

# GrandiStazioni

## Stazione Bologna Centrale Comune di Bologna

### Sistemi urbani - Infrastrutture complementari alla Stazione



**Direttore Tecnico**  
Arch. Susanna Bernardini

**Responsabile del Procedimento**  
Arch. Rudolf Furlani

#### PROGETTO DEFINITIVO DI REALIZZAZIONE INFRASTRUTTURE COMPLEMENTARI ALLA STAZIONE (DEL. CIPE 129/06)



**Direzione tecnica**  
Ing. Giuseppe Esposito

**Coordinatore della progettazione**  
Arch. Marco Tamino  
**Project Manager**  
Ing. Giovanni Betti

**Progettazione**  
Architettura:  
Arch. Antonello Laforgia  
Impianti e Prevenzione Incendi:  
Ing. Lorenzo Pagnoncelli

Strutture:  
Ing. Massimo Antonelli  
Coordinamento Computi:  
Geom. Roberto Diletti  
Idrologia - Geotecnica - Idraulica:  
Dott. Geol. Massimo Parente

#### PROGETTO DEFINITIVO DI VARIANTE



**Amministratore Unico e Direttore Tecnico**  
Arch. Susanna Bernardini

**Progettazione**  
Architettura:  
Arch. Susanna Bernardini  
Arch. Antonella Filomeni  
Arch. Alfredo Tinarelli

Impianti:  
Ing. Carlo Acri  
P.Ind. Cristiano Ratti  
P.Ind. Franco Da Mommio

Strutture:  
Ing. Massimo Antonelli  
Ing. Paola Pezza

#### PROGETTO ESECUTIVO

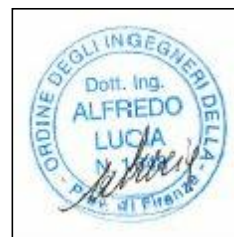


**Architettura e Strutture**  
Ing. Alfredo Lucia



Ing. Andrea Gheri  
Ing. Niccolò Lucia  
Ing. Maria Novella Morino

**Impianti**  
Ing. Alfredo Lucia  
Ing. Matteo Gestri  
Ing. Andrea Giunti  
P.I. Alessio Comparini



## Progetto Esecutivo

Oggetto  
**ELABORATI GENERALI**

Elaborato

**Relazione Tecnica Generale**

Scala

-

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Tavola
0	15.04.2011	Emissione Esecutivo	S. Scoppetta	E. Nese	S. Scoppetta	0-02
1	30.09.2011	Recepimento osserv. GS 01/09/2011	S. Scoppetta	E. Nese	S. Scoppetta	
2	Aprile 2012	Osservazioni GS Prot. 6583				Codice commessa RIQBOC001
3	Maggio 2013	Adeguamento prescrizioni GS	A. Lucia	N. Lucia	A. Lucia	
4						Nome File
5						

Questo elaborato grafico è di proprietà di Grandi Stazioni Engineering srl pertanto non può essere riprodotto né integralmente né in parte senza autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito

	4						Nome File	
	5						RIGBCC001_E_OE_0_RT_02_03	
Questo elaborato grafico è di proprietà di Grandi Stazioni spa pertanto non può essere riprodotto nè integralmente nè in parte senza autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito								

# Stazione di Bologna Centrale

Sistemi urbani – Infrastrutture complementari alla stazione

## Progetto esecutivo

Relazione Descrittiva e Tecnica

<b>1.Premessa</b>	<b>5</b>
1.1Inquadramento Territoriale	6
• 1.1.1 Area di intervento:	6
• 1.1.1 Area di intervento:	6
• 1.1.2 Caratteri fisici delle aree di intervento:	6
Geologia	6
Idrogeologia	7
Sismicità	8
Ambiente	8
• 1.1.3 Il sistema dei trasporti e della viabilità:	8
• 1.1.4 Sottoservizi:	8
• 1.1.5 Bonifica di ordigni bellici:	8
1.2Inquadramento Urbanistico:	9
<b>2.II Progetto e la sua evoluzione</b>	<b>11</b>
2.1Il progetto definitivo affidato	11
• 2.1.1 Piazza Medaglie d'Oro	11
Elementi di architettura e finitura	11
• 2.1.2 Parcheggio Interrato	12
Aspetti strutturali	12
Elementi di architettura e finitura	13
• 2.1.3 Interramento Via Pietramellara	13
Criteri progettuali	13
Aspetti strutturali	13
• 2.1.4 Piazza XX Settembre –Sottopasso pedonale	14
2.2Le Varianti in corso di affidamento	15
• 2.2.1 Prescrizioni CIPE 2006	15
<b>1.l'atto ricognitivo</b>	<b>15</b>
<b>2.3ADEGUAMENTI APPORTATI NELLO SVILUPPO DEL PROGETTO ESECUTIVO</b>	<b>17</b>
• 2.3.1 Parcheggio Interrato	17
• 2.3.2 Interramento Via Pietramellara	17
• 2.3.3 Inquadramento dell'intervento	17
<b>2.IL PROGETTO ESECUTIVO SVILUPPATO</b>	<b>19</b>
2.4Piazza Medaglie d'Oro	19
Criteri progettuali	19
Elementi di architettura e finitura	20
Superamento delle barriere architettoniche	20
2.5Parcheggio Interrato	21
Criteri progettuali	21
Elementi di architettura e finitura	22
Aspetti strutturali	22
Superamento delle barriere architettoniche	22

2.6	Piazza XX Settembre–Sottopassaggio pedonale–Corpo di Collegamento e Sottopasso Est Aspetti strutturali	24
2.7	Via P. Pietramellara – Interramento viabilità di scorrimento	26
2.8	SOTTOPASSO DI COLLEGAMENTO OVEST <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>	

## *PREMESSA*

La presente relazione descrive il progetto relativo alle opere esterne alla Stazione di Bologna in relazione agli interventi connessi alla riqualificazione dell'area di Stazione e previsti dall'appalto di "affidamento delle attività di progettazione esecutiva ed esecuzione degli interventi di adeguamento funzionale degli edifici di stazione e delle opere infrastrutturali complementari" relative alle stazioni Lotto Centro di cui la stazione di Bologna è parte.

Il progetto descritto nella presente relazione tecnica generale è stato sviluppato sulla base del progetto definitivo affidato e delle successive modifiche introdotte per effetto di ulteriori indicazioni ricevute da parte del Committente e per miglioramenti proposti dall'Appaltatore in ragione delle problematiche affrontate con lo sviluppo del progetto esecutivo.

Dopo una nota relativa all'inquadramento territoriale, viene descritto il Progetto Definitivo Affidato (P.D.A.) che corrisponde alla soluzione congruente con i documenti cartacei di Appalto, quindi sono descritte le varianti rispetto al P.D.A. introdotte in corso d'opera dal Committente, dovute ad ulteriori accordi sottoscritti con il gestore di servizi o con RFI, quindi sono descritti sinteticamente gli aggiornamenti successivi del progetto definitivo sempre operati dal Committente in corso di affidamento.

Il corpo centrale della relazione descrive il progetto così come sviluppato con la descrizione tecnica e funzionale comprese le opere strutturali dei singoli interventi.

---

## 1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 1.1.1 Area di intervento:



#### 1.1.1 Area di intervento:

L'area della Stazione di Bologna Centrale ricade in una zona di particolare rilevanza per la città sia dal punto di vista storico ambientale sia dal punto di vista urbanistico.

Infatti, la Stazione di Bologna Centrale, inaugurata nel 1876, per la sua collocazione geografica, costituì fin dalle origini uno dei maggiori nodi della rete ferroviaria nazionale. Il nucleo centrale della stazione, progettato dall'architetto Ratti dell'accademia Clementina di Architettura, propone un impianto volumetrico regolare con riferimenti stilistici quattrocenteschi. Vari interventi di ampliamento e modifiche nel tempo ne hanno alterato la pianta.

Nel corso dei decenni successivi il complesso ha subito ulteriori trasformazioni: nel 1926 sono stati realizzati i sottopassaggi ed il fabbricato ovest, con la Sala Reale e l'Atrio di uscita, mentre all'intervento del 1934 risale l'aggiunta dell'ala Est.

Al termine della seconda guerra mondiale la stazione, notevolmente danneggiata dai bombardamenti, fu sottoposta ad una ristrutturazione generale.

#### 1.1.2 Caratteri fisici delle aree di intervento:

##### Geologia

La metodologia di studio seguita per la presente progettazione geologica del sito, ha consentito di evidenziare le principali problematiche progettuali di interazione terreno-struttura e di identificare le soluzioni più idonee.

Il territorio bolognese comprende tre aree geologicamente e morfologicamente distinte: l'area appenninica, l'area pedeappenninica e l'area di pianura. L'area di pianura, nella quale ci troviamo, è dal punto di vista strutturale, una geosinclinale subsidente colmata da materiali alluvionali dei fiumi che vi sfociano (Samoggia, Lavino, Reno, Savena e corsi minori) che vi hanno accumulato pile di sedimenti continentali sul substrato di argille marine per spessori sino a 300 - 400 m.



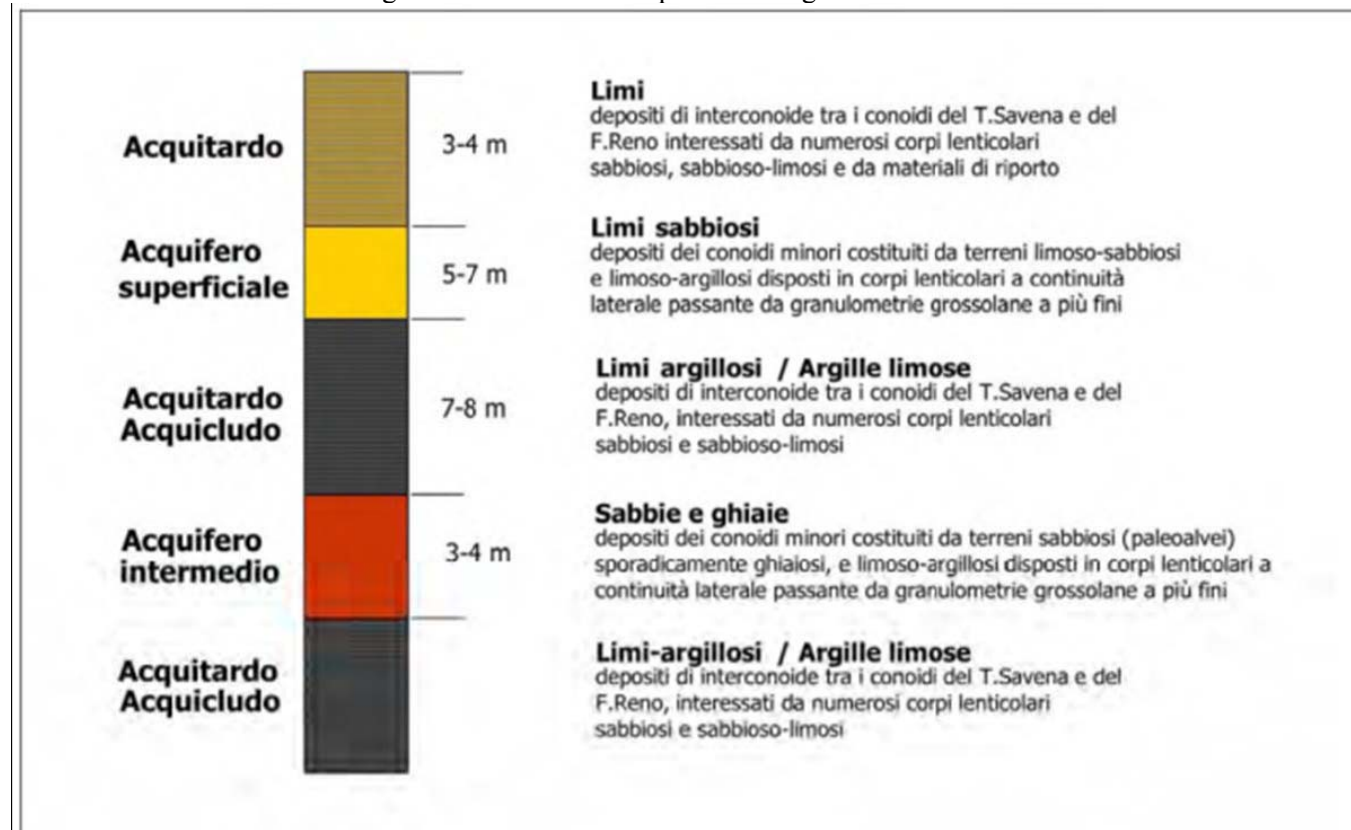
L'ambiente geologico dell'area di pianura in esame è rappresentato dalla complessa distribuzione, sia superficiale che in profondità di tre differenti tipi litologici (ghiaie, sabbie, argille). Dal punto di vista generale i depositi più grossolani, ghiaie e sabbie, affiorano in corrispondenza dei conoidi dei vari corsi d'acqua con estensioni proporzionali all'importanza del corso d'acqua stesso oltre che dipendenti dalla eventuale presenza di un controllo di tipo geologico strutturale. Il centro storico di Bologna e la sua periferia occidentale insistono sui conoidi del T. Ravone e l'Aposa. Ancora più ad ovest si trova il conoide del fiume Reno di forma molto allungata e di spessore notevole.

