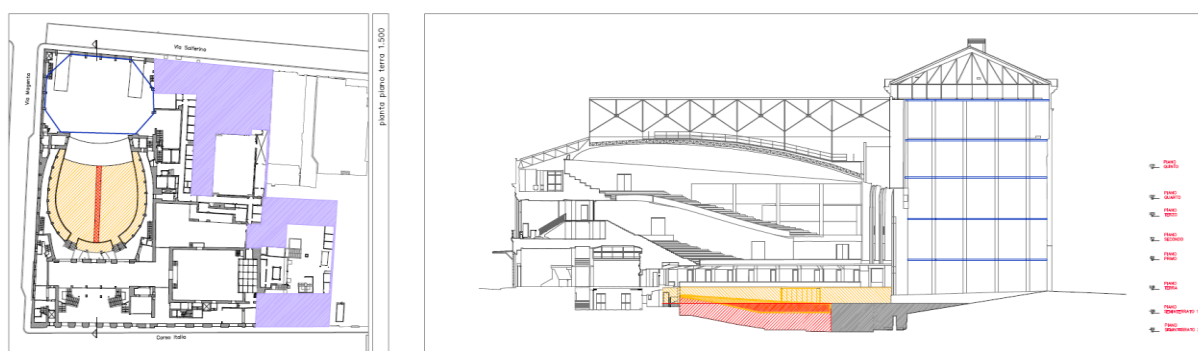


Figura 10 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 4

Le lavorazioni sono proseguite con la demolizione meccanica del solaio in latero-cemento della platea e dell'anello interno della muratura nella sala del Teatro. Sono stati adoperati 2 escavatori muniti di pinza frantumatrice. Le polveri venivano costantemente abbattute mediante l'utilizzo di un cannon fog, mantenuto sempre in funzione per tutto lo svolgimento della lavorazione.

Il contenimento degli inquinanti e delle polveri aerodisperse è stata una prerogativa di tutto il progetto. I livelli di concentrazione nell'aria sono stati costantemente monitorati durante tutto lo svolgimento del cantiere, sia al suo interno che verso l'esterno.

È stata dunque uniformata, con riempimento in detriti, la quota del piano di lavoro definito nella fase 2, tra il piano terreno e l'interrato, nella zona in cui sono state eseguite le demolizioni.



Figura 11 - Demolizione meccanica della platea e del primo anello del Teatro

Fase 5

La Fase 5 era così schematizzata:

