Aeroporto di Milano Linate
Masterplan 2015-2030

Studio di Impatto Ambientale

Quadro di Riferimento Progettuale

ALLEGATO QPGT.A02

Studio del traffico stradale

Università degli Studi di Milano-Bicocca
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio

Dicembre 2016

AEROPORTO DI LINATE

NUOVO MASTERPLAN DI MILANO LINATE

STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

ANALISI MODELLISTICHE

DESCRIZIONE DEL SISTEMA VIARIO, DEI TRASPORTI E DELLA RETE DI ACCESSO

Studio redatto da Ing. Giovanni Vescia
via Carducci 2 – 20092 – Cinisello Balsamo (MI)
Tel. 349.12 49 750 / 329.33 18 707
E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it
Albo dell'ordine degli ingegneri della provincia di Milano n° A23726

Università degli Studi di Milano-Bicocca
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio

Dicembre 2016

SOMMARIO

1 PREMESSA 4
2 METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI 7
2.1 ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE 7
2.2 ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO 9
2.3 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO 9
3 SCENARIO ATTUALE 10
3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 10
3.2 ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO 11
3.3 GRAFO DEL SISTEMA VIARIO 12
3.3.1 ANALISI DEGLI ASSI VIARI 12
3.3.2 ANALISI DELLE INTERSEZIONI 14
3.4 ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO 18
4 MODELLO DI SIMULAZIONE: SCENARIO ATTUALE 22
4.1 MODELLO DI OFFERTA 22
4.2 MODELLO DI DOMANDA 25
4.3 PROCEDURA DI CALIBRAZIONE 26
4.4 MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE 30
4.4.1 GLI INDICATORI DI PRESTAZIONE 33
5 ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO 35
5.1 DEFINIZIONE DEL QUADRO PROGRAMMATICO DI RIFERIMENTO 35
5.2 DEFINIZIONE DEL QUADRO URBANISTICO – TERRITORIALE 35
5.3 DEFINIZIONE DEL QUADRO INFRASTRUTTURALE DI TRASPORTO 43
5.3.1 AUTOSTRADA PEDEMONTANA LOMBARDA 47
5.3.2 LA NUOVA LINEA METROPOLITANA MM4 47
6 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO 51
6.1 IL NUOVO MASTERPLAN DI MILANO LINATE 51
6.2 ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO 52
6.3 STIMA INDOTTO VEICOLARE DEL NUOVO MATERPLAN DI LINATE 54
6.3.1 EFFETTO DELLA NUOVA FERMATA DELLA MM4 55
6.3.2 STIMA DEI COEFFICENTI DI CRESCITA DELLA DOMANDA COMPLESSIVA PER IL 2030 56
6.4 RISULTATI MODELLO DI SIMULAZIONE SCENARIO DI INTERVENTO 58
7 CONCLUSIONI 62

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

1 PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti all'attivazione del Piano di Sviluppo dell'Aeroporto di Milano Linate.
L'aeroporto di Linate svolge un ruolo fondamentale all'interno del sistema aeroportuale lombardo e nazionale poiché, insieme ad altri scali, serve la domanda di trasporto generata da una delle maggiori aree produttive presenti in Europa.
SEA ha elaborato per Linate di un nuovo Masterplan Aeroportuale che permetta di individuare e descrivere le specifiche destinazioni d'uso delle diverse aree del sedime, consideri le diverse principali funzioni operative, ne analizzi il grado di compatibilità reciproca e con le presenze esterne all'aeroporto e verifichi l'effettiva rispondenza del sistema alle esigenze attuali e prevedibili per il futuro, individuando i possibili interventi di sviluppo che potranno risultare necessari nel medio-lungo periodo (riferimento anno 2030).
La finalità principale del presente Master Plan è pertanto quella di individuare uno schema distributivo che ottimizzi la funzionalità del "sistema aeroporto" e in cui le necessità di intervento risultino adeguatamente inquadrate in una visione organica e possano ottenere ampia condivisione, in un'ottica di benefici e opportunità prodotti per il territorio di riferimento.
Lo scalo si caratterizza inoltre per l'offerta di collegamenti a servizio di flussi di traffico quasi esclusivamente "originanti/terminali", con una quota trascurabile di passeggeri in transito.
Le analisi riguardanti il futuro sviluppo dell'aeroporto non sono pertanto dettate da un aspetto "quantitativo", costituito dal prevedibile incremento dei volumi di traffico serviti, ma tendono soprattutto ad un progressivo miglioramento di aspetti "qualitativi" quali, ad esempio:

- incremento di sicurezza, efficienza e regolarità delle operazioni, mediante lo sviluppo di tecnologie innovative;
- maggior confort e più ampia gamma di servizi offerti all'utenza aeroportuale;
- nuove opportunità di integrazione con il territorio, favorite anche dal miglioramento dei sistemi di accesso (nuova linea metropolitana);
- attenzione sempre maggiore ai temi riguardanti il rispetto dell'ambiente ed il risparmio energetico.

In termini generali, il Master Plan costituisce un piano di assetto generale dell'aeroporto che, sulla base delle effettive esigenze, tenendo conto delle esperienze maturate e garantendo i necessari margini di flessibilità, si configurerà come fondamentale quadro di riferimento per l'implementazione dei principali futuri interventi che potranno interessare lo scalo di Linate.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

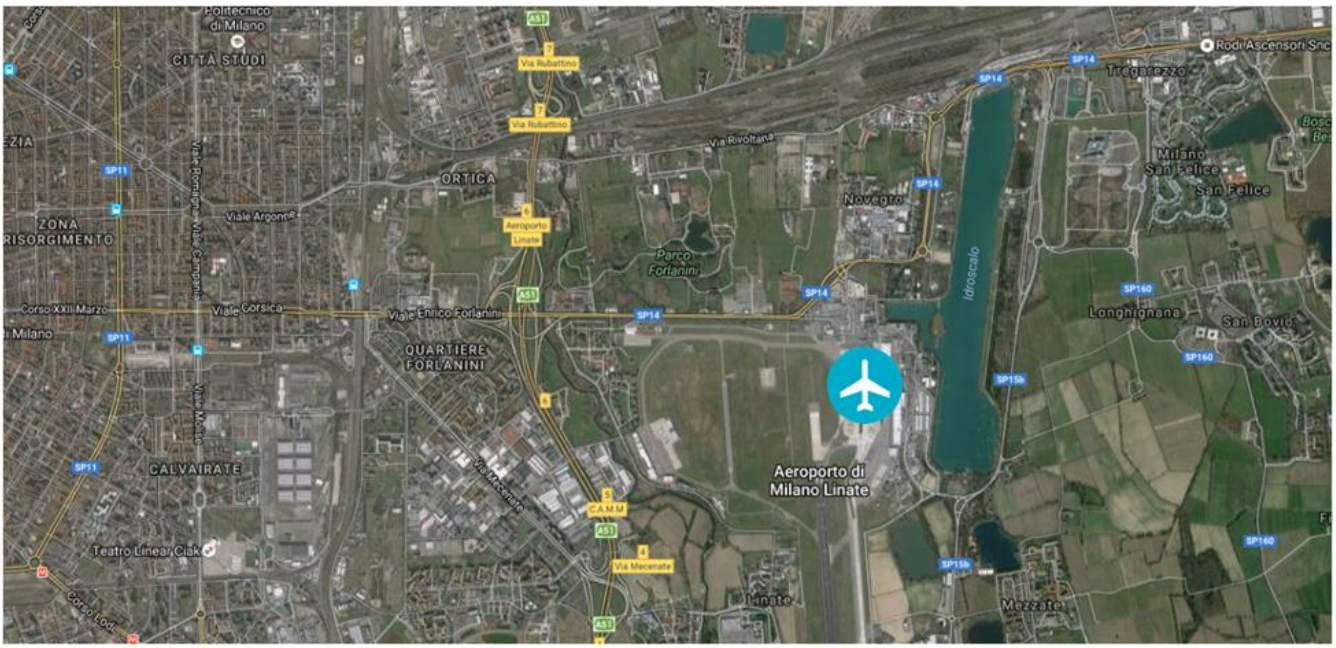


Figura 1 – Dettaglio dell'area di studio

L'obiettivo dello studio è quello di analizzare e verificare l'impatto dell'entrata a regime del nuovo Masterplan dell'aeroporto di Linate sulla rete dell'area di studio mediante l'ausilio di un modello di macrosimulazione del traffico. A tal fine, lo studio prevederà in primo luogo la valutazione dei seguenti scenari temporali:

- **scenario attuale,** con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario esistente e all'attuale regime di circolazione;
- **scenario di riferimento,** con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare il quadro programmatico della domanda e dell'offerta che interessano l'ambito territoriale di interesse per l'orizzonte temporale di riferimento;
- **scenario di intervento** finalizzato invece alla stima dei flussi di traffico aggiuntivi generati e attratti dal nuovo Masterplan di Linate oggetto di analisi e alla verifica del funzionamento della rete stradale attuale e in progetto, in relazione allo scenario di domanda e di offerta che si verrà a creare nell'orizzonte temporale di riferimento.

La stima dei flussi di traffico per gli scenari considerati sarà effettuata mediante l'uso di un modello di macrosimulazione del traffico in grado di analizzare l'interazione tra il sistema della domanda ed il sistema dell'offerta di trasporto che caratterizza il bacino territoriale in cui si collocherà l'intervento oggetto di analisi. In particolare, al fine di valutare le prestazioni della rete in funzione dei diversi scenari considerati, si procederà ad implementare un set di indicatori trasportistici in grado di fornire indicazioni sul funzionamento della rete stradale interessata dall'indotto veicolare generato ed attratto dell'intervento in progetto.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Nei paragrafi seguenti viene illustrata la metodologia di analisi e i risultati del modello di simulazione ottenuti.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

2 METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI

Per valutare gli effetti sulla viabilità indotti dal traffico potenzialmente generato dall'intervento in progetto, e verificare se tale incremento è compatibile con il sistema infrastrutturale viario attuale e futuro, si è proceduto all'analisi dei seguenti scenari temporali.

2.1 ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE

Il primo passo metodologico per giungere alle previsioni di traffico necessarie per verificare la sostenibilità dell'intervento proposto, riguarderà la modellazione dello scenario trasportistico attuale, cioè la ricostruzione delle relazioni origine – destinazione degli spostamenti generati dal territorio in esame e la loro distribuzione sulla rete.
Tale fase verrà sviluppata mettendo a punto, nel modello di simulazione, sia il grafo stradale che rappresenta il sistema dell'offerta di trasporto, sia la matrice origine – destinazione che rappresenta il sistema della domanda di mobilità.
Per quanto concerne il grafo della rete stradale, sarà considerata un'area vasta, che includerà non solo la Città di Milano ed i comuni confinanti, ma l'intero territorio regionale. Una tale estensione permetterà in fase di analisi degli interventi proposti, di tenere in considerazione anche degli effetti dovuti ad interventi previsti nelle zone non immediatamente adiacenti a quella di studio. Al contempo, il grafo sarà caratterizzato da un livello di dettaglio tanto maggiore quanto più prossima è l'area di studio. A tal fine, si procederà ad un'analisi della viabilità del comparto oggetto di studio e della viabilità di adduzione, con particolare attenzione alle caratteristiche geometriche, al regime di circolazione ed alle regolazioni delle intersezioni.
Di seguito è schematizzato il grafo che sarà utilizzato nella procedura modellistica.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

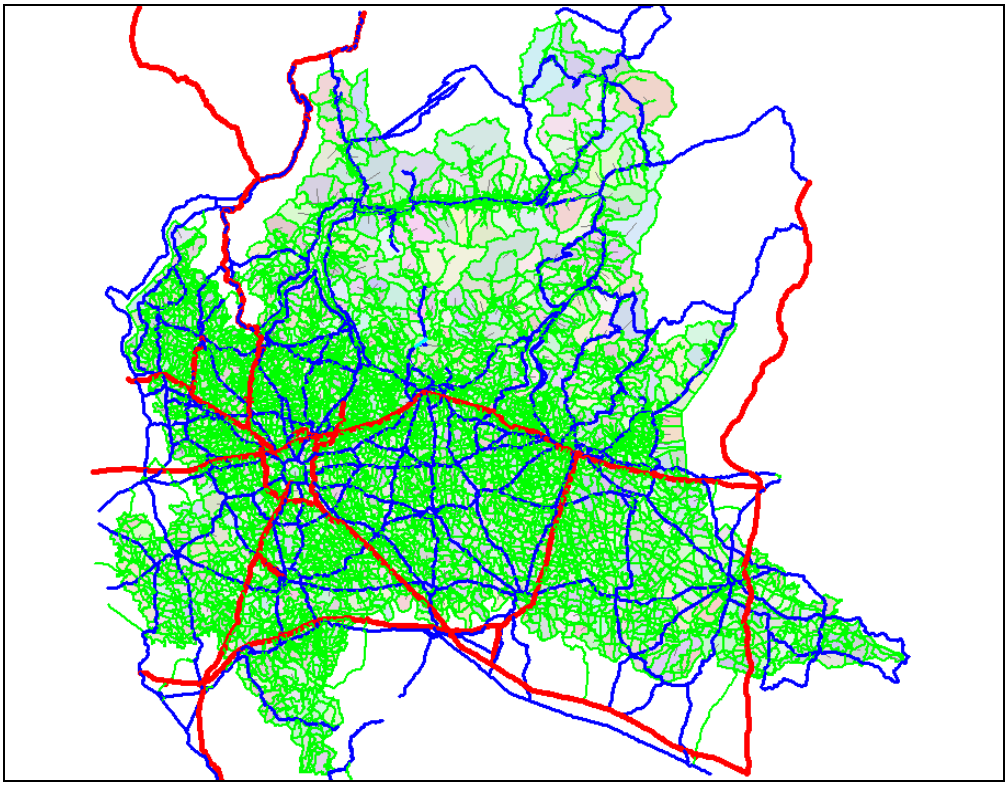


Figura 2 – Estensione del grafo di rete che sarà adottato all'interno del modello di simulazione

Per quanto invece attiene la domanda degli spostamenti, la matrice O-D attuale sarà ottenuta a partire dalle seguenti banche dati che sono state tra loro integrate in forma matriciale:

- la matrice OD della Regione Lombardia;
- la matrice OD Istat;
- la matrice OD del trasporto privato e merci elaborata da AMAT relativa allo stato di fatto 2009;
- i rilievi di traffico su area vasta messi a disposizione da AMAT;
- le banche dati delle indagini di traffico su area vasta condotte direttamente sul campo (2014 – 2016);
- i rilievi di traffico desunti da studi viabilistici effettuati da soggetti terzi quali PIM, Provincia di Milano e Milano Serravalle (2009 – 2015).

La modellizzazione dello Scenario di Attuale prevederà infine la fase di calibrazione, attraverso la quale sarà verificata la corretta riproduzione della distribuzione della domanda di spostamento sulla rete di trasporto sulla base dei dati di traffico aggiornati reperiti sulla rete dell'area di studio.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

2.2 ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO

L'analisi dello scenario di riferimento ha l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare il quadro programmatico della domanda e dell'offerta di trasporto che interessano l'ambito territoriale di interesse per l'orizzonte temporale di riferimento.
Si precederà, in questa fase, alla messa a punto degli scenari futuri di mobilità considerando:

- in primo luogo, gli interventi di potenziamento della rete di trasporto dell'area in esame che delineino l'evoluzione del sistema verso uno stato futuro nel quale inserire il nuovo intervento previsto;
- in seconda battuta, la crescita della domanda di spostamento da considerare per la mobilità dei passeggeri e delle merci nelle simulazioni di traffico funzionali a caratterizzare lo scenario di intervento.

A questo proposito, sarà condotta una dettagliata ricognizione del quadro programmatico ed infrastrutturale che emergerà dai documenti di programmazione sia del Comune di Segrate, sia dei comuni confinanti, oltre che dalla programmazione provinciale di Milano, al fine di evidenziare gli interventi che possano produrre effetti sulla viabilità del comparto oggetto di studio. Da tale analisi discenderà la definizione degli elementi che caratterizzeranno la domanda e l'offerta di traffico aggiuntiva al contorno dell'area di studio.
Per quanto invece attiene gli interventi infrastrutturali previsti per lo scenario futuro, la scelta sarà effettuata sulla base delle tempistiche realizzative previste nei documenti di programmazione analizzati, in modo da poter considerare gli interventi completabili nell'orizzonte temporale nel quale si colloca la realizzazione dell'opera oggetto di studio.

2.3 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

Lo scenario di intervento considera il funzionamento a regime del nuovo Masterplan di Milano Linate ed è finalizzato ad analizzare la viabilità esistente e di progetto in relazione ai flussi di traffico aggiuntivi indotti dalle trasformazioni urbanistiche ascrivibili al quadro programmatico, a cui verranno sommati i potenziali flussi di traffico generati – attratti dal nuovo intervento oggetto di analisi per l'orizzonte temporale di riferimento (anno 2030).
Le successive analisi inoltre verranno effettuate mediante l'ausilio di un set di indicatori trasportistici utili a valutare le prestazioni della rete viabilistica nei differenti scenari temporali oggetto di analisi.
In particolare gli indicatori considerati sono i seguenti:

- *veicoli x chilometro*, che misura le percorrenze sulla rete della dei veicoli;
- veicoli x ora che rende conto del tempo di viaggio dei veicoli sulla rete;
- *velocità media*, che rappresenta la velocità media stimata in fase di modellizzazione da parte dei veicoli.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

3 SCENARIO ATTUALE

I principali passi metodologici rispetto cui sono state organizzate le valutazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato di fatto riguardano:

- l'inquadramento territoriale dell'area di studio;
- la ricostruzione dell'offerta di trasporto privato: mediante l'analisi della rete viabilistica adiacente all'area di intervento;
- la ricostruzione della domanda attuale: mediante l'analisi della mobilità attuale viene riprodotto l'andamento dei flussi di traffico che attraversano la rete dell'area di studio.

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di studio è localizzato nel quadrante est del capoluogo lombardo, nell'area territoriale ricadente all'interno dei comuni di Milano, Peschiera Borromeo e Segrate e a ridosso di viale Forlanini - Strada Provinciale n° 14, di recente riqualificazione nel tratto che va dal comune di Segrate al collegamento con la nuova autostrada A58.
Per quanto riguarda l'offerta di trasporto, a livello locale, saranno analizzati il regime di circolazione attuale, le caratteristiche geometriche degli assi viari e le caratteristiche/regolamentazione delle intersezioni principali di accesso al Terminal dell'aeroporto di Linate.

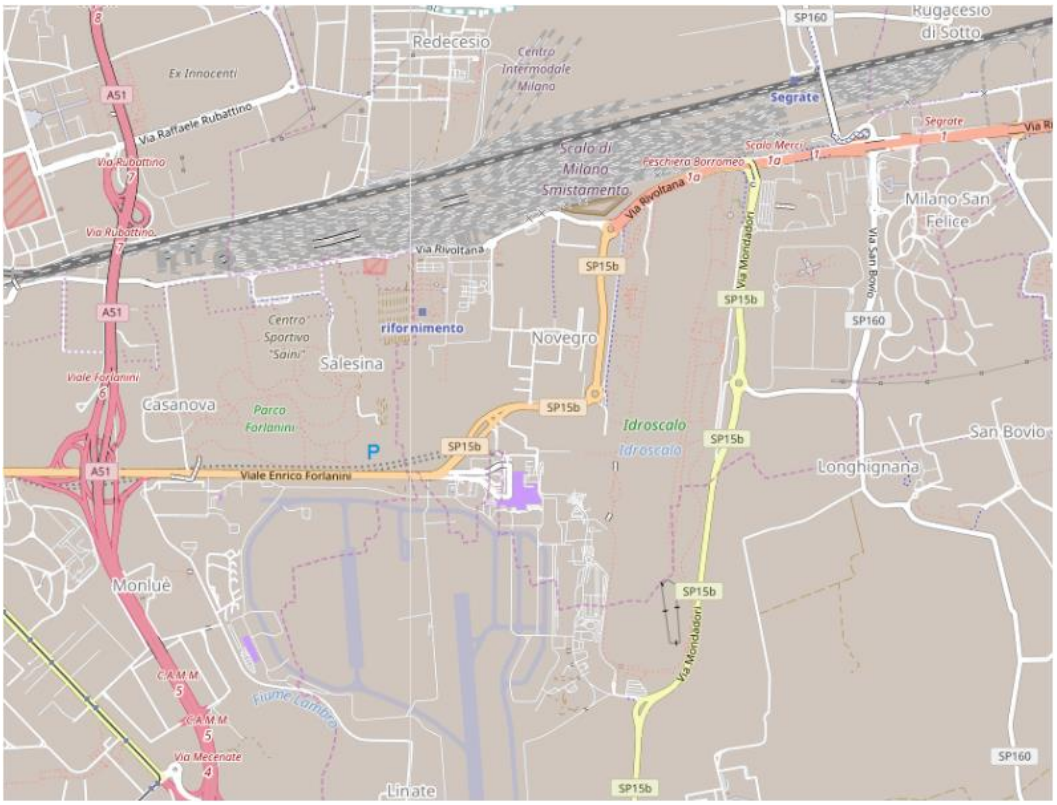


Figura 3 - Inquadramento locale

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

3.2 ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO

Dal punto di vista dell'accessibilità viabilistica, l'area di studio, risulta essere ben inserito all'interno della maglia viabilistica principale al contorno, nonché adeguatamente ad essa collegato.
La figura di seguito riportata, rappresenta su ampia scala, l'assetto infrastrutturale, del contesto territoriale contermine l'area di studio. In questo comparto territoriale si evidenzia una struttura della maglia viaria prevalentemente radiocentrica su Milano.
In particolare, le direttrici con andamento radiale (assi portanti delle connessioni di penetrazione in Milano) sono:

- La Strada Provinciale 11, Padana Superiore;
- La Strada Provinciale 103, Cassanese;
- La Strada Provinciale 14, Rivoltana;
- La Strada Provinciale 415, Paullese.

