

POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale

Corso di Laurea in Ingegneria Civile - Infrastrutture di trasporto



LA METROTRANVIA DI COMO

Analisi tecniche delle linee metrotranviarie

Relatore: Prof. Maja Roberto

Tesi di laurea di:

Loris MOLTENI matr. 779855

Anno Accademico 2012 - 2013

INDICE GENERALE

<u>Sommario</u>	1
<u>Sintesi dell'elaborato</u>	2
<u>Inquadramento Territoriale e Dei Trasporti</u>	9
1. Il comune di Como.....	9
2. Cenni storici sui sistemi di trasporto pubblico nell'area comasca.....	10
Tranvia Como – Cantù – Asnago	12
Tranvia Cantù – Meda – Monza	13
Tranvia Como – Erba – Lecco	13
Tranvia Como – Fino Mornasco – Saronno	14
Linea ferroviaria Milano – Como – Chiasso.....	14
Linea ferroviaria Lecco – Cantù – Como	16
3. Rete di trasporti a servizio della città di Como	19
Strade di interesse sovracomunale	19
Strade di grande comunicazione.....	20
Sistema di Trasporto Pubblico.....	22
Conclusione	24
<u>Aspetti generali del Sistema Metrotranviario</u>	25
4. Studi precedenti.....	25
5. La scelta della metrotranvia	30
6. Normativa in materia di metrotramvie.....	30
7. Caratteristiche di una metrotranvia.....	32
8. Materiale rotabile disponibile sul mercato.....	35
9. Sistema di alimentazione	40
TramWave - ANSALDO	40
Primove - BOMBARDIER	41
Impiego di un pacco batterie a bordo del veicolo.....	42
<u>Metrotranvia di Como – Linee Metrotranviarie di Progetto</u>	45
10. Raccordi ferroviari.....	45
Collegamento Como Nord Camerlata con Albate Camerlata	45

	Collegamento linea ferroviaria Lecco – Cantù – Como	46
	Instradamento servizio ferroviario FNM verso Como San Giovanni.....	47
11.	LINEA 1: Como San Giovanni – Albate Camerlata.....	48
12.	LINEA 2: Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’Anna.....	50
13.	LINEA 3: Como San Giovanni – Olgiate Comasco.....	52
14.	LINEA 4: Como San Giovanni – Cantù	53
	<u>Metrotranvia di Como – Analisi della Domanda</u>	55
15.	Analisi della Domanda.....	55
	Flussi di Domanda Totali	55
	Poli attrattori di domanda presenti nel Comune di Como.....	61
	Park & Ride	65
	Simulazione della domanda di trasporto della metrotranvia	65
	Domanda servita dalla metrotranvia	69
	<u>Metrotranvia di Como – Tracciato sul Lungolago tra le stazioni di Como Nord Lago e Como San Giovanni</u>	77
16.	Il tracciato.....	77
17.	Il diagramma di trazione	79
18.	Asservimento semaforico in direzione Como San Giovanni	80
	Impianto utilizzato per l’attuazione dell’asservimento semaforico	80
	Modifiche ai cicli degli impianti semaforici sul tracciato della metrotranvia	81
19.	Valutazioni dell’impatto dell’asservimento semaforico sulle singole intersezioni.....	92
	Intersezione Lungolaro Trento/via Cavallotti/via Rosselli	93
	Intersezione Piazza Cacciatori delle Alpi	99
	Intersezione Piazzale San Rocchetto	105
	Conclusioni	114
20.	Perfezionamento dell’asservimento semaforico su alcune intersezioni	115
	Intersezione Lungolaro Trento/via Cavallotti/via Rosselli	115
	Attraversamento pedonale all’incrocio tra via Cavallotti e via Rubini.....	115
21.	Asservimento semaforico in direzione Como Nord Lago.....	116
	<u>Metrotranvia di Como – Pianificazione dell’orario del servizio</u>	117
22.	Tracciato e diagramma di trazione.....	117
23.	L’orario grafico e la pianificazione dell’orario.....	123

LINEA 1: Como San Giovanni – Albate Camerlata	126
LINEA 1 e LINEA 2: Como San Giovanni – Albate Camerlata e Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’Anna	130
LINEA 1, LINEA 2 e LINEA 3: Como San Giovanni - Albate Camerlata, Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’anna e Como San Giovanni – Olgiate Comasco	136
LINEA 2, LINEA 3 e LINEA 4: Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’anna, Como San Giovanni – Olgiate Comasco e Como San Giovanni – Cantu’	143
Conclusione	150
24. Numero di veicoli necessari per effettuare il servizio.....	151
<u>Indice delle figure</u>	153
<u>Indice dei grafici</u>	154
<u>Indice delle tabelle</u>	154
<u>Bibliografia</u>	157
<u>Sitografia</u>	158
<u>Appendice</u>	159

Sommario

La metrotranvia di Como è un progetto nato 20 anni fa con lo scopo di creare una linea di forza tra il centro città e l'esterno del territorio comunale, introducendo un nuovo sistema di trasporto pubblico flessibile, capillare e adatto all'ambiente urbano nel quale viene a trovarsi. La metrotranvia è stata individuata come nuova tipologia di sistema di trasporto in base ai risultati positivi emersi dagli studi precedenti: l'analisi della domanda e il successivo dimensionamento del servizio di trasporto hanno permesso di confermare tale scelta.

La scelta dei tracciati delle linee metrotranviarie è stata effettuata formulando delle proposte in funzione delle caratteristiche del territorio e dei sistemi di trasporto pubblici presenti, nonché in base alle peculiarità emerse dagli studi precedenti, verificandone successivamente la fattibilità attraverso l'analisi delle esigenze degli utenti (domanda di trasporto). I tracciati delle varie linee vengono utilizzati per effettuare collegamenti interni tra le zone del territorio comunale e i servizi posti al suo interno, come il Nuovo Ospedale Sant'Anna, e per connettere il capoluogo con importanti centri urbani del territorio provinciale.

Le analisi effettuate per verificare la fattibilità tecnica dei tracciati delle linee ha evidenziato la necessità di utilizzare il tracciato della linea ferroviaria FNM, tra le stazioni di Como Nord Camerlata e di Como Nord Lago, per creare il servizio metrotranviario. Dalle successive analisi è emersa l'impossibilità di effettuare la circolazione contemporanea sulla linea FNM tra treno e metrotranvia: la realizzazione del nuovo sistema di trasporto può avvenire solamente con la deviazione del servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago sulla linea FS, con attestamento nella stazione di Como San Giovanni. Lo spostamento del servizio ferroviario FNM obbliga le linee metrotranviarie a prolungare i loro tracciati fino a Como San Giovanni, attraverso la costruzione di un tracciato ex novo: la forte urbanizzazione della convalle ha comportato la scelta di un percorso in sede promiscua con il traffico stradale. Lo studio nel dettaglio dell'asservimento semaforico è stato necessario per verificare la fattibilità della costruzione del nuovo tracciato e per determinare gli elementi indispensabili per effettuare le successive analisi.

Lo studio e la pianificazione dell'orario sono stati utilizzati per definire la necessità di deviare il servizio ferroviario FNM: la realizzazione di questo intervento può essere effettuata attraverso opportuni adeguamenti infrastrutturali, in particolare la costruzione dei raccordi ferroviari tra le linee FS ed FNM. La realizzazione di ulteriori interventi, come il raddoppio della linea FNM, non sono necessari per la realizzazione del servizio metrotranviario.

I risultati delle analisi effettuate all'interno dell'elaborato consentono di esprimere un parere favorevole sulla fattibilità tecnica dell'intervento, e questo elaborato vuole essere la base di partenza per la progettazione preliminare di un'infrastruttura fondamentale per la città di Como.

Sintesi dell'elaborato

Inquadramento Territoriale e Dei Trasporti

La prima parte dell'elaborato ha lo scopo di descrivere il territorio comunale di Como con le peculiarità e i limiti che lo contraddistinguono.

I cenni storici sui trasporti pubblici dell'area evidenziano come fino agli anni 50' il sistema tranviario che serviva il capoluogo lariano era molto sviluppato: tutto ciò era causato dal fatto che il trasporto su gomma non era competitivo nei confronti dei sistemi su ferro sulle lunghe distanze, ma con l'espansione economica del dopoguerra il trasporto su gomma diventerà sempre più efficiente ed efficace, fino a rendere antieconomico il trasporto tranviario. Negli ultimi anni, però, la sempre più crescente congestione della rete stradale, la crescente necessità di collegamenti veloci tra i maggiori centri del paese e una maggiore sensibilizzazione al tema ambientale stanno rivalutando il sistema di trasporto pubblico locale.

Dall'analisi della rete di trasporto dell'area comasca emerge come le infrastrutture a servizio del trasporto su gomma siano ben sviluppate e, con l'ultimazione della Tangenziale Sud di Como nell'ambito del progetto dell'Autostrada Pedemontana, molti dei problemi legati alla congestione della rete stradale si risolveranno. Il trasporto pubblico a servizio di Como, invece, è formato da due linee ferroviarie che permettono collegamenti con le tre principali stazioni milanesi (Porta Garibaldi, Centrale e Cadorna) e con il territorio del Canton Ticino, attraverso il servizio ferroviario TiLo. Il trasporto pubblico locale è formato da una rete di autolinee urbane ed extraurbane che collegano i principali centri abitati, situati lungo i confini comunali e nel cuore della Brianza, con la città di Como. Il sistema dei trasporti è completato dalla funicolare di Brunate, che permette un collegamento rapido tra questo comune e il capoluogo comasco, e il Servizio di Navigazione del Lago di Como che, utilizzando battelli, aliscafi e catamarani, collega i principali centri abitati lungo le sponde del Lario con Como. Appare evidente come nel sistema di trasporto pubblico locale siano assenti delle linee di forza che dall'esterno del comune convergano verso il centro città: il progetto della metrotranvia ha lo scopo di colmare questa lacuna, aumentando considerevolmente l'appetibilità del trasporto pubblico.

Aspetti generali del Sistema Metrotranviario

La seconda parte dell'elaborato, partendo dall'esame degli studi effettuati in passato e dalle caratteristiche del territorio comasco analizzate nella prima parte, cerca di illustrare il motivo per il quale è stata scelta come nuovo sistema di trasporto pubblico la metrotranvia, evidenziandone successivamente le caratteristiche tecniche e le norme che caratterizzano questa tipologia di servizio.

Il primo studio (maggio 1992 – FNM Engineering) proponeva la costruzione di una metropolitana leggera, con una prima tratta a raso affiancata alla linea ferroviaria esistente, e una seconda tratta in sotterraneo. L'elevato costo dell'opera, le grandi difficoltà dal punto di vista tecnico e la domanda di trasporto non così elevata hanno causato l'abbandono di questa scelta progettuale. Nei successivi studi sono state individuate diverse tipologie di servizio, più consoni alle esigenze

del territorio: lo studio effettuato del 1998 (P.I.M.) proponeva come alternative la creazione di una navetta ferroviaria, l'introduzione di un servizio misto tram-treno sulla linea ferroviaria esistente ed un sistema tranviario realizzato in più fasi; lo studio effettuato del 1999 (Laboratorio LAMSIT e dal consorzio MIP del Politecnico di Milano) proponeva la costruzione di un sistema di trasporto capillare e frequente che colleghi la periferia con il centro città, e l'introduzione di un collegamento su ferro tra le stazioni di Como Nord Lago e Como San Giovanni; l'ultimo studio del 2003 (Consorzio Poliedra) ribadisce la necessità di instradare il servizio FNM sulla linea delle Ferrovie dello Stato attraverso la costruzione di appositi raccordi ferroviari e proponeva in sostituzione al servizio esistente: navette ferroviarie con cadenza semioraria; introduzione di un sistema metrotranviario che si sviluppa lungo diverse alternative progettuali. Le navette ferroviarie sono state scartate in quanto non risolvono il problema di frequenza e capillarità che affliggono il servizio ferroviario esistente. Gli studi inoltre evidenziano che i tracciati con la maggior fattibilità sono quelli diretti verso Cantù, Olgiate Comasco e la stazione di Albate Camerlata.

Successivamente alla scelta del sistema di trasporto sono state riportate le caratteristiche tecniche e prestazionali della metrotranvia, nonché un accenno alle norme italiane in materia che, al momento della stesura dell'elaborato, non permettono la circolazione promiscua di tram e treno sulla stessa infrastruttura. L'ultimo capitolo si concentra sulla scelta del sistema di alimentazione per il tracciato che collega Como Nord Lago con Como San Giovanni: l'utilizzo della linea aerea tranviaria sul lungolago comporterebbe un grande inquinamento visivo e di conseguenza vengono proposte soluzioni con diverse caratteristiche tecniche (linee di contatto a terra; trasmissione wireless della corrente; veicolo dotato di pacco batterie).

Metrotranvia di Como – Linee Metrotranviarie di Progetto

La terza parte dell'elaborato illustra i tracciati delle linee di progetto.

Il primo capitolo riguarda la realizzazione dei raccordi ferroviari necessari per due motivi: deviare il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago verso la stazione di Como San Giovanni; permettere al servizio metrotranviario di proseguire dalla stazione di Como Nord Camerlata verso la stazione di Albate Camerlata e, successivamente, verso Cantù raccordandosi con la linea FS Lecco – Cantù – Como. Le soluzioni individuate per i raccordi sono: riqualificazione del Raccordo Radeschi, per permettere alla metrotranvia di proseguire dalla stazione di Como Nord Camerlata fino alla stazione di Albate Camerlata e, con la costruzione di un opportuno sottopasso, di proseguire verso Cantù utilizzando la linea ferroviaria FS; costruzione del raccordo DAR, in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, per permettere l'instradamento del servizio ferroviario FNM sulla linea FS Milano – Como – Chiasso; costruzione del Raccordo Polo Logistico, a sud di Como, per consentire la completa liberazione della linea FNM e la deviazione della linea proveniente da Milano Cadorna verso Como San Giovanni.

I capitoli seguenti completano la descrizione delle linee metrotranviarie individuate: tutte hanno come capolinea la stazione di Como San Giovanni ed utilizzano il tracciato sul lungolago e il tratto urbano della linea ferroviaria FNM fino alla stazione di Como Nord Camerlata. Quest'ultima stazione è il punto di partenza dei prolungamenti delle varie linee: la LINEA 1 termina la sua corsa alla stazione di Albate Camerlata, utilizzando il raccordo Radeschi per raggiungerla; la LINEA 2

continua il suo percorso da Como Nord Camerlata fino alla stazione di Como Nord Grandate, sul tracciato ferroviario FNM, per poi proseguire su un binario di nuova costruzione che raggiunge il Nuovo Ospedale Sant'Anna, costeggiando l'autostrada A9; la LINEA 3 prosegue fino alla stazione di Como Nord Gandate ed, utilizzando un binario di nuova costruzione, raggiunge il comune di Olgiate Comsaco, attraversando il centro di Lurate Caccivio e Villa Guardia; la LINEA 4 utilizza il raccordo Radeschi per giungere in prossimità di Albate Camerlata ed utilizzando un opportuno sottopasso si collega alla linea Lecco – Cantù – Como per raggiungere il centro di Cantù.

Metrotranvia di Como – Analisi della Domanda

La quarta parte dell'elaborato riguarda l'analisi della domanda di trasporto che interessa il territorio comunale e provinciale. La prima analisi è stata effettuata utilizzando una matrice origine /destinazione del 2012, suddivisa per scelta modale, che indicava gli spostamenti del territorio provinciale in ingresso e in uscita dal comune di Como. La zonizzazione, utilizzata all'interno della matrice, ha permesso di individuare le aree con il maggior numero di spostamenti in modo tale da giustificare la scelta dei tracciati delle linee metrotranviarie. Utilizzando nuovamente la zonizzazione è stato possibile individuare gli spostamenti che interessano direttamente e indirettamente il nuovo servizio di trasporto.

La seconda analisi ha come scopo l'individuazione sul territorio comunale dei principali poli attrattori di domanda, in modo tale da comprendere come tali luoghi possano essere serviti ottimamente dalla metrotranvia: sono stati individuati le maggiori scuole superiori presenti sul territorio e le università, ma anche i complessi ospedalieri e le principali stazioni ferroviarie. Per quanto riguarda le stazioni sono stati riportati i dati relativi ad un'indagine dei passeggeri saliti e discesi, effettuata nel marzo 2002 e contenuta nello studio del 2003 eseguito dal Consorzio Poliedra: nonostante i dati siano datati, sono utili per comprendere l'ordine di grandezza dei passeggeri che circolano all'interno delle varie stazioni. Un paragrafo a parte è stato dedicato all'analisi dei maggiori parcheggi di interscambio presenti nel comune di Como: sono stati individuati due impianti (Autosilo Valmulini e parcheggio di Como Nord Grandate) che, insieme, possono contenere 1125 veicoli e che si integrano in modo eccellente con il servizio metrotranviario.

La terza analisi ha riguardato l'esame dei dati emersi dalla simulazione della domanda effettuata all'interno dello studio del 2003 eseguito dal Consorzio Poliedra: non è stato possibile redarre una nuova simulazione a causa dell'elevato costo e del poco tempo a disposizione. La simulazione utilizzava diversi scenari basati sullo stato di fatto dell'anno 2002: la reference solution, riferita all'anno 2013, con la costruzione delle grandi opere infrastrutturali a servizio del territorio comunale (Tangenziale Sud di Como), rappresenta la situazione che si sta deliando attualmente; uno scenario relativo ad ogni alternativa progettuale. I risultati ottenuti permettono di comprendere come la costruzione della metrotranvia comporti un aumento degli spostamenti effettuati con il mezzo pubblico e una diminuzione degli spostamenti con il mezzo.

L'ultima analisi riguarda la quantificazione degli spostamenti che la metrotranvia deve servire: utilizzando i dati delle precedenti analisi è stato possibile quantificare il numero di spostamenti relativi ad ogni linea metrotranviaria e, di conseguenza, determinare l'offerta di trasporto

necessaria per soddisfarla. Il valore degli spostamenti ottenuti giustifica ulteriormente la scelta della metrotranvia come mezzo di trasporto.

Metrotranvia di Como – Tracciato sul Lungolago tra le stazioni di Como Nord Lago e Como San Giovanni

La quinta parte dell'elaborato riguarda la realizzazione del tracciato sul lungolago tra le due principali stazioni cittadine, Como San Giovanni e Como Nord Lago. La progettazione del tracciato è stato fondamentale per poter determinare il diagramma di trazione, utilizzato poi per l'analisi dell'asservimento semaforico.

Il secondo studio effettuato riguarda appunto l'asservimento semaforico: utilizzando un sistema dedicato, formato da rilevatori, un computer centrale ed un sistema di trasmettitori è possibile modificare i cicli e le fasi semaforiche degli impianti installati sugli incroci interessati dal tracciato metrotranviario, in modo tale da garantire alla metrotranvia sempre una fase semaforica di verde quando si presenta all'incrocio: le modifiche da apportare sono correlate a determinati intervalli di tempo del ciclo semaforico.

Il terzo studio ha riguardato l'analisi dei livelli di servizio dei flussi veicolari effettuato confrontando i valori dello stato di fatto con quelli ricavati dalle modifiche del ciclo semaforico a causa dell'asservimento. I risultati ottenuti, in tutte le intersezioni, permettono di affermare che l'asservimento semaforico è un intervento che aiuta notevolmente la circolazione della metrotranvia, minimizzando i tempi di percorrenza, senza penalizzare i flussi veicolari.

Metrotranvia di Como – Pianificazione dell'orario del servizio

L'ultima parte dell'elaborato riguarda lo studio e la pianificazione dell'orario del nuovo servizio metrotranviario, in funzione delle linee, dei tracciati e delle soluzioni adottate per deviare il servizio ferroviario FNM verso Como San Giovanni.

Le prime analisi hanno riguardato la valutazione del tempo di percorrenza tra le varie stazioni e fermate, effettuato utilizzando il diagramma di trazione, e la determinazione dell'offerta di trasporto, necessaria per quantificare la frequenza e il distanziamento tra una corsa ed un'altra.

Le successive analisi hanno permesso di pianificare l'orario del servizio metrotranviario attraverso l'inserimento delle tracce orarie nell'orario grafico. I risultati ottenuti dimostrano come l'utilizzo promiscuo del tracciato con il servizio ferroviario Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago non permetta di ottenere l'offerta di trasporto necessaria per sopperire alla domanda di trasporto ed, inoltre, non permetta il cadenzamento dell'orario. Nel caso di raddoppio della linea ferroviaria, sempre in circolazione promiscua con il servizio ferroviario, il soddisfacimento dell'offerta di trasporto avviene solo nel caso in cui sia presente solo la LINEA 1: nel caso di più linee questa condizione non viene più soddisfatta. La costruzione del raccordo DAR è la minima soluzione per riuscire ad ottenere l'offerta di trasporto necessaria e il cadenzamento dell'orario, anche nel caso di più linee metrotranviarie. La costruzione del raccordo Polo Logistico comporterebbe un ulteriore miglioramento della circolazione nel tratto tra Como Nord Camerlata e Como Nord

Grandate, mentre il raddoppio della linea ferroviaria permetterebbe un ulteriore aumento dell'offerta di trasporto.

Inquadramento territoriale e dei trasporti

L'inquadramento territoriale e l'analisi della rete dei trasporti presente sul territorio comasco è fondamentale per comprendere lo stato di fatto delle infrastrutture e dei servizi attualmente utilizzati dagli utenti.

1. Il comune di Como¹

Como è il capoluogo dell'omonima provincia ed è situato in Lombardia. È il quinto comune per popolazione della regione (86.116 abitanti al 31/04/2012) ed ha una superficie di 37,34 km².

La città è collocata all'estremità meridionale del ramo occidentale del Lago di Como, in una piccola conca circondata da boschive colline moreniche. Il centro cittadino è situato sul lungolago, a pochi passi dal Duomo, e il nucleo storico conserva ancora l'aspetto dell'originario accampamento romano, con mura medioevali e torri di guardia ben conservate.

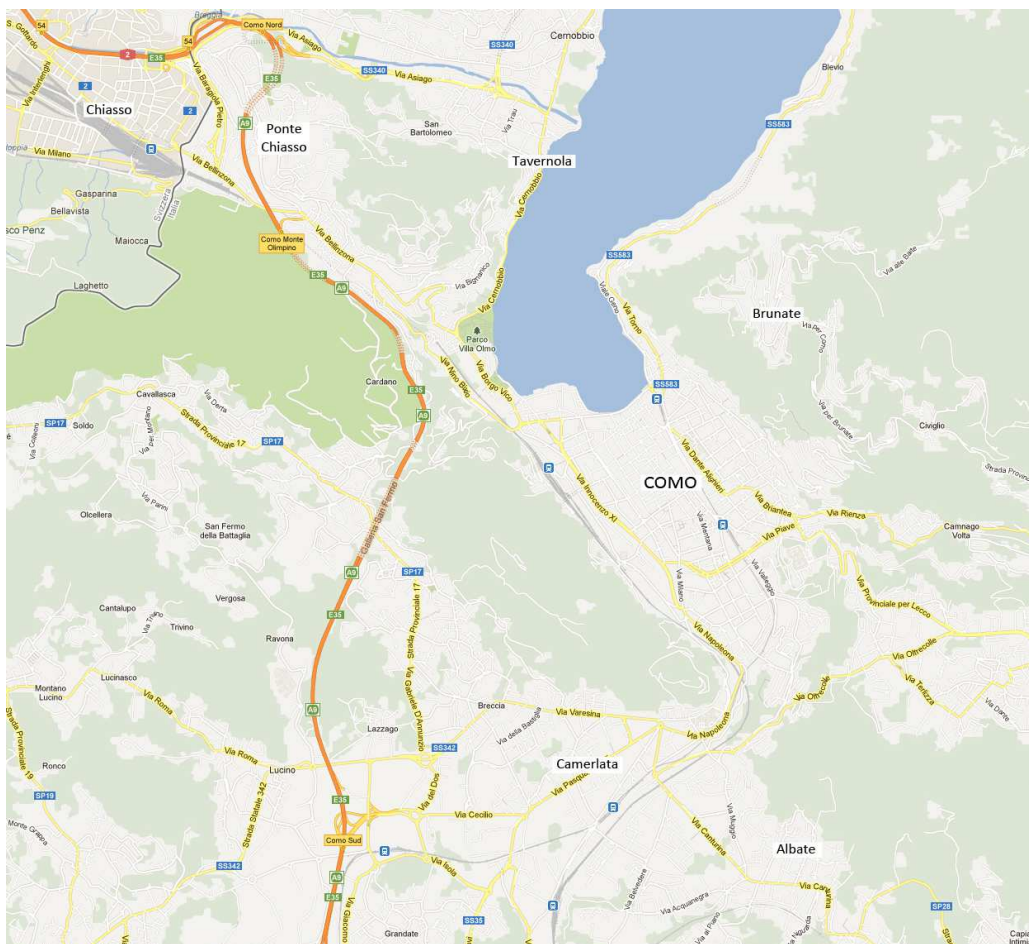


Figura 1 - Inquadramento territoriale del Comune di Como

¹ Per la stesura di questo capitolo è stato utilizzato il sito www.it.wikipedia.org/wiki/Como
Figura 1 (Google Maps - ©2012 Google)

Il comune è circondato da numerose frazioni tra cui le più importanti sono: Albate e Camerlata, porte di ingresso alla città e di collegamento con la Brianza e Milano; Tavernola; Monte Olimpino; Ponte Chiasso, frazione confinante con la Svizzera, e punto di passaggio dei collegamenti autostradali (A9) e ferroviari (linea S11) della Lombardia verso il Canton Ticino. Sul lungolago inoltre è presente la stazione della funicolare che collega Como con il comune di Brunate, situato a circa 514 m più in alto rispetto al livello del lago.

L'economia comasca è fortemente basata sull'industria tessile, in particolare per la produzione della seta, celebre in tutto il mondo. Attualmente il settore è in crisi a causa della forte concorrenza dei paesi dell'est, Cina in testa: per questo motivo l'industria tessile sta lasciando spazio al turismo e al commercio. Negli ultimi anni lo sviluppo del turismo internazionale è stato notevole, causato principalmente dallo scenario naturalistico, dalla presenza di monumenti di epoche diverse e dall'arrivo di personaggi di fama internazionale e note produzioni cinematografiche e televisive.

All'interno del territorio comunale sono presenti numerosi istituti d'istruzione secondaria, dislocati sia nel centro città sia nelle frazioni circostanti, che richiamano un gran numero di studenti dai comuni limitrofi. Inoltre Como è sede universitaria, grazie alla presenza del "Polo di Como" del Politecnico di Milano, che ospita diversi corsi di ingegneria e molti studenti extraeuropei, e l'Università degli Studi dell'Insubria.

Un elemento importante del panorama cittadino è l'ospedale Sant'Anna, struttura di riferimento per tutto il territorio provinciale. Fino alla fine del 2009 l'ospedale era situato nel sobborgo di Camerlata, non molto distante dal centro di Como, ma la necessità di avere un nuovo ospedale più grande di quello esistente, con al suo interno le più moderne tecnologie, ha costretto il comune alla costruzione di un nuovo complesso, situato nel comune di San Fermo. Nonostante questo comune sia confinante con Como, la struttura è fortemente decentrata rispetto al centro cittadino e questo comporta difficoltà di collegamento dell'ospedale con la città, sia utilizzando il trasporto pubblico sia quello privato. Questo è uno degli elementi fondamentali da tenere in considerazione per la progettazione di tutto il sistema dei trasporti di Como.

2. Cenni storici sui sistemi di trasporto pubblico nell'area comasca²

Tra la fine del 1800 e il primo ventennio del 1900, in tutta l'area della Brianza, ci fu un grande sviluppo del sistema dei trasporti. L'apertura delle linee ferroviarie Milano – Monza – Camerlata (attuale Milano – Chiasso), in direzione nord – sud, e della linea Como – Cantù – Lecco (uguale all'attuale), in direzione est – ovest, permise un grande sviluppo dell'economia di tutta l'area e un incremento degli spostamenti. Infatti il treno permetteva alle culture contadine chiuse di aprirsi verso l'esterno, entrando a contatto con mondi ed economie diverse. Basti pensare che con la ferrovia si raggiungeva Milano da Camerlata in un'ora e venti, ad una velocità di 35 Km/h, mentre

² Per la stesura di questo capitolo è stato utilizzato il quinto capitolo di PAESAGGI DI BRIANZA, *Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco*, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lyasis Edizioni, 2012

le più rapide diligenze, sullo stesso percorso, impiegavano poco meno di cinque ore, alla velocità di 10 Km/h.

Il treno, quindi, era un fattore determinante per lo sviluppo dell'economia di queste zone a forte vocazione industriale, ma comportava anche il miglioramento degli spostamenti e delle comunicazioni. La difficoltà a reperire investimenti e le sempre più forti pressioni degli abitanti, che non volevano veder

deturpato il paesaggio della Brianza, causarono però lo spostamento dell'attenzione su una nuova e più snella tipologia di trasporti: la tranvia. La sensibile economicità della tranvia rispetto alla ferrovia era originata dal sistema di posizionamento dei binari: per la realizzazione dei tracciati non erano richiesti grossi investimenti essendo l'infrastruttura collocata direttamente sulla sede stradale. L'assenza di stazioni, limitate ai soli capolinea, e la ridotta presenza di personale lungo il percorso, concorrevano al generale contenimento dei costi di impianto e di esercizio. La concorrenza esercitata dalle tramvie, inoltre, agì a beneficio dei passeggeri ferroviari, ai quali furono offerti sensibili riduzioni dei costi dei biglietti, con l'ausilio di nuove formule di abbonamenti o più convenienti tariffe chilometriche, incrementando quindi la fascia di popolazione che poteva utilizzare questo nuovo sistema per i suoi spostamenti. Un ulteriore passo in avanti per la tranvia si ebbe quando, intorno agli 20' del secolo, furono introdotti nuovi sistemi tecnologici che indirizzarono la trazione tranviaria verso l'elettrificazione, sostituendo l'alimentazione a vapore, adottata fino a quel momento, soprattutto sulle linee extraurbane.



Figura 2 - Como, Piazza Cavour, primi del '900

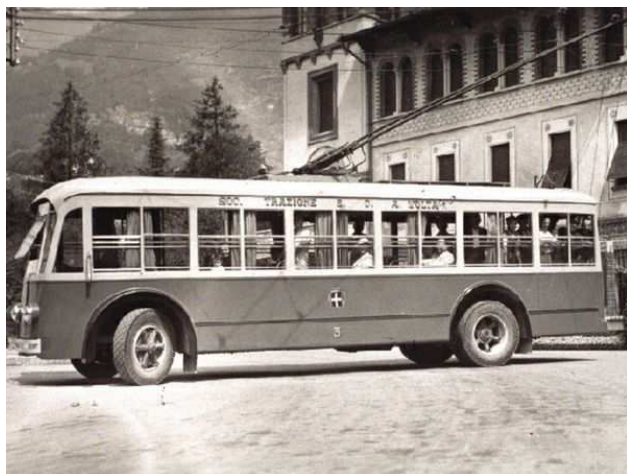


Figura 3 - Filobus della nuova linea Como – Cantù

direttamente sulla sede stradale, fu la principale causa del suo declino.

Il sistema del trasporto tranviario rimase in esercizio fino alla metà del Novecento, quando la maggior parte delle linee fu sostituita da autobus e filobus (che sfruttavano le stesse linee aeree dei tram). Tutto ciò era causato dal fatto che il trasporto su gomma prendeva sempre più piede, date le sue caratteristiche di servizio "porta a porta" che era in grado di effettuare. Di conseguenza erano necessarie strade con spazi ampi di manovre, spazi che venivano ostacolati dai binari: le stesse specificità della tranvia, cioè di essere collocata

Nella prima metà del 900' erano presenti diverse linee tranviarie che collegavano Como con le altre città lombarde, ma anche una linea extraurbana che collegava direttamente il centro di Cantù

Figura 3 (www.laprovinciadicom.it/galleries/Foto/5127)

Figura 2 (www.mondotram.freeforumzone.leonardo.it)

con il centro di Como. Di seguito riportiamo un elenco delle maggiori tramvie presenti all'epoca, attualmente tutte dismesse, ma anche la storia delle due linee ferroviarie che collegano Como con i territori confinanti e con le altre grandi città circostanti.

Tranvia Como – Cantù – Asnago⁴

La tranvia Como – Cantù – Asnago era una tranvia interurbana a trazione elettrica che collegava la città di Como con il vicino borgo di Cantù, proseguendo poi fino alla frazione di Asnago. Questa tranvia venne costruita su volontà della SATEC (Società Anonima Trams Elettrici Comensi), società che gestiva la rete tranviaria di Como e che decise di collegare la città lariana con le cittadine limitrofe. L'inaugurazione dell'intera tratta, lunga quasi 16,5 Km, venne attivata in tre fasi successive:

- 31 dicembre 1907 da Camerlata a Trecallo
- 7 gennaio 1909 da Trecallo a Cantù
- 1 luglio 1911 da Cantù ad Asnago

Il tracciato della linea, quasi interamente extraurbano, dava la possibilità di intercambiare nel centro di Cantù (Piazza Garibaldi) con i tram diretti verso Monza, mentre ad Asnago incrociava la linea ferroviaria Milano – Chiasso. Questo interscambio con la stazione ferroviaria venne cancellato il 1 gennaio 1934 quando la tratta Cantù – Asnago venne soppressa e sostituita da un autoservizio, a causa dello scarso traffico passeggeri. Dopo la seconda guerra mondiale, la vetustà degli impianti



Figura 4 - Cantù, Piazza Garibaldi, primi del '900

tranviari portò la società a sostituire questo sistema di trasporto con le nuove linee filoviarie, considerate più confortevoli ed economiche di gestione. Il 10 gennaio 1947 entrò in servizio la nuova linea filoviaria urbana Como – Carmelata, cosicché i tram interurbani per Cantù erano costretti a fermarsi alla periferia della città comasca. Dopo pochi anni anche l'ultima tratta della tranvia venne dismessa: il 10 marzo 1951 il servizio tranviario cessò e al suo posto venne introdotta una nuova linea filoviaria interurbana Como – Carmelata – Cantù.

La linea era a binario singolo con scartamento metrico, con una pendenza massima del 57 ‰ e raggio minimo delle curve di 25 metri. L'intera tratta era alimentata con corrente continua a 600 Volt ed era composta da una tratta urbana di 4,498 Km (dal capolinea comasco di Piazza Cavour alla località di Camerlata) e da una tratta extraurbana di 12 Km. Il materiale rotabile era composto

⁴ Adriano Betti Carboncini, *Binari ai laghi, Salò, ETR, 1992*
Figura 4 (www.ferrovie.it/forum)

da un'elettromotrice e da una rimorchiata, a cui poteva essere aggiunta un'ulteriore rimorchiata in caso di necessità, e poteva raggiungere una velocità massima di 20 Km/h.

Tranvia Cantù – Meda – Monza⁵

La tranvia Cantù – Meda – Monza era una linea tranviaria interurbana, lunga circa 26 Km, che collegava Monza con i popolosi centri della Brianza. La concessione per la gestione di questa linea fu data alla società STEB (Società Tranvie Elettriche Briantee) che inaugurò il 30 luglio 1910 la prima tratta da Monza a Meda, e il 21 novembre 1912 la seconda tratta Meda a Cantù.

Nella località di Cantù era presente l'interscambio con la linea tranviaria diretta a Como, ma la Cantù – Monza – Meda si differenziava da quest'ultima per la tensione di alimentazione, che era di 1350 Volt contro i 600 Volt della linea comasca. La tranvia fu definitivamente soppressa nel 1952, dopo che ATM (Azienda Trasporti Milanesi) tentò di incorporarla nella propria rete.



Figura 5 - Monza, Piazza Roma, 1930

Tranvia Como – Erba – Lecco⁶

La tranvia Como – Erba – Lecco era una linea tranviaria interurbana a trazione elettrica che collegava la città di Como con il brogo di Erba e, successivamente, estesa fino alla città di Lecco. La linea venne costruita dalla SATEC (Società Anonima Trams Elettrici Comensi) in modo da collegare la cittadina di Erba con le altre città limitrofe, in quanto in questa città non era previsto alcun collegamento su rotaia: la nuova linea ferroviaria Como – Cantù – Lecco passa qualche chilometro più a sud del centro cittadino e non dava la possibilità agli abitanti di questo borgo di utilizzare il nuovo sistema di trasporto.



Figura 6 – Erba - Incino, Via Vittorio Emanuele (attuale Corso XXV Aprile), primi del '900

La nuova linea fu inaugurata 8 maggio del 1912 e aperta all'esercizio il successivo 11 maggio. Fin dall'attivazione della linea era previsto il prolungamento fino a Lecco che tuttavia, a causa delle difficoltà economiche della società esercente, fu costruito solamente dopo la Prima Guerra Mondiale, con l'apertura il 1 gennaio 1928. A Lecco la linea interurbana si serviva della linea urbana lecchese, costruita l'anno

⁵ Giovanni Cornolò, *Fuori porta in tram. Le tranvie extraurbane milanesi*, Parma, Ermanno Arbertelli, 1980

⁶ Adriano Betti Carboncini, *Binari ai laghi, Salò*, ETR, 1992

Figura 5 (www.ferrovie.it/forum)

Figura 6 (www.altabrianza.org/reportage/erbatram)

precedente. Contemporaneamente all'attivazione del prolungamento, la tensione di elettrificazione venne portata dagli originari 600 Volt, a 1200 Volt, migliorandone regolarità ed esercizio.

Dopo la Seconda Guerra Mondiale l'intera tratta venne dismessa, date le sue pessime condizioni e la vetustà degli impianti: il 1 luglio 1955 cessò l'esercizio la tratta Erba – Lecco, sostituita da un'autolinea; il successivo 5 settembre venne chiusa anche la tratta Como – Erba.

La linea era a binario singolo con scartamento metrico, con una pendenza massima del 78 ‰ e raggio minimo delle curve di 20 metri, ed era composta da: la tratta Como – Erba lunga 11,865 Km, a cui vanno aggiunti 1,78 Km percorsi sulla tratta urbana della città comasca; il prolungamento Erba – Lecco lunga 17,072 Km. Il materiale rotabile era composto da un'elettromotrice e da una rimorchiata e poteva raggiungere una velocità massima di 25 Km/h.

Tranvia Como – Fino Mornasco – Saronno⁷

La tranvia Como – Fino – Saronno era una linea tranviaria interurbana esercita a vapore, che collegava la città di Como con l'importante centro di Saronno. La concessione per la costruzione fu accordata alla *Società del Tramway Como – Fino – Saronno e Fino – San Pietro Martire*, costituita appositamente per questa linea. La linea fu attivata l'8 ottobre 1880 nella tratta che andava da Saronno a Camerlata, e il 4 aprile dell'anno seguente venne messa in esercizio anche la tratta Camerlata – Como.

Dopo alcuni mesi dal completamento della linea, la società cedette l'esercizio alla SFT (Società Ferrovie del Ticino), che già gestiva una vasta rete ferro – tranviaria. Nel 1888, però, la SFT cedette la linea alle FNM (Ferrovie Nord Milano). Poiché il tracciato tranviario tra Como e Grandate correva parallelo alla linea ferroviaria Como – Varese – Laveno, anch'essa della FNM, la società decise di sopprimere il tratto tranviario e di trasformare il restante tratto da Grandate a Saronno in ferrovia. Il 1 agosto 1898 la tranvia fu formalmente trasformata in ferrovia: successivamente vennero attivate alcune varianti di tracciato per rendere il traffico ferroviario indipendente da quello stradale.

Questa ferrovia è tuttora in esercizio e corrisponde all'attuale linea FNM Milano Cadorna – Saronno – Como, con capolinea alla stazione di Como Nord Lago.

Linea ferroviaria Milano – Como – Chiasso

La linea Milano – Como – Chiasso venne concepita nell'Ottocento per volontà del governo Asburgico, che al tempo controllava i territori lombardi. La ferrovia diveniva sempre di più una componente fondamentale del progresso economico, e ben presto anche i cittadini comaschi si resero conto della necessità di un collegamento della città lariana con il resto della Lombardia. Il primo progetto di una linea ferroviaria che collegasse direttamente Milano a Como venne presentato nel 1836 dall'ingegner Giuseppe Bruschetti e da Giovannino Volta, figlio dell'inventore Alessandro Volta.⁸ Il percorso avrebbe dovuto collegare in modo diretto Milano a Como, in modo

⁷ Giovanni Cornolò, *Fuori porta in tram. Le tranvie extraurbane milanesi*, Parma, Ermanno Arbertelli, 1980

⁸ *La ferrovia Milano-Monza e la prima Stazione di Porta Nuova - Storia di Milano*

da avvicinare le due città per fini commerciali, ma anche per fini turistici. L'obiettivo era quello di affiancare la strada postale che collegava i due capoluoghi, la cosiddetta Comasina, un collegamento ferroviario in grado di velocizzare i tempi di percorrenza.

Il capolinea milanese si sarebbe collocato in posizione centrale, presso Porta Tenaglia (posta tra le attuali stazioni di Milano Cadorna e Milano Porta Garibaldi). La linea avrebbe poi raggiunto Affori, sarebbe proseguita secondo l'attuale percorso della Milano – Camnago (linea S4), fino al comune di Camnago, e avrebbe infine seguito il tracciato della linea attuale fino a Camerlata, distaccandosi dalla linea postale ma seguendo il corso della valle del Seveso. Da Camerlata la linea avrebbe raggiunto il lago passando per San Giovanni, terminando la propria corsa nell'area attualmente occupata dallo stadio Giuseppe Sinigaglia. Nonostante il progetto fu approvato dalle autorità austriache, la linea così come progettata non venne mai costruita. Attualmente è possibile però percorrere questo percorso utilizzando le linee suburbane S4 e S11, attuando uno scambio presso la stazione di Camnago – Lentate.⁹

La linea così progettata non venne mai costruita in quanto la concessione data a Giovannino Volta venne acquisita da un gruppo di imprenditori austriaci. Infatti nello stesso periodo (1837) il governo austriaco concesse la costruzione del breve tratto ferroviario Milano – Monza proprio a questi imprenditori, che completarono la linea, in tempi record, nell'agosto del 1840. Forti del loro primato acquisirono la concessione per la nuova tratta ferroviaria, nonché l'autorizzazione alla modifica del progetto



Figura 7 – La stazione ferroviaria di Cantù – Asnago in una foto scattata nel 1920

originario, che trasformarono in un prolungamento del tratto monzese già costruito. In questo modo venne accantonata l'idea di collegare direttamente Como con Milano, e si scelse un tracciato di ben 7 chilometri più lungo dell'originario progetto. L'impossibilità tecnica di superare la convalle di Como, costrinse i tecnici a costruire il capolinea nel sobborgo di Camerlata. Furono aperte quattro stazioni tra Monza e il capoluogo lariano: Desio, Seregno, Camnago e Cucciago, che da sola per quasi trent'anni gestì i traffici dell'intera area canturina. Nei primi anni di esercizio la linea ebbe un impiego prevalentemente turistico, e come tale caratterizzato da una ciclicità stagionale. I progressi dell'ingegneria ferroviaria e la necessità di collegare il tratto italiano con la ferrovia del Gottardo favorirono nel frattempo il prolungamento della linea verso il centro città. Nel luglio 1875 venne inaugurata la stazione di Como San Giovanni, che permetteva al centro

⁹ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato *“Riproduzione del progetto Bruschetti della linea Milano-Como”, 1836, Biblioteca Italiana, Volume 83, Agosto 1836, Allegato e su Ferrovie in Lombardia, Sergio Zaninelli Figura 7 (PAESAGGI DI BRIANZA, Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lyasis Edizioni, 2012)*

lariano di uscire dall'isolamento. L'anno successivo, con il prolungamento fino a Chiasso e Lugano, la linea ferroviaria Milano – Como entrò finalmente nel circuito internazionale. Nel 1878 venne inoltre costruita la nuova stazione di Cantù Asnago che permetteva al borgo canturino di usufruire della nuova linea ferroviaria in modo più agevole, in quanto la stazione più vicina (Cucciago) era lontana e la strada da percorrere molto insidiosa. In seguito con il prolungamento della tranvia Como – Cantù fino alla località di Asnago questa linea ferroviaria divenne di grande importanza e contribuì al progresso economico dell'intera area.¹⁰

Attualmente questa linea è percorsa principalmente dal treno Suburbano S11 che collega direttamente Chiasso con Milano, fermandosi nelle stesse stazioni che furono costruite più di 130 anni fa. Inoltre è previsto un quadruplicamento della linea in quanto ci si aspetta un grande incremento del trasporto merci tra Svizzera e Italia con l'apertura della nuova Galleria di base del Monte Ceneri, prolungamento verso sud della Galleria di base del San Gottardo, che permetterà collegamenti molto più veloci ed economici tra le due nazioni (Progetto Alp Transit). Attualmente questo progetto di quadruplicamento è stato accantonato, a favore di un più economico ammodernamento del sistema di segnalazione, in grado di gestire comunque i nuovi traffici, diminuiti rispetto a quelli previsti nel progetto a causa della crisi economica.

Linea ferroviaria Lecco – Cantù – Como ¹¹

Il continuo progresso economico e la necessità di attuare un collegamento est – ovest nella zona pedemontana lombarda, fece nascere l'idea di una nuova ferrovia che collegasse direttamente le due città poste alle estremità meridionale dei due rami del Lario: Como e Lecco. Nel 1873 cominciò il dibattito per la scelta del tracciato della linea Como – Lecco, ma questo dibattito si protrasse per molti anni a venire.

Nel 1878 stava per essere presentato alla Camera dei Deputati un progetto di legge per la costruzione di “nuove linee di completamento della rete ferroviaria del Regno”. Attraverso l'intervento diretto del governo si sarebbe tentato di “risolvere la questione ferroviaria d'Italia senza propendere a questa o quella regione, ed a predisporre quasi un piano regolatore entro il quale si sarebbe svolta l'azione dello Stato, delle Province e dei Comuni per le nuove costruzioni ferroviarie”¹². L'azione congiunta di Camera di Commercio, di Comune e di Provincia di Como, riuscì a far inserire nel progetto di legge il tronco ferroviario Como – Lecco, la cui costruzione sarebbe stata interamente finanziata dallo Stato. Riconosciuta come linea di interesse non esclusivamente locale, ma importante per le comunicazioni inter-provinciali, come linea di raccordo dell'arteria del Gottardo, il 29 luglio 1879 fu approvata la sua costruzione.

¹⁰ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il quinto capitolo di PAESAGGI DI BRIANZA, *Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco*, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lyasis Edizioni, 2012

¹¹ Per la stesura di questo sotto capitolo è stato utilizzato il quinto capitolo di PAESAGGI DI BRIANZA, *Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco*, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lyasis Edizioni, 2012

¹² *Il progetto di legge presentato dal ministro dei lavori pubblici alla Camera dei Deputati e la città e provincia di Como*, Como, Giorgietti, 1878

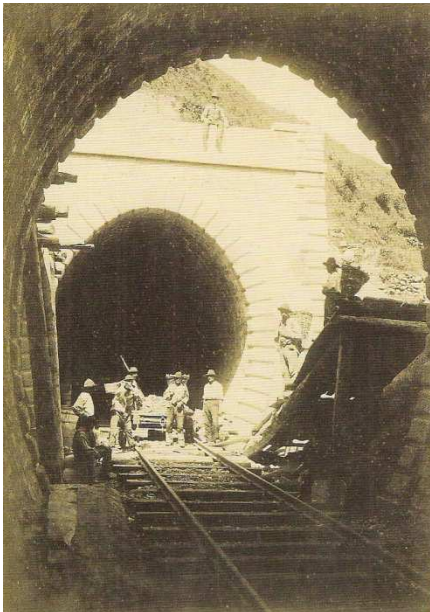


Figura 8 - Lavori di costruzione della linea ferroviaria Como-Lecco. 1887

La soddisfazione per l'approvazione della costruzione della nuova linea non si era ancora esaurita che si avviò una copiosa discussione sul tracciato da adottare: privilegiare il tratto superiore che sarebbe passato per Montorfano ed Erba, oppure quello inferiore che, passando per Cantù, avrebbe potuto rispondere ai bisogni di un'area più popolata. Gli interessi in gioco erano talmente tali che gli enti pubblici commissionarono la redazione di ben sei progetti: due per il tracciato di Erba, uno per quello intermedio e tre per quello meridionale. Se si fosse considerato solo il collegamento tra i due centri principali è evidente che la linea sarebbe dovuta passare da Montorfano, Erba e Civate, in quanto il tracciato pedemontano era a tutti gli effetti il più breve. La ragion d'essere delle ferrovie locali non era però soltanto il congiungimento dei due capolinea, bensì doveva considerare il peso commerciale delle località attraversate e l'entità della popolazione servita. Per Cantù la

nuova linea avrebbe significato un deciso miglioramento delle comunicazioni con il capoluogo lariano, con Lecco e con gli altri centri della Brianza; significava inoltre, fatto non secondario, poter finalmente disporre di una stazione ferroviaria ai margini del centro abitato¹³. La discussione in merito all'andamento del tracciato interessò soltanto il tratto comasco, in quanto quello da Lecco a Pontenuovo riscontrò sin dal primo momento un'unanime condivisione.

Il progetto su cui si concentrò il favore della commissione provinciale fu quello redatto dagli ingegneri Tatti e Milesi che favoriva Cantù, Alazate e Fabbrica Durini. Il 10 novembre 1880 il Consiglio Provinciale decideva a favore della linea bassa, avallando in sostanza le decisioni esposte da Cantù. La decisione suscitò le proteste di Erba, che vedeva tradite le proprie aspirazioni. Nonostante ciò il Consiglio Provinciale, supportato dal Ministero e dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, non cambiò la sua idea e approvò ben tre volte la nuova linea¹⁴. Tuttavia le resistenze di Erba si trascinarono ancora per molto, con l'unico obiettivo di ritardare i lavori e inasprire ancor di più gli



Figura 9 - Linea ferroviaria Como-Cantù-Lecco, Costruzione del ponte sul Lambro, 1887

Figura 8 (PAESAGGI DI BRIANZA, *Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco*, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lysis Edizioni, 2012)

¹³ *Relazione della Commissione consigliere di Cantù al consiglio Provinciale di Como*, 10 settembre 1880, Archivio di Stato di Como

Figura 9 (PAESAGGI DI BRIANZA, *Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco*, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lysis Edizioni, 2012)

¹⁴ *La ferrovia Como-Lecco*, La Provincia di Como, 19 gennaio 1884

animi. In seguito venne fatto un ulteriore studio che ebbe la sola conseguenza di privare la situazione di qualsiasi serietà. “Per questa ferrovia Como – Lecco – si legge su *La Provincia di Como* – si son già fatti tanti studi e tarcciati e progetti quanti non se ne fecero per nessuna grande ferrovia del mondo. Si studiò e si progettò non per anni ma per lustri, e da più di una decina di ingegneri”¹⁵.

Mentre nel comasco si continuava a discutere ancora tra tracciato alto o basso, nel lecchese veniva appaltato il tronco Pontenuovo – Merone – Oggiono. Era il segnale che il tempo era esaurito e che finalmente stava arrivando l'avvio dell'opera. Alla fine venne costruito il tracciato basso, favorendo Cantù, e i lavori si protrassero per alcuni anni, data l'orografia del territorio che imponeva l'apertura di alcune gallerie. Finalmente il 20 novembre 1888 la linea veniva aperta all'esercizio.

Attualmente la linea è in disuso e viene percorsa da pochi treni al giorno, tanto più che molta parte della linea non è elettrificata. Molti studi sono stati fatti per riqualificare la linea, soprattutto per sfruttarla come collegamento metrotranviario tra Como e Cantù.

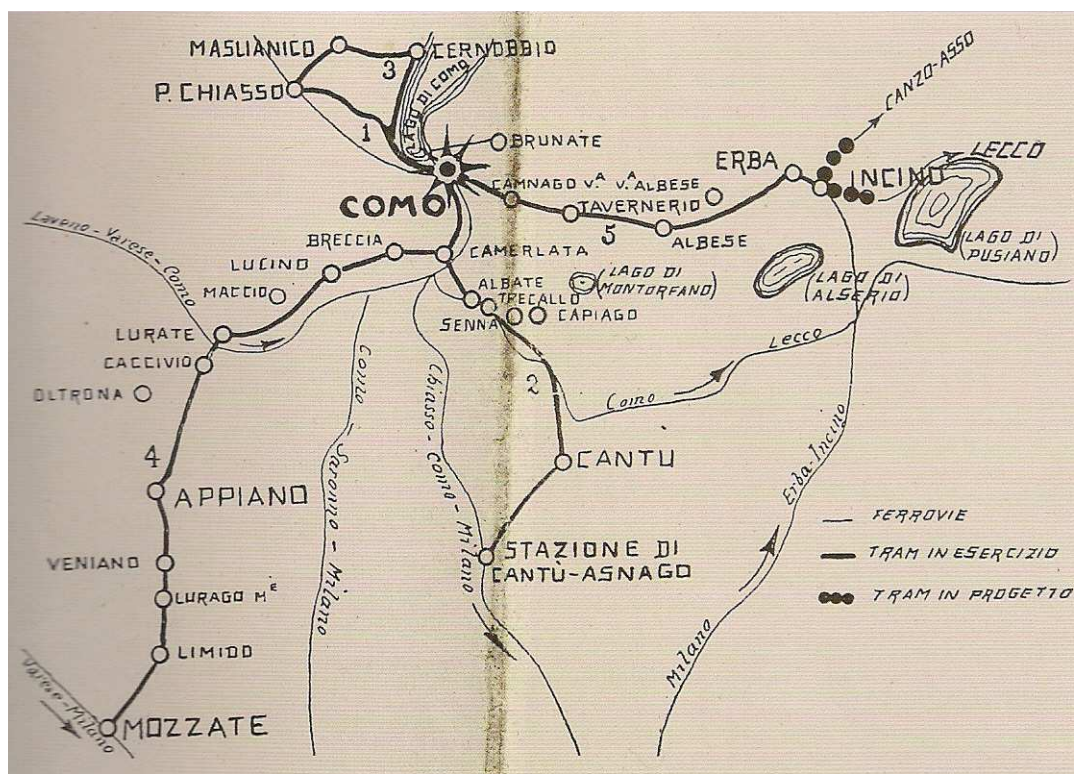


Figura 10 - Il sistema di trasporto su rotaia nell'area meridionale comasca, 1913

¹⁵ *La ferrovia Como-Lecco*, *La Provincia di Como*, 28 gennaio 1884

Figura 10 (PAESAGGI DI BRIANZA, *Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco*, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lysis Edizioni, 2012)

3. Rete di trasporti a servizio della città di Como

Strade di interesse sovracomunale

La conformazione morfologica del comune di Como (racchiuso tra alte colline moreniche e posto ad una quota decisamente inferiore rispetto al territorio circostante) ha influenzato fortemente il tracciato delle strade di interesse sovracomunale: tutte le principali arterie che giungono a Como sono obbligate a confluire su soli due accessi per riuscire a raggiungere il cuore della città.

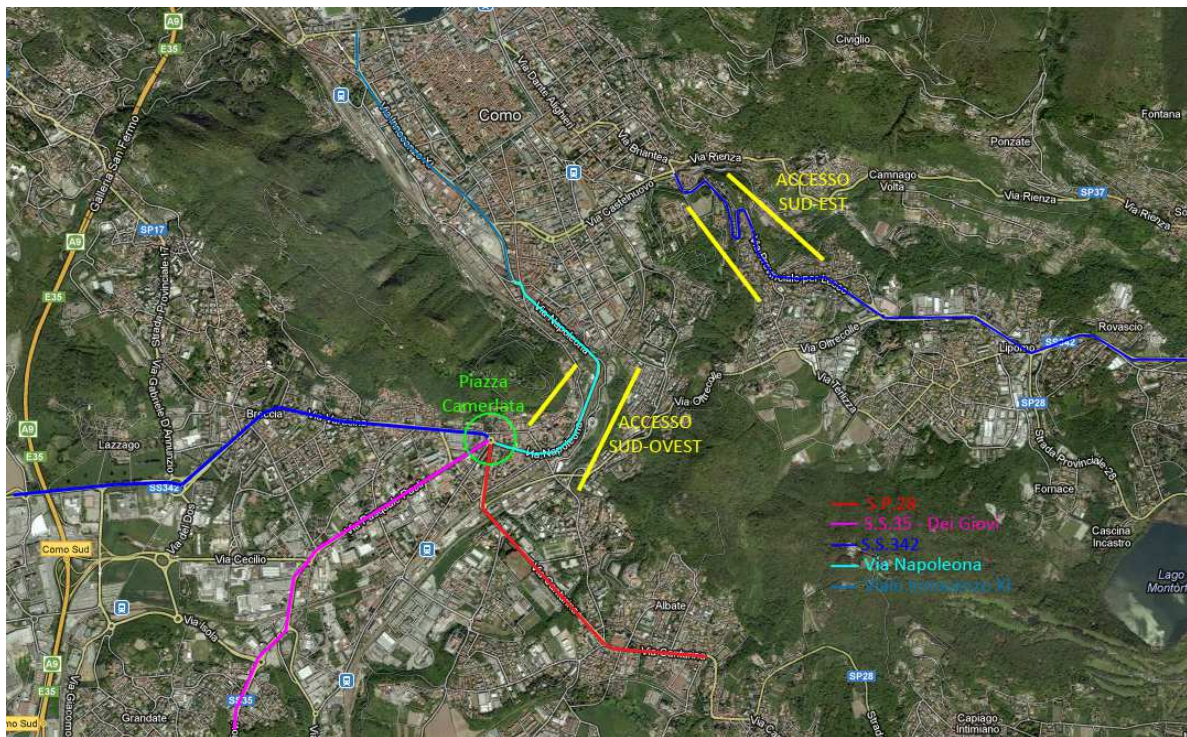


Figura 11 - Principali strade di interesse sovracomunale e relativi accessi alla città

L'accesso più importante è quello di sud-ovest, situato nella frazione di Camerlata, ed è la principale porta di ingresso alla città. Al centro della piazza della località, Piazza Camerlata, è posizionato un monumento (una fontana ispirata alla pila di Alessandro Volta) che vuole rimarcare l'importante contributo che questo luogo dà all'accessibilità della città: questa caratteristica è ricordata anche nella frase di uno dei figli dei progettisti del monumento, Damiano Cattaneo: *“La fontana era stata progettata per essere vista in movimento dall'auto che girava intorno. È un monumento al traffico, che va ammirato dal traffico”*¹⁶. L'altro accesso è collocato nella zona sud – est della città e, nonostante sia meno importante del precedente, è di fondamentale importanza per i collegamenti con la città di Lecco.

L'accesso sud-ovest

Situato a sud – ovest rispetto al centro della città, nella frazione di Camerlata, *l'accesso sud-ovest* è il punto di incontro di tre principali direttrici che collegano Como con i comuni limitrofi e il punto di passaggio di tutto il traffico veicolare proveniente da sud e ovest.

¹⁶ <http://guide.travelitalia.com/it/guide/como/fontana-di-camerlata>

Le tre direttrici sono:

- Strada Provinciale 28 “Canturina”: principale asse viario che collega la città con il comune di Cantù e i comuni della Brianza;
- Strada Statale 35 “Dei Giovi”: arteria che collega la superstrada Milano – Meda – Lentate con Como, ma che raccoglie anche il traffico dell’autostrada A9 proveniente dallo svincolo Como Sud;
- Strada Statale 342 “Briantea”: strada di collegamento con i comuni posti ad est, rispetto a Como, e con la città di Varese.

Il traffico stradale, proveniente dalle tre direttrici principali, converge su Via Napoleona: questa via consente di raggiungere il centro città e, proseguendo su Viale Innocenzo XI, consente i collegamenti con la parte nord del comune, con Chiasso e con i centri abitati presenti sulla sponda ovest del Lago di Como.

Questo accesso è fondamentale anche per il trasporto ferroviario: nella frazione di Camerlata passano le due linee ferroviarie che collegano Como con Milano (linea Milano – Saranno – Como e la linea Milano – Como – Chiasso).

L’accesso sud-est

L’accesso sud-est è di minore importanza rispetto al precedente ma costituisce il punto di passaggio della S.S. 342 diretta verso est: nel comune di Cesana Brianza si collega alla S.S. 36 “Strada Statale del Lago di Como e dello Spluga” consentendo il collegamento con la città di Lecco.

La rete stradale comasca verrà modificata nel breve periodo in quanto è in costruzione la nuova Autostrada Pedemontana che, tramite le tangenziali di Varese e Como, permetterà di collegare i comuni di Varese, Como e Lecco attraverso un’unica arteria di grande comunicazione. L’obbiettivo di questa nuova infrastruttura è di decongestionare la S.S. 342, attualmente unico collegamento su strada tra le tre località, e di eliminare tutto il traffico di passaggio sul territorio di Como in direzione est-ovest. La costruzione della Tangenziale di Como e delle opere connesse permetterà di velocizzare i collegamenti tra il centro città e le strade di grande comunicazione che collegano la città lariana con il resto della provincia, e di decongestionare la viabilità locale.

Strade di grande comunicazione

Le strade di grande comunicazione presenti sul territorio sono l’Autostrada A9, che permette i collegamenti tra la Lombardia e il Canton Ticino, e l’Autostrada Pedemontana, in fase di realizzazione.

Autostrada A9¹⁷

L’Autostrada A9, chiamata anche “L’Autostrada dei Laghi”, è un’autostrada che collega l’area metropolitana di Milano con Como e il Canton Ticino: inizia a Lainate, come diramazione dell’autostrada A8, per poi proseguire in direzione nord verso Como. L’A9 termina con la dogana di

¹⁷ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato la pagina [www.it.wikipedia.org/wiki/Autostrada_A9_\(Italia\)](http://www.it.wikipedia.org/wiki/Autostrada_A9_(Italia))

Brogeda, sul confine italo – svizzero, ma il tracciato autostradale prosegue in territorio elvetico come autostrada A2. L'Autostrada dei Laghi è di fondamentale importanza in quanto: raccoglie il traffico pendolare che ogni giorno si sposta tra Como, il Canton Ticino e Milano; è uno dei pochi collegamenti stradali tra Italia e Svizzera (il collegamento alternativo più vicino è situato a Varese); è il percorso obbligato per il traffico merci che dalla zona comasca e milanese viaggia verso il nord Europa. Il traffico merci su gomma è destinato a diminuire in seguito al completamento del progetto Alp Transit, che permetterà un collegamento ferroviario, maggiormente veloce rispetto agli attuali collegamenti ferroviari, tra il nord ovest dell'Italia e il nord Europa tramite dei trafori che correranno al di sotto delle Alpi.

Nel frattempo, a luglio 2012, è stata inaugurata la terza corsia dell'autostrada, su entrambe le carreggiate, adeguando l'infrastruttura alla sempre più crescente domanda di traffico.

Autostrada Pedemontana Lombarda¹⁸

L'Autostrada Pedemontana Lombarda è una grande infrastruttura viaria, situata a nord di Milano che, una volta completata, collegherà 5 province (Bergamo, Monza e Brianza, Milano, Como, Varese), in un territorio abitato da circa 4 milioni di persone, dove operano oltre 300.000 imprese. L'opera si inserisce in un ambito territoriale sostanzialmente urbano, densamente abitato e fortemente edificato, cresciuto in modo disordinato: questo fatto influisce fortemente sulle scelte del tracciato.

La Pedemontana Lombarda è composta da 67 km di autostrada, che costituiscono l'asse principale da Cassano Magnago a Osio Sotto, 20 km di tangenziali (articolati nei sistemi tangenziali di Varese e Como, lunghi rispettivamente 11 e 9 km) e 70 km di opere stradali connesse, che contribuiranno a risolvere la congestione della viabilità locale.

L'opera che interessa il comune di Como, la Tangenziale di Como, è suddivisa in due lotti per uno sviluppo di circa 9 km. La maggior parte del tracciato si sviluppa in galleria naturale in quanto il territorio attraversato si compone di zone collinari e boschive alternate a zone piane in parte urbanizzate. **Il primo lotto** ha una lunghezza complessiva di circa 3 km: si innesta sull'autostrada A9 a Grandate, al confine con il comune di Villaguardia, e termina con lo svincolo di Acquanegra, tra i comuni di Como e Casnate con Bernate. Dallo svincolo di Acquanegra diparte un'opera connessa, in direzione del centro cittadino, che termina all'incrocio tra la S.P. 28 "Canturina" e Via Oltrecolle, in modo tale da convogliare su questa nuova strada il traffico diretto e proveniente dall'autostrada A9. **Il secondo lotto**, per uno sviluppo complessivo di oltre 6 Km, inizia in corrispondenza dello svincolo di Acquanegra per terminare con l'interconnessione alla S.S. 342 "Briantea", a sud del centro di Albese con Cassano: ad esclusione dei due svincoli si sviluppa interamente in galleria ma, attualmente, non è prevista la costruzione per mancanza di finanziamenti.

¹⁸ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.pedemontana.com

Sistema di Trasporto Pubblico

Il sistema di trasporto pubblico della città di Como è formato da diverse tipologie di servizio: ferroviario, che permette collegamenti con Milano e la Svizzera; trasporto pubblico locale, formato da un servizio di autolinee che collega Como con i comuni circostanti, con la Brianza e con i comuni lungo le sponde del lago; funicolare, che permette un collegamento alternativo e veloce rispetto all'automobile e alle autolinee tra il comune di Brunate e il lungolago di Como; Sistema di Navigazione del Lago di Como, che trasporta passeggeri e turisti tra tutti i paesi dislocati lungo le rive del Lario.

Sistema ferroviario

Il comune di Como è servito da due linee ferroviarie che consentono spostamenti sia verso Milano, sia verso la Svizzera:

- La linea FS (Ferrovie dello Stato) Milano – Como - Chiasso;
- La linea FNM (Ferrovie Nord Milano) Milano – Saronno – Como.

La linea ferroviaria FS è percorsa da: il servizio Suburbano S11, che collega Milano Porta Garibaldi con la stazione di Como San Giovanni, per poi proseguire fino a Chiasso; il servizio TiLo (Treni Regionali Ticino Lombardia) che collegano il Canton Ticino con Como (treno Suburbano S10, che atterra nella stazione di Albate Camerlata) e il territorio elvetico con Milano Centrale; il servizio Intercity che collega Milano con Zurigo, ma che ferma anche a Como san Giovanni. La linea ferroviaria Milano – Chiasso è importante anche per il traffico merci diretto verso il nord Europa, e lo diventerà ancor di più con il completamento del progetto svizzero Alp Transit. Questo progetto ha come scopo di collegare la regione del Canton Ticino con il nord Europa in maniera diretta attraverso la costruzione di due nuovi trafori di base: il traforo di base del San Gottardo (che sarà la galleria naturale più lunga del mondo) e il traforo di base del Monte Ceneri. Il nord Italia in questo modo potrà usufruire di questo nuovo collegamento e agevolare il trasferimento del traffico merci dalla strada alla ferrovia: per realizzare questo trasferimento è stato previsto il progetto di un polo logistico intermodale nella località di Grandate che, tramite la costruzione di un nuovo raccordo tra la linea FS e la linea FNM, permetterà ai treni di partire da questo nuovo polo e dirigersi verso Chiasso e quindi verso il nord Europa. Il progetto è molto interessante in quanto permetterebbe di eliminare molto traffico pesante dall'Autostrada A9 e di decongestionare la dogana commerciale di Brogeda, nonché velocizzare il trasporto di merci all'interno della Svizzera, con benefici sia ambientali sia di congestione della rete stradale, ma attualmente è stato abbandonato a causa dell'elevato costo del progetto e dalla mancanza di finanziamenti.



Figura 12 - Linea suburbana S11 (<http://www.sottomilano.it/s11.htm>)

Il nord Italia in questo modo potrà usufruire di questo nuovo collegamento e agevolare il trasferimento del traffico merci dalla strada alla ferrovia: per realizzare questo trasferimento è stato previsto il progetto di un polo logistico intermodale nella località di Grandate che, tramite la costruzione di un nuovo raccordo tra la linea FS e la linea FNM, permetterà ai treni di partire da questo nuovo polo e dirigersi verso Chiasso e quindi verso il nord Europa. Il progetto è molto interessante in quanto permetterebbe di eliminare molto traffico pesante dall'Autostrada A9 e di decongestionare la dogana commerciale di Brogeda, nonché velocizzare il trasporto di merci all'interno della Svizzera, con benefici sia ambientali sia di congestione della rete stradale, ma attualmente è stato abbandonato a causa dell'elevato costo del progetto e dalla mancanza di finanziamenti.

La seconda linea ferroviaria (Milano – Saronno – Como), di proprietà di FNM, è utilizzata dal servizio ferroviario che, partendo dalla stazione di Milano Cadorna e passando per Saronno, arriva

fino alla stazione di Como Nord Lago, situata ai margini del centro storico. Il servizio è utilizzato in maggior parte dal traffico pendolare diretto verso Milano e permette di raccogliere anche i pendolari provenienti da Brunate, tramite la funicolare, e quelli provenienti dai paesi situati sulle sponde del lago, che giungono alla stazione grazie ai battelli che circolano sul Lario. La linea è fortemente inserita nel contesto urbano e questo provoca dei limiti delle prestazioni del servizio ma nonostante è utilizzata da molti utenti ogni giorno.

Funicolare di Brunate¹⁹

La funicolare di Brunate permette il collegamento tra il comune di Brunate e il comune di Como. La necessità di questo sistema di trasporto deriva dal fatto che Brunate si trova a circa 514 metri al di sopra del livello del lago e della città di Como: così è possibile garantire un collegamento veloce e sicuro, rispetto all'automobile e alle autolinee, tra i due comuni permettendo agli abitanti di Brunate di raggiungere il capoluogo di provincia senza grandi dispendi di tempo. La funicolare fu inaugurata nel 1894 in base al più esteso progetto di collegare tutti i comuni della provincia di Como con il capoluogo. Nel 1911 venne cambiata la trazione da vapore a elettrica e, nel corso degli anni quaranta e cinquanta, vennero cambiate più volte le vetture e rifatte entrambe le stazioni. Negli anni 70' la gestione della funicolare venne data al consorzio C.P.T. (Consorzio Pubblico Trasporti), mentre la proprietà, dagli inizi degli anni 80', è della Regione Lombardia. Dal 2005 la gestione del servizio è affidato ad ATM (Azienda trasporti Milanese).

Trasporto Pubblico Locale²⁰

Il servizio di trasporto pubblico locale presente sul territorio del comune è composto da diverse linee di autobus urbane ed extraurbane. Il servizio è svolto dalla società ASF Autolinee, che attraverso varie denominazione e proprietà societarie differenti, gestisce il trasporto pubblico locale nel comune e nella provincia di Como.

La rete dei servizi si suddivide in quattro macro aree:

- Rete Urbana: linee che si sviluppano all'interno del comune lariano, collegando i sobborghi con il centro cittadino;
- Rete Extraurbana Lago: linee che collegano la città di Como con i comuni dislocati lungo le rive del Lago di Como;
- Rete Extraurbana Brianza: linee che collegano il comune con i centri abitati all'intorno del territorio comunale e provinciale, come Erba, Lecco, Bergamo; ingloba anche le linee urbane e extraurbane di Erba;
- Canturino: comprende le linee che collegano Como con Cantù, le linee che corrono all'interno del comune brianzolo e le linee che collegano Cantù con i comuni limitrofi.

La società ASF gestisce due linee internazionali che collegano la provincia lariana con due importanti cittadine elvetiche: la linea San Fermo – Como – Chiasso e la linea Menaggio – Porlezza – Lugano.