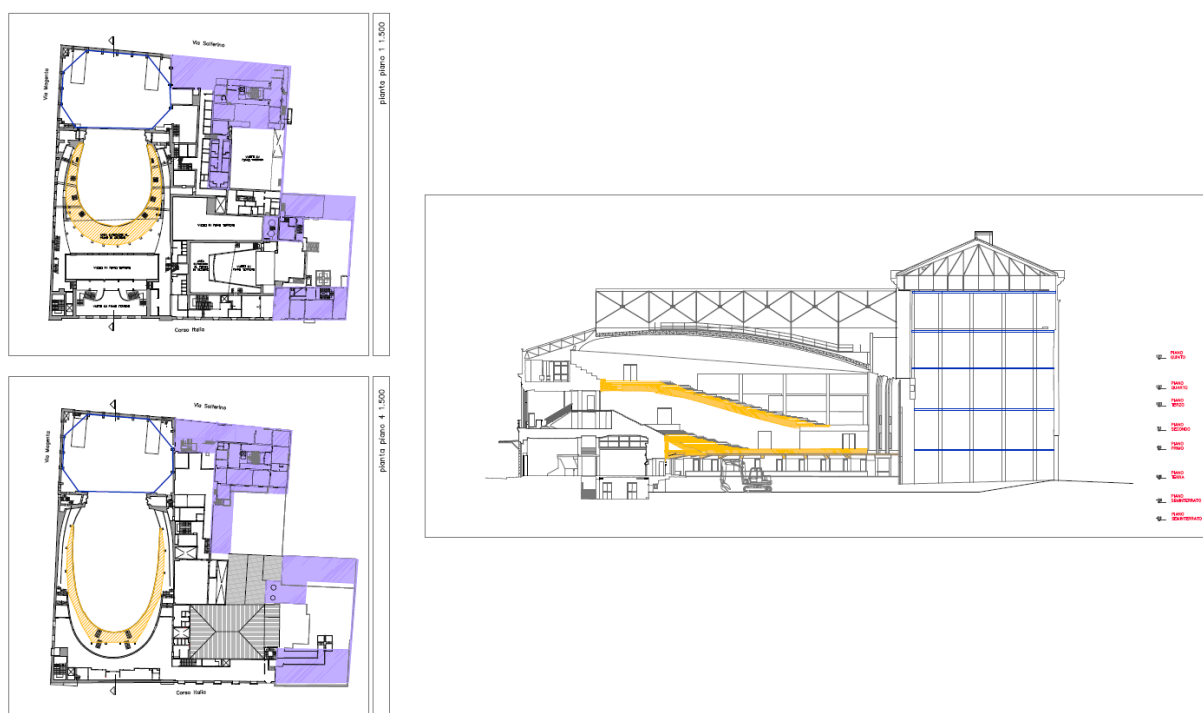


Figura 12 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 5

Operando con il frantumatore mobile a pinza in posizione prossima all'area di interesse, sono stati demoliti il solaio a sbalzo della prima galleria e della seconda galleria, fino al completamento delle operazioni sull'intera estensione dell'anello più interno e fino al filo strutturale dei pilastri esistenti. I materiali di risulta erano costantemente e ciclicamente raccolti con pala gommata e allontanati dal cantiere.

Per tutto lo svolgimento delle attività sono stati mantenuti attivi ed adoperati 2 sistemi complementari di abbattimento delle polveri, alimentati separatamente per evitare, in caso di guasto alla linea, l'interruzione dell'intero sistema di contenimento.



Figura 13 - Demolizione delle gallerie del Teatro

Fase 6

La Fase 6 era così schematizzata:

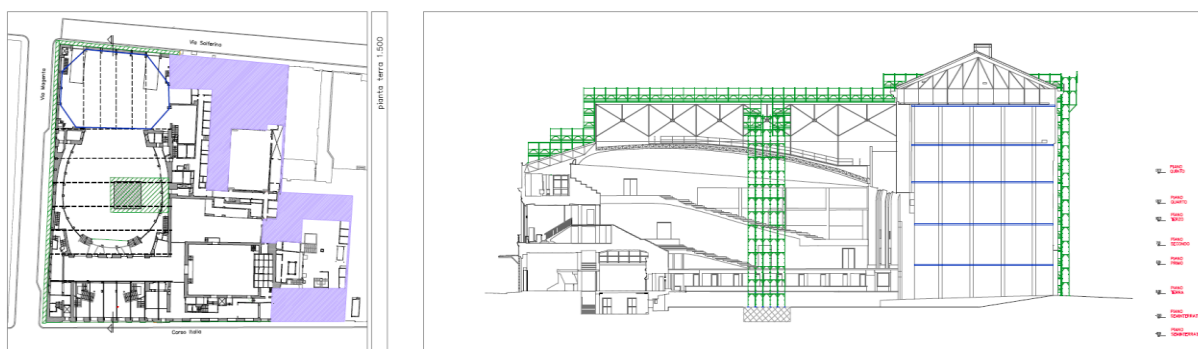


Figura 14 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 6

Sui prospetti esterni prospicienti Via Magenta e Via Solferino è stato montato un ponteggio provvisorio per l'intera altezza dei fabbricati, con la messa in opera di idonea pannellatura verticale di protezione con funzione di separazione e protezione del cantiere dall'esterno e per evitare la proiezione di detriti.

Differentemente da quanto ipotizzato in sede di progetto, non è stato più installato il ponteggio all'interno del Teatro, suggerendo l'impresa una più ottimale procedura di lavoro funzionale al contenimento di tempi e costi e con analogo grado di sicurezza rispetto alla soluzione precedentemente ipotizzata.

I ponteggi sono stati installati per fasi, avanzando in parallelo al prosieguo delle attività di demolizione interne. L'impresa ha redatto appositi PiMUS e progetti di dettaglio dei ponti in realizzazione.