In particolare, nella zona in oggetto, i terreni presenti sono costituiti da depositi ghiaiosi in matrice sabbioso limosa, intercalati da livelli limoso - argillosi di spessore anche rilevante. La parte più orientale di questo corpo ghiaioso - sabbioso appartiene in effetti al conoide del Torrente Ravone che qui si salda con quella del Fiume Reno. I settori esterni del corpo ghiaioso - principale sono interdigitati lateralmente con i depositi alluvionali limoso - argillosi presenti sia ad Est (area di Bologna) sia ad Ovest (area di Lavino).

Per l'approfondimento ed i dettagli si rimanda alla specifica relazione geologica.

### Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico si osserva che il regime delle falde idriche si presenta con caratteri di notevole complessità, essendo influenzato oltre che dalla variabilità stratigrafica anche da azioni antropiche (pompaggi, infiltrazioni dalle reti idrica e fognante). In generale, nell'intera area della città di Bologna, nella parte più profonda del sottosuolo, a partire da una profondità di 60 ÷ 70 m e fino ad alcune centinaia di metri al di sotto della superficie del terreno, è presente una falda in pressione e la circolazione idrica ed i livelli piezometrici sono influenzati esclusivamente dalla posizione e dall'entità dei prelievi dei pozzi delle Centrali Acquedottistiche e di quelle ad uso industriale. Nella zona superiore, e cioè al di sopra di 60 m circa, il regime delle acque è invece molto variabile a causa della presenza di un insieme di complessi idrogeologici sovrapposti contenenti una o più falde libere o in pressione i cui livelli piezometrici dipendono sia dall'ubicazione e dall'entità del prelievo dei pozzi più superficiali, sia dalle complesse interrelazioni con le falde profonde. Gli studi particolareggiati condotti per la realizzazione dell'interramento della linea AV e per la realizzazione del camerone hanno permesso di ricostruire la sequenza stratigrafica del sottosuolo della stazione con un buon grado di dettaglio e, dalla sintesi delle osservazioni, è stata ottenuta la colonna stratigrafica di riferimento riportata in Figura 2.



**Figura 2 - Schema verticale degli acquiferi presenti nell'area di studio (tratto da [1])**

Per l'approfondimento ed i dettagli si rimanda alla specifica relazione idrogeologica.

## Sismicità

Ai sensi della recente Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, il territorio del Comune di Bologna è classificato come zona sismica 3, con un valore di accelerazione massima orizzontale sul suolo  $a_g$  pari a 0.15g.

## Ambiente

Nell'ambito dell'area di intervento il sistema del verde non riveste un ruolo importante.

Gli elementi emergenti consistono n.4 aiuole su Piazza delle Medaglie D'oro e di un ulteriore piazzale pedonale su Piazza XX Settembre sul cui perimetro insistono alberature di medio fusto.

Tale impianto del verde è rimasto invariato.

### **1.1.3 Il sistema dei trasporti e della viabilità:**

La piazza Medaglie d'Oro, sulla quale affacciano gli accessi principali della Stazione, si apre lungo via Pietramellara, classificata dal PTGU 2000 come arteria di scorrimento (classe D) e completa a nord la circonvallazione del centro storico, anello viario cittadino di rilevante importanza. Inoltre sulla Via Pietramellara si immettono strade di importanza locale (classe E ed F) quali Via Cairoli, Via G. Amendola e Via A. Gramsci provenienti da Piazza dei Martiri 1943-1945; la stessa Via Pietramallara è poi attraversata da un'altra importante arteria di scorrimento (classe D), Via G. Matteotti, che collega l'area oltre le linee ferroviarie e prosegue a sud, verso il centro storico, con la denominazione di Via Indipendenza.

### **1.1.4 Sottoservizi:**

Alla luce di analisi documentarie è stato possibile definire la presenza dei seguenti sottoservizi da deviare ed integrare per garantirne la futura funzionalità.

In particolare vengono intercettate le seguenti reti:

linee di cavi in rame della Telecom;

rete dell'acquedotto HERA;

rete gas HERA;

fognatura HERA;

linee elettriche ENEL;

linee telefoniche militari;

fibre ottiche HERA;

cunicolo praticabile TELECOM (60 x 60);

illuminazione pubblica;

linee filobus;

impianti semaforici;

rete di smaltimento acque meteoriche.

### **1.1.5 Bonifica di ordigni bellici:**

Su tutte le zone interessate dal progetto è stata predisposta una bonifica superficiale per una profondità di 30 cm. In corrispondenza del parcheggio interrato Piazza Medaglie d'Oro e lungo la Via Pietramellara sarà eseguita una bonifica profonda attraverso l'esecuzione di pali trivellati secondo una maglia di 2.80x2.80m. Questa viene eseguita fino ad una profondità massima pari a mt. 5 dal piano di campagna originario. Detta quota viene originata dalla profondità degli scavi necessari per la realizzazione delle varie opere, pertanto se la profondità di scavo risulta inferiore ai mt. 5 di profondità, l'indagine viene limitata alla quota di scavo.

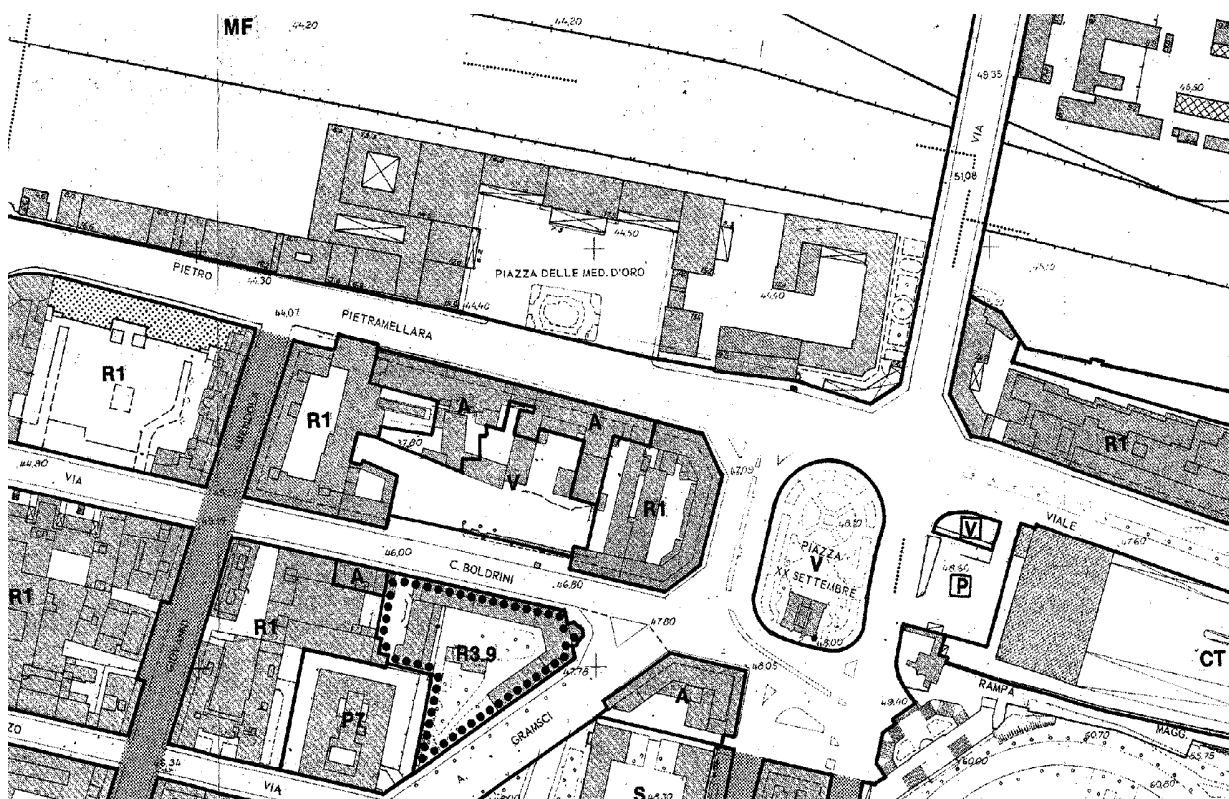
Superficie bonifica superficiale Piazza Medaglie d' Oro: 6260 m2

Superficie bonifica profonda Piazza Medaglie d' Oro – Parcheggio interrato: 6260 m2

Superficie bonifica profonda Via di Pietramellara: 14748 m2



## 1.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO:



Lo strumento urbanistico vigente è il Piano Regolatore Generale del Comune di Bologna approvato dalla Giunta Regionale con deliberazione n. 2496 del 30/05/89 esecutivo dal 13/09/89 e oggetto di varianti parziali grafiche e normative, esecutive dal 06/02/02.

E' esecutivo dal 27/06/2001 il Piano Generale Urbano del Traffico PTGU 2000 approvato con Delibera OdG n.204/2001.

L'intervento principale del presente progetto riguarda l'area di diretto interesse della stazione (Piazza delle Medaglie d'Oro), corrispondente alla zona omogenea di PRG MF.

Tale zona, normata dall'articolo 22 delle norme tecniche di attuazione del PRG, è destinata "alla realizzazione di nuove linee ferroviarie, all'ampliamento, alla riqualificazione di quelle esistenti e alla realizzazione e recupero degli impianti, delle attrezzature e degli immobili funzionali all'esercizio del trasporto ferroviario. E' destinata inoltre alla realizzazione di impianti, attrezzature e immobili relativi al Servizio Ferroviario Metropolitano e alle connesse infrastrutture per l'accessibilità. Rispetto delle leggi vigenti in materia, sono previsti gli usi, le funzioni ed i servizi presenti nelle stazioni ferroviarie nazionali connesse con il sistema AV e nelle fermate e stazioni servizi ferroviari locali. Il piano si attua mediante intervento edilizio diretto, per iniziativa degli enti proprietari e/o gestori dei servizi ferroviari per quanto riguarda le distanze di nuovi edifici dalla zona ferroviaria valgono le specifiche norme di regolamento edilizio".

Oltre a Piazza delle Medaglie D'Oro sono interessate al progetto anche Viale Pietramellara e, seppur parzialmente, la Piazza XX Settembre.

Entrambe sono destinate dal PRG a sede stradale. La zona stradale, nel PRG, comprende le strade esistenti e quelle di nuova previsione e nel suo ambito possono essere localizzati aree per "Verde pubblico di arredo stradale" e "Parcheggi pubblici a raso".

Nelle zone stradali il piano si attua per "interventi urbanistici preventivi" o per "interventi edilizi diretti" estesi a unità urbanistiche funzionali definite dai PPA di cui alla legge 28 gennaio 1977 n. 10 o dai programmi delle amministrazioni competenti.

Nell'ambito delle zone stradali e relativamente alle sole strade comunali è ammessa la realizzazione, per intervento edilizio diretto di iniziativa comunale, di sovrappassi pedonali e ciclabili attrezzati, con l'eventuale presenza anche di spazi coperti.

Nelle strade, piazze, aree libere di proprietà comunale situate all'interno delle zone di cui al presente articolo, è consentita la realizzazione di autorimesse o parcheggi interrati in eccedenza a quelli prescritti per le singole zone delle presenti norme.

L'area vera e propria di Piazza XX settembre è destinata a zona V (Zona per Verde Pubblico Attrezzato - Zona omogenea G), destinata, cioè, alla "creazione di nuovi parchi e giardini pubblici attrezzati e di parchi pubblici naturali, o alla conservazione dei parchi pubblici esistenti.

