

LA LINEA "A" PROLUNGATA

I quasi cinque chilometri del prolungamento della linea "A" della metropolitana di Roma, con cinque stazioni, rappresentano l'intervento di costruzione di una ferrovia sotterranea più recente e importante in Italia, e pur trattandosi di un breve tratto si segnalano per la varietà tipologica e costruttiva sia delle stazioni che della linea

La linea "A" della metropolitana di Roma è la più utilizzata della rete, e collega i quartieri Tuscolano e Appio, nel settore sud-est della Capitale, con la stazione Termini e il centro storico, terminando poi a nord-ovest nel quartiere Prati, fino alla stazione "Ottaviano", immediatamente a lato della Città del Vaticano, servendo complessivamente un bacino di utenza di oltre 500 mila abitanti, residenti nei quartieri Prati, Aurelio, Trionfale e Primavalle. L'esigenza di prolungare la linea oltre la stazione di Ottaviano è stata presa in considerazione dal comune di Roma molto prima dell'apertura all'esercizio della linea, nel febbraio 1980: nel 1976 infatti, conseguite le necessarie approvazioni in sede comunale, ministeriale e regionale del prolungamento fino alla circonvallazione Cornelia, sono iniziati i lavori per la realizzazione dei primi elementi strutturali della galleria di corsa oltre il terminale di Ottaviano (in modo da acquisire in via definitiva la disponibilità dei contributi finanziari dello Stato, previsti dalle leggi 1042/69 e 493/75). Ma devono passare altri 15 anni perché possano prende-

re effettivamente il via i lavori: solo nel 1981 il Consiglio comunale decide di affidare in concessione alla Intermetro spa la progettazione esecutiva e, in via subordinata, la realizzazione del prolungamento, nonché dell'ampliamento del deposito di Osteria del Curato, indispensabile per l'ulteriore estensione della linea.

Inoltre, gli impegni economici assunti dal comune per l'ammodernamento della linea "B" - prolungata da Termini a Rebibbia e completamente ristrutturata da Termini a Laurentina - non hanno consentito di approvare subito il progetto esecutivo, disponibile dal 1983, rivisto poi a partire dal 1987.

Nel luglio 1991, acquisita (fra non poche difficoltà) la piena disponibilità dei finanziamenti, si giunge al perfezionamento della convenzione di concessione dei lavori alla Intermetro spa, per un corrispettivo forfettario globale di 1.163 miliardi di lire (escluso l'ampliamento del deposito di Osteria del Curato).

Nel 1993, con l'acquisizione delle principali aree, sono iniziati i lavori, avviati contemporaneamente su più fronti e per l'intera linea.



▲ Veduta degli accessi esterni alla stazione Cipro Musei Vaticani della linea A del metrò di Roma, inaugurata nel 1999.

COMMITTENTE

Comune di Roma.

CONCESSIONARIA

Intermetro spa.

PROGETTO

Intermetro spa.

Architettura delle stazioni:

Studio Transit Design.

Progettazione costruttiva delle stazioni (su incarico

delle imprese esecutrici): A.

G. Zechini, A. Dalenz

(stazione Cipro); F. Mirri

(stazione Valle Aurelia);

P. Lunardi (stazione

Baldo degli Ubaldi); A. G.

Zechini (stazione

Cornelia); U. Argnani

(stazione Battistini).

Progettazione costruttiva

della linea: C. Cassinis, A.

Dalenz, F. Mirri, E. Sylos

Labini, A. G. Zechini

(tratte di linea fra paratie);

A. Muller (gallerie a foro

cieco realizzate con scudo

Hydroshield).

CARATTERISTICHE

Lunghezza: 4,5 km.

Stazioni: 5.

Prima tratta linea: a

gallerie sovrapposte,

realizzate a cielo aperto.

Seconda tratta: a 2 canne a

binario unico (diametro

di scavo di 6,7 metri,

interno 5,8).

Terza tratta: a due canne,

una a binario unico

(diametro di scavo di 6,7

IL TRACCIATO

Il prolungamento della linea "A" inizia dall'asta di manovra a ovest del capolinea di "Ottaviano", in corrispondenza dell'incrocio di viale Giulio Cesare (che diviene poi via Candia) con via Leone IV, e prosegue verso nord-ovest, con un percorso di 4,5 chilometri e cinque nuove stazioni, raggiunge via Battistini e via dei Monti di Primavalle.

In questo modo, pur trattandosi di un tracciato relativamente breve, il prolungamento mette in comunicazione la linea "A" con uno degli anelli principali della viabilità stradale - la Circonvallazione Cornelia - e con l'ultima stazione si pone al centro del quartiere di Primavalle, a ovest della Città del Vaticano.

La prima stazione, denominata "Cipro-Musei Vaticani", sorge sull'area del vecchio deposito dell'azienda di trasporto pubblico - l'Atac - di via Angelo Emo, ed è accessibile da via Cipro, angolo piazzale degli Eroi, ai piedi della collina di Monte Mario.