Figura 15 - Installazione del ponteggio su via Magenta

Fase 7

La Fase 7 era così schematizzata:

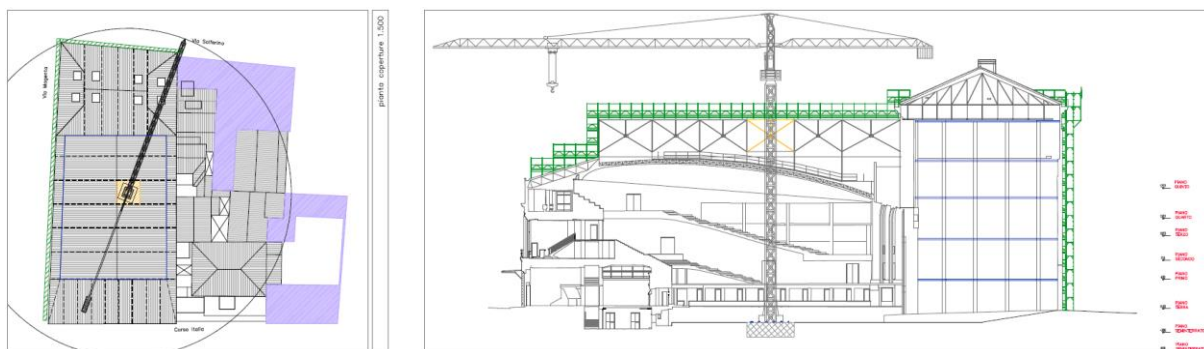


Figura 16 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 7

A questo punto era prevista, nei pressi del colmo, la rimozione di una porzione di copertura del Teatro di circa 50 m² per il montaggio di una gru a torre. L'impresa ha presentato una proposta di migioria al progetto iniziale, accolta positivamente, che ha portato al montaggio della gru a torre, anziché all'interno del Teatro, su via Magenta, su un plinto precedentemente realizzato in adiacenza al ponteggio. Sono stati necessari 2 giorni per il completo montaggio e messa in esercizio della gru a torre.



Figura 17 - Montaggio della gru a Torre su via Magenta

Fase 8

La Fase 8 era così schematizzata:

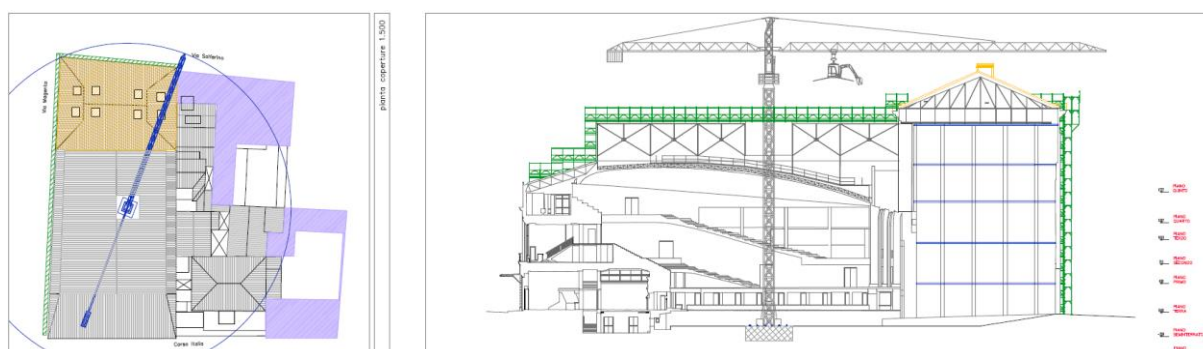


Figura 18 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 8

Utilizzando un mezzo meccanico comandato a distanza e sostenuto dalla gru a torre sono stati smantellati il manto di copertura e la sottostruttura di ancoraggio della torre scenica. Durante lo svolgimento della fase lavorativa era stato completamente interdetto l'accesso alla torre scenica e lo svolgimento di qualsiasi altra lavorazione sia nel Teatro che nella torre stessa. Il mezzo era controllato e manovrato a vista (e a distanza) da un lavoratore che si trovava sul ponteggio installato sulla facciata lato via Magenta ed indipendente dalla struttura in demolizione.



Figura 19 - Rimozione del manto di copertura della torre scenica

Fase 9

La Fase 9 era così schematizzata:

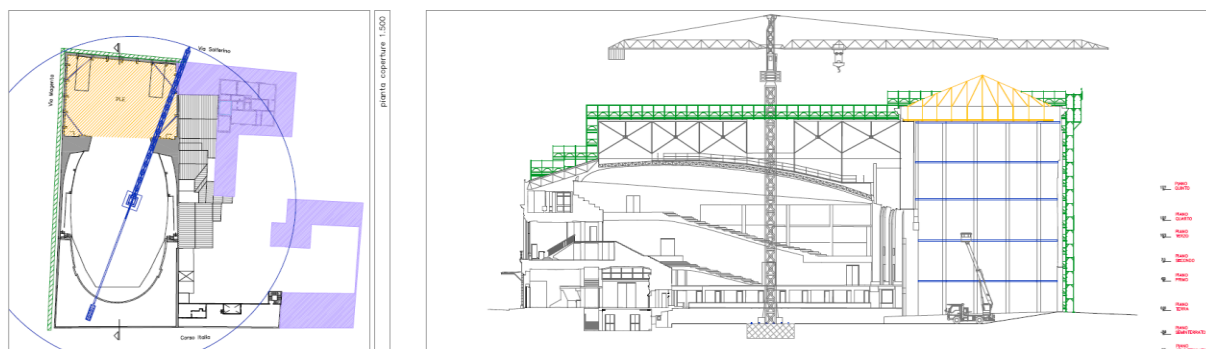


Figura 20 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 9

Sono state quindi disancorate e smontate le capriate metalliche che costituivano la struttura portante della copertura ed il graticcio sottostante, calati in seguito al suolo tramite la gru a torre.

Con PLE sono stati inoltre smontati i camminamenti perimetrali in quota della torre scenica, e sempre calati al suolo tramite la gru a torre. Una volta al suolo, mediante escavatore con cesoia, venivano ridotti in porzioni trasportabili e conferiti nell'apposito cassone per il riciclo dei materiali ferrosi di recupero.



Figura 21 - Smontaggio della struttura portante della copertura della torre scenica

Fase 10

La Fase 10 era così schematizzata:

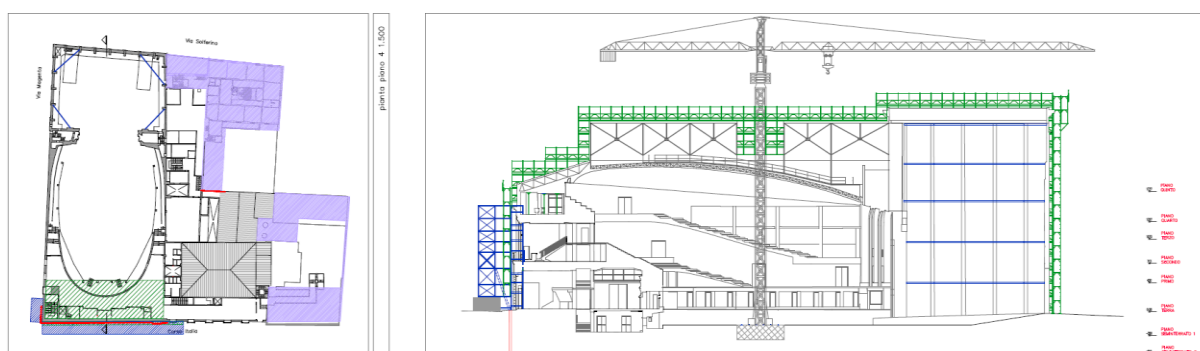


Figura 22 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 10

Sul lato del lotto che si affacciava su Corso Italia è stata realizzata una paratia di micropali collegati in testa da un cordolo in cemento armato per l'ancoraggio della struttura reticolare metallica di sostegno della facciata storica su Corso Italia e su parte di Via Magenta.

In aderenza alla facciata è stato installato un ponteggio provvisorio sulla pubblica via.

All'interno del Teatro, nella zona del foyer ed in parte della seconda galleria, è stato montato un ponteggio provvisorio per creare un piano di lavoro in quota per effettuare gli smontaggi della copertura del foyer.

Nella zona dell'edificio D oggetto di ristrutturazione, a confine con la porzione di nuova realizzazione dei livelli interrati, sono stati realizzati micropali accostati alla muratura esistente per sostenere i carichi derivanti dalla porzione della struttura fuori terra.

Si è proceduto dunque allo svuotamento di due vani al piano terra del blocco D per la realizzazione di una porzione interrata.

Per quanto concerne invece l'edificio E, nell'area tergo rispetto a Via Solferino, è stato realizzato un nuovo allineamento murario, con nuova fondazione in cemento armato, per garantire il collegamento trasversale dei maschi murari delle facciate prima delle successive operazioni di disancoraggio delle murature adiacenti oggetto di demolizione.