¹⁹ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.funicolarecomo.it

²⁰ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.asfautolinee.it

Servizio Navigazione Lago di Como²¹

Il Lago di Como è sempre stato una grande via di comunicazione tra il capoluogo lariano e i paesi distribuiti lungo le sue rive. Quando il trasporto su gomma non era ancora sviluppato come oggi, il trasporto lacuale consentiva agli abitanti di spostarsi tra i vari comuni e di raggiungere Como velocemente, rispetto agli altri sistemi di trasporto presenti. Il trasporto su acqua attualmente viene gestito da una società governativa chiamata Gestione Navigazione Laghi Italia, che gestisce il trasporto del lago di Como e dei laghi Maggiore e di Garda. Nonostante sia ancora un'ottima alternativa alle altre modalità di trasporto, il servizio di navigazione del Lario viene maggiormente utilizzato nel periodo estivo e durante le festività dai numerosi turisti nazionali e internazionali che vogliono gustarsi le bellezze del panorama offerte dalle sponde del lago; durante gli altri periodi il servizio viene utilizzato soprattutto dai pendolari che devono recarsi a Como e che, potendo usufruire di mezzi natanti veloci come gli aliscafi e i catamarani, possono raggiungere il capoluogo in poco tempo, rispetto all'impiego dell'automobile o delle autolinee.

Conclusione

La rete di trasporti dell'area comasca è ben sviluppata e costituita da molteplici infrastrutture e servizi in grado di soddisfare la domanda di trasporto. La costruzione della Tangenziale Sud di Como, nell'ambito del progetto Pedemontana, consentirà la diminuzione della congestione su alcune delle arterie principali del territorio consentendo un miglioramento dell'accessibilità alla città. La rete di trasporto pubblico, costituita dai servizi ferroviari verso Milano e il Canton Ticino, da autolinee urbane ed extraurbane, dalla funicolare e dal Sistema di Navigazione del Lago di Como, serve le migliaia di utenti che ogni giorno si recano ed escono dal centro della città: è evidente però come all'interno di questa rete sia assente una linea di trasporto di forza che si interponga tra il servizio ferroviario e le autolinee. Il progetto della metrotranvia vuole sopperire a questa mancanza, con lo scopo di rendere maggiormente competitivo il trasporto pubblico rispetto al trasporto privato, e di soddisfare la domanda di spostamenti di quegli utenti che oggi vedono come un'unica scelta modale l'utilizzo del mezzo privato.

²¹ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.navlaghi.it

Aspetti generali del Sistema Metrotranviario

4. Studi precedenti²²

Nel corso degli anni sono stati effettuati diversi studi sull'opportunità di sviluppare il servizio di trasporto su ferro all'interno e all'esterno del comune di Como. I risultati emersi dagli studi precedenti sono stati utilizzati per perfezionare la scelta dei tracciati della linee metrotranviarie a servizio di Como e dei raccordi ferroviari utili per permettere l'instradamento del servizio ferroviario FNM verso Como San Giovanni, ma anche per rafforzare la scelta, effettuata con l'analisi della domanda riportata successivamente, della metrotranvia come nuovo sistema di trasporto pubblico.

Di seguito sono riportati i contenuti dei vari studi con un'analisi dei risultati ottenuti e delle caratteristiche delle varie soluzioni.

"Metropolitana leggera di Como", FNM Nord Engineering (maggio 1992)
"Progetto di sistema di trasporto a guida vincolata per la città di Como, aggiornamento e sviluppo dello studio di fattibilità", FNM S.p.A. (1994)

Questo studio, e il successivo aggiornamento, propongono la creazione di una rete di trasporto ad elevate prestazioni, su cui basare i servizi di trasporto pubblico rimanenti, in un ottica di interscambio. Le due componenti irrinunciabili sono:

- integrazione delle due reti ferroviarie a servizio della città nel nodo di Camerlata;
- recupero della tratta urbana della linea FNM Como Lago – Milano Cadorna, con un servizio di carattere locale, potenziato in termini di frequenze e fermate.

Il nuovo sistema proposto consiste nella creazione di una metropolitana leggera automatica, in grado di garantire grandi prestazioni e flessibilità di esercizio. Il grande problema di questa tipologia di sistema di trasporto è che necessità di una sede propria completamente protetta. Per questo motivo si suddivideva la tratta in due parti:

- una prima tratta a raso, affiancato alla tratta ferroviaria già esistente, tra Grandate e Como Borghi, con un breve tratto interrato nel nodo di Camerlata;
- una seconda tratta, completamente in sotterraneo, che prosegue fino all'attuale stazione di Como San Giovanni, passando per la stazione di Como Nord Lago.

²² Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato "Studio di Fattibilità di una Metrotranvia in Como", Consorzio Poliedra, Politecnico di Milano, (maggio 2003)

“Verifica dell’integrazione fra le reti FS e FNM”, Ente Ferrovie dello Stato divisione trasporto locale (1992)

Lo studio fornisce un primo giudizio tecnico del progetto FNM del 1992, valutando in particolare le implicazioni sul servizio alla clientela, sul programma di esercizio, sulla potenzialità della tratta Camerlata – Como San Giovanni e sugli interventi necessari per la riqualificazione dell’ area della stazione di Como San Giovanni.

Lo studio evidenzia la necessità di una serie di interventi infrastrutturali piuttosto onerosi, sia dal punto di vista tecnico sia dal punto di vista economico, e suggerisce un primo collegamento tra le stazioni di Como Nord Lago e Como San Giovanni.

Infine viene messo in evidenza il fatto che il tratto di ferrovia esaminato risulta al limite della saturazione, limitando di conseguenza il traffico passeggeri e merci.

“Attuazione dei progetti pilota del SFR, specifiche tecniche, condizioni di fattibilità e di finanziamento”, P.I.M. (1998)

Lo studio realizzato dal P.I.M. (Centro Studi per la Programmazione Intercomunale dell’area Metropolitana) vuole presentare lo stato di fatto dell’iter dei progetti pilota per alcune aree di interscambio individuate dalla regione Lombardia. Per quanto riguarda la città di Como lo studio a cui si fa riferimento è l’elaborato della FNM del 1992.

Il progetto di FNM era stato presentato per il finanziamento, ma non era stato ammesso a causa dei costi eccessivi di investimento legati soprattutto all’automazione del sistema e alla costruzione delle tratte in sotterraneo. Per questo motivo lo studio effettuato da P.I.M. tentò di individuare interventi meno impegnativi che fossero in grado, allo stesso modo, di contribuire al miglioramento della mobilità comasca.

Le alternative progettuali proposte da questo studio furono:

- navetta ferroviaria sulla sede ferroviaria esistente, senza l’aggiunta di nuove stazioni;
- sistema misto tram – treno, con l’asservimento del tram al servizio del treno;
- sistema tranviario realizzato in due temporali successive: la prima fase prevedeva la realizzazione di raddoppi di binario localizzati, sfruttando le infrastrutture già esistenti; la seconda fase prevedeva il completamento delle opere infrastrutturali e del collegamento tra le stazioni cittadine di Como San Giovanni e Como Nord Lago.

“Progetto preliminare della nuova metrotranvia di Como”, LAMSIT e M.I.P., Politecnico di Milano, (dicembre 1999)

Lo studio, realizzato dal Laboratorio LAMSIT e dal Consorzio MIP del Politecnico di Milano, riprende, confronta ed integra i progetti già presentati negli anni precedenti. In base all’analisi della mobilità comasca, lo studio individua come requisiti indispensabili per lo sviluppo del progetto delle ipotesi di base:

- integrare gli interventi infrastrutturali con altri tipi di interventi gestionali della mobilità;

- realizzare il raccordo tra le due linee ferroviarie a servizio della città, in modo da instradare i convogli FNM alla stazione di Como san Giovanni;
- dopo aver realizzato la deviazione dei treni FNM, è di fondamentale importanza realizzare un collegamento forte tra le due stazioni principali della città (Como San Giovanni e Como Nord Lago);
- effettuare ulteriori analisi della domanda, che integrino quelle effettuate negli studi precedenti;
- introdurre elementi di valutazione ambientale.

Gli obiettivi finali dello studio erano due: rendere maggiormente competitivo il servizio offerto dal mezzo pubblico rispetto a quello privato; creare un nuovo sistema di mobilità integrato con gli altri sistemi di trasporto.

Questi obiettivi possono essere riassunti così:

- con l'instradamento dei treni FNM sulla stazione di Como San Giovanni, sorge la necessità di un collegamento forte tra Camerlata e il centro città;
- questo nuovo servizio non può essere garantito da un sistema di trasporto su gomma e nemmeno dall'attuale servizio ferroviario, in quanto serve un sistema di trasporto maggiormente capillare, la metrotranvia, che possa collegare Camerlata con la stazione di Como san Giovanni, passando per il centro città;
- coordinare tutto il sistema con misure di gestione e limitazione del traffico su gomma.

In conclusione lo studio affermava che questo nuovo sistema di trasporto, la metrotranvia, fosse in grado di incidere in profondità nello schema degli spostamenti pendolari su mezzo pubblico all'interno del comune.

"Studio di Fattibilità di una Metrotranvia in Como", Consorzio Poliedra, Politecnico di Milano, (maggio 2003)

L'obiettivo di questo studio era quello di individuare l'alternativa di progetto, o un ristretto numero di alternative preferibili, secondo criteri di valutazione ambientali, tecnologici, trasportistici, economici, amministrativi, normativi e sociali.

Lo studio proponeva l'utilizzo di un nuovo sistema di trasporto, la metrotranvia, che poteva essere utilizzata su diverse alternative di tracciato:

- navetta Cantù – Como San Giovanni, con lo scopo di lasciare inalterato il servizio ferroviario esistente tramite l'utilizzo di un sistema ferroviario a navetta con cedenza semioraria;
- navetta Cantù – Como Nord Lago – Como san Giovanni, con lo scopo di lasciare inalterato il servizio ferroviario esistente tramite l'utilizzo di un sistema ferroviario a navetta con cedenza semioraria, ma con la necessità della creazione del raccordo tra le due linee ferroviarie nella zona di Camerlata;
- navetta Cantù – Como Nord lago, istituendo un servizio ferroviario tipo navetta attraverso il ridisegno dell'esercizio FNM, con il conseguente instradamento di alcuni convogli verso Como San Giovanni;

- MTV urbana, con l'introduzione di un servizio tranviario locale con origine a Grandate, che percorrendo l'attuale tracciato FNM prosegue fino alla stazione di Como San Giovanni, passando dalla stazione di Como Nord Lago;
- MTV Olgiate, prevedendo l'estensione del servizio metrotranviario fino a Olgiate Comasco, percorrendo il tracciato della S.S. Varesina;
- MTV Lomazzo, con prolungamento del servizio metrotranviario proveniente dal centro città fino al comune di Lomazzo, sfruttando l'attuale tracciato ferroviario di FNM;
- MTV Cantù, prevede l'estensione del sistema metrotranviario della città fino alla cittadina di Cantù, attraverso la linea non elettrificata Como – Cantù – Lecco, ed in seguito l'inserimento del tracciato nel centro del comune canturino;
- MTV Olgiate + Lomazzo;
- MTV Olgiate + Cantù;
- MTV Lomazzo + Cantù;
- MTV Olgiate + Lomazzo + Cantù;

In conclusione lo studio prevedeva che l'alternativa più forte era quella di istituire il servizio metrotranviario che, partendo dalla tratta urbana in Como, si dividesse su due rami diretti verso le località di Cantù e Lomazzo.

STUDIO	CARATTERISTICHE	PREGI	DIFETTI	FATTIBILITÀ
<u><i>"Metropolitana leggera di Como", FNM Nord Engineering (maggio 1992)</i></u> <u><i>"Progetto di sistema di trasporto a guida vincolata per la città di Como, aggiornamento e sviluppo dello studio di fattibilità", FNM S.p.A. (1994)</i></u>	Rete di trasporto ad elevate prestazioni su cui strutturare i servizi rimanenti. Creazione di una metropolitana leggera automatica, con una prima parte del tracciato a raso affiancato alla linea ferroviaria esistente, e una seconda parte in sotterraneo fino alla stazione di Como San Giovanni.	Grandi prestazioni e flessibilità di esercizio. Sede completamente protetta e in sotterraneo, con l'eliminazione delle interferenze e del rumore. Collegamento delle principali stazioni cittadine.	Grande investimento economico (260 mld di lire) a fronte di una domanda non così elevate da necessitare di un sistema di trasporto di massa. Grandi difficoltà tecniche per la costruzione del tratto in sotterraneo al di sotto del lungolago.	Progetto presentato per il finanziamento ai sensi della legge 211/92, ma non ammesso per l'elevato costo dell'opera.
<u><i>"Verifica dell'integrazione fra le reti FS e FNM", Ente Ferrovie dello Stato divisione trasporto locale (1992)</i></u>	Giudizio tecnico del progetto FNM dal punto di vista del servizio alla clientela, dell'esercizio ferroviario, della potenzialità della tratta Camerlata – Como San Giovanni e della riqualificazione della stazione di Como San Giovanni.	È stata evidenziata la necessità di una serie di interventi piuttosto onerosi dal punto di vista tecnico ed economico, ma si suggerisce di creare un collegamento tra le due principali stazioni cittadine: Como Nord Lago e Como San Giovanni.	Difficoltà tecniche per la costruzione del collegamento tra le principali stazioni cittadine.	Scarsa fattibilità.
<u><i>"Attuazione dei progetti pilota del SFR, specifiche tecniche, condizioni di fattibilità e di finanziamento", P.I.M. (1998)</i></u>	Partendo dal progetto FNM 1992 tentarono di individuare soluzioni maggiormente economiche: <ul style="list-style-type: none"> - Navetta ferroviaria su tracciato esistente; - Sistema promiscuo tram – treno; - Sistema tranviario; 	Costi decisamente minori per le prime due proposte. Terza proposta permette di avere un servizio frequente e capillare, maggiormente adatto alla domanda del territorio.	Prima proposta: sistema simile a quello esistente. Seconda proposta: assenza di una normativa che permetta la promiscuità tram – treno. Terza proposta: grandi costi di realizzazione delle infrastrutture.	Scarsa fattibilità.
<u><i>"Progetto preliminare della nuova metrotranvia di Como", LAMSIT e M.I.P., Politecnico di Milano, (dicembre 1999)</i></u>	Realizzare un raccordo tra le due linee ferroviarie (FNM - FS) con instradamento dei treni FNM a Como San Giovanni. Creazione in seguito di un servizio capillare e frequente tra Camerlata e il centro città. Coordinare tutto il sistema con misure di gestione e limitazione del traffico su gomma.	Assenza dei limiti normativi data la non promiscuità tram – treno. Istituzione di un'unica stazione cittadina (Como San Giovanni). Poche opere infrastrutturali necessarie, con un basso costo di realizzazione.	Limiti da parte delle società ferroviarie sull'instradamento dei treni FNM sulla linea FS.	Buona fattibilità economica e tecnica.
<u><i>"Studio di Fattibilità di una Metrotranvia in Como", Consorzio Pliedra, Politecnico di Milano, (maggio 2003)</i></u>	Proposta di un sistema tranviario con molte alternative progettuali. L'alternativa migliore, scelta in base a un'attenta analisi, risulta essere il prolungamento della tratta urbana verso Cantù e Olgiate.	Superamento dei limiti normativi dati dalla promiscuità tram – treno. Collegamento di un vasto bacino di utenza con il centro città.	Realizzazione di molte nuove opere infrastrutturali con elevato costo, non giustificate dalla domanda non molto elevata.	Scarsa fattibilità economica, ma buona fattibilità tecnica.

Tabella 1 – Caratteristiche, pregi, difetti e fattibilità degli studi effettuati negli anni passati

5. La scelta della metrotranvia

La scelta di un sistema di trasporto è un'operazione che richiede l'attenta analisi della domanda che dovrà essere soddisfatta e degli elementi che compongono il territorio.

L'analisi della domanda, riportata successivamente, supportata dai risultati emersi dall'analisi degli studi effettuati in passato e dell'inquadramento territoriale e dei trasporti di Como, ha messo in evidenza la necessità di creare un nuovo sistema di trasporto che sia in grado di collegare il territorio comunale con quello sovracomunale e di soddisfare la domanda di trasporto presente.

La scelta è ricaduta sulla metrotranvia per una serie di motivi: è in grado di soddisfare la domanda di trasporto, ricavata attraverso l'analisi dei vari elementi che la compongono; consente una buona velocità commerciale, rispetto ai sistemi di TPL già presenti sul territorio, in quanto buona parte del tracciato è in sede protetta; è un sistema di trasporto che consente grande capillarità ed accessibilità grazie alla possibilità di essere inserita con facilità nel contesto urbano e di poter utilizzare un tracciato in sede promiscua con il traffico stradale. L'istituzione di un nuovo servizio di autolinee non è stato preso in considerazione in quanto questo sistema di trasporto è ben sviluppato e radicato all'interno del territorio e tutt'ora è sottoutilizzato, ma soprattutto perché non sarebbe in grado di soddisfare una domanda di trasporto superiore ai 1500 passeggeri/ora/direzione.

Negli studi degli anni passati veniva presa in considerazione come alternativa al sistema metrotranviario la costituzione di una navetta ferroviaria con cadenza semioraria che, utilizzando le infrastrutture ferroviarie presenti e non apportando modifiche ai servizi ferroviari, permetteva di collegare Como con i principali centri urbani all'esterno della città: questa tipologia di servizio non è stata presa in considerazione in quanto non risponde in termini di capillarità, frequenza ed inserimento nel contesto urbano alle esigenze di una città come Como.

6. Normativa in materia di metrotramvie

Nell'attuale quadro normativo italiano non è presente una norma specifica che regola il sistema tram-treno, più propriamente chiamato metrotranvia o tranvia veloce.

All'interno della norma UNI 8379: 2000 – “Sistemi di trasporto a guida vincolata – Termini e definizioni” è contenuta però la definizione di metrotranvia:

“un sistema di trasporto che mantiene le caratteristiche della tranvia (...) con possibili realizzazioni anche in tratte suburbane, ma che consente velocità commerciali e portate superiori grazie ad adeguati provvedimenti (ad esempio delimitazioni laterali della sede, riduzione del numero di attraversamenti, semaforizzazione degli attraversamenti con priorità per il sistema, ecc.), atti a ridurre le interferenze del sistema con il restante traffico veicolare e pedonale”.

L'unico documento a cui i progettisti possono far riferimento sono le “Linee Guida sul Sistema Tram – Trenno” elaborate da un gruppo di lavoro denominato “Gruppo di Lavoro Tram-Trenno”,

facente parte dell'associazione ASSTRA (Associazione Trasporti), su incarico del Ministero dei Trasporti e dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza Ferroviaria.

Queste linee guida si applicano ai sistemi tram – treno e disciplinano le specificità di tale sistema, inserendosi nel quadro normativo generale, al fine di integrarlo. A tale scopo viene fornita un'ulteriore definizione di questo sistema di trasporto:

“sistema di trasporto che integra fra loro linee ferroviarie e tranvie o tranvie veloci, utilizzando veicoli progettati per circolare principalmente nelle reti tranviarie e in grado di circolare, senza rotture di carico, su entrambi i tipi di infrastruttura (“veicoli tram-treno”), normalmente con il fine di connettere il territorio extraurbano con la città”.

Il documento ha lo scopo di individuare gli elementi fondamentali da soddisfare per l'esercizio in sicurezza del sistema tram – treno, e classifica le diverse tipologie di servizio in tre famiglie:

- **sistema tram-treno 1 (TT1):** sistema comprendente un'infrastruttura ferroviaria esercita soltanto con veicoli tram-treno;
- **sistema tram-treno 2 (TT2):** sistema comprendente un'infrastruttura ferroviaria esercita con veicoli ferroviari e veicoli tram-treno in fasce orarie diverse;
- **sistema tram-treno 3 (TT3):** sistema comprendente un'infrastruttura ferroviaria esercita promiscuamente con veicoli ferroviari e veicoli tram-treno.

Per ognuna di queste tipologie di servizio vengono indicate le caratteristiche necessarie per poter progettare ed esercire il servizio in maniera ottimale e in totale sicurezza, imponendo il rispetto delle norme vigenti in materia.

Dal documento emerge che il principale ostacolo all'affermarsi di questo sistema è dato dal fatto che il veicolo per circolare sia sulla ferrovia sia in promiscuità con il traffico stradale deve rispettare due norme in materia di sicurezza discordanti tra di loro: per poter circolare in promiscuità con automobili, autocarri, bus, moto, biciclette, etc. il veicolo tram-treno deve essere conforme al Codice della Strada e deve avere caratteristiche di sicurezza passiva e attiva tipici dei tram, che contrastano nettamente con le caratteristiche di sicurezza necessarie alla circolazione sulle reti ferroviarie. Un ulteriore problema è causato dalla differente tipologia di marcia impiegata dai due sistemi, a causa delle differenti caratteristiche proprie del veicolo (massa e dimensioni) e dalle velocità di punta che possono raggiungere: le tramvie utilizzano la marcia a vista, necessaria a causa della promiscuità della circolazione con il traffico stradale; i treni utilizzano sistemi di marcia regolata con segnalamento e, solamente per basse velocità, possono utilizzare la marcia a vista. La differente tipologia di marcia impiegata sui due sistemi di trasporto obbliga l'installazione su i veicoli tram-treno dei dispositivi necessari per poter effettuare la circolazione sull'infrastruttura ferroviaria e l'impiego di personale qualificato che sia in grado di utilizzarli, e di impiegare veicoli con caratteristiche (massa e dimensioni) che consentano la circolazione sulla sede stradale. Nel documento infine viene precisato che queste linee guida non si possono applicare ai sistemi treno – tram, inteso come sistema comprendente un'infrastruttura tranviaria

esercita con veicoli progettati per circolare principalmente nelle reti ferroviarie, eventualmente in promiscuità con tram.

La normativa impedisce attualmente la promiscuità di circolazione tra metrotranvia e treno, ma nel capitolo riguardante la pianificazione dell'orario verrà studiata anche la soluzione: è possibile anticipare che a causa dei limiti legati alla circolazione, derivanti dalla limitata disponibilità di tracce orarie, dal distanziamento tra treno e metrotranvia e la necessità di effettuare gli incroci nelle stazioni/fermate previste, non consentono la realizzazione di questa soluzione.

7. Caratteristiche di una metrotranvia

La metrotranvia, definita nel paragrafo precedente, è l'evoluzione tecnologica di una tranvia classica, ma si differenzia da essa per la maggior domanda di trasporto che riesce a soddisfare e dall'utilizzo di un tracciato prevalentemente in sede protetta: per questi motivi il servizio metrotranviario può essere utilizzato come linea di forza nei centri di medie-piccole dimensioni (come nel caso di Como), ma può essere impiegato anche come sistema complementare alle metropolitane pesanti nelle città di grandi dimensioni, per aumentare la capillarità del servizio di trasporto pubblico.

Le caratteristiche predominanti di una metrotranvia sono:

- Separazione significativa rispetto al traffico individuale;
- Possibilità di estendere progressivamente la linea;
- Grande flessibilità rispetto ai sistemi di metropolitana "pesante";
- Prestazioni superiori rispetto alla tranvia;
- Costo di investimento ragionevole.

La metrotranvia è caratterizzata da parametri (prestazioni, caratteristiche tracciato, etc.) che la identificano e la differenziano rispetto agli altre tipologie di sistemi. Il servizio metrotranviario è caratterizzato dai seguenti parametri, riconosciuti universalmente:

- **potenzialità di trasporto:** 3000 ÷ 7000 [pass/h/direz];
- **velocità massima:** 50 ÷ 80 [Km/h];
- **accelerazione:** 0,8 ÷ 1,2 [m/sec²];
- **pendenze superabili consigliate:** 40 ‰;
- **raggi minimi di curvatura in linea:** 25 ÷ 50 [m];
- **raggi di curvatura in deposito:** 20 [m];
- **distanza media tra le fermate:** 350 ÷ 1000 [m];
- **velocità commerciale:** 20 ÷ 30 [Km/h].

La potenzialità di una metrotranvia è fortemente influenzata dalle caratteristiche del tracciato, dalle tipologia di sede (promiscua o riservata), dal tipo di veicolo (tram classico o tecnologicamente avanzato): le diverse combinazioni di tracciato, circolazione e veicolo permette

a questo sistema di trasporto una grande flessibilità, in modo da riuscire a sopperire ad un'ampia gamma di domande di trasporto.

Il documento elaborato da ASSTRA (Associazione Trasporti) "Linee Guida sul Sistema Tram – Treno" fornisce delle indicazioni più specifiche sulle caratteristiche che un sistema metrotranviario dovrebbe adottare, in funzione delle tre tipologie di sistema di trasporto previste all'interno delle stesse Linee Guida.

Sistemi tram – treno tipo 1 (TT1)

Questo sistema di trasporto è composto da un'infrastruttura ferroviaria in sede protetta e percorsa solo da veicoli tram-treno (infrastruttura tranviaria e metrotranvia possono anche non essere presenti).

Il regime di circolazione è quello utilizzato in ambito ferroviario: il personale di condotta deve essere opportunamente addestrato per poter utilizzare questo sistema e il veicolo deve essere dotato di tutti i dispositivi per permettere la circolazione su questa infrastruttura, rispettando la normativa ferroviaria D.P.R. n° 753/1980.

L'infrastruttura ferroviaria può essere modificata in modo tale da adeguarla al nuovo sistema di trasporto: è fondamentale porre in atto tutte le azioni necessarie per impedire che un veicolo tram-treno finisca sulla rete ferroviaria ordinaria, oppure, che un veicolo ferroviario finisca sulla rete metrotranviaria. La separazione della circolazione può avvenire segregando fisicamente le due reti, oppure utilizzando sistemi di sicurezza che impediscano l'ingresso del veicolo sulla rete non di sua competenza.

Le caratteristiche del veicolo dipendono dalla tipologia di tracciato della linea: nel caso di circolazione su infrastruttura ferroviaria il veicolo deve possedere caratteristiche che rispettino le norme in materia di veicoli ferroviari; nel caso di circolazione su infrastruttura tranviaria, o in sede promiscua con il traffico stradale, le caratteristiche del veicolo devono rispettare le norme riguardanti i veicoli tranviari, con particolare attenzione all'accessibilità del veicolo, all'impianto frenante, ai dispositivi di illuminazione e segnalazione visiva, alla massa del veicolo, agli organi di aggancio, alle sagome limite e alla visibilità del conducente.

Sistemi tram – treno tipo 2 (TT2)

Questo sistema di trasporto è composto da un'infrastruttura ferroviaria in sede protetta che in una determinata fascia temporale è percorsa solo da veicoli tram-treno, mentre nel restante periodo è percorsa solo da veicoli ferroviari (infrastruttura tranviaria e i tram possono anche non essere presenti).

Il regime di circolazione può essere differente in funzione della fascia temporale considerata, ma le velocità permesse dall'infrastruttura ferroviaria obbligano l'utilizzo del regime impiegato in ambito ferroviario: il personale di condotta deve essere opportunamente addestrato per poter utilizzare questo sistema e il veicolo deve essere dotato di tutti i dispositivi per permettere la circolazione su questa infrastruttura, rispettando la normativa ferroviaria D.P.R. n° 753/1980.

L'infrastruttura ferroviaria non può essere modificata in quanto deve soddisfare le esigenze del trasporto ferroviario, e di conseguenza sarà il veicolo metrotranviario ad adattarsi alla linea. La promiscuità della circolazione delle due differenti tipologie di veicolo (tram- treno e veicolo ferroviario) deve essere impedita in modo tale da non compromettere la sicurezza della circolazione e degli utenti che utilizzano il servizio.

Il veicolo metrotranviario deve essere adeguato alla circolazione sulla rete ferroviaria, e rispettare le norme vigenti in materia: a bordo del veicolo devono essere installati i dispositivi necessari per la circolazione sulla ferrovia, nonché possedere tutti i dispositivi di protezione passiva e attiva. Nel caso in cui il veicolo debba percorrere un tratto di tracciato tranviario oppure un tracciato in sede promiscua con il traffico stradale, le sue caratteristiche devono essere adeguate per percorrere questi percorsi e rispettare le norme vigenti in materia.

Sistemi tram – treno tipo 3 (TT3)

Questo sistema di trasporto è composto da un'infrastruttura tranviaria e da un'infrastruttura ferroviaria, percorsa da veicoli metrotranviari: sulla linea ferroviaria però è ammessa la circolazione promiscua di veicoli tram-treno e di veicoli ferroviari.

Il regime di circolazione utilizzato varia in funzione dell'infrastruttura sulla quale il veicolo si trova: se circola sulla rete ferroviaria dovrà impiegare il regime di circolazione utilizzato in campo ferroviario e il personale dovrà essere adeguatamente addestrato per poter utilizzare il sistema segnalamento e i dispositivi a bordo del veicolo; se circola sulla rete tranviaria o in sede promiscua con il traffico stradale dovrà impiegare la marcia a vista e il veicolo dovrà essere dotato dei dispositivi che permettano di attuare questo regime di circolazione.

L'infrastruttura ferroviaria non può essere modificata in quanto deve essere garantita la circolazione dei veicoli ferroviari e, di conseguenza, sarà il veicolo che dovrà adattarsi alla linea. Le uniche modifiche ammesse sono gli adeguamenti dei marciapiedi delle stazioni in modo tale da agevolare la salita e la discesa degli utenti, ma tali modifiche devono essere conformi alle norme ferroviarie. L'installazione di impianti e strumenti che impediscano al veicolo tram-treno di circolare promiscuamente ai veicoli ferroviari non è prevista.

I veicoli metrotranviari sono fortemente specializzati per la circolazione sull'infrastruttura ferroviaria, ma devono essere adeguati anche per la circolazione sulla linea tranviaria classica, e dotati di tutti i sistemi necessari per l'eventuale circolazione promiscua con il traffico stradale.

8. Materiale rotabile disponibile sul mercato

La metrotranvia è una tipologia di servizio utilizzato in diverse realizzazioni in Italia e all'estero: i veicoli che rispondono alle esigenze di questo sistema di trasporto sono presenti sul mercato e nei cataloghi di diversi costruttori europei di materiale rotabile. La disponibilità di numerosi modelli e l'infinità di personalizzazioni dei veicoli consentono un contenimento dei costi di realizzazione del nuovo sistema metrotranviario in quanto non è necessaria la progettazione e la produzione di un veicolo ex novo.

A titolo esemplificativo si riportano di seguito i principali modelli attualmente in produzione dalle maggiori case produttrici di veicoli ferroviari e tranviari.

BOMBARDIER - Flexity Swift ²³

Flexity Swift nasce sulla base del veicolo tranviario FLEXITY, ma adotta particolari accorgimenti che gli consentono la circolazione sulle linee ferroviarie: può raggiungere una velocità massima di 80 Km/h e circolare su linee con scartamento ordinario (1435 mm). Il veicolo è bidirezionale e a pianale ribassato per migliorare la salita e la discesa dei passeggeri; sono previste numerose personalizzazioni degli interni.



Figura 13 - Main Stadtbahn di Francoforte, Germania

²³ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.bombardier.com/en/transportation/products-services/rail-vehicles/light-rail-vehicles/flexity-light-rail-vehicles?docID=0901260d800126b8

Figura 13 (www.bombardier.com/en/transportation/products-services/rail-vehicles/light-rail-vehicles/flexity-light-rail-vehicles?docID=0901260d800126b8)



Figura 14 - Tramlink, Londra, Regno Unito



Figura 15 - Hiawatha Line, Minneapolis, USA

Figura 14 – Figura 15 (www.bombardier.com/en/transportation/products-services/rail-vehicles/light-rail-vehicles/flexity-light-rail-vehicles?docID=0901260d800126b8)

ALSTOM - Citadis Dualis e Regio Citadis ²⁵

Citadis Dualis e Regio Citadis nascono sulla base del veicolo tranviario CITADIS, ma adotta particolari accorgimenti che gli consentono la circolazione sulle linee ferroviarie: può raggiungere una velocità massima di 100 Km/h e circolare su linee con scartamento ordinario (1435 mm). Il veicolo è bidirezionale e a pianale ribassato, può operare con diverse tensioni di corrente.



Figura 16 - Regio Citadis per la RandstadRail, Olanda



Figura 17 – Citadis Dualis a Nantes, Francia

²⁵ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.alstom.com/transport/products-and-services/trains/tram-trains-citadis-dualis-and-regio-citadis/

Figura 16 – Figura 17 (www.alstom.com/transport/products-and-services/trains/tram-trains-citadis-dualis-and-regio-citadis/)

SIEMENS – S70 e Avanto ²⁶

S70 e Avanto sono veicoli completamente nuovi che nascono per essere dei tram-treno: è presente soprattutto in USA (S70) e in Francia (Avanto), possiede caratteristiche di base che gli consentono la circolazione sia sulla rete ferroviaria sia su quella tranviaria.



Figura 18 – S70 sulla LYNX Blue Line, Charlotte, North Carolina



Figura 19 – Avanto sulla Paris's Transilien route T4, Francia

²⁶ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.en.wikipedia.org/wiki/Avanto_%28tram%29
Figura 18 – Figura 19 (www.en.wikipedia.org/wiki/Avanto_%28tram%29)

ANSALDO BREDA²⁷

Nel catalogo della compagnia italiana non sono presenti dei veicoli metrotranviari ma, con opportune modifiche, possono essere impiegati i veicoli tranviari della serie SIRIO utilizzati in ambito urbano ed extraurbano. Ansaldo-Breda ha in progetto la realizzazione di una linea metrotranviaria per la tratta Genova – Casella, dove è previsto l'impiego di un veicolo tram-treno su base del tram SIRIO, opportunamente modificato per viaggiare su una linea con scartamento metrico e tensione di alimentazione di 3000 V a corrente continua.



Figura 20 – Sirio, utilizzato sulla rete tranviaria milanese



Figura 21 – Progetto del tram-treno per la metrotranvia Genova – Casella

²⁷ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.ansaldobreda.it/itit/prodotti/urbantransport.aspx
Figura 20 – Figura 21 (www.ansaldobreda.it/itit/prodotti/urbantransport.aspx)

9. Sistema di alimentazione

Le linee metrotranviarie del nuovo sistema di trasporto pubblico saranno interamente alimentate tramite corrente elettrica. Le soluzioni adottate per l'alimentazione, però, si differenziano lungo i vari tracciati, in funzione del luogo e delle infrastrutture interessate: nel tratto tra Como Nord Lago e Como Nord Grandate verrà impiegata la linea aerea presente, attualmente utilizzata dal servizio ferroviario; il tratto tra Como Nord Grandate e il Nuovo Ospedale Sant'Anna utilizzerà la linea aerea dei sistemi tranviari, realizzata ex novo insieme all'armamento tranviario; il tratto tra Como Nord Grandate e Olgiate Comasco impiegherà anch'essa la linea aerea tranviaria realizzata ex novo insieme all'armamento tranviario, tranne che per brevi tratti all'interno dei centri abitati, dove potrà essere previsto l'utilizzo di uno dei sistemi di alimentazione alternativi, riportati nel seguente capitolo; il tratto tra Como Nord Camerlata e Cantù FS utilizzerà il tracciato ferroviario Lecco – Cantù – Como, attualmente non elettrificato, e di conseguenza è prevista l'installazione del sistema id alimentazione ferroviario, in modo tale da consentire in futuro anche il transito dei convogli ferroviari; il tratto urbano di Cantù (tra Cantù FS e Cantù Piazza Garibaldi) e il tratto urbano di Como (tra Como Nord Lago e Como San Giovanni) impiegheranno uno dei sistemi sottoelencati, in quanto l'utilizzo della linea aerea tranviaria porterebbe portare ad un eccessivo inquinamento visivo dei luoghi, provocando grandi resistenze da parte della popolazione alla realizzazione del progetto. Le soluzioni alternative alla linea aerea tranviaria, attualmente proposte dal mercato, sono:

- **TramWave**, proposto dall'italiana Ansaldo Breda e Ansaldo STS;
- **Primove**, proposto dalla francese Bombardier;
- Impiego di un pacco batterie a bordo del veicolo.

TramWave - ANSALDO²⁸

TramWave è un sistema di alimentazione per veicoli tranviari con linea di contatto a terra, esercito in modo promiscuo con il traffico stradale e pedonale. L'energia di trazione è resa disponibile al veicolo attraverso una "linea di contatto condizionata" che viene energizzata solo in corrispondenza di un segmento collocato sotto il veicolo. La condizione necessaria per avere energia di trazione è la presenza del veicolo al di sopra del segmento che la fornisce. Il sistema alimenta veicoli tranviari con tensioni continue fino a 750 V, rendendo necessario l'impiego di veicoli politensione in modo tale da riuscire a circolare al di sotto della linea aerea ferroviaria (tensione di 3000 V).

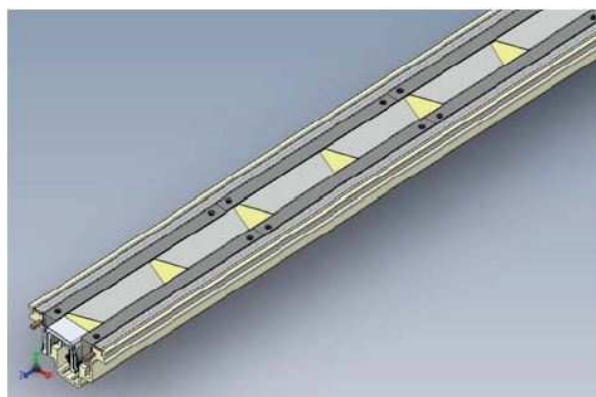


Figura 22 – Linea di contatto condizionata

²⁸ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.ansaldobreda.it/it-it/prodotti/urbantransport/tram/tramwave.aspx

Figura 22 (www.ansaldobreda.it/it-it/prodotti/urbantransport/tram/tramwave.aspx)

La “linea di contatto condizionata” è costituita da uno scatolare lungo dai tre ai cinque metri che comprende la maggior parte delle componenti e che consente di essere collocata a terra, tra le rotaie. Sulla superficie del modulo è presente una serie di “piastre esterne” in acciaio, lunghe 50 cm ed isolate l’una dall’altra, che fungono da linea di contatto. Grazie al captatore, posto al di sotto della cassa, è possibile trasferire l’energia a bordo del veicolo. Tale sistema può essere installato sugli attuali tram della serie SIRIO, prodotti sempre da Ansaldo Breda.



Figura 23 – Captatore installato a bordo di un tram

Per quanto riguarda la sicurezza, nel caso in cui il modulo di alimentazione dovesse restare in tensione anche dopo il passaggio del veicolo, il sistema reagisce aprendo un interruttore extrarapido di sicurezza che interrompe istantaneamente il circuito di potenza della linea. Nel caso in cui ci fosse acqua sul modulo attivo, è previsto un “anello di guardia” a potenziale zero intorno a ciascuna piastra esterna energizzata del modulo.

Un grosso vantaggio di questo sistema è la possibilità di utilizzare come circuito di ritorno della corrente di trazione le piastre conduttrici isolate da terra, alloggiato nel condotto di contenimento dei moduli. In questo modo non è necessario utilizzare i binari come circuito di ritorno, consentendo il confinamento delle correnti vaganti.

Primove - BOMBARDIER ²⁹

Primove è un sistema di alimentazione per veicoli tranviari (ma che può essere esteso anche a bus e veicoli privati) che non utilizza nessuna linea di contatto, ma si basa sulla trasmissione wireless della energia elettrica tramite il concetto dell’induzione elettromagnetica. Il grande vantaggio di questa tecnologia è che i componenti necessari lato terra sono disposti al di sotto del manto stradale, mentre il captatore a bordo del veicolo è montato al di sotto della cassa. In questo modo è possibile inserire il trasporto su rotaia in una zona della città caratterizzata da un suggestivo panorama, mantenendo inalterata la sua attrattività turistica.

La trasmissione dell’energia elettrica da terra a bordo del veicolo viene effettuata utilizzando il concetto del trasferimento induttivo dell’energia: un primo avvolgimento crea un campo magnetico, con determinate caratteristiche, che induce corrente elettrica in un secondo avvolgimento posto

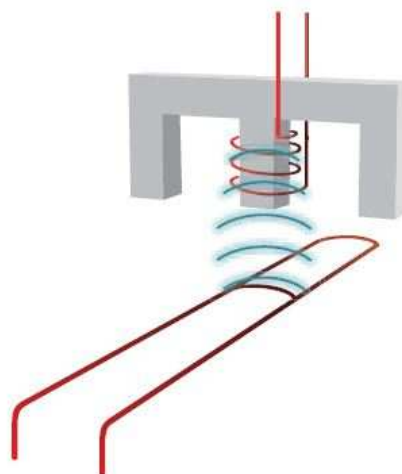


Figura 24 - Schema sistema trasferimento induttivo dell’energia

²⁹ Per la stesura di questo paragrafo è stato utilizzato il sito www.primove.bombardier.com/application/light-rail/
Figura 23 (www.ansaldobreda.it/it-it/prodotti/urbantransport/tram/tramwave.aspx)
Figura 24 (www.primove.bombardier.com/application/light-rail/)

all'interno del campo magnetico. Il trasferimento di energia può avvenire anche se le due parti non sono direttamente a contatto, in quanto l'energia viene indotta solamente attraverso il campo magnetico. Inoltre se il primo avvolgimento viene esteso in un circuito, il secondo avvolgimento può ricevere energia in qualunque punto lungo il circuito, permettendo quindi l'utilizzo di questo sistema lungo una linea tranviaria.



Figura 25 – Sistema di alimentazione lato terra

Un ulteriore vantaggio di questo sistema è che, utilizzando un veicolo dotato di una pacco batterie ricaricabili, sarà possibile limitare l'estensione della linea di alimentazione solo ad alcuni tratti ben precisi (ad esempio in prossimità delle fermate dove il veicolo può ricaricarsi durante la fermata per la salita/discesa dei passeggeri oppure in un punto del tracciato dove è presente una salita) incrementando quindi l'efficienza di tutto il sistema e riducendo anche il costo dell'intera opera.

Questo sistema inoltre ha degli ulteriori vantaggi:

- Riduzione del consumo di energia utilizzando veicoli dotati di pacco batteria e linea di alimentazione installata in punti specifici del tracciato;
- Diminuzione dell'impatto visivo in quanto tutti i componenti, sia a terra sia a bordo del veicolo, sono nascosti alla vista;
- Ottenimento delle stesse performance di un sistema tradizionale con catenaria;
- Minore manutenzione data l'assenza di pantografi e linee aeree;
- Possibilità di inserimento di un sistema su rotaia in zone considerate patrimoni protetti.

Impiego di un pacco batterie a bordo del veicolo

Un sistema totalmente differente rispetto ai precedenti è quello caratterizzato dall'impiego di un pacco batterie a bordo del veicolo: quando la tranvia abbassa il pantografo e si scollega dalla linea aerea, entrano in funzione delle batterie che forniscono energia elettrica per la trazione e i servizi di bordo. Le batterie dovranno essere opportunamente dimensionate in funzione della lunghezza del tracciato dove verranno impiegate: maggiore è la lunghezza senza linea di contatto maggiore dovrà essere la dimensione degli elementi per consentire al veicolo di procedere alla velocità prevista. Questa soluzione è attualmente utilizzata a Nizza a bordo dei tram Citadis (Alstom) della linea 1: per permettere l'attraversamento di Piazza Masséna e Piazza Garibaldi, rispettivamente per un tratto di 440 e 470 metri, vengono impiegate batterie installate a bordo del veicolo che, una volta coperta la distanza in assenza di alimentazione esterna, si ricaricano una volta che il tram alza il pantografo per captare l'energia dalla linea aerea. Questa soluzione potrebbe essere

Figura 25 (www.mobilicites.com/fr_actualites_les-tramways--les-bus-et-les-voitures-sans-fil-a-la-patte_0_77_1885)

utilizzata anche nel caso della metrotranvia nel tratto del lungolago, dall'uscita della stazione di Como Nord Lago fino all'intersezione tra Lungolaro Trento e via Cavallotti: in questo modo è possibile lasciare inalterata la bellezza paesaggistica del lungolago ed impiegare per il restante tratto della linea, fino a Como San Giovanni, la linea aerea tranviaria impiegata in ambito urbano. Un corretto dimensionamento delle batterie e un'accurata guida da parte del conducente potrebbero permettere al veicolo di percorrere tutti i 1320 metri del tracciato in ambito urbano, ma deve essere garantita una velocità adeguata alla circolazione promiscua con il traffico stradale e mantenere il tempo percorrenza adeguato alle caratteristiche del servizio.

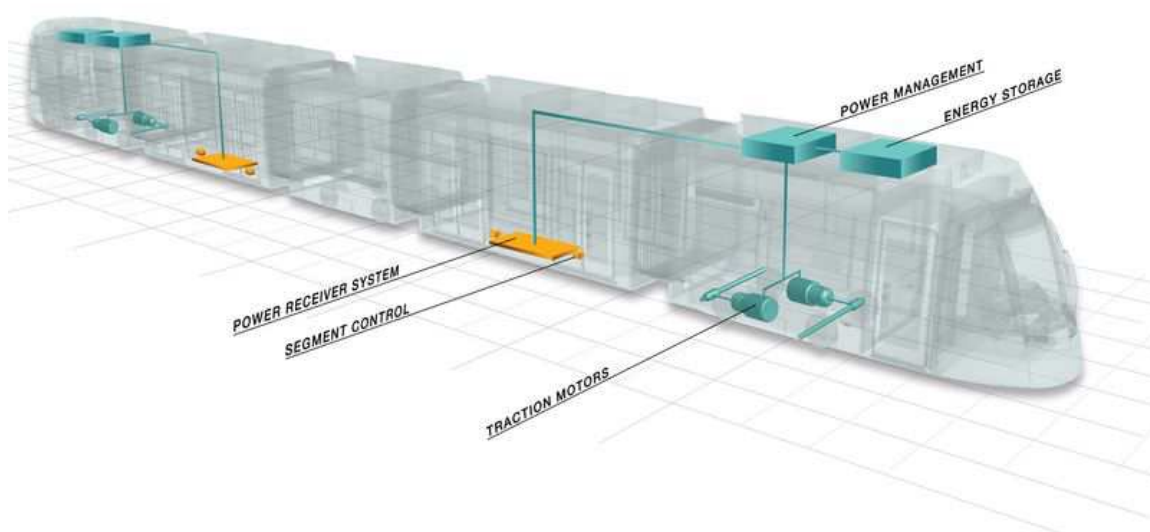


Figura 26 - Schema dei sistemi installati a bordo del veicolo del sistema Primove



Figura 27 – Tram a batterie di Nizza, Linea 1, Piazza Masséna

Figura 26 (www.primove.bombardier.com/application/light-rail/)

Figura 27 (<http://www.railway-technology.com/projects/nice-trams/>)

Metrotranvia di Como – Linee Metrotranviarie di Progetto

L'analisi della domanda (riportata nel capitolo "*Metrotranvia di Como – Analisi della Domanda*") ha permesso l'identificazione dei tracciati delle linee metrotranviarie che, partendo dalla stazione di Como San Giovanni e utilizzando il nuovo tracciato sul lungolago e il tratto urbano della linea ferroviaria FNM tra Como Nord Lago e Como Nord Camerlata, collegano il centro di Como con il Nuovo Ospedale Sant'Anna e i comuni di Olgiate Comasco e Cantù.

I linee metrotranvia di progetto sono quattro:

- LINEA 1: Como San Giovanni – Albate Camerlata
- LINEA 2: Como San Giovanni – Como Nord Grandate– Nuovo Ospedale Sant'Anna
- LINEA 3: Como San Giovanni – Olgiate Comasco
- LINEA 4: Como San Giovanni – Cantù

La realizzazione delle nuove linee metrotranviarie comporta la costruzione di vari raccordi ferroviari per permettere il passaggio della metrotranvia da una linea ferroviaria ad un'altra, ma anche per permettere la deviazione del servizio ferroviario FNM³² Milano Cadorna – Saronno – Como sulla linea FS³³ Milano – Como – Chiasso verso la stazione di Como San Giovanni: nel capitolo 10 sono riportate le soluzioni dei vari raccordi ferroviari.

10. Raccordi ferroviari

La realizzazione dei raccordi ferroviari deriva dalla necessità di soddisfare tre esigenze:

- Collegare la stazione di Como Nord Camerlata con la stazione di Albate Camerlata, in modo da consentire al nuovo servizio metrotranviario di proseguire la sua corsa e di collegare le due principali stazioni della periferia;
- Collegare la linea FNM, all'altezza della stazione di Como Nord Camerlata, con la linea ferroviaria FS Como – Cantù – Lecco, in prossimità della stazione di Albate Camerlata, in modo da realizzare l'estensione del servizio verso Cantù e la Brianza;
- Deviare il servizio ferroviario Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago sulla la linea FS Milano – Como – Chiasso, in modo tale da liberare la linea ferroviaria FNM, da Como Nord Camerlata a Como Nord Lago.

Collegamento Como Nord Camerlata con Albate Camerlata³⁴

Il collegamento delle due stazioni a servizio del quartiere Camerlata (Como Nord Camerlata e Albate Camerlata) è l'elemento necessario per consentire alla LINEA 1 di raggiungere il capolinea

³² FNM: abbreviazione di Ferrovie Nord Milano

³³ FS: abbreviazione di Ferrovie dello Stato

³⁴ **Appendice TAVOLA 1** – Rappresentazione grafica della riqualificazione del Raccordo Radeschi

di Albate Camerlata. Il collegamento era garantito in passato da un raccordo ferroviario chiamato **Raccordo Radeschi**: buona parte di esso è ancora presente, anche se in pessimo stato. Il recupero di questo raccordo permetterebbe di effettuare il collegamento contenendo notevolmente i costi e utilizzano aree attualmente in disuso e senza possibilità di recupero.

Il recupero del Raccordo Radeschi e il prolungamento della LINEA 1 fino ad Albate Camerlata però potrebbe essere messo in discussione a causa della realizzazione di una nuova fermata da parte di RFI sulla linea FS Milano – Como – Chiasso: la nuova fermata di interscambio è posizionata in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata (sulla linea FNM) in modo tale da consentire l'interscambio dei passeggeri tra le due linee ferroviarie. La nuova realizzazione però causa la dismissione dell'attuale stazione FS di Albate Camerlata, che verrebbe mantenuta in funzione solamente per effettuare l'attestamento del servizio ferroviario TiLo Albate Camerlata – Bellinzona.

Collegamento linea ferroviaria Lecco – Cantù – Como ³⁵

Il recupero del **Raccordo Radeschi** illustrato nel precedente paragrafo è la base di partenza per la realizzazione del collegamento tra la stazione di Como Nord Camerlata e la linea ferroviaria a singolo binario diretta verso Cantù: utilizzando questo collegamento sarebbe possibile realizzare la LINEA 4 della metrotranvia, da Como San Giovanni fino al centro del comune canturino.

La riqualificazione del raccordo visto nel precedente paragrafo permette il collegamento tra le due stazioni, ma per riuscire ad effettuare il collegamento della stazione con la linea FS Lecco – Cantù – Como, necessario per realizzare la LINEA 4 della metrotranvia, è indispensabile risolvere un ulteriore problema: il Raccordo Radeschi permette di raggiungere la stazione di Albate Camerlata a destra dei binari di corsa della linea FS Milano – Como – Chiasso, mentre la linea FS Lecco – Cantù – Como è posizionata a sinistra degli stessi binari di corsa. Il collegamento tra le due linee, di conseguenza, implica l'attraversamento dei binari di corsa della linea FS diretta a Chiasso da parte dei convogli metrotranviari: tale attraversamento implica la circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari sulla stessa linea e causa soprattutto una diminuzione della capacità sia della linea ferroviaria sia della linea metrotranviaria e una diminuzione della sicurezza.

La soluzione a questo problema è la costruzione di un sottopasso che permetta il collegamento senza dover attraversare la linea Milano – Como – Chiasso. La scelta del sottopasso è l'unica realizzabile in quanto nei pressi della stazione di Albate Camerlata è in costruzione lo svincolo dell'Acquanegra della nuova Autostrada Pedemontana che, sovrappassando la ferrovia, impedisce la costruzione di un ulteriore sovrappasso ferroviario.

La realizzazione del sottopasso è fattibile in quanto la disponibilità delle ampie aree attualmente non utilizzate e non edificate, di proprietà di RFI, consentono la costruzione di rampe con pendenze del 25 ÷ 31 ‰: tali pendenze consentono la circolazione della metrotranvia e, in casi di necessità, dei veicoli ferroviari.

³⁵ **Appendice TAVOLA 2** – Rappresentazione grafica della riqualificazione del Raccordo Radeschi con la costruzione del sottopasso scatolare alla linea FS Milano – Como – Chiasso

Instradamento servizio ferroviario FNM verso Como San Giovanni

La realizzazione del nuovo sistema metrotranviario costringe, a causa delle norme vigenti e dei limiti sulla circolazione derivanti dalla presenza contemporanea delle due tipologie di veicolo sulla linea, la deviazione del servizio ferroviario Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago sulla linea FS Milano – Como – Chiasso, utilizzando come nuovo capolinea del servizio la stazione di Como San Giovanni.

L'instradamento del servizio ferroviario può essere effettuato utilizzando due diverse soluzioni:

- La costruzione ex novo del **raccordo DAR** nelle vicinanze della stazione di Como Nord Camerlata;
- La costruzione ex novo del **raccordo Polo Logistico** nel comune di Grandate, liberando la linea FNM fino alla stazione di Portichetto.

Il **raccordo DAR**³⁶ è la soluzione più semplice e di minor costo, ma la sua costruzione è ostacolata dalla realizzazione della nuova fermata di interscambio di Albate Camerlata: il tracciato del Raccordo DAR interseca il percorso ciclo-pedonale che collegherebbe la nuova fermata RFI con la stazione di Como Nord Camerlata. La realizzazione della nuova fermata RFI è messa fortemente in discussione dall'amministrazione locale ed esiste ancora la possibilità di prevedere il raccordo DAR.

La costruzione ex novo del **raccordo Polo Logistico**³⁷ è più complicato e costoso del raccordo precedente (si stima un costo complessivo dell'opera di circa 100 milioni di euro), ma la sua realizzazione permetterebbe di deviare il servizio ferroviario FNM sulla linea FS e liberare la linea ferroviaria Milano – Saronno – Como fino alla stazione di Portichetto, permettendo l'eventuale introduzione di una nuova linea metrotranviaria. Il progetto del raccordo è connesso all'idea di realizzazione di un nuovo Polo Logistico Intermodale nel comune di Grandate: attualmente la possibilità di realizzare il polo intermodale e il raccordo è molto bassa in quanto la crisi economica ha colpito anche il trasporto merci tra Italia e Svizzera, facendo desistere alcuni investitori dal finanziare il progetto.

³⁶ **Appendice TAVOLA 3** – Rappresentazione grafica del Raccordo DAR

³⁷ **Appendice TAVOLA 4** – Rappresentazione grafica della del Raccordo Polo Logistico

11. LINEA 1: Como San Giovanni – Albate Camerlata

La LINEA 1 si sviluppa dalla stazione ferroviaria di Como San Giovanni fino alla stazione ferroviaria di Albate Camerlata: il tracciato si estende nella prima parte in sede promiscua con il traffico stradale (da Como San Giovanni a Como Nord Lago, attraversando Lungolaro Trento e Lungolaro Trieste), per poi proseguire verso sud attraverso il tracciato ferroviario FNM esistente fino alla stazione di Como Nord Camerlata dove, grazie al Raccordo Radeschi, il servizio metrotranviario raggiunge la stazione di Albate Camerlata.

Lo scopo di questa linea è di creare un collegamento tra le quattro principali stazioni situate sul territorio comunale (Como San Giovanni, Como Nord Lago, Como Nord Camerlata, Albate Camerlata) e di soddisfare la domanda degli utenti che dalla periferia vogliono raggiungere il centro della città utilizzando i mezzi pubblici. Un ulteriore scopo della nuova LINEA 1 è la possibilità di collegare con un nuovo sistema di trasporto pubblico dedicato il centro cittadino con luoghi generatori di domanda, come il polo universitario situato in Via Castelnuovo, o l'area del vecchio ospedale Sant'Anna con l'autosilo Valmulini. La realizzazione di una fermata in prossimità dell'autosilo permettere di impiegarlo come parcheggio di interscambio, in modo tale da relegare all'esterno del centro cittadino una parte del traffico stradale e risolvere il problema della sosta nella convalle.

La realizzazione della nuova linea, dal punto di vista infrastrutturale, risulta fattibile in quanto la maggior parte del percorso utilizza il tracciato ferroviario FNM esistente, senza la necessità di interventi onerosi per l'adeguamento dell'armamento o del sistema di alimentazione. Gli interventi maggiormente onerosi riguardano la realizzazione della parte di tracciato in sede promiscua con il traffico stradale sul lungolago e la riqualificazione del Raccordo Radeschi. Sulla linea FNM tra Como Nord Borghi e Como Nord Lago sono presenti tre passaggi a livello, che verranno mantenuti anche con la realizzazione della metrotranvia. I due passaggi a livello su viale Lecco hanno un tempo di chiusura e apertura molto breve (circa 30 secondi) e per questo motivo possono essere mantenuti in esercizio perché non creano grandi disagi al traffico stradale. Il terzo passaggio a livello, situato in prossimità della stazione di Como Nord Borghi, è condizionato dalla fermata della metrotranvia nella stazione: anche in questo caso si sceglie di mantenerlo in esercizio per due motivi: un incremento della sicurezza e della regolarità della circolazione della metrotranvia; il traffico che transita sul passaggio a livello è di modesta entità.

Le maggiori difficoltà alla realizzazione di questa linea sono causate dalla promiscuità della circolazione sulla linea FNM tra metrotranvia e servizio ferroviario: la deviazione del servizio ferroviario Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago sulla linea FS. Il problema può essere risolto attuando una delle soluzioni viste nel capitolo *“Instradamento del servizio ferroviario Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago sulla linea FS Milano – Como – Chiasso, verso la stazione Como San Giovanni”* (costruzione ex novo del raccordo DAR o del raccordo Polo Logistico).



Figura 28 – Tracciato della LINEA 1 Como San Giovanni – Albate Camerlata

12. LINEA 2: Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’Anna

La LINEA 2 si sviluppa dalla stazione ferroviaria di Como San Giovanni fino al Nuovo Ospedale Sant’Anna, nel comune di San Fermo, passando per la stazione di Como Nord Camerlata. Il tracciato si sviluppa sullo stesso percorso della LINEA 1 fino a Como Nord Camerlata: da questa stazione il tracciato prosegue utilizzando un ulteriore tratto della linea FNM fino alla stazione di Como Nord Grandate; all’uscita della stazione di Grandate diparte un binario di nuova costruzione che, costeggiando l’Autostrada A9, raggiunge il Nuovo Ospedale Sant’Anna.

Gli scopi della realizzazione della linea sono:

- L’utilizzo del parcheggio della stazione di Como Nord Grandate come parcheggio di interscambio, agevolando il suo utilizzo con tariffe dedicate (parcheggio + metrotranvia) in modo tale che i pendolari provenienti dall’esterno del comune e dalle aree limitrofe possano parcheggiare il proprio autoveicolo ed utilizzare la metrotranvia per raggiungere il centro città (sistema Park&Ride), con un costo e un tempo di viaggio minore rispetto al impiego del mezzo proprio per raggiungere la convalle;
- La creazione di un collegamento dedicato tra il centro città e il nuovo ospedale, a servizio delle utenze più deboli, ma in grado di servire anche il comune di San Fermo e la zona commerciale presente nel quartiere di Lazzago.

La realizzazione della nuova linea, dal punto di vista infrastrutturale, risulta fattibile in quanto la maggior parte del percorso utilizza il tracciato ferroviario FNM esistente, senza la necessità di interventi onerosi per l’adeguamento dell’armamento o del sistema di alimentazione. Gli interventi più onerosi riguardano la realizzazione ex novo di un binario dalla stazione di Como Nord Grandate fino all’ospedale. Il tracciato non presenta problemi tali da limitarne la realizzazione, ma necessari studi accurati per l’attraversamento di alcune strade: via Canonica, di recente ammodernamento, che può essere attraversata tramite l’installazione di un nuovo impianto semaforico; S.S. 342 “Briantea”, può essere scavalcata seguendo il profilo longitudinale dell’autostrada ed ampliando opportunamente il cavalcavia autostradale, in modo tale da sfruttare aree ed infrastrutture già presenti.

Le maggiori difficoltà alla realizzazione di questa linea sono causate dalla promiscuità della circolazione sulla linea FNM tra metrotranvia e servizio ferroviario: la deviazione del servizio ferroviario Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago sulla linea FS, avviene utilizzando le soluzioni già viste per la LINEA 1. L’utilizzo di un ulteriore tratto della linea FNM comporta un ulteriore problema, nel caso in cui venga utilizzato il Raccordo DAR: nel tratto tra Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate avverrebbe la circolazione promiscua dei due servizi di trasporto. La soluzione al problema è data dal fatto che la linea in questo tratto è a doppio binario: è possibile consentire su un binario la circolazione esclusiva del servizio ferroviario e sull’altro binario la circolazione esclusiva della metrotranvia.

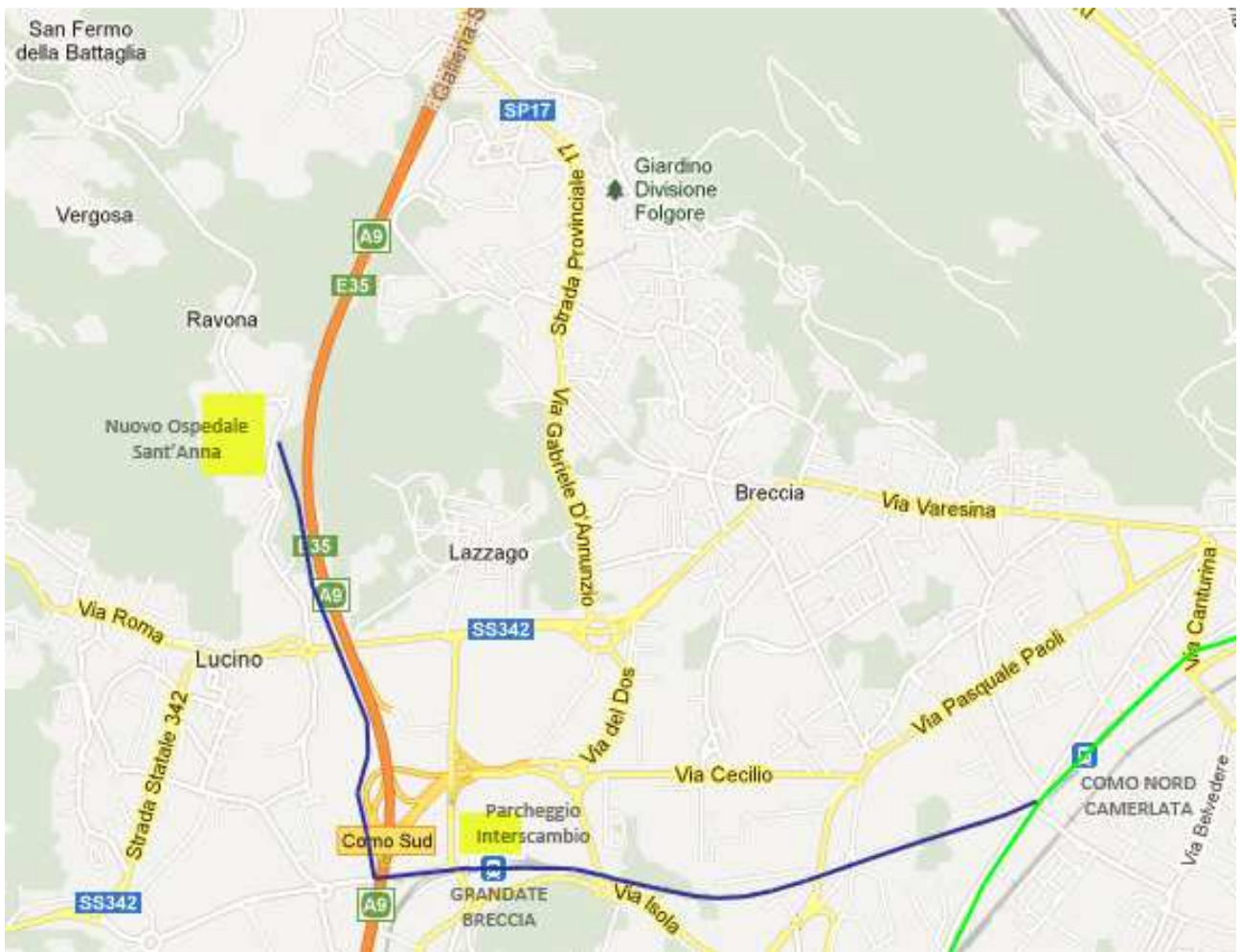


Figura 29 - Tracciato della LINEA 2 Como San Giovanni – Como Nord Grandate– Nuovo Ospedale Sant’Anna

13. LINEA 3: Como San Giovanni – Olgiate Comasco

La LINEA 3 si sviluppa dalla stazione ferroviaria di Como San Giovanni fino al centro di Olgiate Comasco, passando dalle stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate. Il tracciato si sviluppa sullo stesso percorso della LINEA 2 fino a Como Nord Grandate: da questa stazione diparte un binario di nuova costruzione che raggiunge il capolinea percorrendo il tracciato della S.S. 342 “Briantea” ed attraversando i comuni di Villa Guardia e Lurate Caccivio.

Lo scopo della linea è quello di servire la domanda di trasporto proveniente da questa area e catturare anche la domanda proveniente dai comuni limitrofi attraverso la costruzione di opportuni parcheggi di interscambio in prossimità delle fermate.

La realizzazione della nuova linea, dal punto di vista infrastrutturale, risulta fattibile in quanto la maggior parte del percorso utilizza il tracciato ferroviario FNM esistente, senza la necessità di interventi onerosi per l’adeguamento dell’armamento o del sistema di alimentazione. Gli interventi più onerosi riguardano la realizzazione ex novo di un binario dalla stazione di Como Nord Grandate fino al centro di Olgiate Comasco: il tracciato non presenta difficoltà tali da limitarne la realizzazione.

Le maggiori difficoltà alla realizzazione di questa linea sono causate dalla promiscuità della circolazione sulla linea FNM tra metrotranvia e servizio ferroviario: il problema può essere risolto utilizzando le soluzioni previste per la LINEA 2.

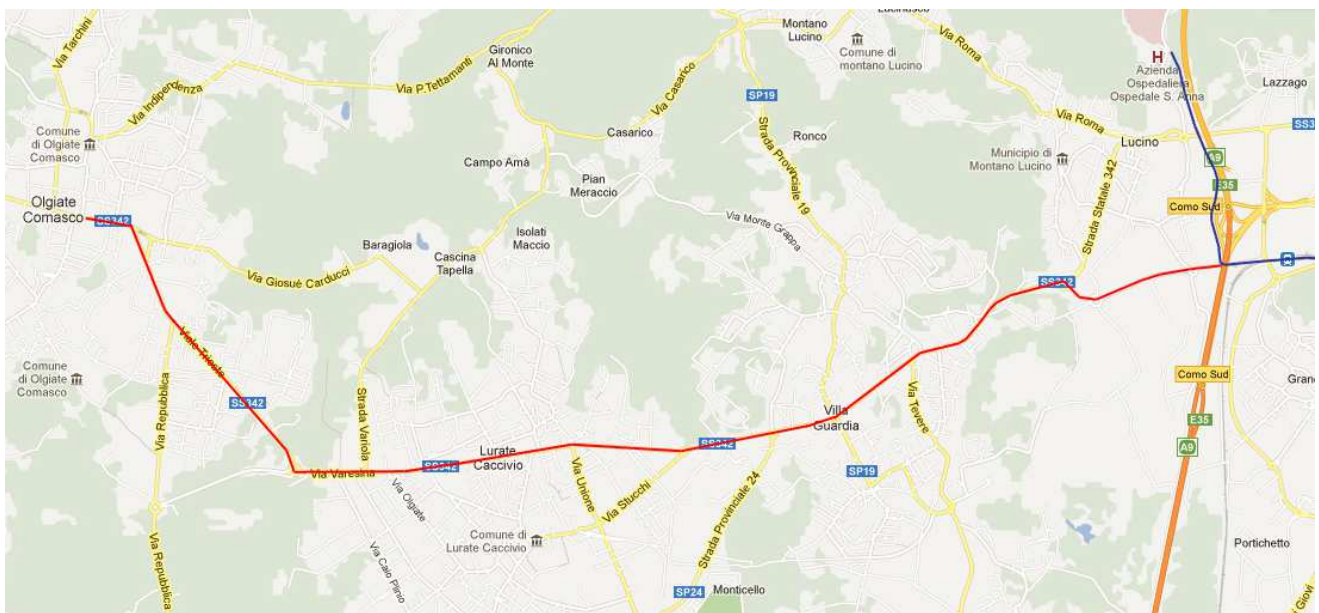


Figura 30 - Tracciato della LINEA 3 Como San Giovanni – Olgiate Comasco

14. LINEA 4: Como San Giovanni – Cantù

La LINEA 4 si sviluppa dalla stazione ferroviaria di Como San Giovanni fino al centro del comune di Cantù, passando dalla stazione di Como Nord Camerlata ed utilizzando la linea Lecco – Cantù – Como, grazie al Raccordo Radeschi e al sottopasso della linea FS. La realizzazione di questa linea ripristinerebbe il vecchio servizio tranviario che servì le due città dal 1909 fino al 1951 (Capitolo 2 - *Tranvia Como – Cantù – Asnago*).

Lo scopo della linea è quello di servire la domanda di trasporto proveniente dall'area canturina, catturando anche la domanda proveniente dai comuni limitrofi. Un altro scopo è quello di riqualificare ed utilizzare la linea FS Lecco – Cantù – Como, attualmente in disuso e destinata a non essere più utilizzata.

La realizzazione della nuova linea, dal punto di vista infrastrutturale, risulta fattibile in quanto la maggior parte del percorso utilizza il tracciato ferroviario FNM esistente, senza la necessità di interventi onerosi per l'adeguamento dell'armamento o del sistema di alimentazione. Gli interventi più onerosi riguardano l'elettificazione della linea FS Lecco – Cantù – Como e la costruzione del sottopasso alla linea FS Milano – Como – Chiasso (Capitolo 10 – *“Collegamento linea FNM con linea Como – Cantù – Lecco”*). Un ulteriore problema riguarda la realizzazione ex novo del tracciato, in sede promiscua con il traffico stradale, dalla stazione di Cantù FS fino al Piazza Garibaldi.

Le maggiori difficoltà alla realizzazione di questa linea sono causate dalla promiscuità della circolazione sulla linea FNM tra metrotranvia e servizio ferroviario: il problema può essere risolto utilizzando le soluzioni previste per la LINEA 1. Un ulteriore problema è causato dalla presenza dell'attuale servizio ferroviario che utilizza la linea ferroviaria Lecco – Cantù – Como: in questo caso, dato il numero esiguo di corse nell'arco della giornata, sarebbe possibile sopprimere il servizio e reintegrarlo successivamente attraverso un'ulteriore estensione del servizio metrotranviario.

