

00	aprile 2019	EMISSIONE			
REV.	DATA	OGGETTO DELLA MODIFICA	DIS.	VER.	APP.

PROPRIETARI:

Autotrasporti Vercesi S.p.A.

Sede Legale: Via Siena 23 - 20060 Pozzuolo Martesana (MI)
 Legale Rappresentante: Vercesi Paola

Libruma Costruzioni S.r.L.

Sede Legale: Viale Papiano 31 - 20123 Milano
 Legale Rappresentante: Calabrese Savino Marco

GGR S.r.L.

Sede Legale: Via Vincenzo Bellini 23 - 20060 Pozzuolo Martesana (MI)
 Procuratore speciale: Ferrario Riccardo

ARPES S.n.c. DI ARRIGONI CARLO E UMBERTO

Sede Legale: 20060 Pozzuolo Martesana (MI)
 Procuratore speciale: Arrigoni Carlo e Arrigoni Umberto

ARRIGONI CARLO

C.F.:RRGCRL47L21G965Z

ARRIGONI UMBERTO

C.F.:RRGMRT55P23G965Z

PROLOGIS ITALY XXXIX S.r.l.

Sede Legale: Via Marina 6 - 20121 Milano (MI)
 CF/P.IVA 10426740964
 pec: prologis.italy.xxxixsrl@legalmail.it
 Legale Rappresentante: Innocenti Sandro

PROGETTO:

COMUNE DI POZZUOLO MARTESANA

PROVINCIA DI MILANO

**VARIANTE AL PIANO ATTUATIVO PER
 REALIZZAZIONE DI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI**

PAV 4 - ex "Tp2" e "COMPARTO 3"
 Approvato con D.C.C. n. 42 del 27/09/2012 e successiva
 D.G.C.n. 69 del 23/5/2013

PROGETTISTI:



Geom. Salvatore Ragona

Iscrizione n. 2785 all'Albo dei Geometri della provincia di Novara

Corso XXIII Marzo 91 - 28100 Novara
 Mobile: +39 348 5256 968
 Phone +39 0321860168
 e-mail pec: salvatore.ragona@geopec.it

XBT srl
 Sede Legale
 C.so XXIII Marzo, 91 - 28100 NOVARA
 P.I. e C.F. 02515520035



Ing. Pettinati Ubezio Roberto
 Iscrizione n. 834/A all'albo di Prov. Novara



TITOLO ELABORATO:

STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

DATA:

03.04.2019

COMM.:

ELABORATO N°:

F

SCALA:



COMUNE DI POZZUOLO MARTESANA

VARIANTE AL PIANO ATTUATIVO PER REALIZZAZIONE DI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

PAV 4 - ex "Tp2" e "COMPARTO 3"
Approvato con D.C.C. n. 42 del 27/09/2012
e successiva D.G.C.n. 69 del 23/5/2013

<p>Elaborato</p> <h2>STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO</h2>	<p>Elaborato</p> <p style="text-align: center;">■</p> <p>Scala</p>
--	--

Progettazione:



PLAN S.R.L.
Ing. STEFANO ROSSI
Via Elio Vittorini n. 15/B
46100 - MANTOVA



XBT S.R.L.
C.so XXIII Marzo n. 91
28100 - NOVARA

revisione	data	descrizione	verificato	approvato	data:
00	04/2019	Prima emissione			APRILE 2019

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3. ANALISI VIABILITÀ ATTUALE	14
3.1 ASSI VIARI	15
3.2 INTERSEZIONI.....	21
3.3 DATI DI TRAFFICO	24
3.3.1 Rilievi automatici.....	24
3.4 RILIEVI MANUALI.....	35
4. INTERVENTO DI PROGETTO.....	36
5. FLUSSI INDOTTI E FUTURI.....	37
6. VERIFICHE ANALITICHE	41
6.1 DEFINIZIONI	41
6.2 LIVELLI DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI	43
6.2.1 I modelli per la verifica di capacità delle intersezioni a rotatoria	45
6.2.2 Livelli di servizio secondo HCM per le rotatorie	47
7. VERIFICHE ANALITICHE	48
7.1 VERIFICA ASSI STRADALI	48
7.2 VERIFICA INTERSEZIONE A ROTATORIA	49
8. VERIFICHE CON MODELLO DI MICROSIMULAZIONE.....	53
8.1 CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI MICROSIMULAZIONE DINAMICA	53
8.2 PARAMETRI DI VALUTAZIONE	55
8.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE	57

8.2	RISULTATI DELLE ANALISI E LIVELLI DI SERVIZIO (LOS)	60
8.2.1	<i>Stato di fatto</i>	60
8.2.2	<i>Scenario futuro</i>	61
A.	ELABORATI GRAFICI	62
B.	RILIEVI DI TRAFFICO	63

1. PREMESSA

Il presente documento ha per oggetto l'analisi di impatto viabilistico di una "Variante al Piano Attuativo per la realizzazione di insediamenti produttivi PAV 4 - ex "Tp2" e "COMPARTO 3" Approvato con D.C.C. n. 42 del 27/09/2012 e successiva D.G.C.n. 69 del 23/05/2015" nel comune di Pozzuolo Martesana in Provincia di Milano.

L'area in oggetto si localizza in un territorio di recente evoluzione dal punto di vista infrastrutturale (TEEM e BREBEMI).

Sull'area in esame, di circa 47.800 m² di superficie lorda pavimentata massima ammessa, si prevede di realizzare un lotto con destinazione d'uso di tipo logistico.