Le direttrici principali con andamento tangenziale sono caratterizzate invece dalla Tangenziale Est (A51), interconnessa alla Tangenziale Nord (A52) e dalla A58 (TEEM) che collega l'A4 all'A1.

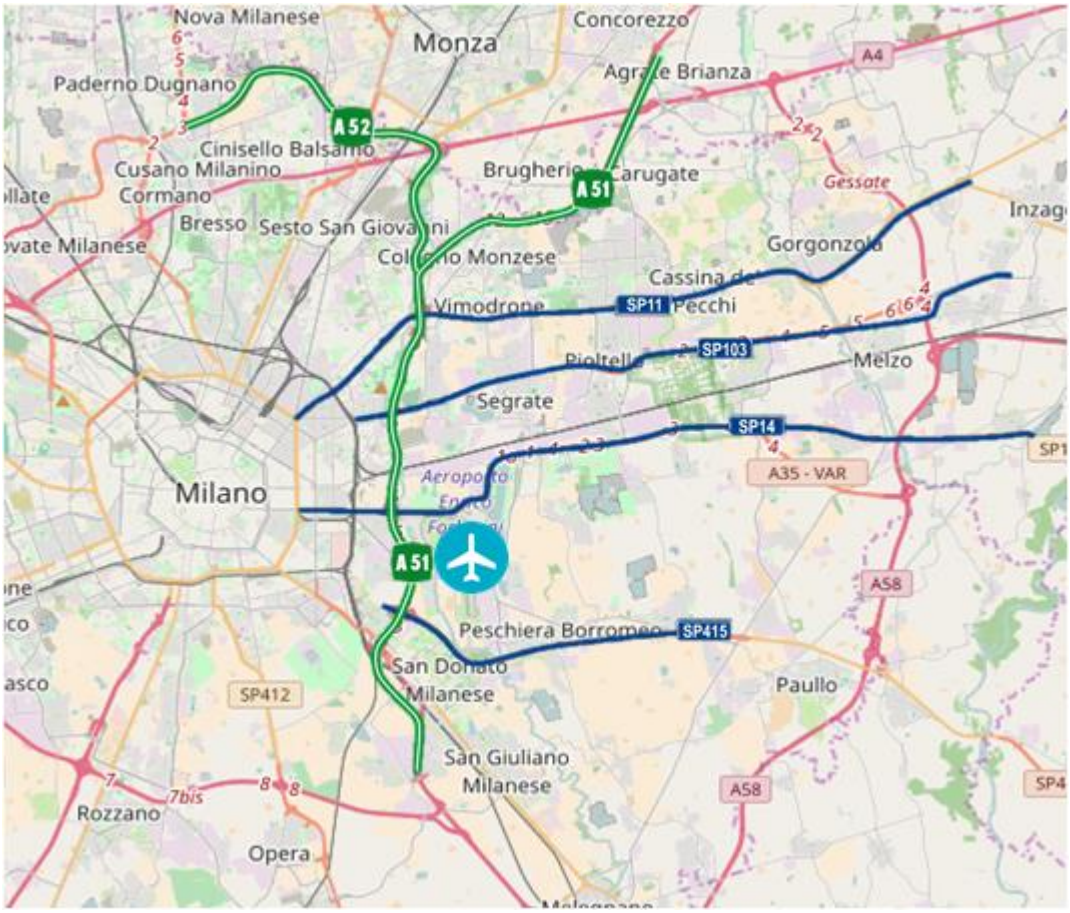


Figura 4 - Inquadramento territoriale

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

3.3 GRAFO DEL SISTEMA VIARIO

Al fine di meglio inquadrare lo scenario di riferimento viabilistico (stato di fatto), nei paragrafi seguenti vengono analizzati gli assi viari e l'intersezione presente in prossimità dell'area di studio.

3.3.1 ANALISI DEGLI ASSI VIARI

Viale Forlanini con il suo andamento est-ovest rappresenta l'arteria di traffico di collegamento diretto tra l'aeroporto di Linate e la città di Milano. Nel tratto corrispondente all'accesso all'area oggetto di studio, si presenta come una strada a doppia carreggiata con due corsie di marcia in direzione ovest e tre corsie di marcia in direzione est. La sosta è vietata su ambo i lati della carreggiata stradale.

Foto 1 - Viale Forlanini direzione est

Foto 2 - Viale Forlanini direzione ovest

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

La SP14, Rivoltana (di recente riqualificazione), con il suo andamento est-ovest ha funzione di collegamento tra Milano e l'A58; si presenta come una strada a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia. La sosta è vietata e non sono presenti itinerari pedonali a ridosso della carreggiata.

Foto 3 - SP14 Rivoltana – direzione est

La Via Circonvallazione Idroscalo si presenta come un itinerario nord-sud, anch'esso a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia. Tale Via è la prosecuzione di Viale Forlanini, strada che oltre a consentire l'ingresso e l'uscita dalla Tangenziale Est (A51), funge da asse di penetrazione in Milano. La sosta è vietata e non sono presenti marciapiedi protetti.

Foto 4 - Via Circonvallazione Idroscalo – direzione nord

Analogamente alla precedente, anche la Strada Provinciale n°15b, Via Mondadori, assume le medesime caratteristiche: itinerario nord-sud a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia, separate da apposito guardrail in cemento; la sosta è vietata e non sono presenti marciapiedi protetti.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Foto 5 - SP15b Via Mondadori – direzione sud

Anche le caratteristiche dell'ultima strada indagata non si discostano da quelle precedentemente descritte: itinerario nord-sud a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia, separate da apposito spartitraffico. La sosta è vietata e verso il lato ovest si estende un itinerario ciclabile e pedonale separati.

Foto 6 - SP60 Via San Bovio Rivoltana – direzione nord

3.3.2 ANALISI DELLE INTERSEZIONI

Di seguito vengono analizzate le intersezioni limitrofe all'area oggetto dell'intervento, in modo da ottenere un quadro ricognitivo esaustivo in ordine all'assetto viabilistico attuale.
Le intersezioni più prossime all'area oggetto di studio possono essere così identificate:

- Intersezione 1 – Viale Forlanini – accesso Terminal Linate;
- Intersezione 2 – Viale Forlanini/SP14 – accesso parcheggi/Terminal Linate.

L'immagine seguente mostra la localizzazione delle intersezioni che verranno di seguito descritte.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

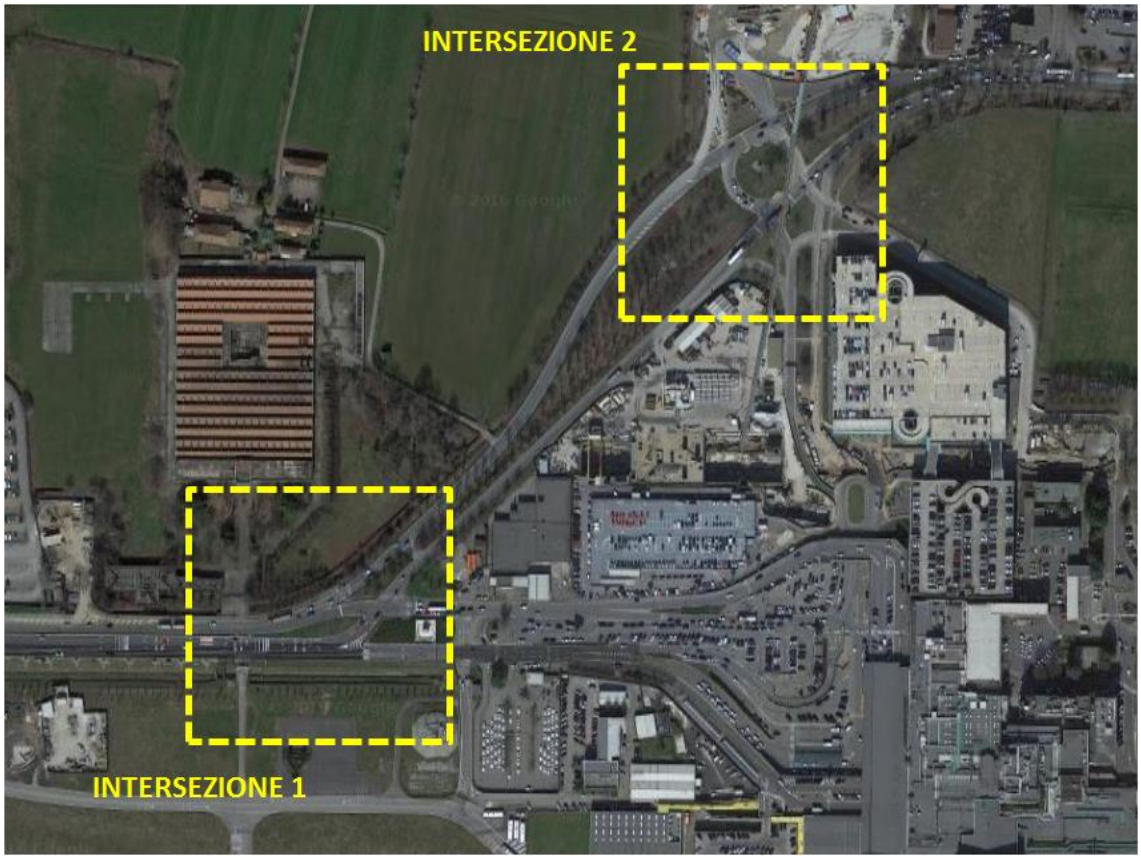


Figura 5 – Intersezioni analizzate

3.3.2.1INTERSEZIONE 1

L'intersezione 1, è un'intersezione semaforizzata, che consente il collegamento tra il Terminal di Linate e viale Forlanini per i veicoli in uscita dal termina. Non è permesso la manovra di scolta in sinistra da Viale Forlanini verso l'accesso al Terminal. Le rampe di distribuzione verso il collegamento con il Terminal e i parcheggi a servizio dell'aeroporto sono di lunghezza tale da garantire un ampio accumulo in modo da evitare ogni possibile interferenza con il deflusso sulla viabilità principale.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Figura 6 – Dettaglio intersezione 1

3.3.2.2INTERSEZIONE 2

L'intersezione 2 è una rotatoria semaforizzata che disciplina le manovre di interscambio tra la viale Forlanini / SP14 e l'accesso al Terminal di Linate.
Diversamente da una rotatoria tradizionale, la circolazione è disciplinata da un semaforo per favorire l'attraversamento del maggior flusso lungo la via Forlanini, a discapito del traffico proveniente dall'aeroporto di Linate.
La rotatoria con semaforo unisce quindi i vantaggi della rotonda classica, come la scorrevolezza e la praticità, con quelli dell'intersezione semaforizzata che consente di gestire e agevolare i flussi in transito sulle strade più trafficate.
Il ciclo semaforico è risultato essere pari a 84 secondi con 4 secondi di tempo di giallo, costante per ogni manovra e tempi di verde più lunghi per gli attestamenti su viale Forlanini.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Figura 7 – Dettaglio intersezione 2

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

3.4 ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO

Per analizzare, in modo dettagliato, l'incidenza delle previsioni dedotte dal progetto in esame sulla viabilità, è necessario ricostruire i flussi di traffico attualmente circolanti sulla rete esistente, ossia stimare la domanda di trasporto attuale. Nel caso del presente studio, sono stati raccolti i dati resi disponibili dai rilievi automatici realizzati dalla Provincia di Milano, Comune di Milano, Milano Serravalle ed altri enti territoriali, oltre alla banca dati delle rilevazioni di traffico implementata mediante indagini dirette sul campo.
In particolare le principali fonti e gli anni di riferimento di tali dati sono:

- Milanoserravalle: periodo di riferimento 2009 - 2012;
- Provincia di Milano, Settore Sviluppo Sistema della Viabilità: periodo di riferimento 2009 - 2015;
- Comune di Milano: periodo di riferimento 2007 – 2013;
- le banche dati delle indagini di traffico su area vasta condotte direttamente sul campo (2014 – 2016).

Accanto a queste fonti informative, sono stati recuperati i dati di traffico effettuati nell'area di studio da soggetti terzi. Nello specifico si è fatto riferimento alle recenti rilevazione dei volumi di traffico sull'intersezione 2 (anno 2015) riportati all'interno dello studio viabilistico redatto a supporto della Procedura di verifica di Assoggettabilità a VIA – Accordo di Programma Ambito 2 – del comune di Segrate.
I rilievi di traffico si riferiscono ad un giorno feriale scolastico tipo e le manovre di svolta di ingresso e di uscita dall'aeroporto alla rotatoria della SP15b in esame, individuando come ora di punta quella del mattino dalle 08:15-09:15.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

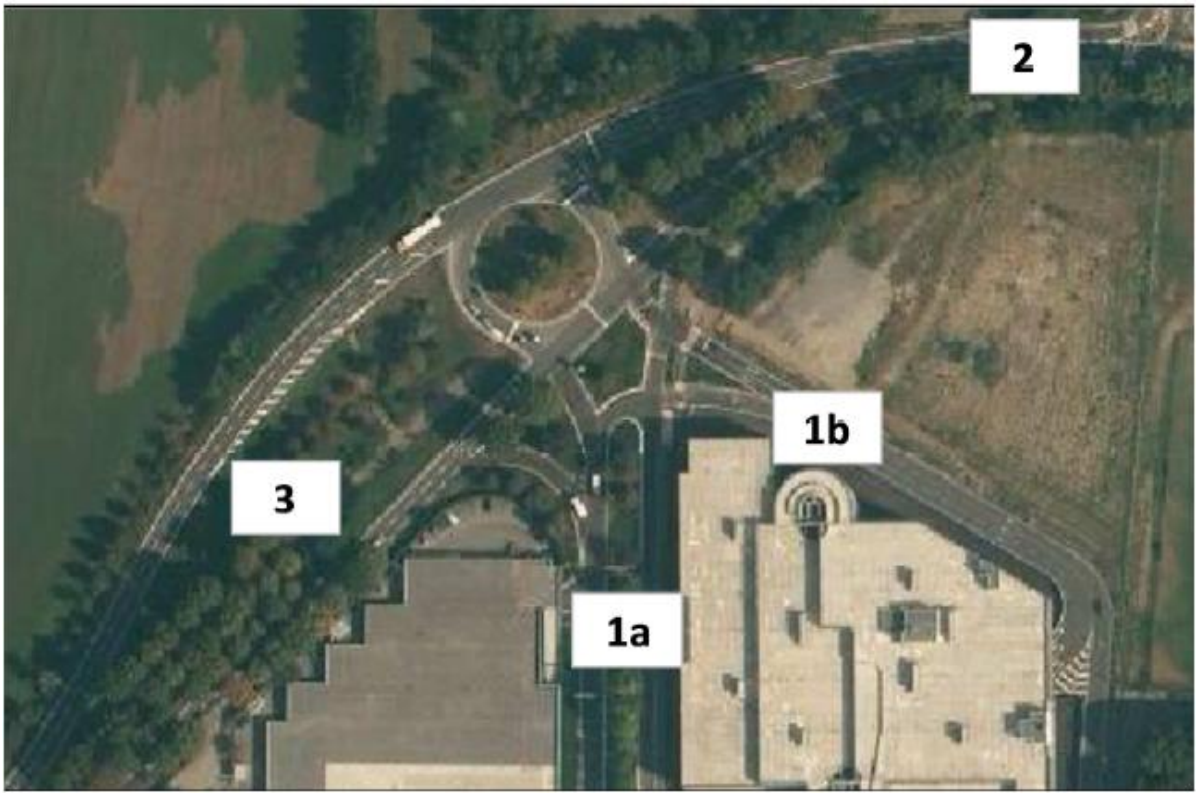


Figura 8 – Schema manovre rilavate

Di seguito vengono riportate le matrici utilizzate nel presente studio dell'ora di punta del mattino, per ogni classe di veicolo, leggeri e pesanti.

SDF LEGGERI					
LEGGERI					
	1a	1b	2	3	TOTALE
1a	0	0	51	67	118
1b	4	0	34	45	83
2	276	0	0	1552	1828
3	75	0	1491	0	1566
TOTALE	355	0	1576	1664	3595

Tabella 1 - Matrice O/D dell'ora di punta 08:15-09:15, scenario SDF, leggeri

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

SDF PESANTI					
PESANTI					
	1a	1b	2	3	TOTALE
1a	0	0	12	6	18
1b	0	0	0	0	0
2	9	0	0	89	98
3	7	0	95	0	102
TOTALE	16	0	107	95	218

Tabella 2 - Matrice O/D dell'ora di punta 08:15-09:15, scenario SDF, pesanti

Le immagini seguenti sintetizzano le sezioni di rilievo dati su area vasta che verranno utilizzati all'interno dei modelli di simulazione per la calibrazione della matrice OD di base.

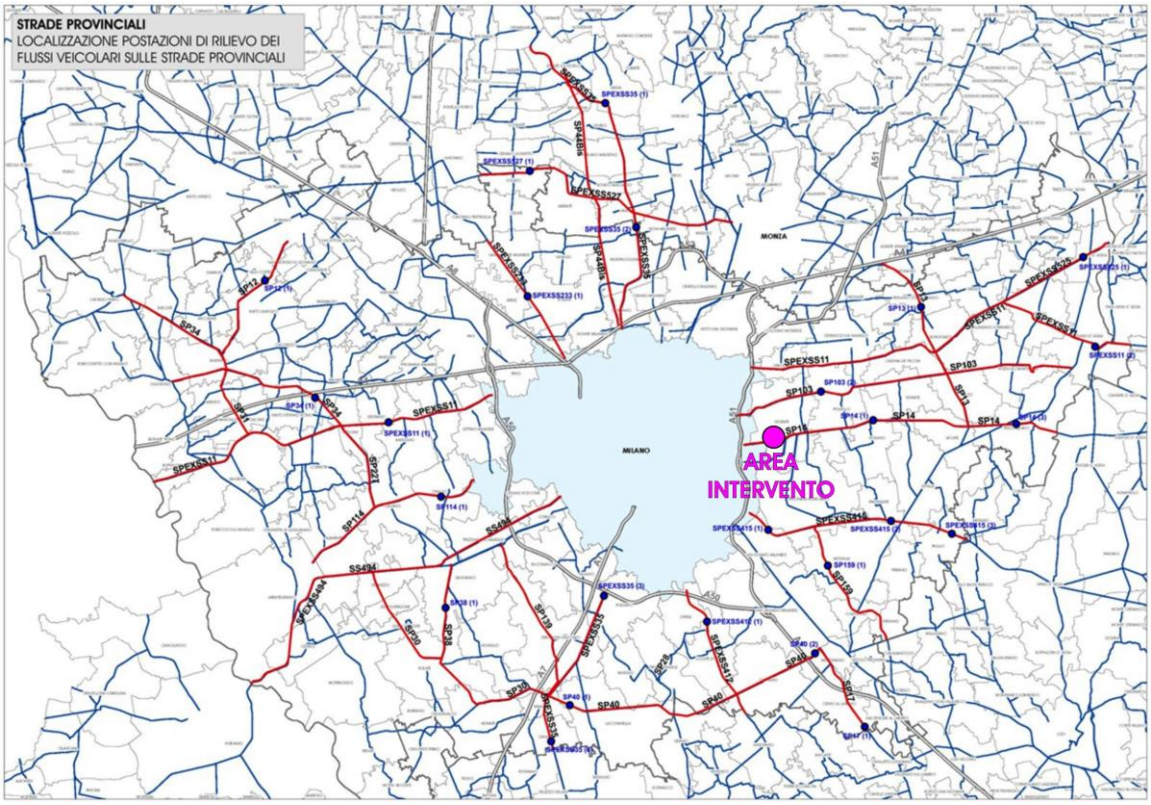


Figura 9 - Postazione rilievi automatici – Provincia di Milano

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

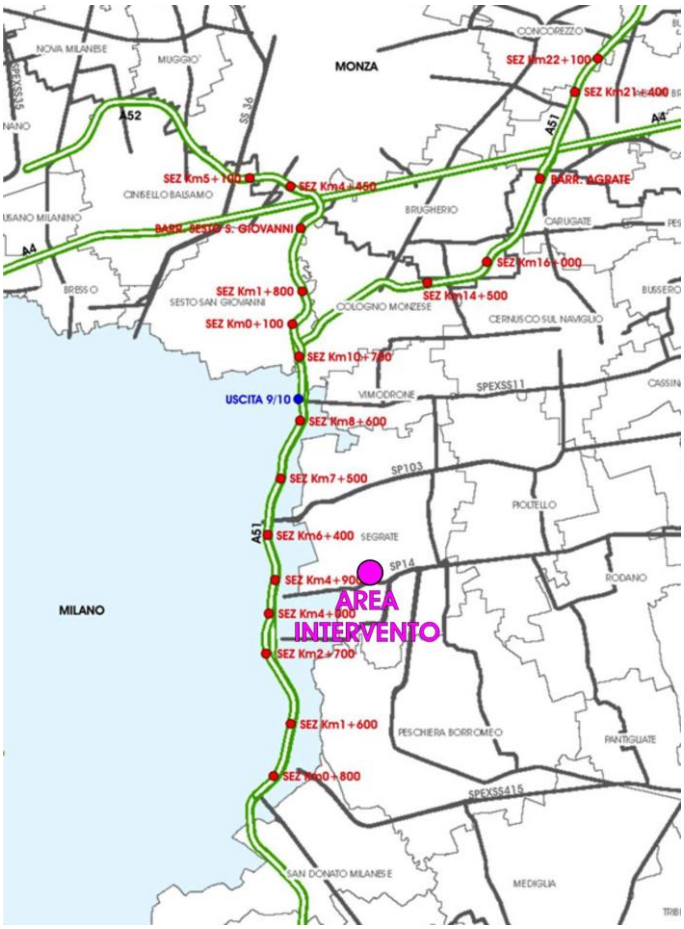
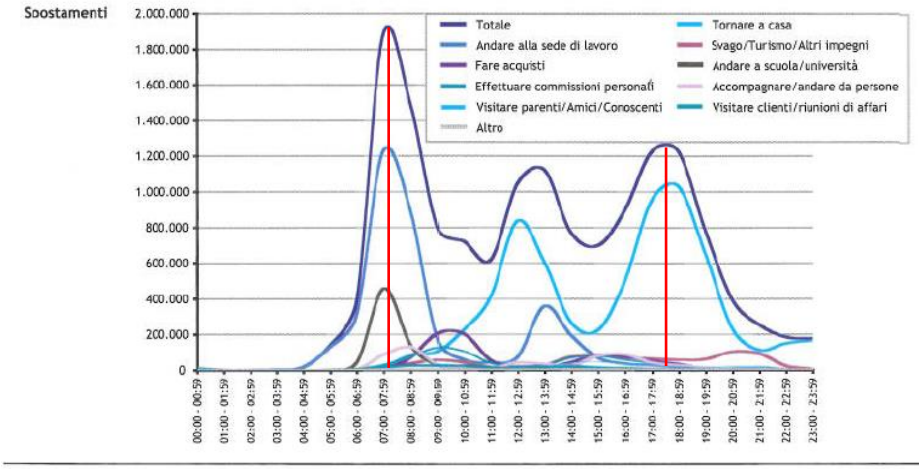


Figura 10 - Postazione rilievi automatici – Milano Serravalle

Le successive analisi saranno inoltre riferite all'ora di punta giornaliera, identificabile, considerando l'intera area metropolitana di Milano, tra le ore 8.00 e le ore 9.00. A conferma di ciò si riporta il grafico relativo alla distribuzione oraria degli spostamenti per motivo, elaborato dalla base dati relativi all'Indagine Origine/Destinazione regionale (indagine promossa nel 2002 dalla d.g.r. Infrastrutture e Mobilità).