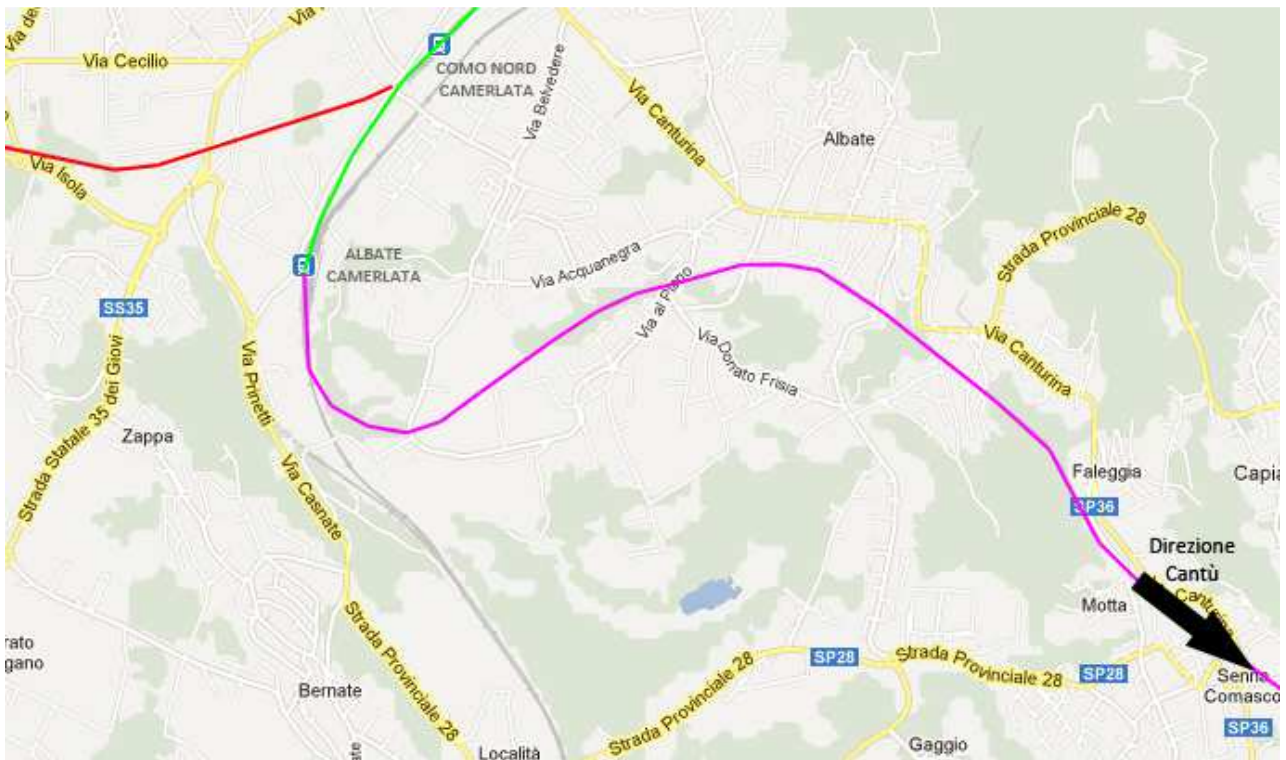


Figura 31 - Tracciato della LINEA 4 Como San Giovanni – Cantù

Metrotranvia di Como – Analisi della Domanda

La domanda di trasporto deriva dalla necessità degli utenti di consumare beni e servizi in un luogo diverso da quello nel quale si trovano: gli spostamenti da un punto A a un punto B dei viaggiatori sono il risultato dell'azione congiunta delle attività presenti sul territorio (abitazioni, attività industriali, servizi, etc.) e del sistema di trasporto offerto.

L'analisi della domanda è lo strumento necessario per effettuare la scelta dei tracciati, la tipologia di sistema di trasporto da impiegare per il nuovo servizio e la frequenza delle corse necessaria per dimensionare l'offerta di trasporto.

La metrotranvia di Como dovrà creare un servizio di trasporto che soddisfi le caratteristiche della domanda emerse dall'analisi: la domanda, una volta entrato in funzione il nuovo sistema di trasporto, dipenderà anche dalla tipologia di servizio offerto e dalle sue caratteristiche intrinseche (costo del trasporto, tempi di viaggio di una data linea, accessibilità, etc.)

15. Analisi della Domanda

Analizzare la domanda di trasporto significa comprendere, interpretare e descrivere in forma analitica e funzionale i fattori che la determinano e le loro relazioni reciproche, nonché simulare le variazioni dei flussi derivanti dagli interventi progettati sull'offerta e, più in generale, dalle modifiche prevedibili al sistema delle attività. Gli elementi necessari per caratterizzare in modo esaustivo la domanda di trasporto sono: origine e destinazione dello spostamento; categoria di utente che effettua lo spostamento; motivo dello spostamento; fascia orario nel quale avviene lo spostamento; modalità di trasporto utilizzata; percorso seguito o servizio utilizzato. Tutti questi elementi sono analizzati all'interno di questo capitolo in modo da poter effettuare la scelta del sistema di trasporto, dei tracciati delle linee e dimensionare opportunamente l'offerta di trasporto.

Flussi di Domanda Totali⁴²

La conoscenza della situazione della mobilità nell'area comasca è fondamentale per delineare i flussi di domanda che si spostano all'interno dell'area oggetto dello studio: in funzione dei flussi è possibile identificare il bacino di utenza che potrebbe utilizzare il nuovo sistema metrotranviario. La determinazione dei flussi di domanda è stata effettuata grazie all'utilizzo di una matrice origine/destinazione riferita all'ora di punta del mattino (7:30 – 8:30) dell'anno 2012. La matrice riporta i valori degli spostamenti tra le diverse zone della città di Como e le zone attorno al comune, spingendosi anche oltre i confini provinciali.

⁴² I valori degli spostamenti utilizzati in questo paragrafo si riferiscono ai flussi di domanda dell'ora di punta del mattino, e per questo motivo sono rappresentativi della sola domanda di punta dell'intera giornata.

Zonizzazione

La suddivisione del territorio preso in esame è il primo passo da compiere per analizzare la domanda di trasporto: la matrice O/D utilizzata si riferisce a una ben precisa zonizzazione del territorio comunale, provinciale e regionale. Il comune di Como è stato suddiviso in 5 zone differenti (Convalle e quattro zone periferiche), mentre il territorio provinciale è stato suddiviso in ulteriori 13 zone: 6 utilizzate per raggruppare in modo omogeneo i comuni in un raggio di 10 chilometri dal centro di Como; 7 utilizzate per suddividere il restante territorio provinciale ed extra provinciale in un raggio di 20 chilometri dal centro cittadino. Nella tabella 2 vengono riportate le zone con le rispettive località racchiuse al loro interno.

Zona	Località
Convalle; Como Nord; Como Sud; Como Ovest; Como Est	Comune di Como
Prima Est	Tavernerio; Lipomo; Montorfano; Albese con Cassano; Albavilla; Erba; Orsenigo; Alzate; Alserio; Anzano; Monguzzo; Merone
Prima Nord	Maslianico; Cernobbio; Moltrasio; Carate Uriò; Laglio; Briennio; Brunate
Prima Nord-Est	Blevio; Torno; Faggeto Lario; Pognana lario; Nesso; Zelbio; Valeso
Prima Sud	Luisago; Casnate; Senna Comasco; Capiago Intimiano; Fino Mornasco; Cucciago; Cantù; Vertemate con Minoprio
Prima Sud-Ovest	Olgiate Comasco; Montano Lucino; Grandate; Villa Guardia; Lurate Caccivio; Oltrona; Bulgarograsso; Cassina Rizzardi
Prima Ovest	Bizzarrone; Ronago; Uggiate Trevano; Drezzo; Parè; Cavallasca; San Fermo; Gironico; Faloppio
Seconda Est	Provincia di Lecco Ovest; Ponte Lambro; Caslino D'Erba; Castelmarte; Canzo; Proserpio; Longone al Segrino; Eupilio; Pusiano
Seconda Nord	Canton Ticino; Lanzo D'Intelvi; San Fedele D'Intelvi; Shignano; Argegno; Dizzasco; Laino; Ponna; Blessagno; Colonno; Sala Comacina; Ossuccio; Lenno; Mezzegra; Tremezzo; Menaggio; Plesio; Crema; San Sirio
Seconda Nord-Est	Bellagio; Lezzeno; Civenna; Magreglio; Sormano; Barni; Valbrona; Caglio; Asso
Seconda Sud	Cermenate; Carimate; Figino Serenza; Novedrate; Mariano Comense; Cabiato; Provincia di Monza e Brianza nord
Seconda Sud-Est	Brenna; Carugo; Arosio; Inverigo; Lurago D'Erba; Lambrugo; Provincia di Monza e Brianza nord-est; Provincia di Lecco sud- ovest
Seconda Sud-Ovest	Appiano Gentile; Guanzate; Cadorago; Veniano; Lurago Marinone; Fenegrò; Cirimido; Lomazzo; Bregnano; Rovellasca; Rovello Porro; Turate; Limido Comasco; Mozzate; Carbonate; Locate Varesino
Seconda Ovest	Rodero; Valmorea; Cagno; Albiolo; Solbiate; Beregazzo; Binago; Castelnuovo; Bozzente; Provincia di Varese est
Direzione Est	Provincia di Sondrio; Provincia di Lecco Nord
Direzione Nord	Canton Ticino nord; Provincia di Como nord

Direzione Sud-Est	Provincia di Lecco sud ed est; Provincia di Bergamo; Provincia di Brescia; Provincia di Mantova
Direzione Sud	Provincia di Monza e Brianza sud; Provincia di Cremona
Provincia Sud-Ovest	Provincia di Milano nord; Provincia di Lodi; Provincia di Varese Ovest
Direzione Ovest	Provincia di Varese

Tabella 2 – Zone e località racchuse al loro interno

Scelta Modale Totale

	Spostamenti interni a Como		Sostamenti da Como		Spostamenti verso Como	
	Valore Assoluto	Quota	Valore Assoluto	Quota	Valore Assoluto	Quota
Mezzo Pubblico (Bus + Treno)	2136	23,5%	663	10,1%	2874	23,3%
Veicolo Privato	6936	76,5%	5913	89,9%	9465	76,7%
TOTALE	9072	100%	6576	100%	12339	100%

Tabella 3 – Scelta modale (Matrice O/D 2012)

Nella tabella 3 sono riportati i valori e le relative quote modali degli spostamenti totali, suddivisi in spostamenti interni a Como, spostamenti verso e da Como. I dati utilizzati in questa analisi si riferiscono all'ora di punta del mattino (7:30 – 8:30): è facile intravedere la presenza di un traffico pendolare verso Como (12339 spostamenti verso Como, il doppio rispetto a quelli in uscita dal comune); è possibile ipotizzare che nell'ora di punta della sera il flusso si inverta assumendo il valore massimo negli spostamenti in uscita da Como.

La quota modale, sia per gli spostamenti interni al comune sia per quelli verso Como, è fortemente squilibrata a favore del trasporto privato (76,5 ÷ 76,7 %), mentre il trasporto pubblico viene utilizzato da circa un quarto degli utenti (23,5 ÷ 23,3 %). Le quote modali di spostamenti in uscita da Como sono ulteriormente squilibrate a favore del veicolo privato: questo risultato potrebbe rappresentare una carenza dell'offerta di trasporto pubblico rispetto. Gli spostamenti interni a Como costituiscono buona parte di quelli totali: circa tre quarti di questi spostamenti avviene con mezzo privato lasciando intendere un utilizzo del mezzo privato da parte dei residenti per effettuare anche brevi spostamenti.

In definitiva, nella sola ora di punta del mattino (7:30 – 8:30), si hanno in totale (interni, da e verso Como) circa 28000 spostamenti, pari al 32,5 % di tutta la popolazione comunale: la domanda di trasporto che interessa il territorio è molto estesa e buona parte di essa potrebbe essere servita dal nuovo servizio metrotranviario.

Nella **TAVOLA 5 e TAVOLA 6 dell'appendice** sono rappresentati graficamente gli spostamenti totali in uscita e in ingresso a Como nell'ora di punta del mattino (7:30 – 8:30).

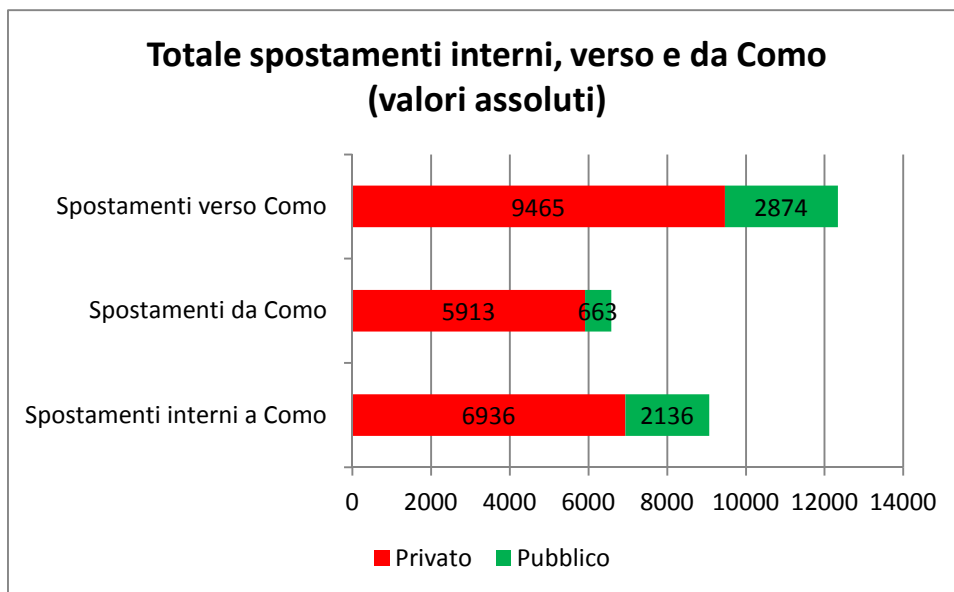


Grafico 1 – Scelta modale totale (Spostamenti totali)

Spostamenti totali verso Como in funzione della distanza

	Spostamenti interni a Como		0 - 10 km		0 - 20 km		> 20 km	
	Valore Assoluto	Quota	Valore Assoluto	Quota	Valore Assoluto	Quota	Valore Assoluto	Quota
Trasporto Pubblico	2136	23,54%	2014	23,92%	781	23,80%	79	12,40%
Privato	6936	76,46%	6407	76,08%	2500	76,20%	558	87,60%
TOTALE	9072	42,4%	8421	39,3%	3281	15,3%	637	3,0%

Tabella 4 – Spostamenti verso Como in funzione della distanza

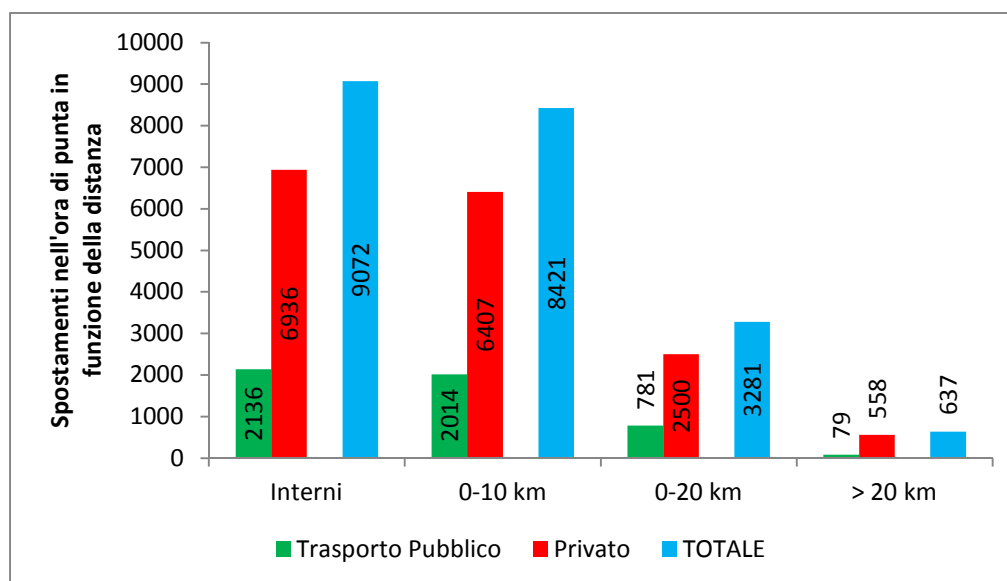


Grafico 2 – Scelta modale in funzione della distanza dalla Convalle

Nella tabella 4 sono riportati i valori e le quote modali degli spostamenti verso Como in funzione della distanza dal centro città (Convalle): la maggior parte degli spostamenti avviene all'interno del comune (il 42,4 %) e nel raggio di 10 chilometri (il 39,3 %) e solo in piccola parte provengono da zone distanti oltre i 10 chilometri.

Domanda interessata dal servizio metrotranviario

L'utilizzo della matrice origine destinazione e della zonizzazione permette di individuare il numero di spostamenti che interessano le zone entro le quali ricadono i tracciati delle linee metrotranviarie. Nei seguenti paragrafi sono riportati i valori assoluti (somma delle due scelte modali) degli spostamenti verso e da la convalle: Como Sud e Como Ovest sono interessati dalla linea Como San Giovanni – Albate Camerlata, mentre le altre zone sono state raggruppate e identificate con il nome della linea. Nell'analisi sono state aggiunte ulteriori zone oltre a quelle interessate direttamente dal tracciato (Indiretto Olgiate e Indiretto Cantù) in quanto l'utente potrebbe utilizzare il veicolo privato per raggiungere il capolinea o una fermata della metrotranvia, e poi utilizzare il nuovo servizio pubblico per raggiungere il centro città. Quest'ultima analisi è stata effettuata solamente per gli spostamenti verso la convalle.

Spostamenti verso la Convalle

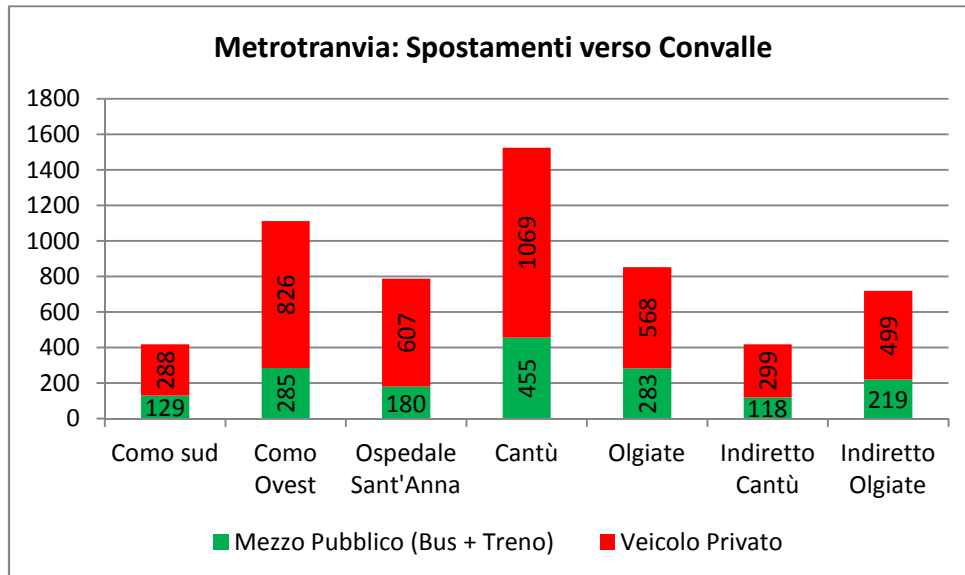


Grafico 3 – Spostamenti verso la convalle, suddivisi per le varie linee metrotranviarie

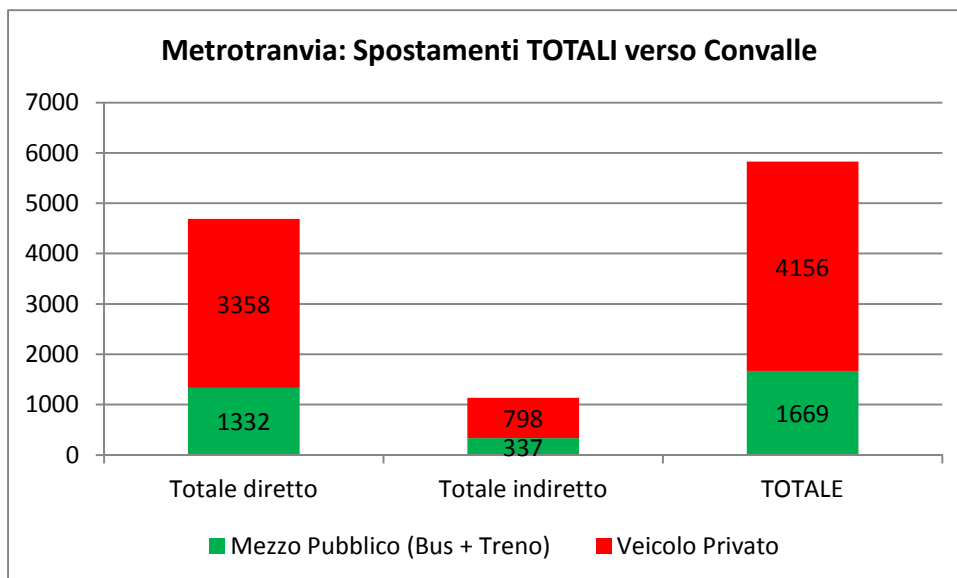


Grafico 4 – Spostamenti totali verso la convalle

I grafici 3 e 4 mostrano un forte flusso di domanda diretto verso la convalle, costituito dal 70 % di spostamenti effettuati con il mezzo privato: la creazione della metrotranvia permetterebbe di diminuire questa percentuale in quanto l'introduzione di un nuovo sistema di trasporto pubblico potrebbe provocare un cambiamento di abitudini da parte un certo numero di utenti. Una buona quota degli spostamenti provengono dalla zona di Cantù: il comune brianzolo è il secondo per numero di abitanti dell'intera provincia ed è lecito aspettarsi un importante flusso di domanda tra i due comuni.

Spostamenti da Convalle

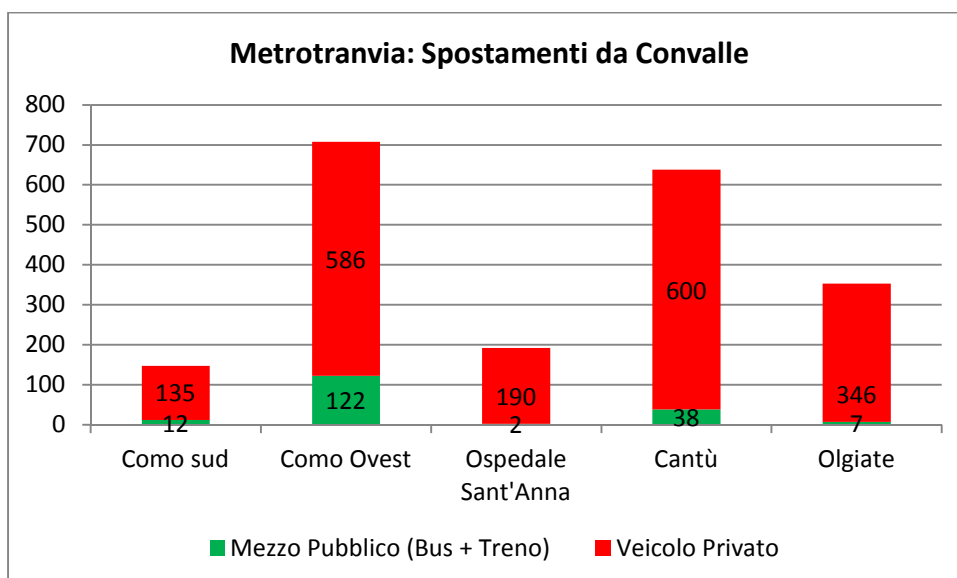


Grafico 5 - Spostamenti verso la convalle, suddivisi per le varie linee metrotranviarie

I valori riportati nel grafico 5 mettono in evidenza come il flusso di domanda in uscita da Como sia inferiore rispetto a quello in ingresso (2038 rispetto 5825) e quasi totalmente caratterizzato dall'utilizzo del veicolo privato. Le linee metrotranviarie in uscita dal capoluogo lariano potrebbero

catturare buona parte di questi spostamenti effettuati con il veicolo privato, causando una diminuzione del traffico sulla rete stradale.

Poli attrattori di domanda presenti nel Comune di Como

La città di Como è il quinto comune per popolazione presente in Lombardia e di conseguenza è un grande polo attrattore di domanda: al suo interno sono presenti molteplici servizi e luoghi di lavoro che vengono raggiunti ogni giorno da utenti provenienti da ogni parte della provincia. L'individuazione della posizione dei luoghi e dei servizi è fondamentale per permettere la scelta dei tracciati metrotranviari in modo tale da essere interessati dai flussi si domanda che provengono da questi luoghi.

Scuole Superiori e Università

Una buona quota degli utenti che utilizza il trasporto pubblico è composto da studenti che ogni giorno raggiungono le scuole e le università presenti a Como: è necessario considerare la posizione delle principali scuole superiori e dei poli universitari presenti all'interno del comune per verificare la posizione dei tracciati delle linee.

Scuole Superiori

TIPOLOGIA	NOME	LOCALITA'
Liceo classico	Alessandro Volta	Via Cesare Cantù, 57 – Como
Liceo classico, scientifico e linguistico	Collegio Gallio	Via Gallio, 1 – Como
Liceo socio psico-pedagogico	Teresa Ciceri	Via Carducci,9 – Como
Liceo scientifico e linguistico	Paolo Giovo	Via Pasquale Paoli, 28 – Como
Liceo scientifico e istituto tecnico	I.S.I.S Paolo Carcano	Via Castelnuovo, 5 – Como
Liceo linguistico, artistico e istituto tecnico aeronautico	Centro Studi Casnati	Via Carloni,8 – Como
Istituto tecnico	I.T.C.S. Caio Plinio Secondo	Via Italia Libera, 1 – Como
Istituto tecnico	I.T.I.S. Magistri Cumacini	Via Colombo – Como loc. Lazzago
Istituto tecnico, professionale e Istituto di Formazione Professionale (IFP)	Istituto di Istruzione Superiore Leonardo da Vinci – Ripamonti	Via Belvedere, 18 – Como (sede centrale) Via Magenta, 26 – Como (sede di Como) Piazza IV Novembre, Como località Albate (sede distaccata) Via Scalabrini, 13 – Como (sede distaccata)
Istituto professionale	I.P.C.S. Gaetano Pessina	Via Milano, 182 – Como

Tabella 5 – Scuole superiori presenti sul territorio comunale

Università

NOME	LOCALITA'
Politecnico di Milano – Polo di Como	Via Castelnuovo, 7 – Como
Università degli Studi dell'Insubria	Viale Cavallotti, 5 – Como Via S. Abbondio, 12 – Como Via Valleggio, 11 – Como
Conservatorio di Musica "Giuseppe Verdi" di Como	Via Luigi Cadorna, 4 – Como
Accademia delle Belle Arti "A. Galli" di Como	Via Petrarca, 9 – Como
Scuola Superiore Mediatori Linguistici "F. Casati" di Como	Via Carloni, 8 – Como

Tabella 6 – Università presenti sul territorio comunale

Complessi ospedalieri

All'interno del comune di Como sono presenti due grandi complessi ospedalieri, utilizzati sia da pazienti residenti nel comune sia da pazienti provenienti dai comuni limitrofi.

L'ospedale a servizio della città è l'Ospedale Valduce situato in via Dante Alighieri, a breve distanza dal centro storico: all'interno del complesso sono presenti uffici amministrativi e numerosi ambulatori specializzati (cardiologia, neurologia, pediatria, chirurgia, radiologia, pronto soccorso, laboratorio analisi).

L'ospedale principale della città è il Nuovo Ospedale Sant'Anna, situato a grande distanza dal centro cittadino, e più precisamente nel comune di San Fermo. Fino all'ottobre del 2010 l'ospedale era situato a Camerlata, all'inizio di via Napoleona: la vetustà degli edifici e l'esigenza di ammodernare tutte le strutture ha obbligato l'azienda ospedaliera alla costruzione di un nuovo complesso. Presso il nuovo ospedale a San Fermo sono presenti diversi dipartimenti (medicina, chirurgia, specialità mediche, patologia chirurgica cervico-facciale, servizi di diagnostica e terapia, emergenza e urgenza, salute mentale), mentre nel vecchio complesso a Camerlata sono rimasti alcuni servizi ambulatoriali e diagnostici, oltre alla sede legale dell'azienda. Attualmente il Nuovo Ospedale Sant'Anna è servito da un'unica linea di bus pubblico: la linea 1 Ponte Chiasso – San Fermo, che ferma dinanzi all'ingresso dell'ospedale. La linea metrotranviaria Como San Giovanni – Ospedale Sant'Anna è stata pensata per creare un collegamento diretto con il complesso ospedaliero, offrendo maggior confort e un minore tempo di percorrenza.

Stazioni ferroviarie

Nel comune di Como sono presenti sette stazioni, distribuite su tre linee ferroviarie: sulla linea FS Milano – Como – Chiasso sono presenti le stazioni di Como San Giovanni e di Albate – Camerlata; sulla linea FS Lecco – Cantù – Como sono presenti le stazioni di Como San Giovanni, Albate – Camerlata e Albate – Trecallo; sulla linea FNM Milano – Saronno – Como sono presenti le stazioni di Como Nord Lago, Como Nord Borghi, Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate.

Le stazioni ferroviarie sono importi in quanto le nuove linee metrotranviarie andranno a lambire tutte e sette le stazioni del territorio, provocando anche lo spostamento di alcune linee ferroviarie esistenti: Como San Giovanni diverrà la stazione principale a servizio della convalle, con la

presenza delle due linee ferroviarie FS e FNM dirette verso Milano, ma anche dei treni del servizio TiLo diretti verso la Svizzera e il servizio Eurocity diretto verso Zurigo. Con l'introduzione della prima linea della metrotranvia le stazioni di Como Nord Lago, Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata verrebbero trasformate da stazioni ferroviarie a stazioni metrotranviarie e, di conseguenza, tutto il traffico passeggeri verrebbe dirottato sulla stazione di Como San Giovanni e Albate – Camerlata.

La stima del valore del traffico passeggeri all'interno delle varie stazioni è stato reso possibile grazie all'utilizzo dei risultati di un'indagine sull'utenza ferroviaria eseguita all'interno dello "Studio di Fattibilità di una Metrotranvia in Como" (Consorzio Poliedra e Politecnico di Milano, 2003). L'indagine è stata effettuata nel marzo 2002 ed ha riguardato tutte e sette le stazioni ferroviarie del territorio comunale e i tre principali servizi ferroviari che servono Como: le linee FS Milano – Seregno – Como – Chiasso e Lecco – Cantù – Como; la linea FNM Milano – Saronno – Como. I dati riportati nelle tabelle 7 e 8 sono veritieri se rapportati all'anno in cui è avvenuta la stesura dello studio: dal 2002 ad oggi il servizio ferroviario regionale Milano – Seregno – Como – Chiasso è stato sostituito con la linea suburbana S11, con orario cadenzato, e tale cambiamento ha comportato un aumento del traffico passeggeri; sono stati introdotti i nuovi servizi ferroviari TiLo, che permettono agli utenti di raggiungere tutto il Canton Ticino, partendo dalle stazioni di Como San Giovanni e Albate – Camerlata. Per questi due motivi i dati riportati in questo paragrafo sono solo indicativi dell'ordine di grandezza del traffico passeggeri che interessa le varie stazioni e che, realizzata la metrotranvia, potrebbe interessare il nuovo sistema di trasporto.

DIREZIONE MILANO						
STAZIONE	6:30 – 8:30			17:00 – 19:00		
	SALITI	DISCESI	TOTALE	SALITI	DISCESI	TOTALE
Como San Giovanni	619	17	636	236	12	248
Como Nord Lago	337	0	337	345	0	345
Como Nord Camerlata	359	20	379	87	26	113
Como Nord Borghi	590	5	595	396	5	401
Como Nord Grandate	541	39	580	160	52	212
Albate - Camerlata	61	2	63	3	2	5
Albate - Trecallo	1	0	1	5	0	5
TOTALE	2508	83		1232	97	

Tabella 7 – Passeggeri saliti/discesi con direzione Milano

DIREZIONE COMO						
	6:30 – 8:30			17:00 – 19:00		
STAZIONE	SALITI	DISCESI	TOTALE	SALITI	DISCESI	TOTALE
Como San Giovanni	3	210	213	3	511	514
Como Nord Lago	0	451	451	0	297	297
Como Nord Camerlata	26	246	272	44	188	232
Como Nord Borghi	2	729	731	2	479	481
Como Nord Grandate	94	216	310	40	297	337
Albate - Camerlata	2	14	16	3	27	30
Albate - Trecallo	4	11	15	0	0	0
TOTALE	131	1877		92	1799	

Tabella 8 - Passeggeri saliti/discesi con direzione Como

I dati riportati nelle tabelle 7 e 8 permettono di comprendere molteplici aspetti del trasporto ferroviario che interessa il comune di Como:

- Il traffico pendolare è presente in entrambe le direzioni: il numero di passeggeri della mattina e della sera non sono simili in quanto buona parte degli utenti che viaggiano verso Milano sono studenti universitari, i quali hanno orari di rientro a casa variabili in base ai giorni delle lezioni;
- Il servizio ferroviario maggiormente utilizzato è quello FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago (in direzione Milano sono 1891 utenti la mattina e 1071 utenti la sera mentre in direzione Como sono 1764 utenti la mattina e 1347 utenti la sera): le stazioni di Como Nord Grandate e Como Nord Camerlata, situate nella periferia, riescono a servire anche i comuni limitrofi alla città, a differenza delle altre tre stazioni che invece servono solamente il centro città;
- La stazione di Como San Giovanni riesce a gestire un gran numero di utenti nonostante venga a trovarsi all'esterno del centro città: la presenza dei servizi ferroviari internazionali creano un grande flusso di utenti diretti e in partenza da Como (le linee ferroviarie afferenti a questa stazione sono cambiate rispetto alla situazione del 2002 e di conseguenza i dati potrebbero essere differenti rispetto a quelli riportati);
- La linea ferroviaria Lecco – Cantù – Como è sottoutilizzata e la situazione dal 2002 ad oggi è ulteriormente peggiorata in quanto il servizio ferroviario è stato più volte eliminato e ripristinato ma, con l'introduzione della linea metrotranviaria diretta verso Cantù, la linea ferroviaria verrebbe definitivamente soppressa liberando il tracciato ferroviario per la costituzione del nuovo servizio di trasporto. Le tracce orarie liberate sulla linea FS Milano – Como – Chiasso sarebbero utilizzate per instradare i treni del servizio FNM Milano – Saronno – Como verso la stazione di Como San Giovanni;
- La deviazione del servizio ferroviario FNM nella stazione di Como San Giovanni comporterà un aumento del numero di utenti che utilizzeranno tale stazione per effettuare i propri spostamenti (3600 utenti la mattina e oltre 2600 utenti la sera);

- La stazione di Como Nord Grandate è utilizzata da molti utenti per dirigersi verso Milano, e solo in minima parte per entrare nel centro di Como: con l'istituzione della metrotranvia questa stazione diverrà la principale porta d'ingresso del traffico pendolare diretto verso la città, grazie anche al capiente parcheggio posto in prossimità della stazione.

Park & Ride

Park & Ride è la sigla inglese per indicare parcheggio di interscambio, uno degli interventi di mobilità sostenibile maggiormente adottato in numerose realtà urbane. Il Nuovo Codice della Strada indica il parcheggio di interscambio come *“parcheggio situato in prossimità di stazioni o fermate del trasporto pubblico locale o del trasporto ferroviario, per agevolare l'intermodalità”*. Il principio di funzionamento è molto semplice: allo scopo di decongestionare i centri delle città dai mezzi privati, gli automobilisti in arrivo dalle periferie o dai centri limitrofi possono sostare il proprio veicolo in opportuni parcheggi di interscambio serviti da sistemi di trasporto pubblici adeguati, con i quali possono raggiungere direttamente il centro città.

Il comune di Como ha già introdotto il Park & Ride nell'autosilo situato a Camerlata, in prossimità del centro cittadino: l'autosilo Valmulini. Questo parcheggio offre 630 posti auto ed era stato ideato per servire il vecchio Ospedale Sant'Anna ma, da quando il complesso ospedaliero è stato trasferito a San Fermo, il parcheggio è fortemente sottoutilizzato. Per incentivare il suo utilizzo l'amministrazione ha deciso di introdurre una tariffa agevolata (parcheggio automobile + abbonamento mensile urbano per bus a 38,50 €/mese) grazie alla quale è possibile parcheggiare l'automobile all'interno dell'autosilo per poi raggiungere il centro cittadino grazie alle linee di autobus che fermano sull'adiacente via Napoleona.

La stessa soluzione può continuare ad essere proposta in futuro per questo autosilo, in quanto è prevista una fermata della metrotranvia proprio in prossimità del parcheggio, ma potrebbe essere estesa anche al parcheggio adiacente la fermata ferroviaria di Como Nord Grandate: a breve sarà completata la riqualificazione di questo parcheggio e riuscirà ad offrire 495 posti auto.

Tramite ulteriori parcheggi di interscambio e tariffe agevolate sarà possibile confinare sempre più il traffico veicolare all'esterno della città, aumentando contestualmente la domanda di trasporto che la metrotranvia dovrà soddisfare e riducendo inquinamento e traffico.

Simulazione della domanda di trasporto della metrotranvia

La simulazione di un nuovo sistema di trasporto consiste nel simulare l'interazione tra domanda e offerta in modo da ottenere i flussi di utenti e le prestazioni di ciascun elemento del sistema. Effettuare una simulazione ex novo comporta il dispendio di molto tempo e denaro: all'interno del presente elaborato non è stato possibile redigere uno studio completamente nuovo e, di conseguenza, verranno impiegati i risultati della simulazione effettuata nel 2002 ed utilizzata all'interno dello *“Studio di Fattibilità di una Metrotranvia in Como”* (Consorzio Poliedra e Politecnico di Milano, 2003). Nelle successive fasi di progettazione sarà possibile redigere una nuova simulazione, impiegando come base di partenza i dati utilizzati all'interno di questa analisi della domanda.

La simulazione effettuata nel 2002 è composta da un grafo rappresentante le principali direttrici di traffico veicolare, nonché le linee ferroviarie che interessano l'intero comune, per diverse tipologie di scenari. Per effettuare la ripartizione modale nello scenario futuro è stato utilizzato un modello logit multinomiale, ottenendo in questo modo l'assegnazione del traffico su ogni ramo del grafo; infine è stato possibile calibrare il modello grazie alle numerose rilevazioni di traffico che sono state effettuate sulle principali direttrici di traffico veicolare entranti in Como. I risultati della simulazione sono stati degli indicatori trasportistici in grado di rappresentare la domanda, l'offerta e le prestazioni del sistema di trasporto.

All'interno dello studio sono stati utilizzati molteplici scenari: lo scenario attuale, corrispondente allo stato di fatto dell'anno 2002; reference solution, corrispondente allo scenario di breve-medio termine con la costruzione di alcune opere infrastrutturali sul territorio come la Tangenziale Sud di Como, adeguamento della politica di park pricing, lo sviluppo socio-economico dell'intera area e la costruzione delle paratie antiesondazione; tre scenari, corrispondenti a ciascuna delle linee metrotranviarie di progetto (MTV Urbana, MTV Olgiate, MTV Cantù); un ultimo scenario che corrisponde alla soluzione finale della metrotranvia, con tutte le linee realizzate. Lo scenario del 2002 può essere considerato molto simile all'attuale in quanto, dopo una crescita del traffico e delle condizioni economiche dell'area, la crisi scoppiata nel 2008 ha riportato la situazione a quella dell'inizio degli anni 2000. Molte delle opere previste nella reference solution dovevano essere già state completate in questi anni ma così non è stato: questo scenario può essere considerato lo scenario di breve termine in quanto, le grandi opere infrastrutturali che cambieranno il volto di Como (Tangenziale Sud di Como e paratie antiesondazione), saranno completate in un arco di tempo ristretto. Per i motivi elencati in precedenza si ritiene che i risultati della simulazione non si discostano di molto da quelli che si otterrebbero da un'eventuale simulazione ex novo e, di conseguenza, possono essere utilizzati all'interno del presente elaborato per meglio comprendere i flussi di domanda e le caratteristiche del sistema di trasporto.

Spostamenti

Nel seguente paragrafo sono riportati i valori degli spostamenti ricavati tramite la simulazione, in funzione dei vari scenari considerati, riferiti all'ora di punta del mattino (7,30-8,30).

I dati riportati nelle tabelle 9 e 10 sono i valori degli spostamenti ottenuti dalla simulazione delle varie linee metrotranviarie di progetto.

Domanda Privato - Spostamenti						
	2002	Reference Solution	MTV urbana	MTV Olgiate	MTV Cantù	MTV Olgiate+Cantù
Interni	4103	4235	4103	4151	4105	4159
Scambio	15246	17629	17171	16707	16937	16452
Attraversamento	11312	13659	13652	13608	13635	13557
Park & Ride	6	15	163	141	136	108
TOTALE	30668	35539	35089	34607	34813	34275

Tabella 9 – Spostamenti relativi alla domanda di trasporto privato

Domanda Pubblico - Spostamenti						
	2002	Reference Solution	MTV urbana	MTV Olgiate	MTV Cantù	MTV Olgiate+Cantù
Interni	2756	3213	3329	3282	3329	3276
Scambio	5351	5844	6153	6641	6416	6931
Attraversamento	570	603	610	654	627	705
TOTALE	8676	9660	10092	10576	10372	10912

Tabella 10 – Spostamenti relativi alla domanda di trasporto pubblico

Nella tabella 9 sono riportati anche i dati relativi all'utilizzo del Park&Ride: l'introduzione della sola metrotranvia urbana aumenta di oltre 10 volte l'utilizzo dei parcheggi di interscambio, mentre il prolungamento della linea metrotranviaria verso i comuni limitrofi comporta un lieve calo dell'utilizzo del Park & Ride. Questo può essere spiegato dal fatto che gli utenti utilizzino la metrotranvia per la totalità del tragitto tra il luogo di residenza e il centro di Como abbandonando totalmente l'utilizzo dell'automobile, in quanto non devono recarsi fino alle porte della città per poter utilizzare il sistema di trasporto pubblico.

Nelle tabelle 11 e 12 vengono riportate le variazioni percentuali degli spostamenti delle linee in progetto rispetto allo scenario del 2002 e alla reference solution.

Scenario di riferimento: 2002		
	Spostamenti Privato	Spostamenti Pubblico
Reference Solution	13,7%	10,2%
MTV urbana	12,6%	14,0%
MTV Olgiate	11,4%	18,0%
MTV Cantù	11,9%	16,3%
MTV Olgiate+Cantù	10,5%	20,5%

Tabella 11 – Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario 2002

Scenario di riferimento: Reference Solution		
	Spostamenti Privato	Spostamenti Pubblico
MTV urbana	-1,3%	4,5%
MTV Olgiate	-2,6%	9,5%
MTV Cantù	-2,0%	7,4%
MTV Olgiate+Cantù	-3,6%	13,0%

Tabella 12 – Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario reference solution

I valori delle variazioni percentuali calcolati rispetto allo scenario del 2002, riportati nella tabella 11, mettono in evidenza come la costruzione delle nuove infrastrutture a servizio di Como e la

realizzazione della metrotranvia comporterebbe un sensibile aumento degli spostamenti sia privati sia pubblici.

I valori delle variazioni percentuali calcolati rispetto alla Reference Solution, riportati nella tabella 12, mettono in evidenza come l'introduzione del nuovo sistema di trasporto pubblico (la metrotranvia) comporti un aumento consistente della domanda di trasporto pubblico (fino al 13 %) e contestualmente una diminuzione della domanda di trasporto privato (fino al - 3,6 %). L'impatto della metrotranvia sul sistema dei trasporti dell'intera area può essere considerato positivo, conseguendo l'obiettivo di diminuire gli spostamenti privati ed incrementare l'utilizzo del mezzo pubblico.

Chilometri Percorsi

Nelle tabelle 13 e 14 sono riportati i valori dei chilometri percorsi, ottenuti tramite la simulazione dei vari scenari considerati, riferiti all'ora di punta del mattino (7,30-8,30).

Domanda Privato – Chilometri Percorsi						
	2002	Reference Solution	MTV urbana	MTV Olgiate	MTV Cantù	MTV Olgiate+Cantù
Convalle	39852	41498	40102	39165	39447	38648
Resto urbano	60340	63031	61521	60168	60733	59476
Extraurbane	258951	318229	315250	310464	312482	307156
TOTALE	359143	422758	416873	409797	412662	405280

Tabella 13 – Chilometri percorsi per gli spostamenti privati

Domanda Pubblico - Chilometri Percorsi						
	2002	Reference Solution	MTV urbana	MTV Olgiate	MTV Cantù	MTV Olgiate+Cantù
TOTALE	73474	78909	82372	90702	87617	96536

Tabella 14 - Chilometri percorsi per gli spostamenti pubblici

Nelle tabelle 15 e 16 invece vengono riportate le variazioni percentuali delle alternative progettuali rispetto allo scenario del 2002 e alla reference solution.

Scenario di riferimento: 2002		
	Km Percorsi Privato	Km Percorsi Pubblico
Reference Solution	15,0%	6,9%
MTV urbana	13,8%	10,8%
MTV Olgiate	12,4%	19,0%
MTV Cantù	13,0%	16,1%
MTV Olgiate+Cantù	11,4%	23,9%

Tabella 15 - Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario 2002

Scenario di riferimento: Reference Solution		
	Km Percorsi Privato	Km Percorsi Pubblico
<i>MTV urbana</i>	-1,4%	4,4%
<i>MTV Olgiate</i>	-3,1%	14,9%
<i>MTV Cantù</i>	-2,4%	11,0%
<i>MTV Olgiate+Cantù</i>	-4,1%	22,3%

Tabella 16 - Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario reference solution

I valori delle variazioni percentuali calcolati rispetto agli scenari di riferimento, e riportati nelle tabelle 15 e 16, mettono in evidenza come l'introduzione del nuovo sistema metrotranviario comporti un aumento dei chilometri percorsi da parte del trasporto pubblico, a discapito dei chilometri percorsi con il mezzo privato.

Domanda servita dalla metrotranvia

I dati utilizzati per l'analisi della domanda sono utili per prevedere la domanda che effettivamente deve essere servita dal nuovo sistema di trasporto pubblico, oltre a giustificare la scelta della metrotranvia e per dimensionare il servizio di trasporto.

I risultati riportati nel seguente paragrafo si riferiscono alla sola ora di punta del mattino (7,30 – 8,30) in quanto alcuni dei dati utilizzati si riferiscono solo a questo arco temporale.

LINEA 1: Como San Giovanni – Albate Camerlata

Nelle tabelle 17 e 18 sono riportati i parametri ed i risultati impiegati per il calcolo della domanda di trasporto relativa alla LINEA 1 Como San Giovanni – Albate Camerlata.

Matrice O/D 2012			
	Flussi di domanda matrice O/D	Variazione simulazione	Flusso di domanda
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	414	4,39%	433
<i>Mezzo privato</i>	1114	-1,39%	1099

Tabella 17 – Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione

Domanda servita		
	Percentuale flusso catturato dalla metrotranvia	Utenti serviti
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	50,00%	217
<i>Mezzo privato</i>	20,00%	220
TOTALE		437

Tabella 18 – Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali

Nelle tabella 17 sono riportati i valori degli spostamenti ottenuti dalla matrice O/D e le variazioni percentuali ottenute dalla simulazione del sistema di trasporto. Nella tabella 18 vengono invece riportate le percentuali degli spostamenti⁴³ degli utenti che utilizzerebbero il nuovo servizio di trasporto pubblico per dirigersi verso Como, e il valore totale della domanda di trasporto necessaria per il dimensionamento dell’offerta di trasporto (utenti serviti).

Park & Ride			
Autosilo	Posti auto	Percentuale di posti occupati	Utenti serviti
<i>Autosilo Valmulini</i>	630	60,00%	378
<i>Parcheggio Como Nord Camerlata</i>	200	60,00%	120
<i>Parcheggio Albate Camerlata</i>	150	60,00%	90
TOTALE			588

Tabella 19 – Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali

Nella tabella 19 sono riportate le capienze totali dei parcheggi di interscambio che interessano la linea metrotrnaviaria, le percentuali⁴⁴ di utenti che utilizzerebbero il servizio Park&Ride e quindi il numero totale di utenti che effettivamente impiegherebbero il nuovo sistema di trasporto pubblico.

⁴³ Il valore della percentuale di spostamenti effettuati con il mezzo pubblico e serviti dalla metrotranvia è stato stimato considerando che metà degli utenti utilizzi il sistema di trasporto pubblico su gomma esistente, oppure le linee ferroviarie presenti. Per quanto riguarda gli spostamenti effettuati con il mezzo privato e serviti dal nuovo sistema di trasporto pubblico la percentuale è stata stimata considerando che una piccola quota di automobilisti ritenga il servizio metrotranviario maggiormente appetibile rispetto all’utilizzo dell’automobile. I valori stimati sono frutto di ragionamenti teorici e sono indicativi; per studi approfonditi sarebbe opportuno effettuare un’indagine.

⁴⁴ Il valore percentuale di utilizzatori dei parcheggi di interscambio è stato stimato considerando l’attuale utilizzo di questi parcheggi e l’eventuale utenza che potrebbe utilizzare la nuova tipologia di sosta.

Passeggeri ferroviari			
Stazione	Passeggeri	Percentuale passeggeri	Utenti serviti
<i>Como Nord Lago</i>	371	50,00%	186
<i>Como Nord Borghi</i>	649	50,00%	325
<i>Como San Giovanni</i>	681	30,00%	205
TOTALE			716

Tabella 20 – Passeggeri che utilizzano la metrotranvia per recarsi nella stazione ferroviaria di Como San Giovanni

Nella tabella 20 sono riportati i valori dei passeggeri saliti/discesi (aumentati del 10 % in quanto i dati si riferivano al 2002 e i passeggeri che utilizzano attualmente i servizi ferroviari sono aumentati negli ultimi anni) nelle stazioni interessate dalla LINEA 1, le percentuali⁴⁵ di utenti che effettivamente utilizzerebbero il nuovo sistema di trasporto pubblico e il numero totale di utenti che andranno a comporre la domanda totale di spostamenti.

Il numero di **utenti totali** che la metrotranvia dovrà trasportare è pari a **1714 utenti**: è opportuno sottolineare come la realizzazione di questa linea avverrebbe almeno insieme ad un'altra linea (la LINEA 2).

LINEA 2: Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant'anna

Nelle tabelle 21 e 22 sono riportati i parametri ed i risultati impiegati per il calcolo della domanda di trasporto relativa alla LINEA 1 Como San Giovanni – Albate Camerlata e alla LINEA 2 Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant'Anna.

Matrice O/D 2012			
	Flussi di domanda matrice O/D	Variazione simulazione	Flusso di domanda
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	656	4,39%	685
<i>Mezzo privato</i>	2044	-1,39%	2016

Tabella 21– Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione

Domanda servita		
	Percentuale flusso catturato dalla metrotranvia	Utenti serviti
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	55,00%	377
<i>Mezzo privato</i>	20,00%	404
TOTALE		781

Tabella 22– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali

⁴⁵ Le percentuali sono state stimate tenendo in considerazione la posizione delle varie fermate e il fatto che gli utenti potrebbero recarsi alla stazione di Como San Giovanni in altri modi rispetto al trasporto pubblico (bicicletta, a piedi).

Nelle tabella 21 sono riportati i valori degli spostamenti ottenuti dalla matrice O/D e le variazioni percentuali ottenute dalla simulazione del sistema di trasporto.

Nella tabella 22 vengono invece riportate le percentuali di spostamenti⁴⁶ degli utenti che utilizzerebbero il nuovo servizio di trasporto pubblico per dirigersi verso Como, e il valore totale della domanda di trasporto necessaria per il dimensionamento dell'offerta di trasporto (utenti serviti).

Nella tabella 23 sono riportate le capienze totali dei parcheggi di interscambio che interessano la linea metrotrnaviaria, le percentuali⁴⁷ di utenti che utilizzerebbero il sistema Park&Ride e quindi il numero totale di utenti che effettivamente impiegherebbero il nuovo sistema di trasporto pubblico.

Nella tabella 24 sono riportati i valori dei passeggeri saliti/discesi nelle stazioni (aumentati del 10 % in quanto i dati si riferivano al 2002 e i passeggeri che utilizzano attualmente i servizi ferroviari sono aumentati negli ultimi anni) interessate dalla LINEA 1, le percentuali⁴⁸ che effettivamente utilizzerebbero il nuovo sistema di trasporto pubblico e il numero totale di utenti che andranno a comporre la domanda totale di spostamenti.

Park & Ride			
Autosilo	Posti auto	Percentuale di posti occupati	Utenti serviti
<i>Autosilo Valmulini</i>	630	60,00%	378
<i>Parcheggio Como Nord Camerlata</i>	200	50,00%	100
<i>Parcheggio Albate Camerlata</i>	150	50,00%	75
<i>Parcheggio Como Nord Grandate</i>	495	60,00%	297
TOTALE			850

Tabella 23– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali

⁴⁶ Il valore della percentuale di spostamenti effettuati con il mezzo pubblico e serviti dalla metrotranvia è stato stimato considerando che metà degli utenti utilizzi il sistema di trasporto pubblico su gomma esistente, oppure le linee ferroviarie presenti. Per quanto riguarda gli spostamenti effettuati con il mezzo privato e serviti dal nuovo sistema di trasporto pubblico la percentuale è stata stimata considerando che una piccola quota di automobilisti ritenga il servizio metrotrnaviario maggiormente appetibile rispetto all'utilizzo dell'automobile. I valori stimati sono frutto di ragionamenti teorici e sono indicativi; per studi approfonditi sarebbe opportuno effettuare un'indagine.

⁴⁷ Il valore percentuale di utilizzatori dei parcheggi di interscambio è stato stimato considerando l'attuale utilizzo di questi parcheggi e l'eventuale utenza che potrebbe utilizzare la nuova tipologia di sosta.

⁴⁸ Le percentuali sono state stimate tenendo in considerazione la posizione delle varie fermate e il fatto che gli utenti potrebbero recarsi alla stazione di Como San Giovanni in altri modi rispetto al trasporto pubblico (bicycletta, a piedi).

Passeggeri ferroviari			
Stazione	Passeggeri	Percentuale passeggeri	Utenti serviti
<i>Como Nord Lago</i>	371	50,00%	186
<i>Como Nord Borghi</i>	649	40,00%	260
<i>Como Nord Grandate</i>	596	40,00%	239
<i>Como San Giovanni</i>	681	30,00%	205
TOTALE			890

Tabella 24 – Passeggeri che utilizzano la metrotranvia per recarsi nella stazione ferroviaria di Como San Giovanni

Il numero di **utenti totali** che la metrotranvia dovrà trasportare è pari a **2521 utenti**: questo è il minimo valore al di sotto del quale non sarebbe possibile realizzare la metrotranvia.

LINEA 3: Como San Giovanni – Olgiate Comasco

Nelle tabelle 25 e 26 sono riportati i parametri ed i risultati impiegati per il calcolo della domanda di trasporto relativa alla LINEA 3 Como San Giovanni – Olgiate Comasco.

Matrice O/D 2012			
	Flussi di domanda matrice O/D diretti + indiretti	Variazione simulazione	Flusso di domanda
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	729	14,95%	838
<i>Mezzo privato</i>	2138	-3,07%	2073

Tabella 25– Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione

Domanda servita		
	Percentuale flusso catturato dalla metrotranvia	Utenti serviti
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	60,00%	503
<i>Mezzo privato</i>	25,00%	519
TOTALE		1022

Tabella 26– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali

Nelle tabelle 25 e 26 sono riportati i valori degli spostamenti ottenuti dalla matrice O/D e le variazioni percentuali ottenute dalla simulazione del sistema di trasporto (i flussi di domanda sono la somma dei flussi diretti e indiretti verso Como e degli spostamenti intrazonali che potrebbero essere effettuati con la metrotranvia). Nella tabella 26 vengono invece riportate le percentuali di

spostamenti⁴⁹ degli utenti che utilizzerebbero il nuovo servizio di trasporto pubblico per dirigersi verso Como, e il valore totale della domanda di trasporto necessaria per il dimensionamento dell'offerta di trasporto (utenti serviti).

Il numero di **utenti totali** che la metrotranvia dovrà trasportare è pari a **1022 utenti**. Nel tratto tra Como Nord Grandate e Como San Giovanni questa domanda si sovrappone alla domanda delle linee precedenti, **arrivando a 3543 utenti in totale**. Il valore di utenti serviti dalla LINEA 3 non è tale da giustificare l'impiego di questo sistema di trasporto, ma è opportuno ricordare che nella valutazione di questa linea non vengono considerati gli spostamenti tra i vari comuni, gli utenti che utilizzano il nuovo sistema di trasporto per raggiungere la stazione di Como Nord Grandate e quelli del parcheggio di interscambio adiacenti la stazione di Grandate, già considerati nello studio della LINEA 2: per questi motivi nei successivi stadi di progettazione sono necessari studi più approfonditi per determinare in maniera opportuna la reale domanda di trasporto che la metrotranvia dovrà servire.

LINEA 4: Como San Giovanni – Cantù

Nelle tabelle 27 e 28 sono riportati i parametri ed i risultati impiegati per il calcolo della domanda di trasporto relativa alla LINEA 4 Como San Giovanni – Cantù.

Matrice O/D 2012			
	Flussi di domanda matrice O/D diretti + indiretti	Variazione simulazione	Flusso di domanda
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	988	11,04%	1098
<i>Mezzo privato</i>	3405	-2,39%	3324

Tabella 27– Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione

Domanda servita		
	Percentuale flusso catturato dalla metrotranvia	Utenti serviti
<i>Mezzo pubblico (bus + treno)</i>	50,00%	549
<i>Mezzo privato</i>	30,00%	998
TOTALE		1547

Tabella 28– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali

Nelle tabelle 27 e 28 sono riportati i valori degli spostamenti ottenuti dalla matrice O/D e le variazioni percentuali ottenute dalla simulazione del sistema di trasporto (i flussi di domanda sono la somma

⁴⁹ Il valore della percentuale di spostamenti effettuati con il mezzo pubblico e serviti dalla metrotranvia è stato stimato considerando che metà degli utenti utilizzi il sistema di trasporto pubblico su gomma esistente, oppure le linee ferroviarie presenti. Per quanto riguarda gli spostamenti effettuati con il mezzo privato e serviti dal nuovo sistema di trasporto pubblico la percentuale è stata stimata considerando che una piccola quota di automobilisti ritenga il servizio metrotranviario maggiormente appetibile rispetto all'utilizzo dell'automobile. I valori stimati sono frutto di ragionamenti teorici e sono indicativi; per studi approfonditi sarebbe opportuno effettuare un'indagine.

dei flussi diretti e indiretti verso Como e degli spostamenti intrazonali che potrebbero essere effettuati con la metrotranvia). Nella tabella 28 vengono invece riportate le percentuali di spostamenti⁵⁰ degli utenti che utilizzerebbero il nuovo servizio di trasporto pubblico per dirigersi verso Como, e il valore totale della domanda di trasporto necessaria per il dimensionamento dell'offerta di trasporto (utenti serviti).

Il numero di **utenti totali** che la metrotranvia dovrà trasportare è pari a **1547 utenti**. Nel tratto tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni questa domanda si va a sommare alla domanda delle linee precedenti, **arrivando a 5090 utenti in totale**. Anche per questa linea, come per la LINEA 3, sarebbero necessari ulteriori studi per determinare la reale domanda di trasporto che la metrotranvia dovrà servire.

I valori totali degli utenti, che rappresentano la domanda di trasporto, sono necessari per determinare l'offerta della metrotranvia: nell'ultimo capitolo dell'elaborato, che riguarda lo studio e la pianificazione dell'orario, questi valori saranno utilizzati per calcolare la frequenza delle corse delle varie linee.

Linea metrotranviaria	Domanda di trasporto [pax/ora/dir]
LINEA 1 + LINEA 2	2521
LINEA 3	1022
LINEA 1 + LINEA 2 + LINEA 3	3543
LINEA 4	1547
LINEA 2 + LINEA 3 + LINEA 4	5090

Tabella 29 – Domanda di trasporto delle soluzioni di linee metrotranviarie

⁵⁰ Il valore della percentuale di spostamenti effettuati con il mezzo pubblico e serviti dalla metrotranvia è stato stimato considerando che metà degli utenti utilizzi il sistema di trasporto pubblico su gomma esistente, oppure le linee ferroviarie presenti. Per quanto riguarda gli spostamenti effettuati con il mezzo privato e serviti dal nuovo sistema di trasporto pubblico la percentuale è stata stimata considerando che una piccola quota di automobilisti ritenga il servizio metrotranviario maggiormente appetibile rispetto all'utilizzo dell'automobile. I valori stimati sono frutto di ragionamenti teorici e sono indicativi; per studi approfonditi sarebbe opportuno effettuare un'indagine.

Metrotranvia di Como – Tracciato sul Lungolago tra le stazioni di Como Nord Lago e Como San Giovanni

Le linee metrotranviarie utilizzano la linea ferroviaria FNM Milano – Saronno – Como, tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, per poter raggiungere il centro cittadino e collegarlo con la periferia. Le norme vigenti in materia di circolazione ferroviaria e i risultati emersi dallo studio e pianificazione dell'orario (illustrati nel capitolo "*Metrotranvia di Como – Pianificazione dell'orario del servizio*") mettono in evidenza la non fattibilità della circolazione promiscua tra treno e metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM: per permettere la realizzazione del nuovo sistema di trasporto è necessario deviare il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago sulla linea FS, utilizzando come nuovo capolinea la stazione di Como San Giovanni.

Lo spostamento del servizio FNM implica che il tracciato della metrotranvia prosegua oltre la stazione di Como Nord lago fino ad arrivare al nuovo capolinea del servizio FNM presso la stazione di Como San Giovanni: è necessario garantire un collegamento tra stazioni ferroviarie utilizzate in precedenza dal servizio FNM e le nuove stazioni, permettendo agli utenti di usufruire ancora della linea ferroviaria.

Il collegamento tra Como Nord Lago e Como San Giovanni può essere realizzato con la costruzione di un nuovo tracciato collocato sulla sede stradale delle principali vie di comunicazione della convalle: la forte urbanizzazione del centro città non consente la creazione di un tracciato in sede protetta. La circolazione del nuovo servizio metrotranviario sulla rete stradale della convalle introduce un nuovo problema riguardante l'interferenza tra metrotranvia, veicoli stradali e intersezioni semaforizzate: per consentire al trasporto pubblico di ottenere una buona velocità commerciale, in modo tale da renderlo competitivo rispetto agli altri sistemi di trasporto, è necessario prevedere un asservimento semaforico a favore della metrotranvia.

16. Il tracciato

Il nuovo tracciato della metrotranvia si sviluppa, svoltando a sinistra all'uscita dalla stazione di Como Nord Lago, su Lungolaro Trieste e Lungolaro Trento fino all'incrocio con via Rossellini e via Cavallotti: svoltando a sinistra imbocca via Cavallotti percorrendola sino a Piazza Cacciatori delle Alpi. Una volta giunto su Piazza Cacciatori delle Alpi svolta a destra in via Gallio, dirigendosi successivamente verso Piazzale San Rocchetto: attraversata l'intersezione del piazzale la metrotranvia prosegue in via Venini, per terminare il suo percorso in Piazzale San Gottardo, di fronte alla stazione di Como San Giovanni.

Il progetto dell'intero tracciato è riportato nell'**ALLEGATO 1 e 2**: nella tabella 30 sono riportati i parametri utilizzati per la progettazione gli elementi geometrici.

Raggio minimo	25	[m]
Pendenza max	80	[‰]
Velocità max	80	[Km/h]
Accelerazione max	1,00	[m/s ²]
Decelerazione max	1,20	[m/s ²]
Scartamento	1435	[m]
Larghezza veicolo	2,40	[m]

Tabella 30 – Parametri massimi e minimi per il dimensionamento degli elementi geometrici

Curva/Rettifilo	Direzione	Raggio [m]	Velocità [m/s]	Velocità max [Km/h]	Lunghezza [m]	Pendenza max [‰]
R 0	N. L.	\	\	50,0	20,0	0
	S. G.	\	\	50,0	20,0	0
C 1	N. L.	30	4,9	17,6	49,6	0
	S. G.	35	5,3	19,0	55,8	0
R 1	N. L.	\	\	50,0	214,6	0
	S. G.	\	\	50,0	204,0	0
C 2	N. L.	75	7,7	27,9	33,0	0
	S. G.	105	9,2	33,0	46,5	0
R 2	N. L.	\	\	50,0	34,2	0
	S. G.	\	\	50,0	29,7	0
C 3	N. L.	250	14,1	50,9	48,6	0
	S. G.	250	14,1	50,9	48,1	0
R 3	N. L.	\	\	50,0	211,9	0
	S. G.	\	\	50,0	219,2	0
C 4	N. L.	25	4,5	16,1	44,7	0
	S. G.	25	4,5	16,1	44,6	0
R 4	N. L.	\	\	50,0	215,5	0
	S. G.	\	\	50,0	216,7	0
C 5	N. L.	25	4,5	16,1	36,6	0
	S. G.	25	4,5	16,1	36,3	0
R 5	N. L.	\	\	50,0	71,9	0
	S. G.	\	\	50,0	65,5	0
C 6	N. L.	100	8,9	32,2	10,0	0
	S. G.	100	8,9	32,2	9,9	0
R 6	N. L.	\	\	50,0	26,4	0
	S. G.	\	\	50,0	26,1	0
C 7	N. L.	100	8,9	32,2	10,0	0
	S. G.	100	8,9	32,2	10,7	0
R 7	N. L.	\	\	50,0	52,4	0
	S. G.	\	\	50,0	53,2	0

C 8	N. L.	35	5,3	19,0	30,2	15
	S. G.	35	5,3	19,0	29,9	15
R 8	N. L.	\	\	50,0	110,5	30
	S. G.	\	\	50,0	106,1	30
C 9	N. L.	25	4,5	16,1	48,9	30
	S. G.	25	4,5	16,1	49,5	30
R 9	N. L.	\	\	50,0	50,0	20
	S. G.	\	\	50,0	50,0	20

Tabella 31 – Parametri degli elementi geometrici che compongono il tracciato sul lungolago

N.L. = direzione Como Nord Lago

S.G. = direzione Como San Giovanni

Nella tabella 31 sono riportati le caratteristiche degli elementi geometrici che costituiscono il tracciato (raggio delle curve, lunghezza dell'elemento, velocità massima, pendenza).

La realizzazione del nuovo tracciato comporta delle criticità nella circolazione della metrotranvia: le intersezioni di Piazza Cacciatori delle Alpi e Piazzale San Rocchetto necessitano dell'introduzione dell'asservimento semaforico per consentire al nuovo servizio metrotranviario di attraversarle contenendo entro limiti accettabili i perditempo; l'uscita dalla stazione di Como Nord Lago deve essere regolamentata per permettere al trasporto pubblico di immettersi sul flusso veicolare che percorre Lungolaro Trieste.

17. Il diagramma di trazione

Il diagramma di trazione è un diagramma tempo-velocità che riproduce il valore istantaneo della velocità durante lo spostamento del veicolo: la rappresentazione della velocità è necessaria per calcolare il tempo di percorrenza di un certo tratto della linea e la velocità media. Il diagramma è corredato da ulteriori due rappresentazioni: il diagramma spazio-tempo, che indica lo spazio percorso dal veicolo in funzione del tempo trascorso; il diagramma accelerazione-tempo, che indica l'accelerazione che compie il veicolo in un certo intervallo di tempo.

La costruzione del diagramma di trazione è effettuata utilizzando le equazioni della cinematica, le caratteristiche plano altimetriche del tracciato e i valori massimi di accelerazione, decelerazione e di velocità in rettilineo e in curva: in rettilineo la velocità massima è pari a 50 Km/h in quanto il tracciato è collocato all'interno di un ambito urbano, mentre per quanto riguarda la velocità massima di percorrenza delle curve essa è stata calcolata in funzione del raggio e di una accelerazione non compensata pari a $0,8 \text{ m/s}^2$. L'accelerazione nella maggior parte del tracciato è leggermente inferiore a quella massima ($0,90 \text{ m/s}^2$), mentre per il tratto finale in salita (da Piazzale San Rocchetto alla stazione di Como San Giovanni) è stata utilizzata un'accelerazione ulteriormente inferiore ($0,70 \text{ m/s}^2$); la decelerazione è pari a $1,00 \text{ m/s}^2$ lungo tutto il tracciato.

Il tracciato ha un lunghezza complessiva di 1320 metri e la metrotranvia impiega circa 255 secondi (pari a 4 minuti e un quarto) per percorrerlo: all'interno del tracciato è presente una fermata intermedia, in prossimità dell'intersezione tra via Cavallotti e via Rubini (Como Via Rubini), ed il

relativo tempo di fermata è stato quantificato in 30 secondi. La velocità commerciale della linea su questo tracciato è pari a 18,6 km/h: il valore di velocità commerciale è reso possibile dall'impiego dell'asservimento semaforico sulle inersezioni.

Nella **TAVOLA 7 dell'appendice** sono riportati il diagramma di trazione, il diagramma spazio-tempo e il diagramma accelerazione-tempo.

18. Asservimento semaforico in direzione Como San Giovanni

L'asservimento semaforico consiste nel dare la fase di verde al veicolo di trasporto pubblico quando esso si presenta sull'intersezione, senza penalizzare i restanti flussi veicolari. Lo scopo principale della realizzazione di questo intervento è di minimizzare i perditempo agli incroci: essendoci sempre una fase di verde disponibile il veicolo non è costretto a fermarsi per attendere la fase di verde necessaria per sgomberare l'intersezione, minimizzando di conseguenza il tempo di percorrenza della linea e rendendo il trasporto pubblico appetibile rispetto alle altre modalità di trasporto.

Il tracciato sul lungolago della metrotranvia attraversa tre incroci semaforizzati e due semafori pedonali: è necessario introdurre l'asservimento semaforico in modo tale da non penalizzare le prestazioni.

L'uscita della metrotranvia dalla stazione di Como Nord Lago presenta una problematica differente: è necessario permettere alla metrotranvia di immettersi nel flusso veicolare di Lungolaro Trieste in tutta sicurezza e in breve tempo. La soluzione al problema è l'installazione di un nuovo impianto semaforico, attuato dal trasporto pubblico, per fermare il flusso veicolare stradale sul lungolago: quando la metrotranvia riparte dalla stazione di Como Nord Lago, in direzione Como San Giovanni, il semaforo passa da giallo lampeggiante (la fase di giallo lampeggiante è presente quando non è necessario fermare il traffico per permettere l'immissione della metrotranvia) a verde e poi a rosso bloccando temporaneamente i veicoli; una volta transitata la metrotranvia il semaforo ritorna alla fase di giallo lampeggiante consentendo nuovamente la circolazione dei veicoli stradali.

Impianto utilizzato per l'attuazione dell'asservimento semaforico

L'attuazione dell'asservimento semaforico viene realizzato tramite un impianto appositamente dedicato, costituito da tre elementi base: dei rilevatori, necessari per individuare la posizione della metrotranvia lungo il tracciato; un computer centrale, con il compito di elaborare i dati in ingresso (posizione della metrotranvia, tempo di percorrenza tra i rilevatori e confronto con il diagramma di trazione previsto) e produrre le istruzioni da inviare agli impianti



Figura 32 – Rilevatori utilizzati in campo ferroviario ma adattabili alla metrotranvia

semaforici; un impianto di trasmissione radio dei dati tra tutti gli elementi (rilevatori, computer centrale e impianti semaforici).

Gli elementi necessari per costruire l'impianto sono già ampiamente utilizzati e questo consente un contenimento dei costi. I rilevatori verranno installati in coppia (due elementi a distanza ravvicinata) in modo tale da ottenere un duplice vantaggio: la ridondanza del dato riguardante l'istante in cui la metrotranvia transita sui rilevatori; prevenire il problema del cross talk, cioè individuare il corretto senso di marcia della metrotranvia, in quanto alcuni rilevatori potrebbero essere percorsi dai veicoli in entrambe le direzioni.

Le coppie di rilevatori previsti in progetto sono 3 e verranno posizionati a distanze diverse rispetto al punto di fermata del veicolo nella stazione di Como Nord Lago (situata 20 metri prima dell'inizio della curva che immette su Lungolago Trieste): la prima coppia è installata a 780 metri e serve per determinare l'istante in cui la metrotranvia si presenterà alle varie intersezioni, necessario per impartire le correzioni da dare ai cicli e alle fasi degli impianti semaforici; la seconda coppia è posta a 80 metri e serve per verificare, ed eventualmente correggere, le istruzioni che sono state inviate precedentemente agli impianti semaforici; la terza e ultima coppia di rilevatori è installata 10 metri dopo la fermata e serve per attuare l'impianto semaforico in uscita dalla stazione di Como Nord Lago e per effettuare un'ulteriore verifica nel caso in cui ci siano stati problemi o ritardi nella discesa/salita dei passeggeri.