L'analisi qui proposta verificherà la sostenibilità della creazione dei nuovi insediamenti attraverso:

1. la caratterizzazione della viabilità e dei flussi di traffico allo stato attuale nell'ambito di analisi
2. la stima dei flussi indotti legati alla attuazione dell'intervento
3. la verifica di congruità e sostenibilità dell'intervento in riferimento ai livelli di servizio attesi.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di studio è localizzata nel comune di Pozzuolo Martesana, situato nella parte est della provincia di Milano al confine con la provincia di Bergamo. Si tratta di un antico borgo compreso nella Pieve di Gorgonzola e facente parte della città metropolitana di Milano. Il contesto territoriale in cui sarà situato l'insediamento è caratterizzato da importanti assi stradali ad alta capacità, quali la A1, la A4 e le più recenti A58 (TEEM) e A35 (BREBEMI).



Figura 1 – Localizzazione Pozzuolo Martesana



Figura 2 – Posizione del comune nella città metropolitana

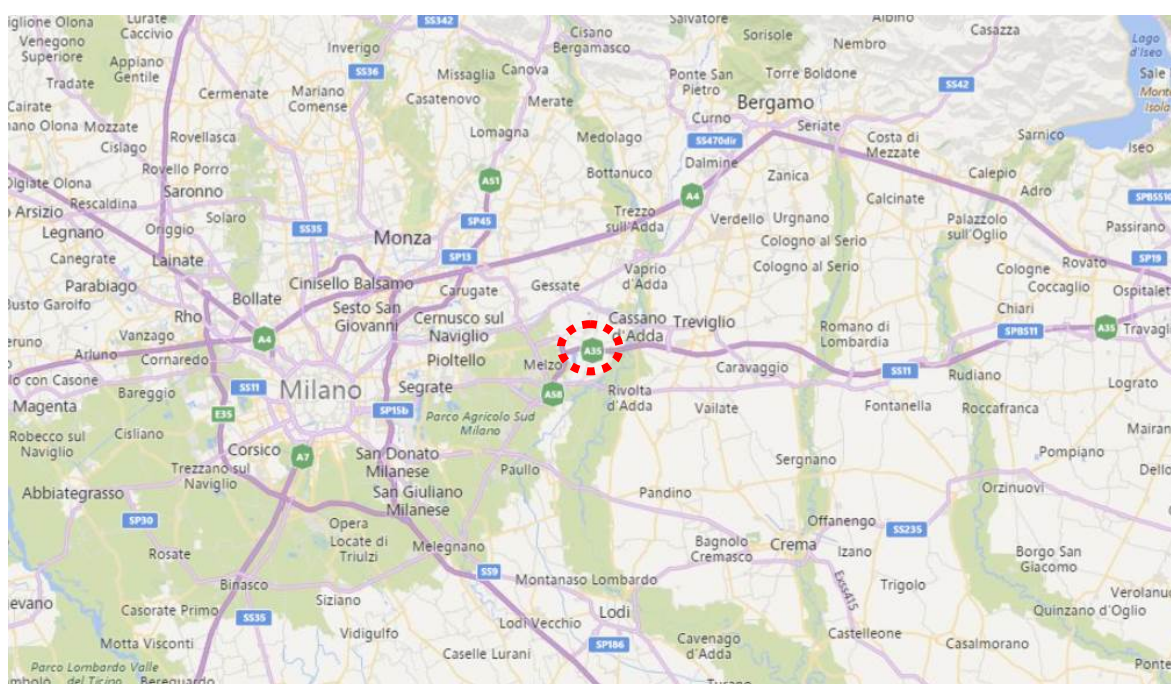


Figura 3 – Inquadramento dell'area in esame

L'area in cui si localizza il lotto in esame si presenta per buona parte agricola, con conformazione sostanzialmente pianeggiante. Oltre a zone agricole di rilevante interesse ambientale il territorio è caratterizzato da aree urbanizzate composte da centri abitati di piccole e medie dimensioni e zone industriali di recente insediamento. Il territorio è in forte trasformazione, in seguito al decentramento dell'abitato e alla diffusione insediativa delle attività, soprattutto nel settore del commercio e della logistica, oltre alla recente messa in esercizio delle arterie autostradali A58 (TEEM) e A35 (BREBEMI).

Più nel dettaglio l'area in esame si localizza in prossimità del confine comunale di Pozzuolo Martesana con i comuni di Inzago e Trecella in fregio alla SP 103 dir e alla SP 180.