Regione Lombardia - *Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità*

Grafico 1 – Distribuzione oraria degli spostamenti per motivo

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

4 MODELLO DI SIMULAZIONE: SCENARIO ATTUALE

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni relativo alla definizione dello scenario attuale. Le procedure di seguito riportate fanno riferimento all'offerto infrastrutturale riferite all'orizzonte temporale 2016.

4.1 MODELLO DI OFFERTA

Il sistema dell'offerta è modellizzato implementando un grafo stradale costituito da una serie di archi mono o bi-direzionali, con i quali è compiutamente descritto un tratto di strada. Complessivamente la rete stradale considerata, costituita da poco più di 322 mila archi, comprende l'intero territorio della Regione Lombardia, con un livello di dettaglio tanto più alto quanto più ci si approssima all'area di studio considerata.
Una tale estensione permetterà in fase di analisi degli interventi proposti, di tenere in considerazione anche degli effetti dovuti ad interventi previsti nelle zone non immediatamente adiacenti a quella di studio, con particolare riferimento alle infrastrutture di livello provinciale e regionale.
Gli archi del grafo sono classificati in funzione del rango della strada che rappresentano, e ad essi è associata una serie di informazioni necessarie per alimentare il modello di macrosimulazione, tra le quali:

- nodo inizio;
- nodo fine;
- lunghezza [Km];
- tipo arco (autostrada, strade primarie, strade secondarie, locali, uso esclusivo TPL, connettore);
- velocità di libero deflusso [Km/h];
- capacità [Veq];
- curva di deflusso.

In particolare, in ragione delle specifiche caratteristiche di deflusso (autostrade, superstrade e arterie di grande viabilità, strade statali, strade provinciali, strade comunali principali e secondarie), sono associati i seguenti range di velocità di flusso libero e capacità per corsia.

Classe	Tipologia strada	Capacità (veic eq/h) per corsia	Vo, Velocità a vuoto (Km/h)
1	Rete autostradale	2000 - 2300	110 – 140
2	Superstrade e tangenziali	2000	70 – 130
3	Rete di rango statale	1500 – 1800	60 – 90
4	Rete di rango provinciale	1200 – 1500	50 – 80

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

5	Rete urbana principale	1000 - 1200	40 – 60
6	Rete urbana di quartiere	600 - 1000	30 - 40

Tabella 3 – Classificazione funzionale della rete stradale

Per ciascun arco è definita una specifica curva di deflusso, adeguata alle caratteristiche e al rango dello stesso.
Le curve utilizzate sono di tipo esponenziale nella formulazione BPR, il cui andamento è messo in evidenza nel grafico seguente, con tempo a carico espresso sulla base della relazione seguente:

$$TC_E = T_E*[1+a*(F/C)^b]$$

con:
T_E = tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero
F = flusso orario sull'arco
C = capacità di deflusso oraria dell'arco
a, b = parametri dipendenti dalla categoria dell'arco (come indicato nel grafico seguente).

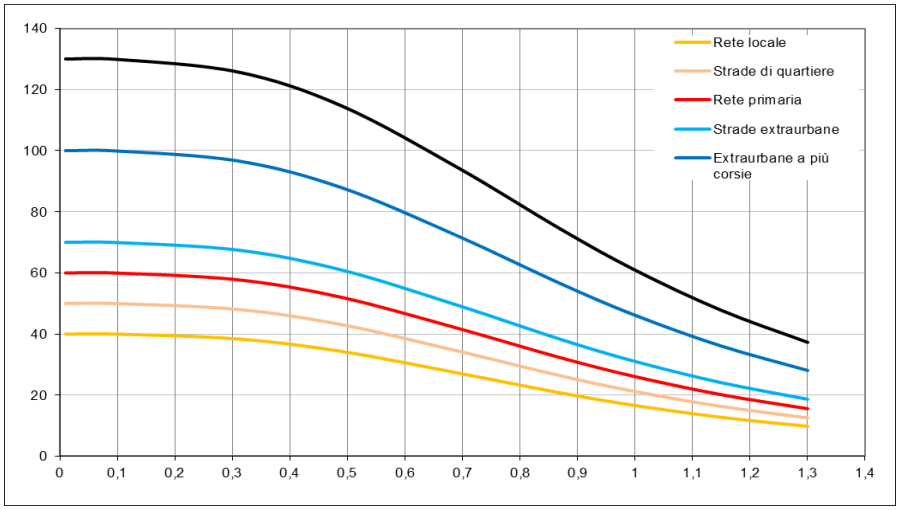


Grafico 2 – Andamento delle funzioni di costo BPR

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

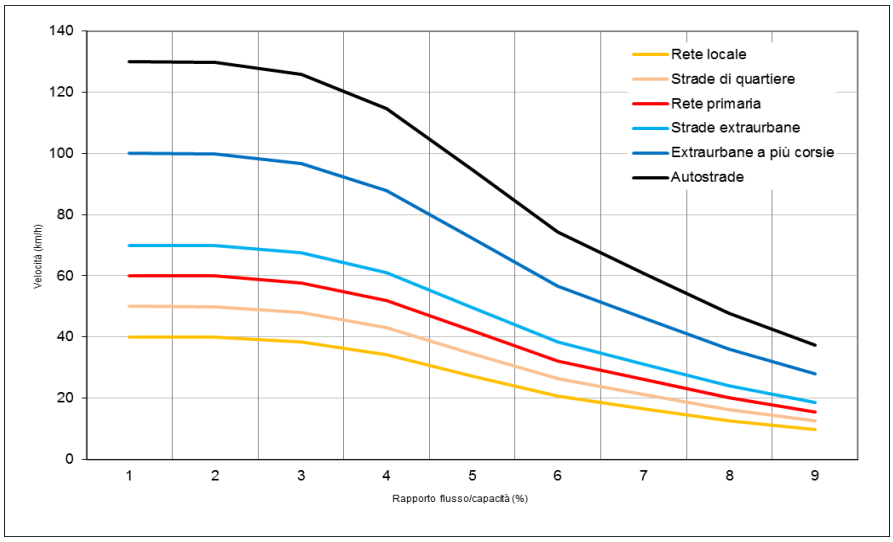


Grafico 3 – Esempio dell'andamento delle funzioni di costo BPR- ambito urbano

Le immagini seguenti schematizzano l'estensione del grafo di rete adottato all'interno del modello di simulazione, per lo scenario attuale.

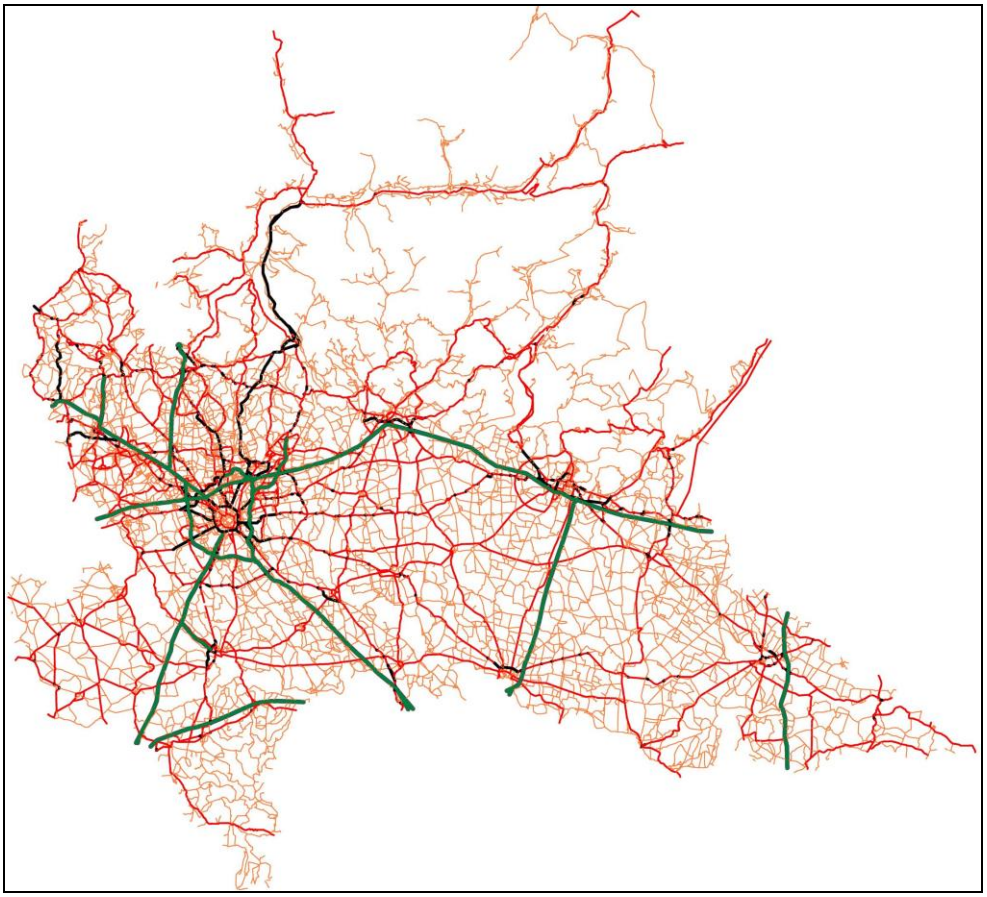


Figura 11 – Estensione del grafo di rete adottato per le successive simulazioni

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

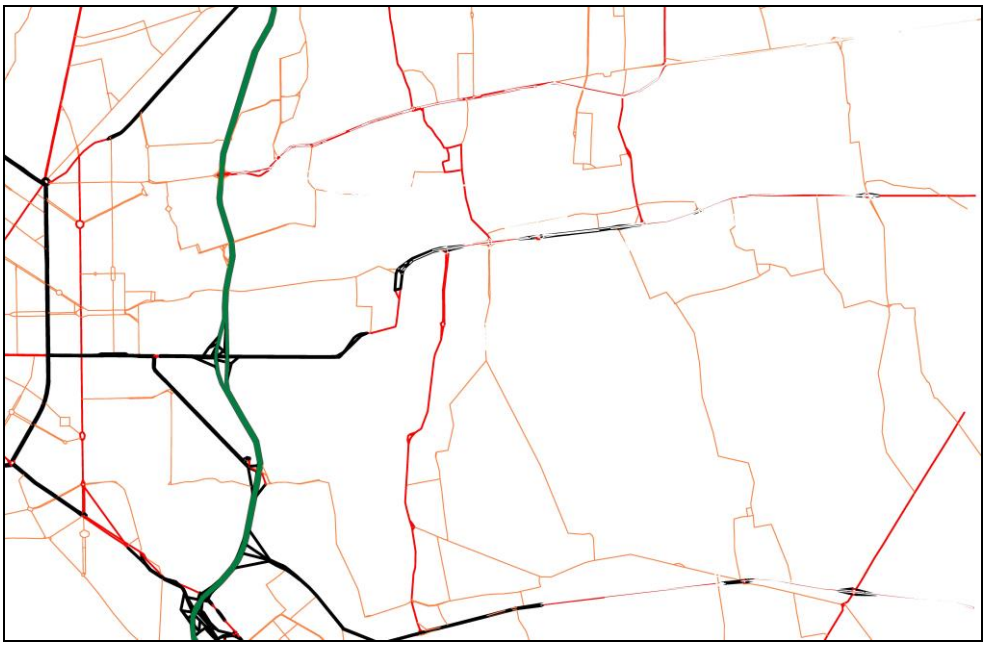


Figura 12 – Dettaglio grafo di rete area di studio

4.2 MODELLO DI DOMANDA

La ricostruzione della domanda della mobilità attuale è stata effettuata considerando differenti fonti informative che permettono di analizzare e stimare gli spostamenti, sia sul sistema della grande viabilità autostradale sia sulla rete ordinaria urbana.
In particolare la matrice Origine – Destinazione degli spostamenti è stimata incrociando le seguenti informazioni:

- la matrice OD della Regione Lombardia;
- la matrice OD Istat (riferita al 2001);
- la matrice OD del trasporto privato e merci elaborata da AMAT relativa allo stato di fatto 2009;
- i rilievi di traffico su area vasta messi a disposizione da AMAT;
- le banche dati delle indagini di traffico su area vasta condotte direttamente sul campo (2014 – 2016);
- i rilievi di traffico desunti da studi viabilistici effettuati da soggetti terzi quali PIM, Provincia di Milano e Milano Serravalle (2009 – 2015).

Oltre a questi, si è proceduto a recuperare le informazioni di traffico lungo viale Forlanini, la Cassanese al fine di dettagliare in modo più efficace la rete delle sezioni d'indagine all'interno dell'area di studio.
L'azzonamento considerato nelle elaborazioni fa riferimento a quello adottato all'interno della Matrice della Regione Lombardia: si è considerato pertanto l'azzonamento su scala comunale, con un livello di dettaglio maggiore per le principali città della regione (suddivise in più zone), mentre per le zone più periferiche caratterizzate da minor densità abitativa, le zone sono ricavate come aggregazioni di più comuni.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

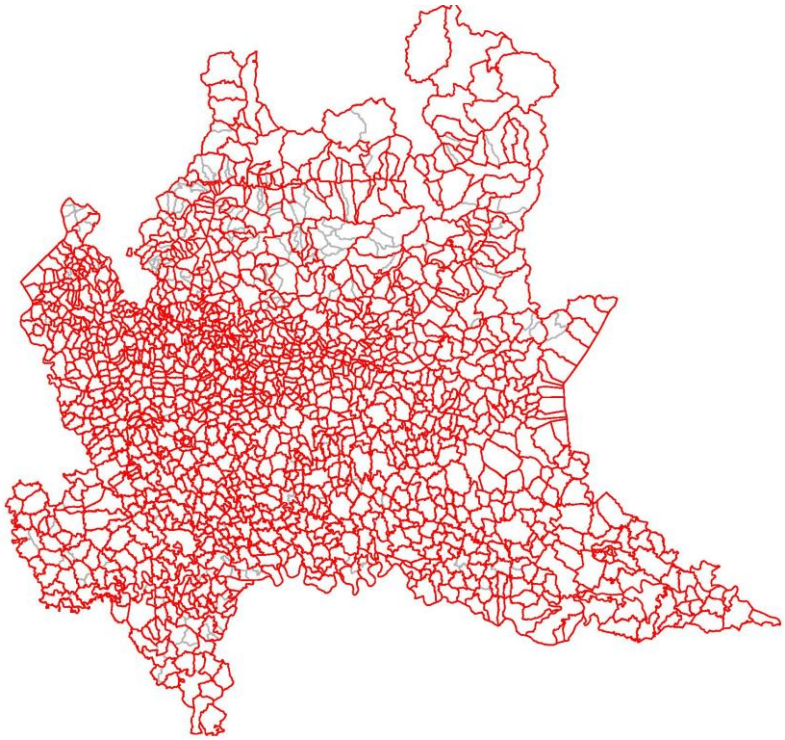


Figura 13 – Azzonamento relativo all'intera rete regionale

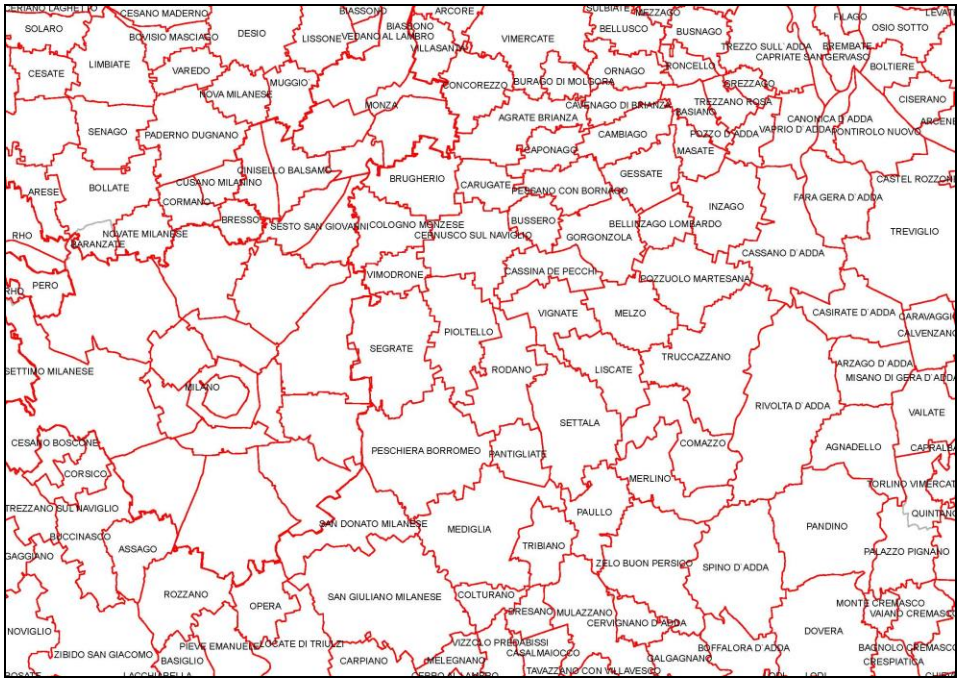


Figura 14 – Azzonamento di dettaglio relativa all'Area di Studio

4.3 PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Nella fase di calibrazione, sono incrociate le informazioni del modello di offerta e di domanda al fine di riprodurre la realtà osservata durante le indagini di traffico.
In particolare sono stati considerati i dati ricavati dalla matrice OD Lombardia, i dati di traffico sulla rete autostradale (fonte Serravalle S.p.A.), sulla viabilità statale provinciale (fonte Provincia di Milano), sulla viabilità comunale della città di Milano (fonte Comune di

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Milano), oltre ad una serie di rilievi progettati ed effettuati direttamente sul campo. Tali dati sono stati sottoposti ad una preventiva verifica, dato il trend di contrazione dei flussi di traffico che caratterizza la rete negli ultimi anni. Si è pervenuto a considerare circa 400 sezioni di rilievo.

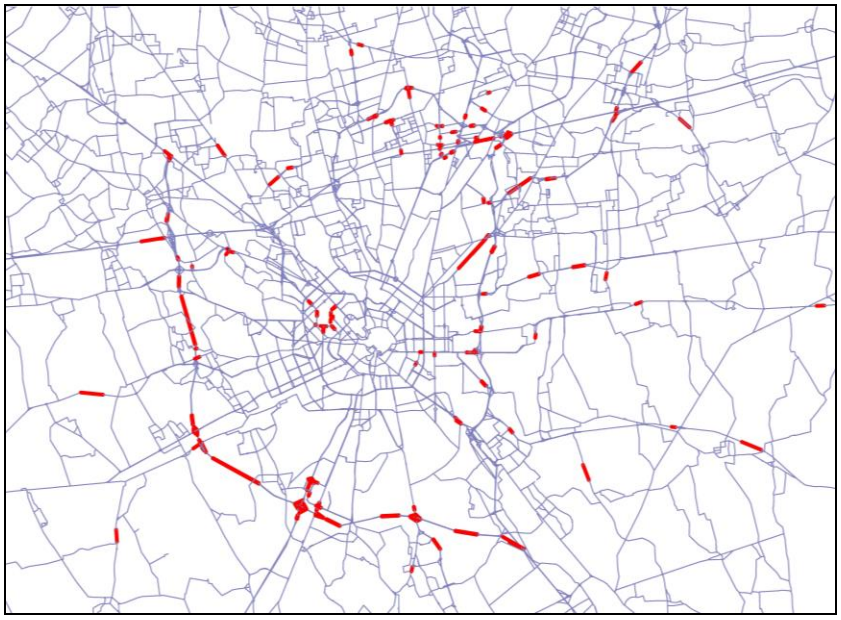


Figura 15 - Localizzazione delle sezioni di conteggio dei flussi veicolari - area metropolitana

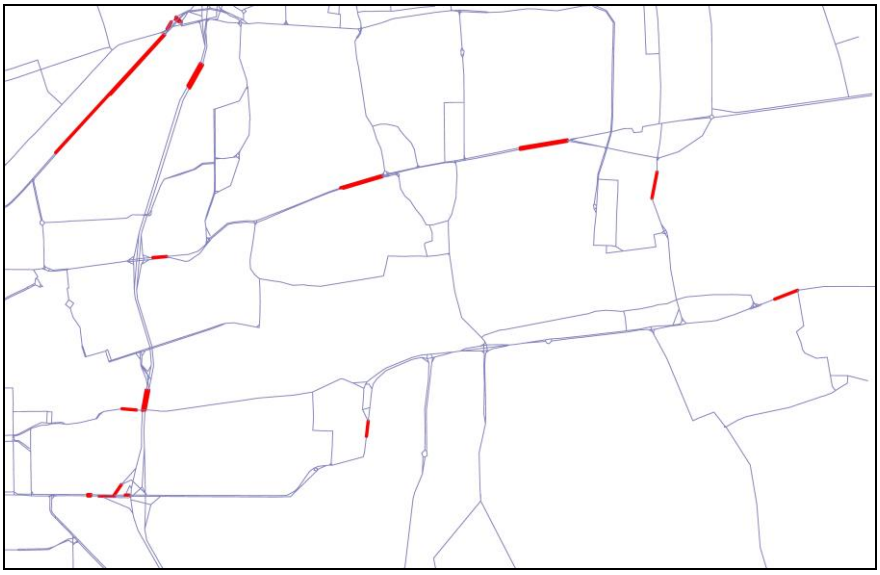


Figura 16 - Localizzazione delle sezioni di indagine O/D e conteggio dei flussi veicolari – dettaglio area di studio

Per la calibrazione del modello di simulazione è stato utilizzato il modulo ANALYST del software di simulazione CUBE 6: mediante i dati dei rilievi di traffico e degli spostamenti sulla rete autostradale, è stato possibile aggiornare la matrice OD di partenza al fine di riprodurre l'effettivo andamento dei flussi di traffico in attraversamento sull'area di studio.
Il processo di calibrazione iterativo è stato strutturato su 4 livelli di analisi:

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

- vengono inserite nel grafo di rete le screenline relative ai flussi acquisiti attraverso i dati di traffico rilevati: viene eseguita una prima assegnazione in modo da associare ad ogni screenline (dato rilevato) le OD in transito sull'arco considerato;
- successivamente viene associata alla matrice OD di base una seconda matrice OD con i livelli di confidenza correlati alla matrice base; vengono inoltre calcolati per ogni zona i Trip Ends cioè i totali di riga e di colonna della matrice OD di partenza con i relativi livelli di confidenza.
- allo stesso modo viene associato ad ogni screenline un livello di confidenza: i livelli di confidenza per le screenline e la matrice di base indicano al modello l'attendibilità dei dati utilizzati;
- infine, attraverso l'utilizzo del modulo Analyst vengono analizzati i dati della matrice di partenza, i conteggi di traffico contenuti nelle screenline, i Trip Ends e le informazioni sui percorsi in modo da aggiornare la matrice in input affinché questa si adatti nel miglior modo possibile ai dati di traffico rilevati: per far ciò il modulo Analyst utilizza la funzione di Massima Verosimiglianza per produrre la matrice OD stimata.