L'impianto per l'attuazione dell'asservimento semaforico si completa con il nuovo impianto semaforico in uscita dalla stazione di Como Nord Lago, per permettere l'immissione in sicurezza del veicolo metrotranviario nel flusso veicolare che percorre Lungolario Trieste.

Modifiche ai cicli degli impianti semaforici sul tracciato della metrotranvia

L'asservimento semaforico utilizzato per il tracciato sul lungolago impiega delle modifiche ai cicli e alle fasi semaforiche degli impianti delle varie intersezioni in funzione dell'istante in cui la metrotranvia transita sulla prima coppia di rilevatori, in modo tale da dare sempre una fase di verde al servizio pubblico, minimizzando i perditempo per l'attraversamento dell'incrocio e cercando di non penalizzare i restanti flussi veicolari.

Le modifiche previste ai cicli possono essere di tre tipi:

- Il ciclo semaforico rimane invariato;
- Il ciclo semaforico viene diminuito, in modo tale da anticipare la fase di verde;
- Il ciclo semaforico viene aumentato, in modo tale da ritardare la fase di verde.

Gli impianti semaforici interessati dalla metrotranvia utilizzano cicli e fasi semaforiche diverse che, unite alla posizione lungo il tracciato delle intersezioni, necessitano di uno studio specifico per ogni intersezione. Le modifiche al ciclo e alle fasi semaforiche non vengono utilizzate per l'impianto in uscita dalla stazione di Como Nord Lago, in quanto questo semaforo viene attuato dalla metrotranvia nel caso in cui essa debba immettersi nel flusso veicolare di Lungolario Trieste.

La tipologia di asservimento semaforico illustrata viene impiegata dalla metrotranvia solo in direzione Como San Giovanni in quanto, nella direzione opposta, la presenza di corsie preferenziali minimizza le interferenze con il traffico stradale, consentendo l'utilizzo di un sistema meno complicato e meno costoso (Capitolo 21).

Impianto semaforico in uscita dalla stazione di Como Nord Lago

L'impianto semaforico in uscita dalla stazione di Como Nord Lago è collocato all'inizio di Lungolaro Trieste, all'uscita della rotonda di Piazza Matteotti: tale impianto viene attuato dal passaggio della metrotranvia sulla terza coppia di rilevatori e serve per permettere l'immissione del servizio di trasporto pubblico nel flusso veicolare di Lungolaro Trieste (nella **TAVOLA 8 dell'appendice** è riportata la planimetria del punto di immissione con la posizione degli impianti semaforici e il percorso dei veicoli).

La durata delle fasi semaforiche è stata determinata in funzione di alcuni elementi: la posizione della fermata di Como Nord Lago, l'istante in cui la metrotranvia transita sull'ultima coppia di rilevatori, il diagramma di trazione e un franco di sicurezza per impedire eventuali collisioni con i veicoli stradali.



Figura 33 – Ciclo semaforico attuato dalla metrotranvia passando sulla terza coppia di boe

Nella figura 33 è rappresentato il ciclo semaforico attuato dalla metrotranvia: al passaggio del veicolo sulla terza coppia di rilevatori il semaforo passa dalla fase di giallo lampeggiante alla fase di verde, che avrà una durata di 7 secondi; successivamente passa alla fase di giallo, della durata di 4 secondi, ed infine inizia la fase di rosso della durata di 15 secondi. La durata delle varie fasi sono state calibrate in modo tale da permettere l'inserimento della metrotranvia nel traffico veicolare in tutta sicurezza: dall'istante in cui inizia la fase di rosso all'istante in cui la parte anteriore del veicolo interessa la carreggiata trascorrono 4 secondi, in modo tale da permettere al veicolo metrotranviario di frenare in tutta sicurezza nel caso in cui non venga rispettata la fase di rosso da qualche veicolo stradale. La fase di rosso è stata calcolata in funzione della lunghezza del veicolo: sono necessari 10 secondi (in funzione della velocità di percorrenza della linea in questo tratto) per permettere alla parte posteriore della cassa di un veicolo, lungo circa 50 metri, di immettersi sulla corsia di sinistra di Lungolaro Trieste; al termine della fase di rosso è presente un ulteriore franco di sicurezza di 1 secondo che, sommato al ritardo di avvio dei veicoli alla ripresa della fase di giallo lampeggiante, garantisce un buon grado di sicurezza.

Piazza Cavour – Primo impianto semaforico pedonale

Il primo impianto che usufruisce dell'asservimento semaforico è il semaforo a servizio dell'attraversamento pedonale posto a nord-est di Piazza Cavour. L'attraversamento pedonale è interessato da notevoli flussi pedonali ed è necessario garantire una fase pedonale di verde di durata adeguata.

Il ciclo semaforico utilizzato dal flusso veicolare è composto da:

- Fase di verde = 60 [s]
- Fase di giallo = 5 [s]
- Fase di rosso = 19 [s]
- Ciclo semaforico = 84 [s]

Il ciclo semaforico utilizzato dal flusso pedonale è composto da:

- Fase di verde = 13 [s]
- Fase di giallo = 6 [s]
- Fase di rosso = 65 [s]

L'attuazione degli interventi dipende dal tempo trascorso dall'inizio del ciclo semaforico 1, nell'istante in cui la metrotranvia transita sulla prima coppia di rilevatori: in funzione di tale istante sono stati individuati tre intervalli di tempo, ad ognuno dei quali è associata una modifica (nella **TAVOLA 9 dell'appendice** sono rappresentati in forma grafica i cicli e le relative modifiche):

- Intervallo A: $0 \div 31$ [s]
- Intervallo B: $31 \div 46$ [s]
- Intervallo C: $46 \div 84$ [s]

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo A**, non è necessaria nessuna modifica ai cicli e alle fasi semaforiche.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo B**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: con il passare dei secondi la fase utile di verde per il transito del veicolo diminuisce e ciò comporta la necessità di aumentare il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo B. L'aumento massimo è pari a 15 secondi (in corrispondenza della fine dell'intervallo B) e viene suddiviso equamente su ciclo 1, 2 e 3: le fasi di verde e di rosso vengono aumentate di 2,5 secondi (fase di verde = 62,5 [s]; fase di rosso = 21,5 [s]), consentendo alla metrotranvia di avere una fase di verde sufficientemente ampia per sgomberare l'attraversamento pedonale.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo C**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: all'inizio dell'intervallo C la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di giallo, e ciò non consente al veicolo di sgomberare l'attraversamento pedonale in tempo utile. Per permettere il

passaggio in sicurezza è necessario diminuire il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo C: la diminuzione massima è pari a 38 secondi (in corrispondenza dell'inizio dell'intervallo C) e tale riduzione viene suddivisa equamente su ciclo 1, 2 e 3 la fase di verde diminuisce di 7,5 secondi (fase di verde = 52,5 [s]); e la fase di rosso viene ridotta di 5 secondi (fase di rosso = 14 [s]). In questo modo si consente al veicolo di presentarsi all'attraversamento all'inizio della fase di verde del ciclo 4.

Al termine dell'intervallo C si ritrovano le stesse condizioni dell'intervallo A, e nuovamente non sono necessarie modifiche al ciclo, e l'iter si ripete nello stesso modo.

Piazza Cavour – Secondo impianto semaforico pedonale

Il secondo impianto che usufruisce dell'asservimento semaforico è il semaforo a servizio dell'attraversamento pedonale posto a nord-ovest di Piazza Cavour: esso possiede le stesse caratteristiche dell'attraversamento pedonale visto nel precedente paragrafo.

Il ciclo semaforico utilizzato dal flusso veicolare è composto da:

- Fase di verde = 60 [s]
- Fase di giallo = 5 [s]
- Fase di rosso = 19 [s]
- Ciclo semaforico = 84 [s]

Il ciclo semaforico utilizzato dal flusso pedonale è composto da:

- Fase di verde = 13 [s]
- Fase di giallo = 6 [s]
- Fase di rosso = 65 [s]

L'attuazione degli interventi dipende dal tempo trascorso dall'inizio del ciclo semaforico 1, nell'istante in cui la metrotranvia transita sulla prima coppia di rilevatori: in funzione di tale istante sono stati individuati tre intervalli di tempo, ad ognuno dei quali è associata una modifica (nella **TAVOLA 10 dell'appendice** sono rappresentati in forma grafica i cicli e le relative modifiche):

- Intervallo A: $63 \text{ (ciclo 0)} \div 15,5 \text{ (ciclo 1)}$ [s]
- Intervallo B: $15,5 \div 36,5 \text{ (ciclo 1)}$ [s]
- Intervallo C: $36,5 \div 63 \text{ (ciclo 1)}$ [s]

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo A**, non è necessaria nessuna modifica ai cicli e alle fasi semaforiche.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo B**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: con il passare dei secondi la fase utile di verde per il transito della del veicolo diminuisce e ciò comporta la necessità di aumentare il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso

dall'inizio dell'intervallo B. L'aumento massimo è pari a 21 secondi (in corrispondenza della fine dell'intervallo B) e viene suddiviso equamente su ciclo 1, 2 e 3: le fasi di verde e di rosso vengono aumentate di 3,5 secondi (fase di verde = 63,5 [s]; fase di rosso = 22,5 [s]), consentendo alla metrotranvia di avere una fase utile di verde sufficientemente ampia per sgomberare l'attraversamento pedonale.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo C**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: all'inizio dell'intervallo C la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di rosso, provocando un aumento del tempo di viaggio di circa 25 secondi. Per diminuire al minimo i perditempo, e quindi incrementare la velocità commerciale è necessario diminuire il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo C: la diminuzione massima è pari a 27 secondi (in corrispondenza dell'inizio dell'intervallo C) e tale riduzione viene suddivisa equamente su ciclo 1, 2 e 3: la fase di verde diminuisce di 6 secondi (fase di verde = 54 [s];) e la fase di rosso viene ridotta di 3 secondi (fase di rosso = 16 [s]). In questo modo si consente al veicolo di presentarsi all'attraversamento all'inizio della fase di verde del ciclo 4.

Al termine dell'intervallo C si ritrovano le stesse condizioni dell'intervallo A, e nuovamente non sono necessarie modifiche al ciclo, e l'iter si ripete nello stesso modo.

Impianto semaforico intersezione Lungolario Trento – via Cavallotti – via Rosselli

L'intersezione tra Lungolario Trento, via Cavallotti e via Rosselli è la prima intersezione incontrata dalla metrotranvia: è regolata con un impianto semaforico a ciclo fisso e l'impianto semaforico è stato installato per regolare l'attraversamento pedonale, in quanto le manovre consentite al traffico veicolare sono limitate: da Lungolario Trento è possibile proseguire dritto verso via Rosselli, oppure svoltare a sinistra in via Cavallotti; da via Rosselli è consentita solo la svolta a destra in via Cavallotti; da via Cavallotti è consentita la svolta a destra su Lungolario Trento, ma tale manovra è utilizzata solamente dai mezzi di trasporto pubblico. Le svolte a destra di via Rosselli e la svolta a sinistra di Lungolario Trento avvengono contemporaneamente, con diritto di precedenza per il flusso veicolare in svolta a destra: nel momento in cui la metrotranvia svolta a sinistra, da Lungolario Trento verso via Cavallotti, il flusso veicolare di via Rosselli deve garantire la precedenza in quanto, secondo il codice della strada, il veicolo tranviario ha sempre la precedenza all'interno di un incrocio. L'operazione può avvenire in tutta sicurezza in quanto la velocità della metrotranvia è molto bassa (circa 15 Km/h) a causa del raggio della curva (25 metri).

Il ciclo semaforico utilizzato dal flusso veicolare di Lungolario Trento per svoltare a sinistra verso via Cavallotti è composto da:

- Fase di verde = 40 [s]
- Fase di giallo = 4 [s]
- Fase di rosso = 32 [s]
- Ciclo semaforico = 76 [s]

L'attuazione degli interventi dipende dal tempo trascorso dall'inizio del ciclo semaforico 1, nell'istante in cui la metrotranvia transita sulla prima coppia di rilevatori: in funzione di tale istante sono stati individuati tre intervalli di tempo, ad ognuno dei quali è associata una modifica (nella **TAVOLA 11 dell'appendice** sono rappresentati in forma grafica i cicli e le relative modifiche):

- Intervallo A: $18,5 \div 30$ (ciclo 0) [s]
- Intervallo B: $30 \div 50,5$ (ciclo 0) [s]
- Intervallo C: $50,5$ (ciclo 0) $\div 18,5$ (ciclo 1) [s]

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo A**, non è necessaria nessuna modifica ai cicli e alle fasi semaforiche.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo B**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: alla fine dell'intervallo B la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di rosso, provocando un aumento del tempo di viaggio di circa 26 secondi. Per diminuire i perditempo è necessario aumentare il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo B. L'aumento massimo è pari a 21 secondi (in corrispondenza della fine dell'intervallo B) e viene suddiviso equamente su ciclo 1, 2 e 3: le fasi di verde e di rosso vengono aumentate di 3,5 secondi (fase di verde = 43,5 [s]; fase di rosso = 35,5 [s]), consentendo alla metrotranvia di svoltare a sinistra in via Cavallotti.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo C**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: all'inizio dell'intervallo C la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di rosso, provocando un aumento del tempo di viaggio di circa 26 secondi. Per diminuire i perditempo è necessario diminuire il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo C: la diminuzione massima è pari a 27 secondi (in corrispondenza dell'inizio dell'intervallo C) e tale riduzione viene suddivisa sui cicli 0, 1, 2 e 3. Nel ciclo 0 viene diminuita la fase di rosso di 4 secondi (fase di rosso = 28 [s]), mentre per i restanti cicli la fase di verde diminuisce di 5,5 secondi (fase di verde = 34,5 [s]); e la fase di rosso viene ridotta di 4,5 secondi (fase di rosso = 27,5 [s]). In questo modo si consente al veicolo di presentarsi all'attraversamento all'inizio della fase di verde del ciclo 4.

Al termine dell'intervallo C si ritrovano le stesse condizioni dell'intervallo A, e nuovamente non sono necessarie modifiche al ciclo, e l'iter si ripete nello stesso modo.

Attraversamento pedonale all'incrocio tra via Cavallotti e via Rubini

L'impianto semaforico installato all'intersezione tra via Cavallotti e via Rubini viene utilizzato esclusivamente per consentire l'attraversamento pedonale di via Cavallotti. L'incrocio tra via Cavallotti e via Rubini è un importante punto di passaggio del flusso pedonale che dalla zona est della città entra nel centro storico ed, inoltre, è posizionato esattamente a metà del tracciato

metrotranviario: per questi motivi è stata inserita una nuova fermata prima dell'incrocio (Como Via Rubini), in modo tale da attuare la fase di rosso dell'impainto semaforico quando la metrotranvia è ferma per la salita e discesa dei passeggeri.

Il ciclo semaforico utilizzato dal flusso veicolare di via Cavallotti è composto da:

- Fase di verde = 46 [s]
- Fase di giallo = 5 [s]
- Fase di rosso = 21 [s]
- Ciclo semaforico = 72 [s]

L'attuazione degli interventi dipende dal tempo trascorso dopo 7 secondi dall'inizio del ciclo semaforico 0 (gli intervalli terminano 7 secondi dopo l'inizio del ciclo 1), nell'istante in cui la metrotranvia transita sulla prima coppia di rilevatori: in funzione di tale istante sono stati individuati tre intervalli di tempo, ad ognuno dei quali è associato una modifica (nella **TAVOLA 12 dell'appendice** sono rappresentati in forma grafica i cicli e le relative modifiche):

- Intervallo A: $7 \div 39$ (ciclo 0) [s]
- Intervallo B: 39 (ciclo 0) $\div 7$ (ciclo 1) [s]

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo A**, non è necessaria nessuna modifica ai cicli e alle fasi semaforiche.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo B**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: all'inizio dell'intervallo B la metrotranvia, quando riparte, ha una fase utile di verde minima. Per incrementare la fase utile di verde quando il veicolo ripartire ed avere la fase di rosso durante la fermata è necessario diminuire il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo B: la diminuzione massima è pari a 40 secondi (in corrispondenza dell'inizio dell'intervallo B) e tale riduzione viene suddivisa equamente su ciclo 1, 2, 3 e 4. La fase di verde diminuisce di 5 secondi (fase di verde = 41 [s]) e la fase di rosso viene ridotta di 5 secondi (fase di rosso = 16 [s]). In questo modo la fase di rosso viene a trovarsi durante la fermata per la salita/discesa dei passeggeri.

Al termine dell'intervallo B si ritrovano le stesse condizioni dell'intervallo A, e nuovamente non sono necessarie modifiche al ciclo, e l'iter si ripete nello stesso modo.

Impianto semaforico dell'intersezione di Piazza Cacciatori delle Alpi

L'impianto semaforico installato sull'intersezione di Piazza Cacciatori delle Alpi serve per regolare i flussi veicolari provenienti da via Cavallotti, via Garibaldi e via Gallio e diretti verso viale Varese (da via Cavallotti, via Gallio e via Garibaldi), via Gallio (da via Cavallotti e via Garibaldi) e via Cavallotti (da via Gallio, solo per il trasporto pubblico). L'impianto utilizza un ciclo semaforico fisso: le

manovre di via Cavallotti avvengono in maniera esclusiva mentre quelle di via Garibaldi e via Gallio avvengono contemporaneamente.

Il ciclo semaforico utilizzato dal flusso veicolare di via Cavallotti è composto da:

- Fase di verde = 48 [s]
- Fase di giallo = 4 [s]
- Fase di rosso = 32 [s]
- Ciclo semaforico = 84 [s]

L'attuazione degli interventi dipende dal tempo trascorso dopo 35,5 secondi dall'inizio del ciclo semaforico 0 (gli intervalli terminano 35,5 secondi dopo l'inizio del ciclo 1), nell'istante in cui la metrotranvia transita sulla prima coppia di rilevatori: in funzione di tale istante sono stati individuati tre intervalli di tempo, ad ognuno dei quali è associata una modifica (nella **TAVOLA 13 dell'appendice** sono rappresentati in forma grafica i cicli e le relative modifiche):

- Intervallo A: $35,5 \div 64$ (ciclo 0) [s]
- Intervallo B: $64 \div 84$ (ciclo 0) [s]
- Intervallo C: 84 (ciclo 0) $\div 35,5$ (ciclo 1) [s]

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo A**, non è necessaria nessuna modifica ai cicli e alle fasi semaforiche.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo B**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: alla fine dell'intervallo B la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di rosso, provocando un aumento del tempo di viaggio di circa 25 secondi. Per diminuire i perditempo è necessario aumentare il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo B. L'aumento massimo è pari a 20 secondi (in corrispondenza della fine dell'intervallo B) e viene suddiviso equamente su ciclo 1, 2, 3 e 4: le fasi di verde e di rosso vengono aumentate di 2,5 secondi (fase di verde = 50,5 [s]; fase di rosso = 34,5 [s]), consentendo alla metrotranvia di svoltare a destra in via Gallio.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo C**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: all'inizio dell'intervallo C la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di rosso, provocando un aumento del tempo di viaggio di circa 25 secondi. Per diminuire i perditempo è necessario diminuire il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo C: la diminuzione massima è pari a 36 secondi (in corrispondenza dell'inizio dell'intervallo C) e tale riduzione viene suddivisa equamente su ciclo 0, 1, 2, 3 e 4. La fase di verde diminuisce di 4,5 secondi (fase di verde = 43,5 [s]) e la fase di rosso viene ridotta di 4,5 secondi (fase di rosso = 27,5 [s]). In questo modo si consente al veicolo di presentarsi all'attraversamento all'inizio della fase di verde del ciclo 4.

Al termine dell'intervallo C si ritrovano le stesse condizioni dell'intervallo A, e nuovamente non sono necessarie modifiche al ciclo, e l'iter si ripete nello stesso modo.

Un'ulteriore modifica, necessaria per garantire la sicurezza del transito della metrotranvia, è quella di impedire l'attraversamento pedonale di via Gallio durante la manovra di svolta a destra da via Cavallotti: attualmente la manovra di svolta e l'attraversamento pedonale avviene contemporaneamente ma, per garantire la sicurezza della marcia della metrotranvia e dei pedoni, è necessario eliminare questa contemporaneità solamente durante il ciclo nel quale transita il nuovo servizio metrotranviario nell'intersezione. Per effettuare questa operazione è sufficiente che il computer centrale del sistema di asservimento semaforico comunichi all'impianto semaforico di non attivare il verde pedonale durante il ciclo in cui è previsto il transito della metrotranvia: per incrementare ulteriormente la sicurezza sarà indispensabile installare un rilevatore a monte dell'intersezione ed a una distanza adeguata in modo tale da verificare l'effettivo arrivo della metrotranvia in quell'istante.

Impianto semaforico dell'intersezione di Piazzale San Rocchetto

L'impianto semaforico installato sull'intersezione di Piazzale San Rocchetto serve per regolare i flussi che circolano tra viale Innocenzo XI e via Recchi e quelli che provengono da via Venini e via Gallio. L'impianto utilizza un ciclo semaforico fisso ed è molto articolato: sono previste delle fasi esclusive e delle fasi contemporanee per le varie manovre. La metrotranvia transita durante la fase di verde di via Gallio, contemporaneamente ai veicoli provenienti da via Venini: il flusso provenienti da quest'ultima via è di modesta entità in quanto la manovra è consentita solamente al trasporto pubblico (in ingresso all'intersezione da via Venini è presente solo la corsia riservata ai bus) e pertanto non si ritiene necessaria una fase esclusiva a favore della metrotranvia per garantire la sicurezza della circolazione.

L'attuazione dell'asservimento semaforico è condizionata dalla breve durata della fase di verde di via Gallio per proseguire verso via Venini, necessaria alla metrotranvia per raggiungere la stazione di Como San Giovanni: la fase di verde viene prolungata di 12 secondi in modo tale da ottenere una durata uguale a quella del gruppo di corsie che, sulla stessa via Gallio, svolta a destra in via Recchi e consentire l'introduzione dell'asservimento semaforico.

Il nuovo ciclo semaforico utilizzato da tutto il flusso veicolare di via Gallio è composto da:

- Fase di verde = 29 [s]
- Fase di giallo = 4 [s]
- Fase di rosso = 57 [s]
- Ciclo semaforico = 90 [s]

L'attuazione degli interventi dipende dal tempo trascorso dopo 27 secondi dall'inizio del ciclo semaforico 0 (gli intervalli terminano 27 secondi dopo l'inizio del ciclo 1), nell'istante in cui la metrotranvia transita sulla prima coppia di rilevatori: in funzione di tale istante sono stati

individuati tre intervalli di tempo, ad ognuno dei quali è associata una modifica (nella **TAVOLA 14 dell'appendice** sono rappresentati in forma grafica i cicli e le relative modifiche):

- Intervallo A: $27 \div 43$ (ciclo 0) [s]
- Intervallo B: $43 \div 76$ (ciclo 0) [s]
- Intervallo C: 76 (ciclo 0) $\div 27$ (ciclo 1) [s]

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo A**, non è necessaria nessuna modifica ai cicli e alle fasi semaforiche.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo B**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: alla fine dell'intervallo B la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di rosso, provocando un aumento del tempo di viaggio di circa 33 secondi. Per diminuire i perditempo è necessario aumentare il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo B. L'aumento massimo è pari a 33 secondi (in corrispondenza della fine dell'intervallo B) e tale riduzione viene suddivisa sui cicli 0, 1, 2 e 3. Nel ciclo 0 viene aumentata la fase di rosso di 3 secondi (fase di rosso = 60 [s]), mentre per i restanti cicli le fasi di verde e di rosso vengono aumentate di 5 secondi (fase di verde = 34 [s]; fase di rosso = 62 [s]), consentendo il transito della metrotranvia.

Se al passaggio della metrotranvia sulla prima coppia di rilevatori il ciclo semaforico si trova all'interno dell'**intervallo C**, è necessaria la modifica dei cicli e delle fasi semaforiche: all'inizio dell'intervallo C la metrotranvia si presenta all'intersezione durante la fase di rosso, provocando un aumento del tempo di viaggio di circa 33 secondi. Per diminuire i perditempo è necessario diminuire il ciclo semaforico e le relative fasi, proporzionalmente al tempo trascorso dall'inizio dell'intervallo C: la diminuzione massima è pari a 41 secondi (in corrispondenza dell'inizio dell'intervallo C) e tale riduzione viene suddivisa sui cicli 0, 1, 2, 3 e 4. Nel ciclo 0 viene diminuita la fase di rosso di 1 secondo (fase di rosso = 56 [s]), mentre per i restanti cicli la fase di verde diminuisce di 4 secondi (fase di verde = 25 [s]) e la fase di rosso viene ridotta di 6 secondi (fase di rosso = 51 [s]). In questo modo si consente al veicolo di presentarsi all'attraversamento all'inizio della fase di verde del ciclo 4.

Al termine dell'intervallo C si ritrovano le stesse condizioni dell'intervallo A, e nuovamente non sono necessarie modifiche al ciclo, e l'iter si ripete nello stesso modo.

NOME	CICLO ATTUALE VEICOLI				INTERVALLI			MODIFICHE INTERVALLO A				MODIFICHE INTERVALLO B				MODIFICHE INTERVALLO C			
	Cc	V	G	R	A	B	C	Cc	V	G	R	Cc	V	G	R	Cc	V	G	R
Piazza Cavour Primo impianto pedonale	84	60	5	19	0 (0) ÷ 31 (0)	31 (0) ÷ 46 (0)	46 (0) ÷ 84 (0)	\	\	\	\	89	62,5	5	21,5	71,5	52,5	5	14
Piazza Cavour Secondo impianto pedonale	84	60	5	19	63 (0) ÷ 15,5 (1)	15,5 (1) ÷ 36,5 (1)	36,5 (1) ÷ 63 (1)	\	\	\	\	91	63,5	5	22,5	75	54	5	16
Lungolario Trento via Cavallotti via Rosselli	76	40	4	32	18,5 (0) ÷ 30 (0)	30 (0) ÷ 50,5 (0)	50,5 (0) ÷ 18,5 (1)	\	\	\	\	83	43,5	4	35,5	66	34,5	4	27,5
via Cavallotti via Rubini	72	46	5	21	7 (0) ÷ 39 (0)	39 (0) ÷ 7 (1)	\	\	\	\	\	62	41	5	16	\	\	\	\
Piazza Cacciatori delle Alpi	84	48	4	32	35,5 (0) ÷ 64 (0)	64 (0) ÷ 84 (0)	84 (0) ÷ 35,5 (1)	\	\	\	\	89	50,5	4	34,5	75	43,5	4	27,5
Piazzale San Rocchetto	90	29	4	57	27 (0) ÷ 43 (0)	43 (0) ÷ 76 (0)	76 (0) ÷ 27 (1)	\	\	\	\	100	34	4	62	80	25	4	51

Tabella 32 – Tabella riassuntiva delle modifiche apportate al ciclo e alle fasi in funzione dell'asservimento semaforico

19. Valutazioni dell'impatto dell'asservimento semaforico sulle singole intersezioni

La valutazione dell'impatto dell'asservimento semaforico sui flussi veicolari che attualmente interessano l'intersezione è fondamentale per comprendere la fattibilità di questo intervento: la modifica del ciclo e delle fasi semaforiche non deve causare ritardi eccessivi per tutti i veicoli, ma poter comportare delle migliorie alla situazione attuale.

La valutazione della fattibilità dell'intervento è eseguita confrontando il ritardo medio per veicolo e il relativo livello di servizio dello stato di fatto con i risultati trovati apportando le modifiche ai cicli e alle fasi: il metodo utilizzato è quello proposto dalla HCM (Highway Capacity Manual). Il metodo si basa su molteplici dati in ingresso necessari a caratterizzare l'intersezione (geometria; volumi di traffico; condizioni di traffico; semaforizzazione) e stimando il flusso di saturazione relativo ad ogni gruppo di corsia permette di calcolare i parametri che caratterizzano l'intersezione (rapporto di flusso, capacità e rapporto di saturazione per ogni gruppo di corsie). Utilizzando i parametri dell'intersezione e la durata di cicli e fasi semaforiche è possibile calcolare il ritardo medio per ogni singolo veicolo per ogni gruppo di corsie e determinare il Livello di Servizio (LdS): i LdS vengono suddivisi in 6 gruppi in funzione del valore di ritardo medio (Tabella 33).

LdS	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [sec/veic]	DESCRIZIONE
A	≤ 10	Ritardo estremamente limitato causato da: <ul style="list-style-type: none"> - Coordinazione semaforica favorevole; - Maggior parte dei veicoli si presenta nella fase di verde; - Brevi tempi di ciclo possono contribuire a limitare i ritardi veicolari.
B	10 ÷ 20	Ottenibile con buona coordinazione e/o con brevi tempi di ciclo.
C	20 ÷ 35	<ul style="list-style-type: none"> - Ritardi causati da coordinazione non buona e/o da tempi di ciclo lunghi; - Numero veicoli arrestati per ciclo significativi;
D	35 ÷ 55	Influenza della congestione, insufficienza del ciclo e rilevanti ritardi causati da: <ul style="list-style-type: none"> - Coordinazione sfavorevole, tempi di ciclo prolungati; - Gradi di saturazione (rapporto tra flusso e capacità) elevati.
E	55 ÷ 80	Ritardi motivati da: <ul style="list-style-type: none"> - Scarsa coordinazione semaforica; - Lunghi tempi di ciclo; - Elevati gradi di saturazione; - Frequenti insufficienze del ciclo. 80 [sec/veic] = limite accettabile di ritardo veicolare
F	> 80	Considerato inaccettabile da gran parte dei conducenti e si verifica in presenza di: <ul style="list-style-type: none"> - Sovrasaturazione o frequenti insufficienze del ciclo; - Scarsa coordinazione semaforica; - Lunghi tempi di ciclo.

Tabella 33 – Livelli di Servizio individuati dall'HCM

Lo studio dell'impatto dell'asservimento semaforico è eseguito per le tre intersezioni che interessano il tracciato della metrotranvia: intersezione tra Lungolario Trento, via Rosselli e via Cavallotti; intersezione di Piazza Cacciatori delle Alpi; intersezione di Piazzale San Rocchetto. Le restanti tre intersezioni pedonali (impianti pedonali di Piazza Cavour e impianto pedonale all'intersezione tra via Cavallotti e via Rubini) non state oggetto dello studio in quanto sono impianti semaforici pedonali.

Intersezione Lungolario Trento/via Cavallotti/via Rosselli

L'intersezione tra Lungolario Trento, via Rosselli e via Cavallotti è una classica intersezione a T completamente semaforizzata:

- Lungolario Trento è una strada ad unica carreggiata formata da 3 corsie (2 corsie per tutti i veicoli in direzione ovest e 1 corsia riservata ai bus in direzione est);
- via Rosselli è una strada ad unica carreggiata con 3 corsie, utilizzate da tutti i veicoli (2 corsie in direzione ovest e 1 corsia in direzione est, con l'obbligo di svolta a destra), e costituisce il proseguimento di Lungolario Trento;
- via Cavallotti è una strada ad unica carreggiata formata anch'essa da 3 corsie (2 corsie per tutti i veicoli in direzione sud e 1 corsia riservata ai bus in direzione nord, con l'obbligo di svolta a destra).

Stato di Fatto

Nella figura 35 è riportata la planimetria dell'intersezione con i 4 gruppi di corsia utilizzati per l'analisi: 1 gruppo di corsia in via Rosselli per la svolta a destra; 1 gruppo di corsia in via Cavallotti per la svolta a destra; 2 gruppi di corsia in Lungolario Trento (1 dritto e 1 svolta a sinistra-dritto).

Nella figura 34 sono riportate le fasi relative ad ogni gruppo gruppo di corsia, rappresentate in modo tale da evidenziare la cronologia con la quale si susseguono.



Figura 34 – Cicli semaforici e loro cronologia

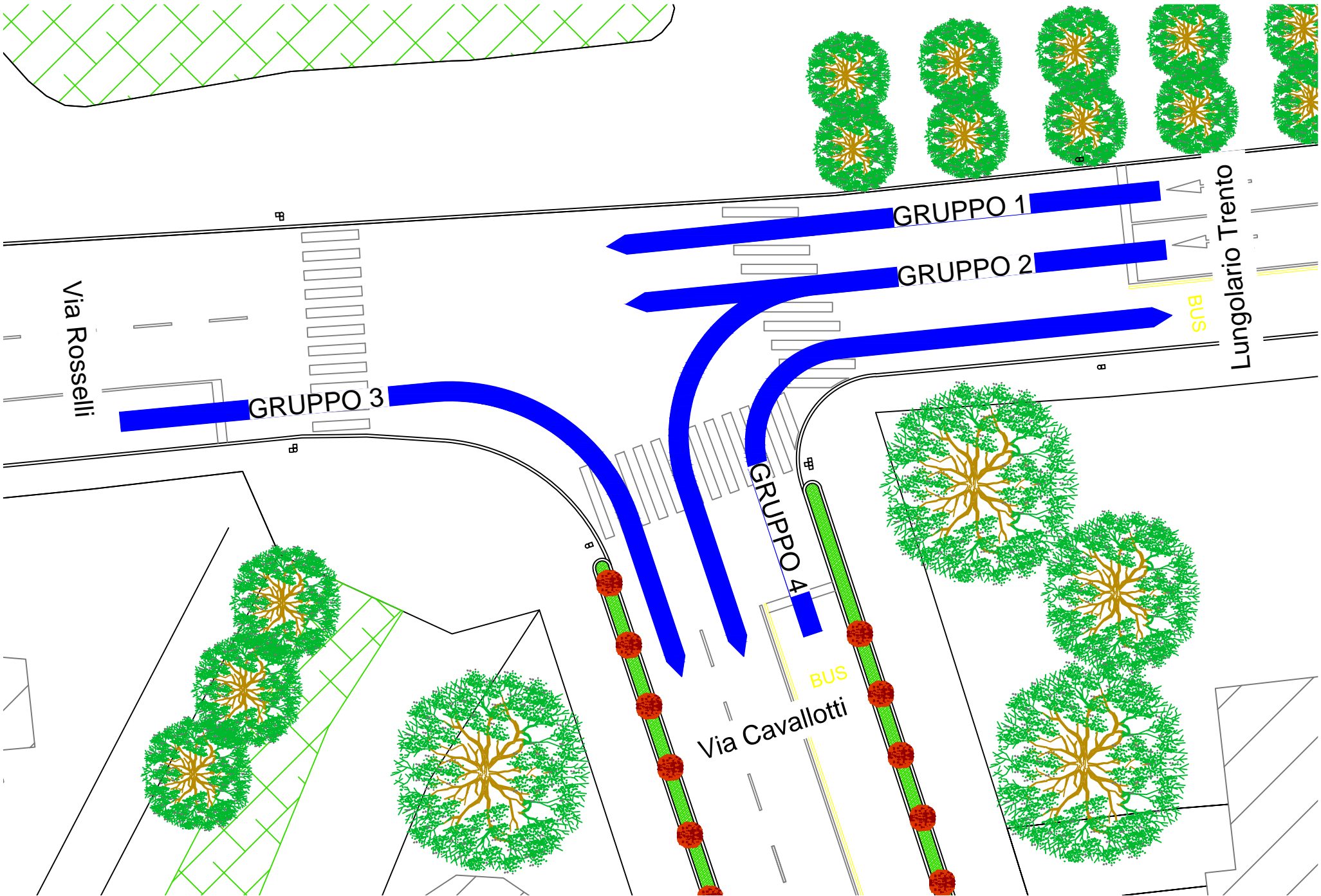
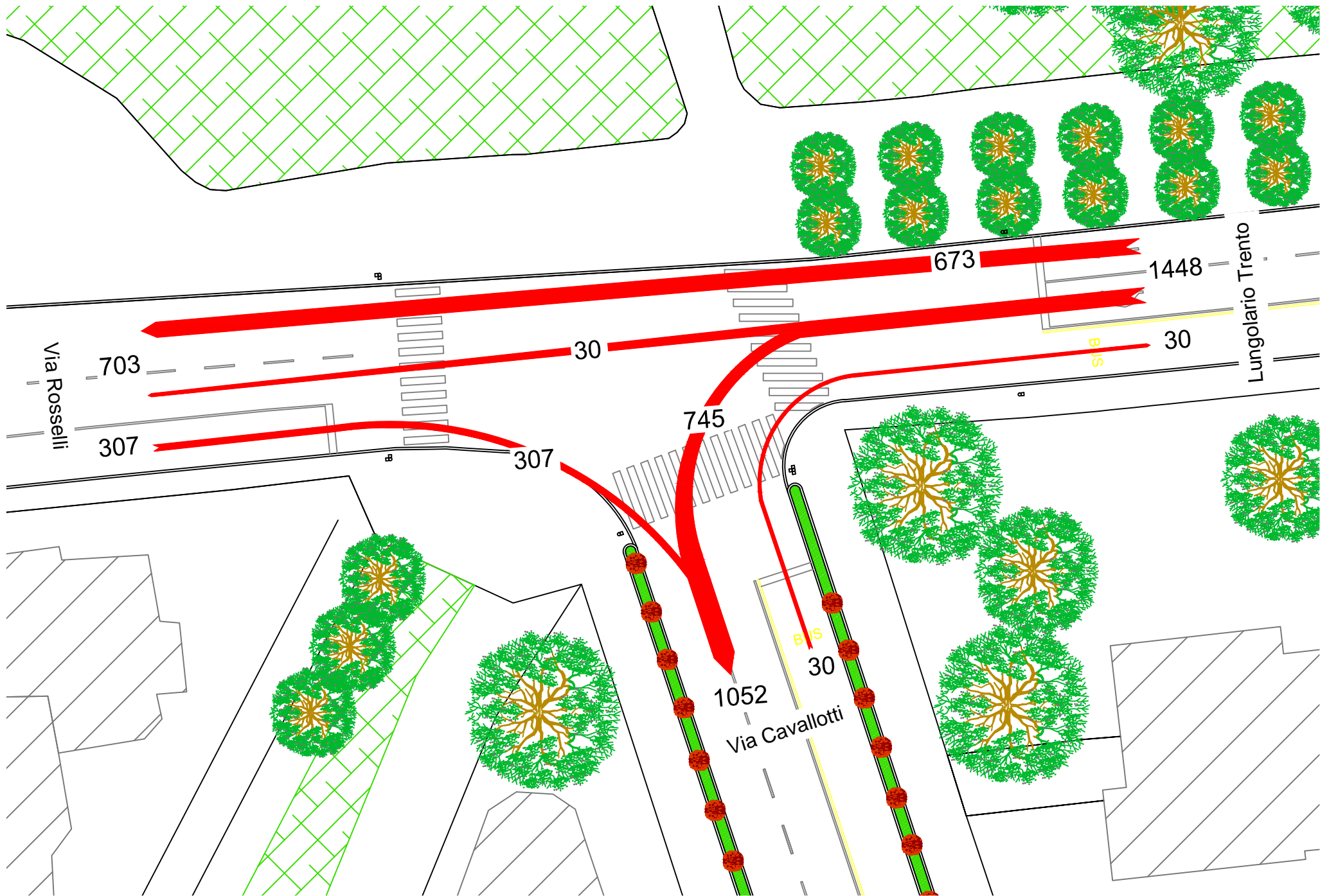


Figura 35 - Gruppi di corsa dell'intersezione Lungolario Trento, via Roselli e via Cavallotti

Figura 36 - Flussi veicolari che dell'intersezione Lungolaro Trento, via Rosselli e via Cavallotti [veicoli/ora]



Nella tabella 34 sono riportate le caratteristiche relative ad ogni gruppo di corsie. Nella figura 36 sono invece riportati i valori dei flussi veicolari che interessano l'intersezione utilizzati per il calcolo dei livelli di servizio.

GRUPPO DI CORSIA	N° CORSIE	LARGHEZZA CORSIA	CICLO SEMAFORICO			
			Ciclo	Verde	Giallo	Rosso
1	1	3,10	76	40	4	32
2	1	3,16	76	40	4	32
3	1	3,34	76	40	4	32
4	1	3,73	76	8	4	64

Tabella 34 – Caratteristiche dei gruppi di corsie

Nella tabella 35 sono infine riportati i livelli di servizio e alcuni parametri, calcolati con il metodo HCM, in funzione delle caratteristiche geometriche e dei flussi che transitano sull'intersezione.

GRUPPO DI CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde) [veic/h]	RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)	RITARDO		LIVELLO DI SERVIZIO
			[sec/veic]	[sec/ora]	
1	920	0,73	19,5	13133	B
2	536	1,45	229,2	177640	F
3	804	0,38	12,6	3859	B
4	147	0,20	35,0	1051	D

Tabella 35 – Risultati dell'analisi dell'intersezione e Livelli di Servizio per ogni gruppo di corsie

I risultati ottenuti dallo studio dello stato di fatto dell'intersezione (riportati nella tabella 35) mostrano un livello di servizio dell'intera intersezione accettabile. Il gruppo di corsia 2 (manovra di svolta a sinistra in via Cavallotti da Lungolario Trento) presenta un livello di servizio inaccettabile: la contemporaneità manovra di svolta a sinistra da Lungolario Trento verso via Cavallotti e la svolta a destra da via Rosselli comporta un ritardo a causa della precedenza che i veicoli di questo gruppo di corsia devono dare al flusso veicolare del gruppo di corsia 3.

Ciclo con asservimento semaforico

La valutazione numerica dell'impatto che l'asservimento semaforico provoca sull'intersezione esistente viene effettuata calcolando nuovamente il ritardo medio per veicolo e i livelli di servizio dell'intersezione utilizzando i cicli e le fasi semaforiche modificati a causa dell'asservimento, e confrontando poi i risultati ottenuti con quelli dello stato di fatto. Questa operazione viene effettuata solo per l'intervallo B e C in quanto durante l'intervallo A non sono previste modifiche.

Aumento del ciclo e delle fasi semaforiche (Intervallo B)

Nella figura 37 sono riportati i valori delle nuove fasi semaforiche relative ad ogni gruppo di corsia e la cronologia con la quale si susseguono. Nella tabella 36 invece sono riportati i valori di ritardo

calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori dello stato di fatto.

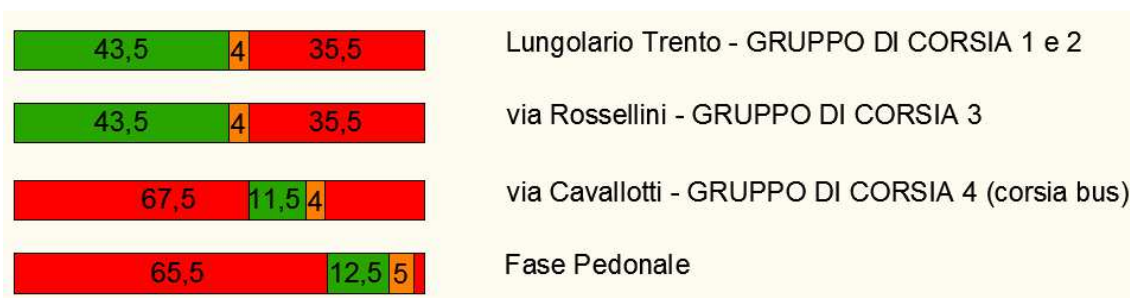


Figura 37 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	918	-0,22%	0,73	0,00%	21	7,69%	14108	7,42%	C
2	530	-1,12%	1,46	0,69%	236,1	3,01%	182962	3,00%	F
3	803	-0,12%	0,38	0,00%	13,7	8,73%	4196	8,73%	B
4	202	37,41%	0,15	-25,00%	33,8	-3,43%	1014	-3,52%	C

Tabella 36 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo B dell'asservimento semaforico

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto allo stato di fatto (tabella 36) mostrano che l'attuazione dell'asservimento semaforico provoca un aumento contenuto del ritardo per ogni singolo veicolo (3 ÷ 8 %), ma ciononostante i livelli di servizio rimangono quasi invariati, con il solo peggioramento del LdS del gruppo di corsia 1 (passa da B a C). Nel gruppo di corsia 4 invece avviene una diminuzione del ritardo in quanto l'aumento del ciclo semaforico e della rispettiva fase di verde comporta un aumento della capacità e quindi una diminuzione del ritardo.

Diminuzione del ciclo e delle fasi semaforiche (Intervallo C)

Nella figura 38 sono riportati i valori delle nuove fasi semaforiche relative ad ogni gruppo di corsia e la cronologia con la quale si susseguono. Nella tabella 37 invece sono riportati i valori di ritardo calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori dello stato di fatto.



Figura 38 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	910	-1,09%	0,74	1,37%	18.2	-6,67%	12223	-6,93%	B
2	536	0,00%	1,45	0,00%	227	-0,96%	175893	-0,98%	F
3	796	-1,00%	0,39	2,63%	11.4	-9,52%	3488	-9,61%	B
4	157	6,80%	0,19	-5,00%	30	-14,29%	900	-14,37%	C

Tabella 37 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo C dell'asservimento semaforico

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto allo stato di fatto (tabella 37) mostrano che l'attuazione dell'asservimento semaforico provoca una diminuzione del ritardo per ogni singolo veicolo (1 ÷ 14 %) e un miglioramento dei livelli di servizio. Il gruppo di corsia 2 rimane pressochè invariato, mentre il gruppo di corsia 4 subisce una grande riduzione del ritardo causato principalmente dalla diminuzione della durata del ciclo semaforico.

In definitiva lo studio effettuato per questa intersezione mostra che l'asservimento semaforico genera notevoli vantaggi al servizio metrotranviario, senza causare eccessivi disagi agli altri utenti: addirittura, in alcuni casi, si vede un miglioramento dei livelli di servizio del trasporto stradale.

Intersezione Piazza Cacciatori delle Alpi

L'intersezione di Piazza Cacciatori delle Alpi è un'intersezione a 4 bracci completamente semaforizzata:

- via Cavallotti è una strada ad unica carreggiata formata da 3 corsie (2 corsie per tutti i veicoli in direzione sud e 1 corsia riservata ai bus in direzione nord);
- via Garibaldi è una strada ad unica carreggiata con 2 corsie, utilizzate da tutti i veicoli (entrambe le corsie sono in direzione ovest, con il divieto di svolta a sinistra);
- via Gallio è una strada ad unica carreggiata formata da 3 corsie (1 corsia per tutti i veicoli in direzione est con l'obbligo di svolta a destra; 1 corsia riservata ai bus in direzione est, con l'obbligo di svolta a sinistra; 1 corsia per tutti i veicoli in direzione ovest);
- viale Varese è una strada ad unica carreggiata formata da due corsie (entrambe le corsie sono in direzione sud ed utilizzate da tutti i veicoli).

Stato di Fatto

Nella figura 40 è riportata la planimetria dell'intersezione con i 6 gruppi di corsia utilizzati per l'analisi: 2 gruppi di corsia in via Cavallotti (1 dritto e 1 dritto-svolta a destra); 2 gruppi di corsia in via Garibaldi (1 dritto e 1 sinistra); 2 gruppi di corsia in via Gallio (1 svolta a sinistra e 1 svolta a destra).

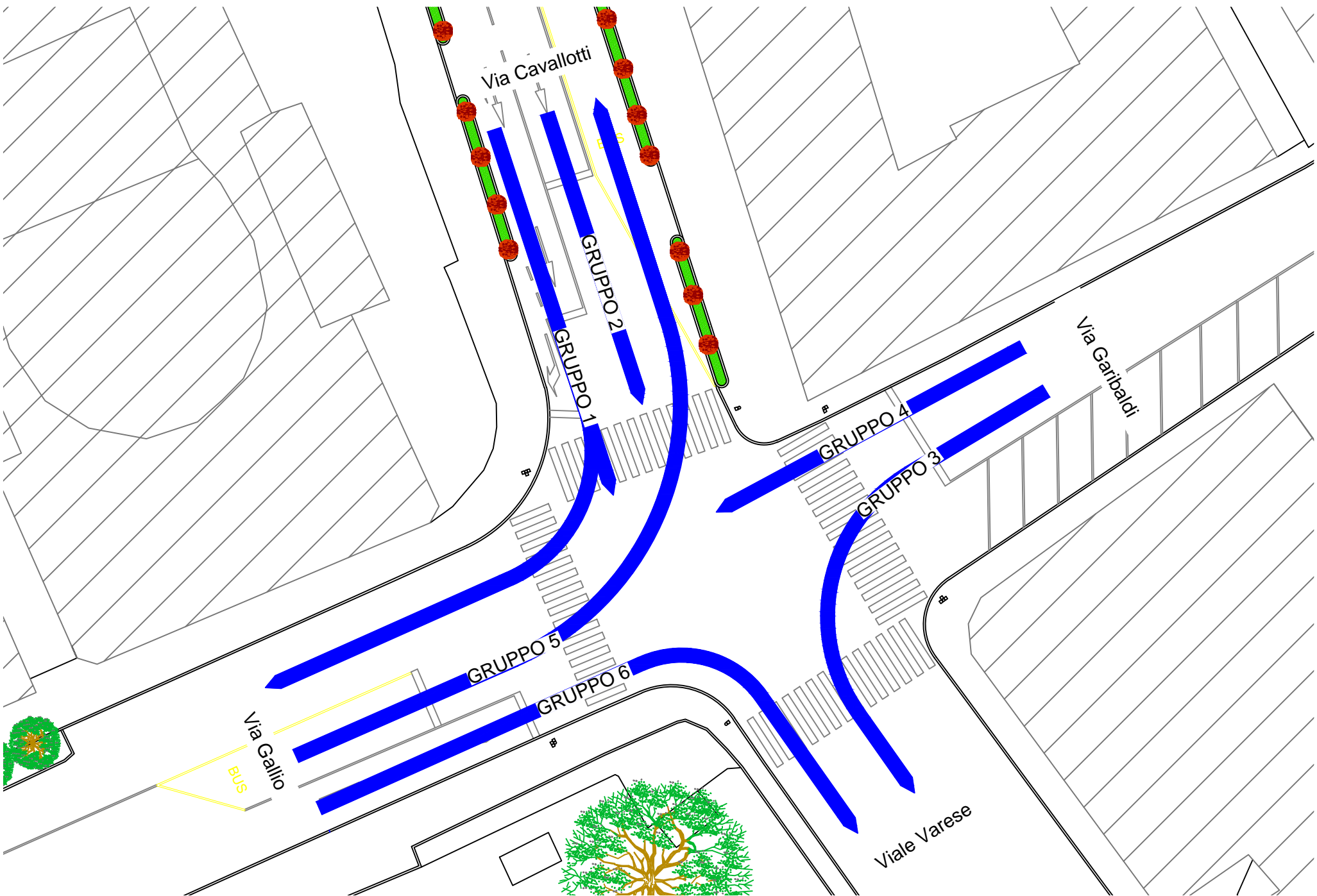
Nella figura 41 sono invece riportati i valori dei flussi veicolari che interessano l'intersezione utilizzati per il calcolo dei livelli di servizio.

Nella figura 39 sono riportate le fasi relative ad ogni gruppo gruppo di corsia, rappresentate in modo tale da evidenziare la cronologia con la quale susseguono.



Figura 39 – Cicli semaforici e loro cronologia

Figura 40 - Gruppi di corsia dell'intersezione di Piazza degli Alpini



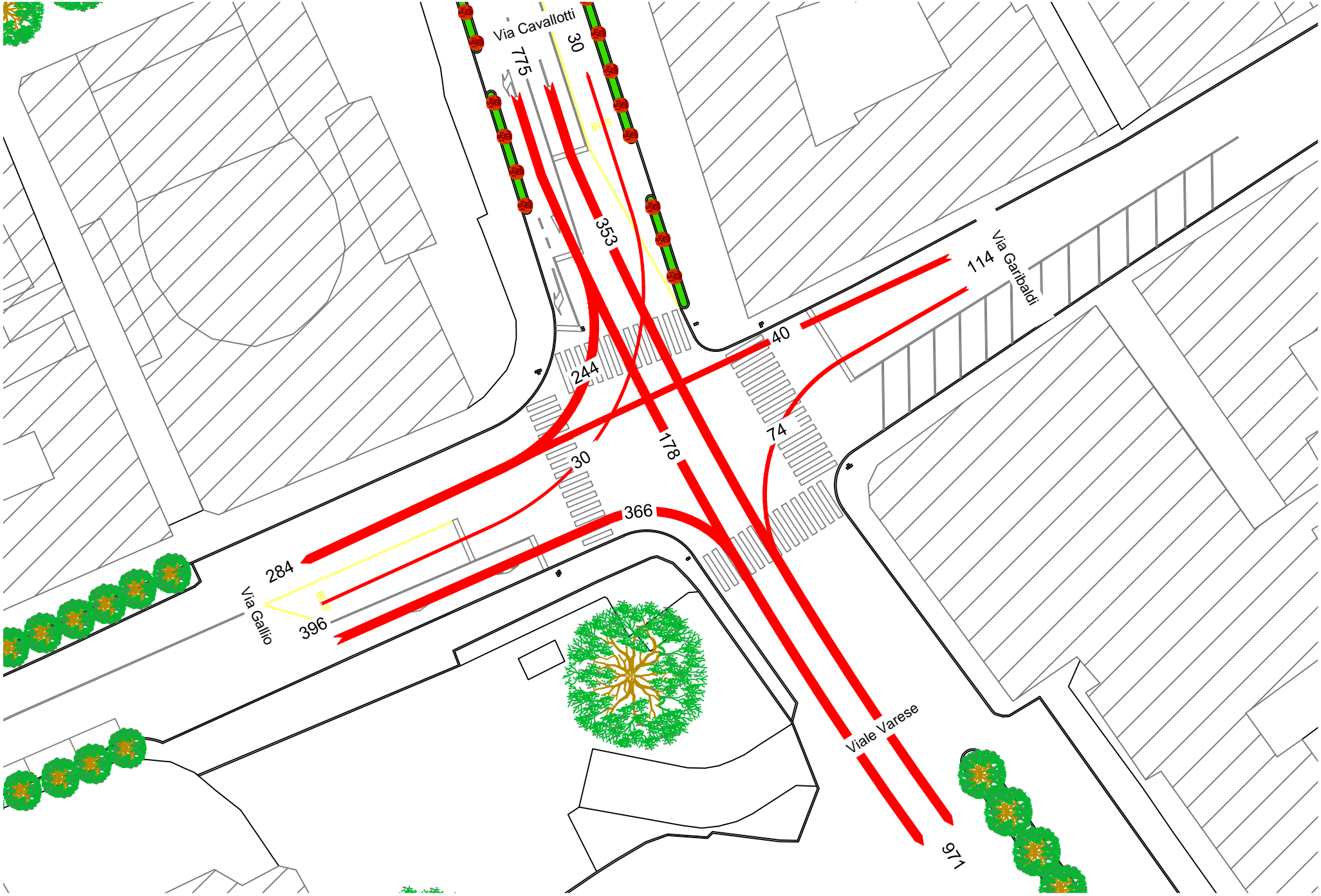


Figura 41 - Flussi veicolari dell'intersezione di Piazza degli Alpini [veic/ora]

Nella tabella 38 sono riportate le caratteristiche relative ad ogni gruppo di corsie.

GRUPPO DI CORSIA	N° CORSIE	LARGHEZZA CORSIA	CICLO SEMAFORICO			
			Ciclo	Verde	Giallo	Rosso
1	1	3,31	83	48	4	31
2	1	3,46	83	48	4	31
3	1	4,13	83	23	4	56
4	1	4,00	83	23	4	56
5	1	4,37	83	23	4	56
6	1	3,48	83	23	4	56

Tabella 38 – Caratteristiche dei gruppi di corsie

Nella tabella 39 sono infine riportati i livelli di servizio e alcuni parametri, calcolati con il metodo HCM, in funzione delle caratteristiche geometriche e dei flussi che transitano sull'intersezione.

GRUPPO DI CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde) [veic/h]	RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)	RITARDO		LIVELLO DI SERVIZIO
			[sec/veic]	[sec/ora]	
1	864	0,49	12,8	5390	B
2	1059	0,33	10,5	3697	B
3	250	0,30	27,3	2022	C
4	503	0,08	23,2	928	C
5	356	0,08	23,4	702	C
6	413	0,88	58,5	21398	E

Tabella 39 – Risultati dell'analisi dell'intersezione e Livelli di Servizio per ogni gruppo di corsie

I risultati ottenuti dallo studio dello stato di fatto dell'intersezione (riportati nella tabella 39) mostrano un livello di servizio dell'intera intersezione accettabile. Il gruppo di corsia 6 (manovra di svolta a destra in viale Varese) presenta un livello di servizio al limite dell'accettabilità: il ritardo è causato dal grande flusso veicolare che effettua la manovra e dalla ridotta durata della fase di verde.

Ciclo con asservimento semaforico

La valutazione numerica dell'impatto che l'asservimento semaforico provoca sull'intersezione esistente viene effettuata calcolando nuovamente il ritardo medio per veicolo e i livelli di servizio dell'intersezione utilizzando i cicli e le fasi semaforiche modificati a causa dell'asservimento, e confrontando poi i risultati ottenuti con quelli dello stato di fatto. Questa operazione viene effettuata solo per l'intervallo B e C in quanto durante l'intervallo A non sono previste modifiche.

Aumento del ciclo e delle fasi semaforiche (Intervallo B)

Nella figura 42 sono riportati i valori delle nuove fasi semaforiche relative ad ogni gruppo di corsia

e la cronologia con la quale si susseguono. Nella tabella 40 invece sono riportati i valori di ritardo calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori dello stato di fatto.



Figura 42 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	849	-1,74%	0,5	2,04%	14,2	10,94%	5988	11,09%	B
2	1040	-1,79%	0,34	3,03%	11,7	11,43%	4127	11,63%	B
3	311	24,40%	0,24	-20,00%	24,7	-9,52%	1830	-9,50%	C
4	587	16,70%	0,07	-12,50%	21,9	-5,60%	877	-5,50%	C
5	418	17,42%	0,07	-12,50%	22,1	-5,56%	622	-11,40%	C
6	482	16,71%	0,76	-13,64%	38,4	-34,36%	14067	-34,26%	D

Tabella 40 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo B dell'asservimento semaforico

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto allo stato di fatto (tabella 40) mostrano che l'attuazione dell'asservimento semaforico provoca un aumento del ritardo per ogni singolo veicolo (circa 11 %) nei gruppi di corsia 1 e 2, ma il livello di servizio rimane sempre ottimale: l'incremento del ritardo è imputabile all'aumento della durata del ciclo semaforico. I restanti gruppi di corsia hanno una diminuzione dei ritardi, in particolare per quanto riguarda il gruppo di corsia 6: la diminuzione del ritardo (-34 %) causa un miglioramento del livello di servizio (dal livello E al livello D). La diminuzione del ritardo per ogni singolo veicolo è da imputare all'aumento della durata della fase di verde.

Diminuzione del ciclo e delle fasi semaforiche (Intervallo C)

Nella figura 43 sono riportati i valori delle nuove fasi semaforiche relative ad ogni gruppo di corsia

e la cronologia con la quale si susseguono. Nella tabella 41 invece sono riportati i valori di ritardo calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori dello stato di fatto.



Figura 43 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	865	0,12%	0,49	0,00%	11,7	-8,59%	4936	-8,42%	B
2	1059	0,00%	0,33	0,00%	9,5	-9,52%	3362	-9,06%	A
3	262	4,80%	0,28	-6,67%	24,1	-11,72%	1785	-11,72%	C
4	519	3,18%	0,08	0,00%	20,5	-11,64%	821	-11,53%	C
5	370	3,93%	0,08	0,00%	20,7	-11,54%	620	-11,68%	C
6	426	3,15%	0,86	-2,27%	45,3	-22,56%	16598	-22,43%	D

Tabella 41 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo C dell'asservimento semaforico

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto allo stato di fatto (tabella 41) mostrano che l'attuazione dell'asservimento semaforico provoca una diminuzione del ritardo per ogni singolo veicolo in tutti i gruppi di corsia (8 ÷ 22 %). I miglioramenti maggiori sono nel gruppo di corsia 2, con l'aumento del livello di servizio da B ad A, e nel gruppo di corsia 6, con l'aumento del livello di servizio da E a D. La diminuzione del ritardo dei gruppi di corsia è da imputarsi principalmente alla riduzione della durata del ciclo semaforico.

In definitiva lo studio effettuato per questa intersezione mostra che l'asservimento semaforico genera notevoli vantaggi al servizio metrotranviario, senza causare eccessivi disagi agli altri utenti: addirittura, in alcuni casi, si vede un miglioramento dei livelli di servizio del trasporto stradale.

Intersezione Piazzale San Rocchetto

L'intersezione di Piazzale San Rocchetto è un'intersezione a 4 bracci completamente semaforizzata:

- via Innocenzo XI è una strada a due carreggiate con 2 corsie per senso di marcia (2 corsie in direzione sud e 2 corsie in direzione nord, le quali diventano 3 all'altezza dell'incrocio, con l'aggiunta di una corsia riservata per la svolta a sinistra);
- via Recchi è una strada a due carreggiate con 3 corsie per senso di marcia (3 corsie in direzione sud, una delle quali riservata ai bus, e 3 corsie in direzione nord, una delle quali riservata ai bus);
- via Gallio è una strada ad unica carreggiata formata da 3 corsie (1 corsia in direzione est e 2 corsie in direzione ovest, delle quali una con l'obbligo di svolta a destra e 1 corsia per svoltare a sinistra e proseguire dritto in via Venini);
- via Venini è una strada ad unica carreggiata formata da 2 corsie (1 corsia in direzione sud-ovest per tutti i veicoli e 1 corsia in direzione nord-est riservata ai bus).



Figura 44 – Cicli semaforici e loro cronologia

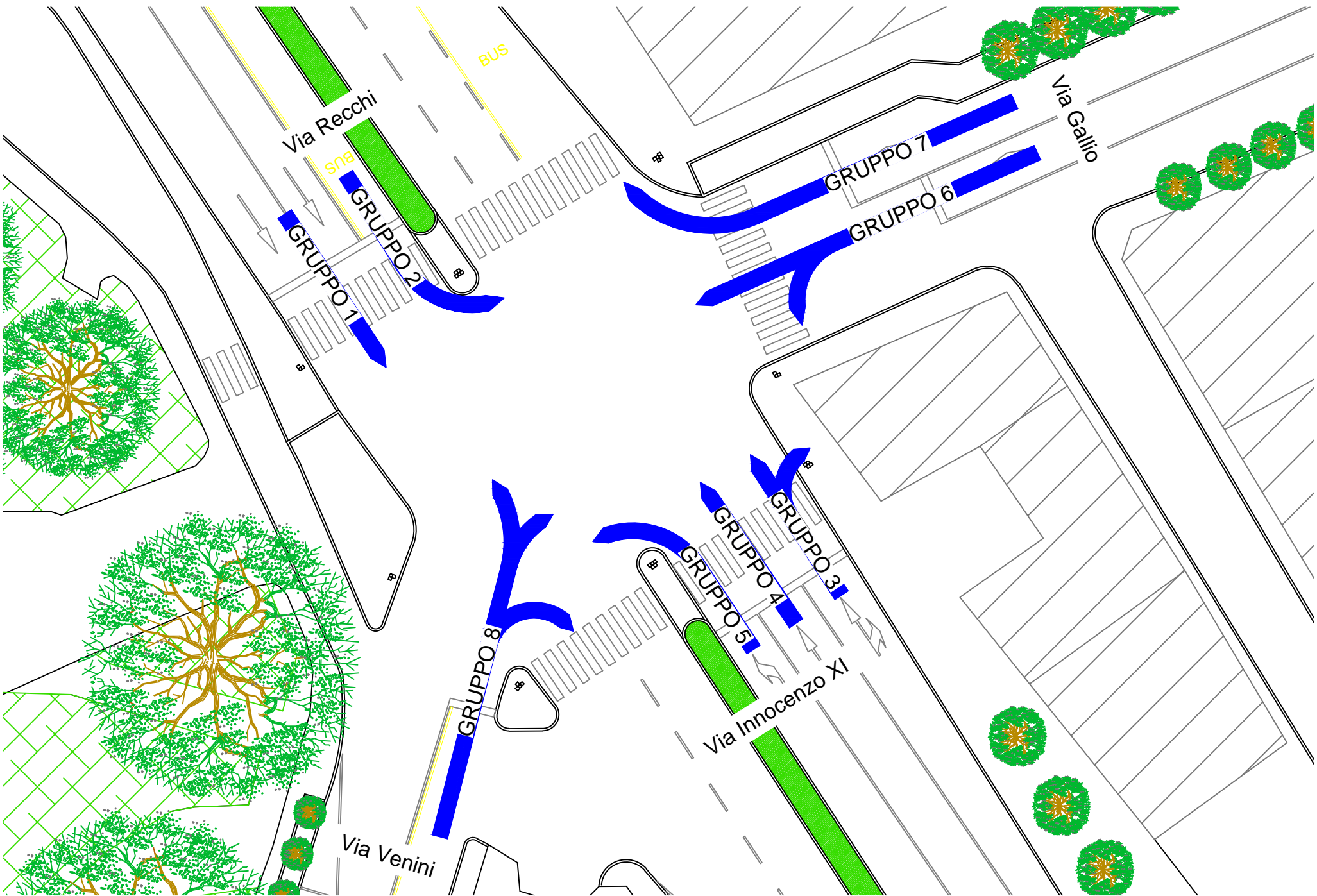


Figura 45 - Gruppi di corsia dell'intersezione di Piazzale San Rocchetto

Stato di Fatto

Nella figura 45 è riportata la planimetria dell'intersezione con gli 8 gruppi di corsia utilizzati per l'analisi: 2 gruppi di corsia in via Recchi (1 dritto e 1 svolta a sinistra); 3 gruppi di corsia in via Innocenzo XI (1 dritto, 1 sinistra e 1 dritto-svolta a destra); 2 gruppi di corsia in via Gallio (1 svolta a destra e 1 dritto-svolta a sinistra); 1 gruppo di corsia in via Venini (1 dritto-svolta a destra-svolta a sinistra).

Nella figura 44 sono riportate le fasi relative ad ogni gruppo di corsia, rappresentate in modo tale da evidenziare la cronologia con la quale susseguono. Nella figura 46 sono invece riportati i valori dei flussi veicolari che interessano l'intersezione utilizzati per il calcolo dei livelli di servizio. Nella tabella 42 sono riportate le caratteristiche relative ad ogni gruppo di corsie.

GRUPPO DI CORSIA	N° CORSIE	LARGHEZZA CORSIA	CICLO SEMAFORICO			
			Ciclo	Verde	Giallo	Rosso
1	2	3,47	90	44	4	42
2	1	2,82	90	7	3	80
3	1	3,49	90	50	4	36
4	1	3,37	90	50	4	36
5	1	2,91	90	10	4	76
6	1	3,27	90	17	4	69
7	1	3,25	90	29	4	57
8	1	3,00	90	17	4	69

Tabella 42 – Caratteristiche dei gruppi di corsie

Nella tabella 43 sono infine riportati i livelli di servizio e alcuni parametri, calcolati con il metodo HCM, in funzione delle caratteristiche geometriche e dei flussi che transitano sull'intersezione.

GRUPPO DI CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde) [veic/h]	RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)	RITARDO		LIVELLO DI SERVIZIO
			[sec/veic]	[sec/ora]	
1	1689	0,63	19,4	20572	B
2	81	1,56	1101	139827	F
3	913	0,62	17,3	9846	B
4	1008	0,74	20,5	15173	C
5	166	1,84	1569	480303	F
6	314	1,09	246,3	84231	F
7	433	0,47	28,7	5891	C
8	308	0,30	34,6	3183	C

Tabella 43 – Risultati dell'analisi dell'intersezione e Livelli di Servizio per ogni gruppo di corsie



Figura 46 - Flussi veicolari dell'intersezione di Piazzale San Rocchetto [veic/ora]

I risultati ottenuti dallo studio dello stato di fatto dell'intersezione (riportati nella tabella 43) mostrano un livello di servizio dell'intera intersezione accettabile, nonostante siano presenti tre livelli di servizio F: nel gruppo di corsia 2 (svolta a sinistra dalla corsia bus di via Recchi) il ritardo è causato dalla breve durata della fase di verde ma, dato che questa manovra è consentita solamente al mezzo pubblico, può essere considerato accettabile; il LdS F del gruppo di corsia 5 (svolta a sinistra da via Innocenzo XI) è causato anch'esso dalla breve durata della fase di verde ma anche dall'elevato flusso di veicoli; il LdS F del gruppo 6 (svolta a sinistra e dritto da via Gallio) è causato dalla breve durata della fase di verde. Il livello di servizio F e la breve durata della fase di verde sono i motivi per i quali viene aumentata la fase di verde, oltre ad essere necessaria per permettere alla metrotranvia di transitare durante la fase di verde, minimizzando i tempi di attesa al semaforo.

Ciclo con asservimento semaforico

La valutazione numerica dell'impatto che l'asservimento semaforico provoca sull'intersezione esistente viene effettuata calcolando nuovamente il ritardo medio per veicolo e i livelli di servizio dell'intersezione utilizzando i cicli e le fasi semaforiche modificati a causa dell'asservimento, e confrontando poi i risultati ottenuti con quelli dello stato di fatto. Questa operazione viene effettuata solo per l'intervallo B e C in quanto durante l'intervallo A non sono previste modifiche.

Aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6

L'attuazione dell'asservimento semaforico è condizionata dalla breve durata della fase di verde di via Gallio per proseguire verso via Venini, necessaria alla metrotranvia per raggiungere la stazione di Como San Giovanni: la fase di verde viene prolungata di 12 secondi in modo tale da ottenere una durata uguale a quella del gruppo di corsie che, sulla stessa via Gallio, svolta a destra in via Recchi.



Figura 47 Cicli semaforici modificati con aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6 e loro cronologia

Nella figura 47 sono riportati i valori delle nuove fasi semaforiche relative ad ogni gruppo di corsia, con l'aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6, e la cronologia con la quale si susseguono. Nella tabella 44 vengono riportati i valori calcolati con la fase di verde modificata e le variazioni percentuali rispetto allo stato di fatto.

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	1217	-27,95%	0,87	38,10%	37,4	92,78%	39745	93,20%	D
2	81	0,00%	1,56	0,00%	1101	0,00%	139827	0,00%	F
3	876	-4,05%	0,65	4,84%	19,3	11,56%	10953	11,24%	B
4	966	-4,17%	0,77	4,05%	23,1	12,68%	17153	13,05%	C
5	166	0,00%	1,84	0,00%	1569,6	0,04%	480303	0,00%	F
6	550	75,16%	0,62	-43,12%	31,8	-87,09%	10869	-87,10%	C
7	433	0,00%	0,47	0,00%	28,7	0,00%	5891	0,00%	C
8	539	75,00%	0,17	-43,33%	23,2	-32,95%	2138	-32,83%	C

Tabella 44 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo B dell'asservimento semaforico

I risultati ottenuti dallo studio dello dell'intersezione con la fase di verde del gruppo di corsia 6 aumentata (riportati nella tabella 44) mostrano che l'aumento della fase di verde nel gruppo di corsia 6 comporta una notevole riduzione del ritardo di questa manovra e il miglioramento del livello di servizio da F a C: nei restanti gruppi le differenze rimangono contenute, tranne che per il gruppo di corsia 1 dove si nota un raddoppio del ritardo ma il livello di servizio rimane entro limiti accettabili. La modifica alla fase di verde può essere effettuata nonostante il peggioramento del LdS del gruppo di corsia 1.

Aumento del ciclo e delle fasi semaforiche (Intervallo B)

Nella figura 48 sono riportati i valori delle nuove fasi semaforiche relative ad ogni gruppo di corsia e la cronologia con la quale si susseguono. Nella tabella 45 invece sono riportati i valori di ritardo calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori dello stato di fatto, mentre nella tabella 46 sono riportati i valori di ritardo calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori calcolati con l'aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6.



Figura 48 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto allo stato di fatto (tabella 45) mostrano che l'attuazione dell'asservimento semaforico provoca un aumento del ritardo per ogni singolo veicolo in tutti i gruppi di corsia, con un lieve peggioramento dei livelli di servizio, che rimangono però entro limiti accettabili. L'incremento del ritardo è da imputare all'aumento della durata del ciclo e alla riduzione delle fasi semaforiche: il gruppo di corsia 6 subisce un miglioramento del ritardo (- 86 %) dovuto soprattutto all'aumento della fase di verde vista in precedenza.