Nell'area oggetto di intervento non risultano vincoli di particolare rilievo ad eccezione delle disposizioni dettate dal P.R.G. vigente.

---

### 1.3 IL PROGETTO DEFINITIVO AFFIDATO

#### 1.3.1 Piazza Medaglie d'Oro

L'intervento prevede la risistemazione del piazzale antistante la Stazione attraverso una totale ridefinizione dei flussi veicolari e pedonali. Il fulcro intorno a cui ruotano le funzioni della piazza è la Vasca Centrale che, smontata e ricostruita nella stessa posizione, poggerà su un primo gradone delimitato da n. 4 aiuole di forma semicircolare opportunamente illuminate. Per alleggerire e decongestionare il traffico la sosta veloce dei mezzi privati (kiss & ride) è stata ubicata al 1° livello interrato del parcheggio.

L'area di intervento ha una superficie di 6260 mq. di cui mq. 3400 per le pavimentazioni pedonali, mq. 2500 di superficie stradale e mq. 360 per le sistemazioni a verde.

Il progetto ha dovuto necessariamente prendere anche atto del previsto avanzamento del fronte di stazione mediante una nuova galleria vetrata. Questa ultima opera non fa parte comunque delle opere infrastrutturali, ma rientra nel progetto di restyling del fabbricato di stazione.

Anche per i taxi è rimasta uguale la circuitazione e la recettività totale dei posti di sosta.

Un sistema di by pass rispetto alla corsia di accumulo dei taxi consente l'avvicinamento all'edificio della stazione ai mezzi di soccorso ed ai portatori di handicap.

Le rampe di accesso e di egreso del parcheggio interrato sono state traslate parallelamente alla via Pietramellara al fine di consentire una circolazione veicolare e pedonale più funzionale e fluida.

Nella piazza sono state riposizionate n. 13 pensiline di attesa taxi e autobus di dimensioni m. 6,60x2,16, a basso impatto visivo, poiché completamente vetrate.

#### Aspetti strutturali

Gli elementi strutturali compresi nell'intervento consistono in pensiline in corrispondenza delle fermate autobus e taxi, con struttura portante di pilastri e travi in acciaio inox e copertura in vetro temperato e stratificato.

Per l'approfondimento e i dettagli delle problematiche strutturali si rimanda alla specifica relazione strutturale.

#### Elementi di architettura e finitura

Gli elementi architettonici più significativi sono costituiti principalmente dai gruppi scale provenienti dal parcheggio, dalle pensiline per l'attesa bus e dalle nuove pavimentazioni.

La pensilina di protezione alla fermate dei taxi e degli autobus è formata da pilastri costituiti da profili piatti accoppiati in acciaio inox e da pilastri tubolari in acciaio inox dello spessore di 80 mm. Tra i pilastri delle campate è stata posizionata una coppia di tubolari orizzontali in acciaio inox dello spessore di 60 mm contenenti lastre modulari di vetro temperato e stratificato delle dimensioni di cm 150x200. La copertura è costituita da travi di acciaio di altezza variabile il cui estradosso è rivestito in lastre di vetro temperato e stratificato. Una lamiera microforata è prevista sotto la copertura in vetro al fine di schermare i raggi solari.

I percorsi pedonali sono differenziati e caratterizzati dalla pavimentazione: le zone su cui si attestano le uscite della stazione e l'arrivo e la partenza dei taxi sono pavimentate in lastre di granito 40x80. Anche la restante pavimentazione carrabile del piazzale sarà realizzata con lastre di granito delle dimensioni di cm 40x80.

Le pavimentazioni sotto il porticato saranno raccordate con le pavimentazioni esterne utilizzando gli stessi materiali.

I grigliati utilizzati sono realizzati con acciaio elettroforgiato che ben si inserisce con la colorazione della pietra utilizzata (granito) creando una continuità visiva con la pavimentazione stessa (vedi simulazione fotorealistica sopra).

L'illuminazione è stata ripensata inserendo un sistema di lampioni di arredo urbano e lampade nelle aiuole.

Notevole attenzione è stata dedicata per rendere fruibile tutto il piazzale anche da parte dei disabili motori: i dislivelli, ove presenti, vengono superati da apposite rampe di pendenza non superiore all'8%.

### 1.3.2 Parcheggio Interrato

Il secondo livello interrato (q.ta ~ 36,44) ha una area netta pari a circa 3875 m<sup>2</sup> e consente la sosta di 131 veicoli per la maggior parte disposti a pettine con corsie centrali larghe 5,50 metri e a senso unico di percorrenza.

Altri stalli sempre di dimensione 4,75x2,40 m sono disposti a pettine lungo le pareti perimetrali. Le rampe di accesso e uscita di larghezza pari a 3,50m e pendenza del 15%, sono collocate in posizione contrapposta rispettivamente lungo le pareti esterne e perpendicolari al fronte principale di stazione. Le rampe, costituendo un compartimento a sé stante, sono chiuse con portoni REI 120 scorrevoli e sono ventilate naturalmente ognuna con due aperture di area maggiore del 30% della loro superficie e affacciate su uno spazio libero.

La ventilazione naturale del parcheggio, classificato come sotterraneo, isolato e chiuso avviene tramite 4 ampi cavedi contrapposti e di superficie pari a 1/25 dell'area dello stesso.

L'accesso alle due uscite di sicurezza, raggiungibili con percorsi inferiori a 50 m. avviene tramite una zona filtro che immette in un luogo statico sicuro.

Il primo livello interrato (q.ta 39,34) ha un'area netta di parcheggio pari a circa 3355 m<sup>2</sup> ed è divisa funzionalmente in 2 parti: la prima, compresa tra la rampa di accesso e la paratia centrale, è un parcheggio per la sosta lunga con una ricettività di 62 veicoli disposti su 5 file parallele e serviti da 3 corsie centrali di larghezza pari a 5,50 metri.

La seconda, compresa tra la rampa di uscita e la paratia centrale, è un parcheggio per la sosta breve (Kiss & Ride) per 62 veicoli disposti, per la maggior parte, su 5 file.

Le moto (7 stalli) sono collocate a ridosso della rampa di uscita.

Analogamente a quanto avviene per il secondo livello l'accesso alla scala per l'esterno è raggiungibile con percorsi inferiori a 50m. e protetto da una zona filtro che si affaccia su un ampio atrio.

Due locali che contengono i ventilatori per l'espulsione dell'aria interna sono previsti ai lati dei corpi ascensore.

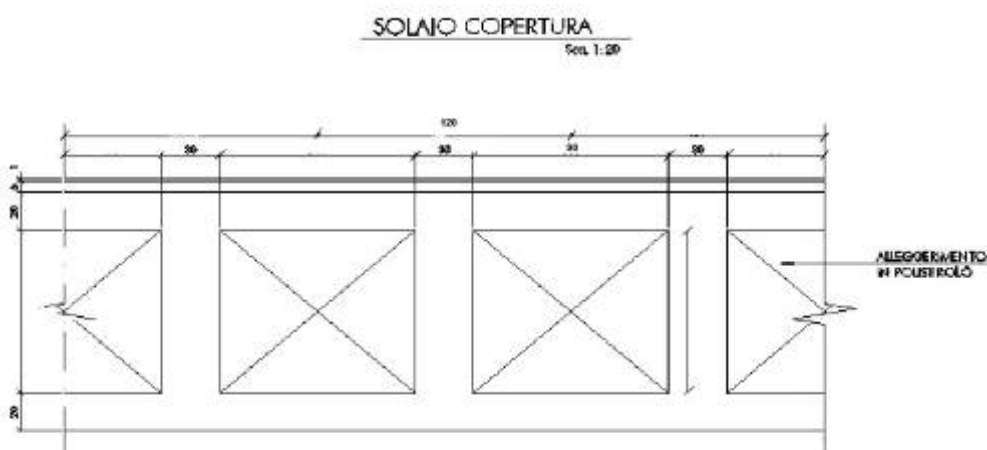
#### Aspetti strutturali

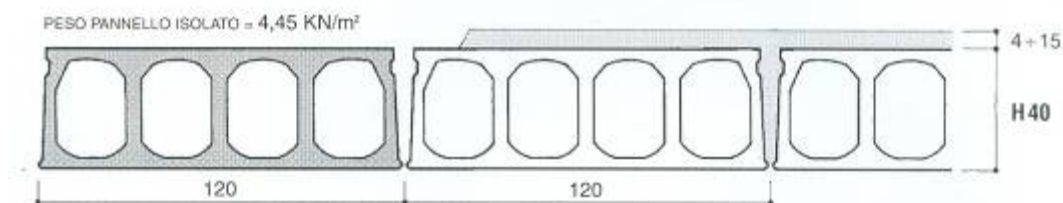
Il parcheggio comprende 2 piani interrati e interessa uno scavo di circa 8.5 m di profondità.

Le dimensioni in pianta dello scavo sono circa 120 m x 57 m circa; la quota di fondo scavo è pari a -8.40 m dalla quota del piano campagna.

Gli scavi per la costruzione dell'opera saranno articolati in due fasi distinte ove saranno realizzati dei diaframmi di sostegno nonché delle paratie di micropali (Ø240) in corrispondenza delle rampe di accesso al parcheggio.

La struttura in elevazione è costituita da 2 tipologie di solai, una alleggerita e gettata in opera con H = 1.20 m, ed una costituita da pannelli di tipo alveolare prefabbricato con H = 44 cm, da pilastri a sezione costante (0.60x 1.20 m) e da una fondazione su platea avente lo spessore di 1.00 m.





Per l'approfondimento e i dettagli delle problematiche strutturali si rimanda alla specifica relazione strutturale.

### Elementi di architettura e finitura

Nelle zone di parcheggio si è usata una pavimentazione industriale in conglomerato cementizio spessore cm.5 con finitura in polvere di quarzo dello spessore medio non inferiore a 4 mm e trattamento superficiale antisdrucchiolo e antipolvere, mentre le pareti lasciate a vista sono protette con vernici trasparenti.

Nei locali di servizio e nelle zone non accessibili al pubblico si farà uso di pavimenti in piastrelle di gres di cm 15x7,5 di colore grigio chiaro o avorio, con finitura opaca antisdrucchiolo.

Per i locali di transito destinati al pubblico si useranno pavimenti in granito grigio chiaro, bocciardato fine con trattamento antiscivolo, formato 45x90. Lo stesso materiale, dalle elevate caratteristiche di resistenza all'usura, è stato scelto per rivestire le scale fisse: gradini di spessore uguale a 3 cm con scanalature antisdrucchiolo e sottogradi di spessore 2 cm.

Nei servizi igienici pavimenti e pareti per un'altezza fino a 2,00 m verranno utilizzate piastrelle in gres porcellanato di colore chiaro (grigio o avorio).

### **1.3.3 Interramento Via Pietramellara**

#### Criteri progettuali

L'intervento su Via Pietro Pietramellara è caratterizzato dalla realizzazione di un sottovia che ha inizio dopo l'incrocio con Via Boldrini e fine su Viale Masini all'incrocio con Via Barozzi.

Nel tratto iniziale e finale dell'intervento e nei tratti in affiancamento alle rampe del sottopasso, la protezione delle stesse è affidata a barriere New Jersey tipo "bordo ponte".

Il sottovia è un manufatto di dimensioni interne di 12,00 metri e altezza variabile, con minimo di 5 m.

Lo sviluppo complessivo dell'intervento è di 649 m.

La lunghezza delle rampe d'imbocco, realizzate con muri "a U" è di 250,78 m; mentre la parte in galleria si sviluppa per 398,22 m.

La sezione stradale delle rampe è composta da due corsie di 3,50 m (doppio senso di marcia) con banchina di 0,50 m, marciapiedi di 0,75 m e fascia centrale di 0,50 m con dissuasore al centro.

La sezione stradale della galleria è composta da due corsie di 3,50 m (doppio senso di marcia) con banchina di 1,50 m, marciapiedi di 1,25 m e fascia centrale di 0,50 m con dissuasore al centro.

Il pacchetto stradale è composto da massiciata stradale a semipenetrazione in misto granulare di sp.= variabile (minimo 40 cm); strato di base in conglomerato bituminoso di sp.= 15 cm; strato di collegamento in conglomerato bituminoso semi aperto (binder) di sp.= 6 cm ed infine il tappeto di usura in conglomerato bituminoso (chiuso) di sp.= 4 cm.