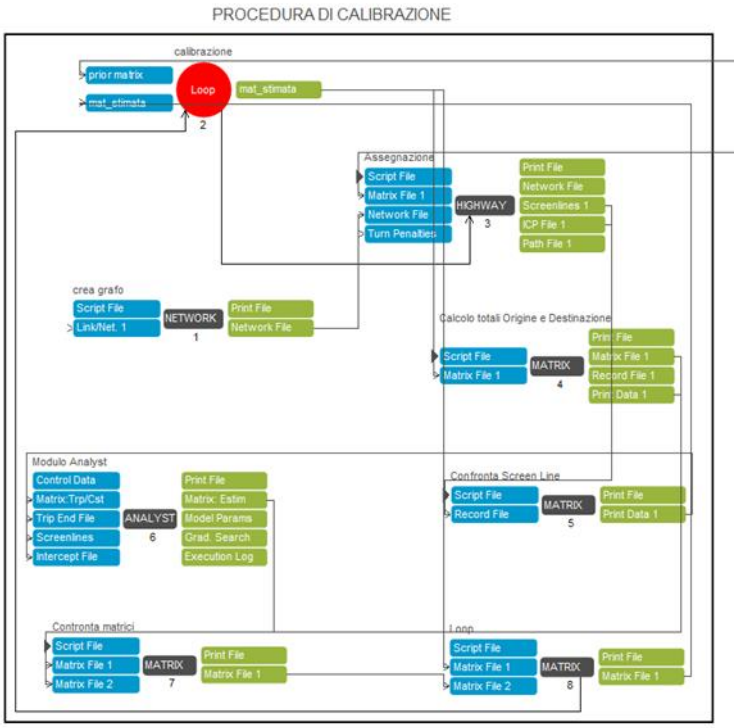


Figura 17 – Processo di calibrazione messo a punto all'interno di CUBE 6

Di seguito si riporta lo scattergram relativo al livello di correlazione raggiunto fra i volumi rilevati ed i volumi calcolati nel modello finale calibrato. L'indice R^2 dell'intera rete si attesta attorno allo 0,98, che conforta sulla bontà della rappresentazione ottenuta.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

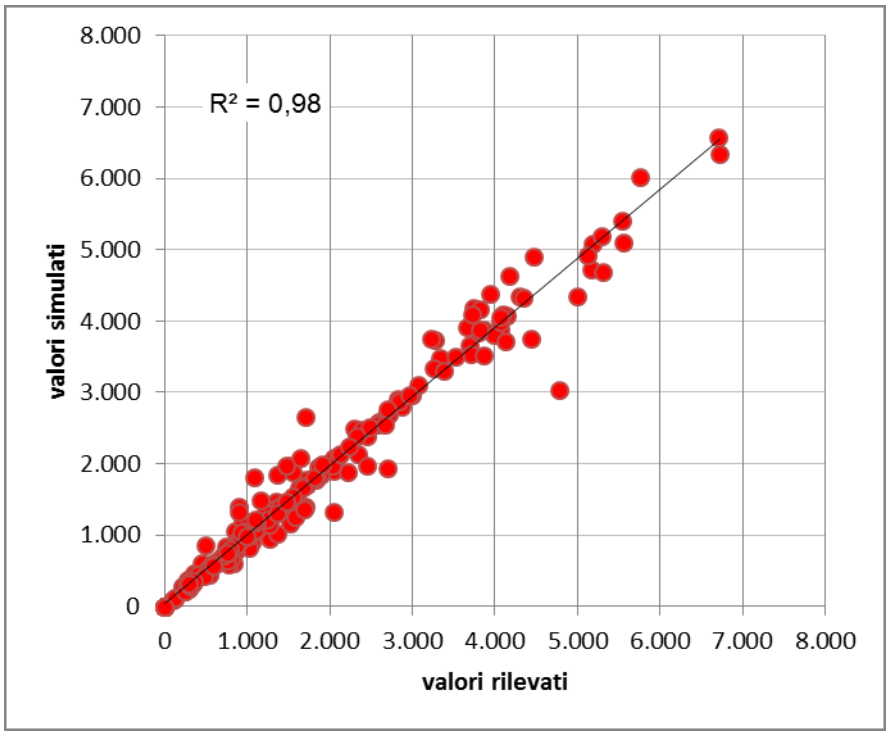


Grafico 4 – Scattergram rete complessiva

Di seguito è riportato il raffronto tra i valori rilevati e stimati dal modello in corrispondenza delle principali intersezioni dell'area di studio.

Figura 18 –Raffronto flussi rilevati (in rosso) e simulati (in nero) – Area di Studio

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

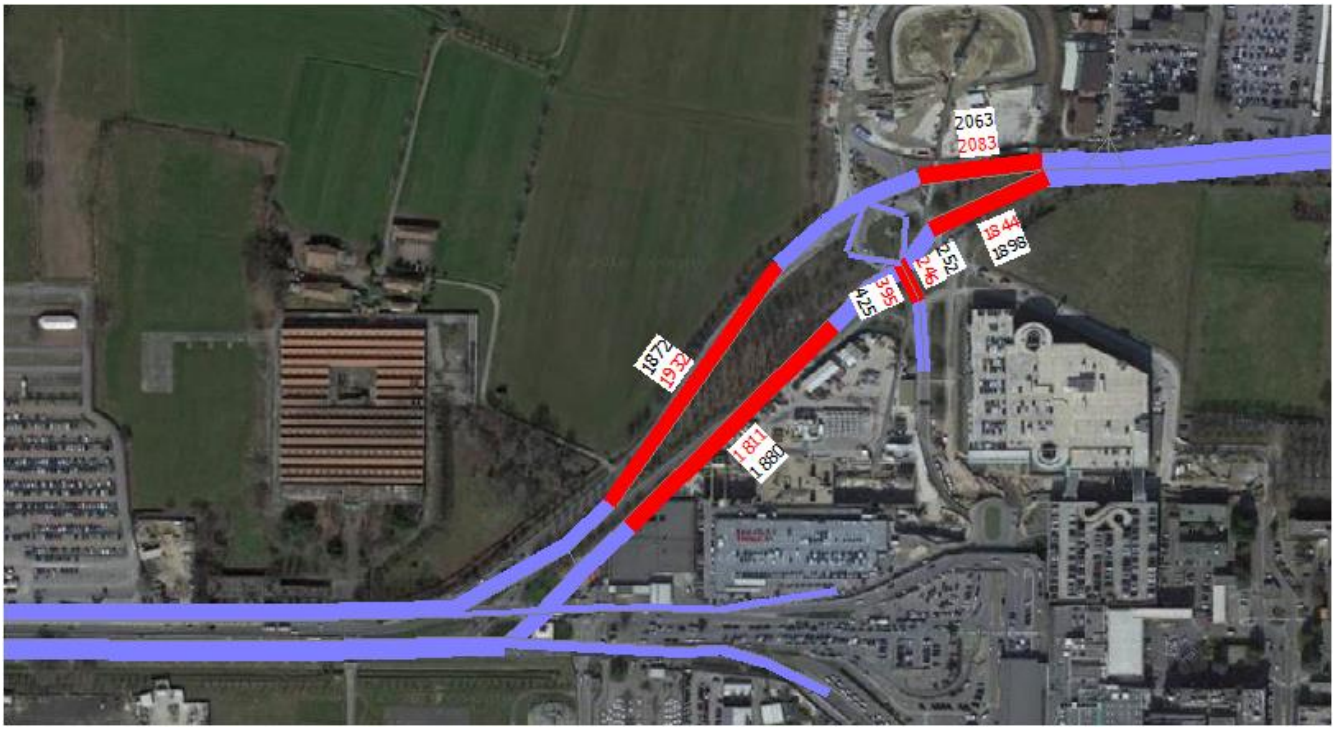


Figura 19 – Raffronto flussi rilevati (in rosso) e simulati (in nero) – Area di Studio - dettaglio

I flussogrammi evidenziano una buona riproduzione dei flussi rilevati sia sulla rotatoria semaforizzata di accesso al Terminal sia nelle immediate vicinanze dell'area di intervento.

4.4 MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE

La procedura di assegnazione dei flussi sulla rete è basata su un algoritmo deterministico di assegnazione con equilibrio dell'utente su rete congestionata. In particolare la procedura prevede la ricerca dei percorsi di minimo costo generalizzato di trasporto tra le origini e le destinazioni, applicando delle funzioni di costo variabili: in tali termini il costo generalizzato di trasporto che si manifesta nel percorrere ogni arco della rete risulta essere funzione del flusso che transita sull'arco stesso.
La doppia relazione esistente tra flusso assegnato sull'arco e costo di percorrenza dello stesso arco rendono indispensabile l'impiego di una procedura di tipo iterativo, tale da garantire per ogni passo di iterazione il calcolo del costo di percorrenza sulla base dei volumi assegnati ai passi precedenti e, in base ad esso, la conseguente assegnazione dei flussi sui percorsi minimi.
Il modello di assegnazione produce l'output del processo componendo i risultati di ogni passo dell'iterazione, controllando la convergenza globale del processo e assicurando il raggiungimento degli obiettivi di minimo costo per gli utenti sull'intera rete.
Il costo generalizzato di percorrenza considerato dal modello di assegnazione è espresso in termini di tempo, ossia il tempo generalizzato di percorrenza è la variabile fondamentale nella ricerca dei percorsi minimi.
L'algoritmo considera due quote di tempo nel definire la percorrenza di un arco stradale:

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

- Il tempo effettivo di percorrenza TE, che rappresenta la durata dello spostamento sull'arco stradale ed è definito a partire dalla distanza percorsa e dalla velocità di progetto dell'infrastruttura modellata;
- Il tempo aggiuntivo TTAR, che tiene conto dell'extracosto dovuto all'eventuale presenza di una tariffa, in genere chilometrica, per la percorrenza dell'arco.

In tal modo, il costo generalizzato di percorrenza di un arco modellato è pari a:

$$T=T_E+TT_{AR}$$

con

- TE = D/V, dove D è la distanza in km e V è la velocità di percorrenza di flusso libero in Km/h;
- TTAR = TAR*D*(1/VET), dove TAR è la tariffa espressa in €/km, D è la distanza in km, VET è il valore economico del tempo per l'utente, espresso in €/h.

Il tempo effettivo TE viene calcolato, pertanto, sulla base della distanza effettiva dell'arco modellato nel grafo e della velocità di percorrenza di flusso libero (FFS) con cui tale arco viene caratterizzato.
Il tempo aggiuntivo TTAR viene calcolato, oltre che sulla distanza chilometrica, sulla base della tariffa applicata all'utente dal gestore dell'infrastruttura e del valore economico del tempo per l'utente.
Nel modello sono state considerate le tariffe chilometriche, dichiarate dai diversi gestori per i tratti gestiti in chiuso e i ricarichi complessivi attribuiti alle barriere per i tratti gestiti in aperto. Come valore economico del tempo si è utilizzato un valore medio ponderato rispetto alle categorie di utenti che compongono la mobilità complessiva.
L'applicazione di un modello per reti congestionate a capacità ristretta impone l'esplicitazione di una funzione di costo che permetta di valutare, a partire da un tempo di percorrenza a vuoto dell'arco, un tempo di percorrenza a carico dipendente dal flusso in transito sullo stesso, che tenga inoltre conto dell'applicazione di eventuali extracosti di percorrenza, tradotti in costi generalizzati di trasporto ed espressi in termini temporali come sopra richiamato, dovuti ad esempio all'applicazione di tariffa di pedaggio.
Essendo come detto, le funzioni di costo assunte di tipo BPR, globalmente si ha:

$$T=TE*[1+a*(F/C)^b] +TTAR$$

Successivamente alla ricostruzione della matrice Origine – Destinazione attuale ed alla calibrazione del modello di simulazione, l'assegnazione di tale matrice, relativa all'ora di punta considerata, ha consentito di ottenere la distribuzione degli spostamenti veicolari compiuti sulla rete di trasporto a servizio dell'intera area di studio.
Il diagramma di carico che costituisce uno degli output computazionali della simulazione effettuata riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica (in range di colori in ragione del volume di spostamenti presenti sull'arco) sia, all'interno di tale scala cromatica, in termini di spessore della singola banda, direttamente proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta della mattina e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

- archi con traffico inferiore a 1000 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 1000 e 2.000 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 2.000 e 3.000 veicoli/ora;
- archi con traffico maggiore di 3.000 veicoli/ora.

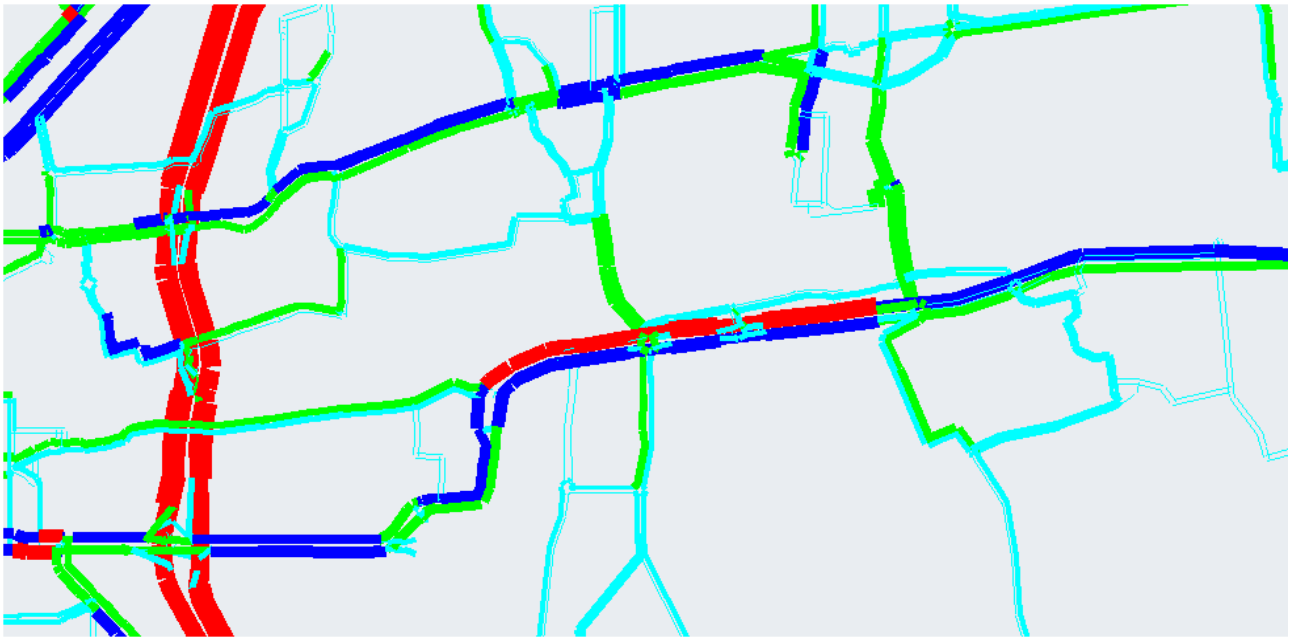


Figura 20 – Flussogrammi Scenario Attuale – Area di Studio

Il rapporto tra flusso e capacità sui singoli archi, che rappresenta una stima del livello di congestione della rete, è di seguito riportato.

La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta della mattina e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

- archi con F/C inferiore a 0.5;
- archi con F/C compreso tra 0.5 e 0.75;
- archi con F/C compreso tra 0.75 e 1;
- archi con F/C maggiore di 1.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

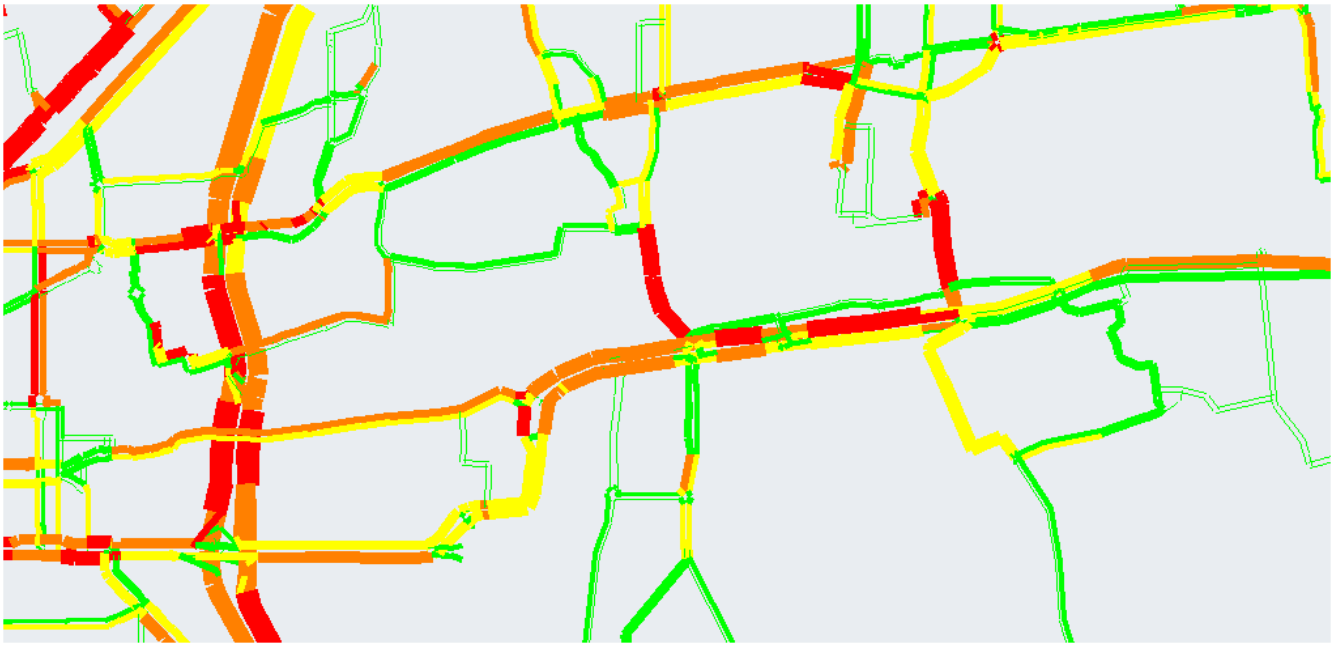


Figura 21 – Flussogrammi rapporto flusso / capacità - Scenario Attuale

4.4.1 GLI INDICATORI DI PRESTAZIONE

Le successive analisi sono state implementate considerando un set di indicatori utili a valutare le caratteristiche della rete nello scenario attuale e successivamente a raffrontare le prestazioni della rete nei diversi assetti progettuali ipotizzati.