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	1308	-22,56%	0,81	28,57%	34,2	76,29%	36399	76,93%	C
2	73	-9,88%	1,73	10,90%	1414,6	28,48%	179649	28,48%	F
3	889	-2,63%	0,64	3,23%	20,2	16,76%	11501	16,81%	C
4	981	-2,68%	0,76	2,70%	24	17,07%	17785	17,21%	C
5	149	-10,24%	2,04	10,87%	1914	21,99%	594197	23,71%	F
6	584	85,99%	0,59	-45,87%	32,1	-86,97%	10993	-86,95%	C
7	460	6,24%	0,45	-4,26%	29,4	2,44%	6036	2,46%	C
8	572	85,71%	0,16	-46,67%	24,3	-29,77%	2236	-29,75%	C

Tabella 45 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto allo stato di fatto) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo B dell'asservimento semaforico

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	1308	7,48%	0,81	-6,90%	34,2	-8,56%	36399	-8,42%	C
2	73	-9,88%	1,73	10,90%	1414,6	28,48%	179649	28,48%	F
3	889	1,48%	0,64	-1,54%	20,2	4,66%	11501	5,00%	C
4	981	1,55%	0,76	-1,30%	24	3,90%	17785	3,68%	C
5	149	-10,24%	2,04	10,87%	1914	21,94%	594197	23,71%	F
6	584	6,18%	0,59	-4,84%	32,1	0,94%	10993	1,14%	C
7	460	6,24%	0,45	-4,26%	29,4	2,44%	6036	2,46%	C
8	572	6,12%	0,16	-5,88%	24,3	4,74%	2236	4,58%	C

Tabella 46 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto all'aumento della fase di verde del gruppo 6) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo B dell'asservimento semaforico

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto ai valori calcolati con l'aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6 (tabella 46) mostrano un aumento dei ritardi e dei livelli di servizio, causata dall'aumento della durata del ciclo, ma i valori dei livelli di servizio rimangono entro limiti accettabili.

Diminuzione del ciclo e delle fasi semaforiche (Intervallo C)

Nella figura 49 sono riportati i valori delle nuove fasi semaforiche relative ad ogni gruppo di corsia e la cronologia con la quale si susseguono. Nella tabella 47 invece sono riportati i valori di ritardo calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori dello stato di fatto, mentre nella tabella 48 sono riportati i valori di ritardo calcolati con il ciclo e le fasi semaforiche modificate e le variazioni percentuali rispetto ai valori calcolati con l'aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6.

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	1149	-31,97%	0,93	47,62%	43,2	122,68%	45951	123,37%	D
2	92	13,58%	1,38	-11,54%	791	-28,16%	100490	-28,13%	F
3	986	8,00%	0,58	-6,45%	12,8	-26,01%	7247	-26,40%	B
4	1087	7,84%	0,68	-8,11%	14,9	-27,32%	11014	-27,41%	B
5	187	12,65%	1,63	-11,41%	1198	-23,65%	366657	-23,66%	F
6	531	69,11%	0,64	-41,28%	30,4	-87,66%	10384	-87,67%	C
7	418	-3,46%	0,49	4,26%	27,1	-5,57%	5554	-5,72%	C
8	520	68,83%	0,18	-40,00%	21,4	-38,15%	1972	-38,05%	C

Tabella 47 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto allo stato di fatto) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo C dell'asservimento semaforico



Figura 49 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto allo stato di fatto (tabella 47) mostrano che l'attuazione dell'asservimento semaforico provoca una diminuzione del ritardo in tutti i gruppi di corsia, causato principalmente dalla diminuzione della durata del ciclo semaforico. Il gruppo di corsia 1, invece, subisce un peggioramento consistente (aumento del 123 % del ritardo) causato dalla diminuzione della fase di verde: il livello di servizio riesce lo stesso a mantenersi entro limiti accettabili.

GRUPPO CORSIA	CAPACITA' (flusso di saturazione/rapporto di verde)		RAPPORTO DI SATURAZIONE (flusso/capacità)		RITARDO				LdS
	[veic/ora]	[%]	[]	[%]	[sec/veic]	[%]	[sec/ora]	[%]	
1	1149	-5,59%	0,93	6,90%	43,2	15,51%	45951	15,61%	D
2	92	13,58%	1,38	-11,54%	791	-28,16%	100490	-28,13%	F
3	986	12,56%	0,58	-10,77%	12,8	-33,68%	7247	-33,84%	B
4	1087	12,53%	0,68	-11,69%	14,9	-35,50%	11014	-35,79%	B
5	187	12,65%	1,63	-11,41%	1198	-23,67%	366657	-23,66%	F
6	531	-3,45%	0,64	3,23%	30,4	-4,40%	10384	-4,46%	C
7	418	-3,46%	0,49	4,26%	27,1	-5,57%	5554	-5,72%	C
8	520	-3,53%	0,18	5,88%	21,4	-7,76%	1972	-7,76%	C

Tabella 48 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto all'aumento della fase di verde del gruppo 6) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all'intervallo C dell'asservimento semaforico

I risultati ottenuti dalla nuova analisi dell'intersezione e le variazioni percentuali rispetto ai valori calcolati con l'aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6 (tabella 48) mostrano una diminuzione del ritardo in tutti i gruppi di corsia, causato dalla minor durata del ciclo semaforico, e un peggioramento del ritardo abbastanza contenuto nel gruppo di corsia 1, dovuto alla diminuzione della fase di verde.

In definitiva lo studio effettuato per questa intersezione mostra che l'asservimento semaforico genera notevoli vantaggi al servizio metrotranviario, senza causare eccessivi disagi agli altri utenti: addirittura, in alcuni casi, si vede un miglioramento dei livelli di servizio del trasporto stradale.

Conclusioni

Lo studio dei livelli di servizio, attraverso il confronto dei valori dei ritardi dello stato di fatto e di quelli ottenuti le modifiche ai cicli e fasi semaforiche, permette di valutare positivamente la fattibilità dell'intervento, nonché la realizzazione del tracciato sul lungolago. I peggioramenti, causati dall'aumento della durata del ciclo semaforico e dalla diminuzione della durata della fase di verde, sono contenuti per tutte le soluzioni e solo in alcuni casi comportano un peggioramento sostanziale del livello di servizio, che rimane però entro limiti accettabili: per alcune intersezioni è stato addirittura possibile apprezzare un miglioramento in termini di ritardo e di LdS.

20. Perfezionamento dell'asservimento semaforico su alcune intersezioni

I risultati dello studio sull'introduzione dell'asservimento semaforico, l'analisi dei cicli semaforici esistenti e il volume di traffico veicolare e pedonale hanno permesso di individuare delle migliorie in modo tale da aumentare il livello di servizio e la sicurezza della circolazione all'interno di alcune intersezioni.

Il perfezionamento dell'asservimento semaforico riguarda l'intersezione tra Lungolario Trento, via Cavallotti e via Rosselli e l'attraversamento pedonale all'incrocio tra via Cavallotti e via Rubini.

Intersezione Lungolario Trento/via Cavallotti/via Rosselli

L'intersezione tra Lungolario Trento, via Cavallotti e via Rosselli è caratterizzata da un impianto semaforico utilizzato solamente per consentire l'attraversamento pedonale in quanto i flussi veicolari potrebbero circolare contemporaneamente: per questo motivo sarebbe opportuno eliminare l'impianto semaforico a ciclo fisso ed introdurre un nuovo impianto a chiamata a servizio esclusivo dei pedoni in modo tale da sfruttare al massimo la fase di verde, sia da parte del traffico stradale sia da parte della metrotranvia.

L'installazione di tale impianto, però, deve rispettare alcune indicazioni:

- L'impianto pedonale non potrà essere attuato quando la metrotranvia sta per sopraggiungere all'intersezione: a monte dell'incrocio dovrà essere installato un rilevatore, ad una distanza di 280 metri, calcolata in funzione della durata di una fase pedonale e di un'eventuale frenata nel caso un pedone non rispetti la il semaforo (durata fase pedonale=15 secondi; tempo di sicurezza per l'arresto del veicolo=14 secondi);
- Una nuova fase pedonale non potrà essere attivata prima di 40 secondi dalla fine dell'ultima fase pedonale: questo tempo è uguale all'attuale fase di verde per il traffico veicolare e così facendo non vengono introdotti peggioramenti alla circolazione stradale;
- La manovra di svolta a destra dei mezzi pubblici, da via Cavallotti a Lungolario Trento, avverrà contemporaneamente alle altre manovre.

Un'ulteriore modifica a favore della sicurezza della circolazione è quella di garantire una fase di verde esclusiva per la svolta a sinistra della metrotranvia, da Lungolario Trento in via Cavallotti: il tracciato obbliga la metrotranvia a portarsi sulla corsia di destra di via Cavallotti e di conseguenza ad entrare in conflitto con il flusso veicolare proveniente da via Rosselli. L'introduzione della fase esclusiva consentirebbe di eliminare la probabilità di scontro tra metrotranvia e veicoli stradali: utilizzando lo stesso rilevatore impiegato per l'attraversamento pedonale, tale fase potrà essere attuata solamente in presenza della metrotranvia.

Attraversamento pedonale all'incrocio tra via Cavallotti e via Rubini

L'attraversamento pedonale, all'altezza dell'incrocio tra via Cavallotti e via Rubini, è servito da un impianto semaforico a chiamata ma, dato il grande flusso di pedoni, si comporta come se fosse un impianto semaforico a ciclo fisso. Un perfezionamento che è possibile attuare è quello di regolare la fase di verde pedonale in funzione della sosta della metrotranvia alla fermata di Como Via

Rubini: utilizzando un rilevatore, posto a monte dell'attraversamento pedonale ad una distanza di circa 130 metri, è possibile attuare la fase di verde pedonale solo nel momento in cui la metrotranvia è ferma per la salita e la discesa dei passeggeri. Al termine del tempo di sosta alla fermata la metrotranvia troverà sempre la fase di verde veicolare e potrà ripartire senza che trovi nessun veicolo dinanzi a lei.

L'attuazione di due fasi di verde pedonale consecutive non può avvenire prima che siano trascorsi 30 secondi dalla fine della prima fase di verde pedonale, in modo tale da non penalizzare eccessivamente il traffico veicolare.

21. Asservimento semaforico in direzione Como Nord Lago

L'asservimento semaforico realizzato da Como San Giovanni verso Como Nord Lago utilizza una diversa tecnologia rispetto a quella impiegata nella direzione opposta (illustrata nel capitolo 18, 19 e 20). La scelta di differenziare la tecnologia dell'asservimento semaforico è resa possibile da due particolarità del tracciato in questa direzione:

- L'intero tracciato in questa direzione (tranne che per un breve tratto di via Gallio) è interamente su corsia riservata, e questo permette di avere una buona velocità commerciale in quanto non sono presenti interferenze con il traffico veicolare privato, ma solo con le autolinee;
- La stazione di Como San Giovanni è la partenza della linea metrotranviaria e di conseguenza lo smaltimento di eventuale ritardo accumulato nelle varie intersezioni può avvenire lungo tutto il tracciato (questa considerazione non può essere fatta per la direzione opposta in quanto un possibile accumulo del ritardo sarebbe impossibile da annullare successivamente).

La tecnologia scelta è ampiamente impiegata nel campo del trasporto pubblico collettivo: l'attuazione dell'asservimento semaforico avviene quando la metrotranvia si presenta all'intersezione semaforica e tramite un sensore (spire induttive o laser) o un pulsante a bordo del veicolo è possibile attuare la fase semaforica di verde minimizzando il perditempo e contenendo l'aumento del tempo di percorrenza.

Lo svantaggio di questa tecnologia è causato dal fatto che l'attesa della fase di verde è variabile e in funzione dell'istante del ciclo semaforico nella quale il veicolo si presenta all'intersezione e, quindi, non è possibile effettuare delle analisi numeriche: ciononostante è possibile affermare che questa tipologia di asservimento semaforico non crea eccessivi problemi né al traffico veicolare né al trasporto metrotranviario.

Metrotranvia di Como – Pianificazione dell’orario del servizio

Lo studio e la pianificazione dell’orario delle linee viene effettuato in funzione della domanda, delle esigenze del sistema di trasporto e del territorio attraversato: l’andamento del tracciato, le soluzioni individuate per permettere la deviazione del servizio ferroviario FNM verso Como san Giovanni, il collegamento della stazione di Como Nord Camerlata con la stazione di Albate Camerlata e la linea FS Lecco – Cantù – Como, determinando le caratteristiche dell’orario.

Lo studio dell’orario viene effettuato per verificare la fattibilità tecnica del servizio metrotranviario e degli adeguamenti infrastrutturali previsti: circolazione promiscua tra treno e metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM, tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago; utilizzo del raccordo DAR o Polo Logistico; eventuale raddoppio della linea FNM nel tratto tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi.

22. Tracciato e diagramma di trazione⁵¹

I tracciati delle diverse linee metrotranviarie si sviluppano in diverse aree del territorio comunale e provinciale, ma tutte utilizzano lo stesso percorso nella parte iniziale della linea, tra Como San Giovanni e Como Nord Camerlata: di seguito vengono riportate le tabelle contenenti le caratteristiche degli elementi che caratterizzano il tracciato e le distanze e i tempi di percorrenza tra le diverse fermate.

Il tracciato della LINEA 1 si sviluppa dalla stazione di Como San Giovanni fino alla stazione di Albate Camerlata, utilizzando il tracciato sul lungolago e la riqualificazione del Raccordo Radeschi: il raccordo viene utilizzato per consentire al servizio metrotranviario di collegare le stazioni di Como Nord Camerlata e Albate Camerlata. La lunghezza del tracciato è di 6,3 chilometri e la metrotranvia impiega 16 minuti per percorrerlo, con una velocità commerciale pari a di 23 Km/h. Nella tabella 48 sono riportati i dati relativi al tracciato di questa linea.

	Rettifilo/ Curva	Lunghezza [m]	Raggio [m]	Velocità Max [Km/h]	Pendenza [‰]	Tempo TOT [s]	Distanza TOT [m]	
DOPPIO BINARIO	COMO SAN GIOVANNI							
	(guardare capitolo 16 e 17)					113	589	
	COMO VIA RUBINI (nuova fermata)							
	(guardare capitolo 16 e 17)					112	731	
COMO NORD LAGO								

⁵¹ La velocità massima delle curve è stata calcolata con un’accelerazione non compensata di 0,80 m/s² e non considerando l’eventuale sopraelevazione del tracciato ferroviario esistente.

SINGOLO BINARIO	R	1170	\	35	6,8	126	1170	
	COMO NORD BORGHI							
	R	753	\	50	22,6	71	753	
	COMO VIA VALLEGGIO (nuova fermata)							
	C1	278	300	56	25,2	88,5	993,5	
	R	137	\	80				
	C2	110	300	56				
	R	62,5	\	80				
	C3	137	300	56				
	R	269	\	80				
AUTOSILO VAL MULINI (nuova fermata)								
SINGOLO BINARIO	R	38,5	\	80	23,8	107,5	1258	
	C4	210	300	56				
	R	63,2	\	80				
	C5	54	300	56				
	R	133,5	\	80				
	C6	140	300	56				
	R	75	\	80				
	C7	139	300	56				
	R	211	\	80				
	C8	60	500	72				
	R	133,7	\	80				
COMO NORD CAMERLATA								
\	798	\	30	-2,0	106	797,7		
ALBATE - CAMERLATA								

Tabella 49 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell'alternativa

Il tracciato della LINEA 2 si sviluppa dalla stazione di Como San Giovanni fino al Nuovo Ospedale Sant'Anna, passando dalle stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate: il tracciato fino alla stazione di Camerlata è identico a quello della LINEA 1, mentre per il tratto successivo utilizza un altro pezzo della linea FNM e un nuovo binario, dalla stazione di Grandate fino al capolinea. La lunghezza del tracciato è di 9 chilometri e la metrotranvia impiega 22 minuti per percorrerlo, con una velocità commerciale pari a di 25 Km/h. Nella tabella 49 sono riportati i dati relativi al tracciato di questa linea

	Rettilifilo/ Curva	Lunghezza [m]	Raggio [m]	Velocità Max [Km/h]	Pendenza [‰]	Tempo TOT [s]	Distanza TOT [m]	
DOPPIO BINARIO	COMO SAN GIOVANNI							
	(guardare capitolo 16 e 17)					113	589	
	COMO VIA RUBINI (nuova fermata)							
	(guardare capitolo 16 e 17)					112	731	
	COMO NORD LAGO							

SINGOLO BINARIO	R	1170	\	35	6,8	126	1170	
	COMO NORD BORGHI							
	R	753	\	50	22,6	71	753	
	COMO VIA VALLEGGIO (nuova fermata)							
	C1	278	300	56				
	R	137	\	80				
	C2	110	300	56	25,2	88,5	993,5	
	R	62,5	\	80				
	C3	137	300	56				
	R	269	\	80				
	AUTOSILO VAL MULINI (nuova fermata)							
	R	38,5	\	80				
	C4	210	300	56				
	R	63,2	\	80				
	C5	54	300	56				
	R	133,5	\	80				
	C6	140	300	56	23,8	107,5	1258	
	R	75	\	80				
	C7	139	300	56				
R	211	\	80					
C8	60	500	72					
R	133,7	\	80					
DOPPIO BINARIO	COMO NORD CAMERLATA							
	R	78,5	\	80				
	C9	260	500	72				
	R	738	\	80	15,9	137	1944,5	
	C10	271	500	72				
	R	384	\	80				
C11	213	624	80					
SINGOLO BINARIO	COMO NORD GRANDATE							
	R	368	\	80				
	C12	46	25	15				
	R	29	\	80				
	C13	37,5	100	30				
	R	119,5	\	80				
	C14	156,5	241	50	10	150	1011,5	
	R	11,5	\	80				
	C15	64,7	100	30				
	R	84	\	80				
	C16	47,5	300	50				
	R	47	\	80				
	STRADA STATALE 342							
R	426	\	80	7,5	65	665		
C17	17	300	50					

	R	195	\	80			
OSPEDALE SANT'ANNA							

Tabella 50 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell'alternativa

Il tracciato della LINEA 3 si sviluppa dalla stazione di Como San Giovanni fino al comune di Olgiate Comasco, passando dalle stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate: il tracciato fino alla stazione di Grandate è identico a quello della LINEA 2, ma all'uscita della stazione di Como Nord Grandate diparte un binario di nuova costruzione che seguendo il tracciato della S.S. 342 "Briantea", raggiunge Olgiate Comasco attraversando i comuni di Lurate Caccivio e Villa Guardia. La lunghezza del tracciato è di 15 chilometri e la metrotranvia impiega 30 minuti per percorrerlo, con una velocità commerciale pari a di 29 Km/h. Nella tabella 50 sono riportati i dati relativi al tracciato di questa linea

	Rettifilo/ Curva	Lunghezza [m]	Raggio [m]	Velocità Max [Km/h]	Pendenza [‰]	Tempo TOT [s]	Distanza TOT [m]			
DOPIO BINARIO	COMO SAN GIOVANNI									
	(guardare capitolo 16 e 17)					113	589			
	COMO VIA RUBINI (nuova fermata)									
	(guardare capitolo 16 e 17)					112	731			
SINGOLO BINARIO	COMO NORD LAGO									
	R	1170	\	35	6,8	126	1170			
	COMO NORD BORGHI									
	R	753	\	50	22,6	71	753			
	COMO VIA VALLEGGIO (nuova fermata)									
	C1	278	300	56	25,2	88,5	993,5			
	R	137	\	80						
	C2	110	300	56						
	R	62,5	\	80						
	C3	137	300	56	23,8	107,5	1258			
	R	269	\	80						
	AUTOSILO VAL MULINI (nuova fermata)									
	R	38,5	\	80						
	C4	210	300	56						
R	63,2	\	80							
C5	54	300	56							
R	133,5	\	80							
C6	140	300	56							
R	75	\	80							
C7	139	300	56							
R	211	\	80							
C8	60	500	72							
R	133,7	\	80							

		COMO NORD CAMERLATA					
DOPPIO BINARIO	R	78,5	\	80			
	C9	260	500	72			
	R	738	\	80	15,9	137	1944,5
	C10	271	500	72			
	R	384	\	80			
C11	213	624	80				
		COMO NORD GRANDATE					
SINGOLO BINARIO	R	1112	\	80			
	C18	97	100	30			
	R	48,5	\	80			
	C19	239,5	270	50			
	R	129	\	80	17,6	212	2498
	C20	167	300	50			
	R	105	\	80			
	C21	172	300	50			
	R	149,5	\	80			
	C22	108	300	50			
R	171,5	\	80				
		VILLA GUARDIA					
SINGOLO BINARIO	R	285	\	80			
	C23	128,5	300	50			
	R	774,5	\	80			
	C24	80	300	50	-9,1	211	2192
	R	522,5	\	80			
	C25	65	300	50			
R	337,5	\	80				
		LURATE CACCIVIO					
SINGOLO BINARIO	R	1079,5	\	80			
	C26	196,5	200	40	1,8	266	2804
	R	1528	\	80			
		OLGIATE COMASCO					

Tabella 51 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell'alternativa

Il tracciato della LINEA 4 si sviluppa dalla stazione di Como San Giovanni fino al comune di Cantù, passando dalle stazioni di Como Nord Camerlata e Albate Camerlata: il tracciato fino alla stazione di Albate Camerlata è identico a quello della LINEA 1 ma, in prossimità della stazione di Albate, viene impiegato un diverso Raccordo Radeschi dotato di un sottopassaggio in modo da consentire il collegamento con la linea FS Lecco – Cantù – Como; nel tratto terminale della linea, tra la stazione di Cantù FS e Piazza Garibaldi, è prevista la costruzione di un tracciato ex novo in sede promiscua con il traffico stradale. La lunghezza del tracciato è di 14,3 chilometri e la metrotranvia

impiega 31 minuti per percorrerlo, con una velocità commerciale pari a di 27,5 Km/h. Nella tabella 51 sono riportati i dati relativi al tracciato di questa linea

	Rettilifilo/ Curva	Lunghezza [m]	Raggio [m]	Velocità Max [Km/h]	Pendenza [‰]	Tempo TOT [s]	Distanza TOT [m]
DOPPIO BINARIO	COMO SAN GIOVANNI						
	(guardare capitolo 16 e 17)					113	589
	COMO VIA RUBINI (nuova fermata)						
	(guardare capitolo 16 e 17)					112	731
SINGOLO BINARIO	COMO NORD LAGO						
	R	1170	\	35	6,8	126	1170
	COMO NORD BORGHI						
	R	753	\	50	22,6	71	753
	COMO VIA VALLEGGIO (nuova fermata)						
	C1	278	300	56	25,2	88,5	993,5
	R	137	\	80			
	C2	110	300	56			
	R	62,5	\	80			
	C3	137	300	56			
	R	269	\	80			
	AUTOSILO VAL MULINI (nuova fermata)						
	R	38,5	\	80	23,8	107,5	1258
	C4	210	300	56			
	R	63,2	\	80			
	C5	54	300	56			
	R	133,5	\	80			
	C6	140	300	56			
	R	75	\	80			
	C7	139	300	56			
R	211	\	80				
C8	60	500	72				
R	133,7	\	80				
COMO NORD CAMERLATA							
R	1007	\	30	25	131	1007	
ALBATE - CAMERLATA							
R	188	\	80	12,2	182	2294,5	
C27	320	275	50				
R	27	\	80				
C28	377	319,5	55				
R	619,5	\	80				
C29	196,5	550	70				
R	353	\	80				
C30A	213,5	500	70				
ALBATE - TRECALLO							

	C30B	244	500	70			
	R	769,5	\	80			
	C31	237	500	70	17,2	148	2133
	R	135	\	80			
	C32	362,5	800	80			
	R	385	\	80			
	SENNA COMASCO						
	R	904	\	80			
	C33	650,5	1100	80	4,8	133	1878,5
	R	324	\	80			
	CANTU' FS						
DOPPIO BINARIO	R	615	\	25	7,0	213	1422
	R	807	\	25			
	CANTU' PIAZZA GARIBALDI						

Tabella 52 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell'alternativa

Il calcolo del tempo di percorrenza tra le varie stazioni è stato effettuato utilizzando le equazioni della cinematica e i seguenti valori di accelerazione e decelerazione:

- Accelerazione = $0,70 \text{ m/s}^2$
- Decelerazione = $1,00 \text{ m/s}^2$

Nel tratto compreso tra due stazioni è stata utilizzata come velocità di regime la velocità massima della curva con raggio minore, in modo tale da avere una marcia costante senza continue accelerazioni e decelerazioni, per un maggior confort dei passeggeri.

Il tempo di sosta alle fermate è pari a 45 secondi, tranne per la fermata di Como via Rubini dove il tempo di sosta è pari a 30 secondi.

23. L'orario grafico e la pianificazione dell'orario

L'orario è uno degli elementi fondamentali che costituiscono il trasporto pubblico locale: permette di soddisfare la domanda di trasporto, utilizzando le infrastrutture ad esso dedicate ed offrendo il miglior servizio possibile ai clienti.

Nella pianificazione dell'orario viene impiegato *l'orario grafico*: è un diagramma cartesiano dove in ascisse sono rappresentati i tempi e in ordinate sono rappresentati gli spazi e le stazioni/fermate. Ogni veicolo è rappresentato da una traccia oraria, cioè una spezzata obliqua orientata da sinistra a destra per i treni che marciano dalla stazione dell'estremo inferiore dell'asse Y verso la stazione all'estremo superiore dello stesso asse, e da destra a sinistra per i treni del senso opposto. La pendenza della traccia rappresenta la velocità media di marcia del treno: in un diagramma spazio-tempo eseguito in scala appropriata, più la traccia tende alla verticale più il treno è veloce, e le soste nelle stazioni sono rappresentate da tratti orizzontali, in quanto la velocità nelle fermate è

pari a zero. Nel caso in cui la linea è a binario unico, i veicoli possono incrociarsi solamente in corrispondenza di stazioni, fermate o appositi punti d'incrocio; nel caso in cui la linea è a doppio binario i veicoli che percorrono la linea possono incrociarsi in qualunque punto del tracciato e il parametro che vincola l'inserimento delle tracce nell'orario grafico è il distanziamento tra i veicoli.

Offerta di trasporto

La **frequenza**, cioè il numero di passaggi in un determinato punto della linea nell'unità di tempo, è il parametro che viene utilizzato per determinare l'offerta di trasporto necessaria per soddisfare la domanda che interessa la linea: in funzione del valore della frequenza viene determinato l'intervallo di tempo tra due corse successive, necessario per determinare il tempo di attesa alle fermate tra una corsa ed un'altra. Il calcolo dell'offerta di trasporto viene effettuato moltiplicando la capacità del veicolo metrotranviario per il numero di passaggi che effettua in un dato intervallo di tempo (la frequenza), ottenendo il numero di passeggeri che in un'ora possono essere trasportati in una direzione (passeggeri/ora/direzione).

La capacità del veicolo è stata determinata come media delle capacità dei veicoli metrotranviari attualmente disponibili sul mercato: nella tabella 53 sono riportate le caratteristiche tecniche e il numero di posti disponibili dei veicoli, utilizzati per il calcolo della capacità, con un coefficiente di affollamento di 4 persone/m².

Marca	Lunghezza	Larghezza	Posti a sedere	Posti in piedi	Capacità
ALSTOM - Citadis Dualis e Regio Citadis	42	2,4	93	141	234
BOMBARDIER - Flexity Swift	51,5	2,4	116	176	292
AN SALDO BREDA - Sirio	30,1	2,65	70	138	208
	25,15	2,4	50	141	191
	35,35	2,4	71	214	285

Tabella 53 – Caratterisitche e capacità dei principali veicoli in commercio

La capacità utilizzata per determinare l'offerta di trasporto è stata calcolata come media aritmetica delle capacità dei veicoli (riportate nella tabella 53), ed è pari a **242 posti**.

Nella tabella 54 è riportato il confronto tra la domanda di trasporto e l'offerta di trasporto: in questo modo è possibile ricavare la frequenza e, di conseguenza, l'intervallo di tempo tra due corse successive.

Nella soluzione LINEA 1 + LINEA 2 sono stati utilizzati veicoli con una capacità di 242 posti (grado di affollamento pari a 4 pax/m²). La LINEA 3 e la soluzione LINEA 1 + LINEA 2 + LINEA 3 utilizzano veicoli con 340 posti (grado di affollamento pari a 5 pax/m²). La LINEA 4 e la soluzione LINEA 2+ LINEA 3 + LINEA 4 utilizzano veicoli con una capacità di 450 posti (veicoli dotati di un modulo in più e grado di affollamento pari a 6 pax/m²).

Linea metrotranviaria	Domanda di trasporto [pax/ora/dir]	Offerta di trasporto [pax/ora/dir]	Intervallo di tempo tra due corse successive [min]
LINEA 1 + LINEA 2	2521	2904	5
LINEA 3	1022	1360	15
LINEA 1 + LINEA 2 + LINEA 3	3543	4080	5
LINEA 4	1547	1800	15
LINEA 2 + LINEA 3 + LINEA 4	5090	5400	5

Tabella 54 – Raffronto tra domanda e offerta di trasporto e l'intervallo di tempo tra due corse successive

La frequenza, nel tratto tra le stazioni di Como San Giovanni e Como Nord Camerlata, è pari a 12 corse/ora e corrisponde ad un Intervallo di tempo tra due corse successive di 5 minuti: la sovrapposizione delle diverse linee in questo tratto crea una domanda di trasporto per la quale è necessario prevedere questa offerta di trasporto. La frequenza delle singole linee metrotranviarie ha un valore inferiore rispetto a quella del tratto urbano: avendo un numero di passeggeri minore è possibile utilizzare una frequenza di 4 corse/ora (una corsa ogni 15 minuti) per la LINEA 3 e la LINEA 4.

Tipologie di orario in funzione delle linee metrotranviarie e dei raccordi ferroviari

Lo studio e la pianificazione dell'orario delle linee viene effettuato in funzione della domanda, ma dipende anche dall'andamento del tracciato, dalle soluzioni individuate per permettere la deviazione del servizio ferroviario FNM verso Como san Giovanni e per permettere il collegamento della stazione di Como Nord Camerlata con la stazione di Albate Camerlata e la linea FS Lecco – Cantù – Como, nonché l'eventuale adeguamento del tracciato ferroviario. Per ogni linea sono state individuate le seguenti soluzioni:

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico;
2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata;
3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR;
4. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago;
5. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR e il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata;

6. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

Per ogni soluzione relativa alle linee in progetto è stato elaborato un apposito orario grafico, utilizzando il tempo di percorrenza tra le fermate/stazioni e le frequenze del servizio calcolate in precedenza. Gli orari grafici sono riportati **nell'appendice dalla TAVOLA 15 alla TAVOLA 26**, mentre **nell'appendice dalla TAVOLA 27 alla TAVOLA 29** sono riportati alcuni particolari dell'ora di punta dei vari servizi. Nei paragrafi seguenti, invece, vengono riportate eventuali modifiche apportate ai tempi di percorrenza o di sosta delle fermate e un commento sulla fattibilità di realizzazione della soluzione.

LINEA 1: Como San Giovanni – Albate Camerlata

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 1 e 2 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 1 direzione Albate Camerlata e TABELLA 2 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Albate Camerlata, per le tracce dalle 6:52 a fine servizio. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). Modifiche al diagramma di trazione sono state apportate anche alle tracce orarie delle ore 18:49 e 19:10, in Como San Giovanni: il tempo di percorrenza tra le fermate di Autosilo Valmulini e Como Via Valleggio viene incrementato di 127 secondi, in modo tale da consentire gli incroci tra i veicoli.

Direzione Albate Camerlata: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 1 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera la presenza del treno non consenta alla metrotranvia di ottenere la frequenza prevista in progetto e calcolata in funzione della domanda di trasporto: in queste fasce orarie inoltre non è stato possibile ottenere un cadenzamento dell'orario in quanto il servizio ferroviario è articolato e la combinazione di distanziamento dal treno e incrocio nelle fermate/stazioni previste non permette di adottare questa soluzione. Il cadenzamento si ottiene solamente nell'ora di morbida perchè anche il servizio ferroviario utilizza questa soluzione per il suo orario. Nella fascia oraria tra le 12:21 e le 18:21 è presente una corsa ogni 30 minuti, valore compatibile con l'orario di morbida del

pomeriggio del servizio metrotranviario, ma che dovrebbe essere integrato con corse aggiuntive all'orario di pranzo e tra le 17:30 e le 18:21.

Direzione Como San Giovanni: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 2 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera la presenza del treno non consenta alla metrotranvia di ottenere un servizio con le caratteristiche previste nel progetto: anche per questa direzione vengono riscontrate le stesse problematiche della direzione opposta, con un cadenzamento solo nelle ore centrali della giornata e una frequenza nelle ore di punta insufficiente per soddisfare la domanda di trasporto.

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 3 e 4 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 3 direzione Albate Camerlata e TABELLA 4 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22, senza la necessità di apportare modifiche.

Direzione Albate Camerlata: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 3 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea permetta la circolazione promiscua tra treno e metrotranvia senza causare problemi alla frequenza del nuovo servizio di trasporto, che si attesta su valori prossimi a quelli necessari per soddisfare la domanda. Il problema che emerge è la totale assenza del cadenzamento causato dalla necessità di inserire tracce orarie tra quelle già presenti del servizio ferroviario con l'ottenimento di tempi di attesa tra due corse successive molto diversi tra loro. Un abbozzo di cadenzamento si ottiene solamente nelle ore di morbida dove l'orario del servizio ferroviario è anch'esso cadenzato.

Direzione Como San Giovanni: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 4 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea permetta la circolazione promiscua tra treno e metrotranvia senza causare problemi alla frequenza del nuovo servizio di trasporto, che si attesta su valori prossimi a quelli necessari per soddisfare la domanda di trasporto: anche per questa direzione viene riscontrato l'assenza del cadenzamento nelle ore di punta e una sua approssimazione solo nelle ore centrali della giornata.

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 5 e 6 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 5 direzione Albate Camerlata e TABELLA 6 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di

trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della necessità di ottenere l'incrocio dei veicoli metrotranviari nelle fermate/stazioni previste, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Albate Camerlata, per le tracce dalle 6:52 a fine servizio. La modifica apportata è l'incremento del tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). Modifiche al diagramma di trazione sono state apportate anche alle tracce orarie delle ore 18:49 e 19:10, in direzione Como San Giovanni: il tempo di percorrenza tra le fermate di Autosilo Valmulini e Como Via Valleggio viene incrementato di 127 secondi, in modo tale da consentire gli incroci tra i veicoli.

Direzione Albate Camerlata: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 5 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto: nelle ore di punta del mattino e della sera è possibile avere tempi di attesa tra due corse successive di 10 minuti, necessarie per ottenere l'offerta di trasporto desiderata. Nelle ore di morbida, tra le 10:20 e le 16:20, è stata inserita una corsa ogni 30 minuti, sufficiente per soddisfare la domanda in questo arco della giornata. Nell'intervallo tra le ore di punta e le ore di morbida sono state inserite corse ogni 20 minuti in modo tale da garantire una maggiore frequenza e permettere di soddisfare un'eventuale maggiore domanda rispetto a quella delle ore di morbida, ma inferiore rispetto a quella delle ore di punta.

Direzione Como San Giovanni: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 6 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto, con le stesse peculiarità emerse per la direzione opposta. L'unica modifica apportata è alle corse delle 19:29, 19:59 e 20:09 dove non è stato possibile garantire un tempo di attesa tra due corse successive di 20 minuti, sempre a causa della necessità di garantire gli incroci nelle fermate/stazioni previste.

4. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione "*Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR*": la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

5. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR e il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo DAR e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è simile a quella della soluzione "*Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR*": la circolazione esclusiva su sulla linea, tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, e la costruzione di un secondo binario incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione contemporanea di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

6. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della merotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi con circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione "*Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR*": la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

LINEA 1 e LINEA 2: Como San Giovanni – Albate Camerlata e Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’Anna

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

LINEA 1

L’orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 7 e 8 dell’appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 7 direzione Albate Camerlata e TABELLA 8 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all’inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di una nuova linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Albate Camerlata, per alcune tracce del servizio. La causa di tali modifiche è garantire l’incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: per le tracce tra le 7:16 e le 11:59, alle 19:01 e tra le 21:00 e le 22:13 le modifiche apportate riguardano il tempo di percorrenza tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, che viene aumentato di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per le tracce orarie tra le 12:51 e le 17:51 e alle 19:51 e 20:20 le modifiche apportate riguardano il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata, che viene aumentato di 92 secondi (il tempo di sosta delle fermate tra Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata è stato aumentato di 8 secondi; il tempo di percorrenza tra Como Nord Borghi e Como Via Valleggio è stato aumentato di 36 secondi; il tempo di percorrenza tra Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini è stato aumentato di 30 secondi; il tempo di percorrenza tra Autosilo Valmulini e Como Nord Camerlata è stato diminuito di 6 secondi). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 2

L’orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 9 e 10 dell’appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 9 direzione Ospedale Sant’Anna e TABELLA 10 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all’inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di un’altra linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del Nuovo Ospedale Sant’Anna, per tutte le tracce del servizio. La causa di tali modifiche è garantire l’incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 1 (direzione Albate Camerlata) e LINEA 2 (direzione Nuovo Ospedale Sant'Anna): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 7 e 9 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera la presenza del treno e di un'ulteriore linea metrotranviaria non consentano alla metrotranvia di ottenere la frequenza prevista in progetto e calcolata in funzione della domanda di trasporto: in queste fasce orarie inoltre non è stato possibile ottenere un cadenzamento dell'orario in quanto il servizio ferroviario è articolato e la combinazione di distanziamento dal treno, incrocio possibile solo in alcune fermate/stazioni e la necessità di inserire un'altra linea della metrotranvia non permettono di adottare questa soluzione. Il cadenzamento dell'orario si ottiene solamente nell'ora di morbida, in quanto anche il servizio ferroviario utilizza questa soluzione per il suo orario: la frequenza di un treno ogni ora, però, non è compatibile con i requisiti di maggior frequenza che la metrotranvia vuole soddisfare. La presenza di un'ulteriore linea permette di ottenere una frequenza doppia e di dimezzare i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): ciononostante non è possibile ottenere la frequenza necessaria per soddisfare la domanda.

LINEA 1 e LINEA 2 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 8 e 10 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera la presenza del treno e di un'ulteriore linea metrotranviaria non consentano alla metrotranvia di ottenere un servizio con le caratteristiche previste nel progetto: anche per questa direzione vengono riscontrate le stesse problematiche della direzione opposta, con un cadenzamento solo nelle ore centrali della giornata e una frequenza nelle ore di punta insufficiente per soddisfare la domanda, sia considerando le singole linee, sia nel tratto urbano del tracciato (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni) dove le due linee in progetto si sovrappongono.

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

LINEA 1

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 11 e 12 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 11 direzione Albate Camerlata e TABELLA 12 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22, senza la necessità di apportare modifiche al diagramma di trazione.

LINEA 2

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 13 e 14 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 13 direzione Ospedale Sant'Anna e TABELLA 14 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22

ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del Nuovo Ospedale Sant'Anna, per le tracce 6:59; 9:17; dalle 12:32 alle 19:17; dalle 19:57 alle 20:59. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 1 (direzione Albate Camerlata) e LINEA 2 (direzione Nuovo Ospedale Sant'Anna): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 11 e 13 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea non permetta di ottenere le frequenze previste in progetto in quanto, la circolazione promiscua tra treno e metrotranvia, causa problemi di inserimento delle tracce: i valori ottenuti di tempi di attesa tra due corse successive sono doppi rispetto a quelli previsti. L'ulteriore problema che emerge è la totale assenza del cadenzamento, ottenendo tempi di attesa tra due corse successive molto diversi tra loro. Un abbozzo di cadenzamento dell'orario si ottiene solamente nelle ore di morbida dove l'orario del servizio ferroviario è anch'esso cadenzato. La presenza di un'ulteriore linea permette di ottenere una frequenza doppia e di dimezzare i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): ciononostante non è possibile ottenere la frequenza necessaria per soddisfare la domanda.

LINEA 1 e LINEA 2 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 12 e 14 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea e la circolazione promiscua dei due servizi non consentano alla metrotranvia di ottenere un servizio con le caratteristiche previste nel progetto: anche per questa direzione vengono riscontrate le stesse problematiche della direzione opposta, con un cadenzamento solo nelle ore centrali della giornata e una frequenza nelle ore di punta insufficiente per soddisfare la domanda, sia considerando le singole linee, sia nel tratto urbano del tracciato (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni) dove le due linee in progetto si sovrappongono.

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

LINEA 1

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 15 e 16 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 15 direzione Albate Camerlata e TABELLA 16 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della necessità di ottenere l'incrocio dei veicoli metrotranviari nelle fermate/stazioni previste, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Albate Camerlata, per tutte le tracce. La modifica apportata è l'incremento del tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di

96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

Direzione Albate Camerlata: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 15 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto: nelle ore di punta del mattino e della sera è possibile avere tempi di attesa tra due corse successive di 10 minuti, necessarie per ottenere l'offerta di trasporto desiderata. Nelle ore di morbida, tra le 10:55 e le 16:15, è stata inserita una corsa ogni 40 minuti, sufficiente per soddisfare la domanda in questo arco della giornata. Nell'intervallo tra le ore di punta e l'ora di morbida sono state inserite corse ogni 20 minuti in modo tale da garantire una maggiore frequenza e permettere di soddisfare un'eventuale maggiore domanda rispetto a quella delle ore di morbida, ma inferiore rispetto a quella delle ore di punta. La presenza di un'ulteriore linea permette di ottenere una frequenza doppia e di dimezzare i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le due linee.

Direzione Como San Giovanni: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 16 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto, con le stesse peculiarità emerse per la direzione opposta. La presenza di un'ulteriore linea, anche per questa direzione, permette di ottenere una frequenza doppia e di dimezzare i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le due linee.

LINEA 2

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 17 e 18 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 17 direzione Ospedale Sant'Anna e TABELLA 18 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della necessità di ottenere l'incrocio dei veicoli metrotranviari nelle fermate/stazioni previste, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del Nuovo Ospedale Sant'Anna, per tutte le tracce, tranne la traccia delle 8:45. La modifica apportata è l'incremento del tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

Direzione Ospedale Sant'Anna: l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 17 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario che risponde alle esigenze della domanda di trasporto: nelle ore di punta del mattino e della sera è possibile avere tempi di attesa tra due corse successive intorno ai

20 minuti, necessarie per ottenere l'offerta di trasporto di progetto. Nelle ore di morbida, tra le 12:00 e le 18:00 è stata inserita una corsa ogni 30 minuti, sufficiente per soddisfare la domanda in questo arco della giornata. Il cadenzamento dell'orario è abbozzato in quanto la necessità di garantire l'incrocio nelle fermate/stazioni previste non permette di ottenere un orario simile a quello della linea che serve Albate Camerlata. La presenza di un'ulteriore linea permette di ottenere una frequenza doppia e di dimezzare i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le due linee.

Direzione Como San Giovanni: l'orario pianificato riportato **nella TABELLA 18 (TAVOLA 30)** dell'appendice mostra un orario che risponde alle esigenze della domanda di trasporto, con le stesse peculiarità e problemi emersi per la direzione opposta. La presenza di un'ulteriore linea, anche per questa direzione, permette di ottenere una frequenza doppia e di dimezzare i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le due linee.

4. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

5. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR e il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo DAR e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva su sulla linea, tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, e la costruzione di un secondo binario incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione contemporanea di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

6. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi con circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

LINEA 1, LINEA 2 e LINEA 3: Como San Giovanni - Albate Camerlata, Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’anna e Como San Giovanni – Olgiate Comasco

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

LINEA 1

L’orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 19 e 20 dell’appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 19 direzione Albate Camerlata e TABELLA 20 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all’inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di altre linee metrotranviarie, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Albate Camerlata, per alcune tracce del servizio. La causa di tali modifiche è garantire l’incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: per le tracce tra le 7:16 e le 11:59, alle 19:01 e tra le 21:00 e le 22:13 le modifiche apportate riguardano il tempo di percorrenza tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, che viene aumentato di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per le tracce orarie tra le 12:51 e le 17:51 e alle 19:51 e 20:20 le modifiche apportate riguardano il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata, che viene aumentato di 92 secondi (il tempo di sosta delle fermate tra Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata è stato aumentato di 8 secondi; il tempo di percorrenza tra Como Nord Borghi e Como Via Valleggio è stato aumentato di 36 secondi; il tempo di percorrenza tra Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini è stato aumentato di 30 secondi; il tempo di percorrenza tra Autosilo Valmulini e Como Nord Camerlata è stato diminuito di 6 secondi). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 2

L’orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 21 e 22 dell’appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 21 direzione Ospedale Sant’Anna e TABELLA 22 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all’inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di altre linee metrotranviarie, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del nuovo Ospedale Sant’Anna, per tutte le tracce del servizio. La causa di tali modifiche è garantire l’incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 336 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 3

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 23 e 24 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 23 direzione Olgiate Comasco e TABELLA 24 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di altre linee metrotranviarie, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Olgiate Comasco, per tutte le tracce del servizio tranne la traccia delle 8:16, per la quale sono previste ulteriori modifiche. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato, per tutte le tracce, incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per quanto riguarda la traccia delle 8:16 sono state utilizzate le modifiche apportate alle altre tracce, con ulteriori modifiche al diagramma di trazione (il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate e tra le fermate di Como Nord Grandate e Villa Guardia è stato aumentato di 30 secondi per entrambe le tratte). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 1 (direzione Albate Camerlata), LINEA 2 (direzione Ospedale Sant'Anna) e LINEA 3 (direzione Olgiate Comasco): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 19, 21 e 23 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera la presenza del treno e di ulteriori linee metrotranviarie non consentano alla metrotranvia di ottenere la frequenza prevista in progetto e calcolata in funzione della domanda di trasporto: in queste fasce orarie inoltre non è stato possibile ottenere un cadenzamento dell'orario in quanto il servizio ferroviario è articolato e la combinazione di distanziamento dal treno, incrocio possibile solo in alcune fermate/stazioni e la necessità di inserire altre linee metrotranviarie non permettono di adottare questa soluzione; la presenza di un numero limitato di corse provoca una forte diminuzione della fattibilità dell'intervento. La presenza di ulteriori linee permette di ottenere una frequenza tripla e di diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): ciononostante non è possibile ottenere la frequenza necessaria per soddisfare la domanda.

LINEA 1, LINEA 2 e LINEA 3 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 20, 22 e 24 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera la presenza del treno e di ulteriori linee metrotranviarie non consentano alla metrotranvia di ottenere un servizio con le caratteristiche previste nel progetto: anche per questa direzione vengono riscontrate le stesse problematiche della direzione opposta, con l'assenza del cadenzamento e una frequenza nelle ore di punta insufficiente per soddisfare la domanda, sia considerando le singole linee, sia nel tratto urbano del tracciato (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni) dove le tre linee in progetto si sovrappongono.

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

LINEA 1

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 25 e 26 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 25 direzione Albate Camerlata e TABELLA 26 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22, senza la necessità di apportare modifiche al diagramma di trazione.

LINEA 2

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 27 e 28 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 27 direzione Ospedale Sant'Anna e TABELLA 28 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del Nuovo Ospedale Sant'Anna per tutte le tracce, esclusa quella delle 8:08. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 3

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 29 e 30 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 29 direzione Olgiate Comasco e TABELLA 30 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Olgiate Comasco, per tutte le tracce del servizio tranne le tracce delle 7:37 e 8:25, per le quali sono previste ulteriori modifiche. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato, per tutte le tracce, incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per quanto riguarda le tracce delle 7:37 e 8:25 sono state utilizzate le modifiche apportate alle altre tracce, con ulteriori modifiche al diagramma di trazione (il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate e tra le fermate di Como Nord Grandate e Villa

Guardia è stato aumentato di 30 secondi per entrambe le tratte). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 1 (direzione Albate Camerlata), LINEA 2 (direzione Ospedale Sant'Anna) e LINEA 3 (direzione Olgiate Comasco): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 25,27 e 29 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea non permetta di ottenere le frequenze previste in progetto: i valori ottenuti di tempi di attesa tra due corse successive sono superiori rispetto a quelli previsti. L'ulteriore problema che emerge è l'assenza del cadenzamento causato dalla necessità di inserire nuove tracce orarie tra quelle già presenti del servizio ferroviario: un abbozzo di cadenzamento si ottiene solamente nelle ore di morbida dove l'orario del servizio ferroviario è anch'esso cadenzato. La presenza di ulteriori linee permette di ottenere una frequenza tripla e di diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): ciononostante non è possibile ottenere la frequenza necessaria per soddisfare la domanda.

LINEA 1, LINEA 2 e LINEA 3 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 26, 28 e 30 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea e l'inserimento di ulteriori linee metrotranviarie non consentano alla metrotranvia di ottenere un servizio con le caratteristiche previste nel progetto: anche per questa direzione vengono riscontrate le stesse problematiche della direzione opposta, con un cadenzamento dell'orario solo nelle ore centrali della giornata e una frequenza nelle ore di insufficiente per soddisfare la domanda, sia considerando le singole linee, sia nel tratto urbano del tracciato (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni) dove le tre linee in progetto si sovrappongono.

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

LINEA 1

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 31 e 32 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 31 direzione Albate Camerlata e TABELLA 32 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della necessità di ottenere l'incrocio dei veicoli metrotranviari nelle fermate/stazioni previste, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Albate Camerlata, per tutte le tracce. La modifica apportata è l'incremento del tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 2

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 33 e 34 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 33 direzione Ospedale Sant'Anna e TABELLA 34 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della necessità di ottenere l'incrocio dei veicoli metrotranviari nelle fermate/stazioni previste, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma di trazione nella direzione del Nuovo Ospedale Sant'Anna, per tutte le tracce, tranne quelle delle 8:05 e 8:30. La modifica apportata è l'incremento del tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 3

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 35 e 36 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 35 direzione Olgiate Comasco e TABELLA 36 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della necessità di ottenere l'incrocio dei veicoli metrotranviari nelle fermate/stazioni previste, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma di trazione nella direzione di Olgiate Comasco, per tutte le tracce, partendo dalle modifiche apportate alla traccia delle 6:39. La modifica apportata alla traccia 6:39 è l'incremento del tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). Le restanti tracce utilizzano le modifiche apportate alla traccia delle 6:39, con ulteriori modifiche al diagramma di trazione: il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate e tra le fermate di Como Nord Grandate e Villa Guardia è stato aumentato di 30 secondi per entrambe le tratte. La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 1 (direzione Albate Camerlata), LINEA 2 (direzione Ospedale Sant'Anna) e LINEA 3 (direzione Olgiate Comasco): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 31, 33 e 35 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto: nelle ore di punta del mattino e della sera è possibile avere tempi di attesa tra due corse successive di 15 minuti, necessari per ottenere l'offerta di trasporto. Nelle ore di morbida è stata inserita una corsa ogni 60 minuti, sufficiente per soddisfare la domanda delle diverse linee in questo arco della giornata: il tempo di attesa è elevato in quanto l'inserimento di tre linee metrotranviarie obbliga a mantenere queste frequenze per avere un orario cadenzato (nel tratto urbano della linea sarà poi presente una corsa ogni 20 minuti, data la sovrapposizione delle tre linee). La presenza di ulteriori due linee permette di ottenere una frequenza tripla e di

diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le tre linee.

LINEA 1, LINEA 2 e LINEA 3 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nella **TABELLA 32, 34 e 36 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto, con le stesse peculiarità emerse per la direzione opposta. La presenza di ulteriori linee permette di ottenere una frequenza tripla e di diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le tre linee.

4. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

5. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR e il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo DAR e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva su sulla linea, tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, e la costruzione di un secondo binario incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione contemporanea di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

6. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi con circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

LINEA 2, LINEA 3 e LINEA 4: Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’anna, Como San Giovanni – Olgiate Comasco e Como San Giovanni – Cantu’

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

LINEA 2

L’orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 37 e 38 dell’appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 37 direzione Ospedale Sant’Anna e TABELLA 38 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all’inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di altre linee metrotranviarie, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del Nuovo Ospedale Sant’Anna, per tutte le tracce del servizio. La causa di tali modifiche è garantire l’incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto, tranne per le tracce delle 12:43, 14:43 e 18:14 dove è stato necessario aumentare di 30 secondi il tempo di sosta alla fermata Como Nord Borghi. Le restanti tracce utilizzano il diagramma di trazione previsto.

LINEA 3

L’orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 39 e 40 dell’appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 39 direzione Olgiate Comasco e TABELLA 40 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all’inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di altre linee metrotranviarie, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Olgiate Comasco, per tutte le tracce del servizio tranne la traccia delle 8:16, per la quale sono previste ulteriori modifiche. La causa di tali modifiche è garantire l’incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato, per tutte le tracce, incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per quanto riguarda la traccia delle 8:16 sono state utilizzate le modifiche apportate alle altre tracce, con ulteriori modifiche al diagramma di trazione (il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate e tra le fermate di Como Nord Grandate e Villa Guardia è stato aumentato di 30 secondi per entrambe le tratte). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto, tranne per le tracce delle 8:34, 20:08 e 21:29 dove è

stato necessario aumentare di 30 secondi il tempo di sosta nelle fermate Villa Guardia, Como Nord Grandate, Como Nord Camerlata e Autosilo Valmulini. Le restanti tracce utilizzano il diagramma di trazione previsto.

LINEA 4

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è riportato nelle **TABELLE 41 e 42 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 41 direzione Cantù e TABELLA 42 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di altre linee metrotranviarie, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Cantù, per tutte le tracce del servizio tranne la traccia delle 20:20, per la quale sono previste ulteriori modifiche. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato, per tutte le tracce, incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per quanto riguarda la traccia delle 20:20 è stato necessario aumentare il tempo di percorrenza tra le stazioni di Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini di 120 secondi. La direzione Como San Giovanni ha necessitato di modifiche ad alcune tracce: alle tracce delle 6:51, tra le 8:05 e le 11:22, delle 17:50, 21:01 e 21:57 è stato aumentato di 15 secondi il tempo di sosta in alcune fermate (Autosilo Valmulini, Como Via Valleggio, Como Nord Borghi) ed è stato aumentato il tempo di percorrenza tra queste fermate (30 secondi tra Autosilo Valmulini e Como Via Valleggio; 45 secondi tra Como Via Valleggio e Como Nord Borghi). La traccia delle 18:34, oltre ad utilizzare le modifiche viste per le precedenti tracce, subisce un aumento del tempo di percorrenza tra Autosilo Valmulini e Como Via Valleggio di 90 secondi. Le restanti tracce utilizzano il diagramma di trazione previsto.

LINEA 2 (direzione Ospedale Sant'Anna), LINEA 3 (direzione Olgiate Comasco) e LINEA 4 (direzione Cantù): l'orario pianificato riportato nella **TABELLE 37, 39 e 41 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera la presenza del treno e di ulteriori linee metrotranviarie non consentano alla metrotranvia di ottenere la frequenza prevista in progetto e calcolata in funzione della domanda di trasporto: in queste fasce orarie inoltre non è stato possibile ottenere un cadenzamento dell'orario in quanto il servizio ferroviario è articolato e la combinazione di distanziamento dal treno, incrocio possibile solo in alcune fermate/stazioni e la necessità di inserire altre linee metrotranviarie non permettono di adottare questa soluzione; la presenza di un numero limitato di corse provoca una forte diminuzione della fattibilità dell'intervento. La presenza di ulteriori linee permette di ottenere una frequenza tripla e di diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): ciononostante non è possibile ottenere la frequenza necessaria per soddisfare la domanda.

LINEA 2, LINEA 3 e LINEA 4 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nella **TABELLE 38, 40 e 42 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e

della sera la presenza del treno e di ulteriori linee metrotranviarie non consentano alla metrotranvia di ottenere un servizio con le caratteristiche previste nel progetto: anche per questa direzione vengono riscontrate le stesse problematiche della direzione opposta, con l'assenza del cadenzamento e una frequenza nelle ore di punta insufficiente per soddisfare la domanda, sia considerando le singole linee, sia nel tratto urbano del tracciato (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni) dove le tre linee in progetto si sovrappongono.

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

LINEA 2

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 43 e 44 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 43 direzione Ospedale Sant'Anna e TABELLA 44 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di un'altra linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del Nuovo Ospedale Sant'Anna, per tutte le tracce del servizio esclusa la traccia delle 8:08. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 3

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 45 e 46 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 45 direzione Olgiate Comasco e TABELLA 46 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di un'altra linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Olgiate Comasco, per tutte le tracce del servizio tranne le tracce delle 7:37 e 8:25, per la quale sono previste ulteriori modifiche. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato, per tutte le tracce, incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per quanto riguarda le tracce delle 7:37 e 8:25 sono state utilizzate le modifiche apportate alle altre tracce, con ulteriori modifiche al diagramma di trazione (il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate e tra le fermate di

Como Nord Grandate e Villa Guardia è stato aumentato di 30 secondi per entrambe le tratte). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 4

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è riportato nelle **TABELLE 47 e 48 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 47 direzione Cantù e TABELLA 48 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di un'altra linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Cantù, per tutte le tracce del servizio tranne la traccia delle 7:24, per la quale sono previste ulteriori modifiche. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato, per tutte le tracce, incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo Valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate); per quanto riguarda la traccia delle 7:24 sono state utilizzate le modifiche apportate alle altre tracce, con ulteriori modifiche al diagramma di trazione (il tempo di sosta nelle fermate di Como Nord Camerlata, Albate Camerlata e Albate Trecallo viene aumentato di 16 secondi; il tempo di percorrenza tra le fermate Como Nord Camerlata e Albate Camerlata viene aumentato di 30 secondi; il tempo di percorrenza tra le fermate Albate Camerlata e Albate Trecallo viene aumentato di 60 secondi). La direzione Como San Giovanni ha necessitato di modifiche a tutte le tracce, escluse le tracce 6:08, 13:27, 19:33, 20:03 e 20:55: è stato aumentato di 15 secondi il tempo di sosta in alcune fermate (Autosilo Valmulini, Como Via Valleggio, Como Nord Borghi) ed è stato aumentato il tempo di percorrenza tra queste fermate (30 secondi tra Autosilo Valmulini e Como Via Valleggio; 45 secondi tra Como Via Valleggio e Como Nord Borghi). Le restanti tracce utilizzano il diagramma di trazione previsto.

LINEA 2 (direzione Ospedale Sant'Anna), LINEA 3 (direzione Olgiate Comasco) e LINEA 4 (direzione Cantù): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 43, 45 e 47 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea non permetta di ottenere le frequenze previste in progetto: i valori ottenuti di tempi di attesa tra due corse successive sono superiori rispetto a quelli previsti. L'ulteriore problema che emerge è l'assenza del cadenzamento causato dalla necessità di inserire nuove tracce orarie tra quelle già presenti del servizio ferroviario: un abbozzo di cadenzamento si ottiene solamente nelle ore di morbida dove l'orario del servizio ferroviario è anch'esso cadenzato. La presenza di ulteriori linee permette di ottenere una frequenza tripla e di diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): ciononostante non è possibile ottenere la frequenza necessaria per soddisfare la domanda.

LINEA 2, LINEA 3 e LINEA 4 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 44, 46 e 48 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra come nell'ora di punta del mattino e della sera il raddoppio della linea e l'inserimento di ulteriori linee metrotranviarie non consentano alla metrotranvia di ottenere un servizio con le caratteristiche previste nel progetto: anche per questa direzione vengono riscontrate le stesse problematiche della direzione opposta, con un cadenzamento dell'orario solo nelle ore centrali della giornata e una frequenza nelle ore di insufficiente per soddisfare la domanda, sia considerando le singole linee, sia nel tratto urbano del tracciato (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni) dove le tre linee in progetto si sovrappongono.

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

LINEA 2

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 49 e 50 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 49 direzione Ospedale Sant'Anna e TABELLA 50 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di un'altra linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione del Nuovo Ospedale Sant'Anna, per tutte le tracce del servizio. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 3

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 51 e 52 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 51 direzione Olgiate Comasco e TABELLA 52 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di un'altra linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma nella direzione di Olgiate Comasco, per tutte le tracce, partendo dalle modifiche apportate alla traccia delle 6:39. La modifica apportata alla traccia 6:39 consiste nell'incremento del tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). Le restanti tracce utilizzano le modifiche apportate alla traccia delle 6:39, con ulteriori modifiche al diagramma di trazione: il tempo di percorrenza tra le fermate di Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate e tra le fermate di Como Nord Grandate e Villa Guardia è stato aumentato di 30 secondi per entrambe le tratte. La direzione

Como San Giovanni non ha necessitato di nessuna modifica ed impiega il diagramma di trazione previsto.

LINEA 4

L'orario pianificato, nel caso di circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con la metrotranvia in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata e la costruzione del Raccordo DAR, è riportato nelle **TABELLE 53 e 54 dell'appendice (TAVOLA 30)** (TABELLA 53 direzione Cantù e TABELLA 54 direzione Como San Giovanni). Le tracce orarie impiegate utilizzano il diagramma di trazione illustrato all'inizio del capitolo 22 ma, a causa della presenza del treno sullo stesso tracciato e di un'altra linea metrotranviaria, sono state necessarie alcune modifiche al diagramma di trazione nella direzione di Cantù, per tutte le tracce del servizio. La causa di tali modifiche è garantire l'incrocio di treno e metrotranvia nelle fermate/stazioni previste: tutto ciò è stato realizzato, per tutte le tracce, incrementando il tempo di percorrenza, tra le stazioni di Como Nord Borghi e Autosilo Valmulini, di 96 secondi (8 secondi aggiuntivi alle fermate di Como Nord Borghi, Como Via Valleggio e Autosilo valmulini; 36 secondi aggiuntivi nei due tratti tra le fermate). La direzione Como San Giovanni ha necessitato di modifiche a tutte le tracce: è stato aumentato di 15 secondi il tempo di sosta in alcune fermate (Autosilo Valmulini, Como Via Valleggio, Como Nord Borghi) ed è stato aumentato il tempo di percorrenza tra queste fermate (30 secondi tra Autosilo Valmulini e Como Via Valleggio; 45 secondi tra Como Via Valleggio e Como Nord Borghi). Le restanti tracce utilizzano il diagramma di trazione previsto.

LINEA 2 (direzione Ospedale Sant'Anna), LINEA 3 (direzione Olgiate Comasco) e LINEA 4 (direzione Cantù): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 49, 51 e 53 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto: nell'ore di punta del mattino e della sera è possibile avere tempi di attesa tra due corse successive di 15 minuti, necessari per ottenere l'offerta di trasporto. Nelle ore di morbida è stata inserita una corsa ogni 60 minuti, sufficiente per soddisfare la domanda delle diverse linee in questo arco della giornata: il tempo di attesa è elevato in quanto l'inserimento di tre linee metrotranviarie obbliga a mantenere queste frequenze per avere un orario cadenzato (nel tratto urbano della linea sarà poi presente una corsa ogni 20 minuti, data la sovrapposizione delle tre linee). La presenza di ulteriori due linee permette di ottenere una frequenza tripla e di diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le tre linee.

LINEA 2, LINEA 3 e LINEA 4 (direzione Como San Giovanni): l'orario pianificato riportato nelle **TABELLE 50, 52 e 54 dell'appendice (TAVOLA 30)** mostra un orario cadenzato che risponde alle esigenze della domanda di trasporto, con le stesse peculiarità emerse per la direzione opposta. La presenza di ulteriori linee permette di ottenere una frequenza tripla e di diminuire i tempi di attesa tra due corse successive nel tratto urbano della linea (tra Como Nord Camerlata e Como San Giovanni): l'attesa tra due corse successive scende a 5 minuti, necessario per soddisfare la domanda che interessa le tre linee.

4. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

5. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR e il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo DAR e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva su sulla linea, tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, e la costruzione di un secondo binario incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione contemporanea di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

6. Costruzione del Raccordo Polo Logistico e circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea ferroviaria FNM esistente tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

La pianificazione dell'orario, nel caso di costruzione del raccordo Polo Logistico e raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi con circolazione esclusiva della metrotranvia sulla linea FNM tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, è simile a quella della soluzione *“Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR”*: la circolazione esclusiva sul tratto della linea incrementa la sicurezza in esercizio e risolve il problema della circolazione promiscua di veicoli metrotranviari e ferroviari ma, al momento, non è necessaria per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

Conclusione

La pianificazione e lo studio dell'orario ha permesso di definire le soluzioni di circolazione sulla linea ferroviaria FNM tra le stazioni di Como Nord Camerlata e Como Nord Lago (circolazione promiscua tra metrotranvia e treno o circolazione esclusiva del servizio metrotranviario) e gli eventuali adeguamenti infrastrutturali (costruzione dei raccordi per la deviazione del servizio ferroviario FNM o il raddoppio della linea) necessari per ottenere l'offerta di trasporto desiderata.

La circolazione promiscua tra treno e metrotranvia sullo stesso tracciato, tra Como Nord Camerlata e Como Nord Lago, (attualmente non consentito dalla normativa) può avvenire solo nel caso in cui si vada ad intervenire sull'orario ferroviario: questa operazione è possibile ma comporterebbe una nuova pianificazione dell'orario dell'intera linea fino a Milano, con eventuali ripercussioni su tutti servizi ferroviari che utilizzano anche solo in parte lo stesso tracciato. La soluzione relativa alla circolazione promiscua tra i due servizi di trasporto viene considerata non fattibile.

La circolazione promiscua di treno e metrotranvia con il raddoppio della linea tra Como Nord Camerlata e Como Nord Borghi permette di ottenere la frequenza di progetto, nel caso in cui venga realizzata una sola linea metrotranviaria: la presenza di due o più linee sullo stesso tracciato non consente di ottenere l'offerta di trasporto desiderata, oltre al cadenzamento dell'orario. La soluzione di raddoppio della linea con circolazione promiscua dei servizi viene considerata fattibile solo nel caso di introduzione di una linea metrotranviaria.

L'ottenimento della frequenza di progetto e del cadenzamento dell'orario può avvenire solamente con la costruzione di un raccordo ferroviario e lo spostamento del servizio Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago verso Como San Giovanni: la soluzione minima necessaria è la realizzazione del Raccordo DAR con la specializzazione dei binari nel tratto della linea, a doppio binario, tra Como Nord Camerlata e Como Nord Grandate (un binario per il treno e un binario per la metrotranvia). La costruzione del Raccordo Polo Logistico può essere presa in considerazione nel caso in cui si voglia effettuare un prolungamento del servizio fino a Portichetto e Lomazzo, introducendo una nuova linea metrotranviaria. Il raddoppio della linea, invece, potrebbe essere introdotto nel caso in cui ci sia un aumento della domanda di trasporto tale da richiedere un aumento della frequenza nelle ore di punta del mattino e della sera.

24. Numero di veicoli necessari per effettuare il servizio

Lo studio e la pianificazione dell'orario delle linee metrotranviarie, effettuato nei capitoli precedenti, consente di eseguire un'ulteriore analisi riguardo il nuovo sistema di trasporto: attraverso la frequenza delle corse sulle varie linee è possibile determinare il numero di veicoli necessari per effettuare il servizio previsto.

Il numero di veicoli necessari è stato calcolato come rapporto tra il tempo giro di un singolo veicolo e l'intervallo di tempo tra due corse successive. Il tempo giro è la somma del tempo di viaggio di andata e ritorno tra i capilinea (rapporto tra lunghezza e velocità commerciale della linea) e il tempo necessario per effettuare il cambio di postazione di guida per invertire la direzione di marcia.

Nella tabella 55 sono riportate la quantità di veicoli necessari per effettuare il servizio relativo ad ogni linea e ai vari prolungamenti delle linee, calcolati in funzione della frequenza nell'ora di punta.