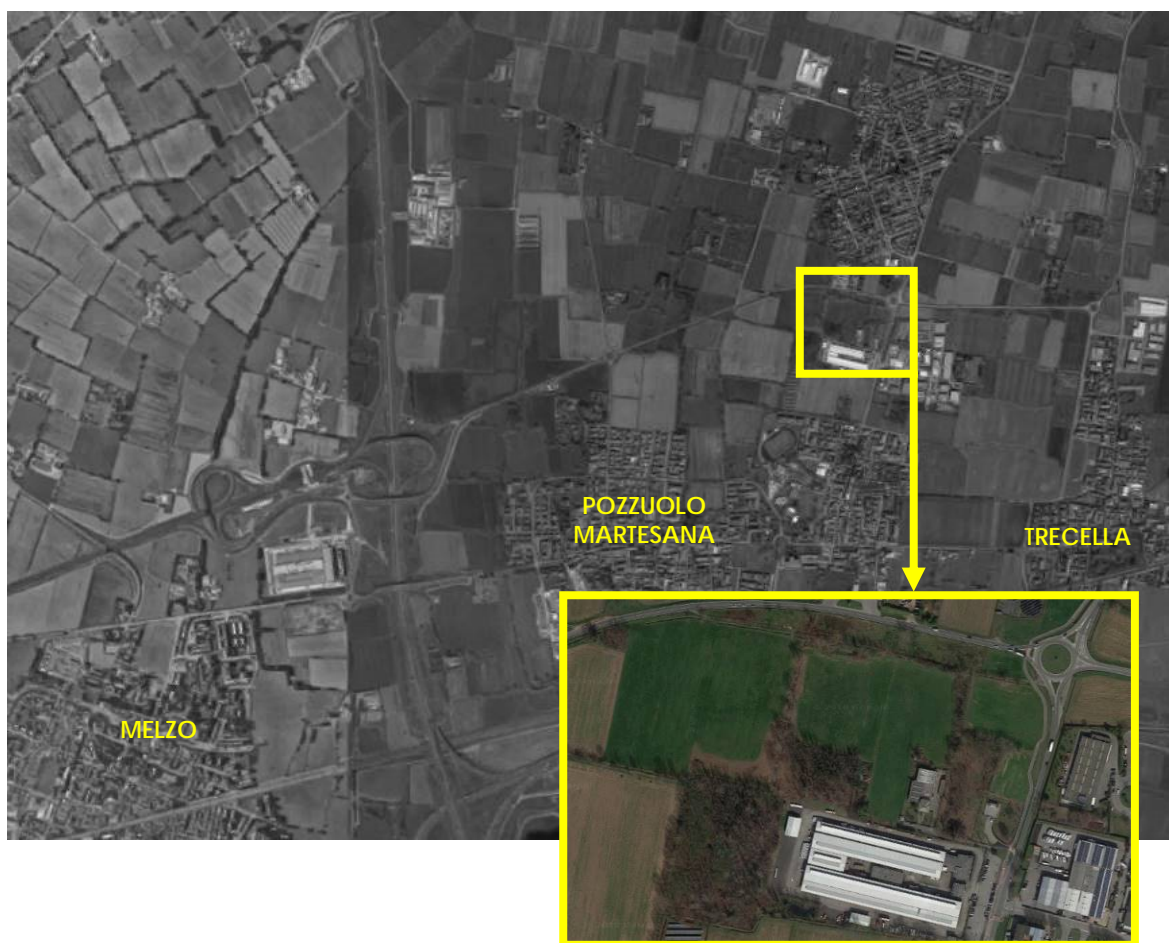


Figura 4 – Localizzazione intervento

Allo stato attuale la rete primaria è rappresentata dagli assi autostradali A4 "Serenissima" ed A1 "Autostrada del Sole", dalla A58, A50 e dalla A35, mentre la rete principale caratterizzante la zona è costituita da strade regionali e provinciali di collegamento.

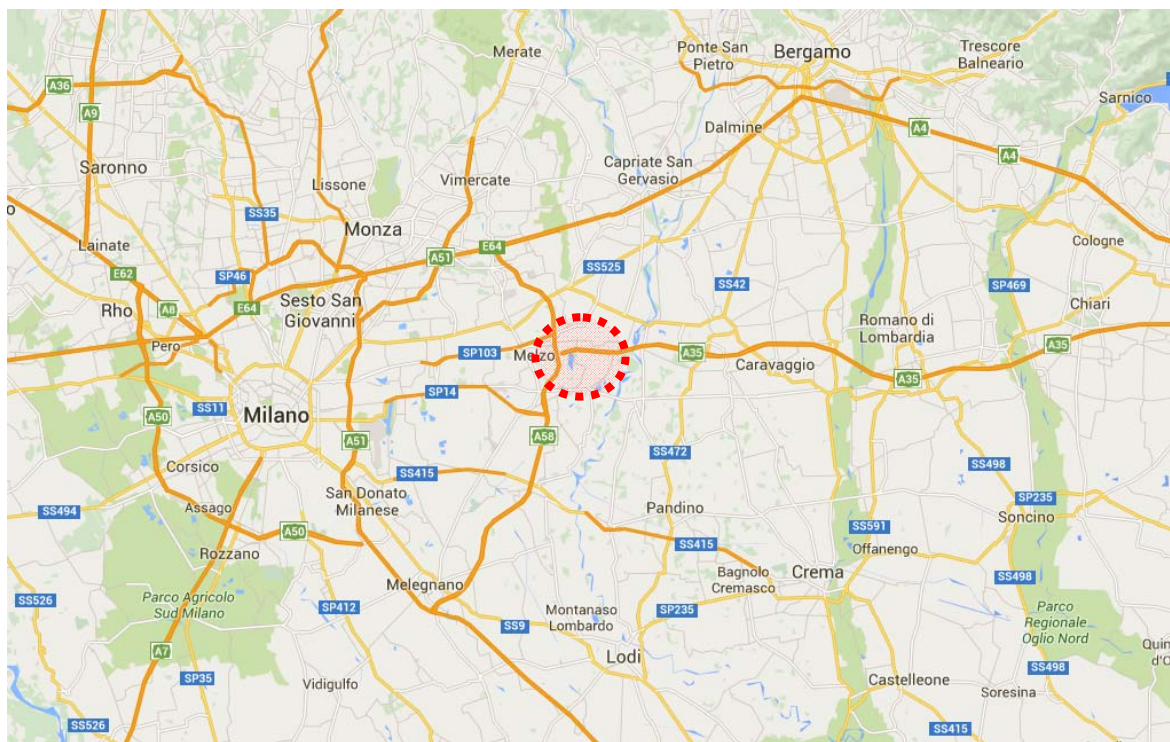


Figura 5 – Quadro infrastrutturale

La rete primaria è di seguito descritta:

1. **Autostrada A1** "Autostrada del Sole", è la più lunga tra quelle attualmente in esercizio. Asse meridiano principale della rete autostradale italiana, collega Milano a Napoli passando per Bologna, Firenze e Roma, per una lunghezza complessiva di circa 760 km. Oggi l'A1 ha inizio nella zona Sud-Est di Milano come prosecuzione della tangenziale Est di Milano.