#### Aspetti strutturali

La galleria è costituita da una doppia paratia di diaframmi di lunghezza pari a 20 m e spessore pari a 1,20 m. La soletta di copertura viene realizzata in opera ed ha spessore pari a 1,20 m. Il rivestimento interno del sottovia è costituito da un muro ad "U" con soletta di spessore pari a 0,85 m e piedritti di spessore pari a 0,40 m.

I piedritti del muro ad "U" sono vincolati a taglio all'estradosso della soletta superiore mediante spezzoni d'armatura.

Il sottovia in oggetto ha dimensioni nette interne pari a: b = 12,00 m, h = var. da 6,15 m a 6,25 m;

Il ricoprimento in asse alla strada, cioè la distanza media tra la quota del piano stradale e l'estradosso della soletta superiore, è pari circa a 1,5 m.

In corrispondenza dell'intersezione tra Via Pietramellara e la linea della metrotramvia di futura realizzazione è stato previsto un concio speciale per la risoluzione dell'interferenza costituito da una struttura scatolare. Tale scatolare è previsto in sostituzione della soluzione standard poiché i diaframmi avrebbero interferito con la galleria sottostante del metrò. Le dimensioni dell'opera in oggetto sono: lunghezza 21 m, luce interna 12.00 m ed altezza interna 6.15 m; lo spessore degli elementi costituenti la struttura è pari a 1.20 m. Il manufatto è appoggiato alle estremità su due file di diaframmi di spessore 1.20 m e di lunghezza 24 m.

Lo scopo è quello di realizzare un portale per consentire il passaggio della galleria della futura linea metropolitana.

Propedeutico alla realizzazione dello scatolare sono le due paratie in coronelle in jet-grouting, (L = 15.00 m) tirantate, disposte in senso longitudinale, per consentire lo scavo all'interno, senza interferire con la viabilità adiacente all'opera in oggetto.

Nel seguito si riporta la sezione longitudinale del concio speciale.

Per l'approfondimento e i dettagli delle problematiche strutturali si rimanda alla specifica relazione strutturale.

#### **1.3.4 Piazza XX Settembre –Sottopasso pedonale**

Il sottopasso pedonale, uno scatolare in c.a. di dimensioni nette di ml. 4.00x3.00 e pareti spesse 45 cm, è costituito da una canna centrale lunga 26.00 m, in corrispondenza dell'attraversamento della Via Pietramellara, realizzata sopra la galleria stradale, e da due tronchi laterali comprensivi delle rampe per l'ingresso e l'uscita dal sottopassaggio.

Il sottopasso è posizionato a quota -4.00 rispetto alla quota stradale.

---

## 1.4 LE VARIANTI IN CORSO DI AFFIDAMENTO

### 1.4.1 Prescrizioni CIPE 2006

In corso di affidamento fu trasmesso un nuovo progetto in rev 1 con il recepimento delle prescrizioni della Delibera CIPE n°129/2006, il progettista ha recepito anche la prescrizione n.59-CIPE 2006, riguardante la sostituzione della pavimentazione pedonale in lastre di granito sulla Piazza Medaglie d'Oro con cubetti di porfido posati su sabbia e massetto di sottofondo in cls.

Sono inoltre stati introdotti consolidamenti del terreno più consoni con l'intervento in oggetto, in linea con le prescrizioni CIPE 2006, ed in particolare:

#### Parcheggio Interrato

Il tratto perimetrale lato nord, est ed ovest è caratterizzato da una paratia di pali tangenti tipo CAP (Cased Auger Pile - pali trelicon tubati) di diametro 600 mm ed interasse 0.7 m, lunghezza L=20m ridotta a L=16m ogni circa 8m per ridurre le interferenze con la falda profonda.

Sul lato del Sottovia Pietramellara le opere provvisionali del parcheggio corrispondono con le paratie  $\phi 920$  dello stesso Sottovia in quanto la realizzazione del parcheggio è prevista dopo la realizzazione del Sottovia stesso.

#### Interramento Via Pietramellara

Si prevedono le seguenti tipologie di opere di sostegno:

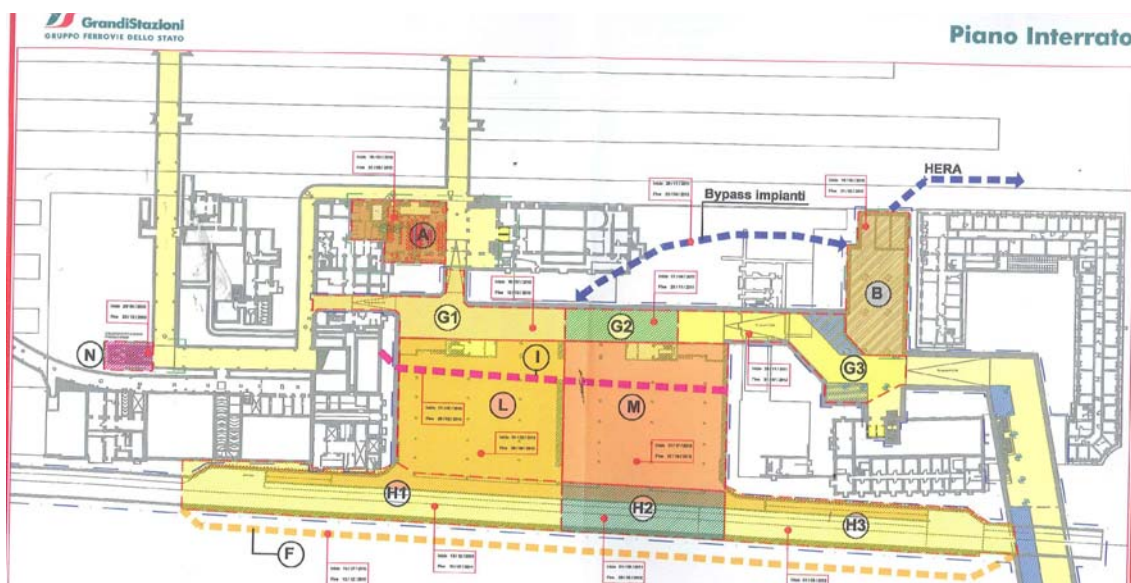
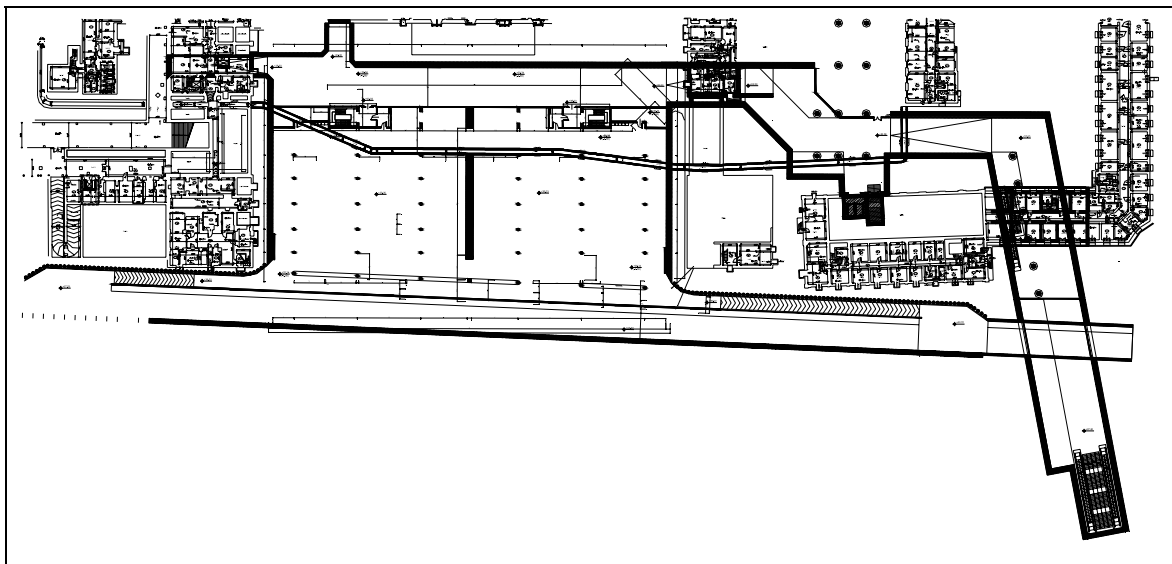
- tratto con scatolare chiuso e ricoprimento finale: paratie contrapposte di pali secanti tipo CSP (Cased Secant Pile – pali trelicon tubati) di diametro 920 mm, interasse 0.75 m, lunghezza variabile da 10 a 12m. Gli scavi sono effettuati con il metodo top-down (realizzazione della copertura prima dello scavo). Si prevede il ritombamento dello scatolare e sovraccarico finale stradale. Tale sezione è caratterizzata da una larghezza corrente fra asse paratie pali di 9.2 m con allargamenti fino a 13.5 m circa in corrispondenza delle rampe di accesso ed uscita dal parcheggio.
- tratto con scatolare aperto con puntoni sommitali definitivi costituiti da travi in c.a.: paratie contrapposte di pali secanti tipo CSP (Cased Secant Pile – pali trelicon tubati) di diametro 920 mm, interasse 0.75 m, lunghezza 11 m. Le paratie sono contrastate in testa da puntoni definitivi in calcestruzzo, da realizzare prima degli scavi, in modo da contenere le deformate della struttura.
- tratto con scatolare aperto con puntoni sommitali provvisionali costituiti da tubolari in acciaio: paratie contrapposte di pali tangenti tipo CAP (Cased Auger Pile – pali trelicon tubati) di diametro 800 mm ed interasse 0.8 m, lunghezza variabile (9m; 12m; 15m). Le paratie sono contrastate in testa da puntoni metallici, da inserire prima degli scavi, in modo da contenere le deformate della struttura; questi elementi provvisionali andranno rimossi una volta realizzata la platea di fondo.

## *L'ATTO RICOGNITIVO*

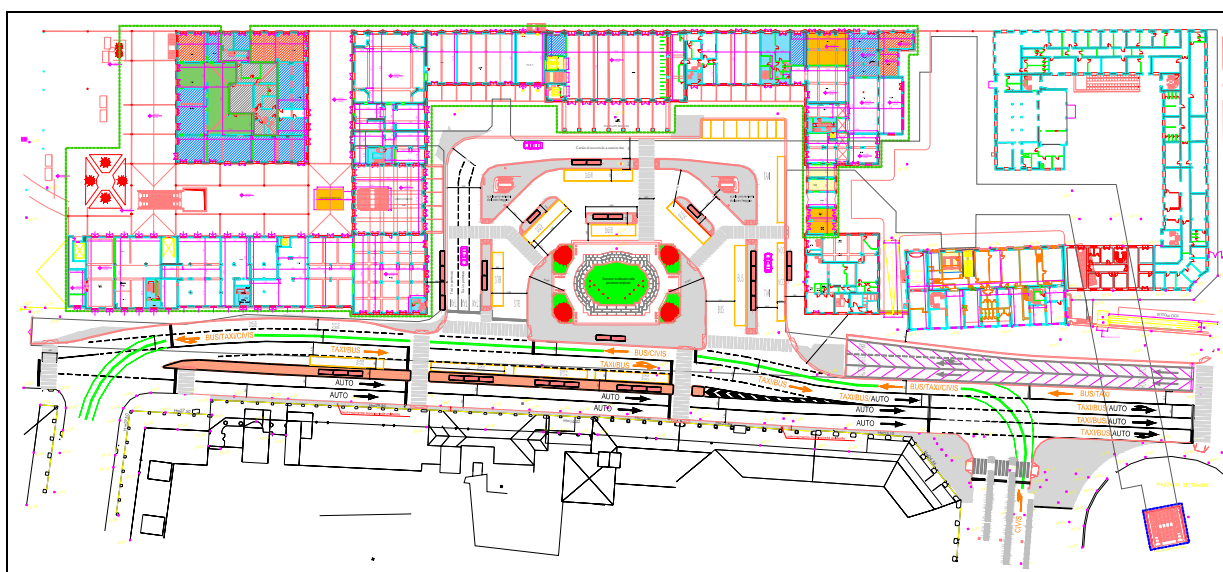
Nel settembre 2009 a seguito di cessione di ramo d'azienda di BTP SpA subentra alla stessa l'impresa Ing. Claudio Salini SpA e successivamente ad essa subentra la Satrel SpA, che sottoscrive nuovi e diversi allegati progettuali ed elaborati del progetto definitivo.

