

infrastrutture

Un'impresa di costruzioni romana si è recentemente distinta per una serie d'interventi effettuati lungo l'autostrada del Grande Raccordo Anulare della Capitale. Un lavoro che si è concentrato nell'arco di un unico anno, durante il quale l'azienda ha impiegato mediamente 60 macchine movimento terra. In qualsiasi condizione atmosferica e senza interrompere il flusso stradale

Un anno sull'Appia Antica

Ettore Zanatta

Tra i lavori commissionati negli ultimi cinque anni alla Co.Ge.Fer di Fiano Romano (Rm), ce n'è uno particolarmente interessante, eseguito in sub-appalto tra il gennaio e il dicembre 2000. Si tratta dei lavori d'adeguamento a tre corsie dell'autostrada del Grande Raccordo Anulare (G.R.A.) di Roma.

Il committente dell'opera era l'Ente Nazionale Strade – Coordinamento Giubileo 2000; l'impresa aggiudicataria dell'appalto era la Società Italiana per Condotte d'Acqua S.p.A.; il progetto di dettaglio è stato commissionato alla società Rocksoil.

Per questo progetto – consistito nell'esecuzione di





Escavatore in fase di avanzamento in galleria

movimenti di materie (sono stati scavati circa 2 milioni di metri cubi di terreno pozzolatico), nella demolizione di pavimentazioni stradali e di strutture in cemento

armato e nella realizzazione di fondazioni stradali – è stata impegnata in qualsiasi condizione meteorologica, oltre a 40 autocarri, una ventina di macchine movimento

CO.GE.FER.

“COSTRUZIONI GENERALI FERROVIARIE”

Sede legale e amministrativa: Località Prato Risacco

Città: Fiano Romano (Roma)

Anno di fondazione: 1982

Capitale sociale: 156.000,00 euro

Oggetto sociale: attività relativa alle costruzioni edilizie e stradali; autotrasporti per conto terzi e per conto proprio, per terra, cielo, mare e ferrovia; lavori di pulizia in genere

Principali esponenti: Geom. Giovanni Santini, Amministratore Unico e Direttore tecnico; Geom. Adriano Spalletta, Direttore tecnico

terra, praticamente tutte di proprietà Co.Ge.Fer, tra cui: otto escavatori cingolati Fiat Hitachi, dotati di martelli Indeco e denti ripper, scelti secondo la consistenza del fronte, operanti in parte all'interno delle gallerie e in parte all'esterno; due pale gommate Fiat Hitachi; una pala gommata e due cingolate Caterpillar, oltre a due escavatori della medesima marca; un grader Caterpillar e uno Fiat Allis; due rulli compattatori Dynapac.

La progettazione presa in considerazione in quest'articolo ha riguardato l'adeguamento a tre corsie effettuato nel tratto d'autostrada del Grande Raccordo Anulare (G.R.A.), denominato Lotto 19, compreso tra la progressiva 43+280 e la 46+500.

Questo tratto è compreso tra il cavalcavia della direttissima F.S. Roma/Napoli (via Cassino) e la parte di G.R.A. già adeguata in direzione dello svincolo con la S.P. Ardeatina. Il tratto di G.R.A. da adeguare si sviluppava in rilevato nella sua parte iniziale e in quella terminale, mentre nella sua parte centrale si sviluppava in trincea scavata in un corpo basaltico al centro del parco archeologico dell'Appia Antica (il tracciato stradale intersecava, in successione, la direttissima F.S. Roma/Napoli, la strada S.S. n. 7 Appia, la via Appia Antica, la Ferrovia Roma/Napoli via Formia e il fosso delle Cornacchiole).

Nella parte iniziale del lotto, il corpo stradale attraversava l'area dell'ippodro-

mo delle Capannelle, la cui continuità era assicurata da due sottopassi, necessari a porre in collegamento le scuderie con le piste di gara.

In corrispondenza della S.S. n. 7 Appia era ubicato uno svincolo del tipo a "quadrifoglio", mentre in corrispondenza dell'Appia Antica, a causa della complanarietà delle due strade, il G.R.A. produceva l'interruzione fisica dell'asse storico.