Figura 6 – Tracciato della A1 e particolare A1 Milano-Bologna

2. **Autostrada A4** "Serenissima". L'A4 costituisce il principale asse di collegamento del nord Italia, attraversando da Ovest ad Est l'intera pianura padana. La sede stradale è costituita principalmente da tre corsie per senso di marcia ed una corsia d'emergenza. Presenta numerose connessioni con le altre arterie autostradali. Attualmente risulta una delle strade più trafficate d'Italia, rivestendo inoltre un ruolo fondamentale anche per i collegamenti a livello europeo.



Figura 7 – Tracciato della A4 e particolare A4

3. **Autostrada A51** o "Tangenziale Est di Milano", è un raccordo autostradale italiano tangente la città di Milano da Sud-Est a Nord-Est, Insieme alla A50 (tangenziale Ovest Milano) e alla A52 (tangenziale Nord Milano), compone il più esteso sistema Italiano di tangenziali intorno ad una città, per una lunghezza complessiva di 74 km.



Figura 8 – Tracciato della A51 e particolare A51

4. **Autostrada A35** nota come “Bre.Be.Mi.”, è un tracciato autostradale di recente realizzazione, collega in modo diretto le città di Milano e Brescia con un percorso posizionato più a sud rispetto al tracciato dell’autostrada A4. Realizzata allo scopo di decongestionare la A4 attirando gran parte del traffico di lunga percorrenza, sia per il traffico di breve – media percorrenza (soprattutto pesante) che congestionava la viabilità locale. L’autostrada confluisce poi nella tangenziale Est Esterna di Milano (A58) nel territorio compreso tra Melzo e Pozzuolo Martesana. Per raggiungere Milano, dalla TEEM si potrà procedere lungo due strade provinciali esistenti riqualificate in superstrade: la strada provinciale SP 14 Rivoltana a sud (nel tratto Liscate-viale Forlanini) e la strada provinciale SP 103 Cassanese a nord (nel tratto Melzo-tangenziale Est A51, via Rombon). Il collegamento tra la A58 e il tratto riqualificato della SP 14 Rivoltana è assicurato dal tratto di strada extraurbana principale Variante di Liscate, che si sviluppa per 4 km dal comune di Comazzo e quello di Liscate, dove è situata la seconda barriera di pedaggio.



Figura 9 – Tracciato della A35 e particolare A35

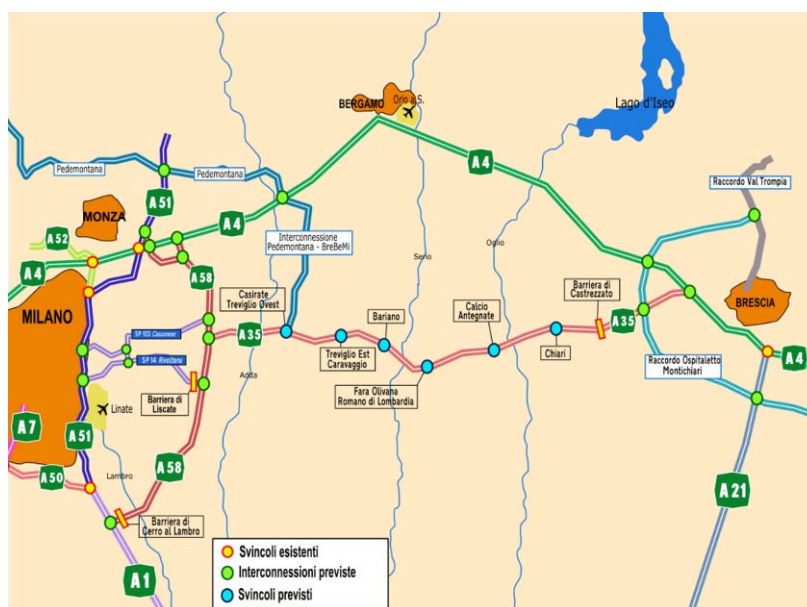


Figura 10 – Particolare mappa BreBeMi e TEEM

5. **Autostrada A58** “Tangenziale Est Esterna di Milano” (o TEEM) è la seconda tangenziale est di Milano dopo la A51. La A58 connette, sul versante est di Milano, la A4 con la A1 passando per la A35, distribuendo il traffico di lunga percorrenza e separandolo da quello diretto verso l’area milanese. In tal modo, oltre ad alleggerire i flussi di traffico sull’attuale tangenziale est di Milano, si propone come un’alternativa per il traffico di attraversamento in direzione nord-sud,

che ad oggi insiste completamente sulla viabilità locale dell'est milanese. La TEEM si sviluppa da Agrate (interconnessione con la A4) a Cerro al Lambro (interconnessione con la A1), scorrendo all'esterno della tangenziale est A51 (ecco perché si chiama "Est Esterna") in direzione nord-sud. Insieme con la A50 (tangenziale Ovest di Milano), la A51 (Tangenziale Est di Milano) e la A52 (tangenziale Nord di Milano), la A58 compone il più esteso sistema italiano di tangenziali intorno ad una città, per una lunghezza complessiva di 106 km. Aggiungendo alle quattro tangenziali i tratti urbani di A1 ed A4, che corre parallelo alla Tangenziale Nord collegando A50, A51 e A58, si ottiene un sistema di autostrade urbane che circonda totalmente la città.



