



# Il nuovo “svincolo Forlanini”

**Realizzato lo svincolo della Tangenziale Est a Milano. Due nuove carreggiate per garantire massime condizioni di sicurezza e fluidità del traffico**

**Andrea Benincasa di Caravacio\***

**I**l presente articolo mira, attraverso l'esperienza dell'ufficio della Direzione Lavori, a raccontare la realizzazione del nuovo “Svincolo Forlanini” sulla tangenziale Est di Milano, nodo cruciale e molto noto ai milanesi soprattutto per l'incidentabilità che prima del presente intervento prevedeva l'imbocco di due svincoli (carreggiata Sud per viale Forlanini e carreggiata Nord direzione Venezia) dalla corsia di sorpasso. Costruita tra il 1969 e il 1973, la Tangenziale Est di Milano collega direttamente l'autostrada A1 (Milano - Napoli) con l'autostrada A4 (Torino - Venezia).

Lo schema viario dello svincolo ante

intervento, risultava caratterizzato dalla presenza, lungo il tracciato principale, di due pericolose uscite in via sinistra, poste lungo la corsia di sorpasso. La prima era relativa all'uscita verso l'aeroporto di Linate per chi procedeva in direzione Sud mentre la seconda verso il centro della città per chi procedeva in direzione opposta. L'intervento in atto dunque proponeva lo scopo di elevare il grado di sicurezza funzionale dello svincolo stesso provvedendo all'eliminazione delle uscite in sinistra esistenti, e a migliorare il livello di servizio complessivo dell'infrastruttura.

Gli importanti e cospicui volumi di traffico presenti, nonché la permeazione



del tessuto urbanizzato hanno comportato particolari studi sulla cantierizzazione e sulla fasizzazione delle opere, così come alle importanti opere di mitigazione ambientale che di seguito verranno descritte.

### **Il “Progetto Generale”**

Il progetto di riqualificazione dello svincolo, così come accennato in precedenza è stato finalizzato a rendere più fluida e più sicura la percorrenza, prevedendo la realizzazione di due nuove carreggiate dello sviluppo di circa 1.000 m, sia in rilevato (m 620 circa) che in viadotto (m 380 circa), all'interno dello spazio tra le vie di corsa

esistenti, nonché la riqualificazione degli attuali sedimi ai fini di una migliore distribuzione delle uscite veicolari.

L'intervento in essere ha necessariamente interessato anche l'adeguamento dei manufatti minori, le sistemazioni idrauliche con raccolta, convogliamento e scarico delle acque di piattaforma, l'illuminazione stradale ed i nuovi impianti di barriere di sicurezza.

Il progetto inoltre, al fine di migliorare l'integrazione del tracciato autostradale nel territorio e conseguentemente mitigare l'impatto ambientale che inevitabilmente il suo esercizio produce, ha suggerito, altresì, soluzioni progettuali e tecnologiche orientate a migliorare la qualità ambientale delle aree limitrofe all'autostrada, riducendo i livelli d'inquinamento attuali.

La progettazione delle mitigazioni e degli impatti sull'ambiente circostante si è focalizzata sul controllo dell'inquinamento acustico e sul recupero del corretto equilibrio, anche tramite la realizzazione di opere di “inserimento ambientale”, tra l'opera autostradale e le zone abitative circostanti. Si sono per l'occasione utilizzate tecnologie ed accorgimenti messi a punto e sperimentati nel corso degli anni nel settore specifico, quali il rimodellamento morfologico, gli interventi d'ingegneria naturalistica, le barriere fonoassorbenti, gli impianti vegetazionali, così come affrontati nell'ambito dello studio ambientale annesso al progetto definitivo e approvato dalla Regione Lombardia.

### **Le opere stradali**

Le caratteristiche plano-altimetriche dei tracciati studiati ex novo sono stati dimensionati per una velocità di progetto pari a 90 km/h, imposta con ordinanza dalla committente - Milano Serravalle – su tutto il tracciato della Tangenziale Est di Milano, in funzione delle caratteristiche planimetriche,

della densità degli svincoli ed dalla tipologia del traffico.

In proposito si sottolinea l'introduzione di misure dirette sull'esercizio, quale possibile misura compensativa per il miglioramento della sicurezza, al fine di mitigare i potenziali fattori di rischio correlati alle caratteristiche intrinseche dell'infrastruttura. L'ordinanza nello specifico descrive e suggerisce, gli adeguati standard di sicurezza da prevedere lungo la tratta, correlandoli alle condizioni di traffico insistenti, ed assicurati mantenendo la velocità della corrente veicolare al di sotto dei 90 km/h.