In particolare gli indicatori considerati sono i seguenti:

- *veicoli x chilometro*, che misura le percorrenze sulla rete della dei veicoli;
- veicoli x ora che rende conto del tempo di viaggio dei veicoli sulla rete;
- *velocità media*, che rappresenta la velocità media stimata in fase di modellizzazione da parte dei veicoli;

Per quanto attiene lo Scenario Attuale, gli indicatori stimati dal modello, con riferimento alla sub area di studio sono i seguenti:

scenario	*Estensione della rete [km]*	*Veic x km*	*veic x h*	*vel media [km/h]*
scenario attuale (2016)	8.79102	13726.59	16764.46	52.89

Tabella 4 – Indicatori aggregati dello Scenario Attuale

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Figura 22 –Immagine sub area di studio considerata per le statistiche (archi in rosso)

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

5 ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO

5.1 DEFINIZIONE DEL QUADRO PROGRAMMATICO DI RIFERIMENTO

L'obiettivo di questa analisi è quello di verificare il quadro programmatico di domanda e di offerta, nell'ambito di interesse dell'area di studio relativa al nuovo Masterplan dell'aeroporto di Milano Linate al fine di identificare il quadro complessivo degli interventi urbanistici ed infrastrutturali che caratterizzano l'area di studio per l'orizzonte temporale di riferimento (anno 2030).
Si riporta nel seguito un'analisi di dettaglio considerando, quali riferimento, i dati dedotti dall'analisi dei documenti di programmazione territoriale a livello comunale e provinciale.
Nel seguito verranno analizzati i seguenti aspetti:

- l'evoluzione del **quadro urbanistico/insediativo** ponendo particolare attenzione sui più importanti progetti di trasformazione urbanistiche che contribuiranno significativamente al ridisegno della regione urbana nell'area di studio, indagando i principali strumenti di pianificazione, quali il Piano di Governo del Territorio (PGT) dei Comuni di Milano, Peschiera Borromeo, Segrate e Pioltello, e il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Milano; l'analisi inoltre verrà completata considerando anche i progetti di trasformazione urbanistica già approvati ma non ancora realizzati o in fase di realizzazione;
- l'evoluzione del **quadro infrastrutturale** con particolare attenzione agli interventi di potenziamento della rete stradale che andranno a definire l'offerta di trasporto, indagando gli strumenti di pianificazione sopra citati.

Dopo aver definito il quadro complessivo degli interventi previsti nell'area di studio, le analisi successive avranno lo scopo di identificare gli interventi che per tipologia, estensione territoriale e tempistica di realizzazione, possono condizionare lo scenario di domanda e di offerta per l'area di studio.

5.2 DEFINIZIONE DEL QUADRO URBANISTICO – TERRITORIALE

Ai fini della ricognizione dello scenario futuro relativo all'orizzonte temporale di riferimento, nel presente studio sono stati analizzati i principali interventi di trasformazione urbanistica, previsti dal "Documento di Piano" dei PGT dei Comuni di **Milano**, **Peschiera Borromeo**, **Segrate** e **Pioltello**.
Si riporta nel seguito il quadro di sintesi degli interventi urbanistici dedotti dall'analisi degli strumenti di programmazione territoriale
In particolare gli interventi che caratterizzano l'area di studio sono di seguito elencati:

Comune di Milano

- Ambiti di Trasformazione (fonte: PGT Comunale):
  - ATU Via Don Giovanni Calabria – 1;
  - ATU Lambrate – 2;

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

- ATU Caserma Rubattino – 3;
- ATU Toffetti – 4;
- ATU Rogoredo – 5.

- Altre aree di trasformazione (fonte: Comune di Milano):
  - PRU Rubattino – Maserati;
  - PII Via Pitteri.

Comune di Peschiera Borromeo

- Ambiti di Trasformazione (fonte: PGT Comunale):
  - ATU 1 – Bettola, via Liguria;
  - ATU 2 – Ex Cartiera;
  - ATU 3 – Bellaria centro;
  - ATU 4 – Bellaria ovest;
  - ATU 5 – Zeloforamagno;
  - ATU 6 – Mezzate, via XXV Aprile;
  - ATU 7 – Mezzate, via Galvani;
  - ATU 8 – Ex Postalmarket;
  - ATU 9 – San Bovio, via Trieste.

Comune di Segrate

- Nuove Aree di Trasformazione (fonte: PGT Comunale):
  - TR1;
  - TR2;
  - TR3;
  - TR4;
  - TR6;
  - TR7;
  - TR8 (a/b);
  - CP1.

- Altre aree di trasformazione (fonte: PGT Comunale):
  - Piani Attuativi in corso di realizzazione – PII Boffalora;
  - Piani Attuativi approvati – AdP 1 "Area ex IBP";
  - Piani Attuativi approvati – AdP 2 "Area ex Ellisse parcheggi";
  - Piani Attuativi approvati – AdP 3 "Ex Dogana".

Comune di Pioltello

- Ambiti di Trasformazione (fonte: PGT Comunale):
  - Ambito 1a, 1b;
  - Ambito 2;
  - Ambito 3;
  - Ambito 4;
  - Ambito 5;
  - Ambito 6;
  - Ambito 7;

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

  - Ambito 8;
  - Ambito 9;
  - Ambito 10;
  - Ambito 11;
  - Ambito 12;
  - Ambito Strategico13.

- Piani e Programmi (fonte: PGT Comunale):
  - CIS 3 (PAV 1);
  - CIS 8 (PAV 2);
  - CIS 27 (PAV 6);
  - CIS 24 (PAV 9);
  - CIS 22 (PAV 11);
  - PII LIMITO (PAV 13).

- Comparti di Riqualificazione (fonte: PGT Comunale):
  - CR 3;
  - CR 5;
  - CR 6;
  - CR10.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

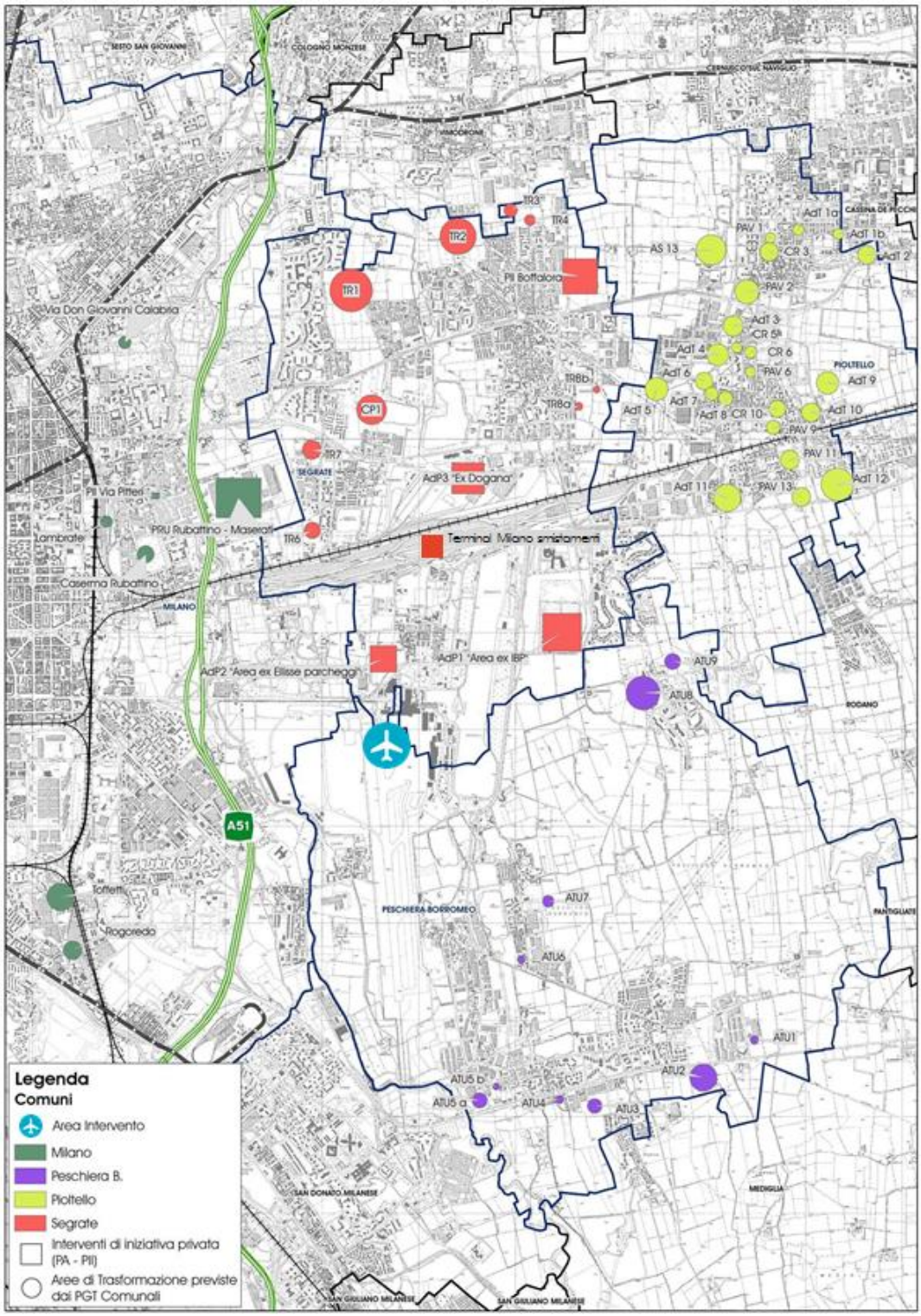


Figura 23 – Quadro urbanistico territoriale complessivo

Relativamente all'area di studio particolare importanza rivestono i seguenti interventi di trasformazione urbanistica:

- il nuovo Terminale Intermodale di Milano Smistamenti;
- realizzazione dell'Ambito 2 dell'accordo di programma dell'area Linate-idroscalo;
- nuovo centro polifunzionale WSM.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

5.2.1.1 NUOVO TERMINALE INTERMODALE DI MILANO SMISTAMENTI

La superficie complessiva dell'area oggetto di trasformazione ammonta a circa 240.000 mq. Il progetto prevede il suo sviluppo in due distinti lotti con il raggiungimento a regime di una capacità teorica di trasbordo di circa 395'000 UTI (Unità di Trasporto Intermodale)/anno.
Le previsioni annue di sviluppo sono le seguenti:

- 2017 - c.a. 113'000 UTI (Attivazione 1° Lotto);
- 2022 - c.a. 224'000 UTI (Attivazione 2° Lotto);
- 2023 - in poi crescita annua regolare fino alla capacità max (395'000 UTI circa nel 2038).

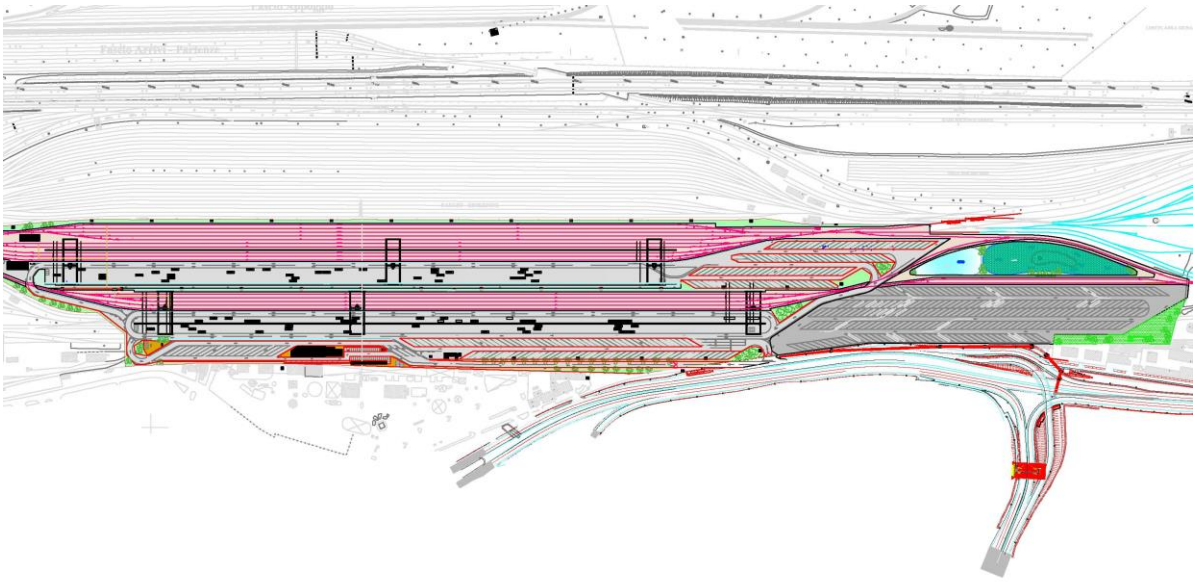


Figura 24 – Planimetria generale di progetto – Lotti 1 e 2

Il Terminal sarà operativo 15 ore al giorno per l'anno 2017, mentre nei successivi anni sarà operativo per 24 ore al giorno per circa 300 giorni/anno (lunedì – sabato di ogni settimana, festività escluse).
Per quanto concerne l'assetto viabilistico dell'area di studio, gli accessi e le uscite dall'area di intervento avvengono sulla contrastata realizzata all'interno del progetto di riqualifica della SP14. Ciò garantisce da un lato, accessibilità al comparto da viabilità principale, senza utilizzare assi viari secondari, dall'altra evita ogni interferenza con i flussi di traffico in transito sull'asse principale in direzione est – ovest.
Lo schema proposta infatti ricava all'interno dell'area di proprietà, gli spazi necessari per l'accumulo dei veicoli in uscita, limitando di fatto l'interferenza, sia con i veicoli in ingresso allo scalo, sia con i veicoli provenienti dalla controstrada di immissione sulla Rivoltana.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

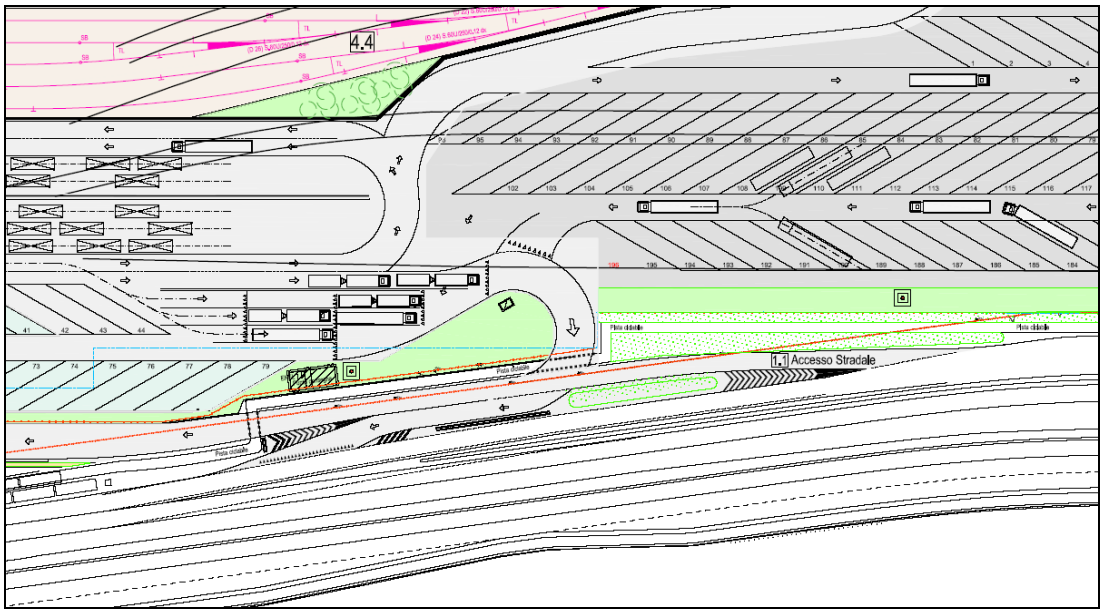


Figura 25 – Sistema di accesso al nuovo Scalo Intermodale

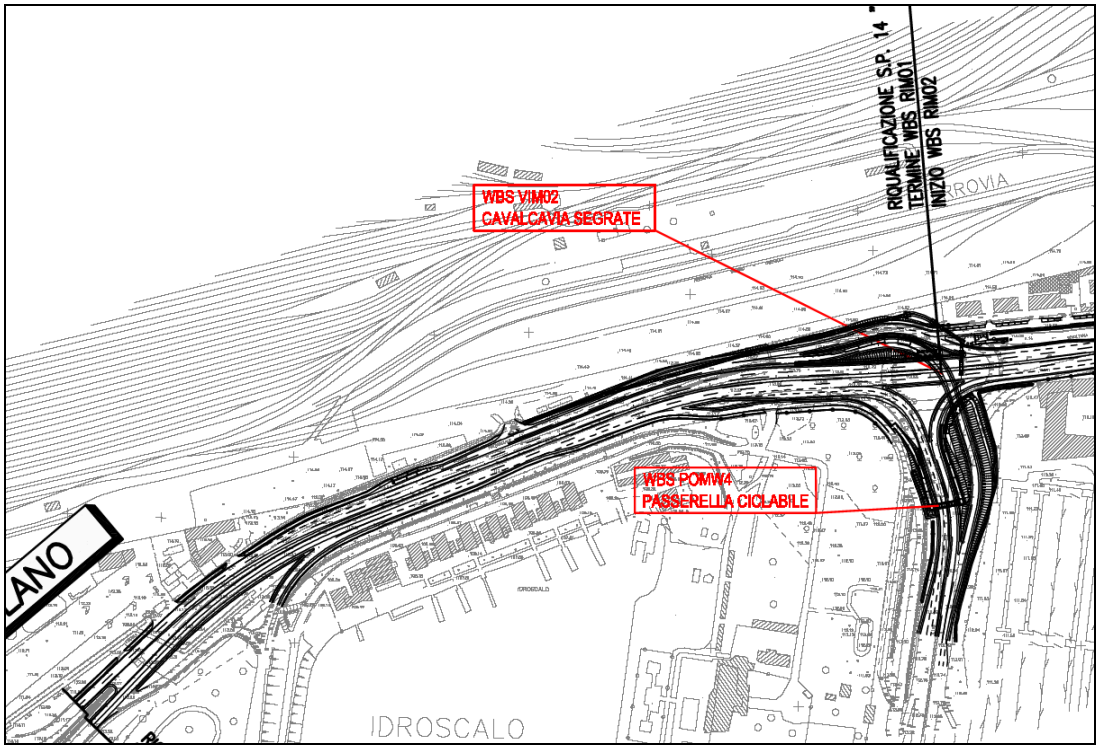


Figura 26 – Nuova viabilità di collegamento con gli accessi allo scalo intermodale

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

5.2.1.2AMBITO 2 DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA DELL'AREA LINATE-IDROSCALO

L'intervento prevede la realizzazione di una struttura terziaria di mq 5.000 di SLP, di un hotel di circa mq 10.000 di SLP e di un nuovo parcheggio di circa 5.000 posti.
Il collegamento del nuovo insediamento con la viabilità principale sarà garantito a sud dalla viabilità di progetto che si innesta nella rotatoria semaforizzata e a nord da una nuova rotatoria sulla via Novegro.

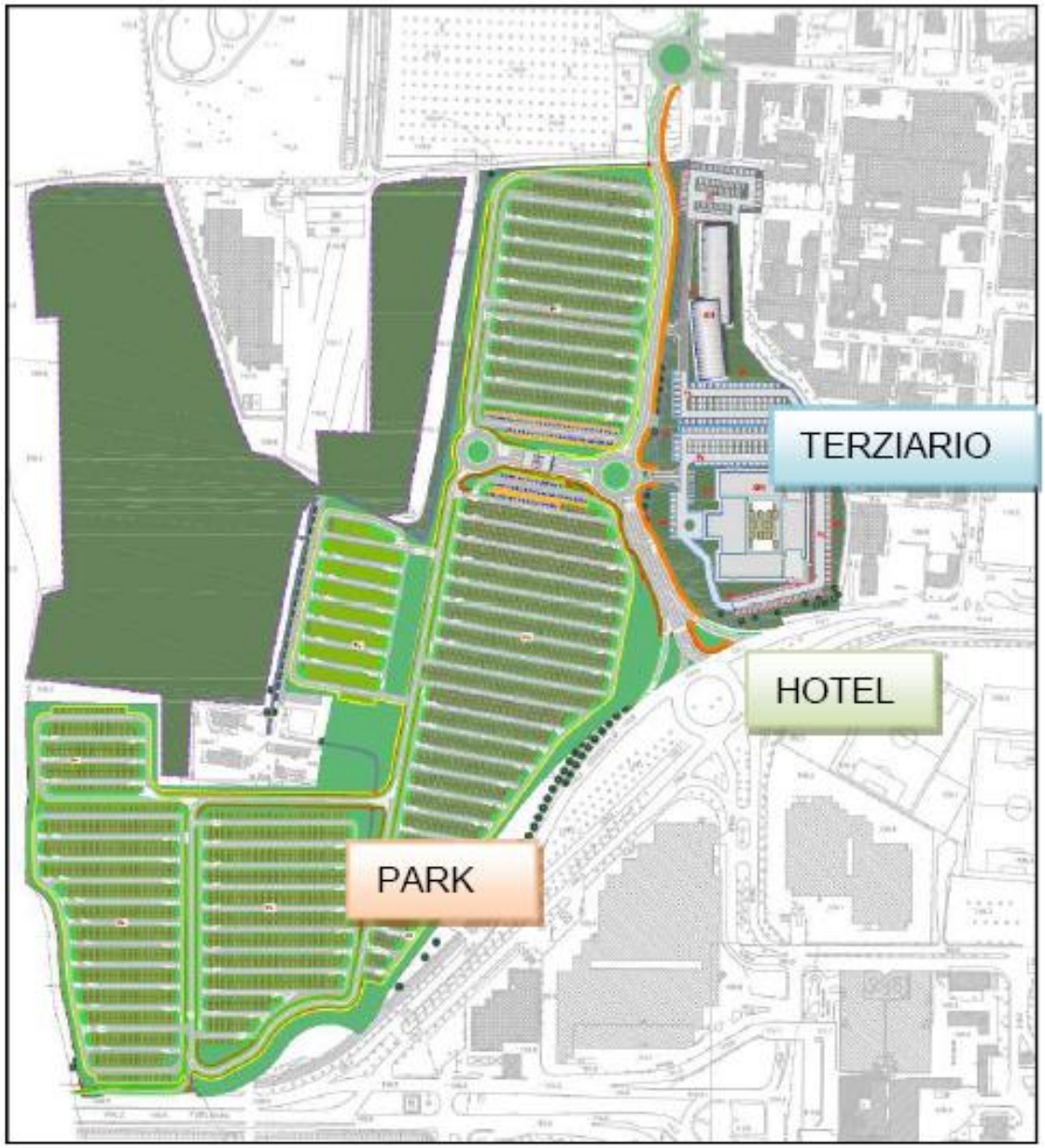


Figura 27 – Masterplan di riferimento Ambito 2 Adp Linate - Idroscalo

5.2.1.3NUOVO CENTRO POLIFUNZIONALE WSM

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Il progetto del nuovo centro polifunzionale WSM prevede la riqualificazione di un'ampia area posta tra il tracciato ferroviario della linea Milano – Venezia e la SP103 Cassanese, nel Comune di Segrate.