Figura 11 – Tracciato della A58 e particolare A58

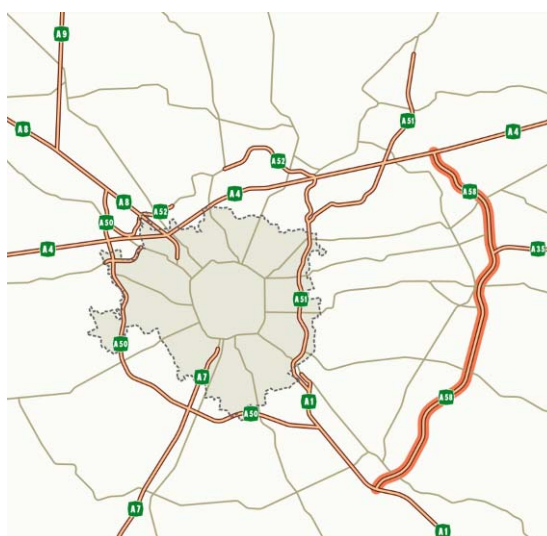


Figura 12 – Particolare percorso TEEM

La rete viaria principale, invece, è costituita dalle strade di seguito descritte e illustrate:

1. strada provinciale **ex SS 11** "Padana superiore", in Lombardia, prima dell'arrivo delle autostrade era l'arteria principale del nord Italia. La strada nasce a Torino e attraversa da Ovest ad Est la parte settentrionale della Pianura Padana. A seguito del D.L. 112 del 1998, dal 2001 la gestione è passata dall'Anas alle Regioni Piemonte, Lombardia e Veneto. La Lombardia ha classificato la strada come provinciale (SP ex SS11), e pertanto ogni singola provincia interessata dall'ex SS11 ha provveduto a cambiarne la classificazione e la numerazione secondo le proprie disposizioni in materia.



Figura 13 – ex SS11

2. strada provinciale **SP 13**, costituisce parte dell'importante itinerario Monza-Melzo, percorrendo da Nord a Sud l'area ad Est del territorio milanese. Il suo percorso si snoda da Pessano con Bornago fino a connettersi alla SP 14 con una intersezione a rotatoria.



Figura 14 – Strada provinciale SP13

3. strada provinciale **SP 103** "Cassanese", percorso di uscita dalla tangenziale est di Milano (Lambrate) verso la Provincia di Bergamo, funge da importante collegamento Est-Ovest. Si connette quindi alla SP 180 con una rotatoria.



Figura 15 – Strade provinciali 103

Di seguito si riporta una rappresentazione della maglia stradale principale analizzata:

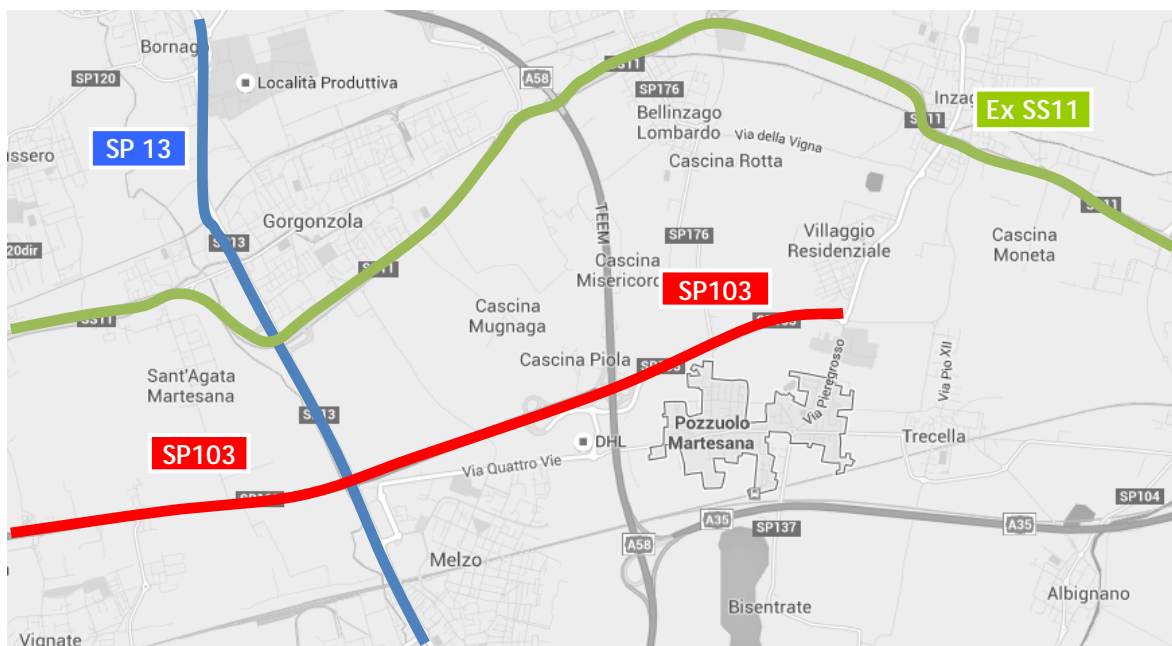


Figura 16 – Rete principale nell'area di interesse

3. ANALISI VIABILITÀ ATTUALE

Lo studio trasportistico in oggetto si presenta come una serie di attività che prevedono:

1. schematizzazione della rete stradale, al fine di descrivere nel modo più completo possibile i flussi di traffico nell'intera area di studio;
2. analisi delle principali intersezioni nell'intorno dell'area in oggetto;
3. determinazione dei flussi di traffico veicolari allo stato di fatto.