In considerazione dell'elevato sviluppo della conurbazione metropolitana, che ha di fatto inglobato l'intero tracciato autostradale è stato reso impossibile l'adeguamento, in virtù delle soluzioni tecniche previste dalle norme. Pertanto il progetto è stato conseguentemente sviluppato, nell'ottica di garantire comunque le massime condizioni di sicurezza nello spirito e secondo le verifiche indicate dalla normativa per la velocità imposta di 90 km/h. Il voler imporre a tutti i costi il rigoroso rispetto delle norme già citate in precedenza, avrebbe portato a progettare la variante per una velocità di progetto pari a 140 km/h, con condizioni difficilmente attuabili, che avrebbero comportato pericolose e inopportune discontinuità rispetto alle condizioni di esercizio dell'intera infrastruttura che, ricordiamo, presenterà 4 aree di svincolo in soli 4 chilometri di tracciato. Comunque bisogna evidenziare che la soluzione progettuale adottata, anche in ragione delle introdotte misure compensative sull'esercizio, risulta sicuramente migliorativa rispetto a quella oggi in esercizio ed assicura livelli di sicurezza superiori alla circolazione.

In definitiva l'ammodernamento, attraverso l'eliminazione delle uscite in

sinistra contribuisce, pur mantenendo pressoché invariate le caratteristiche geometriche del tracciato, ad incrementare in maniera esaustiva la sicurezza intrinseca dell'infrastruttura.

L'andamento piano - altimetrico dei tratti in variante, dunque, mantiene le caratteristiche tecniche che connotano l'intero tracciato della tangenziale e che si sviluppa attraverso una successione di curve e controcurve di raggio contenuto, raccordate da rettifili che non raggiungono mai lunghezze significative.

### Il tracciato principale

Il nuovo assetto dello svincolo Forlanini ha comportato una modifica dell'andamento piano-altimetrico del principale tracciato relativamente al tratto compreso fra le attuali corsie di ingresso ed uscita. Le nuove carreggiate sono state

ricavate all'interno delle attuali vie di corsa, sviluppandosi secondo due tracciati indipendenti e mantenendosi ad una distanza compresa fra un minimo di 4 m ed un massimo di 60 m.

Altimetricamente, il progetto dei nuovi tracciati delle carreggiate autostradali è stato caratterizzato da due scavalchi molto critici, rispettivamente quello della rampa denominata n. 4 e quello della rampa denominata n. 6, in cui sono stati garantiti i franchi minimi da normativa senza intervenire sulle livellette delle rampe esistenti sottopassanti. Con questo spirito progettuale sono risultate livellette dell'ordine del 3-4% per entrambe le carreggiate, con altezze di spalla dei nuovi viadotti piuttosto importanti, rispettivamente di 10,00 m e 11,40 m per la carreggiata nord e di 8,00 m e 11,50 m per quella sud.

Le condizioni geometriche esistenti,

sia altimetriche che planimetriche, non hanno consentito di limitare il valore di queste altezze, in ragione anche della vicinanza delle due spalle del viadotto cosiddetto "dei Parchi".

### Le "Opere d'arte" maggiori

Il progetto ha previsto la realizzazione di due viadotti, uno per ciascuna carreggiata della tangenziale, di lunghezza pari a circa 380 m e larghezza, compresi i marciapiedi laterali, pari a 18 m. La tipologia strutturale pensata ed adottata per i nuovi viadotti è costituita da impalcati a sezione mista acciaio-calcestruzzo con una soletta in c.a. gettato in opera su predalles autoportanti per uno spessore complessivo di 30 cm sostenuta da due travi continue a cassone chiuso in acciaio, di larghezza 4,0 m con un interasse di 9,0 m caratterizzate da altezza variabile tra



Le caratteristiche plano-altimetriche dei tracciati studiati ex novo sono stati dimensionati per una velocità di progetto pari a 90 km/h su tutto il tracciato in funzione delle caratteristiche planimetriche, della densità degli svincoli e dalla tipologia del traffico.

1.50 m in campata e 2.50 m in corrispondenza degli appoggi intermedi. Per le strutture di sostegno degli impalcati si è optato per una soluzione composta da doppie pile (una per ciascun cassone) a lama in c.a. gettato in opera di sezione 160 x 400 cm ed altezza variabile in funzione dell'orografia e della livelletta stradale tra circa 12.0 m e circa 6.5 m. Le fondazioni sono state pensate a plinto su pali di grande diametro (1200 mm), anche in considerazione dei rilevanti carichi trasmessi dal ponte e della necessità di ridurre al minimo le dimensioni delle stesse fondazioni. Per quanto riguarda le spalle, sono state costituite da un traverso in c. a., con retrostante muro paraghiaia, direttamente impostato su diaframmi: che assolvono una doppia funzione. Assorbire i carichi verticali e le azioni orizzontali trasmessi dall'impalcato. Particolare attenzione progettuale ha richiesto la progettazione della fondazione di una pila dell'impalcato sud, posizionata tra viale Forlanini ed un sottovia esistente. In ragione degli esigui spazi a disposizione, non è stato possibile prevedere una fondazione tradizionale su pali come le altre. Pertanto la scelta è caduta su una soluzione con diaframmi di grande spessore (100 cm) ed idonea disposizione, tale da poter convenientemente assorbire sia i carichi verticali che le azioni orizzontali trasmesse dall'impalcato. La realizzazione di tale opera ha reso necessario eseguire un diaframma di protezione lungo un tratto di viale Forlanini con temporanea parzializzazione dello stesso, nonché la demolizione e conseguente ricostruzione del muro d'ala del sottovia esistente che, a causa dei ridotti spazi a disposizione, è stato fondato su micropali. Nel dettaglio, il già citato diaframma lungo viale Forlanini è stato dotato di due ordini di tiranti definitivi, necessari, sia durante le fasi di scavo e demolizione del muro esistente, sia in fase finale, al fine di evitare che le nuove fondazioni