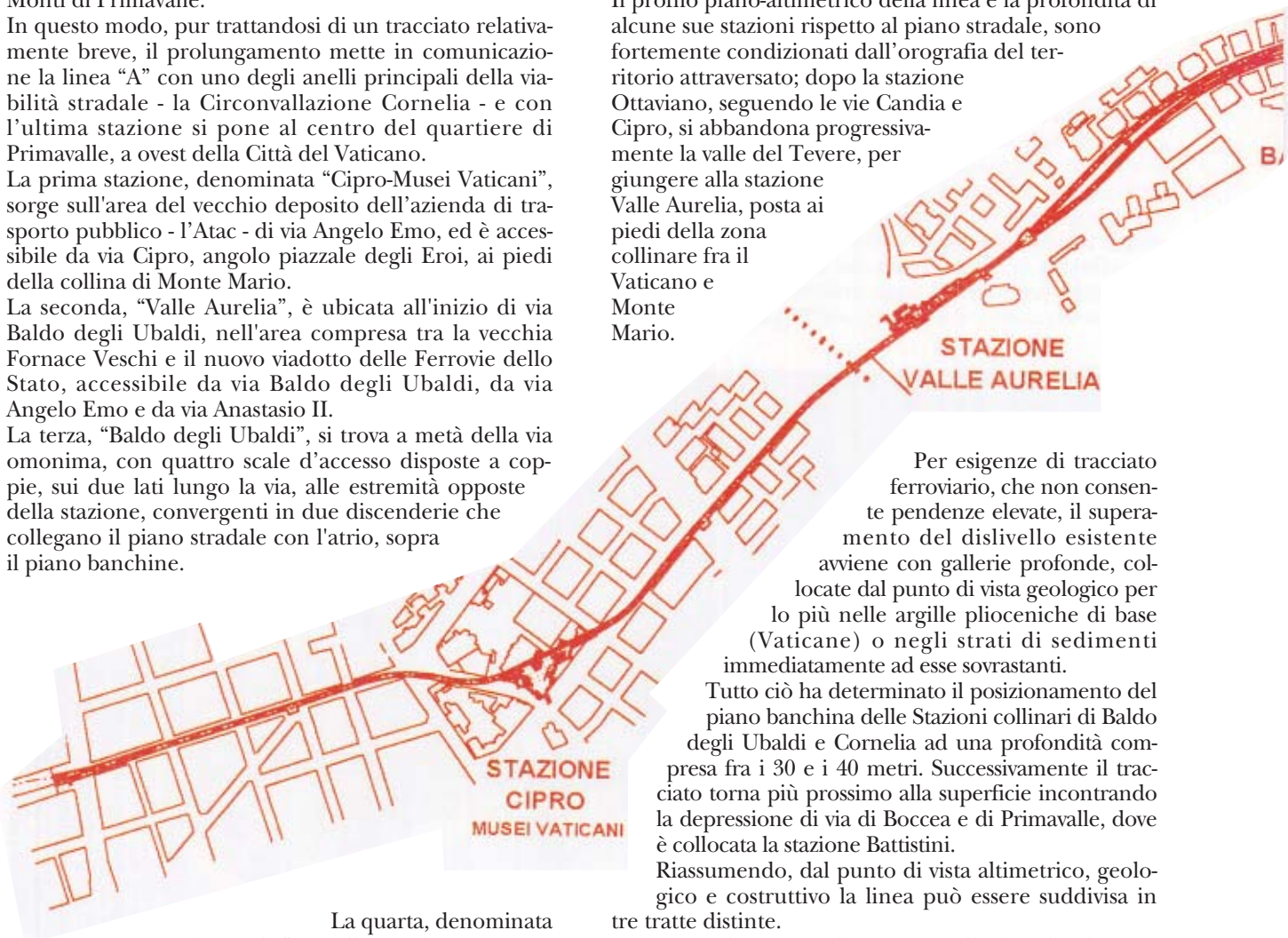
La seconda, "Valle Aurelia", è ubicata all'inizio di via Baldo degli Ubaldi, nell'area compresa tra la vecchia Fornace Veschi e il nuovo viadotto delle Ferrovie dello Stato, accessibile da via Baldo degli Ubaldi, da via Angelo Emo e da via Anastasio II.

La terza, "Baldo degli Ubaldi", si trova a metà della via omonima, con quattro scale d'accesso disposte a coppie, sui due lati lungo la via, alle estremità opposte della stazione, convergenti in due discenderie che collegano il piano stradale con l'atrio, sopra il piano banchine.

occidentale di Roma, servito da un parcheggio multipiano interrato realizzato sopra la stazione stessa. La quinta e ultima stazione, denominata "Battistini", è al centro del quartiere Primavalle, in via Bonifazi, con accesso diretto da via Battistini.

CONDIZIONAMENTO OROGRAFICO

Il profilo plano-altimetrico della linea e la profondità di alcune sue stazioni rispetto al piano stradale, sono fortemente condizionati dall'orografia del territorio attraversato; dopo la stazione Ottaviano, seguendo le vie Candia e Cipro, si abbandona progressivamente la valle del Tevere, per giungere alla stazione Valle Aurelia, posta ai piedi della zona collinare fra il Vaticano e Monte Mario.



Per esigenze di tracciato ferroviario, che non consente pendenze elevate, il superamento del dislivello esistente avviene con gallerie profonde, collocate dal punto di vista geologico per lo più nelle argille plioceniche di base (Vaticane) o negli strati di sedimenti immediatamente ad esse sovrastanti.

Tutto ciò ha determinato il posizionamento del piano banchina delle Stazioni collinari di Baldo degli Ubaldi e Cornelia ad una profondità compresa fra i 30 e i 40 metri. Successivamente il tracciato torna più prossimo alla superficie incontrando la depressione di via di Boccea e di Primavalle, dove è collocata la stazione Battistini.