La ricostruzione dello stato di fatto è il punto di partenza dell'intero studio, ed è finalizzato a conseguire una descrizione verosimile della dinamica dei flussi e degli spostamenti che caratterizzano la zona. Nel contesto territoriale in esame tale analisi riveste maggiore importanza visti gli sviluppi viabilistici previsti. Nell'immagine che segue vengono localizzate le sezioni degli assi stradali descritti e le principali intersezioni:

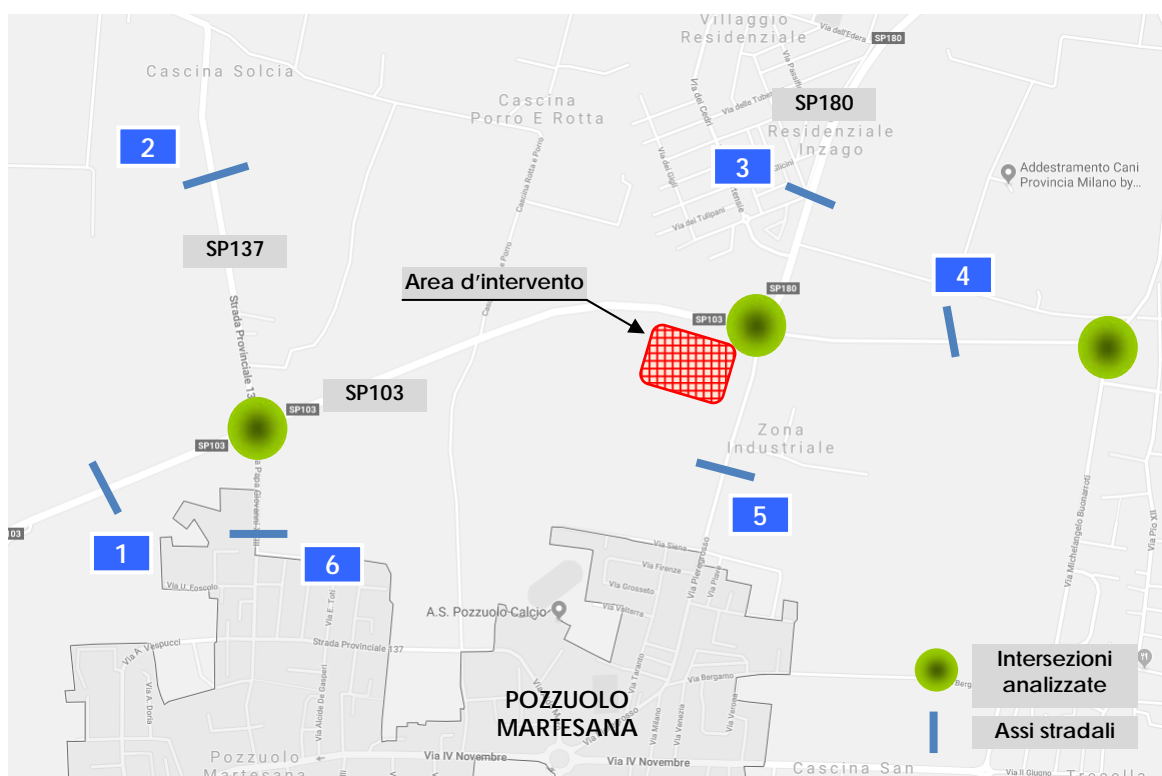
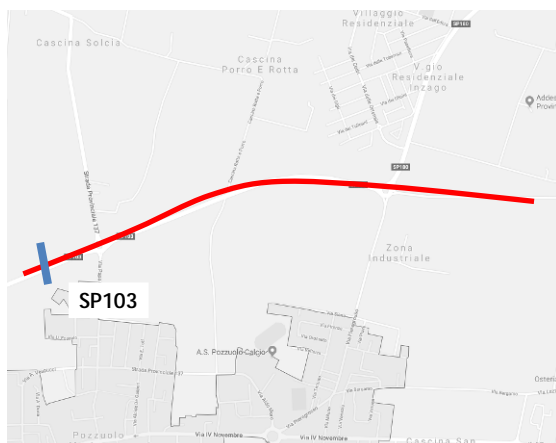


Figura 17 – Assi stradali ed intersezioni analizzate

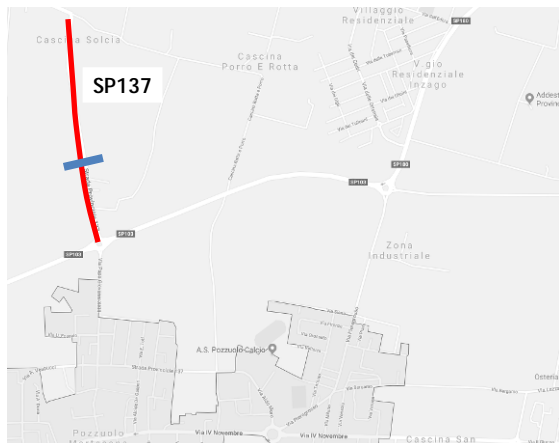
3.1 ASSI VIARI

1 – SP103 direzione Milano



Tipo di strada	Provinciale
Funzione attuale	Collegamento
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	no
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no

2 – SP137 direzione Bellinzago



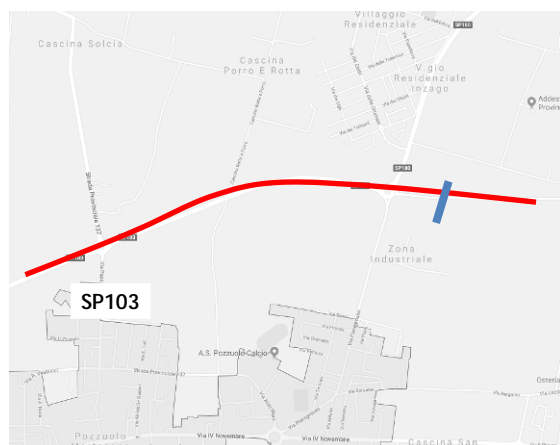
Tipo di strada	Provinciale
Funzione attuale	Collegamento
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	no
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no

3 – SP180 direzione Inzago



Tipo di strada	Provinciale
Funzione attuale	Collegamento
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	no
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no

4 – SP103 direzione Cassano d'Adda



Tipo di strada	Provinciale
Funzione attuale	Collegamento
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	no
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no

5 – via Pieregrosso direzione Pozzuolo Martesana



Tipo di strada	Locale
Funzione attuale	Collegamento
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	sì
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no

6 – via Papa Giovanni XXIII direzione Pozzuolo Martesana



Tipo di strada	Locale
Funzione attuale	Collegamento
Senso di circolazione	Doppio senso
Marciapiedi	no
Illuminazione	sì
Pista ciclabile	no
Presenza di sosta a margine	no

3.2 INTERSEZIONI

Le principali intersezioni afferenti all'area in esame sono gestite da rotonde.