Il nuovo progetto prevede una diversa definizione degli interventi da realizzare.





Il parcheggio interrato si svilupperà su una sola quota, la sezione di interramento di via Pietramellara consta di due sole corsie in una direzione di marcia, il sottopasso di via XX Settembre viene modificato, le opere non interferiscono più con la prevista metropolitana ad est



---

## 1.5 ADEGUAMENTI APPORTATI NELLO SVILUPPO DEL PROGETTO ESECUTIVO

Qui di seguito verranno evidenziate le scelte architettonico/strutturali adottate in alternativa a quanto previsto dal Progetto Definitivo Affidato e in variante.

In questa fase esecutiva è stato analizzato a fondo il tema delle interferenze delle opere di sostegno sulla falda, mediante indagini e successiva relazione geologica ed idrogeologica, come riportato negli elaborati RIQBOC001\_E\_OE\_0\_RT\_13\_01 e RIQBOC001\_E\_OE\_0\_RT\_59\_00 facenti parte del progetto esecutivo.

Lo studio dei cedimenti indotti dagli scavi negli edifici adiacenti, sarà eseguito prima dell'inizio delle opere, in ottemperanza alle prescrizioni della Delibera CIPE n°129/2006

### 1.5.1 Parcheggio Interrato

Sono stati fatti interventi di miglioria strutturale e sono state modificate alcune finiture, in particolare:

- si è optato per la realizzazione di solai gettati in opera anziché prefabbricati, al fine di contenere al massimo i disagi derivanti dalla cantierizzazione di elementi che hanno una movimentazione difficile in un ambiente urbano densamente trafficato

- si è scelto l'utilizzo per le strutture perimetrali ed i solai di calcestruzzo SCC. Il calcestruzzo autocompattante (SCC) è un cls speciale che viene messo in opera e compattato senza intervento di mezzi esterni, con la sola forza di gravità. Si differenzia dal cls ordinario per la fluidità (scorrimento libero in assenza di vincoli), per la capacità di attraversare gli ostacoli, e garantisce inoltre una naturale protezione all'umidità di risalita dal terreno.

- è stata modificata la pavimentazione dell'area di parcheggio con l'inserimento di una pavimentazione in cls fibrorinforzato (sp=medio 12cm), con finitura superficiale in resina e polvere di quarzo, tale pavimentazione è maggiormente resistente all'usura e quindi richiede una minore manutenzione.

### 1.5.2 Interramento Via Pietramellara

Sono stati fatti interventi di miglioria strutturale:

- si è optato per la realizzazione di solai gettati in opera anziché prefabbricati, al fine di contenere al massimo i disagi derivanti dalla cantierizzazione di elementi che hanno una movimentazione difficile in un ambiente urbano densamente trafficato

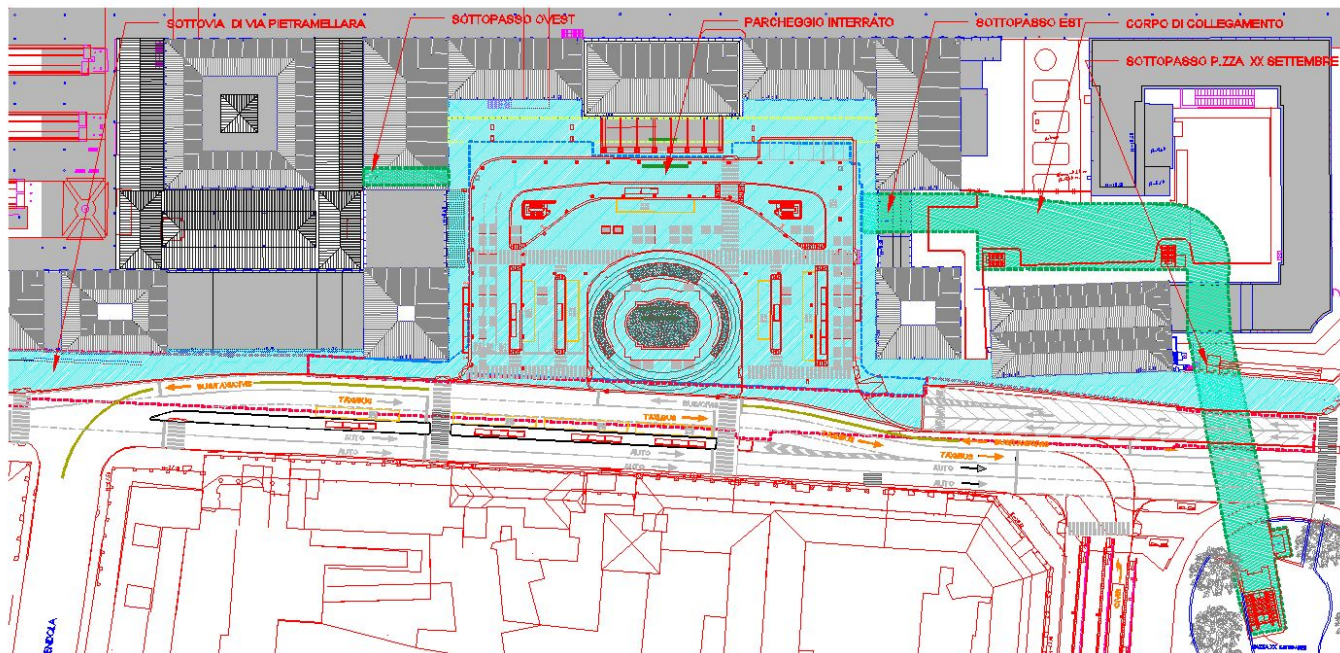
- si è scelto l'utilizzo di per le strutture perimetrali ed i solai di calcestruzzo SCC. Il calcestruzzo autocompattante (SCC) è un cls speciale che viene messo in opera e compattato senza intervento di mezzi esterni, con la sola forza di gravità.

A lato sud dell'interramento di Via Pietramellara è previsto lo spostamento di un tratto di fognatura che si prevede di realizzare a sezione rettangolare di dimensione maggiore dell'esistente per garantire una maggiore efficienza nel tratto che viene realizzato.

### 1.5.3 Inquadramento dell'intervento

L'intervento si inquadra mediante le WBS seguenti:

- Sistemazione esterna di Piazza medaglie d'oro
- Parcheggio interrato
- Sottovia di via Pietramellara
- Sottopasso di collegamento EST
- Corpo di collegamento
- Sottopasso di collegamento Piazza XX Settembre
- Sottopasso di collegamento OVEST



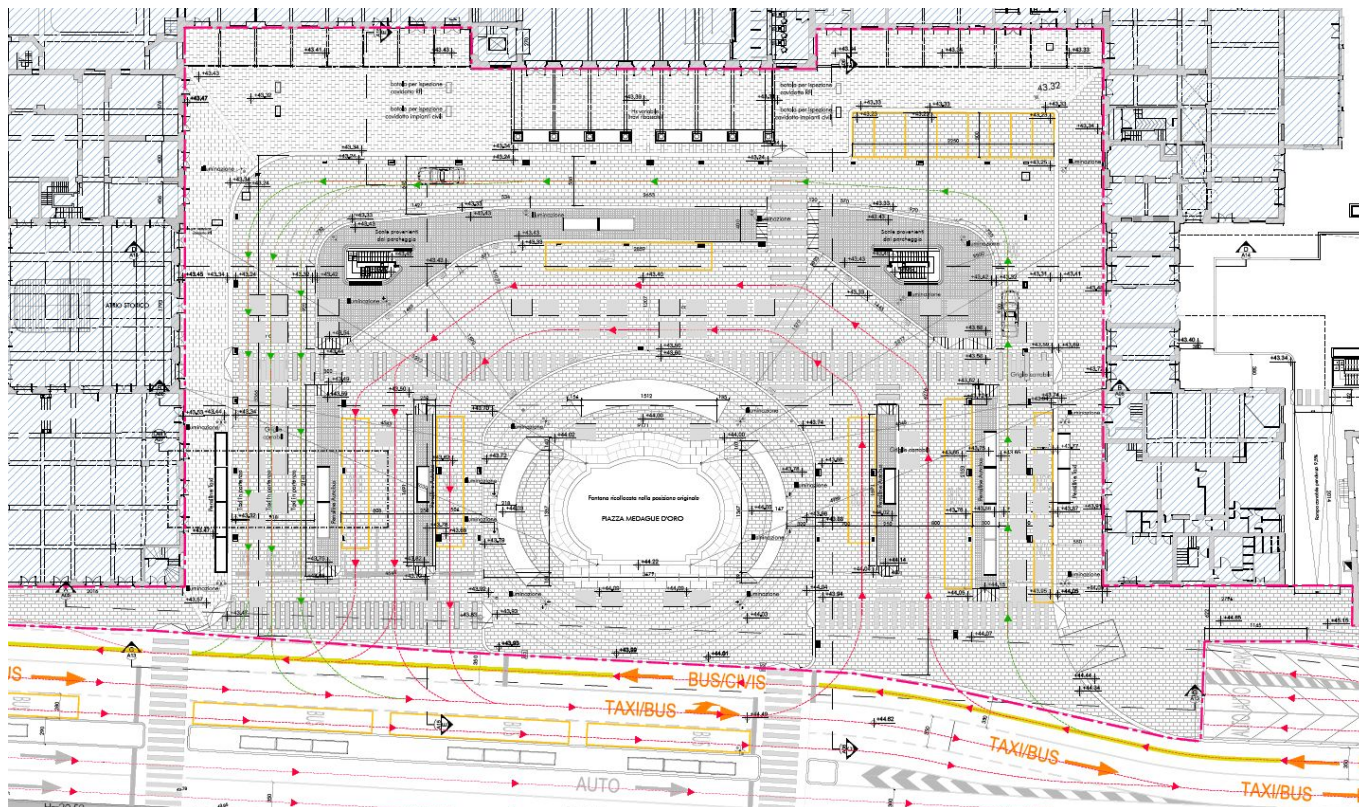


## 2. IL PROGETTO ESECUTIVO SVILUPPATO

### 1.6 PIAZZA MEDAGLIE D'ORO

#### Criteri progettuali

L'intervento prevede la risistemazione del piazzale antistante la stazione attraverso una totale ridefinizione dei flussi veicolari e pedonali. Il fulcro intorno a cui ruotano le funzioni della piazza è la Fontana della Vasca Centrale.



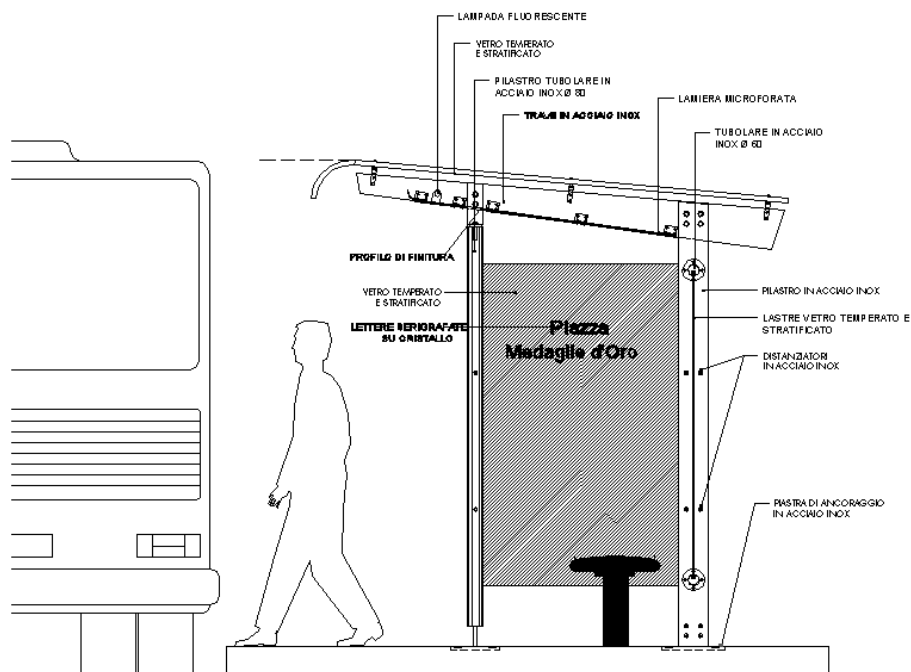
Il progetto ha dovuto necessariamente prendere atto del perimetro dei marciapiedi esistenti e delle loro quote, (relazionate agli accessi dei vari corpi di stazione) e, dopo aver definito le quote di scorrimento delle acque meteoriche, stabilito il pacchetto di finitura a partire dall'estradosso del solettone di copertura del pk interrato, ha messo in relazione le opere interrate progettate nell'ambito dell'adeguamento e riqualificazione opere interne con le opere complementari relative alle infrastrutture, ovvero parcheggio interrato, interrimento di via Pietramellara, rampe di accesso ed egresso, sottopasso per via XX Settembre.