Riassumendo, dal punto di vista altimetrico, geologico e costruttivo la linea può essere suddivisa in tre tratte distinte.

La prima, da via Candia fino a Valle Aurelia, ha una superficie stradale pressoché pianeggiante, con terreni costituiti da depositi alluvionali recenti che, avendo

La quarta, denominata "Cornelia", si colloca nel primo tratto della Circonvallazione Cornelia, configurandosi come un importante nodo di interscambio per l'area

metri, interno 5,8) e l'altra a doppio binario (diametro di scavo di 10,6 metri, interno 9,4).

REALIZZAZIONE

Direzione lavori:
Intermetro spa (Mario Cangiano).
Prima tratta della linea e stazione Valle Aurelia: Ati

fra Vianini Lavori, Federici, Astaldi, Ccc.
Stazioni Valle Aurelia, Baldo degli Ubaldi e Cornelia: Impregilo spa.
linea da Valle Aurelia a Battistini e stazione Battistini: Condotte spa.
Subappaltatori principali: Rodio, Trevi, Benoto,

Geosud, Europali.
Impianti: Ati fra Ansaldo Trasporti spa e Sasib Railway spa; Sartem Impianti srl; Ati fra Firema spa e Sartem srl; Firema Trasporti spa; Progeco spa.
Materiale rotabile: Fiat Ferroviaria spa, Breda

Costruzioni Ferroviarie spa, Ansaldo Trasporti spa, Firema Trasporti spa.

TEMPI

Convenzione: 1991.
Inizio lavori: 1993.
Fine lavori: 1999.

sostituito nel tempo i terreni vulcanici e i sedimenti del Pleistocene posti a tetto delle formazioni argillose del Pliocene, hanno colmato le profonde incisioni generate in queste ultime in corrispondenza di via Candia, valle Aurelia e, più oltre, via Battistini; questi terreni risultano quindi prevalentemente costituiti,

oltre che dai riporti recenti, da limi, sabbie e ghiaie di granulometria e consistenza diverse. In questa prima tratta la qualità dei terreni attraversati e le quote di partenza del piano del ferro hanno suggerito una soluzione di galleria superficiale, realizzata a cielo aperto tra paratie, risolta a binari sovrapposti, dove il piano del ferro del binario pari si trova a una quota di circa meno sette metri dal piano stradale, mentre il binario dispari è mediamente a meno 13 metri.

La seconda tratta inizia da Valle Aurelia e termina a via Bonifazi, inerpandosi progressivamente per raggiungere, con un dislivello di 50 metri, la sua massima quota in altezza presso piazza Irnerio e la Circonvallazione Cornelia.

Il profilo acclive di questa seconda tratta, e la particolarità dei terreni (prevalentemente dai tufi, dai sedimenti del Siciliano e dalle argille plioceniche) hanno suggerito di realizzare le vie di corsa con due gallerie naturali, eseguite con scudi meccanizzati Hydroshield in grado di far fronte alla scarsa tenuta dei terreni.

La terza tratta, da via Bonifazi a via dei Monti di Primavalle, vede la collina degradare su via Bonifazi, con terreni simili a quelli della prima tratta, rendendo spontanea una soluzione con galleria superficiale a doppio binario con quota del ferro a circa meno sette metri dal piano stradale.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

La prima tratta, da Ottaviano a Valle Aurelia presenta caratteristiche strutturali delle vie di corsa del tutto simili a quelle della linea costruita negli anni Settanta lungo viale Giulio Cesare; infatti le gallerie sono state realizzate tra paratie con il classico sistema cut and cover ma, come già segnalato, da binari affiancati diviene a binari sovrapposti.

Le dimensioni trasversali di via Candia, notevolmente inferiori a quelle di viale Giulio Cesare, hanno imposto di limitare le dimensioni trasversali delle gallerie, facendo optare per questa soluzione che, oltre a ridurre gli interventi di spostamento delle canalizzazioni dei Pubblici Servizi (fognature, impianti ecc.), ha consentito di limitare al massimo l'interferenza dei lavori con i numerosi esercizi commerciali presenti lungo la via.

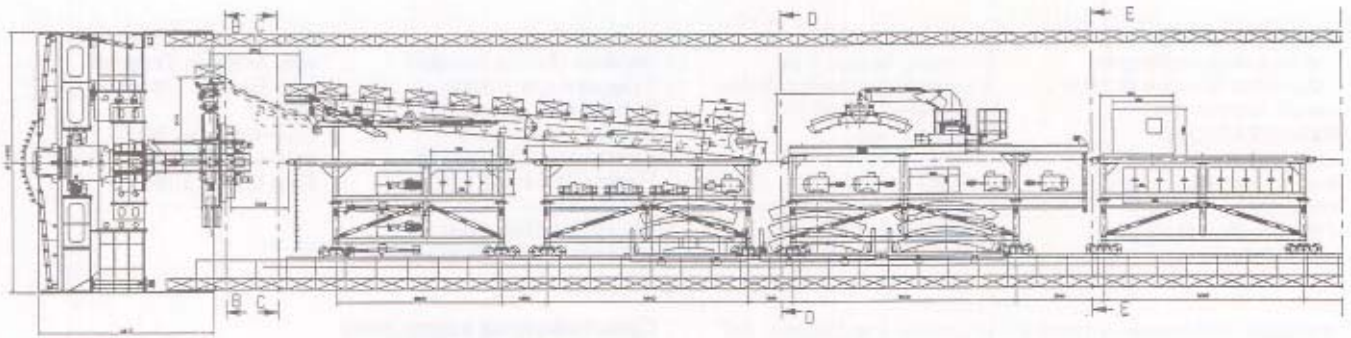
Pertanto, dopo un necessario tratto di raccordo con la galleria terminale a binari affiancati della linea in esercizio, la sezione del prolungamento lungo via Candia si presenta a gallerie sovrapposte, larghe 4,80 metri per un'altezza di 5,40.