La necessità di ripristinare la continuità dell'Appia Antica e di salvaguardare e valorizzare l'intorno dei luoghi nell'ambito del Parco ha reso l'adeguamento di questo tratto non banale, poiché alle esigenze di natura storica e ambientale si sono sovrapposte quelle relative alla necessità del mantenimento della viabilità in fase di costruzione e di funzionalità e sicurezza dell'opera in esercizio.

Per questa ragione, al fine di dare un fattivo contributo alla ricerca di soluzioni in grado di mediare nel miglior modo possibile la conflittualità tra le varie esigenze precedentemente menzionate, tenendo in debito conto anche quelle economiche e di rapida realizzabilità dell'opera, è stata sviluppata una soluzione progettuale caratterizzata da due elementi principali che, per la loro natura e le loro caratteristiche dimensionali, sono di grande interesse ingegneristico: la nuova rotatoria dell'Appia e la doppia galleria del parco archeologico.

LE DUE SOLUZIONI PROGETTUALI

La nuova rotatoria dell'Appia ha la funzione di mantenere un adeguato livello di servizio in tutti i rami d'intersezione tra il G.R.A. e la viabilità locale: la tipologia a "quadrifoglio" in cui si presentava l'intersezione non offriva, infatti, la possibilità di ottenere tale risultato a causa dell'insufficiente lunghezza delle corsie di scambio (limite strutturale di questa tipologia).

Il progetto della nuova rotatoria è stato supportato da uno studio sulla capacità del nodo che, a partire dal rilievo dei flussi di traffico, ha permesso di verificare l'efficacia della soluzione adottata. Soluzione che, tuttavia, è stata fortemente condizionata dalla disordinata espansione urbanistica subita

dall'area, ma che garantisce – come detto – un adeguato livello di servizio.

La galleria del Parco archeologico dell'Appia Antica risponde alla forte esigenza di ripristino della continuità che caratterizza la storica via romana, nonché il parco circostante.

L'opera è stata di notevole interesse ingegneristico poiché ha permesso di sottopassare l'Appia Antica, con poca superficie di copertura, senza disturbare l'antico impianto fondale.

L'imbocco Ovest della galleria presentava una situazione simile in corrispondenza dell'attraversamento della Ferrovia RM-NA (via Cassino): la realizzazione della galleria ha permesso interventi di carattere ambientale molto importanti, quali la demolizione dell'at-



Fase di abbattimento del diaframma con escavatore

tuale ponte sulla ferrovia e il riempimento della profonda trincea scava sul corpo basaltico della cosiddetta Tenuta Barbuta.

Dal punto di vista planimetrico, si ha che la piattaforma stradale è in unica sede fino a poco dopo l'attraversamento della nuova rotatoria dell'Appia, dopodiché si divide in due prima dell'imbocco in galleria e rimane separata fino al termine del lotto.

In corrispondenza dello svincolo, la S.S. n. 7 Appia assume la forma di rotatoria

mediante la separazione in due carreggiate distinte in ingresso e in uscita dalla città di Roma.

Il progetto prevedeva pure la realizzazione di un sottopasso veicolare, posto in corrispondenza dell'intersezione per Ciampino, che ha permesso l'eliminazione della precedente intersezione a raso, causa di notevoli congestionamenti.

Il funzionamento dell'intersezione è stato reso possibile con una semplice opera proprio grazie alla contiguità con la rotatoria dell'Appia, che

assolve parzialmente anche allo smaltimento dei flussi in provenienza da Ciampino e diretti fuori Roma.

GALLERIE PER IL SOTTOPASSO

L'appalto, che s'inseriva nell'ambito dei grandi lavori del Giubileo 2000, prevedeva dunque l'allargamento a tre corsie di entrambe le carreggiate del tratto sud-est del Grande Raccordo Anulare, in quel momento costituito da due corsie.