Figura 23 - Micropali nel foyer

Fase 11

La Fase 11 era così schematizzata:

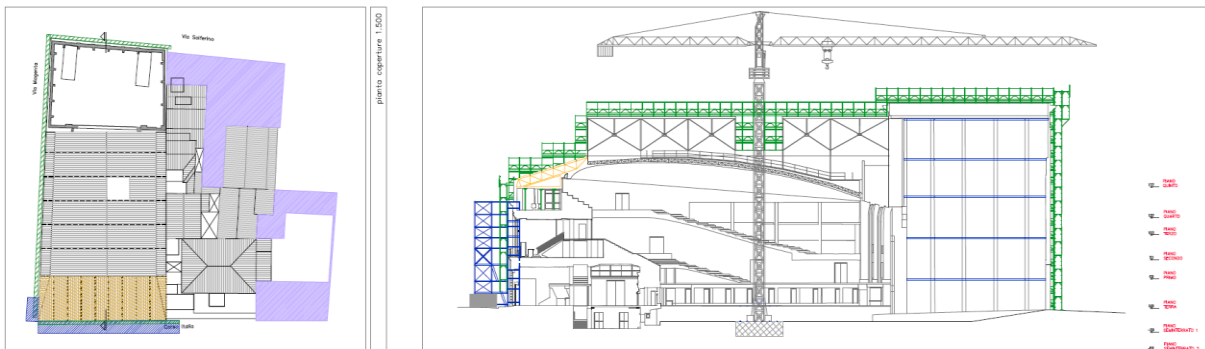


Figura 24 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 11

Rimossi gli elementi non portanti del manto di copertura del foyer, sono state disancorate le capriate metalliche dalle murature e successivamente smontate e calate a terra tramite l'utilizzo della gru a torre.

Fase 12

La Fase 12 era così schematizzata:

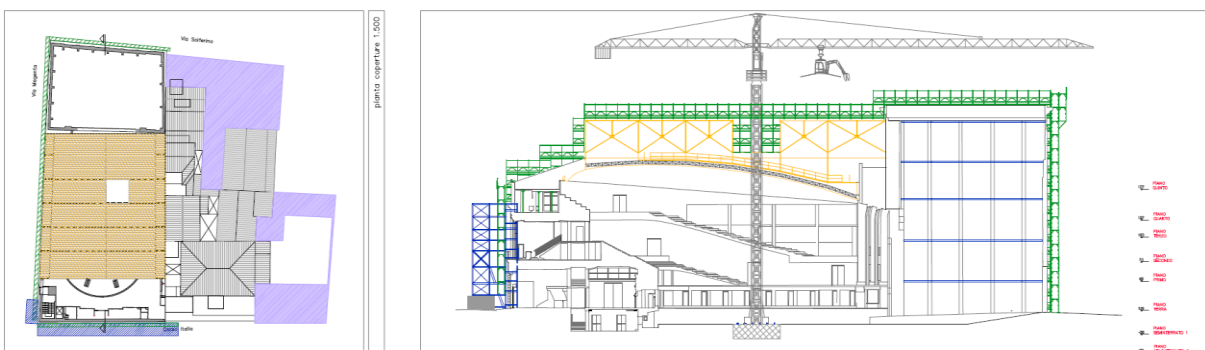


Figura 25 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 12

La demolizione degli elementi del manto di copertura e del sottostante piano di copertura del Teatro è avvenuta dall'esterno mediante l'utilizzo di mezzo demolitore sostenuto dalla gru a torre.

Completata la rimozione del manto, sono stati smontati i camminamenti metallici e le capriate servendosi di piattaforme elevatrici operanti da terra. Il calo a terra degli elementi metallici è avvenuto tramite l'uso della gru a torre.



Figura 26 - Rimozione del manto di copertura del Teatro

Fase 13

La Fase 13 era così schematizzata:

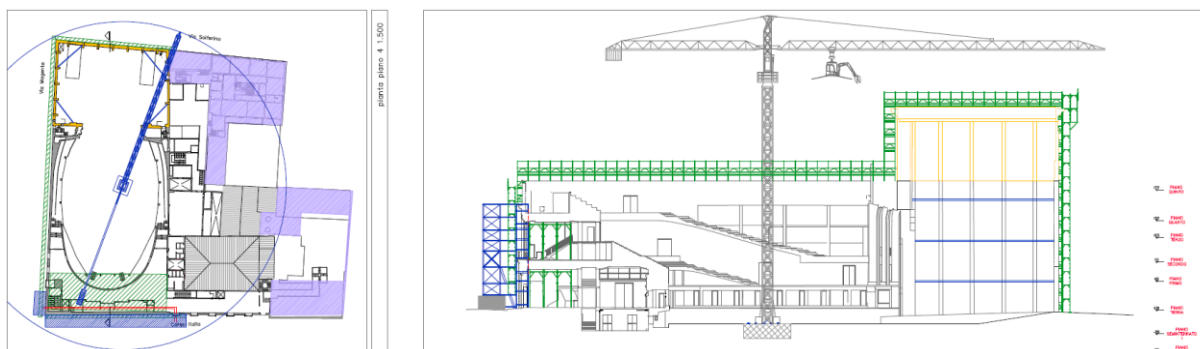


Figura 27 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 13

Nella zona del foyer è stato realizzato un sistema di puntellatura diffusa dei solai a tutti i piani, a partire dal livello del piano terra. Si è proceduto dunque al taglio dei solai e delle murature a livello della seconda galleria, per il disancoraggio della facciata su Corso Italia e su Via Magenta.

Si è proceduto alla demolizione della muratura della torre scenica, fino al raggiungimento della quota di imposta della copertura dell'adiacente Teatro. Per i pilastri interni, posti in aderenza alla muratura in comune degli edifici in ristrutturazione con affaccio su Via Solferino, si è previsto il disancoraggio della muratura, mediante taglio con disco diamantato e la successiva demolizione dei pilastri.



Figura 28 - Demolizione delle murature laterali della torre scenica

Fase 14

La Fase 14 era così schematizzata:

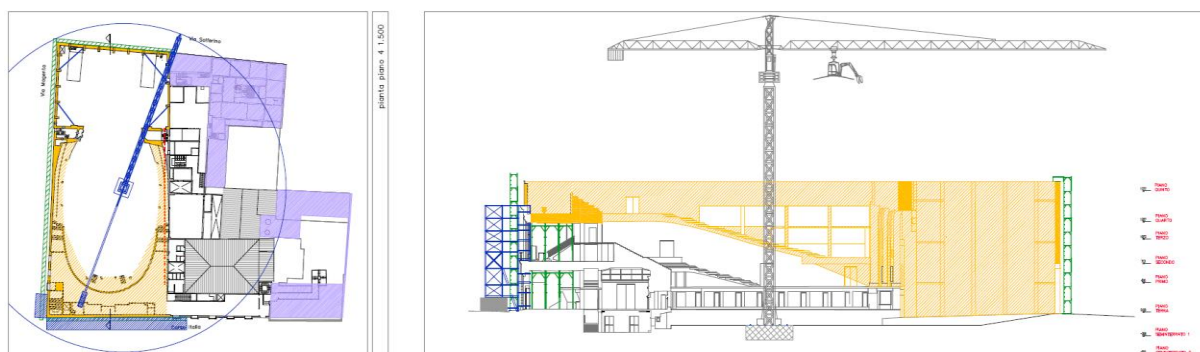


Figura 29 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 14

Si è proceduto al taglio e alla demolizione della muratura sovrastante la seconda galleria. Una volta completata la demolizione della muratura, si è passato al taglio e alla demolizione del solaio restante della seconda galleria e del foyer al medesimo livello, con modalità analoga a quanto sopra esposto per la muratura. Con il medesimo sistema è stata demolita la muratura della torre scenica fino alla quota del piano strada.



Figura 30 - Demolizione delle murature del Teatro al livello delle gallerie

Fase 15

La Fase 15 era così schematizzata:



Figura 31 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 15

Si è eseguito il taglio e la demolizione della muratura sovrastante la prima galleria (piano secondo) mediante mezzo demolitore operante da terra, per poi proseguire con la demolizione della prima galleria, del solaio retrostante il foyer e del sottostante piano primo.

Analogamente si è proceduto alla demolizione della muratura del teatro e del foyer sino al raggiungimento della quota del piano stradale.