Nell'impostazione delle metodologie costruttive è stata tenuta nella massima evidenza anche la necessità di interferire per il minor tempo possibile con il traffico veicolare, che nella zona interessata dai lavori risulta particolarmente intenso.

Subito dopo l'esecuzione delle paratie, e prima della realizzazione del soletto di copertura, è stata prevista l'esecuzione di tamponi di fondo realizzati con la tecnologia del jet-grouting che, migliorando le caratteristiche geotecniche dei terreni al fondo scavo, consente di realizzare un

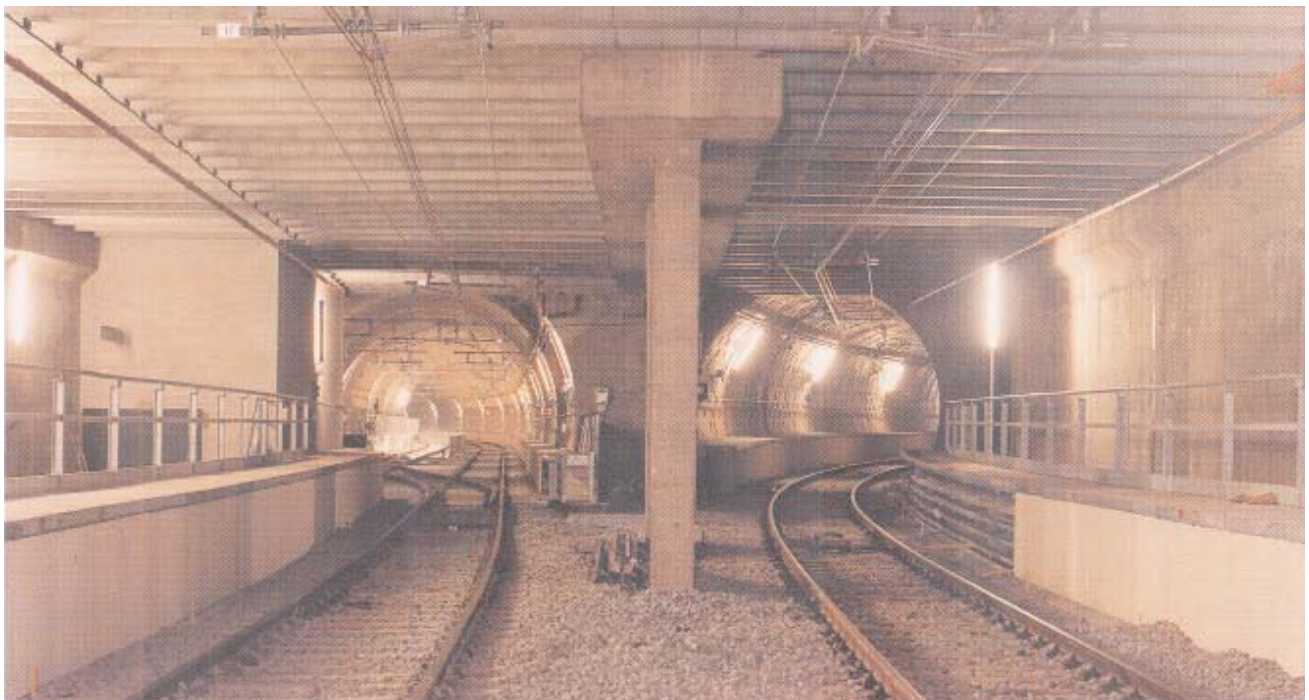


▲ Planimetria generale del prolungamento della linea A del metrò di Roma.



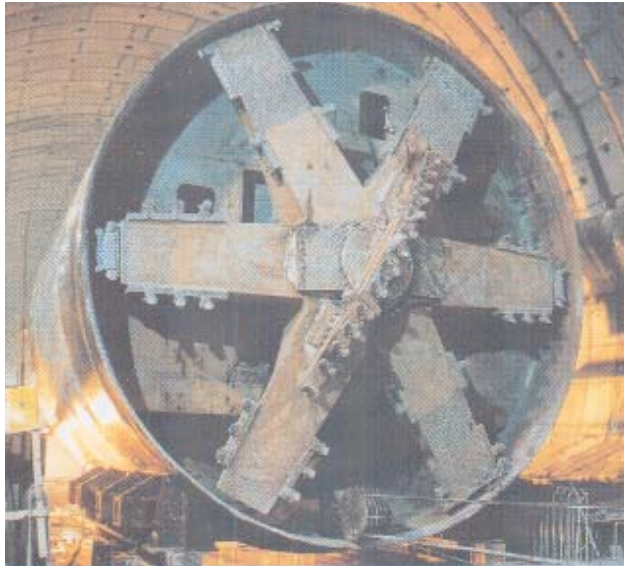
puntone provvisorio di contrasto tra le paratie e insieme uno schermo impermeabile. L'esigenza di ridurre i disturbi in superficie alle attività civili e commerciali è stata così sentita che, anche per la deviazione del collettore fognario posto in asse alla strada e interferente con i manufatti da realizzare, si è adottata la tecnica speciale dello "spingitubo" che ha permesso realizzare un nuovo collettore riducendo al minimo gli scavi in superficie. La tratta successiva, fino a quasi al termine della linea, è stata realizzata a foro cieco, con l'utilizzo di uno scudo Hydroshield in grado di superare le difficoltà dovute a un terreno instabile e con presenza di acqua: la prima parte, lungo via Baldo degli Ubaldi, è costituita inizialmente da una percorso tra paratie, dove le due vie di corsa, sempre sovrapposte, sfoccano in pianta per presentarsi affiancate al termine della stessa, all'altezza di viale di Valle Aurelia, nel pozzo d'introduzione degli scudi; da questo punto le vie di corsa divergono