Nel seguito viene illustrato il funzionamento del sistema della viabilità.

L'ingresso al parcheggio interrato avviene da via Pietramellara in proseguimento da via Angelo Masini mediante rampa che si dirama dall'interrimento di via Pietramellara, il parcheggio sviluppa un proprio senso di marcia fino all'uscita dal lato opposto mediante rampa che si immette sulla sezione di via Pietramellara che risale in superficie oltre la stazione.

A Piazza della Stazione hanno accesso bus e taxi in corsie riservate, i taxi sul lato più interno ed accumulo sul lato sinistro in uscita dalla piazza, gli autobus in pubblico servizio sul percorso più centrale.

Sul ritombamento di via Pietramellara sono previste una corsia di bus/taxi in attraversamento direzione ovest-est, una corsia taxi/bus in direzione opposta ovest/est più una corsia di sosta bus stessa direzione; inoltre permangono le due corsie direzione ovest/est destinate al traffico cittadino. Si ricorda che il traffico della direzione opposta è disimpegnato dalla sezione di interrimento.



Gli elementi strutturali compresi nell'intervento consistono in pensiline in corrispondenza delle fermate autobus e taxi, con struttura portante di pilastri e travi in acciaio inox e copertura in vetro temperato e stratificato.

#### Elementi di architettura e finitura

Gli elementi architettonici più significativi sono costituiti principalmente dai gruppi scale provenienti dal parcheggio, dalle pensiline per l'attesa bus e dalle nuove pavimentazioni.

La pensilina di protezione alla fermate dei taxi e degli autobus è formata da pilastri costituiti da profili piatti accoppiati in acciaio inox e da pilastri tubolari in acciaio inox dello spessore di 80 mm. Tra i pilastri delle campate è stata posizionata una coppia di tubolari orizzontali in acciaio inox dello spessore di 60 mm contenenti lastre modulari di vetro temperato e stratificato delle dimensioni di cm 150x200. La copertura è costituita da travi di acciaio di altezza variabile il cui estradosso è rivestito in lastre di vetro temperato e stratificato. Una lamiera microforata è prevista sotto la copertura in vetro al fine di schermare i raggi solari.

I percorsi pedonali sono differenziati e caratterizzati dalla pavimentazione: le zone su cui si attestano le uscite della stazione e l'arrivo e la partenza dei taxi sono pavimentate in cubetti in porfido 8x8x8cm.

La restante pavimentazione carrabile del piazzale sarà realizzata con lastre di granito (Serizzo) 30x20x15cm.

Le pavimentazione sotto il porticato sarà raccordata con le pavimentazioni esterne utilizzando gli stessi materiali.

I grigliati utilizzati sono realizzati con acciaio elettroforgiato che ben si inserisce con la colorazione della pietra utilizzata, creando una continuità visiva con la pavimentazione stessa.

Notevole attenzione è stata dedicata per rendere fruibile tutto il piazzale anche da parte dei disabili motori: i dislivelli, ove presenti, vengono superati da apposite rampette di pendenza non superiore all'8%.

#### Superamento delle barriere architettoniche

La sistemazione superficiale della piazza è stata progettata nel rispetto della normativa vigente, sull'abbattimento delle barriere architettoniche, "DM LLPP 14 giugno 1989, n. 236".

In particolare, tutte le aree pedonali presentano caratteristiche compatibili alle prescrizioni di legge:

le pavimentazioni sono tutte in piano e antisdrucchiolo;

i grigliati utilizzati nei calpestii hanno maglie con vuoti tali da non costituire pericolo od ostacolo;

tutti gli attraversamenti pedonali sono serviti da appositi scivoli con pendenza non superiore all'8%.

I percorsi per persone con impedite capacità sensoriali saranno articolati in codici informativi idonei a fornire indicazioni direzionali attraverso quattro differenti canali:

- il senso tattile plantare
- il senso tattile manuale (attraverso il bastone bianco)
- l'udito

- il contrasto cromatico o, più esattamente, di luminanza ( per gli ipovedenti ).

L'inizio e la fine delle rampe, attraversamenti e incroci devono essere segnalati ai disabili visivi da elementi modulari della pavimentazione ai sensi dell'art. 1 DPR 24 luglio 1996 n.503, in fase di progettazione esecutiva.

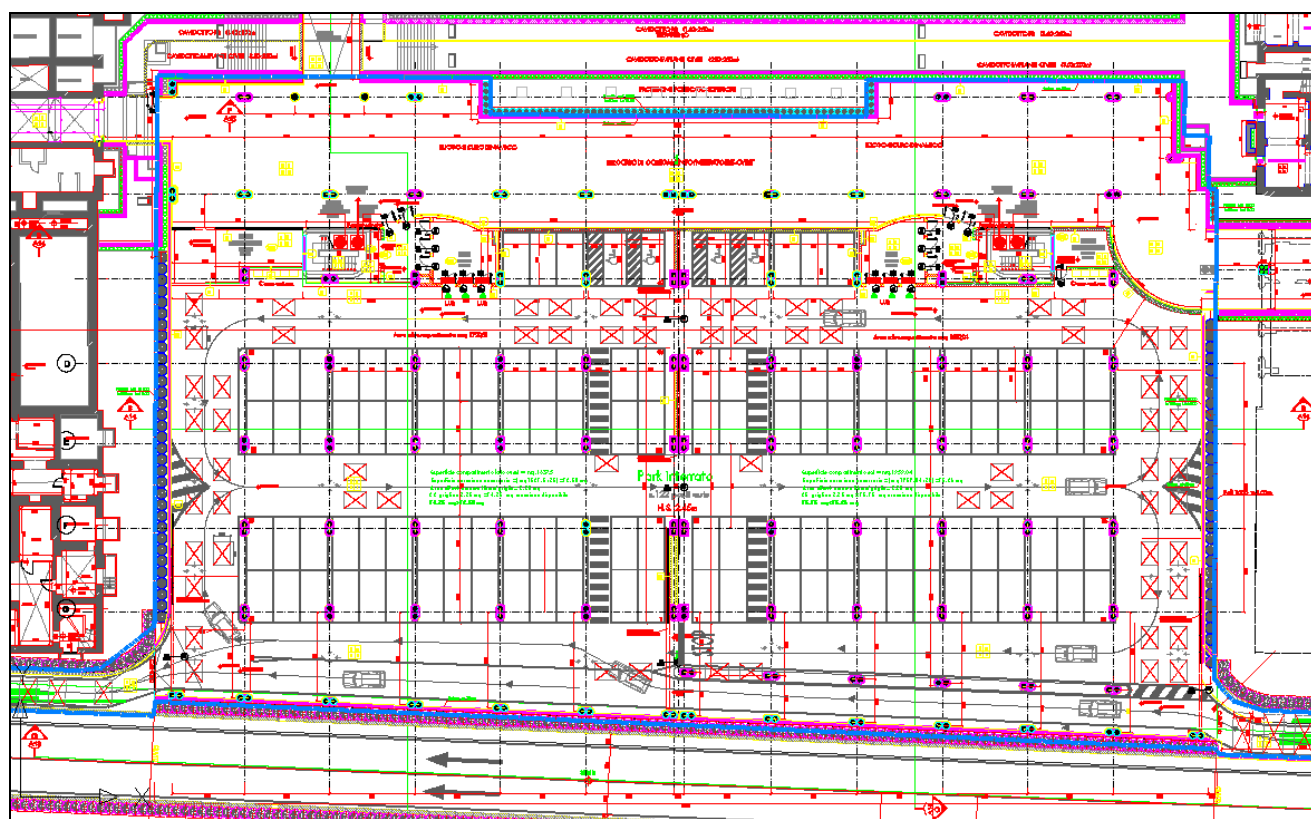
## 1.7 PARCHEGGIO INTERRATO

### Criteri progettuali

Il parcheggio interrato consta di un solo piano attestato a quota 39.79. ed è progettato per n° 122 posti auto, di cui 4 per disabili.

L'accesso al parcheggio avviene con rampa da est che si dirama da via Pietramellara ed accede al pk in destra; all'interno è stabilito un senso unico di percorrenza per la ricerca dello stalli libero. L'uscita dal pk avviene sempre con rampa ad ovest.

Gli stalli di dimensione 4,75x2,40 m sono disposti a pettine nel senso longitudinale. Le rampe di accesso e uscita di larghezza pari a 2,75 m e pendenza del 12%, sono collocate in posizione contrapposta rispettivamente lungo gli estremi dell'opera.



La superficie del parcheggio risulta come unico compartimento di superficie 3727 mq.; le ventilazioni naturali sono ricavate con aperture pari a 1/25 della superficie di parcheggio e affacciate su uno spazio libero della piazza.

Le griglie di ventilazione naturale sono state così calcolate:

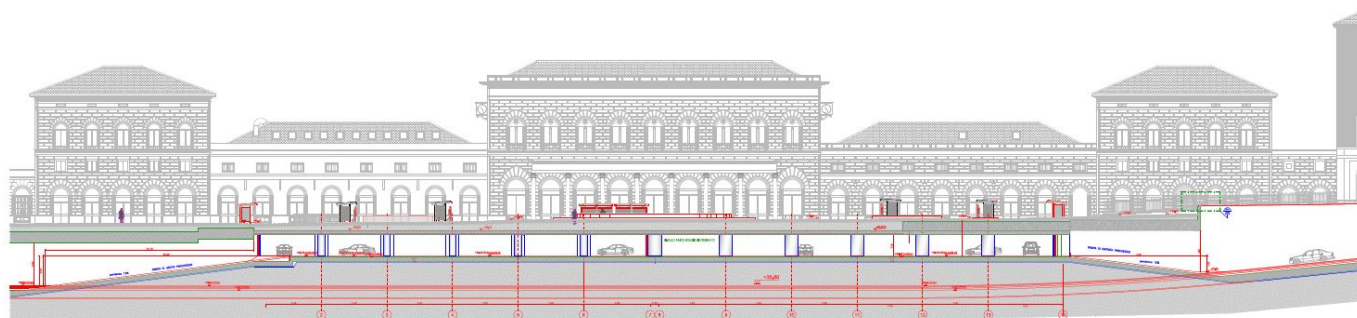
- COMPARTIMENTO 3727 mq
- AFFOLLAMENTO 38 persone
- SUPERFICIE NETTA DI VENTILAZIONE  $(3727 / 25 =) 149,08$  mq
- VENTILAZIONE RAMPA INGRESSO  $(4 \times 3 =) 12$  mq
- NUMERO GRIGLIE DI AERAZIONE  $(149,08 - 12 = 137,08 / 2,25 = 61 \rightarrow 62$  griglie 2x1,5 con percentuale di apertura del 75 %)

Le griglie sono antitacco e carrabili in Classe 4 – secondo la norma UNI 11002-1.

L'accesso alle due uscite di sicurezza, raggiungibili con percorsi inferiori a 50 m. avviene tramite una zona filtro che immette in un luogo statico sicuro.



Al limite nord del parcheggio è ubicata una fascia di servizi che contiene le uscite di sicurezza, i luoghi sicuri. Sono previsti ai lati dei corpi scala di risalita alla piazza due locali a disposizione.



### Elementi di architettura e finitura

Nelle zone di parcheggio si è usata una pavimentazione industriale in cls fibrorinforzato, mentre le pareti lasciate a vista sono protette con vernici trasparenti.

Nei locali di servizio e nelle zone non accessibili al pubblico si farà uso di pavimenti in piastrelle di gres di cm 15x7,5 di colore grigio chiaro o avorio, con finitura opaca antisdrucciolo.

Per i locali di transito destinati al pubblico (scale di uscita) si useranno pavimenti in granito, bocciardato fine con trattamento antiscivolo, formato 45x90. Lo stesso materiale, dalle elevate caratteristiche di resistenza all'usura, è stato scelto per rivestire le scale fisse: gradi di spessore uguale a 3 cm con scanalature antisdrucciolo e sottogradi di spessore 2 cm.