Il lotto si estendeva per una lunghezza di circa 3.300

ELENCO GENERALE MEZZI D'OPERA E ATTREZZATURE

Trattori stradali: Mercedes Benz AG 2635 e AG 1844;

Semirimorchi: Anteo ST 36 NC, con cassone ribaltabile trilaterale per trasporto merci; Bartoletti A212, cassone fisso; Brenta LC 44/3 LP, con cassone ribaltabile trilaterale per trasporto merci;

Carrelloni: Cometto SR3 LAR3; CTC SRT 47E;

Autocarri: Fiat 130 N C A; Fiat 697 N C; n. 1 Iveco Magirus 330 36; n. 11 Iveco Magirus E42H a quattro assi; n. 2 Mercedes Benz Actros 4143 K42 a quattro assi;

Autocarri con gru: Fiat Iveco 190.36 – gru Effer 24000 N/35 (120 q);

Autocarri cisterna: Fiat 40 NC 35A; OM 38;

Escavatori cingolati: CAT 345 L; CAT 330B LN; CAT 320B LN; Fiat Hitachi 200 E; Fiat Hitachi EX 215 ET; Fiat Hitachi 270.3; Fiat Hitachi 330 M3; Fiat Hitachi EX 355 EL; Fiat Hitachi 450 LCH;

Pale cingolate: CAT 953C B; CAT 963;

Pale gommate: CAT 950 GII;

Rulli compressori: Bitelli Tifone;

Terne: Fiat Allis FB7B;

Minipale gommate (Bobcat): Dodici Jobdog DM 424 e HY;

Ruspe: Fiat Allis D14;

Finitrici: Dynapac 12000 R VB 850 T (gommata);

Martelli demolitori: Montabert BRH 501 (15 q); Socomec SC1 e SM 9; Indeco 7500;

Mezzi di trasporto: n. 3 Fiat Daily 35.8; n. 2 Fiat Daily 35 E 10; Fiat Ducato TD 14;

Impianti: mobile per misto cementato Flowbeton 250 (produzione 1.200 m³/giorno); frantumazione e vagliatura inerti Baioni (produzione 1.300 m³/giorno); mobile Baioni 750 – frantumazione e vagliatura inerti (produzione 800 m³/giorno); mobile di betonaggio Icoma Junior 3 (produzione 400 m³/giorno); mobile di betonaggio Ocmer Special 4 (produzione 500 m³/giorno); vagliatura e frantumazione materiale pozzolanico Antenè (produzione 500 m³/giorno); mobile di frantumazione Hartl Super TRA;

Gruppi elettrogeni: Mase 3 kW; Same 3959 50 KVA; Same 80 kW;

Compressori: Atlas Copco XA 350 e XAS 175.

m e comprendeva principalmente la riprogettazione di uno svincolo e la realizzazione di due canne indipendenti di galleria, per una lunghezza di 1.098 m ciascuna.

Di queste, rispettivamente 652 e 591 m sono stati realizzati in naturale, consentendo di sottopassare la strada consolare romana dell'Appia, ripristinandone la continuità interrotta dal raccordo.

È evidente, pertanto, anche l'alta valenza ambientale di quest'opera, realizzata in un'area di elevato interesse archeologico e naturalistico.

INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

Le due gallerie dell'Appia erano caratterizzate dalle ridotte coperture, comprese tra 1 e 18 m, e dall'attraversamento della strada consolare Appia Antica.

Inoltre, la scadenza giubilare ha imposto una soluzione progettuale che garantisse produzioni molto elevate, tali da poter completare gli scavi entro cinque mesi per la carreggiata interna ed entro sette mesi per l'esterna, assicurando al contempo lavorazioni in assoluta sicurezza per l'opera stessa e per le maestranze.

L'esigenza di ospitare in galleria tre corsie di marcia più quella d'emergenza ha imposto la realizzazione di canne di dimensioni importanti: 20,6 m di larghezza per 12,4 m d'altezza, per un'area di scavo a piena sezione di 204 m² (queste dimensioni, probabilmente, costituiscono un elemento di riferimento per gallerie scavate a piena



Scavo dell'imbocco della galleria - Fase di carico degli automezzi



Fase di avanzamento scavo

sezione in terreni pseudo coerenti e con così basse coperture).