Linea	Numero di veicoli per singola linea		Numero di veicoli totale
LINEA 1	LINEA 1	6	6
LINEA 1 + LINEA 2	LINEA 1	6	10
	LINEA 2	4	
LINEA 1 + LINEA 2 + LINEA 3	LINEA 1	4	15
	LINEA 2	5	
	LINEA 3	6	
LINEA 2 + LINEA 3 + LINEA 4	LINEA 2	5	17
	LINEA 3	6	
	LINEA 4	6	

Tabella 55 – Numero di veicoli necessari per effettuare il servizio di trasporto

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Inquadramento territoriale del Comune di Como	9
Figura 2 - Como, Piazza Cavour, primi del '900.....	11
Figura 3 - Filobus della nuova linea Como – Cantù.....	11
Figura 4 - Cantù, Piazza Garibaldi, primi del '900	12
Figura 5 - Monza, Piazza Roma, 1930	13
Figura 6 – Erba - Incino, Via Vittorio Emanuele (attuale Corso XXV Aprile), primi del '900.....	13
Figura 7 – La stazione ferroviaria di Cantù – Asnago in una foto scattata nel 1920	15
Figura 8 - Lavori di costruzione della linea ferroviaria Como-Lecco, 1887.....	17
Figura 9 - Linea ferroviaria Como-Cantù-Lecco, Costruzione del ponte sul Lambro, 1887	17
Figura 10 - Il sistema di trasporto su rotaia nell'area meridionale comasca, 1913.....	18
Figura 11 - Principali strade di interesse sovracomunale e relativi accessi alla città	19
Figura 12 - Linea suburbana S11 (http://www.sottomilano.it/s11.htm)	22
Figura 13 - Main Stadtbahn di Francoforte, Germania.....	35
Figura 14 - Tramlink, Londra, Regno Unito	36
Figura 15 - Hiawatha Line, Minneapolis, USA.....	36
Figura 16 - Regio Citadis per la RandstadRail, Olanda	37
Figura 17 – Citadis Dualis a Nantes, Francia	37
Figura 18 – S70 sulla LYNX Blue Line, Charlotte, North Carolina.....	38
Figura 19 – Avanto sulla Paris's Transilien route T4, Francia.....	38
Figura 20 – Sirio, utilizzato sulla rete tranviaria milanese	39
Figura 21 – Progetto del tram-treno per la metrotranvia Genova – Casella.....	39
Figura 22 – Linea di contatto condizionata.....	40
Figura 23 – Captatore installato a bordo di un tram	41
Figura 24 - Schema sistema trasferimento induttivo dell'energia	41
Figura 25 – Sistema di alimentazione lato terra	42
Figura 26 - Schema dei sistemi installati a bordo del veicolo del sistema Primove	43
Figura 27 – Tram a batterie di Nizza, Linea 1, Piazza Masséna.....	43
Figura 28 – Tracciato della LINEA 1 Como San Giovanni – Albate Camerlata	49
Figura 29 - Tracciato della LINEA 2 Como San Giovanni – Como Nord Grandate– Nuovo Ospedale Sant'Anna.....	51
Figura 30 - Tracciato della LINEA 3 Como San Giovanni – Olgiate Comasco	52
Figura 31 - Tracciato della LINEA 4 Como San Giovanni – Cantù.....	54
Figura 32 – Rilevatori utilizzati in campo ferroviario ma adattabili alla metrotranvia.....	80
Figura 33 – Ciclo semaforico attuato dalla metrotranvia passando sulla terza coppia di boe.....	82
Figura 34 – Cicli semaforici e loro cronologia	93

Figura 35 – Gruppi di corsia dell’intersezione Lungolaro Trento, via Rosselli e via Cavallotti	94
Figura 36 – Flussi veicolari che dell’intersezione Lungolaro Trento, via Rosselli e via Cavallotti [veicoli/ora]	95
Figura 37 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia.....	97
Figura 38 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia.....	98
Figura 39 – Cicli semaforici e loro cronologia	99
Figura 40 – Gruppi di corsia dell’intersezione di Piazza degli Alpini.....	100
Figura 41 – Flussi veicolari dell’intersezione di Piazza degli Alpini [veic/ora]	101
Figura 42 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia.....	103
Figura 43 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia.....	104
Figura 44 – Cicli semaforici e loro cronologia	105
Figura 45 – Gruppi di corsia dell’intersezione di Piazzale San Rocchetto.....	106
Figura 46 – Flussi veicolari dell’intersezione di Piazzale San Rocchetto [veic/ora]	108
Figura 47 Cicli semaforici modificati con aumento della fase di verde del gruppo di corsia 6 e loro cronologia	109
Figura 48 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia.....	111
Figura 49 - Cicli semaforici modificati e loro cronologia.....	113

INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1 – Scelta modale totale (Spostamenti totali).....	58
Grafico 2 – Scelta modale in funzione della distanza dalla Convalle.....	58
Grafico 3 – Spostamenti verso la convalle, suddivisi per le varie linee metrotranviarie	59
Grafico 4 – Spostamenti totali verso la convalle	60
Grafico 5 - Spostamenti verso la convalle, suddivisi per le varie linee metrotranviarie	60

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Caratteristiche, pregi, difetti e fattibilità degli studi effettuati negli anni passati	29
Tabella 2 – Zone e località racchuse al loro interno	57
Tabella 3 – Scelta modale (Matrice O/D 2012).....	57
Tabella 4 – Spostamenti verso Como in funzione della distanza.....	58
Tabella 5 – Scuole superiori presenti sul territorio comunale.....	61
Tabella 6 – Università presenti sul territorio comunale	62
Tabella 7 – Passeggeri saliti/discesi con direzione Milano	63

Tabella 8 - Passeggeri saliti/discesi con direzione Como.....	64
Tabella 9 – Spostamenti relativi alla domanda di trasporto privato	66
Tabella 10 – Spostamenti relativi alla domanda di trasporto pubblico.....	67
Tabella 11 – Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario 2002.	67
Tabella 12 – Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario reference solution.....	67
Tabella 13 – Chilometri percorsi per gli spostamenti privati.....	68
Tabella 14 - Chilometri percorsi per gli spostamenti pubblici	68
Tabella 15 - Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario 2002 .	68
Tabella 16 - Variazioni percentuali delle varie alternative progettuali rispetto allo scenario reference solution.....	69
Tabella 17 – Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione	69
Tabella 18 – Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali.....	70
Tabella 19 – Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali.....	70
Tabella 20 – Passeggeri che utilizzano la metrotranvia per recarsi nella stazione ferroviaria di Como San Giovanni	71
Tabella 21– Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione	71
Tabella 22– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali.....	71
Tabella 23– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali.....	72
Tabella 24 – Passeggeri che utilizzano la metrotranvia per recarsi nella stazione ferroviaria di Como San Giovanni	73
Tabella 25– Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione	73
Tabella 26– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali.....	73
Tabella 27– Flussi di domanda della matrice O/D e modificati con i dati ottenuti dalla simulazione	74
Tabella 28– Percentuale di flusso di domanda servito dalla metrotranvia e spostamenti totali.....	74
Tabella 29 – Domanda di trasporto delle soluzioni di linee metrotranviarie	75
Tabella 30 – Parametri massimi e minimi per il dimensionamento degli elementi geometrici.....	78
Tabella 31 – Parametri degli elementi geometrici che compongono il tracciato sul lungolago	79
Tabella 32 – Tabella riassuntiva delle modifiche apportate al ciclo e alle fasi in funzione dell’asservimento semaforico.....	91
Tabella 33 – Livelli di Servizio individuati dall’HCM.....	92
Tabella 34 – Caratteristiche dei gruppi di corsie	96
Tabella 35 – Risultati dell’anilisi dell’intersezione e Livelli di Servizio per ogni gruppo di corsie	96

Tabella 36 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico.....	97
Tabella 37 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico.....	98
Tabella 38 – Caratteristiche dei gruppi di corsie	102
Tabella 39 – Risultati dell’anilisi dell’intersezione e Livelli di Servizio per ogni gruppo di corsie ...	102
Tabella 40 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico.....	103
Tabella 41 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico.....	104
Tabella 42 – Caratteristiche dei gruppi di corsie	107
Tabella 43 – Risultati dell’anilisi dell’intersezione e Livelli di Servizio per ogni gruppo di corsie ...	107
Tabella 44 – Valori assoluti e variazioni percentuali del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico.....	110
Tabella 45 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto allo stato di fatto) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico	111
Tabella 46 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto all’aumento della fase di verde del gruppo 6) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico	112
Tabella 47 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto allo stato di fatto) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico	112
Tabella 48 – Valori assoluti e variazioni percentuali (rispetto all’aumento della fase di verde del gruppo 6) del ciclo e delle fasi semaforiche relative all’intervallo B dell’asservimento semaforico	113
Tabella 49 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell’alternativa.....	118
Tabella 50 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell’alternativa.....	120
Tabella 51 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell’alternativa.....	121
Tabella 52 - Valori degli elementi geometrici che compongono il tracciato dell’alternativa.....	123
Tabella 53 – Caratterisitche e capacità dei principali veicoli in commercio.....	124
Tabella 54 – Raffronto tra domanda e offerta di trasporto e relativa frequenza tra le corse, espressa in minuti	125
Tabella 55 – Numero di veicoli necessari per effettuare il servizio di trasporto.....	151

BIBLIOGRAFIA

PAESAGGI DI BRIANZA, *Strade, ferrovie e tramvie nel paesaggio ottocentesco*, Tiziano Casartelli e Luca Merisio, Lysis Edizioni, 2012

Adriano Betti Carboncini, *Binari ai laghi*, Salò, ETR, 1992

Giovanni Cornolò, *Fuori porta in tram. Le tranvie extraurbane milanesi*, Parma, Ermanno Arbertelli, 1980

La ferrovia Milano-Monza e la prima Stazione di Porta Nuova - Storia di Milano

“Riproduzione del progetto Bruschetti della linea Milano-Como”, 1836, Biblioteca Italiana, Volume 83, Agosto 1836, Allegato E su Ferrovie in Lombardia, Sergio Zaninelli

Il progetto di legge presentato dal ministro dei lavori pubblici alla Camera dei Deputati e la città e provincia di Como, Como, Giorgietti, 1878

Relazione della Commissione consigliare di Cantù al consiglio Provinciale di Como, 10 settembre 1880, Archivio di Stato di Como

La ferrovia Como-Lecco, La Provincia di Como, 19 gennaio 1884

“Studio di Fattibilità di una Metrotranvia in Como”, Consorzio Poliedra, Politecnico di Milano, (maggio 2003)

Norma UNI 8379: 2000 – *“Sistemi di trasporto a guida vincolata – Termini e definizioni”*

“Linee Guida sul Sistema Tram – Treno”, Gruppo di Lavoro Tram-Treno, ASSTRA (Associazione Trasporti)

SITOGRAFIA

www.mondotram.freeforumzone.leonardo.it

www.laprovinciadico.com

www.ferrovie.it

<http://guide.travelitalia.com>

www.pedemontana.com

www.funicolarecomo.it

www.asfautolinee.it

www.sottomilano.it

www.navlaghi.it

www.it.wikipedia.org

www.google.it

www.bombardier.com

www.alstom.com

www.ansaldobreda.it

www.primove.bombardier.com

www.mobilicites.com

www.railway-technology.com

APPENDICE

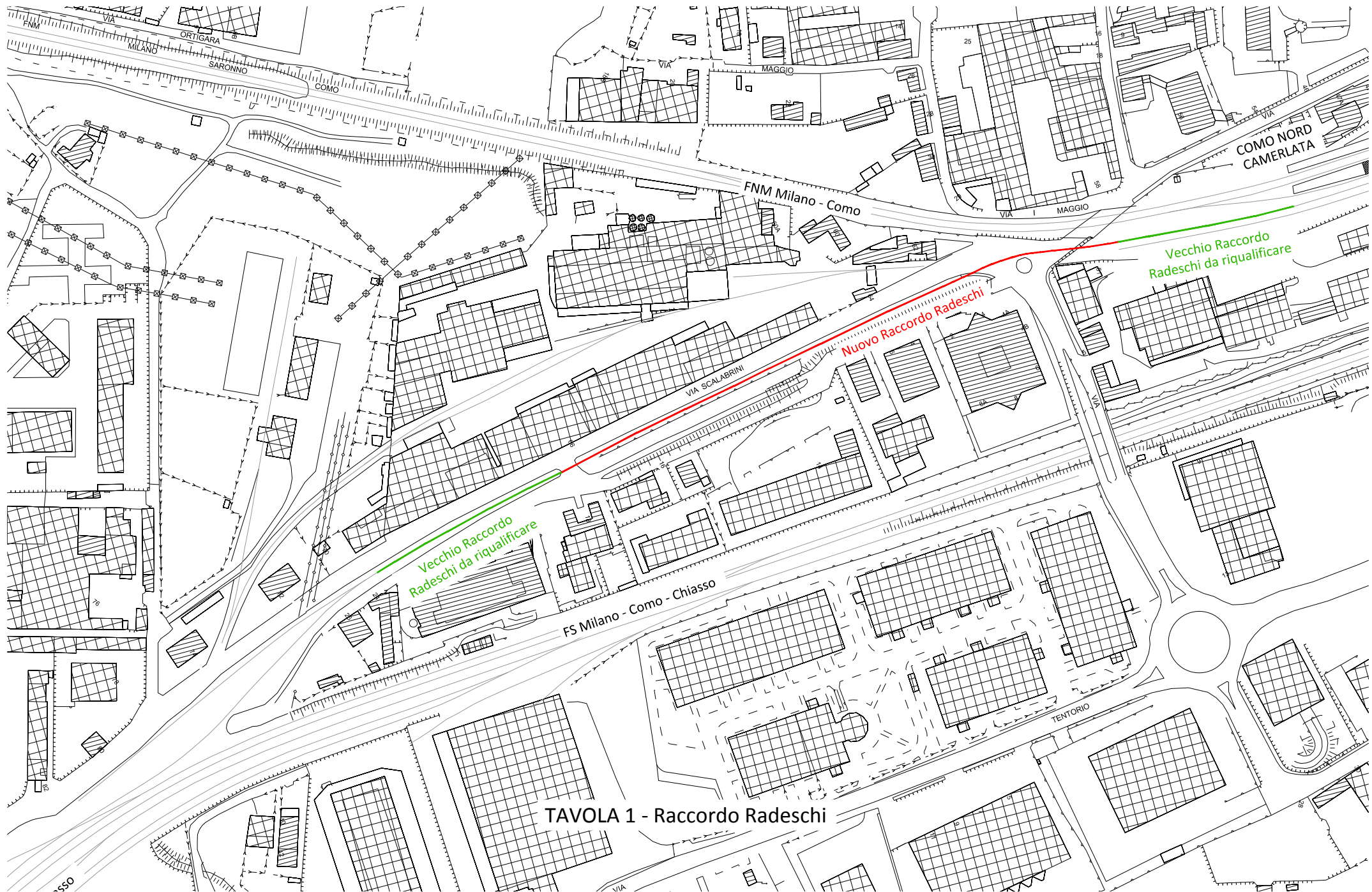


TAVOLA 1 - Raccordo Radeschi

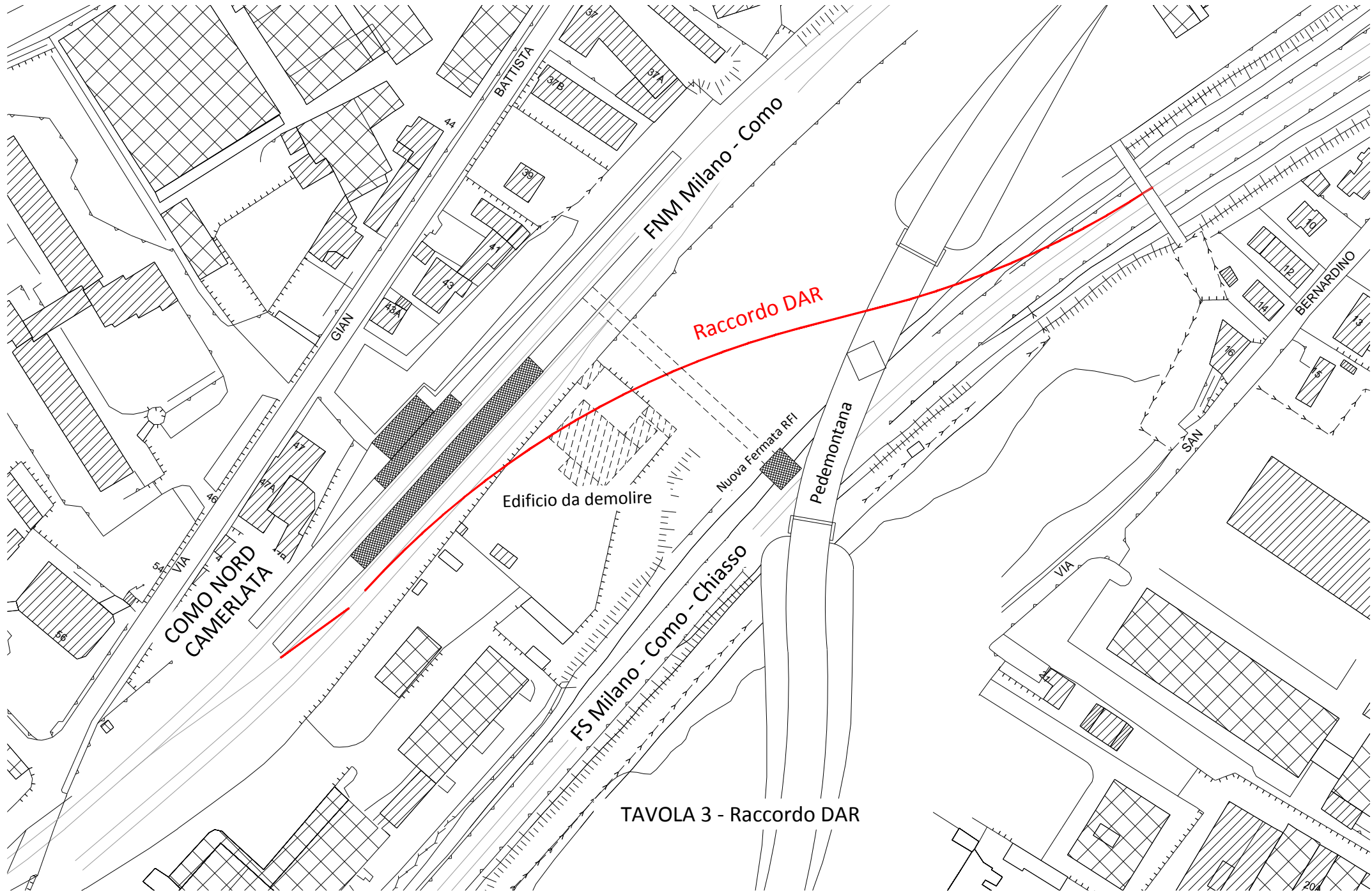
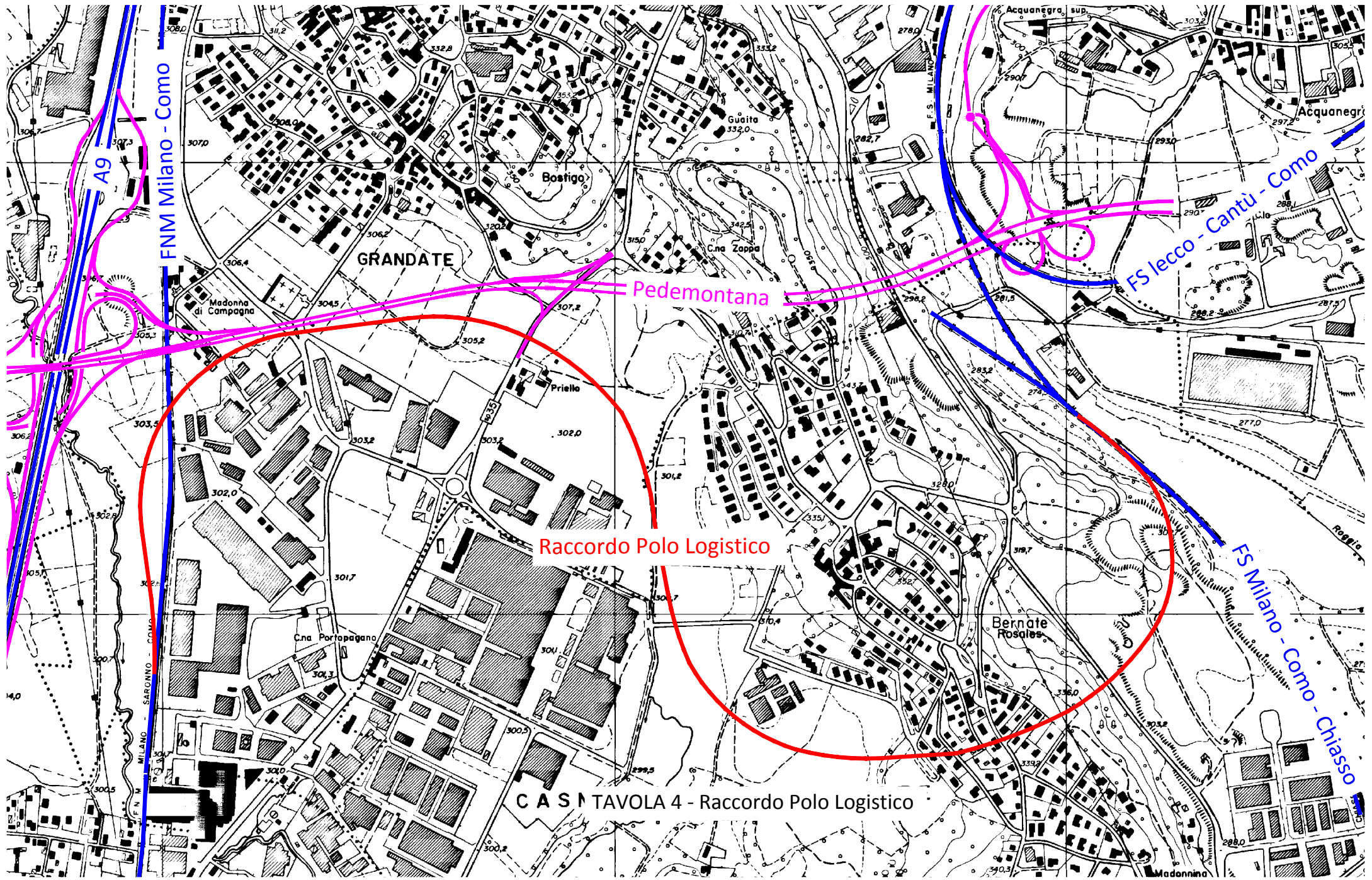


TAVOLA 3 - Raccordo DAR



A9
FNM Milano - Como

FS lecco - Cantù - Como

FS Milano - Como - Chiaso

Pedemontana

Raccordo Polo Logistico

C A S TAVOLA 4 - Raccordo Polo Logistico

GRANDATE

Cna Zappa

Bernate
Rosales

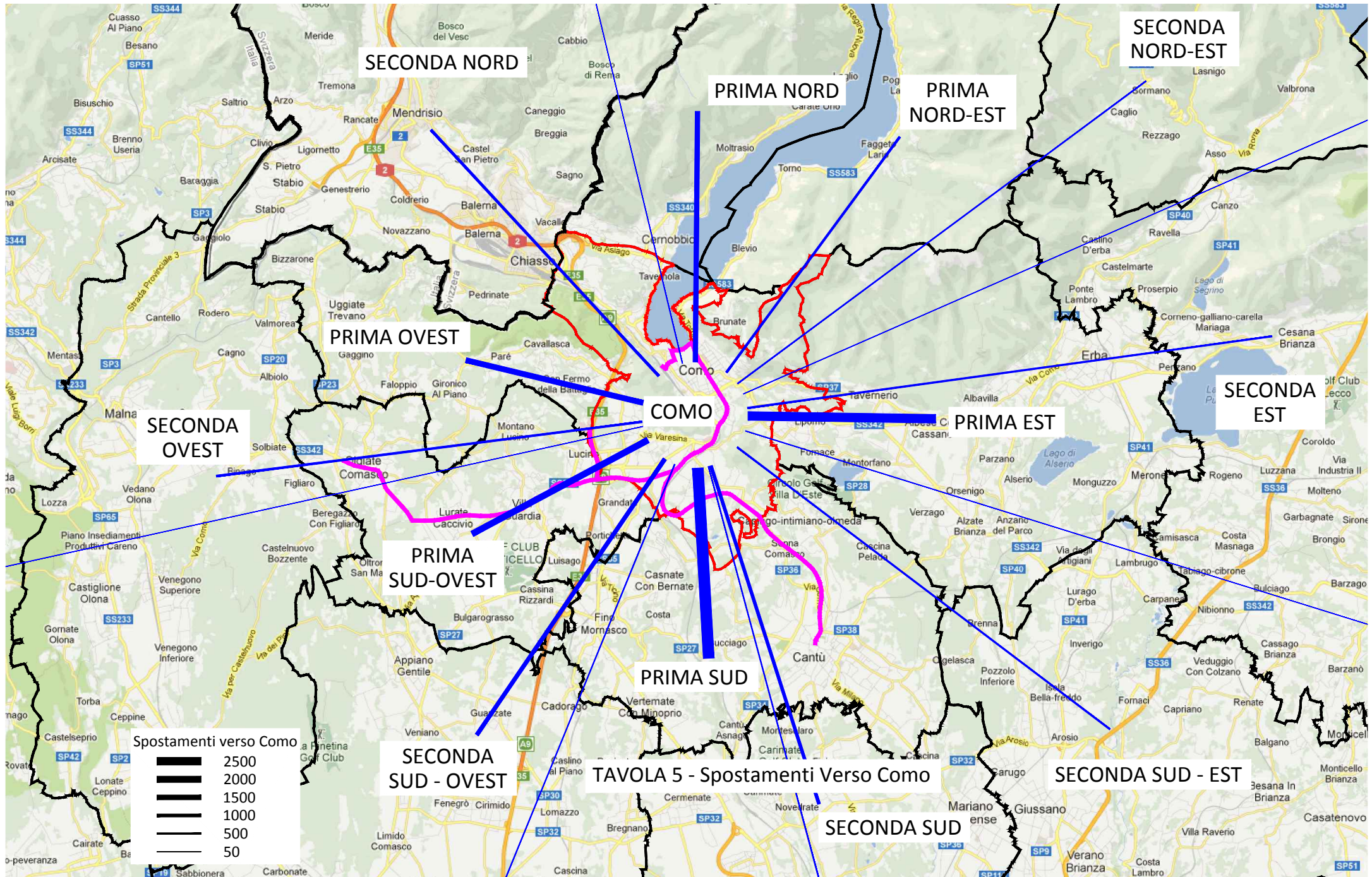
Madonna
di Compagna

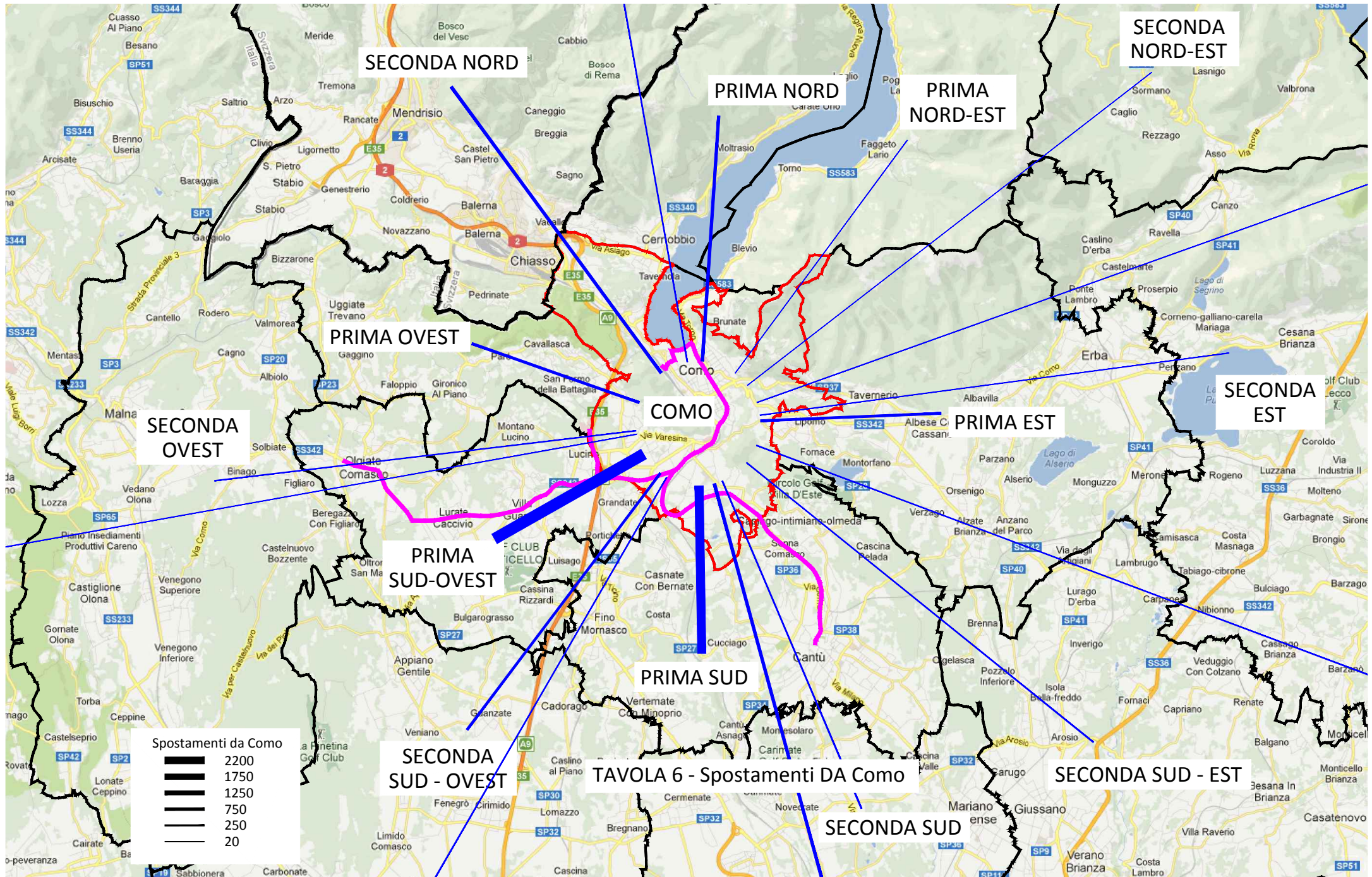
Cna Portopagano

Bostigo

Guaita

Madonna





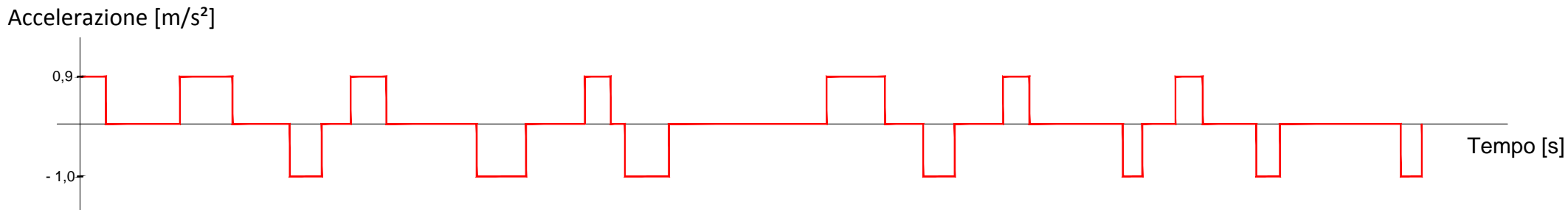
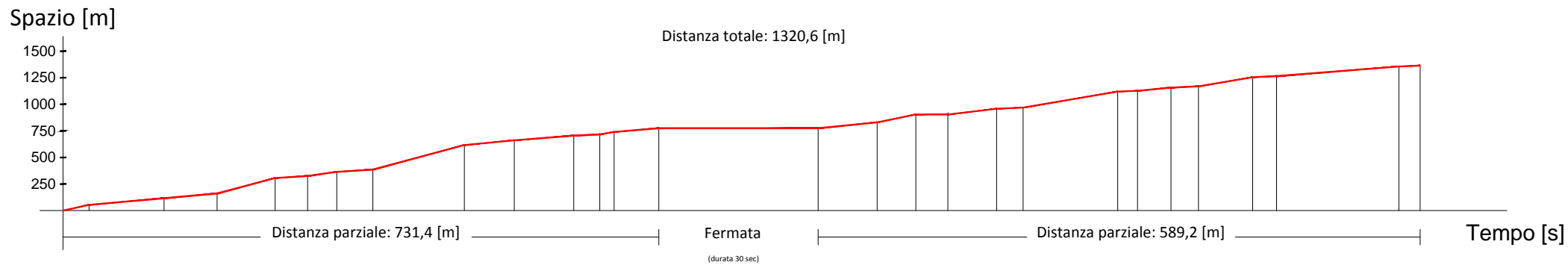
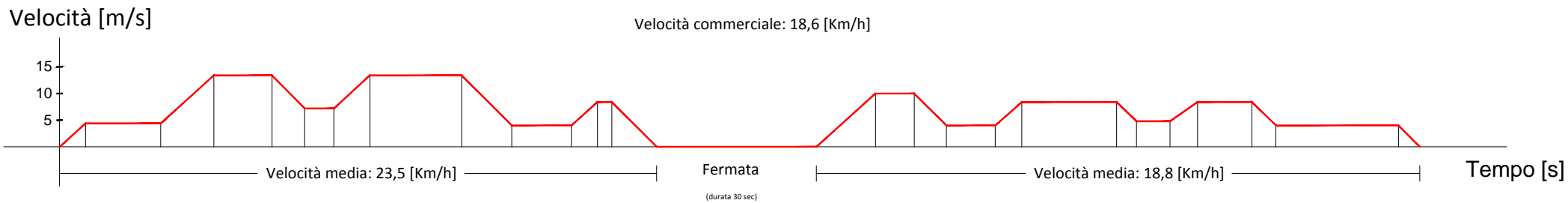


TAVOLA 7 - Diagramma velocità, spazio e accelerazione

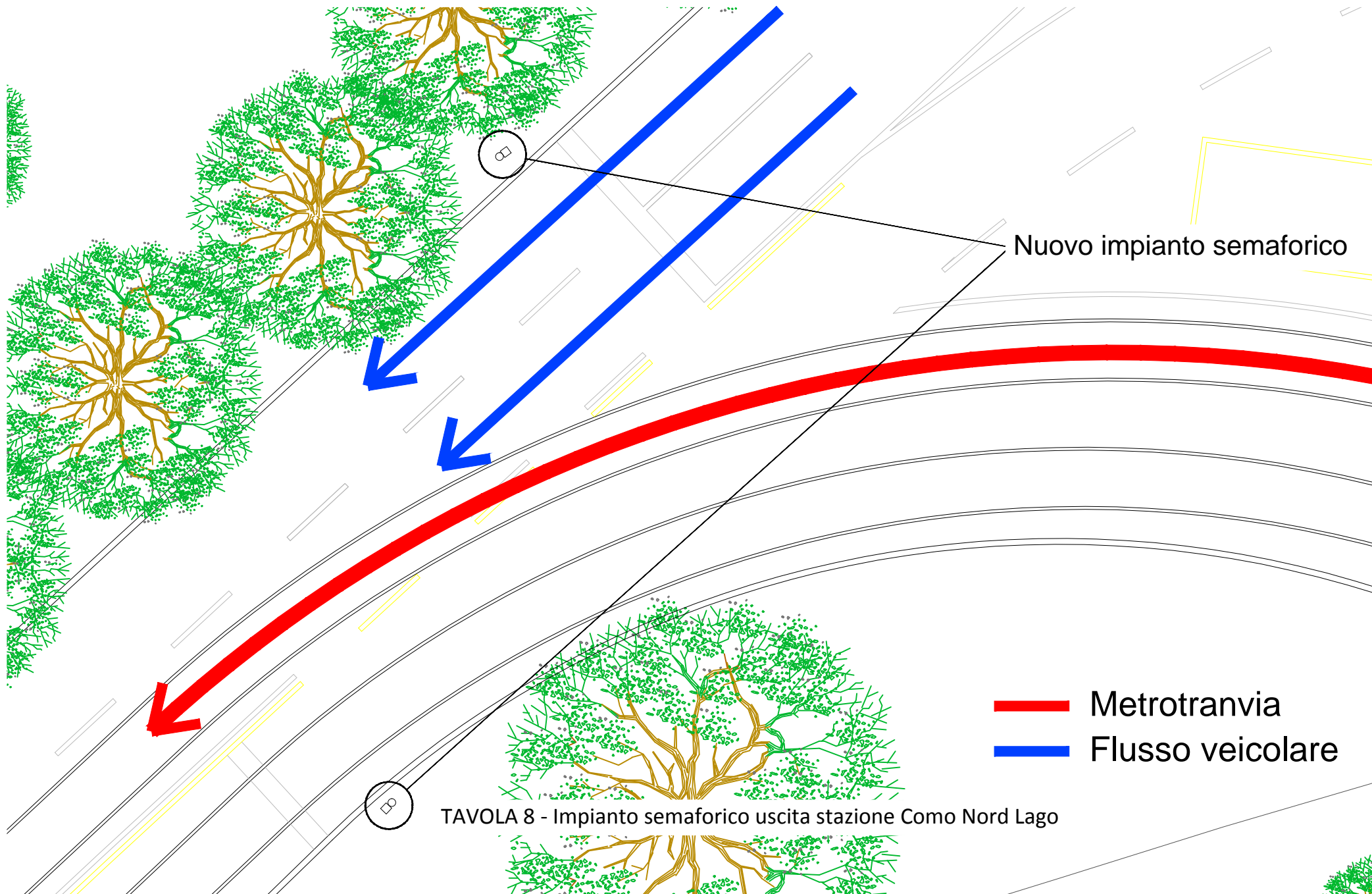


TAVOLA 8 - Impianto semaforico uscita stazione Como Nord Lago

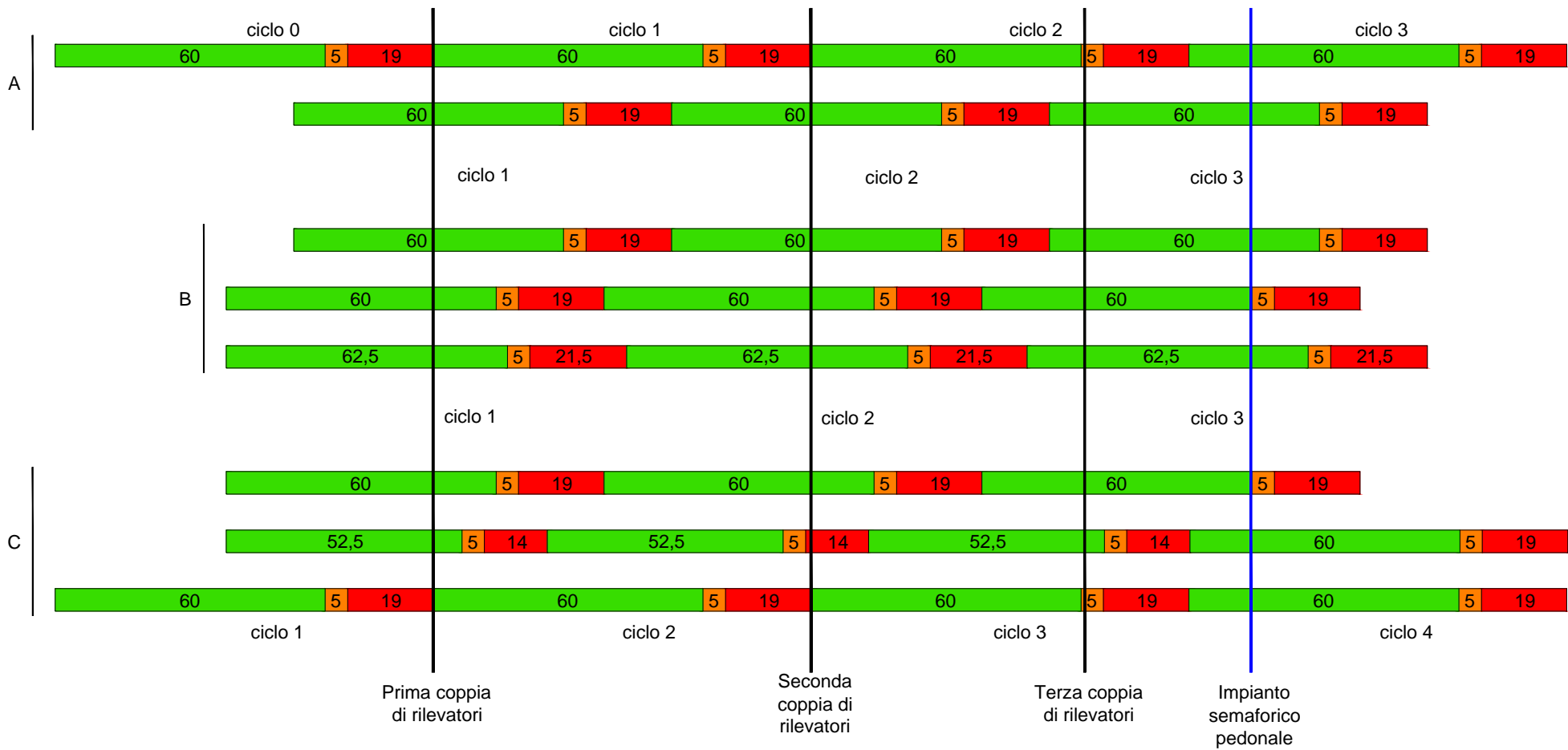


TAVOLA 9 - Cicli semaforici, intervalli di tempo e relative modifiche - Primo Impianto Semaforico Piazza Cavour

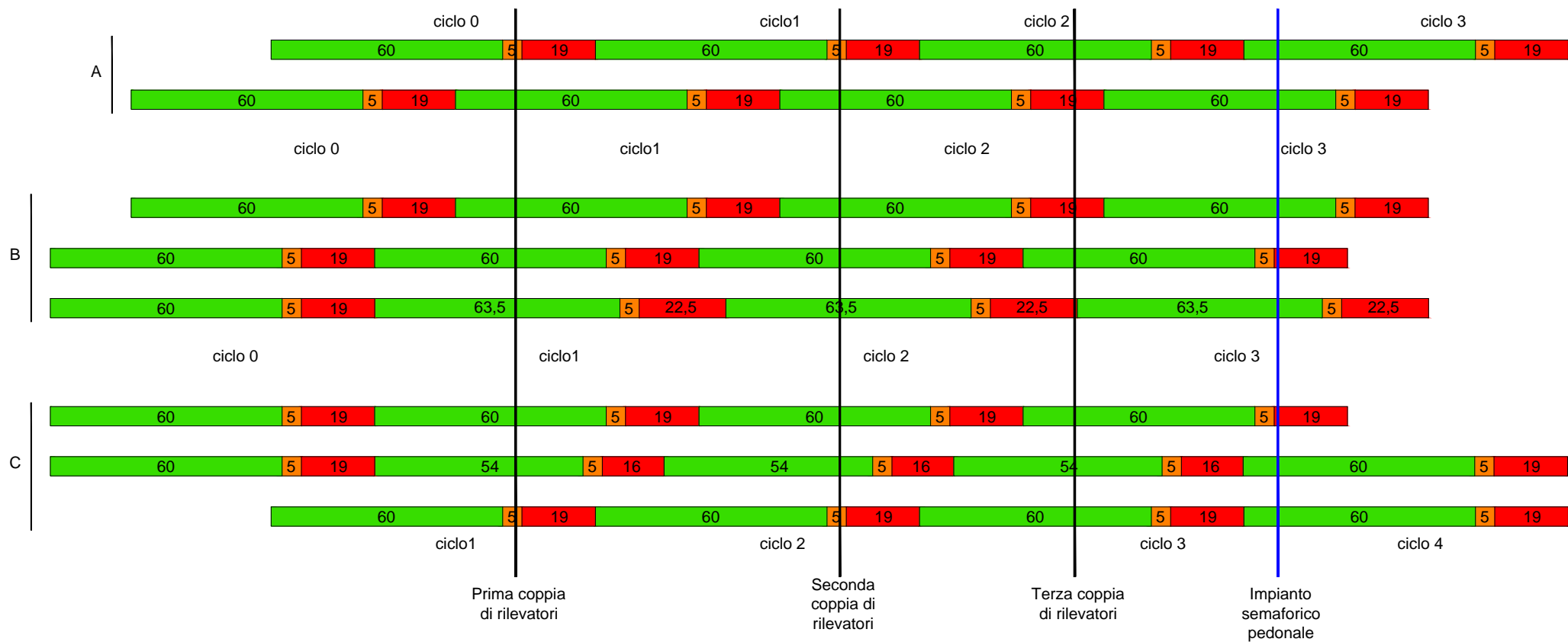


TAVOLA 10 - Cicli semaforici, intervalli di tempo e relative modifiche - Secondo Impianto Semaforico Piazza Cavour

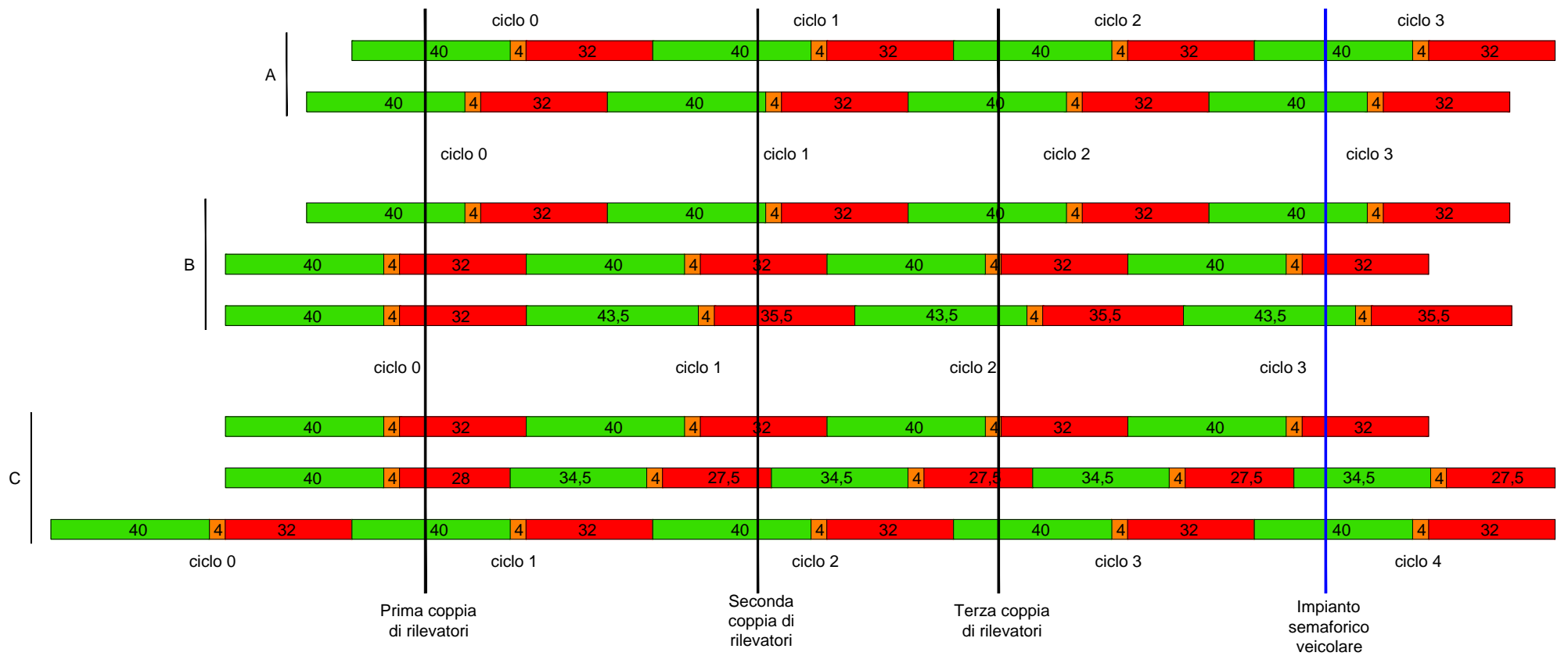


TAVOLA 11 - Cicli semaforici, intervalli di tempo e relative modifiche - Intersezione Lungolaro Trento/via Cavallotti/via Rosselli

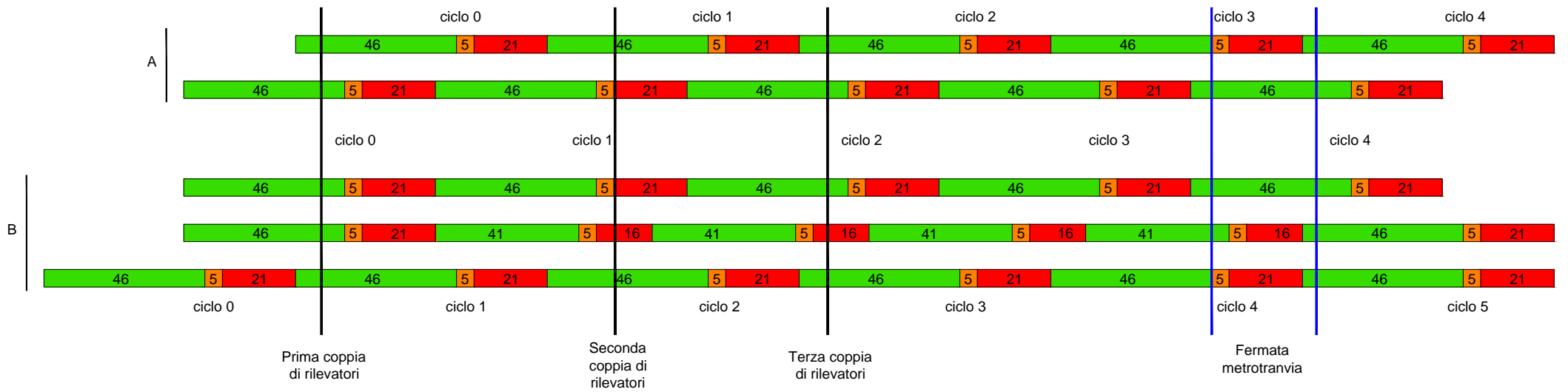


TAVOLA 12 - Cicli semaforici, intervalli di tempo e relative modifiche - Semaforo pedonale vi Rubini

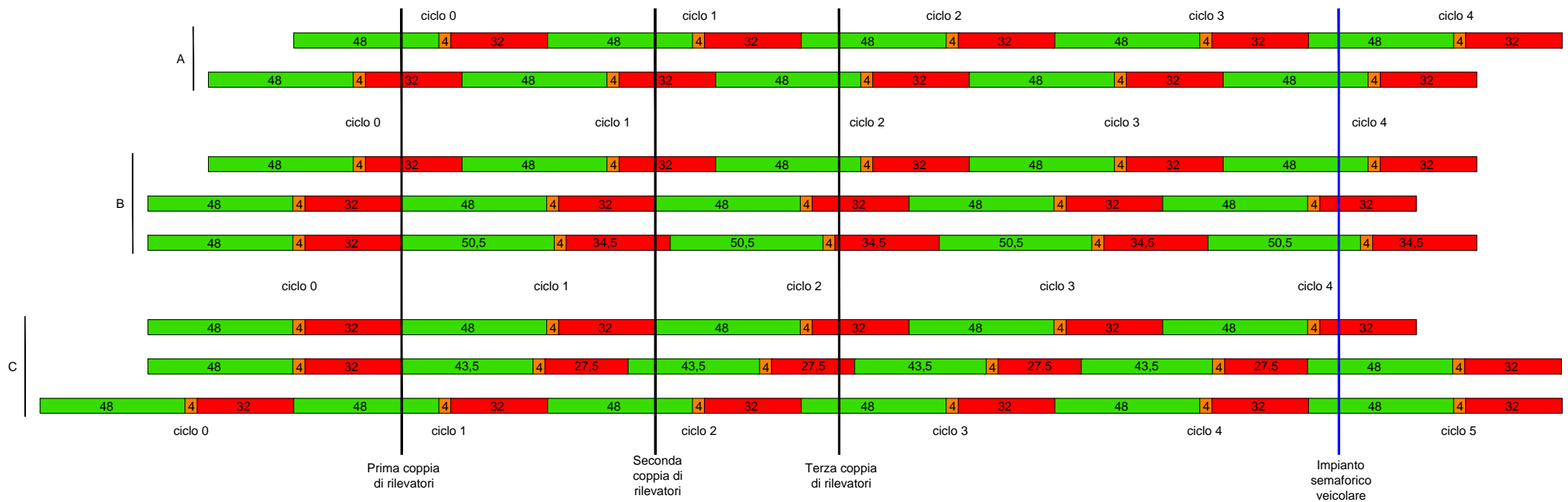


TAVOLA 13 - Cicli semaforici, intervalli di tempo e relative modifiche - Intersezione Piazza Cacciatori delle Alpi

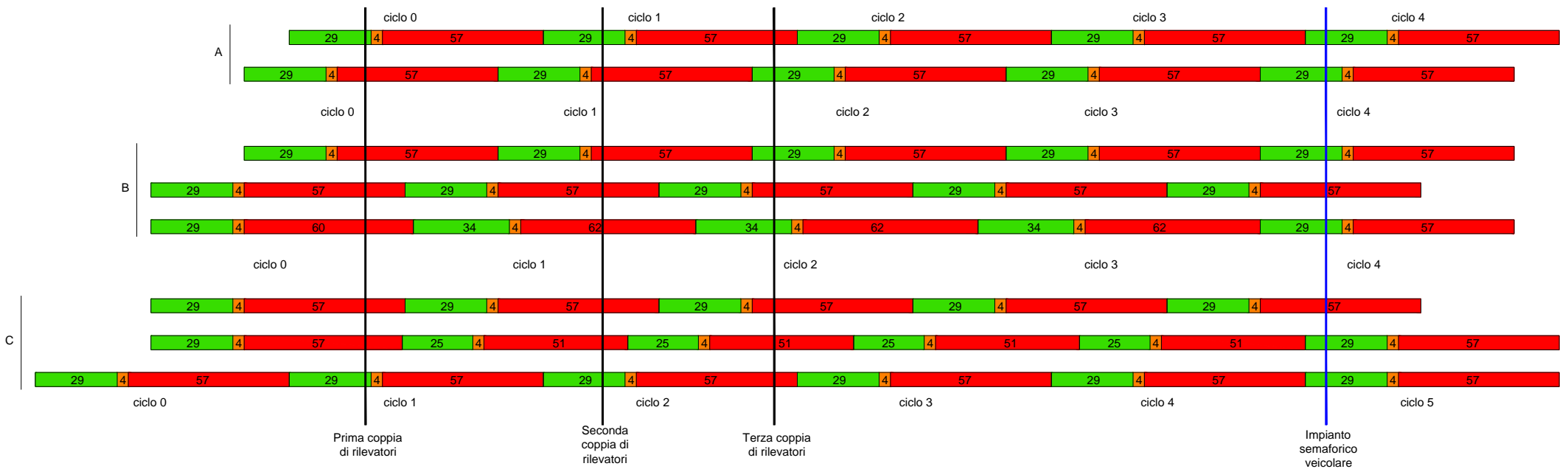


TAVOLA 14 - Cicli semaforici, intervalli di tempo e relative modifiche - Intersezione Piazzale San Rocchetto

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 1 direzione Albate Camerlata
- LINEA 1 direzione Como San Giovanni

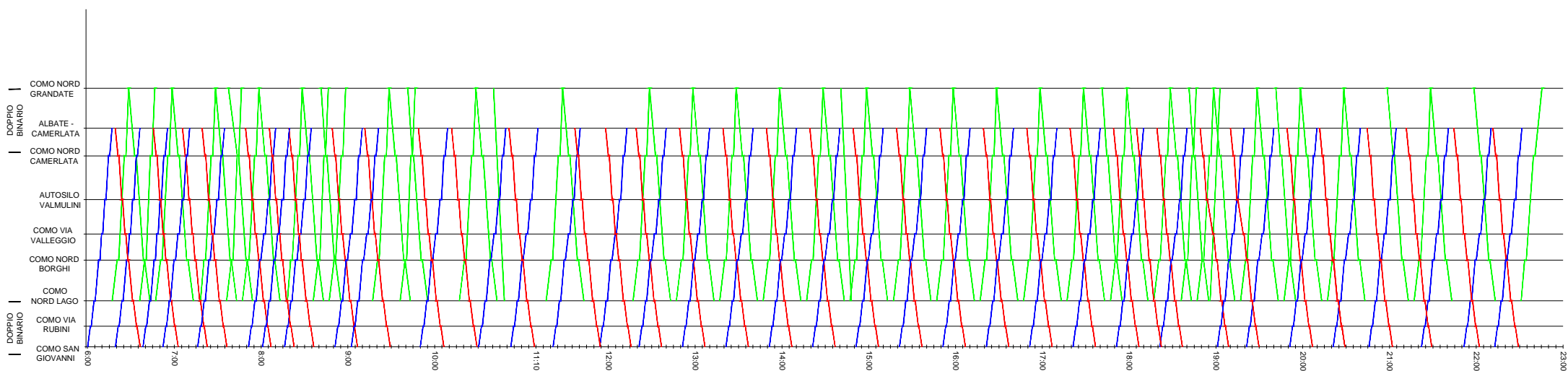


TAVOLA 15 - Orario grafico LINEA 1, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 1 direzione Albate Camerlata
- LINEA 1 direzione Como San Giovanni

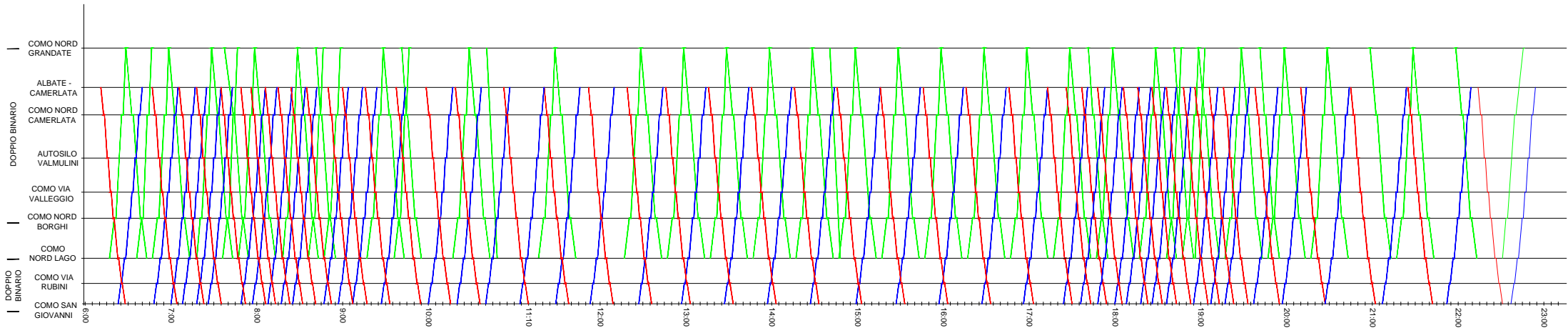


TAVOLA 16 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

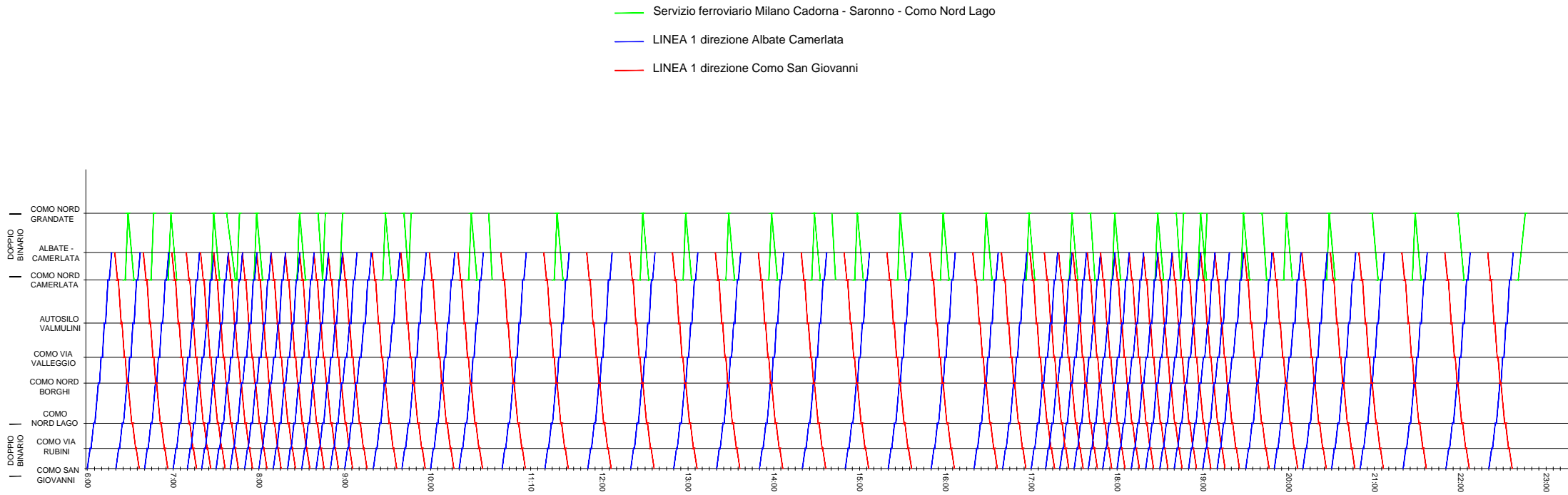


TAVOLA 17 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 1 direzione Albate Camerlata
- LINEA 1 direzione Como San Giovanni
- LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna
- LINEA 2 direzione Como San Giovanni

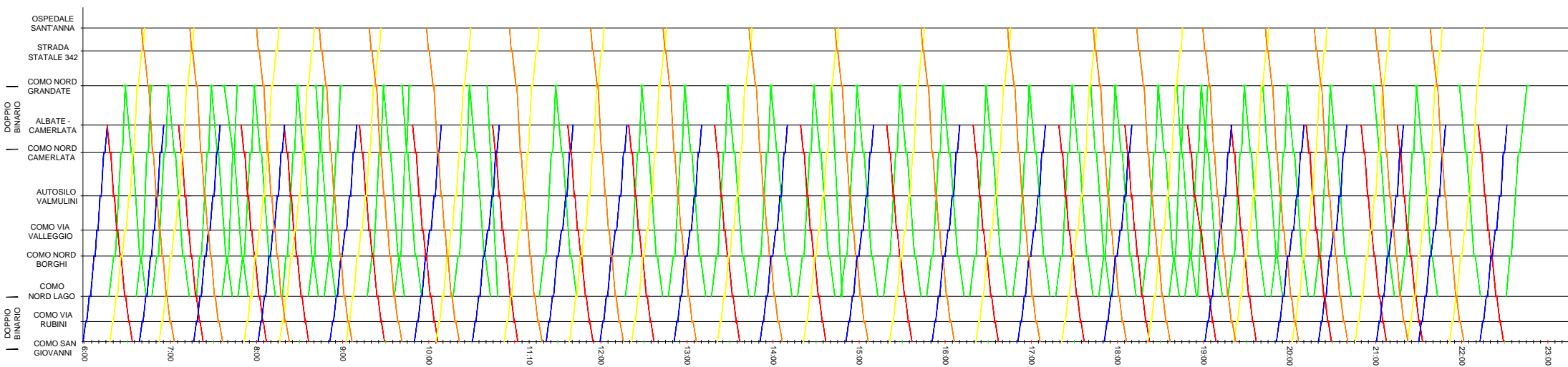


TAVOLA 18 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 1 direzione Albate Camerlata
- LINEA 1 direzione Como San Giovanni
- LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna
- LINEA 2 direzione Como San Giovanni

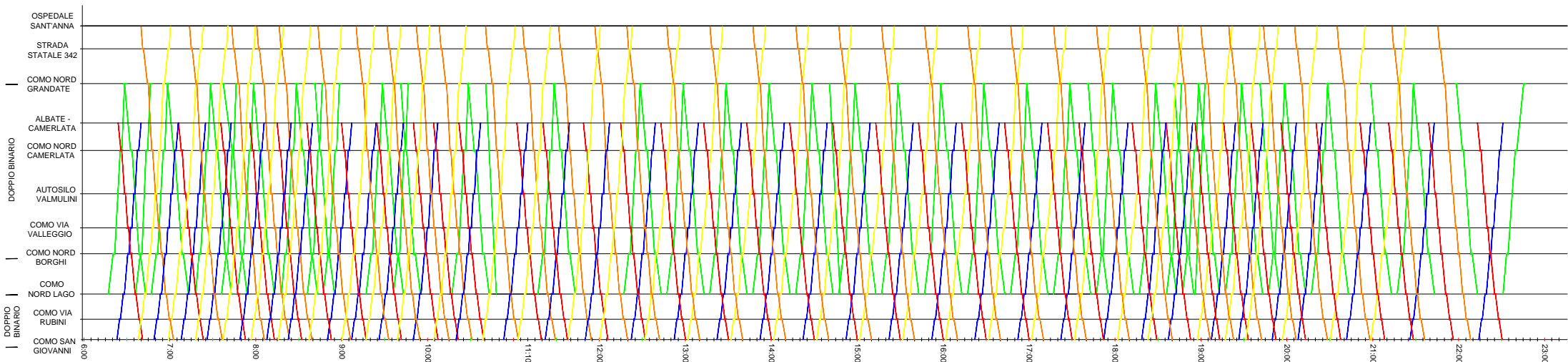


TAVOLA 19 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 1 direzione Albate Camerlata
- LINEA 1 direzione Como San Giovanni
- LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna
- LINEA 2 direzione Como San Giovanni

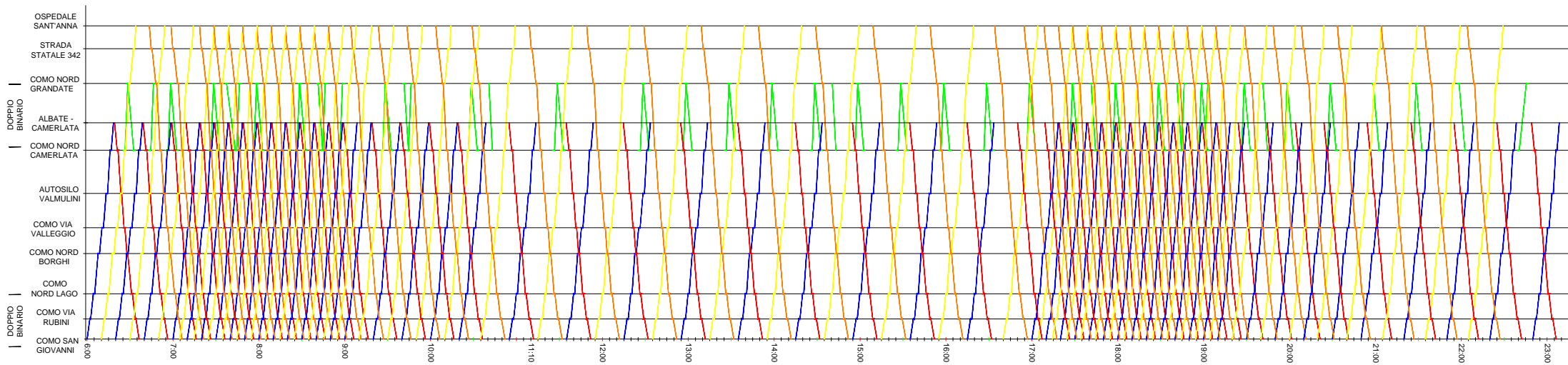


TAVOLA 20 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 1 direzione Albate Camerlata
- LINEA 1 direzione Como San Giovanni
- LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna
- LINEA 2 direzione Como San Giovanni
- LINEA 3 direzione Olgiate Comasco
- LINEA 3 direzione Como San Giovanni

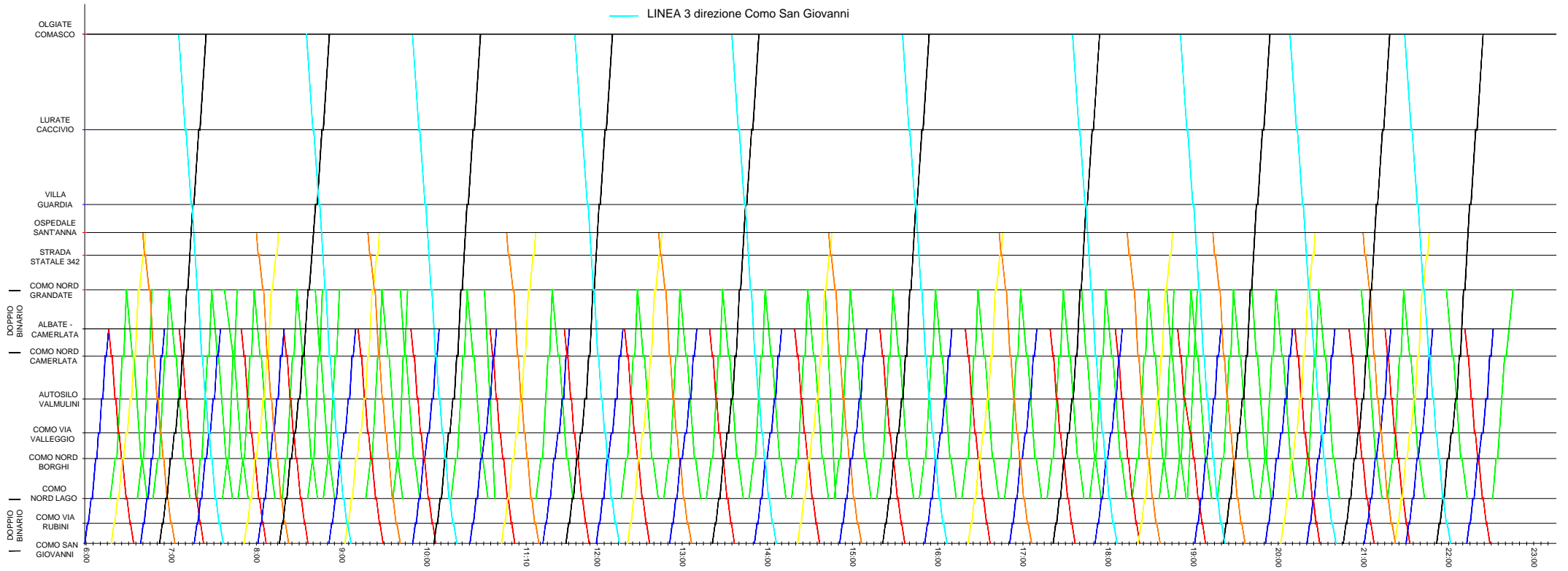


TAVOLA 21 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

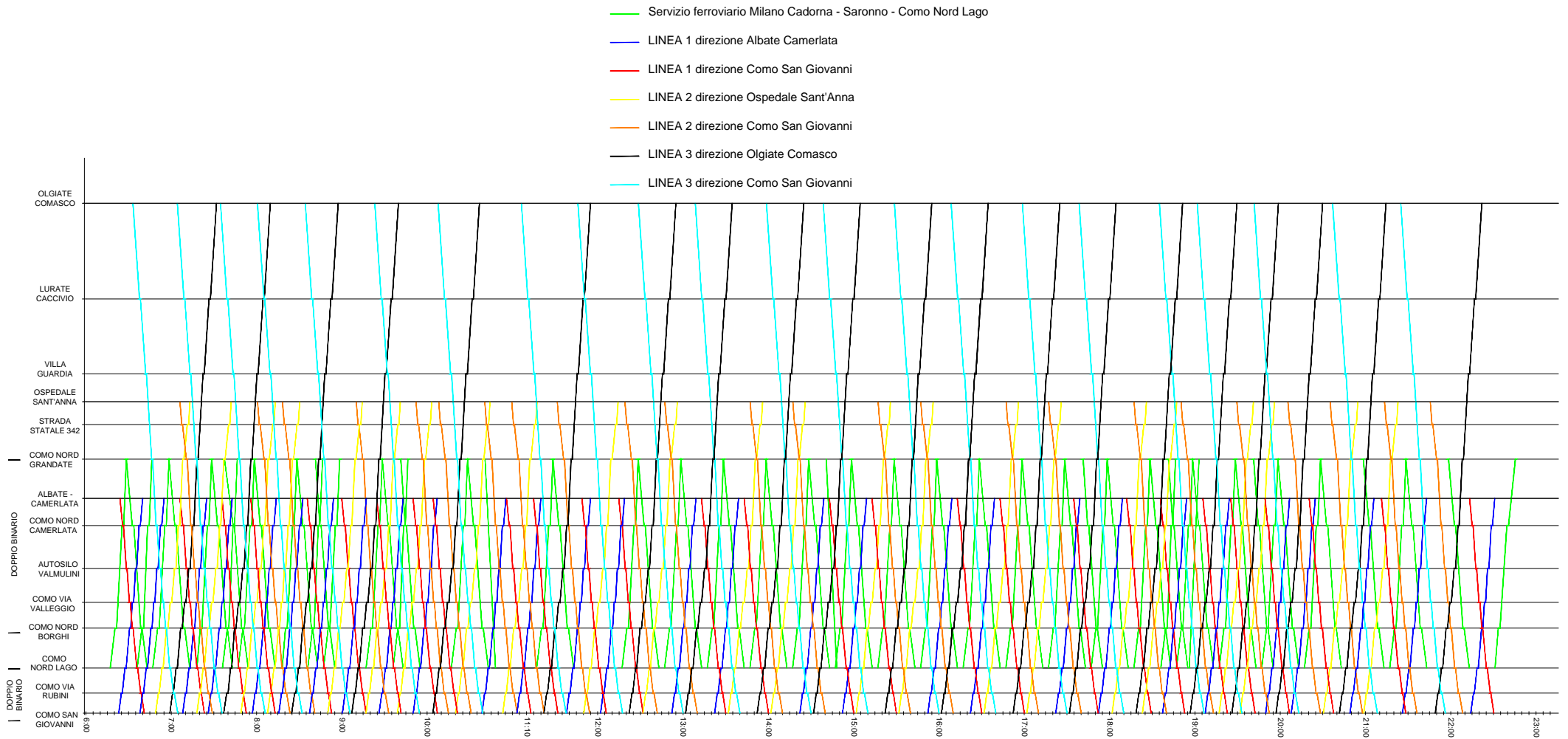


TAVOLA 22 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

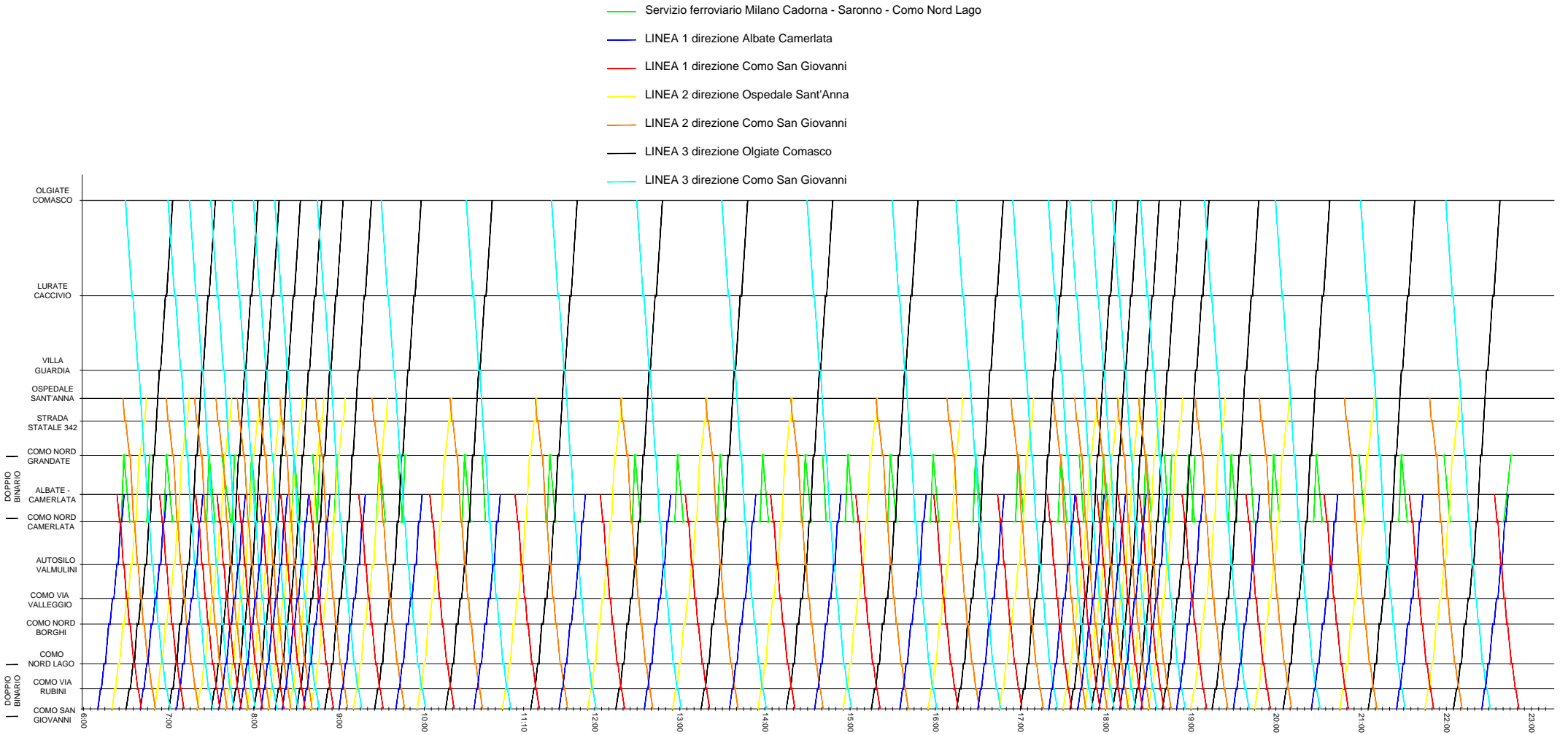


TAVOLA 23 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna
- LINEA 2 direzione Como San Giovanni
- LINEA 3 direzione Olgiate Comasco
- LINEA 3 direzione Como San Giovanni
- LINEA 4 direzione Cantù
- LINEA 4 direzione Como San Giovanni