Nel tratto della SP103 tra la TEEM e la SP 180 sono localizzate due rotonde di circa 40 m di diametro, realizzate in modo da rendere il traffico il più fluido possibile. Le corsie in ingresso ed in uscita risultano adeguatamente dimensionate, tali da soddisfare il traffico transitante lungo i rami di accesso alla rotonda stessa. La prima rotonda è in corrispondenza dell'intersezione tra la SP 103, la SP 176 e via Papa Giovanni XXIII.



Figura 18 – Intersezione tra la SP103 e via Papa Giovanni XXIII



Figura 19 – Intersezione tra la SP103 e via Papa Giovanni XXIII – vista dall'alto

La seconda rotatoria è in corrispondenza della strada provinciale 108. Il ramo in ingresso alla rotatoria proveniente da est in direzione Inzago è caratterizzato da una corsia svincolata per la svolta a destra.



Figura 20 – Intersezione tra la SP103 e la SP108



Figura 21 – Intersezione tra la SP103 e la SP108 – vista dall'alto

Proseguendo lungo la SP 103 in direzione Cassano d'Adda è presente un'altra intersezione a rotatoria con via Michelangelo Buonarroti. Si tratta di una rotatoria a tre rami aventi una corsia in ingresso ed una in uscita.



Figura 22 – Intersezione tra la SP103 e via Michelangelo Buonarroti



Figura 23 – Intersezione tra la SP103 e via Michelangelo Buonarroti – vista dall'alto

3.3 DATI DI TRAFFICO

La completa analisi della viabilità limitrofa al lotto interessato dall'intervento non ha potuto prescindere da un opportuno rilievo del traffico in corrispondenza del punto vendita.

Per definire in modo attendibile il livello di servizio della viabilità allo stato attuale sono state effettuate delle indagini attraverso:

- rilevazioni automatiche continuative sulle 24 ore, eseguite mediante apparecchi conta-traffico elettronici posizionati sulla viabilità principale, al fine di fornire l'entità del flusso giornaliero medio e individuare l'ora di punta serale, ai fini della presente analisi;
- rilevazioni manuali, basate sull'acquisizione diretta eseguita da un operatore umano, il quale non solo ha la capacità di rilevare il veicolo e riconoscerne il tipo, ma anche quella di valutare le manovre dei veicoli ed il comportamento del guidatore.

3.3.1 Rilievi automatici

Sono state effettuate 6 rilevazioni automatiche monodirezionali sulla SP 103 sulla SP 180, nelle 24 ore consecutive. I dati vengono riportati, esplicitati in intervalli di 60 minuti in allegato alla presente relazione.

Si riporta l'identificazione delle postazioni:

- POSTAZIONE 1 - SP 103 dir km 2+400 dir. Cassano;
- POSTAZIONE 2 - SP 103 dir km 2+400 dir. Milano;
- POSTAZIONE 3 - SP 180 km 1+300 dir. Pozzuolo;
- POSTAZIONE 4 - SP 180 km 1+300 dir. Inzago;
- POSTAZIONE 5 - SP 103 dir km 3+000 dir. Milano;
- POSTAZIONE 6 - SP 103 dir km 3+000 dir. Cassano;
- POSTAZIONE 7 - via Pieregrosso dir. Inzago;
- POSTAZIONE 8 - via Pieregrosso dir. Pozzuolo

L'apparecchiatura conta-traffico installata, è stata posizionata esternamente alla sede stradale, su pali della segnaletica verticale, senza arrecare disturbo al normale deflusso veicolare.