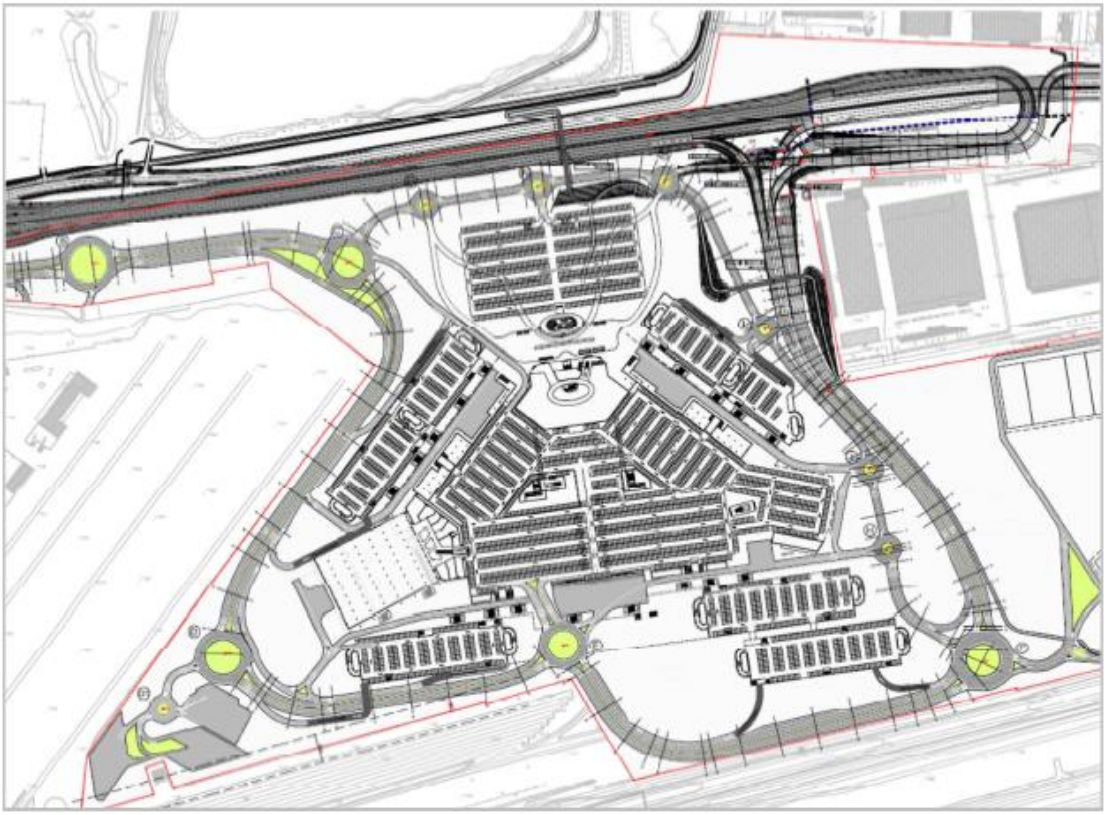


Figura 28 – Masterplan di riferimento nuovo centro polifunzionale

In particolare il centro polifunzionale prevede una parte dedicata al commercio (negozi e ipermercato), per uno sviluppo complessivo di 208.699 mq di SLP, di cui 130.000 destinati a Superficie Di Vendita (SDV), che a loro volta si suddividono in circa 15.000 mq di FOOD e 115.000 mq di NO FOOD. Il rapporto tra SDV e SLP risulta pari a 0,62.
Per quanto riguarda la ristorazione, il progetto prevede 23 ristoranti con uno sviluppo complessivo di 13.977 mq (600 mq ad attività). Per quanto concerne il cinema, si prevedono 10 sale di proiezione per uno sviluppo complessivo di 8.000 mq (in media 800 mq a sala); infine la quota dedicata all'Entertainment si sviluppa in 13.723 mq.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

5.3 DEFINIZIONE DEL QUADRO INFRASTRUTTURALE DI TRASPORTO

Al fine di caratterizzare gli interventi infrastrutturali che caratterizzano l'area di studio nello scenario temporale riferito al 2030, di seguito si riportano gli interventi previsi all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Milano, adeguato alla LR 12/2005, è stato adottato dal Consiglio Provinciale nella seduta del 7 giugno 2012, con Deliberazione n.16.
Il PTCP indica nella tavola del Sistema Infrastrutturale, le scelte strategiche in materia di mobilità in relazione al previsto assetto territoriale. Per ciascuna delle componenti della rete viabilistica, riporta i seguenti elementi: rete viabilistica, ferroviaria e metropolitana; sistemi a guida vincolata, linee di forza; aeroporti; stazioni ferroviarie; fermate delle metropolitana; centri di intercambio passeggeri; centri intermodali.

Nel dettaglio, le opere infrastrutturali, che riguardano la rete viabilistica e la rete del trasporto pubblico, sono distinte secondo il livello di definizione progettuale in:

- **Opere in programma**: i progetti relativi a nuove realizzazioni e potenziamenti di infrastrutture esistenti che risultano approvati o già individuati nel quadro di piani e programmi di settore vigenti, per i quali il processo decisionale è sostanzialmente definito;
- **Opere previste**: i progetti relativi a nuove realizzazione e potenziamenti di infrastrutture esistenti già definiti per i quali l'iter decisionale e progettuale non è concluso;
- **Opere allo studio**: i progetti relativi a nuove realizzazioni e potenziamenti di infrastrutture esistenti assunte dal PTCP come coerenti con gli obiettivi di piano, la cui definizione di tracciato o tipologia deve essere approfondita.

Nel dettaglio, rispetto all'area di analisi e come riportato nell'immagine seguente:

- Le opere in programma riguardano:
  - 2 Potenziamento SP103 Cassanese - Comune di Pioltello;
  - 3 Potenziamento svincolo Lambrate su A51 e completamento Viabilità speciale verso Est;
  - 4 Nuovo collegamento di sostituzione al tracciato della SP121;
  - 5 Sovrappasso SP 14 Rivoltana;
  - 6 Nuovo svincolo di collegamento alla SP 182;
  - 7 Potenziamento SP14 Rivoltana /intervento allo stato attuale realizzato);
  - 8 Riqualifica/potenziamento SP15b;
  - 10 Riqualifica SP415, Paullese - Comune di Milano;
  - 12 Riqualifica SP415, Paullese - Comune di Peschiera Borromeo;

- Le opere previste riguardano:
  - 9 Viabilità di collegamento con la SP15b;
  - 11 Viabilità di Progetto in fase di realizzazione e derivante da Accordo di Programma;

- Le opere allo studio riguardano:

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

- 1 Potenziamento SP103 Cassanese - Comune di Segrate.

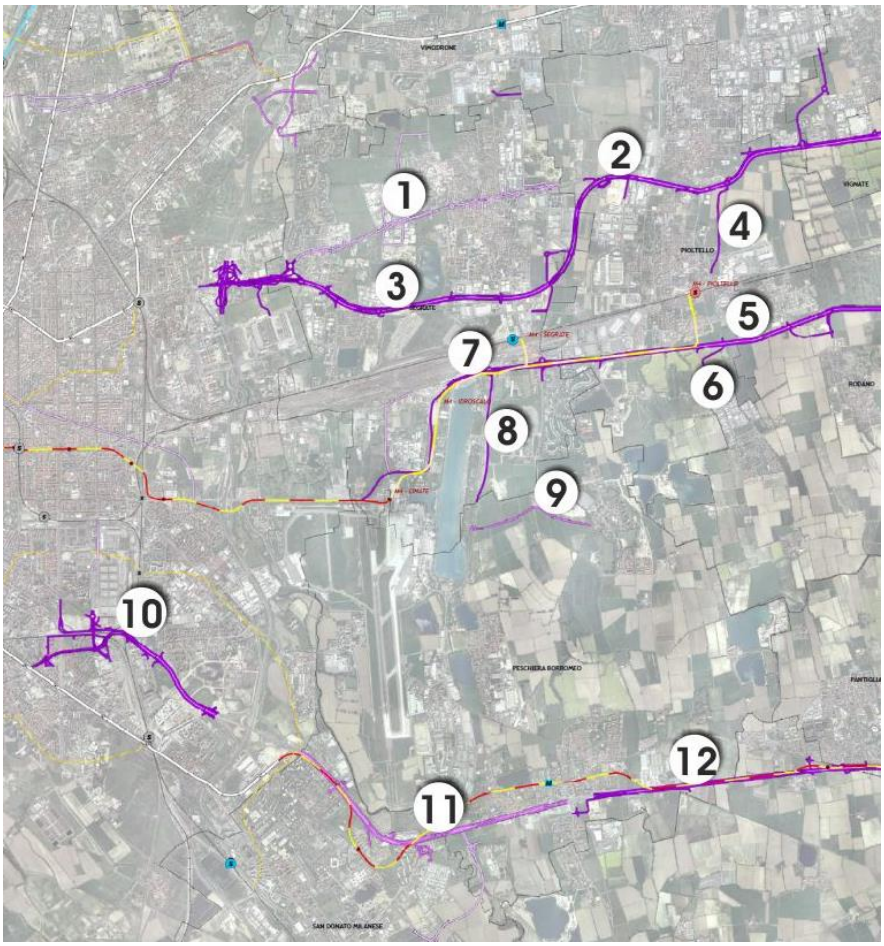


Figura 29 – Estratto PTCP Tavola del sistema infrastrutturale

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Figura 30 – Estratto PTCP Tavola del sistema infrastrutturale

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

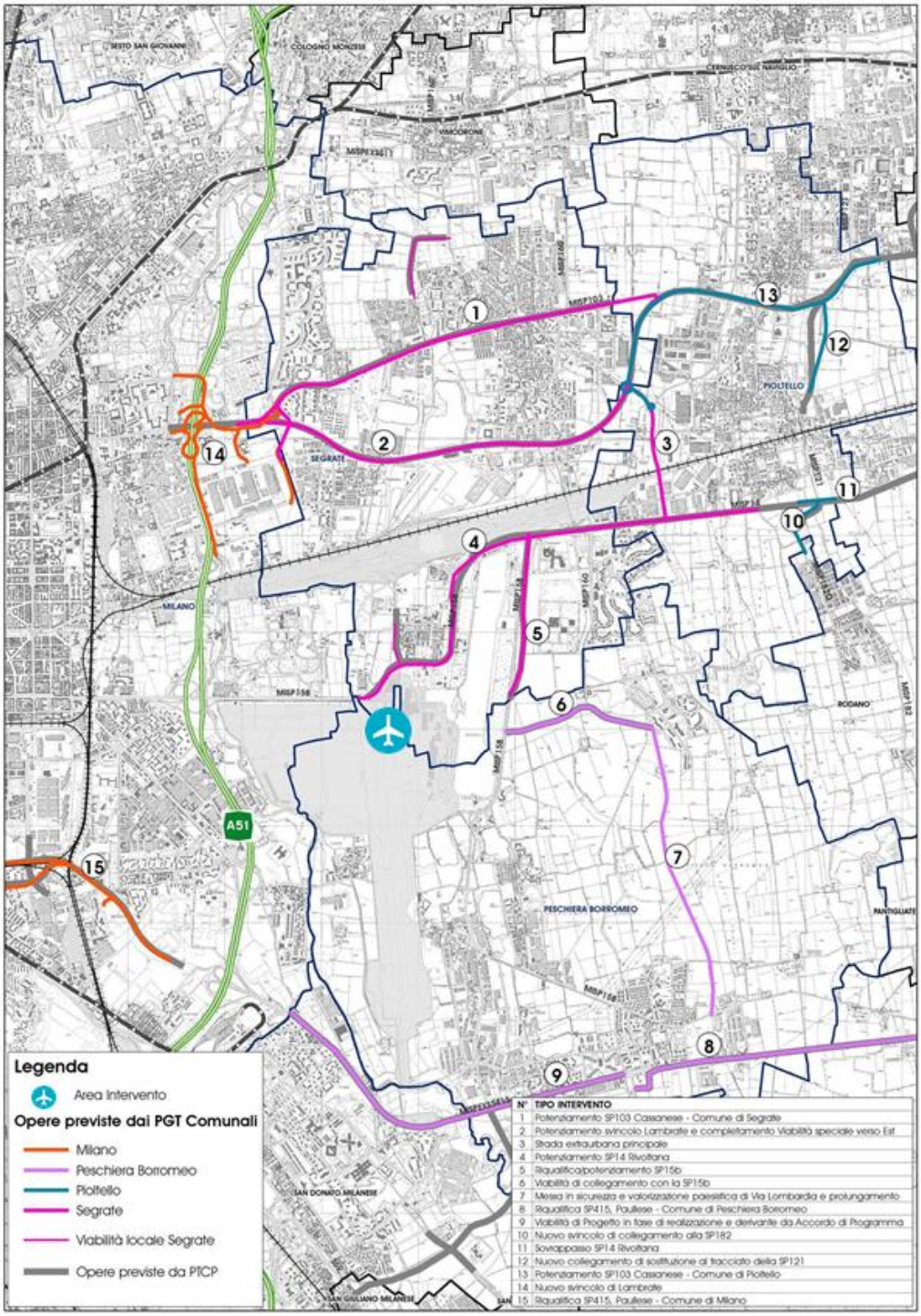


Figura 31 – Riassunto opere in progetto da PGT e PTCP

Oltre agli interventi individuati in precedenza su scala locale, previsti dagli strumenti di pianificazione comunale, lo scenario programmatico su ampia scala, relativa all'area di studio, prevede la realizzazione dei seguenti interventi infrastrutturali:

- il completamento dell'Autostrada Pedemontana Lombarda;
- la realizzazione della MM4 con capolinea all'interno dell'aeroporto di Linate.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

5.3.1 AUTOSTRADA PEDEMONTANA LOMBARDA

L'Autostrada Pedemontana Lombarda è un sistema viabilistico con uno sviluppo complessivo di circa 157 km, di cui 67 km di autostrada, 20 km di tangenziali e 70 km di viabilità locale. Si tratta di un intervento molto complesso, sia a livello ingegneristico che ambientale, per il notevole sviluppo del tracciato, l'importanza delle infrastrutture collegate e la tipologia di territorio attraversato (l'area densamente abitata e industrializzata a nord di Milano, da Varese a Bergamo).
Un asse autostradale (67 km) da Cassano Magnago (Va) a Osio Sotto (Bg), che collega le esistenti autostrade A8 Milano-Varese, A9 Milano-Como e A4 Torino-Venezia, suddiviso in 5 tratte:

- tratta A: tra le autostrade A8 e A9 (15 km);
- tratta B1: dall'interconnessione con la A9 alla SP ex SS 35 (7,5 km);
- tratta B2: da Lentate sul Seveso a Cesano Maderno (9,5 km);
- tratta C: da Cesano Maderno all'interconnessione con la Tangenziale Est/A51 (16, 5 km);
- tratta D: dalla Tangenziale Est/A51 all'autostrada A4 (18,5 km).

Si rileva allo stato attuale, l'attivazione della tratta A e B1 dell'autostrada Pedemontana Lombarda: tale intervento è stato considerato all'interno della calibrazione dello scenario attuale.

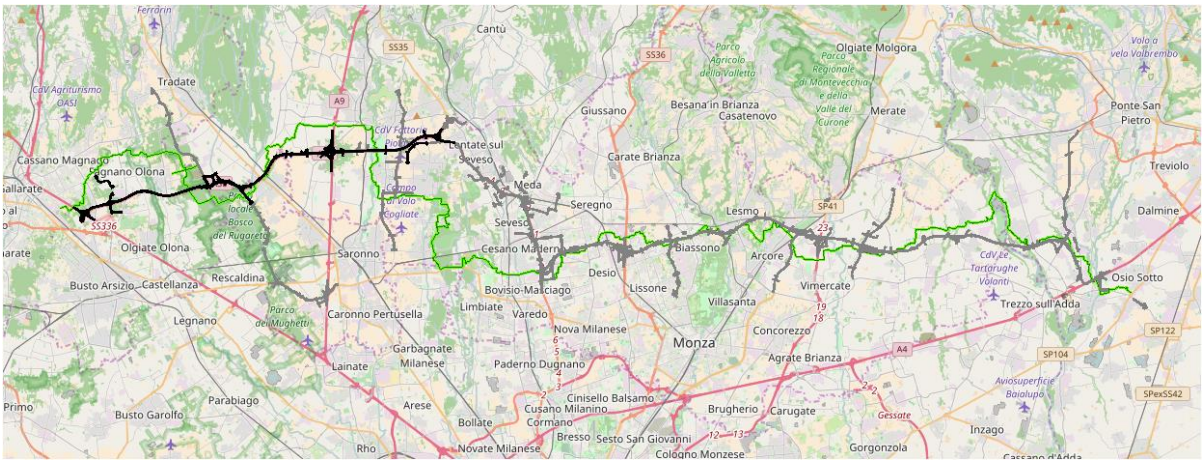


Figura 32 – Tracciato Autostrada Pedemontana Lombarda

5.3.2 LA NUOVA LINEA METROPOLITANA MM4

La nuova Linea M4 o "Linea Blu" della metropolitana di Milano fornirà un collegamento diretto dell'area centrale della città con i due importanti assi di mobilità di Forlanini (verso

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

est) e Lorenteggio (verso ovest), integrando la rete del trasporto urbano con una nuova soluzione rapida, efficiente, confortevole e non inquinante. La sua realizzazione permetterà di ridimensionare il traffico a vantaggio del trasporto pubblico, con considerevoli benefici per l'ambiente e per chi vive e lavora a Milano.
La Linea M4 è una "metropolitana leggera ad automatismo integrale": un sistema tecnologico che conserva le caratteristiche della metropolitana classica, ma con standard tecnici prestazionali più elevati e meno dispendiosi. L'innovativo sistema di guida automatica (driverless: senza conducente), adotta una tecnologia per il controllo intelligente del traffico che garantisce ai passeggeri i più elevati standard di sicurezza.
Le porte delle carrozze si aprono esclusivamente alla fermata dei treni in stazione annullando il rischio di cadute o infortuni.
La banchina di salita e discesa è completamente separata dai binari e dai vagoni in movimento garantendo l'incolumità delle persone.
La nuova Linea M4, infine, non solo garantirà alla città un collegamento diretto tra il centro finanziario ed economico milanese e l'aeroporto, ma avvicinerà ancor più Milano agli standard qualitativi delle altre grandi capitali europee.