Figura 32 - Demolizione delle murature del Teatro fino al piano campagna

Fase 16

La Fase 16 era così schematizzata:

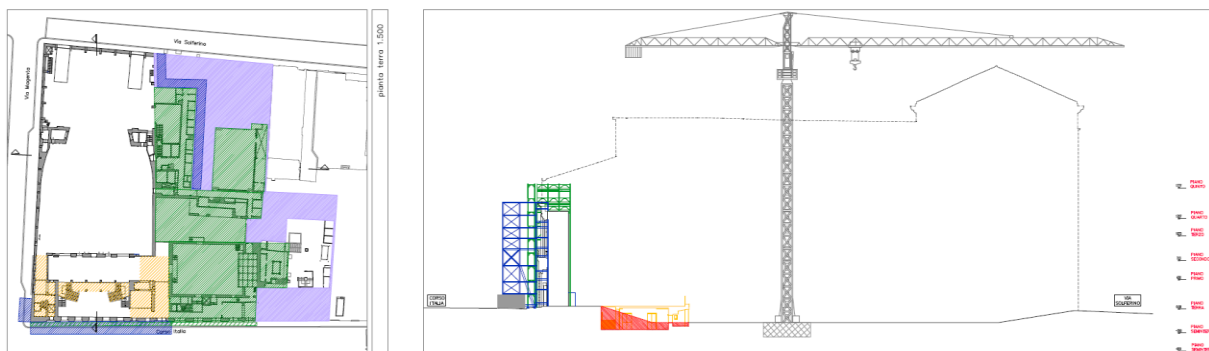


Figura 33 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 16

È stato completato il montaggio del ponteggio su Corso Italia e dei puntelli a tutti i piani degli edifici adiacenti alle zone demolite. Si è dunque proceduto alla demolizione del solaio del piano terra del foyer.

Fase 17

La Fase 17 era così schematizzata:

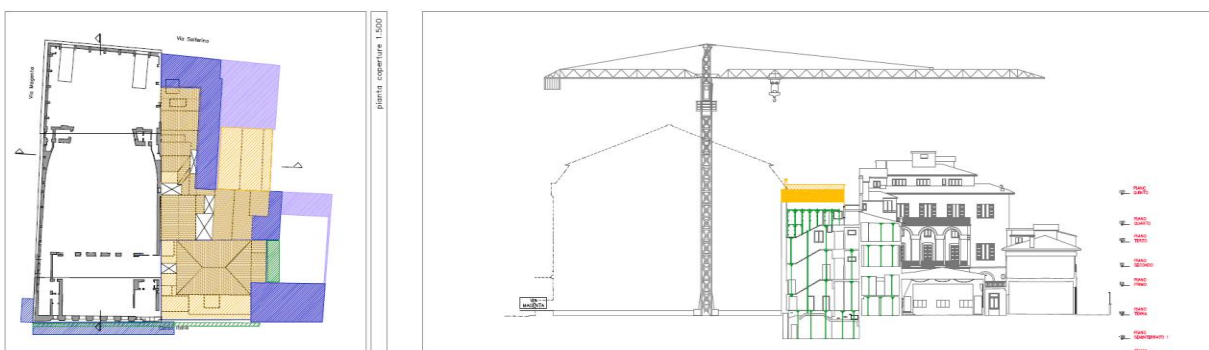


Figura 34 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 17

Si è eseguita la demolizione e lo smontaggio delle coperture dei fabbricati adiacenti all'area del Teatro, della torre scenica e del foyer, previa puntellatura delle coperture degli edifici oggetto di ristrutturazione adiacenti alle aree in demolizione.



Figura 35 - Demolizione degli edifici adiacenti

Fase 18

La Fase 18 era così schematizzata:

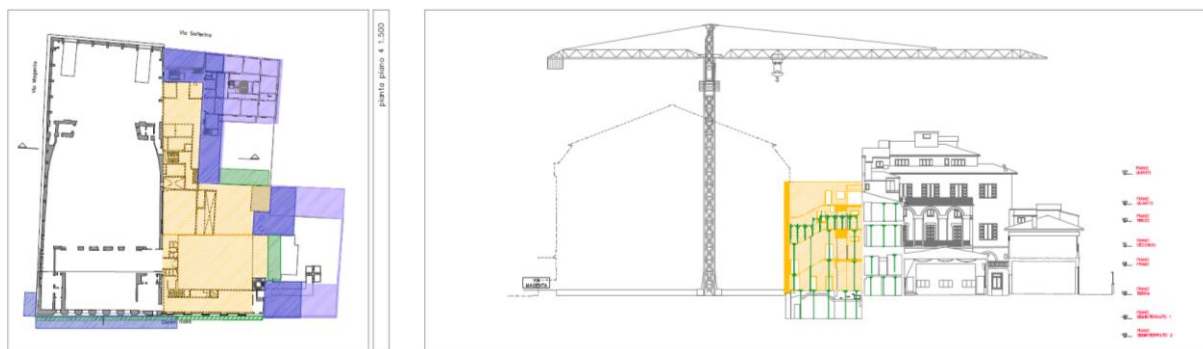


Figura 36 - Schema identificativo di massima delle aree d'intervento della Fase 18

Mediante mezzi demolitori da terra, si è eseguita la demolizione dei solai e delle murature adiacenti al Teatro a partire dal piano quarto sino al piano terra, con precedente disancoraggio dei solai e delle murature dagli edifici adiacenti soggetti a ristrutturazione.