due gallerie gemelle circolari, a singolo binario, dal diametro di 5,8 metri, realizzate con l'Hydroshield. Dal pozzo le gallerie sono ancora sovrapposte, dopo un breve tratto diventano complanari e salgono, lungo via Baldo degli Ubaldi, con una pendenza massima del 3,4 per cento; la linea raggiunge poi la stazione Cornelia con un'ampia curva in corrispondenza di piazza Irnerio, che sottopassa la galleria ferroviaria Aurelia (Roma Smistamento - Maccarese) a circa due metri dall'estradosso del suo arco rovescio, per cui si sono rese necessarie specifiche lavorazioni a salvaguardia della stabilità della galleria FS. La parte successiva, fino alla stazione Battistini, si differenzia dalle precedenti perché la via di corsa del binario dispari è realizzata con una galleria scudo di diametro maggiore, di 9,40 metri, in quanto sede anche di un binario di ricovero. L'ultima tratta di linea è di tipo superficiale: si sviluppa immediatamente sotto il piano stradale, con dieci metri di larghezza e sei di altezza, e con binari complanari.



▲ In alto, sezione dei primi cinque elementi dello scudo Hydroshield utilizzato per lo scavo di parte delle gallerie di linea.

▲ Particolare della stazione Battistini, nuovo capolinea della "A", con in evidenza il tratto della linea a due binari.



LE STAZIONI

La stazione Cipro-Musei Vaticani, posta a circa 700 metri dall'inizio del prolungamento (e a circa mille dalla stazione Ottaviano), è di tipo superficiale, ad atrio laterale e a banchine sovrapposte, con quella pari (direzione Battistini) situata allo stesso livello del piano atrio interrato, sei metri sotto il piano stradale, e quella dispari (direzione Ottaviano) sottostante, sei metri più sotto; le banchine, così come per tutte le altre della linea, sono lunghe 120 metri e larghe quattro.

Cipro-Musei Vaticani si configura come un importante nodo di interscambio con, in adiacenza, un parcheggio per circa 300 posti auto, e banchine di attestamento degli autobus dell'azienda di trasporto pubblico urbano (Atac) ed extraurbano (Cotral).

La stazione Valle Aurelia ha un atrio emergente sopra le banchine, che a loro volta sono tra loro sovrapposte, a quota rispettivamente di quattro e di dieci metri sotto il piano stradale; si trova inoltre presso la nuova stazio-

ne delle Ferrovie dello Stato, su viadotto, divenendo quindi un'importante stazione di corrispondenza.

La stazione Battistini, è di tipo superficiale ad atrio sovrastante le banchine e in parte emergente; le sottostanti banchine laterali si trovano a otto metri sotto il piano stradale; qui è stata messa a punto una particolare tecnica esecutiva che ha consentito, nell'eseguire gli scavi sottocopertura, di assicurarsi preventivamente i sostegni dei solai mediante profilati metallici che, opportunamente rivestiti, costituiscono ora i pilastri definitivi della stazione.

Ma sono le due stazioni centrali di Cornelia e Baldo degli Ubaldi che rappresentano l'elemento architettonico e ingegneristico di maggior rilievo, e le uniche due realmente profonde (mentre le altre sono sostanzialmente superficiali).

LA STAZIONE BALDO DEGLI UBALDI

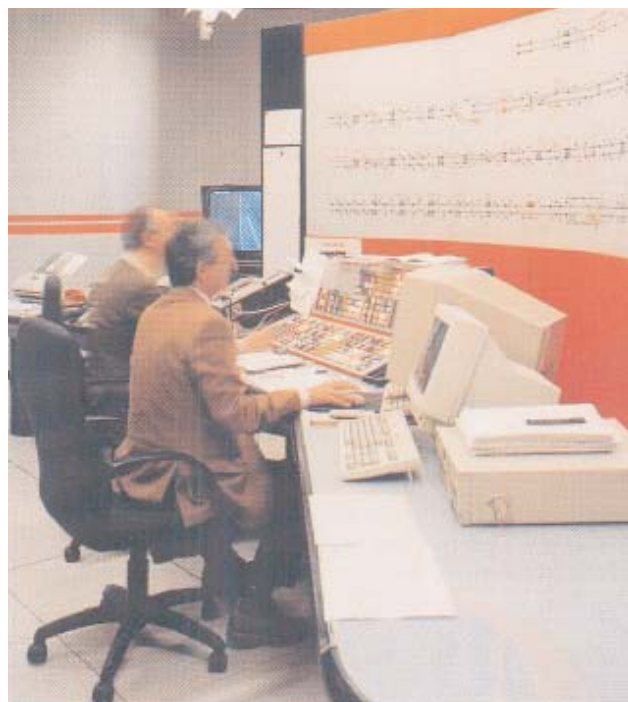
Baldo degli Ubaldi è un unico grande spazio lungo 130 metri e largo 16, realizzato completamente in galleria, a circa 35 metri di profondità, coperto da una volta in conci di cemento prefabbricati per la costruzione della quale si sono utilizzate due soluzioni tecnologiche particolari: il "pretaglio" e la cosiddetta "volta attiva".