### Aspetti strutturali

L'intera struttura insiste su una platea di fondazione superficiale con piano di posa posto a quota +39.14slm. La struttura del parcheggio è interrata ed è costituita da una maglia di pilastri di sezione 60x160cm disposti ad un passo di circa 7,60m. Lungo il perimetro sono presenti pareti in c.a. spessore 30cm. La copertura e la fondazione sono realizzate in soletta piena spessore 50cm.

L'opera è realizzata con il sistema bottom up; è quindi prevista la realizzazione di paratie provvisorie per la realizzazione dello scavo.

Il tratto perimetrale lato nord, est ed ovest è caratterizzato da una paratia di pali tangenti tipo CAP (Cased Auger Pile - pali trelicon tubati) di diametro 600 mm ed interasse 0.7 m, lunghezza L=20m ridotta a L=16m ogni circa 8m per ridurre le interferenze con la falda profonda.

Sul lato del Sottovia Pietramellara le opere provvisorie del parcheggio corrispondono con le paratie  $\phi 1000$  dello stesso Sottovia in quanto la realizzazione del parcheggio è prevista dopo la realizzazione del Sottovia stesso.

Internamente in aderenza al terreno consolidato sono realizzate le pareti in c.a. spessore 30cm con la funzione, oltre quella di sostenere la soletta di copertura, di dotare perimetralmente il manufatto di una finitura superficiale faccia a vista.

Il sistema tipico per i solai in c.a. è quello della soletta piena ad armatura incrociata con portanza bidirezionale (solaio a fungo). Questa tipologia di costruzione permette di utilizzare al massimo l'altezza interpiano, con spessori strutturali limitati e assenza di travi ribassate.

Le rampe carrabili di collegamento con il livello stradale esterno verranno realizzate con solette piene in c.a. di spessore pari a 30cm appoggiate ai lati su pareti in c.a. in opera anch'esse di spessore pari a 30cm.

### Superamento delle barriere architettoniche

Il parcheggio è stato progettato nel rispetto della normativa sull'abbattimento delle barriere architettoniche, "DM LLPP 14 giugno 1989, n. 236".

In relazione al numero complessivo di p.a. previsti, sono stati predisposti dei posti di dimensioni 3,40x4,80 mt per portatori di handicap per complessivi 4 posti auto.

Ogni corridoio o percorso di transito pedonale presenta larghezze non inferiori a mt 1,50.



Le porte di accesso agli spazi comuni, apribili tutte verso l'esterno, sono state progettate per essere facilmente manovrabili consentendo un passaggio netto da ingombri non inferiore a cm 120; sono stati dimensionati adeguatamente, anche gli spazi antistanti e retrostanti le porte stesse compresi i locali adibiti a filtro a prova di fumo ed i pianerottoli antistanti gli accessi agli ascensori ed alle scale.

I pavimenti presenti nelle parti comuni sono orizzontali e complanari tra loro e antisdrucchiolo.

I terminali degli impianti quali gli interruttori di luce, pulsanti di comando, citofoni, etc. , sono posizionati ad un'altezza non superiore ai cm 140.

Le scale presentano un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo con alzate e pedate regolari. La larghezza di ogni rampa e dei pianerottoli è di cm 120. Il corrimano è installato su entrambi i lati.

I percorsi per persone con impedite capacità sensoriali saranno articolati in codici informativi idonei a fornire indicazioni direzionali attraverso quattro differenti canali:

- il senso tattile plantare
- il senso tattile manuale ( attraverso il bastone bianco )
- l'udito
- il contrasto cromatico o, più esattamente, di luminanza ( per gli ipovedenti ).

I segnali per il senso tattile plantare (percorsi Loges) vengono posizionati nel percorso di collegamento Est/Ovest posto in fregio al parcheggio interrato.

## 1.8 PIAZZA XX SETTEMBRE–SOTTOPASSAGGIO PEDONALE–CORPO DI COLLEGAMENTO E SOTTOPASSO EST

I percorsi pedonali di attraversamento della stazione di Bologna sono soprattutto quelli riportati alla quota interrato, essi attraversano i binari risalgono all'interno della stazione, ma proseguono anche a livello interrato per raggiungere il nuovo parcheggio o per proseguire verso Piazza XX Settembre.

Infatti in fregio al parcheggio viene realizzato un nuovo collegamento direzione ovest-est che prosegue al disotto del cortile interno di stazione tra i fabbricati esistenti cosiddetti “ferro di cavallo” per sbucare in Piazza XX Settembre con un corpo scale dotato di due scale mobili.

La realizzazione del sottopasso pedonale che attraversa Via Pietramellara è parte di un'opera più ampia che prevede di collegare i sottopassi dei binari a Piazza XX Settembre, attraversando in sotterraneo l'intera stazione e il cortile dell'edificio ferro di cavallo.

L'opera prevede di bypassare l'interramento di via Pietramellara per riemergere con scale ed ascensori in Piazza XX Settembre.

Infatti dopo l'attraversamento del fascio di binari si accede al percorso retrostante il nuovo parcheggio interrato e ci si avvia al **sottopasso est**, che mette in comunicazione l'interrato di stazione con l'interrato dell'edificio ferro di cavallo.

La comunicazione avviene attraverso un nuovo corpo di collegamento interrato, rispetto al cortile interno e con successivo passaggio nell'edificio esistente, sempre all'interno del suo interrato, si accede al camminamento posto sotto via Pietramellara e si giunge a Piazza XX Settembre.

### Aspetti strutturali

Dal punto di vista strutturale l'opera è suddivisa in 3 interventi: Sottopasso Est, Corpo di Collegamento e Sottopasso XX Settembre.

### Sottopasso Est

Il sottopasso Est unisce il parcheggio interrato al Corpo di Collegamento. Il sottopasso è costituito da 2 corpi a sezione scatolare, aventi altezze differenti e giuntati fra di loro. Nel primo corpo sono presenti anche dei pilastri realizzati mediante l'accostamento di 4 micropali D300. Le solette di copertura e di base hanno, rispettivamente, spessori di 50 cm e 60 cm; le pareti laterali dello scatolare hanno spessore di 50 cm.

### Corpo di collegamento

Questa porzione di sottopasso viene realizzata all'interno del cortile di pertinenza della stazione e richiede uno scavo di circa 5.3 m, da realizzarsi con il metodo bottom – up. Solo successivamente alla realizzazione dello scavo si provvederà quindi a realizzare all'interno dello scavo uno scatolare in c.a.

Lo scavo verrà eseguito utilizzando pali trivellati di diametro  $D = 1000$  mm, posti ad un interasse di 1.10 m l'uno dall'altro. Questi pali assicurano un'opportuna rigidezza all'opera di sostegno e limitano gli spostamenti indotti sugli edifici presenti nelle vicinanze.

La struttura scatolare è completamente interrata ed è realizzata fra le paratie di pali  $\phi 1000/1100$  mm. Le solette di copertura e di fondazione hanno, rispettivamente, spessori di 50 e 60 cm, mentre le pareti hanno spessore di 50 cm. Le luci delle solette sono spezzate da pilastri 80x80 posti ad interasse di 4.45 m. Sono, inoltre, presenti due corpi scala, con scale in c.a. realizzate a soletta rampante di spessore pari a 20 cm ed un nucleo ascensore, con pareti perimetrali di spessore pari a 20 cm. L'intero corpo di collegamento è realizzato mediante due strutture giuntate.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un varco passante attraverso l'edificio esistente che separa il Corpo di collegamento dal Sottopasso XX Settembre. Tale varco è caratterizzato da un'apertura totale netta di circa 5,00m, realizzata sostituendo alcuni paramenti murari con telai in acciaio orditi parallelamente al lato lungo del fabbricato. In particolare, l'intervento prevede la totale eliminazione di uno dei paramenti murari orditi parallelamente al lato corto del fabbricato ed il taglio di quelli orditi nella direzione ad essa ortogonale.

I telai sono fondati su plinti in calcestruzzo gettato in opera di 65cm di larghezza e 70 cm di spessore disposti parallelamente al lato corto. I plinti inoltre sono realizzati su micropali  $\phi 220$  di lunghezza pari a 12m e collegati da una soletta in calcestruzzo dello spessore di 30cm rappresentando una cerchiatura strutturale globale.

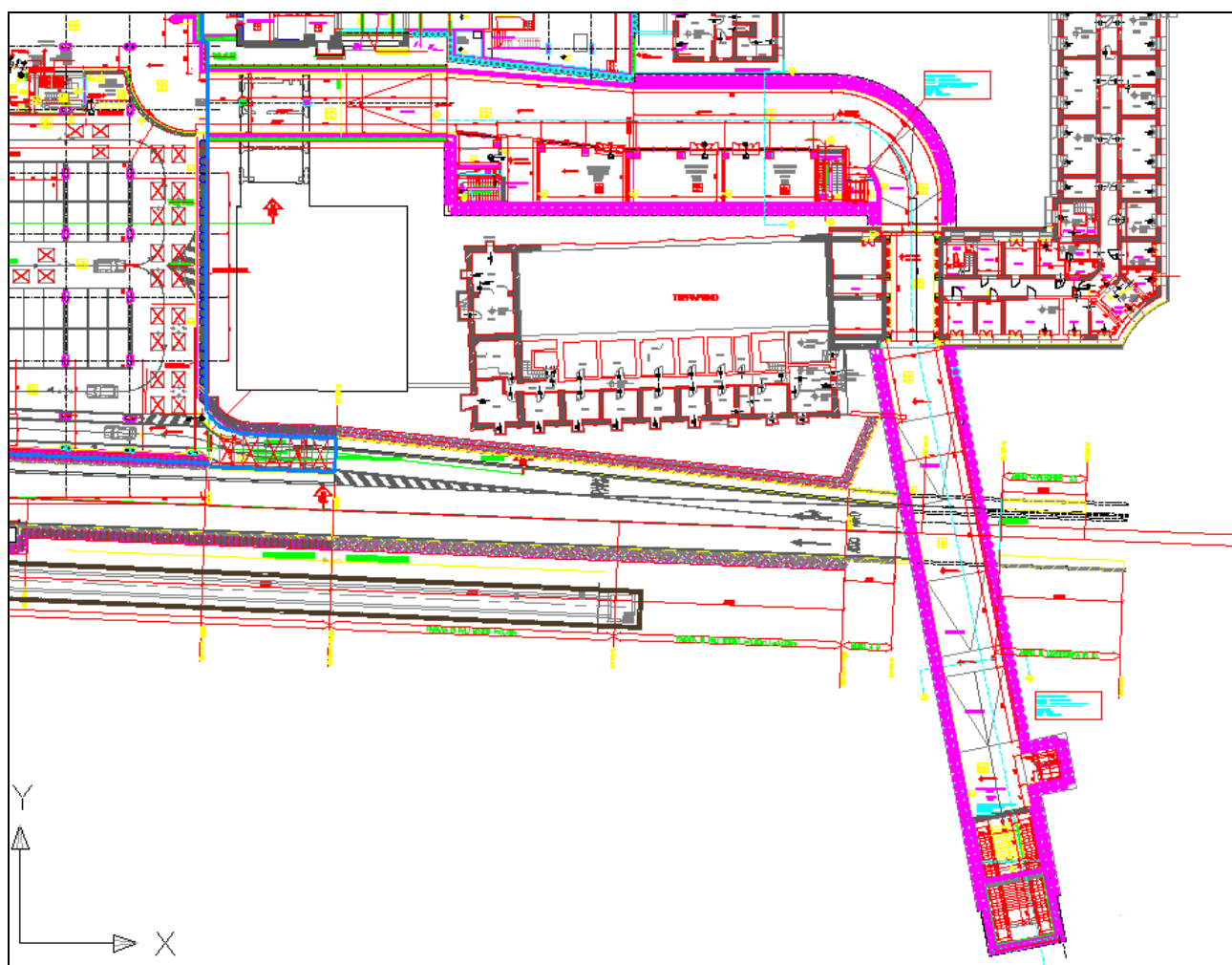
## Sottopasso XX Settembre

L'opera è realizzata con il sistema bottom up; è quindi prevista la realizzazione di paratie provvisionali per la realizzazione dello scavo.