Figura 33 – Caratteristiche funzionali della nuova linea M4

La Linea M4 o Linea Blu si sviluppa lungo 15,2 km e collega, attraverso 21 stazioni, Milano ovest (quartiere Lorenteggio) con Milano est (quartiere Forlanini e aeroporto di Linate) passando per il centro della città.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

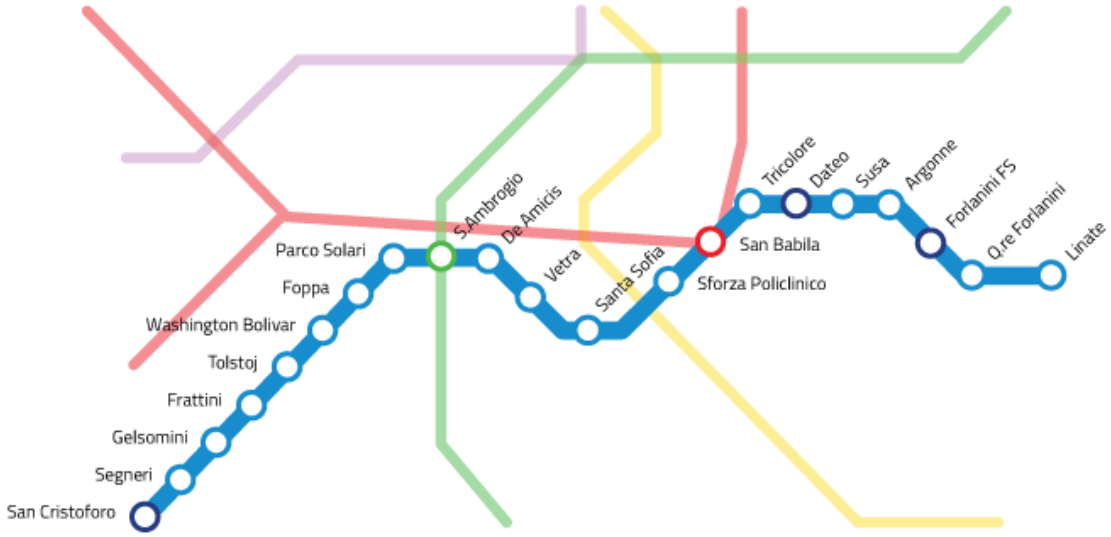


Figura 34 – Estensione della Linea M4 e fermate in progetto

La stazione di Linate è una delle principali porte di accesso alla città di Milano e rappresenta anche uno dei capisaldi strategici del trasporto di massa. La stazione si configura infatti come uno dei nodi di interscambio potenzialmente più importanti della Milano futura, ma anche come cerniera e fulcro della vita sociale ed economica del Paese.
Di qui l'opportunità di dotare l'aeroporto di Milano Linate di una stazione metropolitana non solo all'avanguardia dal punto di vista tecnologico, ma anche in grado di offrire agli utenti una percezione di grande modernità per le ambientazioni e l'uso degli spazi.
Oltre all'importante legame con l'aeroporto, la stazione assume particolare rilevanza anche nel ruolo di interscambio con il trasporto pubblico di superficie, privato e ciclabile, oltre che quello pedonale.
La sua collocazione permette infatti di raccogliere i flussi di utenza che provengono dall'aeroporto, dai numerosi parcheggi presenti nell'area, dalla viabilità provinciale (Circonvallazione Idroscalo) e dalle fermate del trasporto pubblico superficiale.
La stazione di Linate si sviluppa su due livelli: il piano mezzanino e il piano banchina.
Il piano mezzanino è caratterizzato da uno spazio centrale con una grande copertura rialzata vetrata che consente alla luce naturale di inondare tutte le aree aperte al pubblico e di arrivare sin al livello delle banchine. Questo garantisce una sensazione di comfort e benessere, la sensazione di trovarsi in uno spazio aperto.
La copertura del mezzanino, che si sviluppa ad un'altezza maggiore rispetto al piano di superficie, si configura come una piazza-giardino, contribuendo alla riqualificazione dell'intera area circostante e offrendo agli utenti la possibilità di sostare in uno spazio confortevole.
L'area esterna è destinata a prato, mentre tre muri verdi disposti ad "U" costituiscono una sorta di quinta verde integrata nel contesto.
Il progetto della stazione Linate Aeroporto si fonda inoltre su un sistema di "polarità" che le gravitano attorno: il terminal Aerostazione e l'edificio Kiss&Ride.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

Il terminal Aerostazione è collegato al mezzanino della stazione Linate Aeroporto e costituisce uno dei principali accessi alla Linea M4. Il collegamento è posizionato sul lato nord del terminal nella zona prossima all'ingresso dei parcheggi pluripiano. In questo modo l'utente può fruire dei servizi di parcheggio, di trasporto pubblico e di metropolitana attraverso un unico percorso breve, diretto ed intuitivo.
L'edificio Kiss&Ride rappresenta il secondo punto di accesso alla stazione M4.
Esso si colloca a lato della circonvallazione Idroscalo, configurandosi come testa di ponte tra la viabilità Milano-Segrate e l'area della stazione metropolitana e dei parcheggi, e costituisce un punto di riferimento riconoscibile e funzionale allo scambio tra i flussi di trasporto. Qui infatti è prevista la fermata dei mezzi pubblici e un'area di sosta rapida (Kiss & Ride) dei mezzi privati; l'edifico accoglie quindi l'utenza che, tramite un sistema di scale fisse, mobili e ascensore e un successivo collegamento interrato, può raggiungere la zona del mezzanino della stazione M4.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

6 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

6.1 IL NUOVO MASTERPLAN DI MILANO LINATE

L'aeroporto di Linate svolge un ruolo fondamentale all'interno del sistema aeroportuale lombardo e nazionale poiché, insieme ad altri scali, serve la domanda di trasporto generata da una delle maggiori aree produttive presenti in Europa.
SEA ha elaborato per Linate di un nuovo Masterplan Aeroportuale che permetta di individuare e descrivere le specifiche destinazioni d'uso delle diverse aree del sedime, consideri le diverse principali funzioni operative, ne analizzi il grado di compatibilità reciproca e con le presenze esterne all'aeroporto e verifichi l'effettiva rispondenza del sistema alle esigenze attuali e prevedibili per il futuro, individuando i possibili interventi di sviluppo che potranno risultare necessari nel medio-lungo periodo (riferimento anno 2030).
La finalità principale del presente Master Plan è pertanto quella di individuare uno schema distributivo che ottimizzi la funzionalità del "sistema aeroporto" e in cui le necessità di intervento risultino adeguatamente inquadrate in una visione organica e possano ottenere ampia condivisione, in un'ottica di benefici e opportunità prodotti per il territorio di riferimento.
Lo scalo si caratterizza inoltre per l'offerta di collegamenti a servizio di flussi di traffico quasi esclusivamente "originanti/terminali", con una quota trascurabile di passeggeri in transito.
Le analisi riguardanti il futuro sviluppo dell'aeroporto non sono pertanto dettate da un aspetto "quantitativo", costituito dal prevedibile incremento dei volumi di traffico serviti, ma tendono soprattutto ad un progressivo miglioramento di aspetti "qualitativi" quali, ad esempio:

- incremento di sicurezza, efficienza e regolarità delle operazioni, mediante lo sviluppo di tecnologie innovative;
- maggior confort e più ampia gamma di servizi offerti all'utenza aeroportuale;
- nuove opportunità di integrazione con il territorio, favorite anche dal miglioramento dei sistemi di accesso (nuova linea metropolitana);
- attenzione sempre maggiore ai temi riguardanti il rispetto dell'ambiente ed il risparmio energetico.

In termini generali, il Masterplan costituisce un piano di assetto generale dell'aeroporto che, sulla base delle effettive esigenze, tenendo conto delle esperienze maturate e garantendo i necessari margini di flessibilità, si configurerà come fondamentale quadro di riferimento per l'implementazione dei principali futuri interventi che potranno interessare lo scalo di Linate.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

6.2 ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

Relativamente all'orizzonte temporale di riferimento (anno 2030) dal punto di vista dell'offerta di trasporto, lo scenario di intervento considera l'evoluzione del quadro infrastrutturale riportato nei paragrafi precedenti; nello specifico, in relazione al quadrante territoriale in cui ricade l'aeroporto di Linate, è possibile evidenziare i seguenti elementi infrastrutturali:

- riqualifica della **SP103 Cassanese**, nel tratto incluso tra lo svincolo di Lambrate e la connessione con la TEEM. Le caratteristiche degli archi che compongono il tracciato della Cassanese hanno caratteristiche di viabilità primaria extraurbana, con intersezioni a più livelli;

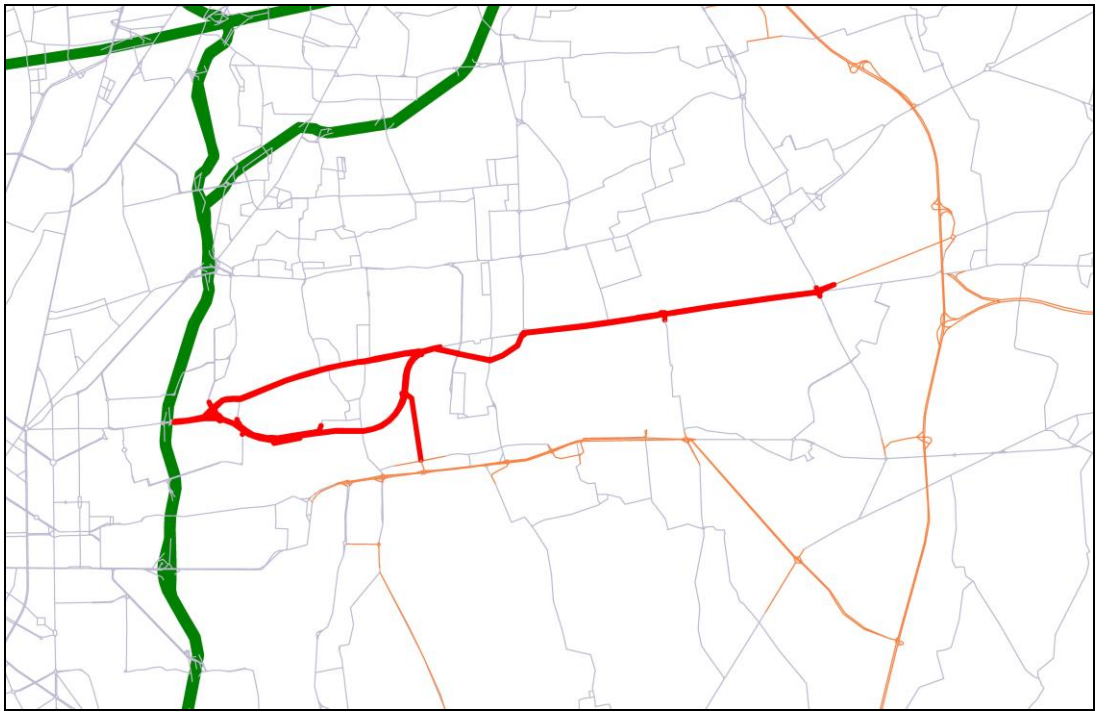


Figura 35 – Modellizzazione riqualifica della SP103 Cassanese (in rosso)

- la riqualifica della **SP415 Paullese**, nella tratta che va dalla connessione con la tangenziale est alla connessione con la TEEM. Le caratteristiche degli archi che configurano la riqualificazione della SP415 Paullese sono quelle della viabilità extraurbana primaria. Anche in questo caso, le intersezioni con la viabilità di adduzione risultano realizzate a livello sfalsati.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

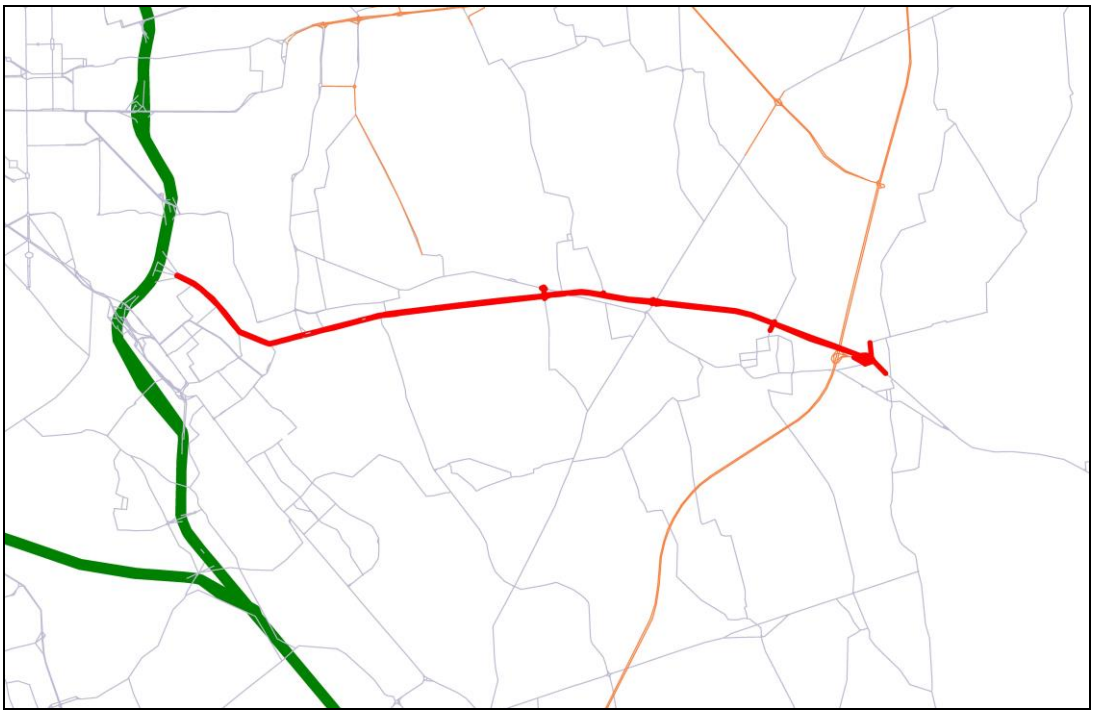


Figura 36 – Modellizzazione riqualifica della SP415 Paullese (in rosso)

- la Pedemontana, autostrada che congiunge la A4 all'altezza di Brembate alla A8 all'altezza di Cassano Magnago. Il tracciato è modellizzato mediante archi autostradali, mentre la viabilità di adduzione considera le caratteristiche della viabilità extraurbana secondaria.

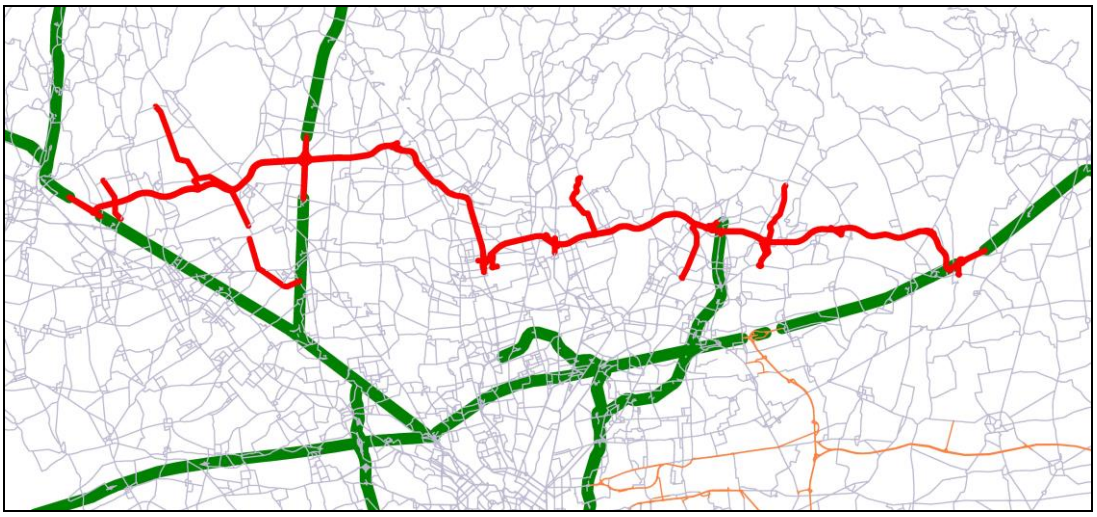


Figura 37 – Modellizzazione del tracciato Pedemontana (in rosso)

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

6.3 STIMA INDOTTO VEICOLARE DEL NUOVO MATERPLAN DI LINATE

In maggio 2015 è stato predisposto uno studio di previsione del traffico relativo al sistema aeroportuale di Milano che costituisce uno degli elementi di riferimento per la definizione del "Contratto di Programma ENAC/SEA".
Tali previsioni riguardano il breve-medio termine (anni 2016-2020) e sono state elaborate prendendo a riferimento la struttura del mercato sugli scali di Milano, le previste evoluzioni, il posizionamento dei vettori e la potenzialità della catchment area del Nord Italia in termini di generazione di domanda nel medio periodo.
Le valutazioni sono inoltre state integrate con le previsioni di medio periodo pubblicate da associazioni e società internazionali operanti nel campo aeronautico (in particolare: IATA – ottobre 2014). Le proiezioni fino al 2030 sono state elaborate utilizzando le indicazioni IATA pubblicate nell'ottobre 2015, che mettono a disposizione le previsioni del traffico origine/destinazione Italia sviluppate per anno e per le principali aree geografiche.
Le previsioni acquisite da IATA, che già tengono conto dell'andamento del PIL del Paese di riferimento, della propensione al viaggio e dei relativi costi, dei livelli demografici e dell'andamento del costo del carburante, sono state integrate dalle ipotesi elaborate da SEA nel contesto di sviluppo previsionale degli aeroporti di Milano.
Per quanto concerne il traffico merci il trend di TNT viene progressivamente ridotto di un punto percentuale medio annuo fino al 2019, anno in cui si prevede la chiusura delle operazioni su Linate.
La tabella seguente riporta il quadro complessivo delle previsioni di traffico commerciale utilizzate per i dimensionamenti e il calcolo fabbisogni dal presente studio.

ANNO	PASSEGGERI		MOVIMENTI		CARGO	
	Pax	%	Mov	%	Ton	%
2015	9.638.763	7,3%	96.049		12.434	-10%
2016	9.603.000	-0,4%	97.529	1,5%	12.117	-22,9%
2017	9.791.384	2,0%	98.396	1,7%	8.310	-31,4%
2018	9.983.463	2,0%	100.103	1,7%	5.700	-31,4%
2019	10.179.311	2,0%	101.839	1,7%	3.909	-31,4%
2020	10.379.000	2,0%	103.605	1,7%	2.681	-31,4%
2021	10.439.686	0,6%	104.199	0,6%	2.681	0,0%
2022	10.500.727	0,6%	104.796	0,6%	2.681	0,0%
2023	10.562.125	0,6%	105.396	0,6%	2.681	0,0%
2024	10.623.882	0,6%	106.001	0,6%	2.681	0,0%
2025	10.686.000	0,6%	106.608	0,6%	2.681	0,0%
2026	10.662.093	-0,2%	106.380	-0,2%	2.681	0,0%
2027	10.638.240	-0,2%	106.153	-0,2%	2.681	0,0%
2028	10.614.440	-0,2%	105.926	-0,2%	2.681	0,0%
2029	10.590.694	-0,2%	105.699	-0,2%	2.681	0,0%
2030	10.567.000	-0,2%	105.473	-0,2%	2.681	0,0%
CAGR 2016-2030		0,6%		0,7%		-9,9%

Tabella 5 – Evoluzione della domanda passeggeri e merci

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

In sintesi, rispetto allo scenario attuale, la crescita della domanda dei passeggeri prevede un incremento complessivo del 9,63%, mentre quella merci prevede un trend di decrescita pari al -78.5%.

6.3.1 EFFETTO DELLA NUOVA FERMATA DELLA MM4

Rispetto allo scenario attuale l'attivazione della nuova line M4 con capolinea all'aeroporto di Linate, avrà l'indubbio vantaggio di migliorare ulteriormente l'accessibilità all'aeroporto anche mediante il Trasporto Pubblico Locale.
Per valutare gli effetti indotti dall'attivazione della nuova line M4 sulla ripartizione modale della zona dell'aeroporto di Milano Linate, viene di seguito fornito un raffronto dei coefficienti di ripartizione modali tra lo scenario attuale, senza la M4 e lo scenario futuro con l'attivazione della M4 così come previsto all'interno del PUMS di Milano.
Considerando l'aeroporto di Linate, il raffronto è stato fatto assumendo la modalità di spostamento per la tipologia LAVORO e AFFARI.
Di seguito si riportano i coefficienti di ripartizione modale (Tpr – trasporto privato e Tpubl – trasporto pubblico) nello scenario attuale per la tipologia LAVARO e AFFARI, riferiti all'ora di punta del mattino.

sc_2016	**Mattino**	
LAVORO	Origine	Destinaz.
Tpr	77.70%	93.70%
Tpubl	22.30%	6.30%

Tabella 6 –Scenario attuale, ripartizione modale tipologia Lavoro

sc_2016	**Mattino**	
AFFARI	Origine	Destinaz.
Tpr	68.30%	84.00%
Tpubl	31.70%	16.00%

Tabella 7 – Scenario attuale, ripartizione modale tipologia Affari

Le tabelle seguenti riportano invece i coefficienti di ripartizione modale nello scenario PUMS (con l'attivazione della M4) per la tipologia LAVORO e AFFARI, riferiti all'ora di punta del mattino.

sc_PUMS	**Mattino**	
LAVORO	Origine	Destinaz.
Tpr	57.10%	83.20%
Tpubl	42.90%	16.80%

Tabella 8 –Scenario PUMS, ripartizione modale tipologia Lavoro

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

sc_PUMS	Mattino	
AFFARI	Origine	Destinaz.
Tpr	50.40%	72.70%
Tpubl	49.60%	27.30%

Tabella 9 –Scenario PUMS, ripartizione modale tipologia AFFARI

Dal raffronto tra i due scenari si rileva un trasferimento modale dall'uso del trasporto privato (Tpr) all'uso del TPL (Tpubl) maggiore del 10%.

CONFRONTO	Mattino	
LAVORO	Origine	Destinaz.
Tpr	-20.60%	-10.50%
Tpubl	20.60%	10.50%

Tabella 10 – Confronto ripartizione modale tipologia LAVORO

CONFRONTO	Mattino	
LAVORO	Origine	Destinaz.
Tpr	-17.90%	-11.30%
Tpubl	17.90%	11.30%

Tabella 11 – Confronto ripartizione modale tipologia AFFARI

La crescita dei passeggeri dell'aeroporto di Linate per l'orizzonte temporale 2030 è ampiamento compensato da un maggior utilizzo del trasporto pubblico conseguente all'attivazione della nuova line M4. **A titolo cautelativo lo scenario di intervento assumerà la medesima domanda di trasporto privato registrata all'interno dello scenario attuale**.

6.3.2 STIMA DEI COEFFICENTI DI CRESCITA DELLA DOMANDA COMPLESSIVA PER IL 2030

L'evoluzione del **quadro urbanistico/insediativo** relativo all'area di studio è stata effettuata ponendo particolare attenzione sui più importanti progetti di trasformazione urbanistiche che contribuiranno significativamente al ridisegno della regione urbana nell'area di studio, indagando i principali strumenti di pianificazione, quali il Piano di Governo del Territorio (PGT) dei Comuni di Milano, Peschiera Borromeo, Segrate e Pioltello, e il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Milano; poiché la viabilità dell'area di studio è interessata da spostamenti di ampio raggio anche in relazione al potenziamento delle infrastrutture di trasporto in fase di realizzazione nel quadrante est del capoluogo lombardo, si è ritenuto corretto operare l'incremento dei flussi di traffico, per gli scenari temporali di riferimento mediante l'utilizzando dei coefficienti di crescita

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

della domanda complessiva applicati all'intera matrice OD regionale utilizzata e non a porzioni limitate di territorio.
L'impossibilità di analizzare singolarmente ogni singolo intervento previsto all'interno dei PGT di ogni singolo comune regionale, ha portato la definizione di opportuni coefficienti di espansione da applicare alla matrice OD calibrata.
Per la definizione dell'evoluzione della domanda di mobilità di persone e merci espresse dal territorio dell'area di studio si è fatto riferimento, quale principale indicazione, alle previsioni contenute dal PGTL, Piano Generale della Logistica e dei Trasporti e agli studi viabilistici redatti a supporto della procedura di VIA per la TEEM e la Brebemi.
Sulla base delle analisi effettuate, gli scenari evolutivi di tali incrementi di breve, medio e lungo termine sono stati ottenuti assumendo i seguenti andamenti:

- +1,0% come tasso di incremento medio annuo per il traffico equivalente dal 2016 al 2020.
- +0,5% come tasso di incremento medio annuo per il traffico equivalente dal 2021 al 2030.