Le sue peculiarità sono diretta conseguenza dei vincoli delle aree, legati principalmente dal tipo di terreni da scavare (argille plioceniche sotto falda), dal calibro ridotto della via omonima (24 metri) e dalla sua importanza come asse viario fra centro e periferia, in quanto si tratta di una delle più importanti arterie di collegamento con l'aeroporto di Fiumicino (e da qui un obbligo

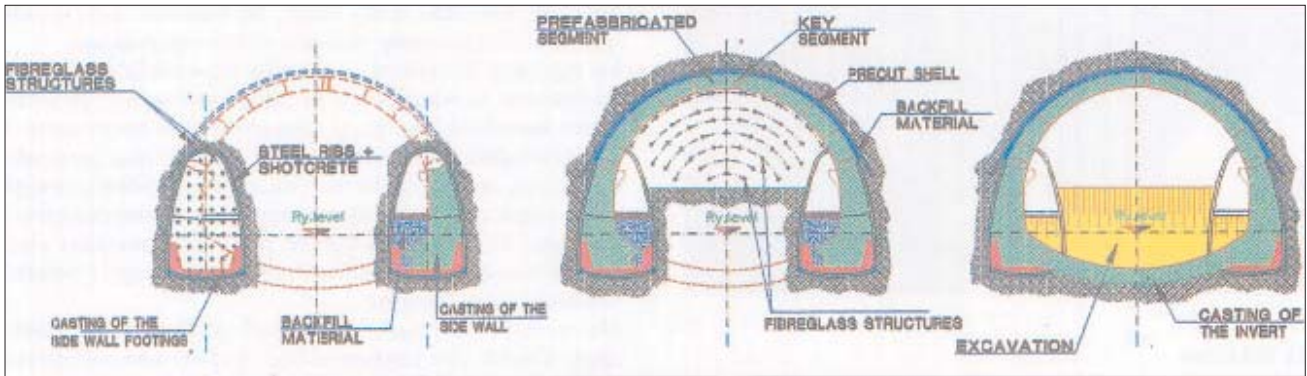


▲ In alto, particolare della testa fresante dello scudo Hydroschild.

▲ Vista del piano banchina della stazione Battistini.

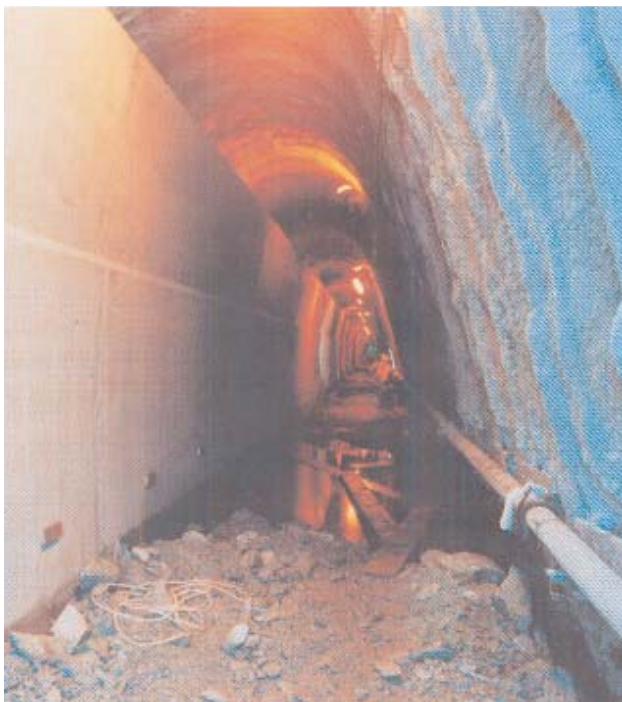


▲ Particolare della sede della Drigenza centrale operativa (Dco) della linea A.



contrattuale di costruire la stazione senza mai interrompere il flusso del traffico, garantendo anzi il doppio senso di circolazione su due corsie per senso di marcia). Da qui la messa a punto di un progetto inusuale per quanto riguarda la costruzione di gallerie e stazioni metropolitane: l'impossibilità di portarsi oltre le fondazioni dei fabbricati ha imposto una soluzione costruttiva a volta unica che permettesse di contenere la stazione all'interno di questo spazio, mentre non sarebbe stato possibile con la soluzione tradizionale a tre gallerie (avrebbe richiesto più dei 20/22 metri disponibili). Il cantiere avrebbe operato comunque a filo delle fondazioni degli edifici, con il rischio di assestamenti del terreno che si sarebbero ripercossi immediatamente sulla stabilità dei fabbricati; quindi un'ulteriore - evidente - vincolo di progetto, cioè il contenimento dei

fenomeni di deformazione degli edifici vicini entro valori minimi, al disotto dell'ordine di grandezza normalmente accettato per gallerie da scavare in terreni coesivi; l'adozione di interventi e metodi costruttivi tradizionali, basati sul rivestimento dello scavo mediante centine metalliche e spritzbeton, non avrebbe consentito di fronteggiare questa esigenza, nemmeno parzializzando gli scavi tra gallerie di piedritto, calotta, strozzo e arco rovescio. Per Baldo degli Ubaldi i progettisti hanno quindi messo a punto un tipo di intervento che, pur lavorando su un volume molto ampio, coperto da un'unica grande volta, è stato scavato per parti successive (prima i due piedritti, poi la parte superiore del nucleo centrale e infine la restante parte inferiore) con la contemporanea messa in opera della struttura di sostegno, realizza-