Le paratie sono costituite da pali tangenti tipo CAP (Cased Auger Pile - pali treicon tubati) di diametro 600 mm ed interasse 0.7 m, lunghezza  $L=10-13\text{m}$  disposti sui due fronti dello scavo.

La struttura interrata è composta da due manufatti giuntati: uno scatolare ed il corpo scale: lo scatolare in c.a. è costituito da pareti di 50cm, soletta di copertura di 70cm e soletta di fondazione di 50cm. Il corpo scale è costituito da una struttura scatolare con pareti di spessori pari a 50 cm e 65 cm; la soletta di copertura di spessore pari a 40 cm nella zona rampante e 70 cm in prossimità della zona d'imbocco; la soletta di fondazione di spessore pari a 50 cm. La struttura ospita due scale mobili e una scala fissa, realizzata con soletta rampante di spessore pari a 20 cm e gradini riportati.

Il sottopasso è lungo m 55 e largo m 7; l'arrivo su Piazza XX Settembre è servito da una scala fissa e da due scale mobili laterali, inoltre è previsto il servizio di due ascensori.



I percorsi per persone con impedite capacità sensoriali saranno articolati in codici informativi idonei a fornire indicazioni direzionali attraverso quattro differenti canali:

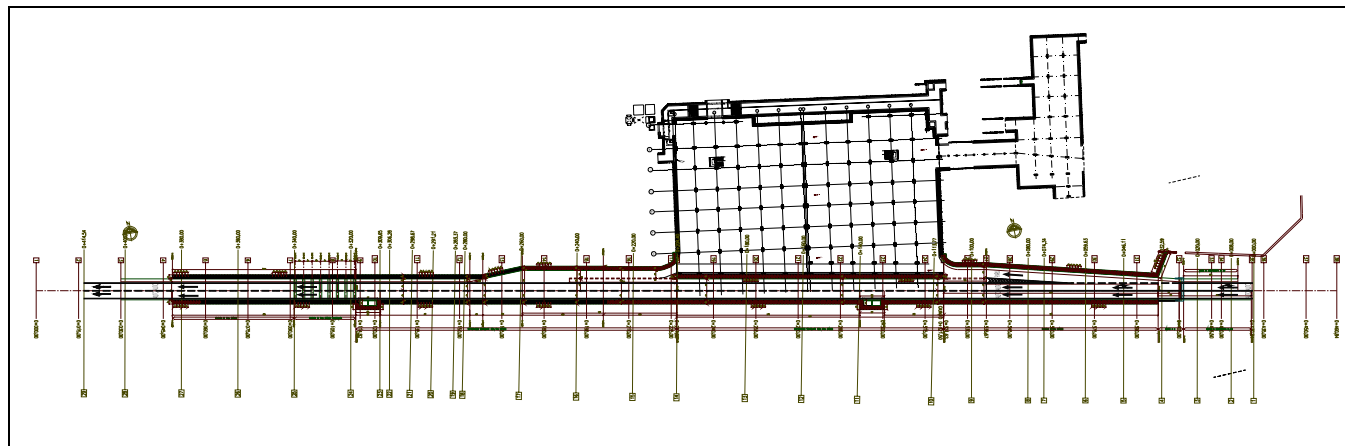
- il senso tattile plantare (percorsi Loges)
- il senso tattile manuale (attraverso il bastone bianco)



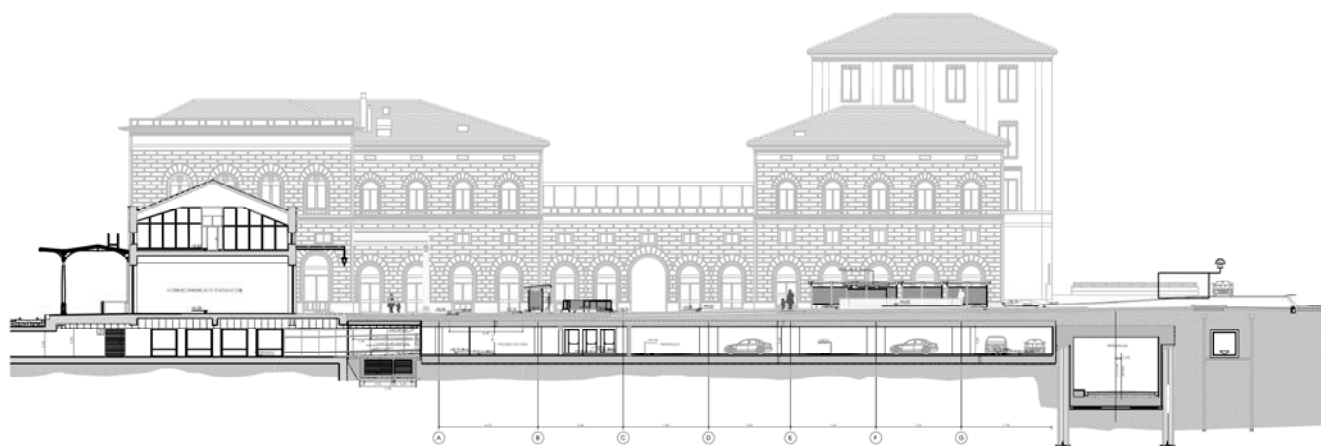
Le rampe d'imbocco sono costituite da muri di sostegno a sezione scatolare aperta ad U, e la protezione delle stesse è realizzata mediante un corrimano in acciaio inox, collegato mediante montanti in inox al muretto di protezione rivestito sul lato esterno in lastre di pietra (granito).

Le pareti interne della gallerie sono costituite da una paratia di pali, con lato interno regolarizzato da un getto di spritz beton di spessore medio di 5cm, con applicata una guaina impermeabilizzante, e successiva controparete interna in cls sp=30cm, con trattamento superficiale faccia a vista.

Con questa soluzione si è ridotta l'interferenza in corrispondenza dell'intersezione tra Via Pietramellara e il sottopasso di via XX Settembre.



Nella figura seguente è rappresentata la sezione interrata di via Pietramellara con a sinistra il parcheggio interrato e il nuovo cunicolo dei servizi, a sinistra la fogna esistente e la nuova fognatura che viene realizzata per effetto dell'interferenza della nuova opera.



Rispetto al Progetto Definitivo, sono state previste le seguenti modifiche tecniche:

- Esecuzione delle paratie con pali secanti tipo CSP (Cased Secant Pile – pali trelicon tubati) di diametro 920 mm, lunghezza variabile da 10 a 12 m ed interasse 0.75 m e pali tangenti tipo CAP (Cased Auger Pile – pali trelicon tubati) di diametro 800 mm ed interasse 0.8 m di lunghezza variabile da 9 m a 15 m, in luogo di diaframmi di spessore 1.2 m e lunghezza 20 m;

La tecnologia proposta è migliorativa rispetto alla soluzione del PD per i seguenti motivi:

- consente di minimizzare il disturbo agli edifici vicini,
- consente di procedere con lo scavo ed il getto senza di rischi di instabilità dello scavo,
- garantisce una maggiore velocità esecutiva con snellimento delle attrezzature di cantiere (non necessita di impianto circolazione di fanghi bentonitici),
- dove sono previsti CSP si garantisce una tenuta idraulica maggiore rispetto a quella dei diaframmi, in relazione alla difettosità fisiologica nella tenuta fra i setti di diaframma.

Per quanto concerne il trattamento del terreno sotto il fondo scavo con colonne in jet grouting (D=1200mm i=0.85m), si è ottimizzato l'intervento in termini di spessore di trattamento (2 m) e di profondità rispetto al fondo

scavo (al massimo 2 m sotto fondo scavo). Le indagini della campagna geognostica del 2007, hanno sostanzialmente confermato la presenza al di sotto del terreno di riporto di terreni prevalentemente coesivi limoso argillosi talvolta da sabbiosi a debolmente sabbiosi nell'ambito delle profondità di interesse progettuale, con valori di permeabilità basse di  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  m/s (prove Lefranc). Quindi il tampone di jet grouting è stato limitato nel tratto di opera con maggiore battente idraulico.

L'opera è realizzata utilizzando le seguenti sezioni strutturali, suddivise per tratti in funzione della progressiva:

Progressiva da 0+113,259 a 0+158,243 e da 0+226,930 a 0+321,500

Sezione per lo scatolare chiuso, con luce interna minima e ricoprimento massimo, avente le seguenti caratteristiche: solettone di copertura di spessore 1.00 m, solettone di base di spessore 0.70 m, paratie di pali CSP Ø920 ad interasse 0.75 m di lunghezza 10.0m, scavo massimo provvisorio a -9.55 m da p.c., distanza tra asse pali di 9.20 m, tampone di fondo in jet-grouting di spessore 2.0 m, ricoprimento definitivo di 2.0 m, scalzamento finale fino a quota -5.5 m da p.c. per l'esecuzione del parcheggio interrato dal lato di Piazza Medaglie d'Oro.

Progressiva da 0+158,243 a 0+226,930 e da 0+321,500 a 0+336,700

Sezione di calcolo per lo scatolare chiuso, con luce interna massima, avente le seguenti caratteristiche: distanza fra asse paratie di 12.5÷13.5m, solettone di copertura di spessore 1.20 m, solettone di base di spessore 0.70 m, paratie di pali CSP secanti Ø920 ad interasse 0.75 m di lunghezza 12.0m, tampone di fondo in jet-grouting di spessore 2.0 m posto 2 m sotto il fondo scavo; scavo massimo di circa 8.7 m da p.c. locale con ricoprimento definitivo sopra il solettone superiore di 1.0 m.

Progressiva da 0+089,259 a 0+113,259 e da 0+336,700 a 0+349,700

Sezione di calcolo per le paratie contrastate in testa da puntoni definitivi in c.a., avente le seguenti caratteristiche: distanza fra asse paratie di 9.2 m, puntoni definitivi sommitali in c.a. costituito da travi 80x80 cm ad interasse 3.0 m, paratie di pali CSP secanti Ø920 ad interasse 0.75 m di lunghezza 11.0 m, tampone di fondo in jet-grouting di spessore 2.0 m, solettone di base di spessore 0.70 m, scavo massimo a -8.2 m da p.c..

Progressiva da 0+048,259 a 0+089,259 e da 0+349,700 a 0+397,560

Sezione per le paratie contrastate in testa da puntoni provvisori in acciaio, avente le seguenti caratteristiche: paratie di pali Ø800 tangenti di lunghezza 15m (4a), 12m (4b), 9m (4c), distanza fra asse paratie 9.2 m, puntoni in acciaio provvisori sulla trave di coronamento Ø406.4÷10.0 ad interasse 6.0 m, da rimuovere dopo la realizzazione del solettone di base di spessore 0.50÷0.70 m, scavo massimo di 7.0 m da p.c..

---

## **1.10 SOTTOPASSO DI COLLEGAMENTO OVEST**

Il sottopasso Ovest è previsto per il collegamento pedonale tra il parcheggio interrato e il sottopassaggio esistente della stazione.

Il sottopasso di Collegamento Ovest prevede i seguenti interventi:

- Inserimento di telai metallici per la realizzazione di due aperture alle estremità del collegamento.
- La realizzazione di un nuovo solaio intermedio tra il piano interrato e il piano ferro.

Le aperture hanno un'altezza interna compresa tra lo spiccato e l'intradosso delle travi superiori pari a circa 2,50m per l'intervento 1 e 2,60m per l'intervento 2.

Le tipologie di intervento relative alle nuove aperture consistono generalmente nella cerchiatura dei vani, mediante profilati metallici accoppiati e solidarizzati alla parete muraria esistente attraverso barre di acciaio.

Tali interventi, non rientrano in quegli interventi per i quali la normativa vigente impone l'adeguamento del fabbricato (cambi di destinazione d'uso con incrementi dei carichi originari o alterazioni del comportamento globale preesistente), tuttavia pur essendo interventi localizzati su particolari elementi del fabbricato, risulta necessario il "miglioramento" dei singoli elementi strutturali.

A tal fine, gli interventi di cerchiatura non modificano in maniera sostanziale le condizioni statiche esistenti, contenendo notevolmente gli incrementi tensionali sulle pareti adiacenti dovuti ai carichi verticali e configurandosi conseguentemente come un miglioramento sismico della parete muraria interessata dall'intervento.

La realizzazione del nuovo solaio invece, risulta necessaria per poter eliminare il vano ascensore esistente che, essendo stato realizzato in tempi successivi a quelli del fabbricato, ha richiesto il taglio di una porzione della volta attraversata.