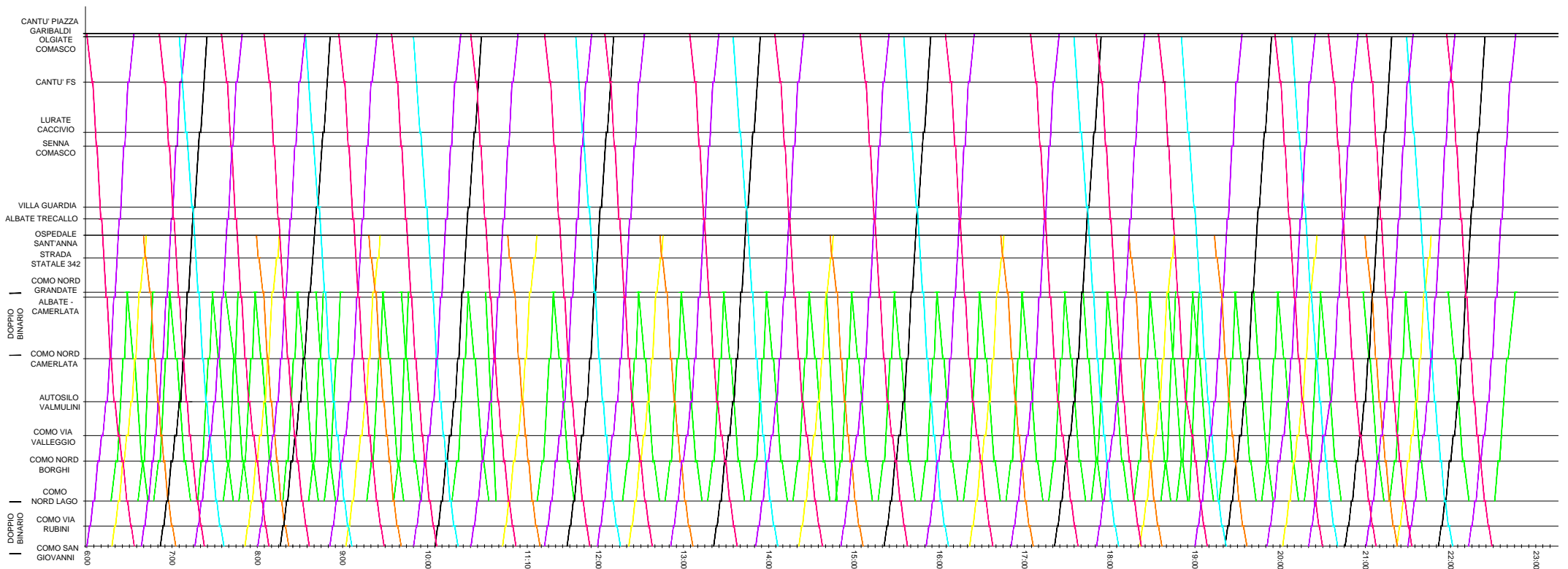


TAVOLA 24 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna
- LINEA 2 direzione Como San Giovanni
- LINEA 3 direzione Olgiate Comasco
- LINEA 3 direzione Como San Giovanni
- LINEA 4 direzione Cantù
- LINEA 4 direzione Como San Giovanni

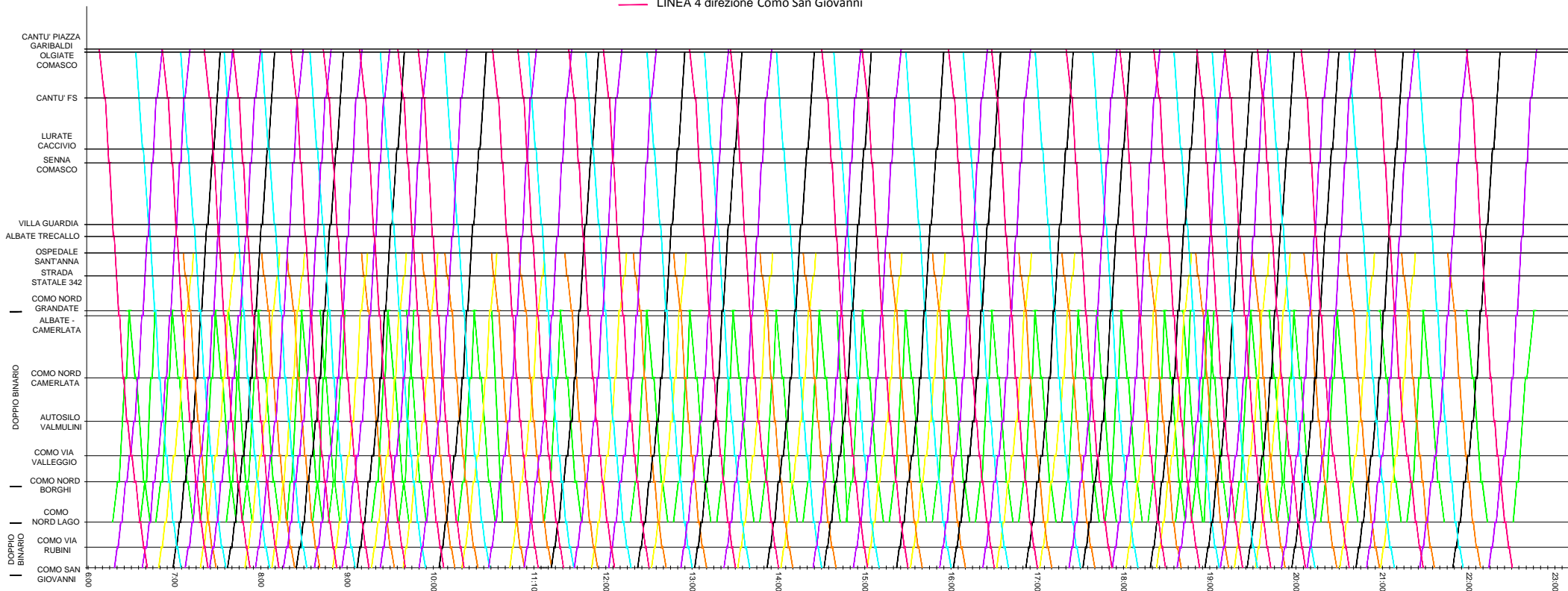


TAVOLA 25 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

- Servizio ferroviario Milano Cadorna - Saronno - Como Nord Lago
- LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna
- LINEA 2 direzione Como San Giovanni
- LINEA 3 direzione Olgiate Comasco
- LINEA 3 direzione Como San Giovanni
- LINEA 4 direzione Cantù
- LINEA 4 direzione Como San Giovanni

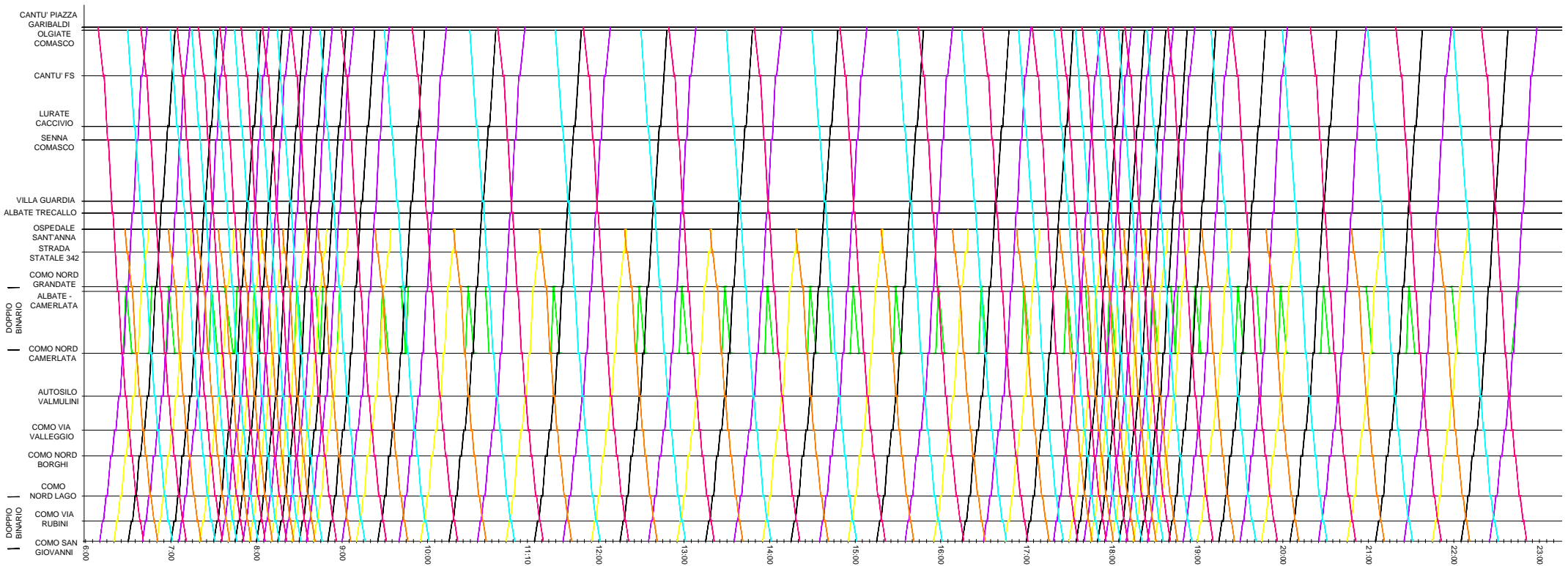


TAVOLA 26 - Orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

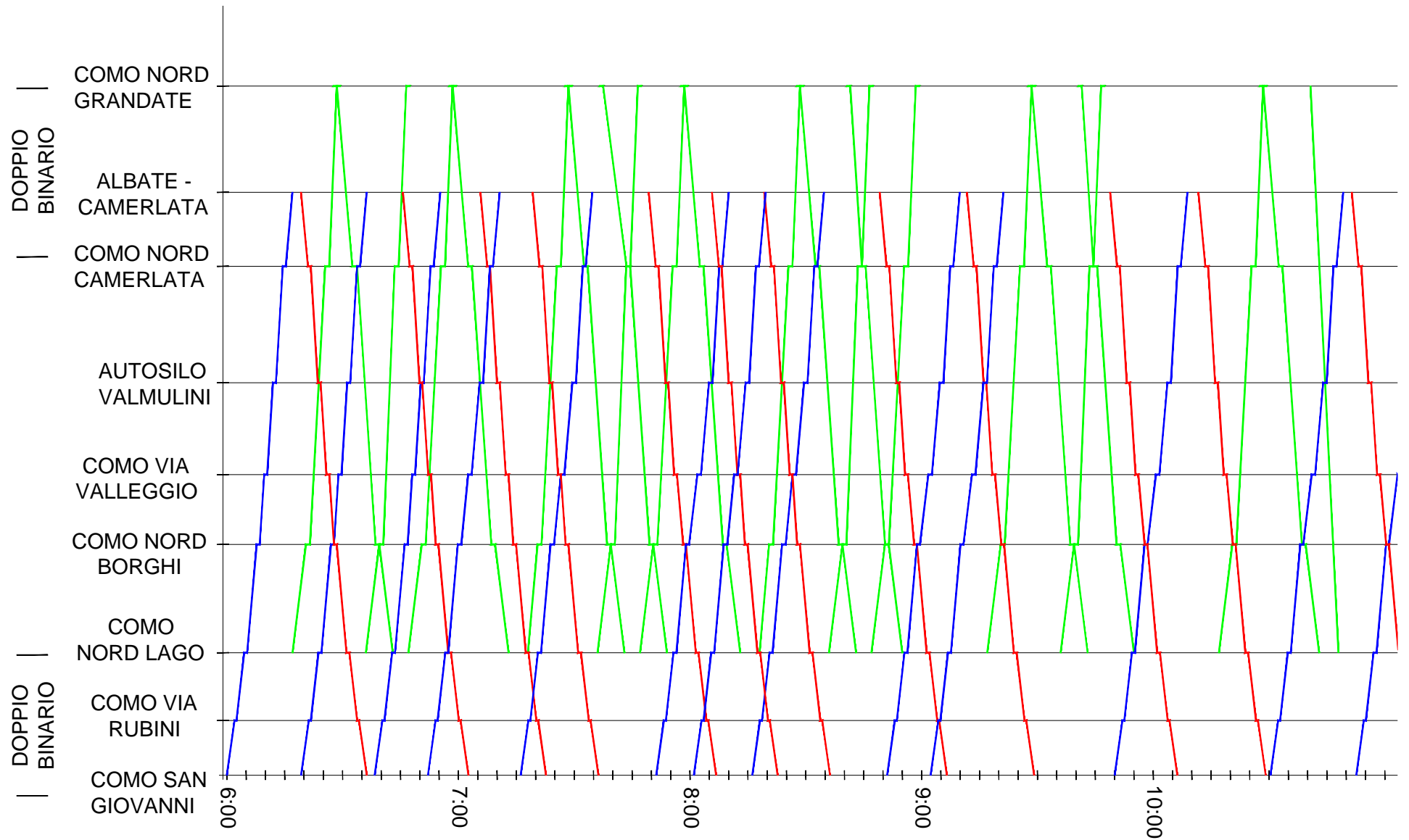


TAVOLA 27 - Particolare ora di punta dell'orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico

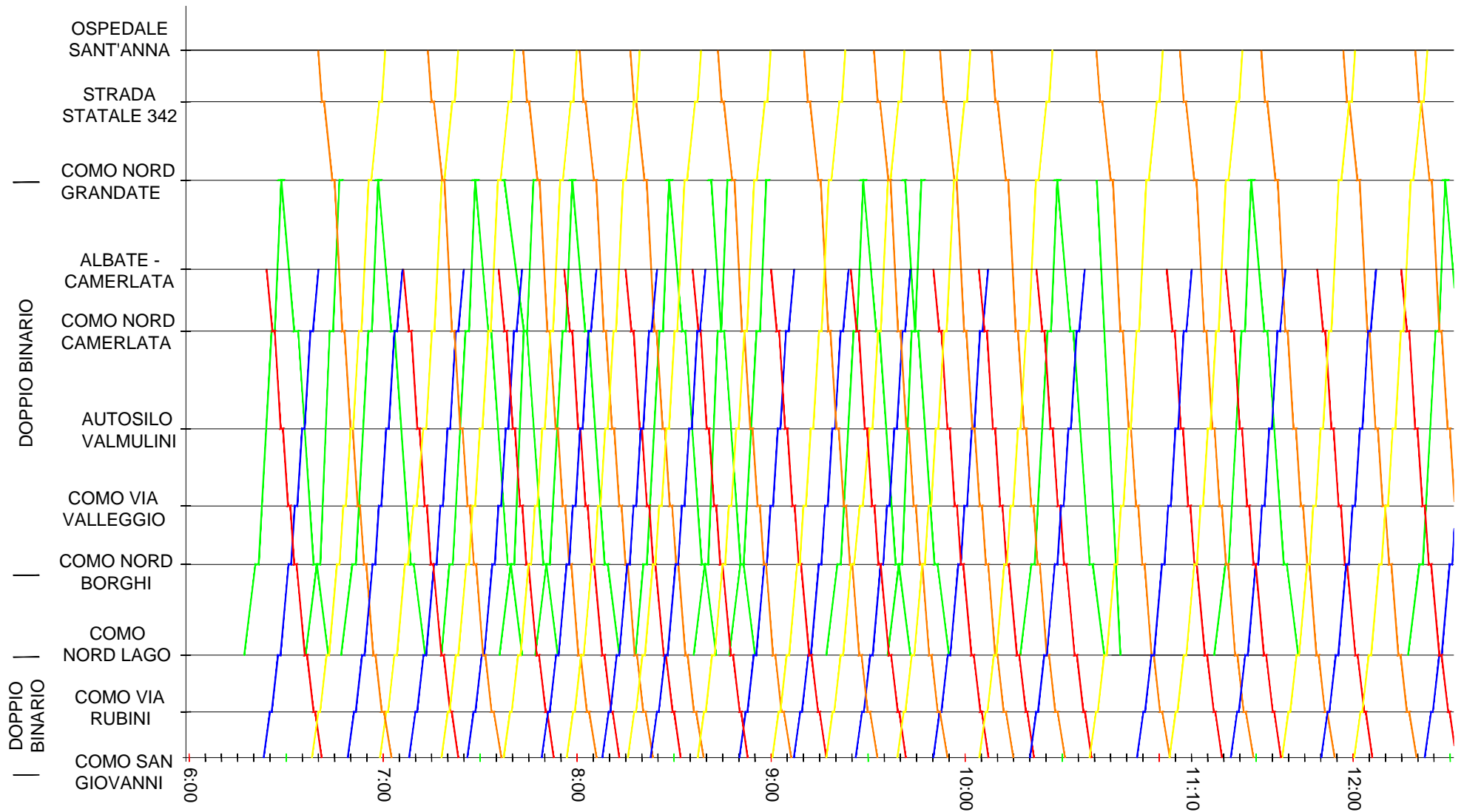


TAVOLA 28 - Particolare ora di punta dell'orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

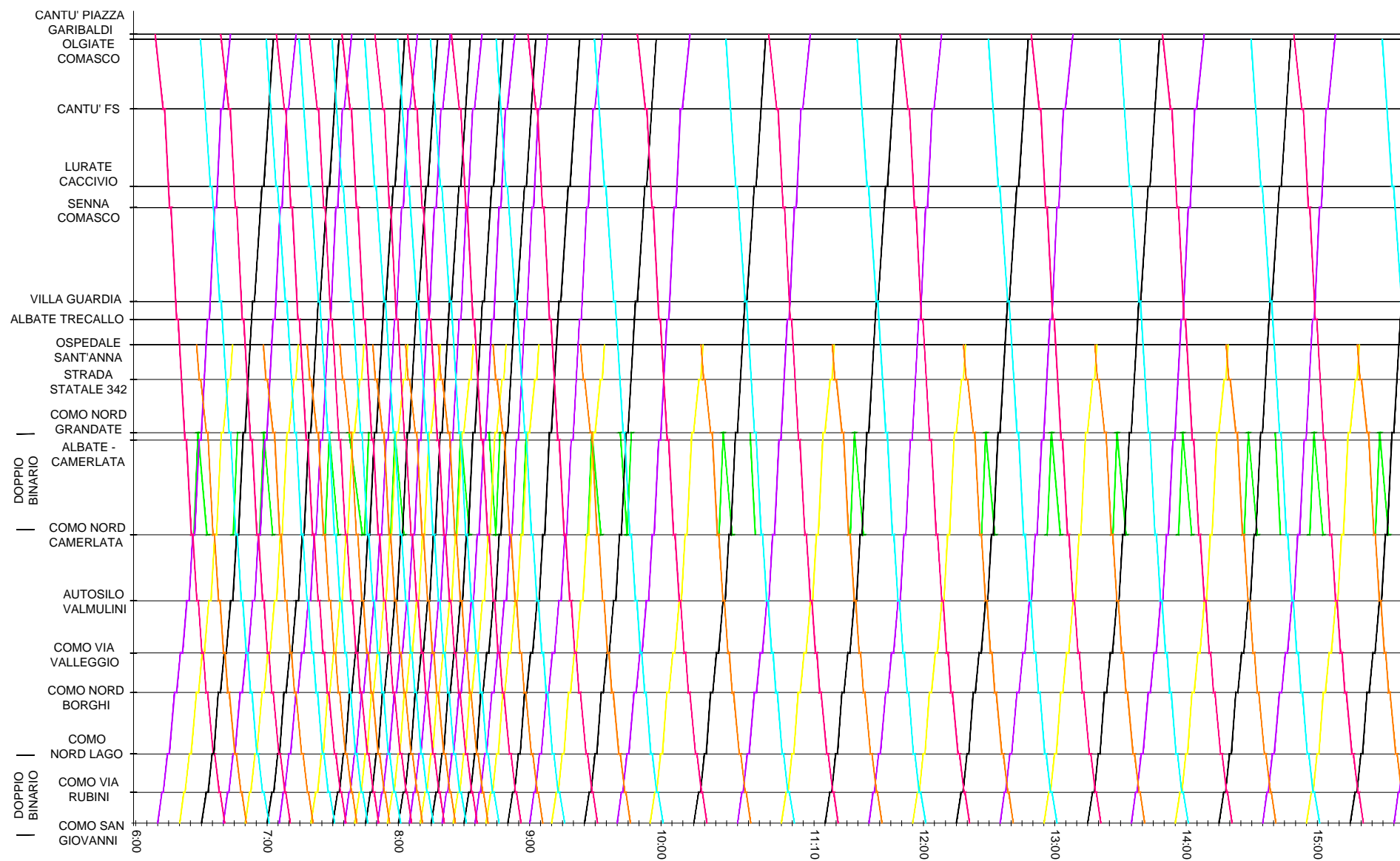


TAVOLA 29 - Particolare ora di punta dell'orario grafico, circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

TAVOLA 30 - TABELLE PIANIFICAZIONE ORARIO

LINEA 1: Como San Giovanni – Albate Camerlata

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:00	06:02	06:05	06:08	06:10	06:12	06:15	06:17	19
06:19	06:21	06:24	06:27	06:29	06:31	06:34	06:36	19
06:38	06:40	06:43	06:46	06:48	06:50	06:53	06:55	14
06:52	06:54	06:57	07:00	07:02	07:04	07:07	07:09	24
07:16	07:18	07:21	07:24	07:26	07:28	07:31	07:33	35
07:51	07:53	07:56	07:59	08:01	08:03	08:06	08:08	10
08:01	08:03	08:06	08:09	08:11	08:13	08:16	08:18	15
08:16	08:18	08:21	08:24	08:26	08:28	08:31	08:33	35
08:51	08:53	08:56	08:59	09:01	09:03	09:06	09:08	11
09:02	09:04	09:07	09:10	09:12	09:14	09:17	09:19	48
09:50	09:52	09:55	09:58	10:00	10:02	10:05	10:07	40
10:30	10:32	10:35	10:38	10:40	10:42	10:45	10:47	22
10:52	10:54	10:57	11:00	11:02	11:04	11:07	11:09	30
11:22	11:24	11:27	11:30	11:32	11:34	11:37	11:39	32
11:54	11:56	11:59	12:02	12:04	12:06	12:09	12:11	27
12:21	12:23	12:26	12:29	12:31	12:33	12:36	12:38	
Ogni 30 minuti								
18:21	18:23	18:26	18:29	18:31	18:33	18:36	18:38	40
19:01	19:03	19:06	19:09	19:11	19:13	19:16	19:18	20
19:21	19:23	19:26	19:29	19:31	19:33	19:36	19:38	30
19:51	19:53	19:56	19:59	20:01	20:03	20:06	20:08	30
20:21	20:23	20:26	20:29	20:31	20:33	20:36	20:38	25
20:46	20:48	20:51	20:54	20:56	20:58	21:01	21:03	36
21:22	21:24	21:27	21:30	21:32	21:34	21:37	21:39	29
21:51	21:53	21:56	21:59	22:01	22:03	22:06	22:08	22
22:13	22:15	22:18	22:21	22:23	22:25	22:28	22:30	

TABELLA 1 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
ALBATE CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:19	06:21	06:23	06:25	06:27	06:30	06:33	06:36	27
06:46	06:48	06:50	06:52	06:54	06:57	07:00	07:03	20
07:06	07:08	07:10	07:12	07:14	07:17	07:20	07:23	13
07:19	07:21	07:23	07:25	07:27	07:30	07:33	07:36	30
07:49	07:51	07:53	07:55	07:57	08:00	08:03	08:06	17
08:06	08:08	08:10	08:12	08:14	08:17	08:20	08:23	13
08:19	08:21	08:23	08:25	08:27	08:30	08:33	08:36	30
08:49	08:51	08:53	08:55	08:57	09:00	09:03	09:06	23
09:12	09:14	09:16	09:18	09:20	09:23	09:26	09:29	37
09:49	09:51	09:53	09:55	09:57	10:00	10:03	10:06	23
10:12	10:14	10:16	10:18	10:20	10:23	10:26	10:29	39
10:51	10:53	10:55	10:57	10:59	11:02	11:05	11:08	46
11:37	11:39	11:41	11:43	11:45	11:48	11:51	11:54	20
11:57	11:59	12:01	12:03	12:05	12:08	12:11	12:14	22
12:19	12:21	12:23	12:25	12:27	12:30	12:33	12:36	
Ogni 30 minuti								
17:49	17:51	17:53	17:55	17:57	18:00	18:03	18:06	16
18:05	18:07	18:09	18:11	18:13	18:16	18:19	18:22	14
18:19	18:21	18:23	18:25	18:27	18:30	18:33	18:36	30
18:49	18:51	18:53	18:55	18:57	19:00	19:03	19:06	21
19:10	19:12	19:14	19:16	19:18	19:21	19:24	19:27	39
19:49	19:51	19:53	19:55	19:57	20:00	20:03	20:06	23
20:12	20:14	20:16	20:18	20:20	20:23	20:26	20:29	32
20:44	20:46	20:48	20:50	20:52	20:55	20:58	21:01	28
21:12	21:14	21:16	21:18	21:20	21:23	21:26	21:29	33
21:45	21:47	21:49	21:51	21:53	21:56	21:59	22:02	26
22:11	22:13	22:15	22:17	22:19	22:22	22:25	22:28	

TABELLA 2 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:23	06:25	06:28	06:31	06:33	06:35	06:38	06:40	25
06:48	06:50	06:53	06:56	06:58	07:00	07:03	07:05	12
07:00	07:02	07:05	07:08	07:10	07:12	07:15	07:17	8
07:08	07:10	07:13	07:16	07:18	07:20	07:23	07:25	10
07:18	07:20	07:23	07:26	07:28	07:30	07:33	07:35	8
07:26	07:28	07:31	07:34	07:36	07:38	07:41	07:43	23
07:49	07:51	07:54	07:57	07:59	08:01	08:04	08:06	7
07:56	07:58	08:01	08:04	08:06	08:08	08:11	08:13	12
08:08	08:10	08:13	08:16	08:18	08:20	08:23	08:25	9
08:17	08:19	08:22	08:25	08:27	08:29	08:32	08:34	8
08:25	08:27	08:30	08:33	08:35	08:37	08:40	08:42	22
08:47	08:49	08:52	08:55	08:57	08:59	09:02	09:04	10
08:57	08:59	09:02	09:05	09:07	09:09	09:12	09:14	10
09:07	09:09	09:12	09:15	09:17	09:19	09:22	09:24	20
09:27	09:29	09:32	09:35	09:37	09:39	09:42	09:44	33
10:00	10:02	10:05	10:08	10:10	10:12	10:15	10:17	20
10:20	10:22	10:25	10:28	10:30	10:32	10:35	10:37	20
10:40	10:42	10:45	10:48	10:50	10:52	10:55	10:57	24
11:04	11:06	11:09	11:12	11:14	11:16	11:19	11:21	25
11:29	11:31	11:34	11:37	11:39	11:41	11:44	11:46	24
11:53	11:55	11:58	12:01	12:03	12:05	12:08	12:10	34
12:27	12:29	12:32	12:35	12:37	12:39	12:42	12:44	30
12:57	12:59	13:02	13:05	13:07	13:09	13:12	13:14	30
13:27	13:29	13:32	13:35	13:37	13:39	13:42	13:44	30
13:57	13:59	14:02	14:05	14:07	14:09	14:12	14:14	30
14:27	14:29	14:32	14:35	14:37	14:39	14:42	14:44	32
14:59	15:01	15:04	15:07	15:09	15:11	15:14	15:16	28
15:27	15:29	15:32	15:35	15:37	15:39	15:42	15:44	30
15:57	15:59	16:02	16:05	16:07	16:09	16:12	16:14	30
16:27	16:29	16:32	16:35	16:37	16:39	16:42	16:44	29
16:56	16:58	17:01	17:04	17:06	17:08	17:11	17:13	28
17:24	17:26	17:29	17:32	17:34	17:36	17:39	17:41	12
17:36	17:38	17:41	17:44	17:46	17:48	17:51	17:53	12
17:48	17:50	17:53	17:56	17:58	18:00	18:03	18:05	12

18:00	18:02	18:05	18:08	18:10	18:12	18:15	18:17	8
18:08	18:10	18:13	18:16	18:18	18:20	18:23	18:25	10
18:18	18:20	18:23	18:26	18:28	18:30	18:33	18:35	8
18:26	18:28	18:31	18:34	18:36	18:38	18:41	18:43	10
18:36	18:38	18:41	18:44	18:46	18:48	18:51	18:53	19
18:55	18:57	19:00	19:03	19:05	19:07	19:10	19:12	12
19:07	19:09	19:12	19:15	19:17	19:19	19:22	19:24	10
19:17	19:19	19:22	19:25	19:27	19:29	19:32	19:34	20
19:37	19:39	19:42	19:45	19:47	19:49	19:52	19:54	20
19:57	19:59	20:02	20:05	20:07	20:09	20:12	20:14	30
20:27	20:29	20:32	20:35	20:37	20:39	20:42	20:44	40
21:07	21:09	21:12	21:15	21:17	21:19	21:22	21:24	45
21:52	21:54	21:57	22:00	22:02	22:04	22:07	22:09	45
22:37	22:39	22:42	22:45	22:47	22:49	22:52	22:54	

TABELLA 3 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
ALBATE CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGI	COMO NORD LAGO	VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:11	06:13	06:15	06:18	06:20	06:23	06:26	06:28	36
06:47	06:49	06:51	06:54	06:56	06:59	07:02	07:04	19
07:06	07:08	07:10	07:13	07:15	07:18	07:21	07:23	12
07:18	07:20	07:22	07:25	07:27	07:30	07:33	07:35	17
07:35	07:37	07:39	07:42	07:44	07:47	07:50	07:52	14
07:49	07:51	07:53	07:56	07:58	08:01	08:04	08:06	7
07:56	07:58	08:00	08:03	08:05	08:08	08:11	08:13	10
08:06	08:08	08:10	08:13	08:15	08:18	08:21	08:23	9
08:15	08:17	08:19	08:22	08:24	08:27	08:30	08:32	9
08:24	08:26	08:28	08:31	08:33	08:36	08:39	08:41	11
08:35	08:37	08:39	08:42	08:44	08:47	08:50	08:52	15
08:50	08:52	08:54	08:57	08:59	09:02	09:05	09:07	10
09:00	09:02	09:04	09:07	09:09	09:12	09:15	09:17	16
09:16	09:18	09:20	09:23	09:25	09:28	09:31	09:33	21
09:37	09:39	09:41	09:44	09:46	09:49	09:52	09:54	21
09:58	10:00	10:02	10:05	10:07	10:10	10:13	10:15	21
10:19	10:21	10:23	10:26	10:28	10:31	10:34	10:36	34
10:53	10:55	10:57	11:00	11:02	11:05	11:08	11:10	28
11:21	11:23	11:25	11:28	11:30	11:33	11:36	11:38	31

11:52	11:54	11:56	11:59	12:01	12:04	12:07	12:09	27
12:19	12:21	12:23	12:26	12:28	12:31	12:34	12:36	27
12:46	12:48	12:50	12:53	12:55	12:58	13:01	13:03	30
13:16	13:18	13:20	13:23	13:25	13:28	13:31	13:33	30
13:46	13:48	13:50	13:53	13:55	13:58	14:01	14:03	30
14:16	14:18	14:20	14:23	14:25	14:28	14:31	14:33	30
14:46	14:48	14:50	14:53	14:55	14:58	15:01	15:03	30
15:16	15:18	15:20	15:23	15:25	15:28	15:31	15:33	30
15:46	15:48	15:50	15:53	15:55	15:58	16:01	16:03	30
16:16	16:18	16:20	16:23	16:25	16:28	16:31	16:33	30
16:46	16:48	16:50	16:53	16:55	16:58	17:01	17:03	27
17:13	17:15	17:17	17:20	17:22	17:25	17:28	17:30	13
17:26	17:28	17:30	17:33	17:35	17:38	17:41	17:43	11
17:37	17:39	17:41	17:44	17:46	17:49	17:52	17:54	11
17:48	17:50	17:52	17:55	17:57	18:00	18:03	18:05	18
18:06	18:08	18:10	18:13	18:15	18:18	18:21	18:23	10
18:16	18:18	18:20	18:23	18:25	18:28	18:31	18:33	10
18:26	18:28	18:30	18:33	18:35	18:38	18:41	18:43	10
18:36	18:38	18:40	18:43	18:45	18:48	18:51	18:53	12
18:48	18:50	18:52	18:55	18:57	19:00	19:03	19:05	8
18:56	18:58	19:00	19:03	19:05	19:08	19:11	19:13	10
19:06	19:08	19:10	19:13	19:15	19:18	19:21	19:23	10
19:16	19:18	19:20	19:23	19:25	19:28	19:31	19:33	22
19:38	19:40	19:42	19:45	19:47	19:50	19:53	19:55	32
20:10	20:12	20:14	20:17	20:19	20:22	20:25	20:27	35
20:45	20:47	20:49	20:52	20:54	20:57	21:00	21:02	40
21:25	21:27	21:29	21:32	21:34	21:37	21:40	21:42	49
22:14	22:16	22:18	22:21	22:23	22:26	22:29	22:31	

TABELLA 4 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:00	06:02	06:05	06:08	06:10	06:12	06:15	06:17	20
06:20	06:22	06:25	06:28	06:30	06:32	06:35	06:37	20
06:40	06:42	06:45	06:48	06:50	06:52	06:55	06:57	20
07:00	07:02	07:05	07:08	07:10	07:12	07:15	07:17	
Ogni 10 minuti								
09:00	09:02	09:05	09:08	09:10	09:12	09:15	09:17	20
09:20	09:22	09:25	09:28	09:30	09:32	09:35	09:37	20
09:40	09:42	09:45	09:48	09:50	09:52	09:55	09:57	20
10:00	10:02	10:05	10:08	10:10	10:12	10:15	10:17	20
10:20	10:22	10:25	10:28	10:30	10:32	10:35	10:37	
Ogni 30 minuti								
16:20	16:22	16:25	16:28	16:30	16:32	16:35	16:37	20
16:40	16:42	16:45	16:48	16:50	16:52	16:55	16:57	20
17:00	17:02	17:05	17:08	17:10	17:12	17:15	17:17	
Ogni 10 minuti								
19:10	19:12	19:15	19:18	19:20	19:22	19:25	19:27	20
19:30	19:32	19:35	19:38	19:40	19:42	19:45	19:47	20
19:50	19:52	19:55	19:58	20:00	20:02	20:05	20:07	20
20:10	20:12	20:15	20:18	20:20	20:22	20:25	20:27	20
20:30	20:32	20:35	20:38	20:40	20:42	20:45	20:47	20
20:50	20:52	20:55	20:58	21:00	21:02	21:05	21:07	30
21:20	21:22	21:25	21:28	21:30	21:32	21:35	21:37	30
21:50	21:52	21:55	21:58	22:00	22:02	22:05	22:07	30
22:20	22:22	22:25	22:28	22:30	22:32	22:35	22:37	

TABELLA 5 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:19	06:21	06:24	06:26	06:28	06:31	06:34	06:36	20
06:39	06:41	06:44	06:46	06:48	06:51	06:54	06:56	20
06:59	07:01	07:04	07:06	07:08	07:11	07:14	07:16	
Ogni 10 minuti								
08:59	09:01	09:04	09:06	09:08	09:11	09:14	09:16	20
09:19	09:21	09:24	09:26	09:28	09:31	09:34	09:36	20
09:39	09:41	09:44	09:46	09:48	09:51	09:54	09:56	20
09:59	10:01	10:04	10:06	10:08	10:11	10:14	10:16	20
10:19	10:21	10:24	10:26	10:28	10:31	10:34	10:36	
Ogni 30 minuti								
16:19	16:21	16:24	16:26	16:28	16:31	16:34	16:36	20
16:39	16:41	16:44	16:46	16:48	16:51	16:54	16:56	20
16:59	17:01	17:04	17:06	17:08	17:11	17:14	17:16	
Ogni 10 minuti								
19:09	19:11	19:14	19:16	19:18	19:21	19:24	19:26	20
19:29	19:31	19:34	19:36	19:38	19:41	19:44	19:46	30
19:59	20:01	20:04	20:06	20:08	20:11	20:14	20:16	10
20:09	20:11	20:14	20:16	20:18	20:21	20:24	20:26	20
20:29	20:31	20:34	20:36	20:38	20:41	20:44	20:46	20
20:49	20:51	20:54	20:56	20:58	21:01	21:04	21:06	30
21:19	21:21	21:24	21:26	21:28	21:31	21:34	21:36	30
21:49	21:51	21:54	21:56	21:58	22:01	22:04	22:06	30
22:19	22:21	22:24	22:26	22:28	22:31	22:34	22:36	

TABELLA 6 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

LINEA 1 e LINEA 2: Como San Giovanni – Albate Camerlata e Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’Anna

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
05:59	06:02	06:05	06:08	06:10	06:12	06:15	06:17	39
06:38	06:40	06:43	06:46	06:49	06:51	06:54	06:57	38
07:16	07:18	07:21	07:24	07:27	07:29	07:32	07:35	45
08:01	08:03	08:06	08:09	08:12	08:14	08:17	08:20	50
08:51	08:53	08:56	08:59	09:02	09:04	09:07	09:10	59
09:50	09:52	09:55	09:58	10:01	10:03	10:06	10:09	40
10:30	10:32	10:35	10:38	10:41	10:43	10:46	10:49	52
11:22	11:24	11:27	11:30	11:33	11:35	11:38	11:41	37
11:59	12:01	12:04	12:07	12:10	12:12	12:15	12:18	52
12:51	12:53	12:56	12:59	13:02	13:04	13:07	13:10	
Ogni 60 minuti								
17:51	17:53	17:56	17:59	18:02	18:04	18:07	18:10	10
19:01	19:03	19:06	19:09	19:12	19:14	19:17	19:20	50
19:51	19:53	19:56	19:59	20:02	20:04	20:07	20:10	29
20:20	20:22	20:25	20:28	20:31	20:33	20:36	20:39	41
21:01	21:03	21:06	21:09	21:12	21:14	21:17	21:20	29
21:30	21:32	21:35	21:38	21:41	21:43	21:46	21:49	43
22:13	22:15	22:18	22:21	22:24	22:26	22:29	22:32	

TABELLA 7 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
ALBATE CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:16	06:18	06:21	06:23	06:25	06:28	06:31	06:33	50
07:06	07:08	07:11	07:13	07:15	07:18	07:21	07:23	43
07:49	07:51	07:54	07:56	07:58	08:01	08:04	08:06	30
08:19	08:21	08:24	08:26	08:28	08:31	08:34	08:36	53
09:12	09:14	09:17	09:19	09:21	09:24	09:27	09:29	37
09:49	09:51	09:54	09:56	09:58	10:01	10:04	10:06	56
10:45	10:47	10:50	10:52	10:54	10:57	11:00	11:02	52
11:37	11:39	11:42	11:44	11:46	11:49	11:52	11:54	42
12:19	12:21	12:24	12:26	12:28	12:31	12:34	12:36	
Ogni 60 minuti								
17:19	17:21	17:24	17:26	17:28	17:31	17:34	17:36	46
18:05	18:07	18:10	18:12	18:14	18:17	18:20	18:22	44
18:49	18:51	18:54	18:56	18:58	19:01	19:04	19:06	30
19:19	19:21	19:24	19:26	19:28	19:31	19:34	19:36	53
20:12	20:14	20:17	20:19	20:21	20:24	20:27	20:29	38
20:50	20:52	20:55	20:57	20:59	21:02	21:05	21:07	25
21:15	21:17	21:20	21:22	21:24	21:27	21:30	21:32	56
22:11	22:13	22:16	22:18	22:20	22:23	22:26	22:28	

TABELLA 8 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI – OSPEDALE SANT'ANNA										
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	STRADA STATALE 342	OSPEDALE SANT'ANNA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:18	06:20	06:22	06:25	06:28	06:31	06:34	06:37	06:40	06:42	34
06:52	06:54	06:56	06:59	07:02	07:05	07:08	07:11	07:14	07:16	59
07:51	07:53	07:55	07:58	08:01	08:04	08:07	08:10	08:13	08:15	25
08:16	08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:32	08:35	08:38	08:40	46
09:02	09:04	09:06	09:09	09:12	09:15	09:18	09:21	09:24	09:26	63
10:05	10:07	10:09	10:12	10:15	10:18	10:21	10:24	10:27	10:29	47
10:52	10:54	10:56	10:59	11:02	11:05	11:08	11:11	11:14	11:17	46
11:38	11:40	11:42	11:45	11:48	11:51	11:54	11:57	12:00	12:02	43
12:21	12:23	12:25	12:28	12:31	12:34	12:37	12:40	12:43	12:46	
Ogni 60 minuti										
19:21	19:23	19:25	19:28	19:31	19:34	19:37	19:40	19:43	19:46	41
20:02	20:04	20:06	20:09	20:12	20:15	20:18	20:21	20:24	20:26	44
20:46	20:48	20:50	20:53	20:56	20:59	21:02	21:05	21:08	21:10	36
21:22	21:24	21:26	21:29	21:32	21:35	21:38	21:41	21:44	21:46	29
21:51	21:53	21:55	21:58	22:01	22:04	22:07	22:10	22:13	22:16	

TABELLA 9 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

OSPEDALE SANT'ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:40	06:41	06:44	06:47	06:50	06:52	06:54	06:57	07:00	07:03	38
07:18	07:19	07:22	07:25	07:28	07:30	07:32	07:35	07:38	07:41	42
08:00	08:01	08:04	08:07	08:10	08:12	08:14	08:17	08:20	08:23	44
08:44	08:45	08:48	08:51	08:54	08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	35
09:19	09:20	09:23	09:26	09:29	09:31	09:33	09:36	09:39	09:42	40
09:59	10:00	10:03	10:06	10:09	10:11	10:13	10:16	10:19	10:22	57
10:56	10:57	11:00	11:03	11:06	11:08	11:10	11:13	11:16	11:19	57
11:53	11:54	11:57	12:00	12:03	12:05	12:07	12:10	12:13	12:16	50
12:43	12:45	12:48	12:51	12:53	12:55	12:57	13:00	13:03	13:06	
Ogni 60 minuti										
17:43	17:45	17:48	17:51	17:53	17:55	17:57	18:00	18:03	18:06	30
18:13	18:15	18:18	18:21	18:23	18:25	18:27	18:30	18:33	18:36	47
19:00	19:01	19:04	19:07	19:10	19:12	19:14	19:17	19:20	19:23	43
19:43	19:45	19:48	19:51	19:53	19:55	19:57	20:00	20:03	20:06	34
20:17	20:19	20:22	20:25	20:27	20:29	20:31	20:34	20:37	20:40	43
21:00	21:01	21:04	21:07	21:10	21:12	21:14	21:17	21:20	21:23	38
21:38	21:40	21:43	21:46	21:48	21:50	21:52	21:55	21:58	22:01	

TABELLA 10 - Tabella oraria LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:23	06:25	06:28	06:31	06:33	06:35	06:38	06:40	26
06:49	06:51	06:54	06:57	06:59	07:01	07:04	07:06	19
07:08	07:10	07:13	07:16	07:18	07:20	07:23	07:25	18
07:26	07:28	07:31	07:34	07:36	07:38	07:41	07:43	23
07:49	07:51	07:54	07:57	07:59	08:01	08:04	08:06	19
08:08	08:10	08:13	08:16	08:18	08:20	08:23	08:25	15
08:23	08:25	08:28	08:31	08:33	08:35	08:38	08:40	27
08:50	08:52	08:55	08:58	09:00	09:02	09:05	09:07	17
09:07	09:09	09:12	09:15	09:17	09:19	09:22	09:24	19
09:26	09:28	09:31	09:34	09:36	09:38	09:41	09:43	24
09:50	09:52	09:55	09:58	10:00	10:02	10:05	10:07	30
10:20	10:22	10:25	10:28	10:30	10:32	10:35	10:37	33
10:53	10:55	10:58	11:01	11:03	11:05	11:08	11:10	29
11:22	11:24	11:27	11:30	11:32	11:34	11:37	11:39	28
11:50	11:52	11:55	11:58	12:00	12:02	12:05	12:07	32
12:22	12:24	12:27	12:30	12:32	12:34	12:37	12:39	
Ogni 30 minuti								
17:52	17:54	17:57	18:00	18:02	18:04	18:07	18:09	27
18:19	18:21	18:24	18:27	18:29	18:31	18:34	18:36	18
18:37	18:39	18:42	18:45	18:47	18:49	18:52	18:54	30
19:07	19:09	19:12	19:15	19:17	19:19	19:22	19:24	19
19:26	19:28	19:31	19:34	19:36	19:38	19:41	19:43	24
19:50	19:52	19:55	19:58	20:00	20:02	20:05	20:07	18
20:08	20:10	20:13	20:16	20:18	20:20	20:23	20:25	34
20:42	20:44	20:47	20:50	20:52	20:54	20:57	20:59	44
21:26	21:28	21:31	21:34	21:36	21:38	21:41	21:43	48
22:14	22:16	22:19	22:22	22:24	22:26	22:29	22:31	

TABELLA 11 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
ALBATE CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHİ	COMO NORD LAGO	VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:24	06:26	06:29	06:31	06:33	06:36	06:39	06:41	42
07:06	07:08	07:11	07:13	07:15	07:18	07:21	07:23	30
07:36	07:38	07:41	07:43	07:45	07:48	07:51	07:53	20
07:56	07:58	08:01	08:03	08:05	08:08	08:11	08:13	19
08:15	08:17	08:20	08:22	08:24	08:27	08:30	08:32	21
08:36	08:38	08:41	08:43	08:45	08:48	08:51	08:53	24
09:00	09:02	09:05	09:07	09:09	09:12	09:15	09:17	20
09:20	09:22	09:25	09:27	09:29	09:32	09:35	09:37	30
09:50	09:52	09:55	09:57	09:59	10:02	10:05	10:07	14
10:04	10:06	10:09	10:11	10:13	10:16	10:19	10:21	18
10:22	10:24	10:27	10:29	10:31	10:34	10:37	10:39	40
11:02	11:04	11:07	11:09	11:11	11:14	11:17	11:19	19
11:21	11:23	11:26	11:28	11:30	11:33	11:36	11:38	28
11:49	11:51	11:54	11:56	11:58	12:01	12:04	12:06	26
12:15	12:17	12:20	12:22	12:24	12:27	12:30	12:32	28
12:43	12:45	12:48	12:50	12:52	12:55	12:58	13:00	
Ogni 30 minuti								
17:13	17:15	17:18	17:20	17:22	17:25	17:28	17:30	22
17:35	17:37	17:40	17:42	17:44	17:47	17:50	17:52	37
18:12	18:14	18:17	18:19	18:21	18:24	18:27	18:29	24
18:36	18:38	18:41	18:43	18:45	18:48	18:51	18:53	20
18:56	18:58	19:01	19:03	19:05	19:08	19:11	19:13	20
19:16	19:18	19:21	19:23	19:25	19:28	19:31	19:33	19
19:35	19:37	19:40	19:42	19:44	19:47	19:50	19:52	21
19:56	19:58	20:01	20:03	20:05	20:08	20:11	20:13	24
20:20	20:22	20:25	20:27	20:29	20:32	20:35	20:37	31
20:51	20:53	20:56	20:58	21:00	21:03	21:06	21:08	20
21:11	21:13	21:16	21:18	21:20	21:23	21:26	21:28	28
21:39	21:41	21:44	21:46	21:48	21:51	21:54	21:56	34
22:13	22:15	22:18	22:20	22:22	22:25	22:28	22:30	

TABELLA 12 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI - OSPEDALE SANT'ANNA										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:38	06:40	06:43	06:46	06:48	06:50	06:53	06:56	06:59	07:01	21
06:59	07:01	07:04	07:07	07:10	07:13	07:15	07:18	07:21	07:23	19
07:18	07:20	07:23	07:26	07:28	07:30	07:33	07:36	07:39	07:41	19
07:37	07:39	07:42	07:45	07:47	07:49	07:52	07:55	07:58	08:00	20
07:57	07:59	08:02	08:05	08:07	08:09	08:12	08:15	08:18	08:20	19
08:16	08:18	08:21	08:24	08:26	08:28	08:31	08:34	08:37	08:39	21
08:37	08:39	08:42	08:45	08:47	08:49	08:52	08:55	08:58	09:00	23
09:00	09:02	09:05	09:08	09:10	09:12	09:15	09:18	09:21	09:23	17
09:17	09:19	09:22	09:25	09:28	09:31	09:33	09:36	09:39	09:41	22
09:39	09:41	09:44	09:47	09:49	09:51	09:54	09:57	10:00	10:02	25
10:04	10:06	10:09	10:12	10:14	10:16	10:19	10:22	10:25	10:27	34
10:38	10:40	10:43	10:46	10:48	10:50	10:53	10:56	10:59	11:01	25
11:03	11:05	11:08	11:11	11:13	11:15	11:18	11:21	11:24	11:26	35
11:38	11:40	11:43	11:46	11:48	11:50	11:53	11:56	11:59	12:01	22
12:00	12:02	12:05	12:08	12:10	12:12	12:15	12:18	12:21	12:23	32
12:32	12:34	12:37	12:40	12:43	12:46	12:48	12:51	12:54	12:56	
Ogni 30 minuti										
18:02	18:04	18:07	18:10	18:13	18:16	18:18	18:21	18:24	18:26	21
18:23	18:25	18:28	18:31	18:34	18:37	18:39	18:42	18:45	18:47	34
18:57	18:59	19:02	19:05	19:08	19:11	19:13	19:16	19:19	19:21	20
19:17	19:19	19:22	19:25	19:28	19:31	19:33	19:36	19:39	19:41	14
19:31	19:33	19:36	19:39	19:41	19:43	19:46	19:49	19:52	19:54	26
19:57	19:59	20:02	20:05	20:08	20:11	20:13	20:16	20:19	20:21	33
20:30	20:32	20:35	20:38	20:41	20:44	20:46	20:49	20:52	20:54	29
20:59	21:01	21:04	21:07	21:10	21:13	21:15	21:18	21:21	21:23	

TABELLA 13 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

OSPEDALE SANT'ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:40	06:42	06:44	06:47	06:50	06:52	06:54	06:57	07:00	07:03	34
07:14	07:16	07:18	07:21	07:24	07:26	07:28	07:31	07:34	07:37	29
07:43	07:45	07:47	07:50	07:53	07:55	07:57	08:00	08:03	08:06	18
08:01	08:03	08:05	08:08	08:11	08:13	08:15	08:18	08:21	08:24	15
08:16	08:18	08:20	08:23	08:26	08:28	08:30	08:33	08:36	08:39	27
08:43	08:45	08:47	08:50	08:53	08:55	08:57	09:00	09:03	09:06	27
09:10	09:12	09:14	09:17	09:20	09:22	09:24	09:27	09:30	09:33	22
09:32	09:34	09:36	09:39	09:42	09:44	09:46	09:49	09:52	09:55	20
09:52	09:54	09:56	09:59	10:02	10:04	10:06	10:09	10:12	10:15	16
10:08	10:10	10:12	10:15	10:18	10:20	10:22	10:25	10:28	10:31	32
10:40	10:42	10:44	10:47	10:50	10:52	10:54	10:57	11:00	11:03	26
11:06	11:08	11:10	11:13	11:16	11:18	11:20	11:23	11:26	11:29	26
11:32	11:34	11:36	11:39	11:42	11:44	11:46	11:49	11:52	11:55	25
11:57	11:59	12:01	12:04	12:07	12:09	12:11	12:14	12:17	12:20	22
12:19	12:21	12:23	12:26	12:29	12:31	12:33	12:36	12:39	12:42	28
12:47	12:49	12:51	12:54	12:57	12:59	13:01	13:04	13:07	13:10	
Ogni 30 minuti										
18:17	18:19	18:21	18:24	18:27	18:29	18:31	18:34	18:37	18:40	27
18:44	18:46	18:48	18:51	18:54	18:56	18:58	19:01	19:04	19:07	16
19:00	19:02	19:04	19:07	19:10	19:12	19:14	19:17	19:20	19:23	20
19:20	19:22	19:24	19:27	19:30	19:32	19:34	19:37	19:40	19:43	24
19:44	19:46	19:48	19:51	19:54	19:56	19:58	20:01	20:04	20:07	21
20:05	20:07	20:09	20:12	20:15	20:17	20:19	20:22	20:25	20:28	25
20:30	20:32	20:34	20:37	20:40	20:42	20:44	20:47	20:50	20:53	43
21:13	21:15	21:17	21:20	21:23	21:25	21:27	21:30	21:33	21:36	33
21:46	21:48	21:50	21:53	21:56	21:58	22:00	22:03	22:06	22:09	

TABELLA 14 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:00	06:02	06:05	06:08	06:11	06:13	06:16	06:19	20
06:20	06:22	06:25	06:28	06:31	06:33	06:36	06:39	20
06:40	06:42	06:45	06:48	06:51	06:53	06:56	06:59	20
07:00	07:02	07:05	07:08	07:11	07:13	07:16	07:19	
Ogni 10 minuti								
09:00	09:02	09:05	09:08	09:11	09:13	09:16	09:19	20
09:20	09:22	09:25	09:28	09:31	09:33	09:36	09:39	20
09:40	09:42	09:45	09:48	09:51	09:53	09:56	09:59	20
10:00	10:02	10:05	10:08	10:11	10:13	10:16	10:19	20
10:20	10:22	10:25	10:28	10:31	10:33	10:36	10:39	35
10:55	10:57	11:00	11:03	11:06	11:08	11:11	11:14	
Ogni 40 minuti								
16:15	16:17	16:20	16:23	16:26	16:28	16:31	16:34	45
17:00	17:02	17:05	17:08	17:11	17:13	17:16	17:19	
Ogni 10 minuti								
19:10	19:12	19:15	19:18	19:21	19:23	19:26	19:29	
Ogni 20 minuti								
20:50	20:52	20:55	20:58	21:01	21:03	21:06	21:09	
Ogni 30 minuti								
22:50	22:52	22:55	22:58	23:01	23:03	23:06	23:09	

TABELLA 15 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:19	06:21	06:24	06:26	06:28	06:31	06:34	06:36	20
06:39	06:41	06:44	06:46	06:48	06:51	06:54	06:56	20
06:59	07:01	07:04	07:06	07:08	07:11	07:14	07:16	
Ogni 10 minuti								
08:59	09:01	09:04	09:06	09:08	09:11	09:14	09:16	20
09:19	09:21	09:24	09:26	09:28	09:31	09:34	09:36	20
09:39	09:41	09:44	09:46	09:48	09:51	09:54	09:56	20
09:59	10:01	10:04	10:06	10:08	10:11	10:14	10:16	20
10:19	10:21	10:24	10:26	10:28	10:31	10:34	10:36	36
10:55	10:57	11:00	11:02	11:04	11:07	11:10	11:12	
Ogni 40 minuti								
16:15	16:17	16:20	16:22	16:24	16:27	16:30	16:32	35
16:50	16:52	16:55	16:57	16:59	17:02	17:05	17:07	20
17:10	17:12	17:15	17:17	17:19	17:22	17:25	17:27	
Ogni 10 minuti								
19:10	19:12	19:15	19:17	19:19	19:22	19:25	19:27	14
19:24	19:26	19:29	19:31	19:33	19:36	19:39	19:41	20
19:44	19:46	19:49	19:51	19:53	19:56	19:59	20:01	20
20:04	20:06	20:09	20:11	20:13	20:16	20:19	20:21	20
20:24	20:26	20:29	20:31	20:33	20:36	20:39	20:41	30
20:54	20:56	20:59	21:01	21:03	21:06	21:09	21:11	30
21:24	21:26	21:29	21:31	21:33	21:36	21:39	21:41	31
21:55	21:57	22:00	22:02	22:04	22:07	22:10	22:12	30
22:25	22:27	22:30	22:32	22:34	22:37	22:40	22:42	30
22:55	22:57	23:00	23:02	23:04	23:07	23:10	23:12	

TABELLA 16 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI - OSPEDALE SANT'ANNA										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:38	06:40	06:43	06:46	06:48	06:50	06:53	06:56	06:59	07:01	21
06:59	07:01	07:04	07:07	07:10	07:13	07:15	07:18	07:21	07:23	19
07:18	07:20	07:23	07:26	07:28	07:30	07:33	07:36	07:39	07:41	19
07:37	07:39	07:42	07:45	07:47	07:49	07:52	07:55	07:58	08:00	20
07:57	07:59	08:02	08:05	08:07	08:09	08:12	08:15	08:18	08:20	19
08:16	08:18	08:21	08:24	08:26	08:28	08:31	08:34	08:37	08:39	21
08:37	08:39	08:42	08:45	08:47	08:49	08:52	08:55	08:58	09:00	23
09:00	09:02	09:05	09:08	09:10	09:12	09:15	09:18	09:21	09:23	17
09:17	09:19	09:22	09:25	09:28	09:31	09:33	09:36	09:39	09:41	22
09:39	09:41	09:44	09:47	09:49	09:51	09:54	09:57	10:00	10:02	25
10:04	10:06	10:09	10:12	10:14	10:16	10:19	10:22	10:25	10:27	34
10:38	10:40	10:43	10:46	10:48	10:50	10:53	10:56	10:59	11:01	25
11:03	11:05	11:08	11:11	11:13	11:15	11:18	11:21	11:24	11:26	35
11:38	11:40	11:43	11:46	11:48	11:50	11:53	11:56	11:59	12:01	22
12:00	12:02	12:05	12:08	12:10	12:12	12:15	12:18	12:21	12:23	32
12:32	12:34	12:37	12:40	12:43	12:46	12:48	12:51	12:54	12:56	
Ogni 30 minuti										
18:02	18:04	18:07	18:10	18:13	18:16	18:18	18:21	18:24	18:26	21
18:23	18:25	18:28	18:31	18:34	18:37	18:39	18:42	18:45	18:47	34
18:57	18:59	19:02	19:05	19:08	19:11	19:13	19:16	19:19	19:21	20
19:17	19:19	19:22	19:25	19:28	19:31	19:33	19:36	19:39	19:41	14
19:31	19:33	19:36	19:39	19:41	19:43	19:46	19:49	19:52	19:54	26
19:57	19:59	20:02	20:05	20:08	20:11	20:13	20:16	20:19	20:21	33
20:30	20:32	20:35	20:38	20:41	20:44	20:46	20:49	20:52	20:54	29
20:59	21:01	21:04	21:07	21:10	21:13	21:15	21:18	21:21	21:23	

TABELLA 17 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

OSPEDALE SANT'ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:40	06:42	06:44	06:47	06:50	06:52	06:54	06:57	07:00	07:03	34
07:14	07:16	07:18	07:21	07:24	07:26	07:28	07:31	07:34	07:37	29
07:43	07:45	07:47	07:50	07:53	07:55	07:57	08:00	08:03	08:06	18
08:01	08:03	08:05	08:08	08:11	08:13	08:15	08:18	08:21	08:24	15
08:16	08:18	08:20	08:23	08:26	08:28	08:30	08:33	08:36	08:39	27
08:43	08:45	08:47	08:50	08:53	08:55	08:57	09:00	09:03	09:06	27
09:10	09:12	09:14	09:17	09:20	09:22	09:24	09:27	09:30	09:33	22
09:32	09:34	09:36	09:39	09:42	09:44	09:46	09:49	09:52	09:55	20
09:52	09:54	09:56	09:59	10:02	10:04	10:06	10:09	10:12	10:15	16
10:08	10:10	10:12	10:15	10:18	10:20	10:22	10:25	10:28	10:31	32
10:40	10:42	10:44	10:47	10:50	10:52	10:54	10:57	11:00	11:03	26
11:06	11:08	11:10	11:13	11:16	11:18	11:20	11:23	11:26	11:29	26
11:32	11:34	11:36	11:39	11:42	11:44	11:46	11:49	11:52	11:55	25
11:57	11:59	12:01	12:04	12:07	12:09	12:11	12:14	12:17	12:20	22
12:19	12:21	12:23	12:26	12:29	12:31	12:33	12:36	12:39	12:42	28
12:47	12:49	12:51	12:54	12:57	12:59	13:01	13:04	13:07	13:10	
Ogni 30 minuti										
18:17	18:19	18:21	18:24	18:27	18:29	18:31	18:34	18:37	18:40	27
18:44	18:46	18:48	18:51	18:54	18:56	18:58	19:01	19:04	19:07	16
19:00	19:02	19:04	19:07	19:10	19:12	19:14	19:17	19:20	19:23	20
19:20	19:22	19:24	19:27	19:30	19:32	19:34	19:37	19:40	19:43	24
19:44	19:46	19:48	19:51	19:54	19:56	19:58	20:01	20:04	20:07	21
20:05	20:07	20:09	20:12	20:15	20:17	20:19	20:22	20:25	20:28	25
20:30	20:32	20:34	20:37	20:40	20:42	20:44	20:47	20:50	20:53	43
21:13	21:15	21:17	21:20	21:23	21:25	21:27	21:30	21:33	21:36	33
21:46	21:48	21:50	21:53	21:56	21:58	22:00	22:03	22:06	22:09	

TABELLA 18 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

LINEA 1, LINEA 2 e LINEA 3: Como San Giovanni - Albate Camerlata, Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’anna e Como San Giovanni – Olgiate Comasco

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
05:59	06:01	06:04	06:07	06:09	06:11	06:14	06:16	39
06:38	06:40	06:43	06:46	06:48	06:50	06:53	06:55	38
07:16	07:18	07:21	07:24	07:27	07:29	07:32	07:35	45
08:01	08:03	08:06	08:09	08:12	08:14	08:17	08:20	50
08:51	08:53	08:56	08:59	09:02	09:04	09:07	09:10	59
09:50	09:52	09:55	09:58	10:01	10:03	10:06	10:09	40
10:30	10:32	10:35	10:38	10:41	10:43	10:46	10:49	52
11:22	11:24	11:27	11:30	11:33	11:35	11:38	11:41	37
11:59	12:01	12:04	12:07	12:10	12:12	12:15	12:18	52
12:51	12:53	12:56	12:59	13:02	13:04	13:07	13:10	60
13:51	13:53	13:56	13:59	14:02	14:04	14:07	14:10	60
14:51	14:53	14:56	14:59	15:02	15:04	15:07	15:10	60
15:51	15:53	15:56	15:59	16:02	16:04	16:07	16:10	60
16:51	16:53	16:56	16:59	17:02	17:04	17:07	17:10	60
17:51	17:53	17:56	17:59	18:02	18:04	18:07	18:10	70
19:01	19:03	19:06	19:09	19:12	19:14	19:17	19:20	50
19:51	19:53	19:56	19:59	20:02	20:04	20:07	20:10	29
20:20	20:22	20:25	20:28	20:31	20:33	20:36	20:39	40
21:00	21:02	21:05	21:08	21:11	21:13	21:16	21:19	30
21:30	21:32	21:35	21:38	21:41	21:43	21:46	21:49	43
22:13	22:15	22:18	22:21	22:24	22:26	22:29	22:32	

TABELLA 19 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
ALBATE CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:16	06:18	06:21	06:23	06:25	06:28	06:31	06:33	50
07:06	07:08	07:11	07:13	07:15	07:18	07:21	07:23	43
07:49	07:51	07:54	07:56	07:58	08:01	08:04	08:06	30
08:19	08:21	08:24	08:26	08:28	08:31	08:34	08:36	53
09:12	09:14	09:17	09:19	09:21	09:24	09:27	09:29	37
09:49	09:51	09:54	09:56	09:58	10:01	10:04	10:06	55
10:44	10:46	10:49	10:51	10:53	10:56	10:59	11:01	53
11:37	11:39	11:42	11:44	11:46	11:49	11:52	11:54	42
12:19	12:21	12:24	12:26	12:28	12:31	12:34	12:36	60
13:19	13:21	13:24	13:26	13:28	13:31	13:34	13:36	60
14:19	14:21	14:24	14:26	14:28	14:31	14:34	14:36	60
15:19	15:21	15:24	15:26	15:28	15:31	15:34	15:36	60
16:19	16:21	16:24	16:26	16:28	16:31	16:34	16:36	60
17:19	17:21	17:24	17:26	17:28	17:31	17:34	17:36	46
18:05	18:07	18:10	18:12	18:14	18:17	18:20	18:22	44
18:49	18:51	18:54	18:56	18:58	19:01	19:04	19:06	23
20:12	20:14	20:17	20:19	20:21	20:24	20:27	20:29	38
20:50	20:52	20:55	20:57	20:59	21:02	21:05	21:07	25
21:15	21:17	21:20	21:22	21:24	21:27	21:30	21:32	57
22:12	22:14	22:17	22:19	22:21	22:24	22:27	22:29	

TABELLA 20 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI – OSPEDALE SANT’ANNA										
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	STRADA STATALE 342	OSPEDALE SANT’ANNA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:18	06:20	06:22	06:25	06:28	06:31	06:34	06:37	06:40	06:42	93
07:51	07:53	07:55	07:58	08:01	08:04	08:07	08:10	08:13	08:15	71
09:02	09:04	09:06	09:09	09:12	09:15	09:18	09:21	09:24	09:26	110
10:52	10:54	10:56	10:59	11:02	11:05	11:08	11:11	11:14	11:17	89
12:21	12:23	12:25	12:28	12:31	12:34	12:37	12:40	12:43	12:46	120
14:21	14:23	14:25	14:28	14:31	14:34	14:37	14:40	14:43	14:45	120
16:21	16:23	16:25	16:28	16:31	16:34	16:37	16:40	16:43	16:45	120
18:21	18:23	18:25	18:28	18:31	18:34	18:37	18:40	18:43	18:45	101
20:02	20:04	20:06	20:09	20:12	20:15	20:18	20:21	20:24	20:26	80
21:22	21:24	21:26	21:29	21:32	21:35	21:38	21:41	21:44	21:46	

TABELLA 21 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale Sant’Anna in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

OSPEDALE SANT’ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT’ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:40	06:42	06:45	06:48	06:51	06:53	06:55	06:58	07:01	07:04	80
08:00	08:02	08:05	08:08	08:11	08:13	08:15	08:18	08:21	08:24	79
09:19	09:21	09:24	09:27	09:30	09:32	09:34	09:37	09:40	09:43	97
10:56	10:58	11:01	11:04	11:07	11:09	11:11	11:14	11:17	11:20	107
12:43	12:45	12:48	12:51	12:53	12:56	12:58	13:01	13:04	13:07	120
14:43	14:45	14:48	14:51	14:54	14:56	14:58	15:01	15:04	15:07	120
16:43	16:45	16:48	16:51	16:54	16:56	16:58	17:01	17:04	17:07	90
18:13	18:15	18:18	18:21	18:24	18:26	18:28	18:31	18:34	18:37	60
19:13	19:15	19:18	19:21	19:24	19:26	19:28	19:31	19:34	19:37	107
21:00	21:02	21:05	21:08	21:11	21:13	21:15	21:18	21:21	21:24	

TABELLA 22 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI – OLGiate COMASCO											
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	VILLA GUARDIA	LURATE CACCIVIO	OLGIATE COMASCO	Intervallo tra due corse successive [min]
06:52	06:54	06:56	06:59	07:02	07:05	07:08	07:11	07:16	07:21	07:26	84
08:16	08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:32	08:36	08:42	08:47	08:52	109
10:05	10:07	10:09	10:12	10:15	10:18	10:21	10:24	10:29	10:34	10:39	93
11:38	11:40	11:42	11:45	11:48	11:51	11:54	11:57	12:02	12:07	12:12	103
13:21	13:23	13:25	13:28	13:31	13:34	13:37	13:40	13:45	13:50	13:55	120
15:21	15:23	15:25	15:28	15:31	15:34	15:37	15:40	15:45	15:50	15:55	120
17:21	17:23	17:25	17:28	17:31	17:34	17:37	17:40	17:45	17:50	17:55	120
19:21	19:23	19:25	19:28	19:31	19:34	19:37	19:40	19:45	19:50	19:55	85
20:46	20:48	20:50	20:53	20:56	20:59	21:02	21:05	21:10	21:15	21:20	65
21:51	21:53	21:55	21:58	22:01	22:04	22:07	22:10	22:13	22:18	22:23	

TABELLA 23 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Olgiate in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

OLGIATE COMASCO - COMO SAN GIOVANNI											
OLGIATE COMASCO	LURATE CACCIVIO	VILLA GUARDIA	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
07:05	07:10	07:14	07:19	07:22	07:25	07:27	07:29	07:32	07:35	07:38	89
08:34	08:39	08:43	08:48	08:51	08:54	08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	76
09:50	09:55	09:59	10:04	10:07	10:10	10:12	10:14	10:17	10:20	10:23	114
11:44	11:49	11:53	11:58	12:01	12:04	12:06	12:08	12:11	12:14	12:17	111
13:35	13:40	13:44	13:49	13:52	13:55	13:57	13:59	14:02	14:05	14:08	120
15:35	15:40	15:44	15:49	15:52	15:55	15:57	15:59	16:02	16:05	16:08	120
17:35	17:40	17:44	17:49	17:52	17:55	17:57	17:59	18:02	18:05	18:08	76
18:51	18:56	19:00	19:05	19:08	19:11	19:13	19:15	19:18	19:21	19:24	77
20:08	20:13	20:17	20:22	20:25	20:27	20:30	20:32	20:35	20:38	20:41	82
21:30	21:35	21:39	21:44	21:47	21:49	21:52	21:54	21:57	22:00	22:03	