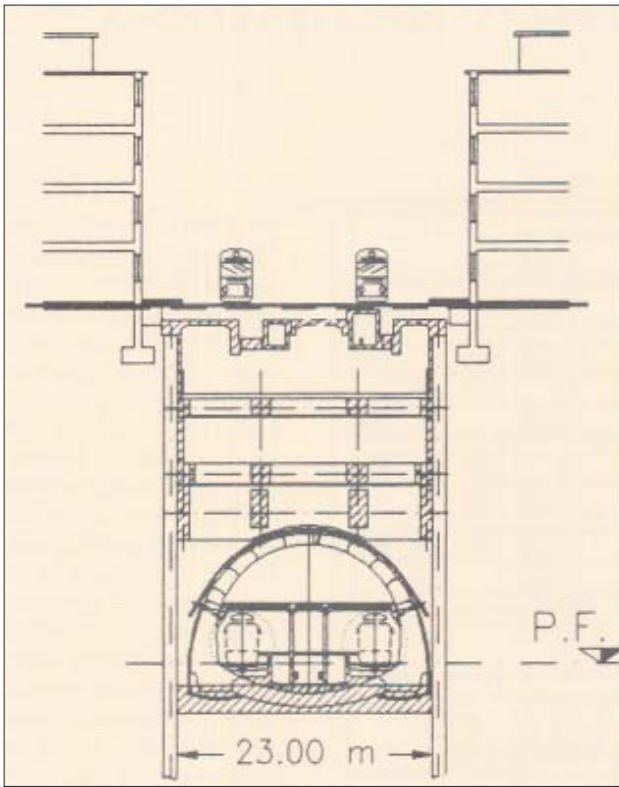


▲ In alto, sequenza delle tre fasi di scavo principali della stazione Baldo degli Ubaldi.



▲ Uno dei piedritti della volta della galleria di stazione, realizzato dopo lo scavo del cunicolo laterale.

▲ Particolare della posa, con una macchina speciale, del rivestimento autoportante della galleria di stazione.



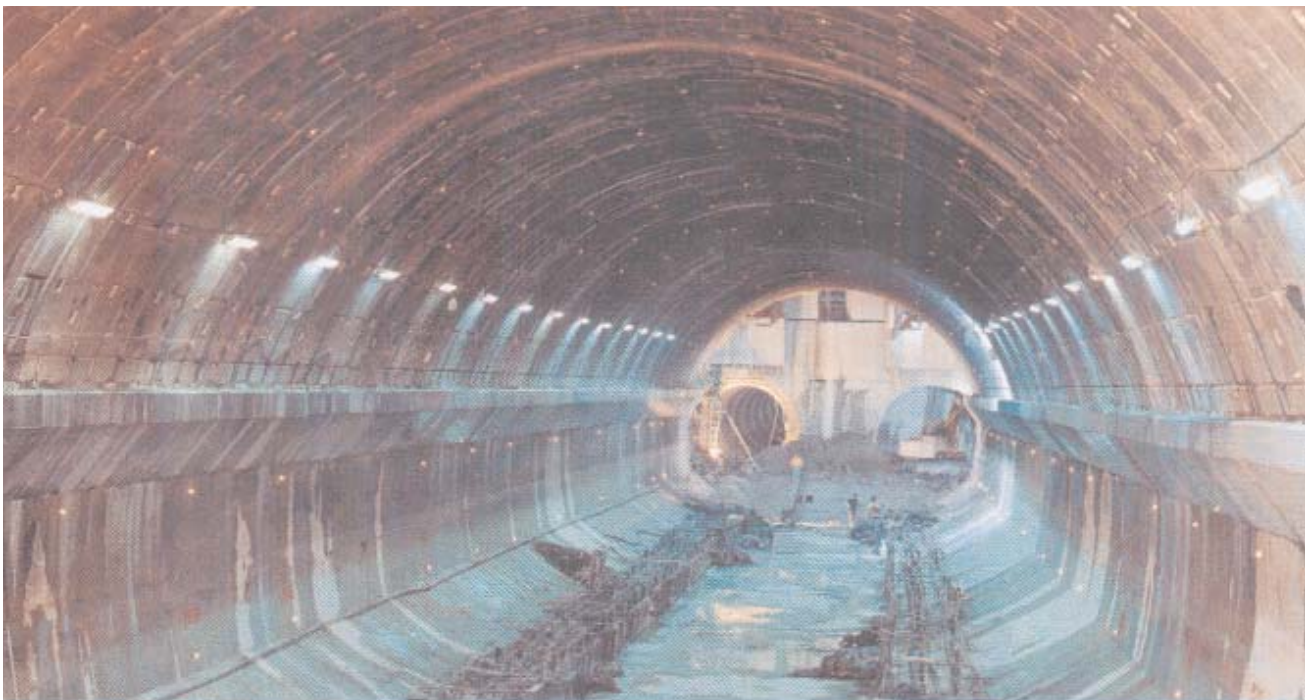
ta anch'essa per tappe successive, a partire dai piedritti, con un costante e sistematico consolidamento del terreno mediante elementi in vetroresina.