Il progetto ha previsto la realizzazione di due viadotti, uno per ciascuna carreggiata della tangenziale, di lunghezza pari a circa 380 m e larghezza, compresi i marciapiedi laterali, pari a 18 m.

eseguite fossero sollecitate da spinte del terreno. : esame si è necessariamente previsto l'accesso dei mezzi di cantiere, esclusivamente dall'interno dell'autostrada, attraverso i seguenti punti di accesso:

#### La "cantierizzazione"

Durante la realizzazione delle opere in : Via Corelli: l'ingresso/uscita è stato

#### SCHEDA DELL' INTERVENTO

- Località: **Milano – Tangenziale Est**
- Committente: **Milano Serravalle**
- Progetto esecutivo: **ing. Riccardo Formichi - Sistemi Integrati di Progettazione per Infrastrutture nel Territorio srl – Assago (Mi)**
- Imprese esecutrici: **ATI, Serenissima Costruzioni spa, Costruzioni Cimolai Armando spa**
- Direzione lavori: **ATP SINA (Capogruppo), SINECO, SO.TEC, Ativa Engineering e Musi.net**
- Direttore lavori: **ing. Roberto Petrali**
- Direttori operativi: **ing. Giovanni Massone, ing. Giuseppe Pasqualato**
- Ispettore di cantiere: **ing. Antonio Simone**
- Importo dei lavori: **€ 16.744.064,21**
- Fine lavori: **giugno 2008**



Vista del cantiere dall'alto.

previsto tra i piloni della tangenziale con il semplice abbattimento dell'attuale muretto di recinzione che delimita la proprietà autostradale; Via Fantoli: fra i due viadotti prima dell'angolo con via Monluè: l'ingresso/uscita è stato previsto attraverso un cancello da inserire nella recinzione autostradale; Viale Forlanini: l'ingresso/uscita (separati) è stata prevista a raso fra i due viadotti delle carreggiate autostradali. Inoltre in corrispondenza dei principali manufatti, si sono previsti cantieri autonomi di natura stabile della durata

di alcuni mesi.

In queste aree operative la parte preminente delle lavorazioni riguarda la formazione di pali e diaframmi di sottofondazione, la realizzazione di opere in cemento armato, l'assemblaggio e varo delle travi metalliche a cassone, il completamento degli impalcati. In adiacenza al corpo stradale è stata prevista la costituzione di cantieri temporanei per la realizzazione dei nuovi manufatti minori e per l'innesto delle nuove corsie con risagomatura del corpo stradale.

Per la sequenza di opere sul corpo

stradale si sono inoltre previsti due cantieri indipendenti (uno per ciascuna direzione di marcia) che interessano tratti di estensione limitata dell'autostrada per un periodo di circa 6 mesi. Durante tutto l'arco di tempo dei lavori, la viabilità autostradale e locale sono rimasti in esercizio. Al fine della corretta informazione dell'utenza nel corso delle fasi provvisorie dei lavori, è stata prevista l'installazione della segnaletica di cantiere in conformità delle Disposizioni del Decreto luglio 2002, emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La cantierizzazione delle opere in progetto è stata studiata con particolare attenzione alla minimizzazione dei rischi della sicurezza per la circolazione stradale durante la realizzazione dell'opera. Con il prezioso e sempre costruttivo contributo della committenza, gli interventi sono stati scaglionati secondo una serie concatenata di operazioni strettamente sequenziale e costituita da attività spazialmente e temporalmente circoscritte.

### Conclusioni

La riqualificazione e modifica dello svincolo Forlanini ha dunque rappresentato un significativo intervento ai fini della sicurezza dell'intera infrastruttura.

La soluzione così come proposta e realizzata costituisce un elemento di qualificazione e valorizzazione dell'area dello svincolo, all'interno di un paesaggio urbano in corso di complessiva e continua trasformazione.

Particolare ringraziamento va rivolto alla committenza Milano Serravalle – Milano Tangenziali S.p.A., nella figura del RUP Ing. Gianlorenzo De Vincenti, così come alle imprese esecutrici dei lavori ed a tutto lo staff di Direzione Lavori per l'alta professionalità espressa così come citati in apertura di articolo.

\* *Ingegnere, Sotec srl*