TABELLA 24 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:23	06:25	06:28	06:31	06:33	06:35	06:38	06:40	15
06:38	06:40	06:43	06:46	06:48	06:50	06:53	06:55	30
07:08	07:10	07:13	07:16	07:18	07:20	07:23	07:25	18
07:26	07:28	07:31	07:34	07:36	07:38	07:41	07:43	31
07:57	07:59	08:02	08:05	08:07	08:09	08:12	08:14	19
08:16	08:18	08:21	08:24	08:26	08:28	08:31	08:33	21
08:37	08:39	08:42	08:45	08:47	08:49	08:52	08:54	23
09:00	09:02	09:05	09:08	09:10	09:12	09:15	09:17	21
09:21	09:23	09:26	09:29	09:31	09:33	09:36	09:38	29
09:50	09:52	09:55	09:58	10:00	10:02	10:05	10:07	48
10:38	10:40	10:43	10:46	10:48	10:50	10:53	10:55	25
11:03	11:05	11:08	11:11	11:13	11:15	11:18	11:20	35
11:38	11:40	11:43	11:46	11:48	11:50	11:53	11:55	24
12:02	12:04	12:07	12:10	12:12	12:14	12:17	12:19	50
12:52	12:54	12:57	13:00	13:02	13:04	13:07	13:09	30
13:22	13:24	13:27	13:30	13:32	13:34	13:37	13:39	60
14:22	14:24	14:27	14:30	14:32	14:34	14:37	14:39	30
14:52	14:54	14:57	15:00	15:02	15:04	15:07	15:09	60
15:52	15:54	15:57	16:00	16:02	16:04	16:07	16:09	30
16:22	16:24	16:27	16:30	16:32	16:34	16:37	16:39	60
17:22	17:24	17:27	17:30	17:32	17:34	17:37	17:39	30
17:52	17:54	17:57	18:00	18:02	18:04	18:07	18:09	45
18:37	18:39	18:42	18:45	18:47	18:49	18:52	18:54	30
19:07	19:09	19:12	19:15	19:17	19:19	19:22	19:24	43
19:50	19:52	19:55	19:58	20:00	20:02	20:05	20:07	18
20:08	20:10	20:13	20:16	20:18	20:20	20:23	20:25	41
20:49	20:51	20:54	20:57	20:59	21:01	21:04	21:06	37
21:26	21:28	21:31	21:34	21:36	21:38	21:41	21:43	47
22:13	22:15	22:18	22:21	22:23	22:25	22:28	22:30	

TABELLA 25 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
ALBATE CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:23	06:25	06:28	06:30	06:32	06:35	06:38	06:40	43
07:06	07:08	07:11	07:13	07:15	07:18	07:21	07:23	30
07:36	07:38	07:41	07:43	07:45	07:48	07:51	07:53	20
07:56	07:58	08:01	08:03	08:05	08:08	08:11	08:13	40
08:36	08:38	08:41	08:43	08:45	08:48	08:51	08:53	24
09:00	09:02	09:05	09:07	09:09	09:12	09:15	09:17	20
09:20	09:22	09:25	09:27	09:29	09:32	09:35	09:37	30
09:50	09:52	09:55	09:57	09:59	10:02	10:05	10:07	14
10:04	10:06	10:09	10:11	10:13	10:16	10:19	10:21	52
10:56	10:58	11:01	11:03	11:05	11:08	11:11	11:13	19
11:15	11:17	11:20	11:22	11:24	11:27	11:30	11:32	34
11:49	11:51	11:54	11:56	11:58	12:01	12:04	12:06	26
12:15	12:17	12:20	12:22	12:24	12:27	12:30	12:32	58
13:13	13:15	13:18	13:20	13:22	13:25	13:28	13:30	30
13:43	13:45	13:48	13:50	13:52	13:55	13:58	14:00	90
15:13	15:15	15:18	15:20	15:22	15:25	15:28	15:30	60
16:13	16:15	16:18	16:20	16:22	16:25	16:28	16:30	30
16:43	16:45	16:48	16:50	16:52	16:55	16:58	17:00	52
17:35	17:37	17:40	17:42	17:44	17:47	17:50	17:52	37
18:12	18:14	18:17	18:19	18:21	18:24	18:27	18:29	24
18:36	18:38	18:41	18:43	18:45	18:48	18:51	18:53	30
19:06	19:08	19:11	19:13	19:15	19:18	19:21	19:23	14
19:20	19:22	19:25	19:27	19:29	19:32	19:35	19:37	29
19:49	19:51	19:54	19:56	19:58	20:01	20:04	20:06	31
20:20	20:22	20:25	20:27	20:29	20:32	20:35	20:37	51
21:11	21:13	21:16	21:18	21:20	21:23	21:26	21:28	62
22:13	22:15	22:18	22:20	22:22	22:25	22:28	22:30	

TABELLA 26 - Tabella oraria della della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI - OSPEDALE SANT'ANNA										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:49	06:51	06:53	06:56	06:59	07:02	07:05	07:08	07:11	07:13	29
07:18	07:20	07:22	07:25	07:28	07:31	07:34	07:37	07:40	07:42	31
07:49	07:51	07:53	07:56	07:59	08:02	08:05	08:08	08:11	08:13	19
08:08	08:10	08:13	08:16	08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:31	42
08:50	08:52	08:54	08:57	09:00	09:03	09:06	09:09	09:12	09:14	27
09:17	09:19	09:21	09:24	09:27	09:30	09:33	09:36	09:39	09:41	22
09:39	09:41	09:43	09:46	09:49	09:52	09:55	09:58	10:01	10:03	41
10:20	10:22	10:24	10:27	10:30	10:33	10:36	10:39	10:42	10:44	33
10:53	10:55	10:57	11:00	11:03	11:06	11:09	11:12	11:15	11:17	57
11:50	11:52	11:54	11:57	12:00	12:03	12:06	12:09	12:12	12:14	42
12:32	12:34	12:36	12:39	12:42	12:45	12:48	12:51	12:54	12:56	60
13:32	13:34	13:36	13:39	13:42	13:45	13:48	13:51	13:54	13:56	30
14:02	14:04	14:06	14:09	14:12	14:15	14:18	14:21	14:24	14:26	60
15:02	15:04	15:06	15:09	15:12	15:15	15:18	15:21	15:24	15:26	30
15:32	15:34	15:36	15:39	15:42	15:45	15:48	15:51	15:54	15:56	60
16:32	16:34	16:36	16:39	16:42	16:45	16:48	16:51	16:54	16:56	30
17:02	17:04	17:06	17:09	17:12	17:15	17:18	17:21	17:24	17:26	60
18:02	18:04	18:06	18:09	18:12	18:15	18:18	18:21	18:24	18:26	20
18:22	18:24	18:26	18:29	18:32	18:35	18:38	18:41	18:44	18:46	55
19:17	19:19	19:21	19:24	19:27	19:30	19:33	19:36	19:39	19:41	15
19:32	19:34	19:36	19:39	19:42	19:45	19:48	19:51	19:54	19:56	58
20:30	20:32	20:34	20:37	20:40	20:43	20:46	20:49	20:52	20:54	29
20:59	21:01	21:03	21:06	21:09	21:12	21:15	21:18	21:21	21:23	

TABELLA 27 - Tabella oraria della della LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

OSPEDALE SANT'ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
07:06	07:08	07:11	07:14	07:17	07:19	07:21	07:24	07:27	07:30	55
08:01	08:03	08:06	08:09	08:12	08:14	08:16	08:19	08:22	08:25	17
08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:31	08:33	08:36	08:39	08:42	52
09:10	09:12	09:15	09:18	09:21	09:23	09:25	09:28	09:31	09:34	42
09:52	09:54	09:57	10:00	10:03	10:05	10:07	10:10	10:13	10:16	16
10:08	10:10	10:13	10:16	10:19	10:21	10:23	10:26	10:29	10:32	33
10:41	10:43	10:46	10:49	10:52	10:54	10:56	10:59	11:02	11:05	19
11:00	11:02	11:05	11:08	11:11	11:13	11:15	11:18	11:21	11:24	30
11:30	11:32	11:35	11:38	11:41	11:43	11:45	11:48	11:51	11:54	49
12:19	12:21	12:24	12:27	12:30	12:32	12:34	12:37	12:40	12:43	28
12:47	12:49	12:52	12:55	12:58	13:00	13:02	13:05	13:08	13:11	60
13:47	13:49	13:52	13:55	13:58	14:00	14:02	14:05	14:08	14:11	30
14:17	14:19	14:22	14:25	14:28	14:30	14:32	14:35	14:38	14:41	60
15:17	15:19	15:22	15:25	15:28	15:30	15:32	15:35	15:38	15:41	30
15:47	15:49	15:52	15:55	15:58	16:00	16:02	16:05	16:08	16:11	60
16:47	16:49	16:52	16:55	16:58	17:00	17:02	17:05	17:08	17:11	30
17:17	17:19	17:22	17:25	17:28	17:30	17:32	17:35	17:38	17:41	60
18:17	18:19	18:22	18:25	18:28	18:30	18:32	18:35	18:38	18:41	33
18:50	18:52	18:55	18:58	19:01	19:03	19:05	19:08	19:11	19:14	40
19:30	19:32	19:35	19:38	19:41	19:43	19:45	19:48	19:51	19:54	36
20:06	20:08	20:11	20:14	20:17	20:19	20:21	20:24	20:27	20:30	29
20:35	20:37	20:40	20:43	20:46	20:48	20:50	20:53	20:56	20:59	38
21:13	21:15	21:18	21:21	21:24	21:26	21:28	21:31	21:34	21:37	33
21:46	21:48	21:51	21:54	21:57	21:59	22:01	22:04	22:07	22:10	

TABELLA 28 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI – OLGiate COMASCO											
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORCHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	VILLA GUARDIA	LURATE CACCIVIO	OLGIATE COMASCO	Intervallo tra due corse successive [min]
06:58	07:00	07:02	07:05	07:08	07:11	07:14	07:17	07:22	07:27	07:32	39
07:37	07:39	07:41	07:44	07:47	07:50	07:53	07:57	08:03	08:08	08:13	47
08:24	08:26	08:28	08:31	08:34	08:37	08:40	08:44	08:50	08:55	09:00	43
09:07	09:09	09:11	09:14	09:17	09:20	09:23	09:26	09:31	09:36	09:41	57
10:04	10:06	10:08	10:11	10:14	10:17	10:20	10:23	10:28	10:33	10:38	78
11:22	11:24	11:26	11:29	11:32	11:35	11:38	11:41	11:46	11:51	11:56	60
12:22	12:24	12:26	12:29	12:32	12:35	12:38	12:41	12:46	12:51	12:56	40
13:02	13:04	13:06	13:09	13:12	13:15	13:18	13:21	13:26	13:31	13:36	50
13:52	13:54	13:56	13:59	14:02	14:05	14:08	14:11	14:16	14:21	14:26	40
14:32	14:34	14:36	14:39	14:42	14:45	14:48	14:51	14:56	15:01	15:06	50
15:22	15:24	15:26	15:29	15:32	15:35	15:38	15:41	15:46	15:51	15:56	40
16:02	16:04	16:06	16:09	16:12	16:15	16:18	16:21	16:26	16:31	16:36	50
16:52	16:54	16:56	16:59	17:02	17:05	17:08	17:11	17:16	17:21	17:26	40
17:32	17:34	17:36	17:39	17:42	17:45	17:48	17:51	17:56	18:01	18:06	46
18:18	18:20	18:22	18:25	18:28	18:31	18:34	18:37	18:42	18:47	18:52	39
18:57	18:59	19:01	19:04	19:07	19:10	19:13	19:16	19:21	19:26	19:31	29
19:26	19:28	19:30	19:33	19:36	19:39	19:42	19:45	19:50	19:55	20:00	31
19:57	19:59	20:01	20:04	20:07	20:10	20:13	20:16	20:21	20:26	20:31	45
20:42	20:44	20:46	20:49	20:52	20:55	20:58	21:01	21:06	21:11	21:16	67
21:49	21:51	21:53	21:56	21:59	22:02	22:05	22:08	22:13	22:18	22:23	

TABELLA 29 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Olgiate Comasco in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

OLGIATE COMASCO - COMO SAN GIOVANNI											
OLGIATE COMASCO	LURATE CACCIVIO	VILLA GUARDIA	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:33	06:38	06:42	06:47	06:50	06:53	06:55	06:57	07:00	07:03	07:06	31
07:04	07:09	07:13	07:18	07:21	07:24	07:26	07:28	07:31	07:34	07:37	31
07:35	07:40	07:44	07:49	07:52	07:55	07:57	07:59	08:02	08:05	08:08	26
08:01	08:06	08:10	08:15	08:18	08:21	08:23	08:25	08:28	08:31	08:34	33
08:34	08:39	08:43	08:48	08:51	08:54	08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	49
09:23	09:28	09:32	09:37	09:40	09:43	09:45	09:47	09:50	09:53	09:56	45
10:08	10:13	10:17	10:22	10:25	10:28	10:30	10:32	10:35	10:38	10:41	58
11:06	11:11	11:15	11:20	11:23	11:26	11:28	11:30	11:33	11:36	11:39	40
11:46	11:51	11:55	12:00	12:03	12:06	12:08	12:10	12:13	12:16	12:19	43
12:29	12:34	12:38	12:43	12:46	12:49	12:51	12:53	12:56	12:59	13:02	40
13:09	13:14	13:18	13:23	13:26	13:29	13:31	13:33	13:36	13:39	13:42	50
13:59	14:04	14:08	14:13	14:16	14:19	14:21	14:23	14:26	14:29	14:32	40
14:39	14:44	14:48	14:53	14:56	14:59	15:01	15:03	15:06	15:09	15:12	50
15:29	15:34	15:38	15:43	15:46	15:49	15:51	15:53	15:56	15:59	16:02	40
16:09	16:14	16:18	16:23	16:26	16:29	16:31	16:33	16:36	16:39	16:42	50
16:59	17:04	17:08	17:13	17:16	17:19	17:21	17:23	17:26	17:29	17:32	40
17:39	17:44	17:48	17:53	17:56	17:59	18:01	18:03	18:06	18:09	18:12	56
18:35	18:40	18:44	18:49	18:52	18:55	18:57	18:59	19:02	19:05	19:08	27
19:02	19:07	19:11	19:16	19:19	19:22	19:24	19:26	19:29	19:32	19:35	40
19:42	19:47	19:51	19:56	19:59	20:02	20:04	20:06	20:09	20:12	20:15	55
20:37	20:42	20:46	20:51	20:54	20:57	20:59	21:01	21:04	21:07	21:10	48
21:25	21:30	21:34	21:39	21:42	21:45	21:47	21:49	21:52	21:55	21:58	

TABELLA 30 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI - ALBATE CAMERLATA								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:10	06:12	06:15	06:18	06:21	06:23	06:26	06:29	30
06:40	06:42	06:45	06:48	06:51	06:53	06:56	06:59	25
07:05	07:07	07:10	07:13	07:16	07:18	07:21	07:24	30
07:35	07:37	07:40	07:43	07:46	07:48	07:51	07:54	15
07:50	07:52	07:55	07:58	08:01	08:03	08:06	08:09	15
08:05	08:07	08:10	08:13	08:16	08:18	08:21	08:24	15
08:20	08:22	08:25	08:28	08:31	08:33	08:36	08:39	15
08:35	08:37	08:40	08:43	08:46	08:48	08:51	08:54	25
09:00	09:02	09:05	09:08	09:11	09:13	09:16	09:19	40
09:40	09:42	09:45	09:48	09:51	09:53	09:56	09:59	55
10:35	10:37	10:40	10:43	10:46	10:48	10:51	10:54	
Ogni 60 minuti								
16:35	16:37	16:40	16:43	16:46	16:48	16:51	16:54	45
17:20	17:22	17:25	17:28	17:31	17:33	17:36	17:39	20
17:40	17:42	17:45	17:48	17:51	17:53	17:56	17:59	15
17:55	17:57	18:00	18:03	18:06	18:08	18:11	18:14	15
18:10	18:12	18:15	18:18	18:21	18:23	18:26	18:29	15
18:25	18:27	18:30	18:33	18:36	18:38	18:41	18:44	25
18:50	18:52	18:55	18:58	19:01	19:03	19:06	19:09	40
19:30	19:32	19:35	19:38	19:41	19:43	19:46	19:49	55
20:25	20:27	20:30	20:33	20:36	20:38	20:41	20:44	60
21:25	21:27	21:30	21:33	21:36	21:38	21:41	21:44	60
22:25	22:27	22:30	22:33	22:36	22:38	22:41	22:44	

TABELLA 31 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Albate Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

ALBATE CAMERLATA - COMO SAN GIOVANNI								
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:24	06:26	06:29	06:31	06:33	06:36	06:39	06:41	30
06:54	06:56	06:59	07:01	07:03	07:06	07:09	07:11	25
07:19	07:21	07:24	07:26	07:28	07:31	07:34	07:36	15
07:34	07:36	07:39	07:41	07:43	07:46	07:49	07:51	15
07:49	07:51	07:54	07:56	07:58	08:01	08:04	08:06	15
08:04	08:06	08:09	08:11	08:13	08:16	08:19	08:21	15
08:19	08:21	08:24	08:26	08:28	08:31	08:34	08:36	20
08:39	08:41	08:44	08:46	08:48	08:51	08:54	08:56	35
09:14	09:16	09:19	09:21	09:23	09:26	09:29	09:31	50
10:04	10:06	10:09	10:11	10:13	10:16	10:19	10:21	
Ogni 60 minuti								
15:04	15:06	15:09	15:11	15:13	15:16	15:19	15:21	55
15:59	16:01	16:04	16:06	16:08	16:11	16:14	16:16	45
16:44	16:46	16:49	16:51	16:53	16:56	16:59	17:01	35
17:19	17:21	17:24	17:26	17:28	17:31	17:34	17:36	20
17:39	17:41	17:44	17:46	17:48	17:51	17:54	17:56	15
17:54	17:56	17:59	18:01	18:03	18:06	18:09	18:11	15
18:09	18:11	18:14	18:16	18:18	18:21	18:24	18:26	15
18:24	18:26	18:29	18:31	18:33	18:36	18:39	18:41	30
18:54	18:56	18:59	19:01	19:03	19:06	19:09	19:11	45
19:39	19:41	19:44	19:46	19:48	19:51	19:54	19:56	55
20:34	20:36	20:39	20:41	20:43	20:46	20:49	20:51	60
21:34	21:36	21:39	21:41	21:43	21:46	21:49	21:51	60
22:34	22:36	22:39	22:41	22:43	22:46	22:49	22:51	

TABELLA 32 - Tabella oraria della LINEA 1 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI - OSPEDALE SANT'ANNA										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:20	06:22	06:25	06:28	06:31	06:34	06:37	06:40	06:43	06:45	30
06:50	06:52	06:55	06:58	07:01	07:04	07:07	07:10	07:13	07:15	30
07:20	07:22	07:25	07:28	07:31	07:34	07:37	07:40	07:43	07:45	20
07:40	07:42	07:45	07:48	07:51	07:54	07:57	08:00	08:03	08:05	15
07:55	07:57	08:00	08:03	08:06	08:09	08:12	08:15	08:18	08:20	15
08:10	08:12	08:15	08:18	08:21	08:24	08:27	08:30	08:33	08:35	15
08:25	08:27	08:30	08:33	08:36	08:39	08:42	08:45	08:48	08:50	15
08:40	08:42	08:45	08:48	08:51	08:54	08:57	09:00	09:03	09:05	30
09:10	09:12	09:15	09:18	09:21	09:24	09:27	09:30	09:33	09:35	45
09:55	09:57	10:00	10:03	10:06	10:09	10:12	10:15	10:18	10:20	
Ogni 60 minuti										
15:55	15:57	16:00	16:03	16:06	16:09	16:12	16:15	16:18	16:20	50
16:45	16:47	16:50	16:53	16:56	16:59	17:02	17:05	17:08	17:10	15
17:30	17:32	17:35	17:38	17:41	17:44	17:47	17:50	17:53	17:55	15
17:45	17:47	17:50	17:53	17:56	17:59	18:02	18:05	18:08	18:10	15
18:00	18:02	18:05	18:08	18:11	18:14	18:17	18:20	18:23	18:25	15
18:15	18:17	18:20	18:23	18:26	18:29	18:32	18:35	18:38	18:40	15
18:30	18:32	18:35	18:38	18:41	18:44	18:47	18:50	18:53	18:55	30
19:00	19:02	19:05	19:08	19:11	19:14	19:17	19:20	19:23	19:25	45
19:45	19:47	19:50	19:53	19:56	19:59	20:02	20:05	20:08	20:10	60
20:45	20:47	20:50	20:53	20:56	20:59	21:02	21:05	21:08	21:10	60
21:45	21:47	21:50	21:53	21:56	21:59	22:02	22:05	22:08	22:10	

TABELLA 33 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

OSPEDALE SANT'ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:28	06:30	06:33	06:36	06:39	06:41	06:43	06:46	06:49	06:52	30
06:58	07:00	07:03	07:06	07:09	07:11	07:13	07:16	07:19	07:22	20
07:18	07:20	07:23	07:26	07:29	07:31	07:33	07:36	07:39	07:42	15
07:33	07:35	07:38	07:41	07:44	07:46	07:48	07:51	07:54	07:57	15
07:48	07:50	07:53	07:56	07:59	08:01	08:03	08:06	08:09	08:12	15
08:03	08:05	08:08	08:11	08:14	08:16	08:18	08:21	08:24	08:27	15
08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:31	08:33	08:36	08:39	08:42	25
08:43	08:45	08:48	08:51	08:54	08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	40
09:23	09:25	09:28	09:31	09:34	09:36	09:38	09:41	09:44	09:47	55
10:18	10:20	10:23	10:26	10:29	10:31	10:33	10:36	10:39	10:42	
Ogni 60 minuti										
15:18	15:20	15:23	15:26	15:29	15:31	15:33	15:36	15:39	15:42	50
16:08	16:10	16:13	16:16	16:19	16:21	16:23	16:26	16:29	16:32	45
16:53	16:55	16:58	17:01	17:04	17:06	17:08	17:11	17:14	17:17	30
17:23	17:25	17:28	17:31	17:34	17:36	17:38	17:41	17:44	17:47	15
17:38	17:40	17:43	17:46	17:49	17:51	17:53	17:56	17:59	18:02	15
17:53	17:55	17:58	18:01	18:04	18:06	18:08	18:11	18:14	18:17	15
18:08	18:10	18:13	18:16	18:19	18:21	18:23	18:26	18:29	18:32	15
18:23	18:25	18:28	18:31	18:34	18:36	18:38	18:41	18:44	18:47	40
19:03	19:05	19:08	19:11	19:14	19:16	19:18	19:21	19:24	19:27	45
19:48	19:50	19:53	19:56	19:59	20:01	20:03	20:06	20:09	20:12	60
20:48	20:50	20:53	20:56	20:59	21:01	21:03	21:06	21:09	21:12	60
21:48	21:50	21:53	21:56	21:59	22:01	22:03	22:06	22:09	22:12	

TABELLA 34 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni Camerlata in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI – OLGiate COMASCO											
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	VILLA GUARDIA	LURATE CACCIVIO	OLGIATE COMASCO	Intervallo tra due corse successive [min]
06:30	06:32	06:34	06:37	06:40	06:43	06:46	06:50	06:56	07:01	07:01	30
07:00	07:02	07:04	07:07	07:10	07:13	07:16	07:16	07:16	07:21	07:21	30
07:30	07:32	07:34	07:37	07:40	07:43	07:46	07:46	07:46	07:51	07:51	15
07:45	07:47	07:49	07:52	07:55	07:58	08:01	08:01	08:01	08:06	08:06	15
08:00	08:02	08:04	08:07	08:10	08:13	08:16	08:16	08:16	08:21	08:21	15
08:15	08:17	08:19	08:22	08:25	08:28	08:31	08:31	08:31	08:36	08:36	15
08:30	08:32	08:34	08:37	08:40	08:43	08:46	08:46	08:46	08:51	08:51	20
08:50	08:52	08:54	08:57	09:00	09:03	09:06	09:06	09:06	09:11	09:11	35
09:25	09:27	09:29	09:32	09:35	09:38	09:41	09:41	09:41	09:46	09:46	50
10:15	10:17	10:19	10:22	10:25	10:28	10:31	10:31	10:31	10:36	10:36	
Ogni 60 minuti											
16:15	16:17	16:19	16:22	16:25	16:28	16:31	16:31	16:31	16:36	16:36	45
17:00	17:02	17:04	17:07	17:10	17:13	17:16	17:16	17:16	17:21	17:21	35
17:35	17:37	17:39	17:42	17:45	17:48	17:51	17:51	17:51	17:56	17:56	15
17:50	17:52	17:54	17:57	18:00	18:03	18:06	18:06	18:06	18:11	18:11	15
18:05	18:07	18:09	18:12	18:15	18:18	18:21	18:21	18:21	18:26	18:26	15
18:20	18:22	18:24	18:27	18:30	18:33	18:36	18:36	18:36	18:41	18:41	20
18:40	18:42	18:44	18:47	18:50	18:53	18:56	18:56	18:56	19:01	19:01	35
19:15	19:17	19:19	19:22	19:25	19:28	19:31	19:31	19:31	19:36	19:36	50
20:05	20:07	20:09	20:12	20:15	20:18	20:21	20:21	20:21	20:26	20:26	60
21:05	21:07	21:09	21:12	21:15	21:18	21:21	21:21	21:21	21:26	21:26	60
22:05	22:07	22:09	22:12	22:15	22:18	22:21	22:21	22:21	22:26	22:26	

TABELLA 35 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Olgiate Comasco in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

OLGIATE COMASCO - COMO SAN GIOVANNI											
OLGIATE COMASCO	LURATE CACCIVIO	VILLA GUARDIA	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:30	06:35	06:39	06:44	06:47	06:50	06:52	06:54	06:57	07:00	07:03	30
07:00	07:05	07:09	07:14	07:17	07:20	07:22	07:24	07:27	07:30	07:33	15
07:15	07:20	07:24	07:29	07:32	07:35	07:37	07:39	07:42	07:45	07:48	15
07:30	07:35	07:39	07:44	07:47	07:50	07:52	07:54	07:57	08:00	08:03	15
07:45	07:50	07:54	07:59	08:02	08:05	08:07	08:09	08:12	08:15	08:18	15
08:00	08:05	08:09	08:14	08:17	08:20	08:22	08:24	08:27	08:30	08:33	15
08:15	08:20	08:24	08:29	08:32	08:35	08:37	08:39	08:42	08:45	08:48	30
08:45	08:50	08:54	08:59	09:02	09:05	09:07	09:09	09:12	09:15	09:18	45
09:30	09:35	09:39	09:44	09:47	09:50	09:52	09:54	09:57	10:00	10:03	
Ogni 60 minuti											
15:30	15:35	15:39	15:44	15:47	15:50	15:52	15:54	15:57	16:00	16:03	45
16:15	16:20	16:24	16:29	16:32	16:35	16:37	16:39	16:42	16:45	16:48	40
16:55	17:00	17:04	17:09	17:12	17:15	17:17	17:19	17:22	17:25	17:28	25
17:20	17:25	17:29	17:34	17:37	17:40	17:42	17:44	17:47	17:50	17:53	15
17:35	17:40	17:44	17:49	17:52	17:55	17:57	17:59	18:02	18:05	18:08	15
17:50	17:55	17:59	18:04	18:07	18:10	18:12	18:14	18:17	18:20	18:23	15
18:05	18:10	18:14	18:19	18:22	18:25	18:27	18:29	18:32	18:35	18:38	20
18:25	18:30	18:34	18:39	18:42	18:45	18:47	18:49	18:52	18:55	18:58	45
19:10	19:15	19:19	19:24	19:27	19:30	19:32	19:34	19:37	19:40	19:43	50
20:00	20:05	20:09	20:14	20:17	20:20	20:22	20:24	20:27	20:30	20:33	60
21:00	21:05	21:09	21:14	21:17	21:20	21:22	21:24	21:27	21:30	21:33	60
22:00	22:05	22:09	22:14	22:17	22:20	22:22	22:24	22:27	22:30	22:33	

TABELLA 36 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

LINEA 2, LINEA 3 e LINEA 4: Como San Giovanni – Nuovo Ospedale Sant’anna, Como San Giovanni – Olgiate Comasco e Como San Giovanni – Cantu’

1. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI – OSPEDALE SANT’ANNA										
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	STRADA STATALE 342	OSPEDALE SANT’ANNA	Intervallo tra due corse successive [min]
06:18	06:20	06:22	06:25	06:28	06:31	06:34	06:37	06:40	06:42	93
07:51	07:53	07:55	07:58	08:01	08:04	08:07	08:10	08:13	08:15	71
09:02	09:04	09:06	09:09	09:12	09:15	09:18	09:21	09:24	09:26	111
10:53	10:55	10:57	11:00	11:03	11:06	11:09	11:12	11:15	11:15	88
12:21	12:23	12:25	12:28	12:31	12:34	12:37	12:40	12:43	12:43	120
14:21	14:23	14:25	14:28	14:31	14:34	14:37	14:40	14:43	14:45	120
16:21	16:23	16:25	16:28	16:31	16:34	16:37	16:40	16:43	16:45	120
18:21	18:23	18:25	18:28	18:31	18:34	18:37	18:40	18:43	18:45	101
20:02	20:04	20:06	20:09	20:12	20:15	20:18	20:21	20:24	20:26	80
21:22	21:24	21:26	21:29	21:32	21:35	21:38	21:41	21:44	21:46	

TABELLA 37 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale Sant’Anna in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

OSPEDALE SANT’ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT’ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:40	06:42	06:45	06:48	06:51	06:53	06:55	06:58	07:01	07:04	80
08:00	08:02	08:05	08:08	08:11	08:13	08:15	08:18	08:21	08:24	79
09:19	09:21	09:24	09:27	09:30	09:32	09:34	09:37	09:40	09:43	97
10:56	10:58	11:01	11:04	11:07	11:09	11:11	11:14	11:17	11:20	107
12:43	12:45	12:48	12:51	12:53	12:56	12:58	13:01	13:04	13:07	120
14:43	14:45	14:48	14:51	14:53	14:56	14:58	15:01	15:04	15:07	120
16:43	16:45	16:48	16:51	16:54	16:56	16:58	17:01	17:04	17:07	91
18:14	18:16	18:19	18:22	18:24	18:27	18:29	18:32	18:35	18:38	60
19:14	19:16	19:19	19:22	19:25	19:27	19:29	19:32	19:35	19:38	106
21:00	21:02	21:05	21:08	21:11	21:13	21:15	21:18	21:21	21:24	

TABELLA 38 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI – OLGiate COMASCO											
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	VILLA GUARDIA	LURATE CACCIVIO	OLGIATE COMASCO	Intervallo tra due corse successive [min]
06:52	06:54	06:56	06:59	07:02	07:05	07:08	07:11	07:16	07:21	07:26	84
08:16	08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:32	08:36	08:42	08:47	08:52	109
10:05	10:07	10:09	10:12	10:15	10:18	10:21	10:24	10:29	10:34	10:39	93
11:38	11:40	11:42	11:45	11:48	11:51	11:54	11:57	12:02	12:07	12:12	103
13:21	13:23	13:25	13:28	13:31	13:34	13:37	13:40	13:45	13:50	13:55	120
15:21	15:23	15:25	15:28	15:31	15:34	15:37	15:40	15:45	15:50	15:55	120
17:21	17:23	17:25	17:28	17:31	17:34	17:37	17:40	17:45	17:50	17:55	120
19:21	19:23	19:25	19:28	19:31	19:34	19:37	19:40	19:45	19:50	19:55	85
20:46	20:48	20:50	20:53	20:56	20:59	21:02	21:05	21:10	21:15	21:20	65
21:51	21:53	21:55	21:58	22:01	22:04	22:07	22:10	22:13	22:18	22:23	

TABELLA 39 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Olgiate Comasco in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

OLGIATE COMASCO - COMO SAN GIOVANNI											
OLGIATE COMASCO	LURATE CACCIVIO	VILLA GUARDIA	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
07:05	07:10	07:14	07:19	07:22	07:25	07:27	07:29	07:32	07:35	07:38	89
08:34	08:39	08:43	08:48	08:51	08:54	08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	76
09:50	09:55	09:59	10:04	10:07	10:10	10:12	10:14	10:17	10:20	10:23	114
11:44	11:49	11:53	11:58	12:01	12:04	12:06	12:08	12:11	12:14	12:17	111
13:35	13:40	13:44	13:49	13:52	13:55	13:57	13:59	14:02	14:05	14:08	120
15:35	15:40	15:44	15:49	15:52	15:55	15:57	15:59	16:02	16:05	16:08	120
17:35	17:40	17:44	17:49	17:52	17:55	17:57	17:59	18:02	18:05	18:08	76
18:51	18:56	19:00	19:05	19:08	19:11	19:13	19:15	19:18	19:21	19:24	77
20:08	20:13	20:17	20:22	20:25	20:27	20:30	20:32	20:35	20:38	20:41	81
21:29	21:34	21:38	21:43	21:46	21:48	21:51	21:53	21:56	21:59	22:02	

TABELLA 40 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

COMO SAN GIOVANNI – CANTU'												
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	ALBATE TRECALLO	SENNA COMASCO	CANTU' FS	CANTU' PIAZZA GARIBALDI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:00	06:02	06:05	06:08	06:11	06:13	06:16	06:19	06:23	06:26	06:29	06:33	38
06:38	06:40	06:43	06:46	06:49	06:51	06:54	06:57	07:01	07:04	07:07	07:11	38
07:16	07:18	07:21	07:24	07:27	07:29	07:32	07:35	07:39	07:42	07:45	07:49	44
08:00	08:02	08:05	08:08	08:11	08:13	08:16	08:19	08:23	08:26	08:29	08:33	51
08:51	08:53	08:56	08:59	09:02	09:04	09:07	09:10	09:14	09:17	09:20	09:24	59
09:50	09:52	09:55	09:58	10:01	10:03	10:06	10:09	10:13	10:16	10:19	10:23	40
10:30	10:32	10:35	10:38	10:41	10:43	10:46	10:49	10:53	10:56	10:59	11:03	52
11:22	11:24	11:27	11:30	11:33	11:35	11:38	11:41	11:45	11:48	11:51	11:55	37
11:59	12:01	12:04	12:07	12:10	12:12	12:15	12:18	12:22	12:25	12:28	12:32	52
12:51	12:53	12:56	12:59	13:02	13:04	13:07	13:10	13:14	13:17	13:20	13:24	60
13:51	13:53	13:56	13:59	14:02	14:04	14:07	14:10	14:14	14:17	14:20	14:24	60
14:51	14:53	14:56	14:59	15:02	15:04	15:07	15:10	15:14	15:17	15:20	15:24	60
15:51	15:53	15:56	15:59	16:02	16:04	16:07	16:10	16:14	16:17	16:20	16:24	60
16:51	16:53	16:56	16:59	17:02	17:04	17:07	17:10	17:14	17:17	17:20	17:24	60
17:51	17:53	17:56	17:59	18:02	18:04	18:07	18:10	18:14	18:17	18:20	18:24	69
19:00	19:02	19:05	19:08	19:11	19:13	19:16	19:19	19:23	19:26	19:29	19:33	51
19:51	19:53	19:56	19:59	20:02	20:04	20:07	20:10	20:14	20:17	20:20	20:24	29
20:20	20:22	20:25	20:28	20:31	20:35	20:38	20:41	20:45	20:48	20:51	20:55	40
21:00	21:02	21:05	21:08	21:11	21:13	21:16	21:19	21:23	21:26	21:29	21:33	30
21:30	21:32	21:35	21:38	21:41	21:43	21:46	21:49	21:53	21:56	21:59	22:03	43
22:13	22:15	22:18	22:21	22:24	22:26	22:29	22:32	22:36	22:39	22:42	22:46	

TABELLA 41 - Tabella oraria della LINEA 4 direzione Cantù in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

CANTU' - COMO SAN GIOVANNI												
CANTU' PIAZZA GARIBALDI	CANTU' FS	SENNA COMASCO	ALBATE TRECALLO	ALBATE - CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:00	06:04	06:07	06:10	06:14	06:17	06:19	06:22	06:24	06:26	06:29	06:32	51
06:51	06:55	06:58	07:01	07:05	07:08	07:10	07:14	07:17	07:19	07:22	07:25	44
07:35	07:39	07:42	07:45	07:49	07:52	07:54	07:57	07:59	08:01	08:04	08:07	30
08:05	08:09	08:12	08:15	08:19	08:22	08:24	08:28	08:31	08:33	08:36	08:39	52
08:57	09:01	09:04	09:07	09:11	09:14	09:16	09:20	09:23	09:25	09:28	09:31	37
09:34	09:38	09:41	09:44	09:48	09:51	09:53	09:57	10:00	10:02	10:05	10:08	56
10:30	10:34	10:37	10:40	10:44	10:47	10:49	10:53	10:56	10:58	11:01	11:04	52
11:22	11:26	11:29	11:32	11:36	11:39	11:41	11:45	11:48	11:50	11:53	11:56	43
12:05	12:09	12:12	12:15	12:19	12:22	12:24	12:27	12:29	12:31	12:34	12:37	59
13:04	13:08	13:11	13:14	13:18	13:21	13:23	13:26	13:28	13:30	13:33	13:36	60
14:04	14:08	14:11	14:14	14:18	14:21	14:23	14:26	14:28	14:30	14:33	14:36	60
15:04	15:08	15:11	15:14	15:18	15:21	15:23	15:26	15:28	15:30	15:33	15:36	60
16:04	16:08	16:11	16:14	16:18	16:21	16:23	16:26	16:28	16:30	16:33	16:36	60
17:04	17:08	17:11	17:14	17:18	17:21	17:23	17:26	17:28	17:30	17:33	17:36	46
17:50	17:54	17:57	18:00	18:04	18:07	18:09	18:13	18:16	18:18	18:21	18:24	44
18:34	18:38	18:41	18:44	18:48	18:51	18:53	18:59	19:02	19:04	19:07	19:10	82
19:56	20:00	20:03	20:06	20:10	20:13	20:15	20:18	20:20	20:22	20:25	20:28	38
20:34	20:38	20:41	20:44	20:48	20:51	20:53	20:56	20:58	21:00	21:03	21:06	27
21:01	21:05	21:08	21:11	21:15	21:18	21:20	21:24	21:27	21:29	21:32	21:35	56
21:57	22:01	22:04	22:07	22:11	22:14	22:16	22:20	22:23	22:25	22:28	22:31	

TABELLA 42 - Tabella oraria della LINEA 4 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo Polo Logistico

2. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario, senza la costruzione dei raccordi DAR e Raccordo polo Logistico, con il raddoppio della linea FNM esistente tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI - OSPEDALE SANT'ANNA										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:49	06:51	06:53	06:56	06:59	07:02	07:05	07:08	07:11	07:13	29
07:18	07:20	07:22	07:25	07:28	07:31	07:34	07:37	07:40	07:42	31
07:49	07:51	07:53	07:56	07:59	08:02	08:05	08:08	08:11	08:13	19
08:08	08:10	08:12	08:15	08:18	08:21	08:24	08:27	08:30	08:32	42
08:50	08:52	08:54	08:57	09:00	09:03	09:06	09:09	09:12	09:14	27
09:17	09:19	09:21	09:24	09:27	09:30	09:33	09:36	09:39	09:41	22
09:39	09:41	09:43	09:46	09:49	09:52	09:55	09:58	10:01	10:03	41
10:20	10:22	10:24	10:27	10:30	10:33	10:36	10:39	10:42	10:44	33
10:53	10:55	10:57	11:00	11:03	11:06	11:09	11:12	11:15	11:17	57
11:50	11:52	11:54	11:57	12:00	12:03	12:06	12:09	12:12	12:14	42
12:32	12:34	12:36	12:39	12:42	12:45	12:48	12:51	12:54	12:56	60
13:32	13:34	13:36	13:39	13:42	13:45	13:48	13:51	13:54	13:56	30
14:02	14:04	14:06	14:09	14:12	14:15	14:18	14:21	14:24	14:26	60
15:02	15:04	15:06	15:09	15:12	15:15	15:18	15:21	15:24	15:26	30
15:32	15:34	15:36	15:39	15:42	15:45	15:48	15:51	15:54	15:56	60
16:32	16:34	16:36	16:39	16:42	16:45	16:48	16:51	16:54	16:56	30
17:02	17:04	17:06	17:09	17:12	17:15	17:18	17:21	17:24	17:26	60
18:02	18:04	18:06	18:09	18:12	18:15	18:18	18:21	18:24	18:26	21
18:23	18:25	18:27	18:30	18:33	18:36	18:39	18:42	18:45	18:47	54
19:17	19:19	19:21	19:24	19:27	19:30	19:33	19:36	19:39	19:41	15
19:32	19:34	19:36	19:39	19:42	19:45	19:48	19:51	19:54	19:56	58
20:30	20:32	20:34	20:37	20:40	20:43	20:46	20:49	20:52	20:54	29
20:59	21:01	21:03	21:06	21:09	21:12	21:15	21:18	21:21	21:23	

TABELLA 43 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

OSPEDALE SANT'ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
07:06	07:08	07:11	07:14	07:17	07:19	07:21	07:24	07:27	07:30	55
08:01	08:03	08:06	08:09	08:12	08:14	08:16	08:19	08:22	08:25	17
08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:31	08:33	08:36	08:39	08:42	52
09:10	09:12	09:15	09:18	09:21	09:23	09:25	09:28	09:31	09:34	42
09:52	09:54	09:57	10:00	10:03	10:05	10:07	10:10	10:13	10:16	16
10:08	10:10	10:13	10:16	10:19	10:21	10:23	10:26	10:29	10:32	33
10:41	10:43	10:46	10:49	10:52	10:54	10:56	10:59	11:02	11:05	19
11:00	11:02	11:05	11:08	11:11	11:13	11:15	11:18	11:21	11:24	32
11:32	11:34	11:37	11:40	11:43	11:45	11:47	11:50	11:53	11:56	47
12:19	12:21	12:24	12:27	12:30	12:32	12:34	12:37	12:40	12:43	28
12:47	12:49	12:52	12:55	12:58	13:00	13:02	13:05	13:08	13:11	60
13:47	13:49	13:52	13:55	13:58	14:00	14:02	14:05	14:08	14:11	30
14:17	14:19	14:22	14:25	14:28	14:30	14:32	14:35	14:38	14:41	60
15:17	15:19	15:22	15:25	15:28	15:30	15:32	15:35	15:38	15:41	30
15:47	15:49	15:52	15:55	15:58	16:00	16:02	16:05	16:08	16:11	60
16:47	16:49	16:52	16:55	16:58	17:00	17:02	17:05	17:08	17:11	30
17:17	17:19	17:22	17:25	17:28	17:30	17:32	17:35	17:38	17:41	60
18:17	18:19	18:22	18:25	18:28	18:30	18:32	18:35	18:38	18:41	33
18:50	18:52	18:55	18:58	19:01	19:03	19:05	19:08	19:11	19:14	40
19:30	19:32	19:35	19:38	19:41	19:43	19:45	19:48	19:51	19:54	36
20:06	20:08	20:11	20:14	20:17	20:19	20:21	20:24	20:27	20:30	29
20:35	20:37	20:40	20:43	20:46	20:48	20:50	20:53	20:56	20:59	38
21:13	21:15	21:18	21:21	21:24	21:26	21:28	21:31	21:34	21:37	28
21:41	21:43	21:46	21:49	21:52	21:54	21:56	21:59	22:02	22:05	

TABELLA 44 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI – OLGiate COMASCO											
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	VILLA GUARDIA	LURATE CACCIVIO	OLGIATE COMASCO	Intervallo tra due corse successive [min]
06:59	07:01	07:03	07:06	07:09	07:12	07:15	07:18	07:23	07:28	07:33	38
07:37	07:39	07:41	07:44	07:47	07:50	07:53	07:57	08:03	08:08	08:13	48
08:25	08:27	08:29	08:32	08:35	08:38	08:41	08:45	08:51	08:56	09:01	42
09:07	09:09	09:11	09:14	09:17	09:20	09:23	09:26	09:31	09:36	09:41	57
10:04	10:06	10:08	10:11	10:14	10:17	10:20	10:23	10:28	10:33	10:38	78
11:22	11:24	11:26	11:29	11:32	11:35	11:38	11:41	11:46	11:51	11:56	60
12:22	12:24	12:26	12:29	12:32	12:35	12:38	12:41	12:46	12:51	12:56	40
13:02	13:04	13:06	13:09	13:12	13:15	13:18	13:21	13:26	13:31	13:36	50
13:52	13:54	13:56	13:59	14:02	14:05	14:08	14:11	14:16	14:21	14:26	40
14:32	14:34	14:36	14:39	14:42	14:45	14:48	14:51	14:56	15:01	15:06	50
15:22	15:24	15:26	15:29	15:32	15:35	15:38	15:41	15:46	15:51	15:56	40
16:02	16:04	16:06	16:09	16:12	16:15	16:18	16:21	16:26	16:31	16:36	50
16:52	16:54	16:56	16:59	17:02	17:05	17:08	17:11	17:16	17:21	17:26	40
17:32	17:34	17:36	17:39	17:42	17:45	17:48	17:51	17:56	18:01	18:06	47
18:19	18:21	18:23	18:26	18:29	18:32	18:35	18:38	18:43	18:48	18:53	38
18:57	18:59	19:01	19:04	19:07	19:10	19:13	19:16	19:21	19:26	19:31	29
19:26	19:28	19:30	19:33	19:36	19:39	19:42	19:45	19:50	19:55	20:00	31
19:57	19:59	20:01	20:04	20:07	20:10	20:13	20:16	20:21	20:26	20:31	45
20:42	20:44	20:46	20:49	20:52	20:55	20:58	21:01	21:06	21:11	21:16	67
21:49	21:51	21:53	21:56	21:59	22:02	22:05	22:08	22:13	22:18	22:23	

TABELLA 45 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Olgiate Comasco in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

OLGIATE COMASCO - COMO SAN GIOVANNI											
OLGIATE COMASCO	LURATE CACCIVIO	VILLA GUARDIA	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:33	06:38	06:42	06:47	06:50	06:53	06:55	06:57	07:00	07:03	07:06	31
07:04	07:09	07:13	07:18	07:21	07:24	07:26	07:28	07:31	07:34	07:37	31
07:35	07:40	07:44	07:49	07:52	07:55	07:57	07:59	08:02	08:05	08:08	26
08:01	08:06	08:10	08:15	08:18	08:21	08:23	08:25	08:28	08:31	08:34	33
08:34	08:39	08:43	08:48	08:51	08:54	08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	49
09:23	09:28	09:32	09:37	09:40	09:43	09:45	09:47	09:50	09:53	09:56	45
10:08	10:13	10:17	10:22	10:25	10:28	10:30	10:32	10:35	10:38	10:41	58
11:06	11:11	11:15	11:20	11:23	11:26	11:28	11:30	11:33	11:36	11:39	40
11:46	11:51	11:55	12:00	12:03	12:06	12:08	12:10	12:13	12:16	12:19	43
12:29	12:34	12:38	12:43	12:46	12:49	12:51	12:53	12:56	12:59	13:02	40
13:09	13:14	13:18	13:23	13:26	13:29	13:31	13:33	13:36	13:39	13:42	50
13:59	14:04	14:08	14:13	14:16	14:19	14:21	14:23	14:26	14:29	14:32	40
14:39	14:44	14:48	14:53	14:56	14:59	15:01	15:03	15:06	15:09	15:12	50
15:29	15:34	15:38	15:43	15:46	15:49	15:51	15:53	15:56	15:59	16:02	40
16:09	16:14	16:18	16:23	16:26	16:29	16:31	16:33	16:36	16:39	16:42	50
16:59	17:04	17:08	17:13	17:16	17:19	17:21	17:23	17:26	17:29	17:32	40
17:39	17:44	17:48	17:53	17:56	17:59	18:01	18:03	18:06	18:09	18:12	56
18:35	18:40	18:44	18:49	18:52	18:55	18:57	18:59	19:02	19:05	19:08	27
19:02	19:07	19:11	19:16	19:19	19:22	19:24	19:26	19:29	19:32	19:35	40
19:42	19:47	19:51	19:56	19:59	20:02	20:04	20:06	20:09	20:12	20:15	55
20:37	20:42	20:46	20:51	20:54	20:57	20:59	21:01	21:04	21:07	21:10	48
21:25	21:30	21:34	21:39	21:42	21:45	21:47	21:49	21:52	21:55	21:58	

TABELLA 46 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

COMO SAN GIOVANNI – CANTU'												
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	ALBATE TRECALLO	SENNA COMASCO	CANTU' FS	CANTU' PIAZZA GARIBALDI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:18	06:20	06:23	06:26	06:29	06:31	06:34	06:37	06:41	06:44	06:47	06:51	19
06:37	06:39	06:42	06:45	06:48	06:50	06:53	06:56	07:00	07:03	07:06	07:10	30
07:07	07:09	07:12	07:15	07:18	07:20	07:23	07:26	07:30	07:33	07:36	07:40	17
07:24	07:26	07:29	07:32	07:35	07:37	07:40	07:44	07:50	07:53	07:56	08:00	32
07:56	07:58	08:01	08:04	08:07	08:09	08:12	08:15	08:19	08:22	08:25	08:29	20
08:16	08:18	08:21	08:24	08:27	08:29	08:32	08:35	08:39	08:42	08:45	08:49	21
08:37	08:39	08:42	08:45	08:48	08:50	08:53	08:56	09:00	09:03	09:06	09:10	19
08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	09:09	09:12	09:15	09:19	09:22	09:25	09:29	27
09:23	09:25	09:28	09:31	09:34	09:36	09:39	09:42	09:46	09:49	09:52	09:56	27
09:50	09:52	09:55	09:58	10:01	10:03	10:06	10:09	10:13	10:16	10:19	10:23	48
10:38	10:40	10:43	10:46	10:49	10:51	10:54	10:57	11:01	11:04	11:07	11:11	25
11:03	11:05	11:08	11:11	11:14	11:16	11:19	11:22	11:26	11:29	11:32	11:36	35
11:38	11:40	11:43	11:46	11:49	11:51	11:54	11:57	12:01	12:04	12:07	12:11	24
12:02	12:04	12:07	12:10	12:13	12:15	12:18	12:21	12:25	12:28	12:31	12:35	50
12:52	12:54	12:57	13:00	13:03	13:05	13:08	13:11	13:15	13:18	13:21	13:25	28
13:20	13:22	13:25	13:28	13:31	13:33	13:36	13:39	13:43	13:46	13:49	13:53	64
14:24	14:26	14:29	14:32	14:35	14:37	14:40	14:43	14:47	14:50	14:53	14:57	28
14:52	14:54	14:57	15:00	15:03	15:05	15:08	15:11	15:15	15:18	15:21	15:25	60
15:52	15:54	15:57	16:00	16:03	16:05	16:08	16:11	16:15	16:18	16:21	16:25	30
16:22	16:24	16:27	16:30	16:33	16:35	16:38	16:41	16:45	16:48	16:51	16:55	60
17:22	17:24	17:27	17:30	17:33	17:35	17:38	17:41	17:45	17:48	17:51	17:55	30
17:52	17:54	17:57	18:00	18:03	18:05	18:08	18:11	18:15	18:18	18:21	18:25	45
18:37	18:39	18:42	18:45	18:48	18:50	18:53	18:56	19:00	19:03	19:06	19:10	30
19:07	19:09	19:12	19:15	19:18	19:20	19:23	19:26	19:30	19:33	19:36	19:40	43
19:50	19:52	19:55	19:58	20:01	20:03	20:06	20:09	20:13	20:16	20:19	20:23	18
20:08	20:10	20:13	20:16	20:19	20:21	20:24	20:27	20:31	20:34	20:37	20:41	41
20:49	20:51	20:54	20:57	21:00	21:02	21:05	21:08	21:12	21:15	21:18	21:22	37
21:26	21:28	21:31	21:34	21:37	21:39	21:42	21:45	21:49	21:52	21:55	21:59	48
22:14	22:16	22:19	22:22	22:25	22:27	22:30	22:33	22:37	22:40	22:43	22:47	

TABELLA 47 - Tabella oraria della LINEA 4 direzione Cantù in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

CANTU' - COMO SAN GIOVANNI												
CANTU' PIAZZA GARIBALDI	CANTU' FS	SENNA COMASCO	ALBATE TRECALLO	ALBATE - CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:08	06:12	06:15	06:18	06:22	06:25	06:27	06:30	06:32	06:34	06:37	06:40	43
06:51	06:55	06:58	07:01	07:05	07:08	07:10	07:14	07:17	07:19	07:22	07:25	30
07:21	07:25	07:28	07:31	07:35	07:38	07:40	07:44	07:47	07:49	07:52	07:55	20
07:41	07:45	07:48	07:51	07:55	07:58	08:00	08:04	08:07	08:09	08:12	08:15	40
08:21	08:25	08:28	08:31	08:35	08:38	08:40	08:44	08:47	08:49	08:52	08:55	22
08:43	08:47	08:50	08:53	08:57	09:00	09:02	09:06	09:09	09:11	09:14	09:17	26
09:09	09:13	09:16	09:19	09:23	09:26	09:28	09:32	09:35	09:37	09:40	09:43	27
09:36	09:40	09:43	09:46	09:50	09:53	09:55	09:59	10:02	10:04	10:07	10:10	13
09:49	09:53	09:56	09:59	10:03	10:06	10:08	10:12	10:15	10:17	10:20	10:23	52
10:41	10:45	10:48	10:51	10:55	10:58	11:00	11:04	11:07	11:09	11:12	11:15	18
10:59	11:03	11:06	11:09	11:13	11:16	11:18	11:22	11:25	11:27	11:30	11:33	35
11:34	11:38	11:41	11:44	11:48	11:51	11:53	11:57	12:00	12:02	12:05	12:08	24
11:58	12:02	12:05	12:08	12:12	12:15	12:17	12:21	12:24	12:26	12:29	12:32	60
12:58	13:02	13:05	13:08	13:12	13:15	13:17	13:21	13:24	13:26	13:29	13:32	29
13:27	13:31	13:34	13:37	13:41	13:44	13:46	13:49	13:51	13:53	13:56	13:59	63
14:30	14:34	14:37	14:40	14:44	14:47	14:49	14:53	14:56	14:58	15:01	15:04	28
14:58	15:02	15:05	15:08	15:12	15:15	15:17	15:21	15:24	15:26	15:29	15:32	60
15:58	16:02	16:05	16:08	16:12	16:15	16:17	16:21	16:24	16:26	16:29	16:32	30
16:28	16:32	16:35	16:38	16:42	16:45	16:47	16:51	16:54	16:56	16:59	17:02	52
17:20	17:24	17:27	17:30	17:34	17:37	17:39	17:43	17:46	17:48	17:51	17:54	37
17:57	18:01	18:04	18:07	18:11	18:14	18:16	18:20	18:23	18:25	18:28	18:31	24
18:21	18:25	18:28	18:31	18:35	18:38	18:40	18:44	18:47	18:49	18:52	18:55	30
18:51	18:55	18:58	19:01	19:05	19:08	19:10	19:14	19:17	19:19	19:22	19:25	20
19:11	19:15	19:18	19:21	19:25	19:28	19:30	19:34	19:37	19:39	19:42	19:45	22
19:33	19:37	19:40	19:43	19:47	19:50	19:52	19:55	19:57	19:59	20:02	20:05	30
20:03	20:07	20:10	20:13	20:17	20:20	20:22	20:25	20:27	20:29	20:32	20:35	52
20:55	20:59	21:02	21:05	21:09	21:12	21:14	21:17	21:19	21:21	21:24	21:27	63
21:58	22:02	22:05	22:08	22:12	22:15	22:17	22:21	22:24	22:26	22:29	22:32	

Tabella 48 - Tabella oraria della LINEA 4 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM Milano Cadorna – Saronno – Como Nord Lago e il raddoppio della linea tra le stazioni di Como Nord Borghi e Como Nord Camerlata

3. Circolazione promiscua del servizio ferroviario FNM con il servizio metrotranviario in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI - OSPEDALE SANT'ANNA										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:20	06:22	06:25	06:28	06:31	06:34	06:37	06:40	06:43	06:45	30
06:50	06:52	06:55	06:58	07:01	07:04	07:07	07:10	07:13	07:15	30
07:20	07:22	07:25	07:28	07:31	07:34	07:37	07:40	07:43	07:45	20
07:40	07:42	07:45	07:48	07:51	07:54	07:57	08:00	08:03	08:05	15
07:55	07:57	08:00	08:03	08:06	08:09	08:12	08:15	08:18	08:20	15
08:10	08:12	08:15	08:18	08:21	08:24	08:27	08:30	08:33	08:35	15
08:25	08:27	08:30	08:33	08:36	08:39	08:42	08:45	08:48	08:50	15
08:40	08:42	08:45	08:48	08:51	08:54	08:57	09:00	09:03	09:05	30
09:10	09:12	09:15	09:18	09:21	09:24	09:27	09:30	09:33	09:35	45
09:55	09:57	10:00	10:03	10:06	10:09	10:12	10:15	10:18	10:20	
Ogni 60 minuti										
15:55	15:57	16:00	16:03	16:06	16:09	16:12	16:15	16:18	16:20	50
16:45	16:47	16:50	16:53	16:56	16:59	17:02	17:05	17:08	17:10	45
17:30	17:32	17:35	17:38	17:41	17:44	17:47	17:50	17:53	17:55	15
17:45	17:47	17:50	17:53	17:56	17:59	18:02	18:05	18:08	18:10	15
18:00	18:02	18:05	18:08	18:11	18:14	18:17	18:20	18:23	18:25	15
18:15	18:17	18:20	18:23	18:26	18:29	18:32	18:35	18:38	18:40	15
18:30	18:32	18:35	18:38	18:41	18:44	18:47	18:50	18:53	18:55	30
19:00	19:02	19:05	19:08	19:11	19:14	19:17	19:20	19:23	19:25	45
19:45	19:47	19:50	19:53	19:56	19:59	20:02	20:05	20:08	20:10	60
20:45	20:47	20:50	20:53	20:56	20:59	21:02	21:05	21:08	21:10	60
21:45	21:47	21:50	21:53	21:56	21:59	22:02	22:05	22:08	22:10	

TABELLA 49 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Ospedale Sant'Anna in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

OSPEDALE SANT'ANNA - COMO SAN GIOVANNI										
OSPEDALE SANT'ANNA	STRADA STATALE 342	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:28	06:30	06:33	06:36	06:39	06:41	06:43	06:46	06:49	06:52	30
06:58	07:00	07:03	07:06	07:09	07:11	07:13	07:16	07:19	07:22	20
07:18	07:20	07:23	07:26	07:29	07:31	07:33	07:36	07:39	07:42	15
07:33	07:35	07:38	07:41	07:44	07:46	07:48	07:51	07:54	07:57	15
07:48	07:50	07:53	07:56	07:59	08:01	08:03	08:06	08:09	08:12	15
08:03	08:05	08:08	08:11	08:14	08:16	08:18	08:21	08:24	08:27	15
08:18	08:20	08:23	08:26	08:29	08:31	08:33	08:36	08:39	08:42	25
08:43	08:45	08:48	08:51	08:54	08:56	08:58	09:01	09:04	09:07	40
09:23	09:25	09:28	09:31	09:34	09:36	09:38	09:41	09:44	09:47	55
10:18	10:20	10:23	10:26	10:29	10:31	10:33	10:36	10:39	10:42	
Ogni 60 minuti										
15:18	15:20	15:23	15:26	15:29	15:31	15:33	15:36	15:39	15:42	50
16:08	16:10	16:13	16:16	16:19	16:21	16:23	16:26	16:29	16:32	45
16:53	16:55	16:58	17:01	17:04	17:06	17:08	17:11	17:14	17:17	30
17:23	17:25	17:28	17:31	17:34	17:36	17:38	17:41	17:44	17:47	15
17:38	17:40	17:43	17:46	17:49	17:51	17:53	17:56	17:59	18:02	15
17:53	17:55	17:58	18:01	18:04	18:06	18:08	18:11	18:14	18:17	15
18:08	18:10	18:13	18:16	18:19	18:21	18:23	18:26	18:29	18:32	15
18:23	18:25	18:28	18:31	18:34	18:36	18:38	18:41	18:44	18:47	40
19:03	19:05	19:08	19:11	19:14	19:16	19:18	19:21	19:24	19:27	45
19:48	19:50	19:53	19:56	19:59	20:01	20:03	20:06	20:09	20:12	60
20:48	20:50	20:53	20:56	20:59	21:01	21:03	21:06	21:09	21:12	60
21:48	21:50	21:53	21:56	21:59	22:01	22:03	22:06	22:09	22:12	

TABELLA 50 - Tabella oraria della LINEA 2 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI – OLGiate COMASCO											
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	COMO NORD GRANDATE	VILLA GUARDIA	LURATE CACCIVIO	OLGIATE COMASCO	Intervallo tra due corse successive [min]
06:30	06:32	06:34	06:37	06:40	06:43	06:46	06:50	06:56	07:01	07:06	30
07:00	07:02	07:04	07:07	07:10	07:13	07:16	07:20	07:26	07:31	07:36	30
07:30	07:32	07:34	07:37	07:40	07:43	07:46	07:50	07:56	08:01	08:06	15
07:45	07:47	07:49	07:52	07:55	07:58	08:01	08:05	08:11	08:16	08:21	15
08:00	08:02	08:04	08:07	08:10	08:13	08:16	08:20	08:26	08:31	08:36	15
08:15	08:17	08:19	08:22	08:25	08:28	08:31	08:35	08:41	08:46	08:51	15
08:30	08:32	08:34	08:37	08:40	08:43	08:46	08:50	08:56	09:01	09:06	20
08:50	08:52	08:54	08:57	09:00	09:03	09:06	09:10	09:16	09:21	09:26	35
09:25	09:27	09:29	09:32	09:35	09:38	09:41	09:45	09:51	09:56	10:01	50
10:15	10:17	10:19	10:22	10:25	10:28	10:31	10:35	10:41	10:46	10:51	
Ogni 60 minuti											
16:15	16:17	16:19	16:22	16:25	16:28	16:31	16:35	16:41	16:46	16:51	45
17:00	17:02	17:04	17:07	17:10	17:13	17:16	17:20	17:26	17:31	17:36	35
17:35	17:37	17:39	17:42	17:45	17:48	17:51	17:55	18:01	18:06	18:11	15
17:50	17:52	17:54	17:57	18:00	18:03	18:06	18:10	18:16	18:21	18:26	15
18:05	18:07	18:09	18:12	18:15	18:18	18:21	18:25	18:31	18:36	18:41	15
18:20	18:22	18:24	18:27	18:30	18:33	18:36	18:40	18:46	18:51	18:56	20
18:40	18:42	18:44	18:47	18:50	18:53	18:56	19:00	19:06	19:11	19:16	35
19:15	19:17	19:19	19:22	19:25	19:28	19:31	19:35	19:41	19:46	19:51	50
20:05	20:07	20:09	20:12	20:15	20:18	20:21	20:25	20:31	20:36	20:41	60
21:05	21:07	21:09	21:12	21:15	21:18	21:21	21:25	21:31	21:36	21:41	60
22:05	22:07	22:09	22:12	22:15	22:18	22:21	22:25	22:31	22:36	22:41	

TABELLA 51 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Olgiate Comasco in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

OLGIATE COMASCO - COMO SAN GIOVANNI											
OLGIATE COMASCO	LURATE CACCIVIO	VILLA GUARDIA	COMO NORD GRANDATE	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:30	06:35	06:39	06:44	06:47	06:50	06:52	06:54	06:57	07:00	07:03	30
07:00	07:05	07:09	07:14	07:17	07:20	07:22	07:24	07:27	07:30	07:33	15
07:15	07:20	07:24	07:29	07:32	07:35	07:37	07:39	07:42	07:45	07:48	15
07:30	07:35	07:39	07:44	07:47	07:50	07:52	07:54	07:57	08:00	08:03	15
07:45	07:50	07:54	07:59	08:02	08:05	08:07	08:09	08:12	08:15	08:18	15
08:00	08:05	08:09	08:14	08:17	08:20	08:22	08:24	08:27	08:30	08:33	15
08:15	08:20	08:24	08:29	08:32	08:35	08:37	08:39	08:42	08:45	08:48	30
08:45	08:50	08:54	08:59	09:02	09:05	09:07	09:09	09:12	09:15	09:18	45
09:30	09:35	09:39	09:44	09:47	09:50	09:52	09:54	09:57	10:00	10:03	
Ogni 60 minuti											
15:30	15:35	15:39	15:44	15:47	15:50	15:52	15:54	15:57	16:00	16:03	45
16:15	16:20	16:24	16:29	16:32	16:35	16:37	16:39	16:42	16:45	16:48	40
16:55	17:00	17:04	17:09	17:12	17:15	17:17	17:19	17:22	17:25	17:28	25
17:20	17:25	17:29	17:34	17:37	17:40	17:42	17:44	17:47	17:50	17:53	15
17:35	17:40	17:44	17:49	17:52	17:55	17:57	17:59	18:02	18:05	18:08	15
17:50	17:55	17:59	18:04	18:07	18:10	18:12	18:14	18:17	18:20	18:23	15
18:05	18:10	18:14	18:19	18:22	18:25	18:27	18:29	18:32	18:35	18:38	20
18:25	18:30	18:34	18:39	18:42	18:45	18:47	18:49	18:52	18:55	18:58	45
19:10	19:15	19:19	19:24	19:27	19:30	19:32	19:34	19:37	19:40	19:43	50
20:00	20:05	20:09	20:14	20:17	20:20	20:22	20:24	20:27	20:30	20:33	60
21:00	21:05	21:09	21:14	21:17	21:20	21:22	21:24	21:27	21:30	21:33	60
22:00	22:05	22:09	22:14	22:17	22:20	22:22	22:24	22:27	22:30	22:33	

TABELLA 52 - Tabella oraria della LINEA 3 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

COMO SAN GIOVANNI – CANTU'												
COMO SAN GIOVANNI	COMO VIA RUBINI	COMO NORD LAGO	COMO NORD BORGHI	COMO VIA VALLEGGIO	AUTOSILO VALMULINI	COMO NORD CAMERLATA	ALBATE - CAMERLATA	ALBATE TRECALLO	SENNA COMASCO	CANTU' FS	CANTU' PIAZZA GARIBALDI	Intervallo tra due corse successive [min]
06:40	06:42	06:45	06:48	06:51	06:53	06:56	06:59	07:03	07:06	07:09	07:13	25
07:05	07:07	07:10	07:13	07:16	07:18	07:21	07:24	07:28	07:31	07:34	07:38	30
07:35	07:37	07:40	07:43	07:46	07:48	07:51	07:54	07:58	08:01	08:04	08:08	15
07:50	07:52	07:55	07:58	08:01	08:03	08:06	08:09	08:13	08:16	08:19	08:23	15
08:05	08:07	08:10	08:13	08:16	08:18	08:21	08:24	08:28	08:31	08:34	08:38	15
08:20	08:22	08:25	08:28	08:31	08:33	08:36	08:39	08:43	08:46	08:49	08:53	15
08:35	08:37	08:40	08:43	08:46	08:48	08:51	08:54	08:58	09:01	09:04	09:08	25
09:00	09:02	09:05	09:08	09:11	09:13	09:16	09:19	09:23	09:26	09:29	09:33	40
09:40	09:42	09:45	09:48	09:51	09:53	09:56	09:59	10:03	10:06	10:09	10:13	55
10:35	10:37	10:40	10:43	10:46	10:48	10:51	10:54	10:58	11:01	11:04	11:08	
Ogni 60 minuti												
15:35	15:37	15:40	15:43	15:46	15:48	15:51	15:54	15:58	16:01	16:04	16:08	55
16:30	16:32	16:35	16:38	16:41	16:43	16:46	16:49	16:53	16:56	16:59	17:03	49
17:19	17:21	17:24	17:27	17:30	17:32	17:35	17:38	17:42	17:45	17:48	17:52	21
17:40	17:42	17:45	17:48	17:51	17:53	17:56	17:59	18:03	18:06	18:09	18:13	15
17:55	17:57	18:00	18:03	18:06	18:08	18:11	18:14	18:18	18:21	18:24	18:28	15
18:10	18:12	18:15	18:18	18:21	18:23	18:26	18:29	18:33	18:36	18:39	18:43	15
18:25	18:27	18:30	18:33	18:36	18:38	18:41	18:44	18:48	18:51	18:54	18:58	25
18:50	18:52	18:55	18:58	19:01	19:03	19:06	19:09	19:13	19:16	19:19	19:23	40
19:30	19:32	19:35	19:38	19:41	19:43	19:46	19:49	19:53	19:56	19:59	20:03	55
20:25	20:27	20:30	20:33	20:36	20:38	20:41	20:44	20:48	20:51	20:54	20:58	60
21:25	21:27	21:30	21:33	21:36	21:38	21:41	21:44	21:48	21:51	21:54	21:58	60
22:25	22:27	22:30	22:33	22:36	22:38	22:41	22:44	22:48	22:51	22:54	22:58	

TABELLA 53 - Tabella oraria della LINEA 4 direzione Cantù in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR

CANTU' - COMO SAN GIOVANNI												
CANTU' PIAZZA GARIBALDI	CANTU' FS	SENNA COMASCO	ALBATE TRECALLO	ALBATE - CAMERLATA	COMO NORD CAMERLATA	AUTOSILO VALMULINI	COMO VIA VALLEGGIO	COMO NORD BORGHI	COMO NORD LAGO	COMO VIA RUBINI	COMO SAN GIOVANNI	Intervallo tra due corse successive [min],n
06:09	06:13	06:16	06:19	06:23	06:26	06:28	06:32	06:35	06:37	06:40	06:43	30
06:39	06:43	06:46	06:49	06:53	06:56	06:58	07:02	07:05	07:07	07:10	07:13	25
07:04	07:08	07:11	07:14	07:18	07:21	07:23	07:27	07:30	07:32	07:35	07:38	15
07:19	07:23	07:26	07:29	07:33	07:36	07:38	07:42	07:45	07:47	07:50	07:53	15
07:34	07:38	07:41	07:44	07:48	07:51	07:53	07:57	08:00	08:02	08:05	08:08	15
07:49	07:53	07:56	07:59	08:03	08:06	08:08	08:12	08:15	08:17	08:20	08:23	15
08:04	08:08	08:11	08:14	08:18	08:21	08:23	08:27	08:30	08:32	08:35	08:38	20
08:24	08:28	08:31	08:34	08:38	08:41	08:43	08:47	08:50	08:52	08:55	08:58	35
08:59	09:03	09:06	09:09	09:13	09:16	09:18	09:22	09:25	09:27	09:30	09:33	50
09:49	09:53	09:56	09:59	10:03	10:06	10:08	10:12	10:15	10:17	10:20	10:23	
Ogni 60 minuti												
14:49	14:53	14:56	14:59	15:03	15:06	15:08	15:12	15:15	15:17	15:20	15:23	50
15:39	15:43	15:46	15:49	15:53	15:56	15:58	16:02	16:05	16:07	16:10	16:13	50
16:29	16:33	16:36	16:39	16:43	16:46	16:48	16:52	16:55	16:57	17:00	17:03	35
17:04	17:08	17:11	17:14	17:18	17:21	17:23	17:27	17:30	17:32	17:35	17:38	20
17:24	17:28	17:31	17:34	17:38	17:41	17:43	17:47	17:50	17:52	17:55	17:58	15
17:39	17:43	17:46	17:49	17:53	17:56	17:58	18:02	18:05	18:07	18:10	18:13	15
17:54	17:58	18:01	18:04	18:08	18:11	18:13	18:17	18:20	18:22	18:25	18:28	15
18:09	18:13	18:16	18:19	18:23	18:26	18:28	18:32	18:35	18:37	18:40	18:43	30
18:39	18:43	18:46	18:49	18:53	18:56	18:58	19:02	19:05	19:07	19:10	19:13	45
19:24	19:28	19:31	19:34	19:38	19:41	19:43	19:47	19:50	19:52	19:55	19:58	55
20:19	20:23	20:26	20:29	20:33	20:36	20:38	20:42	20:45	20:47	20:50	20:53	60
21:19	21:23	21:26	21:29	21:33	21:36	21:38	21:42	21:45	21:47	21:50	21:53	60
22:19	22:23	22:26	22:29	22:33	22:36	22:38	22:42	22:45	22:47	22:50	22:53	

TABELLA 54 - Tabella oraria della LINEA 4 direzione Como San Giovanni in circolazione promiscua con il servizio ferroviario FNM in prossimità della stazione di Como Nord Camerlata, con la costruzione del raccordo DAR