Oltre l'anno 2030, non ritenendo che possano essere avanzati elementi in grado di fornire differenti indicazioni rispetto ad un andamento del tasso di crescita, quale quello ipotizzato, che tende asintoticamente a zero, si è ritenuto opportuno arrestare la crescita della domanda.
Con questo approccio si è ritenuto corretto ipotizzare che il potenziamento ed adeguamento funzionale del sistema stradale ed autostradale lombardo possa, dare luogo ad una crescita della domanda di spostamento che caratterizza l'ora di punta della mattina di circa il 9,4% nel 2030 rispetto alla mobilità attuale.
Si rimarca che tale approccio risulta essere estremamente cautelativa in termini di incremento della stima della domanda di mobilità privata: nello specifico, il Programma Regionale per la Mobilità e il Traffico (PRMT) di Regione Lombardia, relativamente allo scenario futuro, riporta i risultati del modello di ripartizione modale (effetti combinati di trasferimenti fra trasporto stradale e trasporto collettivo); la tabella successiva evidenzia l'incidenza sullo shift modale degli interventi previsti nei diversi scenari analizzati.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

	NUMERO SPOSTAMENTI					
SCENARIO	Strada	Variazione su 2014	TPL ferro[120]	Variazione su 2014	TPL gomma	Variazione su 2014
2014	10.911.661	---	1.355.308	---	1.615.299	---
2015	10.914.901	+0,1%	1.348.828	-0,5%	1.615.299	---
2017	10.763.469	-1,4%	1.409.274	+4,0%	1.615.299	---
2020_A1	10.499.208	-3,8%	1.505.605	+11,1%	1.647.605	+2,0%
2020_A2	10.192.892	-6,6%	1.610.304	+18,8%	1.696.064	+5,0%
2020_B1	10.501.710	-3,8%	1.503.103	+10,9%	1.647.605	+2,0%
2020_B2	10.195.394	-6,6%	1.607.802	+18,6%	1.696.064	+5,0%

Fonte: elaborazione LISPA su dati Regione Lombardia

Tabella 12 - Risultati dello shift modale (numero di spostamenti/giorno)

Considerando l'orizzonte temporale 2020 (come indicato all'interno del PRMT), la prevista riduzione della domanda stradale è legata allo sviluppo del trasporto pubblico su ferro e su gomma (quest'ultimo analizzato parametricamente), e si traduce in una riduzione degli spostamenti su strada per una percentuale compresa fra il 3,8% e il 6,6%.
Considerare, pertanto, nello scenario programmatico, un incremento della domanda di trasporto privato, risulta essere comunque estremamente cautelativo, rispetto alle stesse previsioni programmatiche del PRMT di Regione Lombardia.

6.4 RISULTATI MODELLO DI SIMULAZIONE SCENARIO DI INTERVENTO

Sulla base dello scenario di offerte e di domanda analizzato all'interno dei paragrafi precedente, di seguito sono riportate le risultanze dello scenario di intervento.
La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta della mattina e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

- archi con traffico inferiore a 1.000 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 1.000 e 2.000 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 2.000 e 3.000 veicoli/ora;
- archi con traffico maggiore di 3.000 veicoli/ora.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

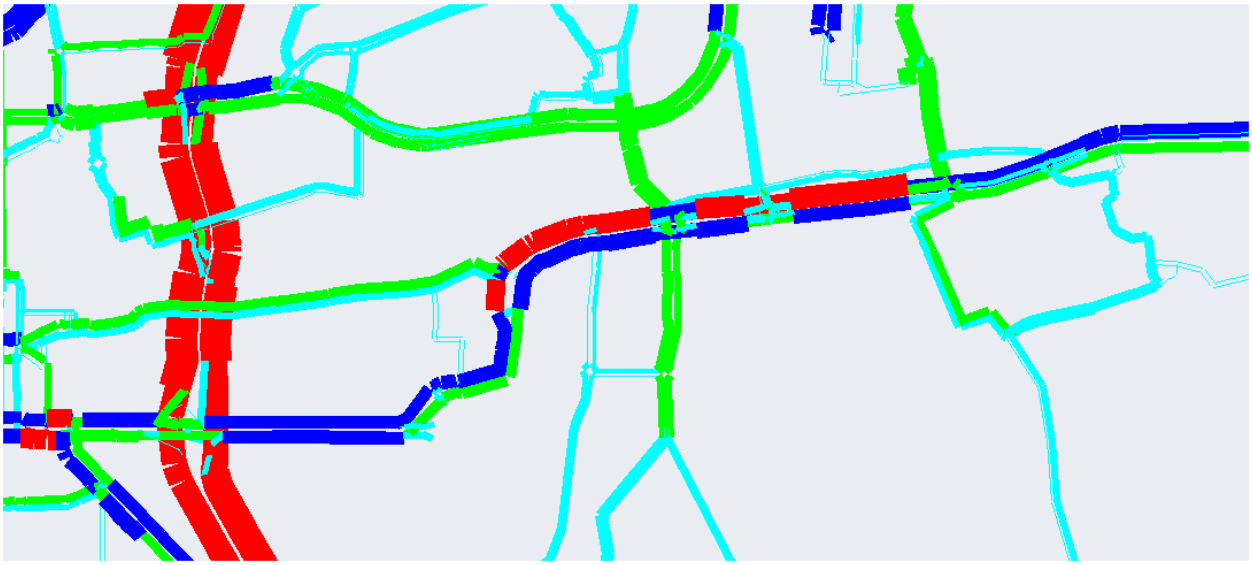


Figura 38 – Flussogrammi Scenario Intervento 2030

Il rapporto tra flusso e capacità sui singoli archi, che rappresenta una stima del livello di congestione della rete, è di seguito riportato.
La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta della mattina e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

- archi con F/C inferiore a 0.5;
- archi con F/C compreso tra 0.5 e 0.75;
- archi con F/C compreso tra 0.75 e 1;
- archi con F/C maggiore di 1.

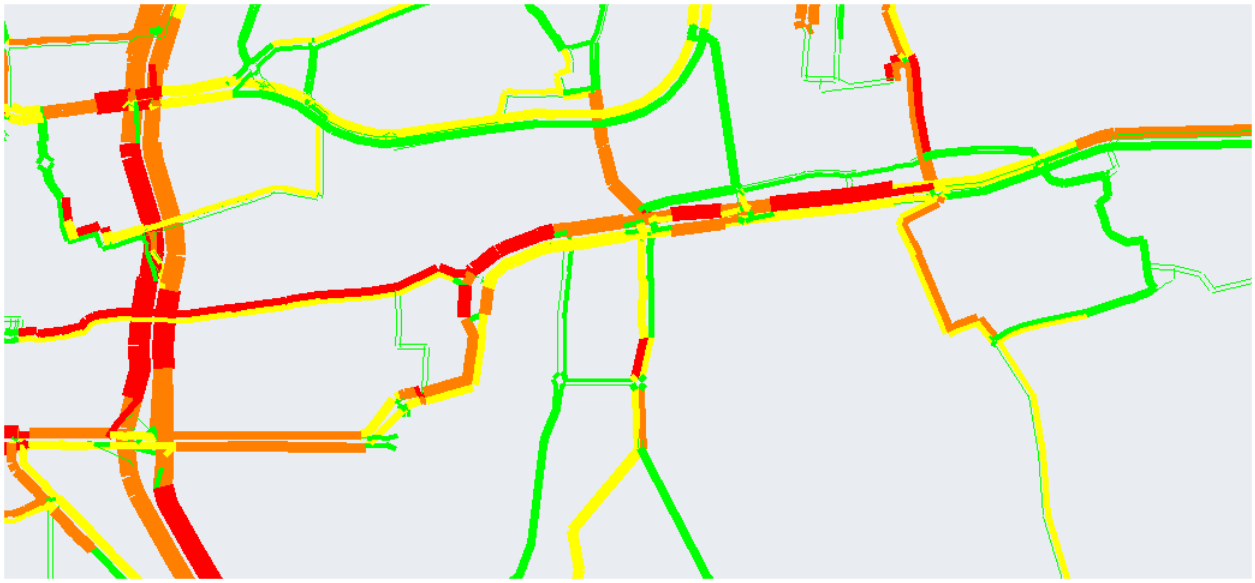


Figura 39 – Flussogrammi rapporto flusso / capacità - Scenario di Intervento 2030

Il flussogramma delle differenze tra lo Scenario di Progetto 2030 e lo Scenario attuale è il seguente)in rosso gli incrementi, in blu i decrementi rispetto allo scenario attuale).

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

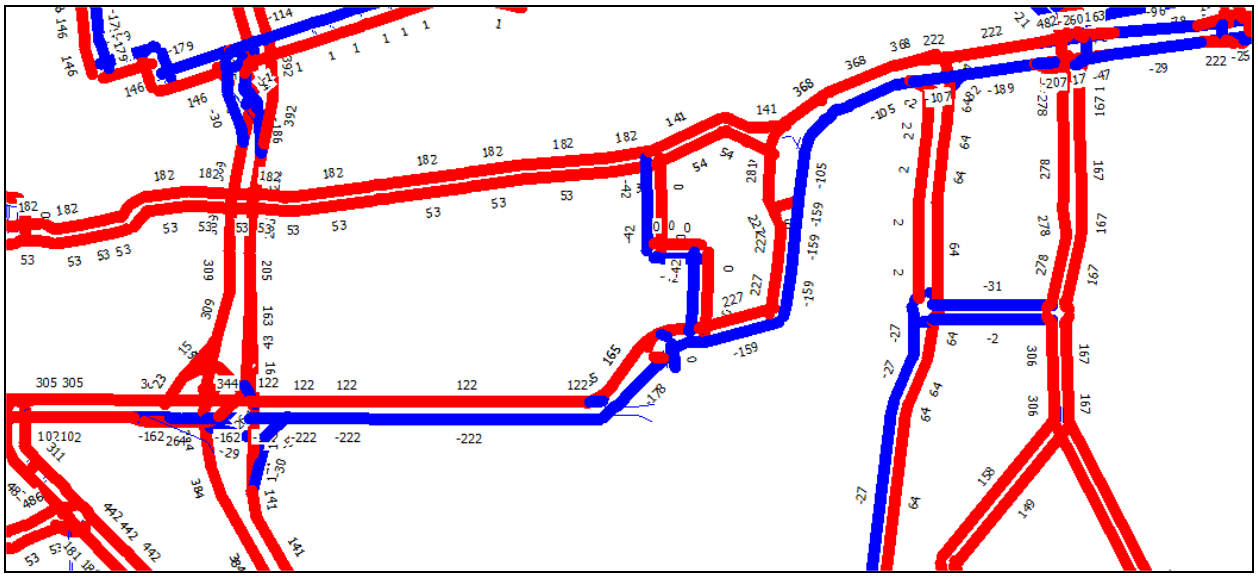


Figura 40 – Flussogramma differenze tra Scenario di Progetto 2038 - Scenario di Riferimento 2038 - Area di studio

Dal raffronto si evince come la stima della domanda complessiva per l'orizzonte temporale 2030 non determina variazioni significate dei flussi di traffico sulla viabilità di accesso all'aeroporto: la riqualifica della Cassanese a nord e della Paullese a sud dell'area di studio, oltre all'attivazione della nuova linea della M4, non determinano variazioni apprezzabili del carico veicolare sull'asse di Viale Forlanini / SP 14.

Le prestazioni della rete sono sintetizzate dai seguenti indicatori.

scenario	*Estensione della rete [km]*	*Veic x km*	*veic x h*	*vel media [km/h]*
scenario di intervento (2030)	8.79102	13602.76	16390.46	52.93

Tabella 13 – Indicatori aggregati dello Scenario di Progetto 2030

La tabella seguente riporta il raffronto in valore assoluto e in termini percentuali tra lo scenario di intervento e lo scenario attuale.

scenario	*Estensione della rete [km]*	*Veic x km*	*veic x h*	*vel media [km/h]*
differenze [sc_int - sc_sdf]	0	-124	-374	0.040
differenze [sc_int - sc_sdf]%		-0.90%	-2.23%	0.08%

Tabella 14 –raffronto con lo Scenario di Intervento 2030 – scenario attuale 2016

Il potenziamento delle infrastrutture di trasporto pubblico (nuova Linea M4) e privato (potenziamento della Cassanese e della Paullese) determinano sulla rete stradale di accesso all'aeroporto di Linate un miglioramento, seppur limitato, degli indicatori prestazionali.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

L'incremento del traffico complessivo stimato per lo scenario di intervento è pertanto "bilanciato" dal potenziamento dell'offerta infrastrutturale. .
Per quanto concerne la capacità residua delle infrastrutture di trasporto, relativamente alla viabilità principale (rappresentata da viale Forlanini) si segnala, sui tratti stradali maggiormente trafficati, valori del rapporto flusso/capacità compresi tra 0.62 e 0.84, ciò ne garantisce il funzionamento della rete stradale principale anche in relazione ai coefficienti di espansione della domanda di traffico utilizzati per la stima dello scenario di intervento riferito all'orizzonte temporale 2030.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

7 CONCLUSIONI

Il presente documento fornisce una valutazione dell'impatto sulla mobilità dell'attivazione del nuovo Masterplan dell'aeroporto di Milano Linate.
L'aeroporto di Linate svolge un ruolo fondamentale all'interno del sistema aeroportuale lombardo e nazionale poiché, insieme ad altri scali, serve la domanda di trasporto generata da una delle maggiori aree produttive presenti in Europa.
SEA ha elaborato per Linate di un nuovo Masterplan Aeroportuale che permetta di individuare e descrivere le specifiche destinazioni d'uso delle diverse aree del sedime, consideri le diverse principali funzioni operative, ne analizzi il grado di compatibilità reciproca e con le presenze esterne all'aeroporto e verifichi l'effettiva rispondenza del sistema alle esigenze attuali e prevedibili per il futuro, individuando i possibili interventi di sviluppo che potranno risultare necessari nel medio-lungo periodo (riferimento anno 2030).
La finalità principale del presente Masterplan è pertanto quella di individuare uno schema distributivo che ottimizzi la funzionalità del "sistema aeroporto" e in cui le necessità di intervento risultino adeguatamente inquadrate in una visione organica e possano ottenere ampia condivisione, in un'ottica di benefici e opportunità prodotti per il territorio di riferimento.
Lo scalo si caratterizza inoltre per l'offerta di collegamenti a servizio di flussi di traffico quasi esclusivamente "originanti/terminali", con una quota trascurabile di passeggeri in transito.
Le analisi riguardanti il futuro sviluppo dell'aeroporto non sono pertanto dettate da un aspetto "quantitativo", costituito dal prevedibile incremento dei volumi di traffico serviti, ma tendono soprattutto ad un progressivo miglioramento di aspetti "qualitativi" quali, ad esempio:

- incremento di sicurezza, efficienza e regolarità delle operazioni, mediante lo sviluppo di tecnologie innovative;
- maggior confort e più ampia gamma di servizi offerti all'utenza aeroportuale;
- nuove opportunità di integrazione con il territorio, favorite anche dal miglioramento dei sistemi di accesso (nuova linea metropolitana);
- attenzione sempre maggiore ai temi riguardanti il rispetto dell'ambiente ed il risparmio energetico.

In termini generali, il Masterplan costituisce un piano di assetto generale dell'aeroporto che, sulla base delle effettive esigenze, tenendo conto delle esperienze maturate e garantendo i necessari margini di flessibilità, si configurerà come fondamentale quadro di riferimento per l'implementazione dei principali futuri interventi che potranno interessare lo scalo di Linate.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

L'obiettivo dello studio è stato quello di analizzare e verificare l'impatto del nuovo Masterplan di Milano Linate sulla rete dell'area di studio mediante l'ausilio di un modello di macrosimulazione del traffico. A tal fine, lo studio ha previsto la valutazione dei seguenti scenari temporali:

- **scenario attuale,** con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario esistente e all'attuale regime di circolazione.
- **scenario di riferimento,** con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare il quadro programmatico della domanda e dell'offerta che interessano l'ambito territoriale di interesse per l'orizzonte temporale di riferimento;
- **scenario di intervento** finalizzato invece alla stima dei flussi di traffico aggiuntivi che caratterizzano l'aera di studio e alla verifica del funzionamento della rete stradale attuale e in progetto, in relazione allo scenario di domanda e di offerta che si verrà a creare nell'orizzonte temporale di riferimento.

Per caratterizzare l'attuale regime di circolazione che interessa la rete viabilistica contermine all'area di studio, è stato necessario modellazione lo scenario trasportistico attuale, ciò allo scopo di ricostruire le relazioni origine – destinazione degli spostamenti generati dal territorio in esame e la loro distribuzione sulla rete.
Tale fase è stata sviluppata mettendo a punto, nel modello di simulazione, sia il grafo stradale che rappresenta il sistema dell'offerta di trasporto, sia la matrice origine – destinazione che rappresenta il sistema della domanda di mobilità.
Per quanto concerne il grafo della rete stradale, si è considerata un'area vasta, che include non solo la Città di Milano ed i comuni confinanti, ma l'intero territorio regionale. Una tale estensione ha permesso in fase di analisi degli interventi proposti, di tenere in considerazione anche degli effetti dovuti ad interventi previsti nelle zone non immediatamente adiacenti a quella di studio.
Il risultato finale delle analisi dello stato attuale si è concretizzato attraverso la calibrazione della matrice OD di base ottenuta dalle seguenti banche dati:

- la matrice OD della Regione Lombardia;
- la matrice OD Istat;
- la matrice OD del trasporto privato e merci elaborata da AMAT relativa allo stato di fatto 2009;
- i rilievi di traffico su area vasta messi a disposizione da AMAT;
- le banche dati delle indagini di traffico su area vasta condotte direttamente sul campo (2014 – 2016);
- i rilievi di traffico desunti da studi viabilistici effettuati da soggetti terzi quali PIM, Provincia di Milano e Milano Serravalle (2009 – 2015).

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

I risultati della calibrazione sono stati molto sodisfacenti, l'indice R^2 dell'intera rete analizzata si attesta attorno allo 0,98 (valore ottimale 1), a conferma della bontà della rappresentazione ottenuta.
Successivamente sono stati analizzati gli scenari di domanda e di offerta ascrivibili al quadro programmatico per l'orizzonte temporale di riferimento: da ciò è stato possibile ricostruire il quadro complessivo degli interventi infrastrutturale ed urbanistici che caratterizzano l'area di studio.
L'evoluzione del **quadro urbanistico/insediativo** relativo all'area di studio è stata effettuata ponendo particolare attenzione sui più importanti progetti di trasformazione urbana che contribuiranno significativamente al ridisegno della regione urbana nell'area di studio, indagando i principali strumenti di pianificazione, quali il Piano di Governo del Territorio (PGT) dei Comuni di Milano, Peschiera Borromeo, Segrate e Pioltello, e il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Milano; l'impossibilità di analizzare singolarmente ogni singolo intervento previsto all'interno dei PGT di ogni singolo comune regionale, oltre alla esatta collocazione temporale degli interventi previsti, ha portato la definizione di opportuni coefficienti di espansione da applicare alla matrice OD calibrata.
Per la definizione dell'evoluzione della domanda di mobilità di persone e merci espresse dal territorio dell'area di studio si è fatto riferimento quindi, alle previsioni contenute dal PGTL (Piano Generale della Logistica e dei Trasporti) e agli studi viabilistici redatti a supporto della procedura di VIA per la TEEM e la Bre.Be.Mi.
Sulla base delle analisi effettuate, gli scenari evolutivi di tali incrementi sono stati ottenuti assumendo i seguenti andamenti:

- +1,0% come tasso di incremento medio annuo per il traffico equivalente dal 2016 al 2020;
- +0,5% come tasso di incremento medio annuo per il traffico equivalente dal 2021 al 2030.

Oltre l'anno 2030, non ritenendo che possano essere avanzati elementi in grado di fornire differenti indicazioni rispetto ad un andamento del tasso di crescita, quale quello ipotizzato, che tende asintoticamente a zero, si è ritenuto opportuno arrestare la crescita della domanda.
Con questo approccio si è ritenuto corretto ipotizzare che il potenziamento ed adeguamento funzionale del sistema stradale ed autostradale lombardo possa, dare luogo ad una crescita della domanda di spostamento che caratterizza l'ora di punta della mattina di circa il 9,4% nel 2030. Tale approccio risulta essere maggiormente penalizzante in quanto sovrastima i flussi di traffico sulla rete stradale dell'area di studio: la crescita dei passeggeri dell'aeroporto di Linate per l'orizzonte temporale 2030 è ampiamento compensato da un maggior utilizzo del trasporto pubblico conseguente all'attivazione della nuova Linea M4. **A titolo cautelativo lo scenario di intervento ha assunto la medesima domanda di trasporto privato registrata all'interno dello scenario attuale**.
Si è quindi proceduto ad implementare gli scenari modellistici di Intervento considerano dal punto di vista della domanda di traffico i coefficienti di crescita sopra riportati, mentre

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it

dal punto di vista dell'offerta considerano la realizzazione degli interventi infrastrutturali previsti su scala vasta quali Pedemontana, oltre alle riqualificazioni della SP103 Cassanese e della SP415 Paullese.
Il raffronto tra le prestazioni della rete tra lo Scenario di Progetto e lo Scenario di attuale ha permesso di rilevare come il potenziamento delle infrastrutture di trasporto pubblico (nuova Linea M4) e privato (potenziamento della Cassanese e della Paullese) determinano sulla rete stradale di accesso all'aeroporto di Linate un miglioramento, seppur limitato, degli indicatori prestazionali.
L'incremento del traffico complessivo stimato per lo scenario di intervento è pertanto "bilanciato dal potenziamento dell'offerta infrastrutturale.
Per quanto concerne la capacità residua delle infrastrutture di trasporto, relativamente alla viabilità principale (rappresentata da viale Forlanini) si segnala, sui tratti stradali maggiormente trafficati, valori del rapporto flusso/capacità compresi tra 0.62 e 0.84, ciò ne garantisce il funzionamento della rete stradale principale anche in relazione ai coefficienti di espansione della domanda di traffico utilizzati per la stima dello scenario di intervento riferito all'orizzonte temporale 2030.
In sintesi si può affermare, sulla base delle analisi, delle verifiche e delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, la piena compatibilità in termini trasportistici, dell'intervento in esame con l'assetto viabilistico di riferimento in relazione allo scenario temporale analizzato.

Ing. Giovanni Vescia
Via Carducci 2 – 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Cell. 329 3318707 E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it