La volta vera e propria della stazione è costituita da 12 conci prefabbricati in calcestruzzo, lunghi 90 centimetri e dal peso medio di 6,5/7 tonnellate ciascuno: due sono in appoggio sui piedritti, nove sono standard e uno, speciale, è il concio di chiave della "volta attiva", contenente al suo interno due martinetti piatti



Freyssinet da 360 tonnellate (corsa massima di 3,5 centimetri) che hanno permesso di mettere in tensione l'intera volta: all'ultimazione di un arco, lo spazio rimanente tra il suo estradosso e il guscio di pretaglio veniva riempito di conglomerato cementizio additivato e proiettato.

Di fatto, agendo sui due martinetti del concio di chiave, l'intero arco veniva messo in precompressione (per una spinta di 40 tonnellate), rendendolo così immediatamente attivo e autoportante, in modo da annullare qualsiasi fenomeno di deformazione o recuperare le deformazioni elastiche già subite dal guscio di pretaglio. Procedendo in tal modo si è riusciti a garantire la realizzazione e l'attivazione del rivestimento definitivo della galleria a brevissima distanza dal fronte, riducendo il rischio di cedimenti in superficie.



▲ Sopra, schema dell'inserimento urbano della stazione Baldo degli Ubaldi.

▲ Veduta dell'ampia galleria di stazione di Baldo degli Ubaldi dopo il completamento dello scavo e della struttura.

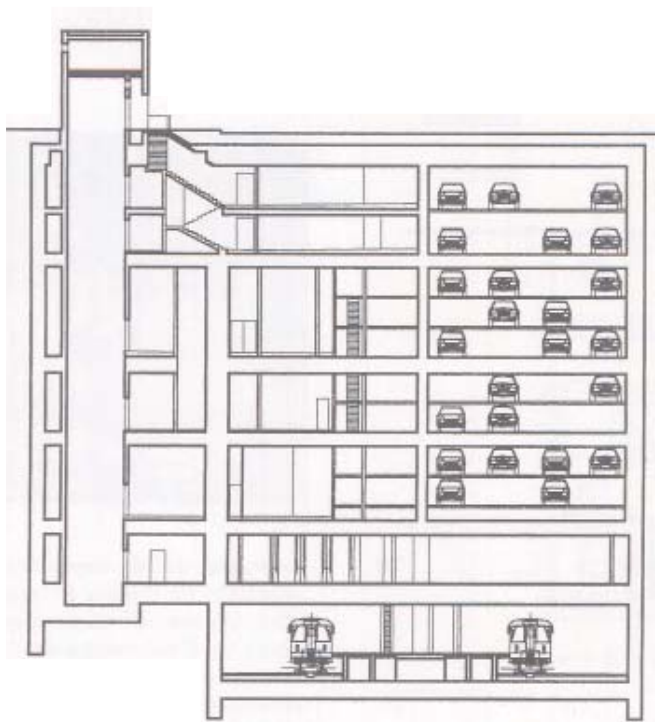
▲ In alto, veduta dell'atrio della stazione.

LA STAZIONE CORNELIA

Cornelia è una grande "scatola" lunga 130 metri e larga mediamente 27, che giunge fino a 40 metri sotto il livello stradale, limitata perimetralmente da una corona di paratie in cemento armato spesse un metro ed eseguite fino a una profondità di 50 metri.

Di questa scatola, scavata dall'alto con mezzi e sistemi tradizionali, la stazione vera e propria occupa solo i due livelli inferiori, cioè, rispettivamente, il piano atrio e il piano banchina; il resto del volume, circa il 70 per cento del totale, è utilizzato integralmente per un parcheggio multipiano interrato del tipo a silos automatizzato, per circa 670 posti auto serviti da sette carri trasloelevatori.

Inizialmente il progetto prevedeva una struttura a canocchiale, con grandi "scatole" una sotto l'altra e di perimetro progressivamente minore, costituite sempre con paratie perimetrali composte anche di pali, ma di altezza inferiore (non superavano i 30 metri); questo avrebbe però portato a rischi di tenuta fra i giunti delle



paratie e a tempi più lunghi per la necessità di far intervenire di volta in volta un'impresa specializzata di fare i pali sotto copertura, con macchine studiate ad hoc.

La realizzazione di un'unica paratia perimetrale profonda, eseguita direttamente dal piano stradale, ha portato invece a un risparmio di tempo e a un aumento del volume disponibile.

Il tutto effettuato risolvendo problemi progettuali ed esecutivi non indifferenti, come la costruzione di paratie di eccezionale lunghezza, per questo tipo di opere, o l'esecuzione del tamponamento di fondo, situato a notevole profondità, appunto 40 metri, operando direttamente dal piano stradale.

In conclusione, la prima tratta del prolungamento, da Ottaviano a Valle Aurelia, è stata inaugurata nel maggio 1999; la seconda, da Valle Aurelia sino al capolinea di Battistini, è stata inaugurata il 2 gennaio 2000, in tempo utile per il periodo Giubilare.

Lamberto Solimene



▲ In alto, sezione tipo della stazione Cornelia, con un parcheggio automatizzato sopra l'atrio e le banchine.



▲ Particolare dell'autosilo meccanizzato sopra la stazione Cornelia.

▲ Particolare delle paratie gettate in opera prima dello scavo del volume della stazione e del parcheggio soprastante.