Figura 37 - Demolizione fino al piano campagna degli edifici adiacenti

Struttura di sostegno per la facciata

Per sostenere la facciata vincolata del Teatro su Corso Italia e Via Magenta è stata prevista la realizzazione di una struttura provvisoria per la stabilizzazione della struttura durante le operazioni di demolizione del corpo di fabbrica di appartenenza ed il successivo scavo per la costruzione del nuovo edificio in aderenza.

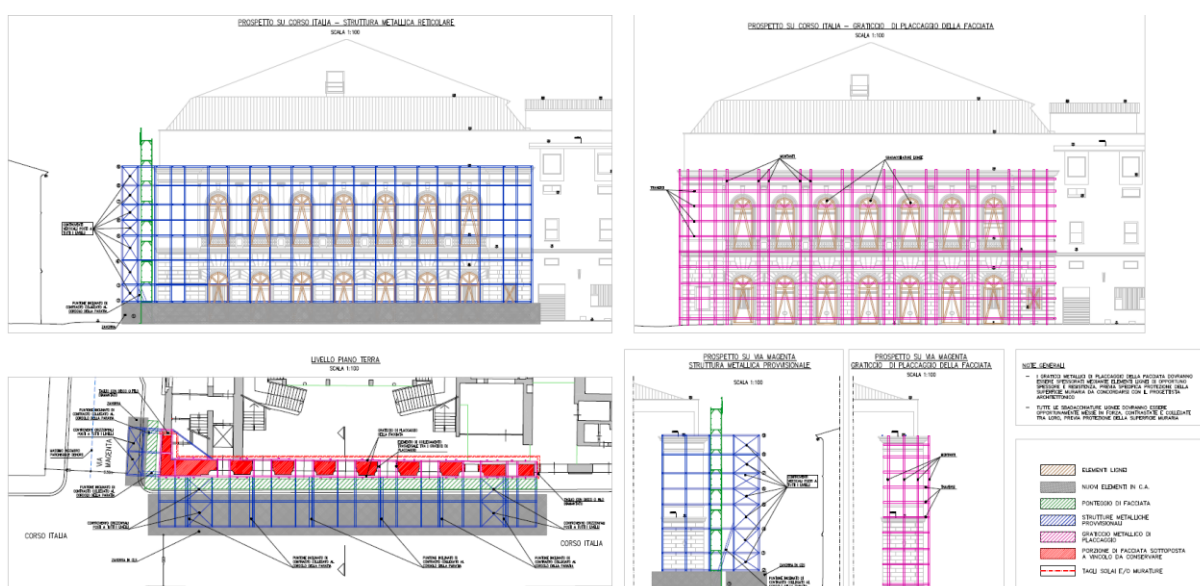


Figura 38 - Schema identificativo di massima della struttura di sostegno della facciata

In primo luogo, sono state stabilizzate le aperture esistenti mediante sbadacchiature con elementi in legno massiccio, funzionali a garantire il trasferimento dei carichi verticali derivanti dalla muratura sovrastante le aperture, nonché a costituire irrigidimento del sistema murario nel piano della facciata nei confronti delle azioni orizzontali di progetto.

Su entrambe le superfici della facciata oggetto di conservazione si è prevista la realizzazione di un graticcio metallico di placcaggio, con elementi metallici collegati tra loro da elementi trasversali anch'essi in acciaio, disposti sia in corrispondenza delle aperture esistenti che, ai lati della facciata, in fori passanti nello spessore murario.

Per contrastare l'eventuale ribaltamento della facciata i due sistemi metallici sopra descritti sono stati collegati mediante più ordini di travi orizzontali ad una struttura reticolare di sostegno, anch'essa in acciaio, opportunamente controventata, costituita da montanti, traversi, diagonali tondi e puntoni di collegamento. L'ingombro dell'opera provvisoria è stato studiato in maniera tale da garantire un'ampiezza libera residua sulla viabilità esistente di almeno 3.5 m per la carrabilità pubblica su Via Magenta e di 5 m su Corso Italia.