Gli interventi si sono svolti in cinque fasi:

Fase Conoscitiva: le due gallerie attraversano formazioni di origine vulcanica, costituite da Piroclastici a granulometria sabbioso/ghiaiosa, a volte limosa, localmente alterate; la presenza di un sottofondo più consistente di materiali tufacei e di un tetto di materiali basaltici, che però non ha interferito con l'opera, completava il quadro geologico; la falda era al di sotto della quota d'estradosso dell'arco rovescio e gli stillicidi in galleria erano riconducibili a percolazioni di acque meteoriche, con percorsi di filtrazione piuttosto brevi, in presenza di materiali localmente assai permeabili;

Fase di Diagnosi: le analisi

eseguite hanno fatto prevedere per le gallerie in fase di scavo, in assenza d'interventi di stabilizzazione, un comportamento a fronte stabile a breve termine;

Fase di Terapia: per la stabilizzazione dell'opera a breve e a lungo termine il progetto ha previsto un pre-consolidamento del fronte, costituito da 76 elementi strutturali di vetroresina (VTR) di 24 m di lunghezza e con sovrapposizione minima di 10 m, e un rivestimento di prima fase, costituito da centine IPN220 doppie e spritz-beton di 25 cm di spessore, armato con rete elettrosaldada; il getto dell'arco rovescio, di cemento armato di 1,2 m di spessore, era prescritto a distanza di 14 m dal fronte, con possibilità di ritardarlo fino a 38 m dallo stesso qualora le misure d'estrusione, a giudizio del progettista, avessero indicato

valori sufficientemente ridotti; il rivestimento definitivo di calcestruzzo misurava 0,9 m in calotta;

Fase Operativa: gli attacchi delle gallerie erano quattro (a partire dai quattro imbocchi), due per carreggiata; globalmente, la produzione raggiunta è stata pari a circa 65-70 metri per settimana, in media 2,3-2,5 metri al giorno per fronte; l'avanzamento è avvenuto per sfondi di 1 m e lo scavo - come accennato in fase di elenco delle macchine utilizzate - è stato eseguito mediante un ripper montato su escavatore;

Fase di verifica in corso d'opera: al fine di controllare il comportamento tenso-deformativo del fronte e del cavo, in presenza di materiali vulcanici a comportamento elasto-plastico fragile, è stata predisposta un'accurata campagna di monitoraggio comprendente misure d'estrusione, di convergenza e di cedimenti superficiali; le prime e le seconde hanno fatto segnare valori massimi di 1,5 cm, mentre i cedimenti superficiali - malgrado le basse coperture e l'enorme volume di scavo - non hanno mai superato i 2-2,5 cm (si è trattato di valori in linea con quelli previsti nei calcoli di progetto, condotti su modelli FEM tridimensionali e hanno confermato che il terreno, grazie al pre-contenimento esercitato dal nucleo d'avanzamento pre-consolidato, si è mantenuto in campo elastico, permettendo di sviluppare gli avanzamenti in tutta sicurezza).

INTERVENTO IN GALLERIA - I DATI -

Aree di scavo:

Area di Scavo Totale: 204,6 m²;

Area di Scavo Piena Sezione: 194,2 m²;

Area di Scavo Arco Rovescio: 10,4 m².

Volume getti a ml:

Volume Totale: 55,82 m³;

Volume Calotta: 31 m³;

Volume Arco Rovescio: 25,8 m³.

Preconsolidamenti del Nucleo:

Numero elementi strutturali in vetroresina per consolidamento: 76;

Lunghezza elementi strutturali: 24 m;

Sovrapposizione tra consolidamenti successivi: 10 m;

Elementi strutturali costituiti da tre piatti in vetroresina di 40x7 mm, con contenuto in vetro minimo del 70%.