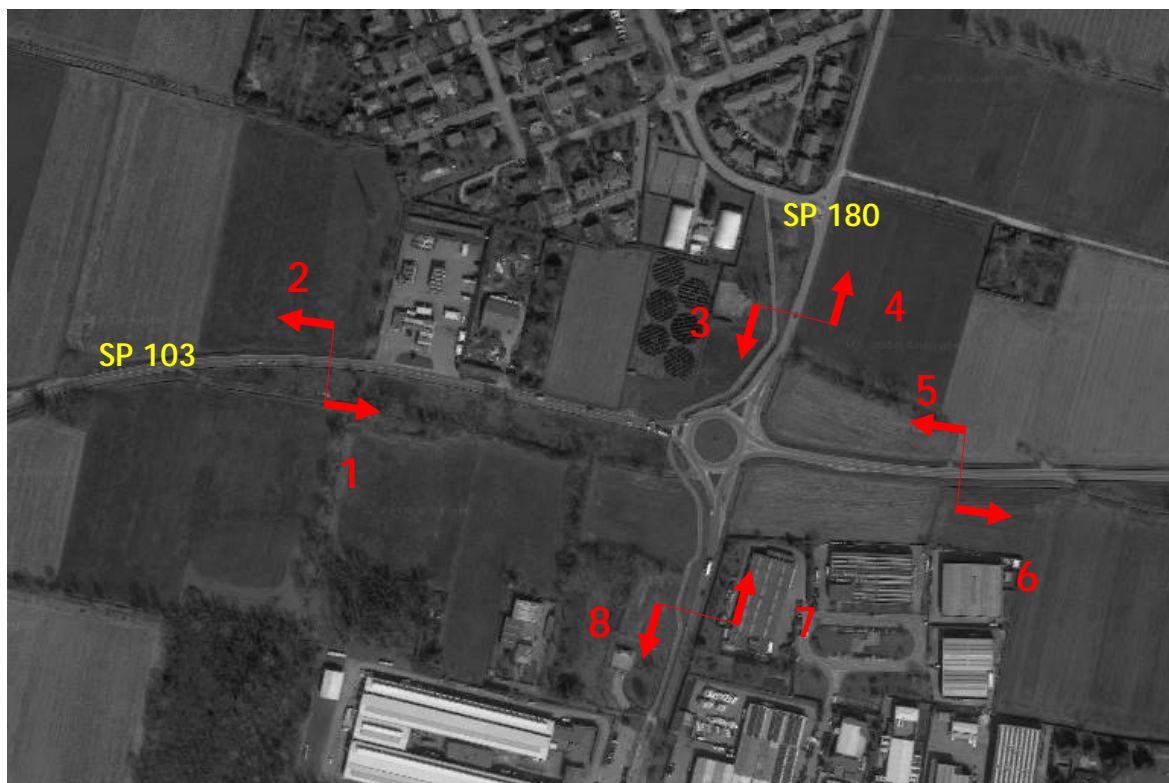


Figura 24 - Localizzazione postazione di rilievo





Figura 25 – Apparecchiatura VIACOUNT II conta-traffico lungo la rete stradale

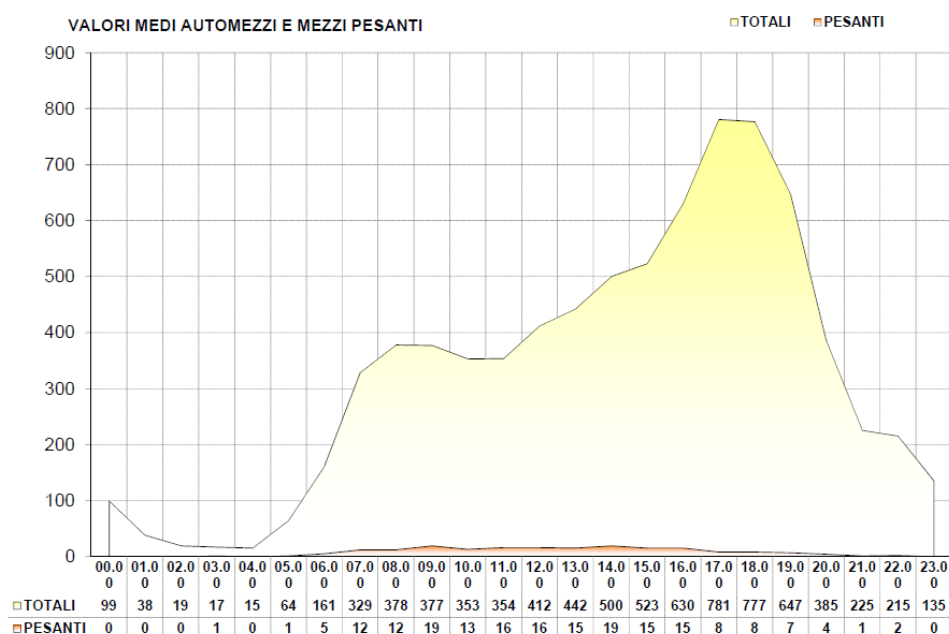
Di seguito si riportano i risultati della rilevazione automatica, suddivisi per classe di veicoli e in termini di veicoli equivalenti.

I coefficienti di omogeneizzazione utilizzati sono stati:

$c = 1.0 \rightarrow$ per i veicoli leggeri;

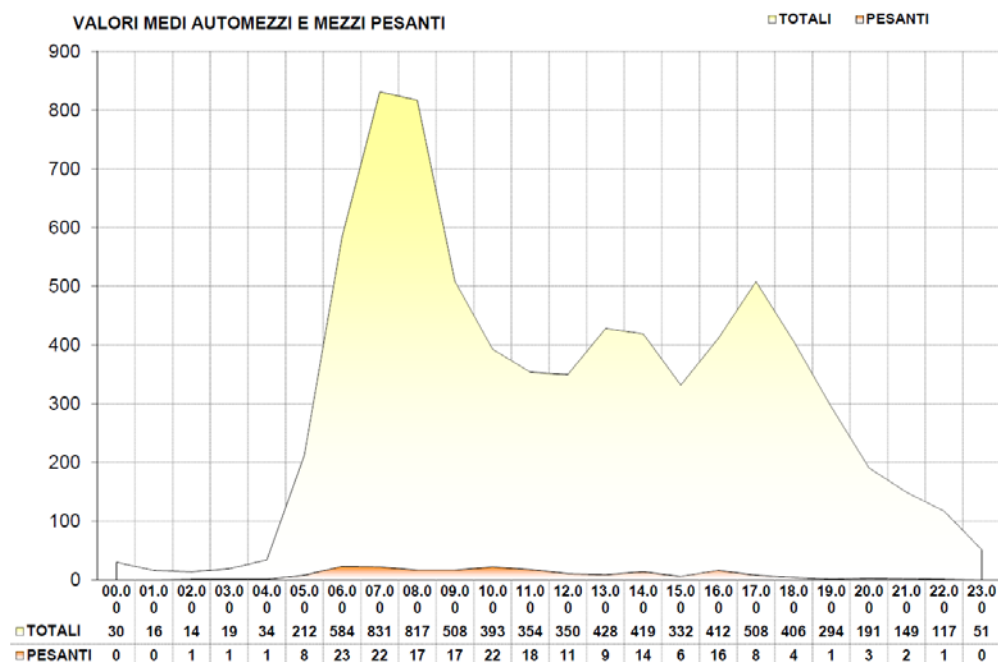
$c = 2.0 \rightarrow$ per i veicoli commerciali pesanti.

POSTAZIONE 1 - SP 103 dir km 2+400 dir. Cassano d'Adda



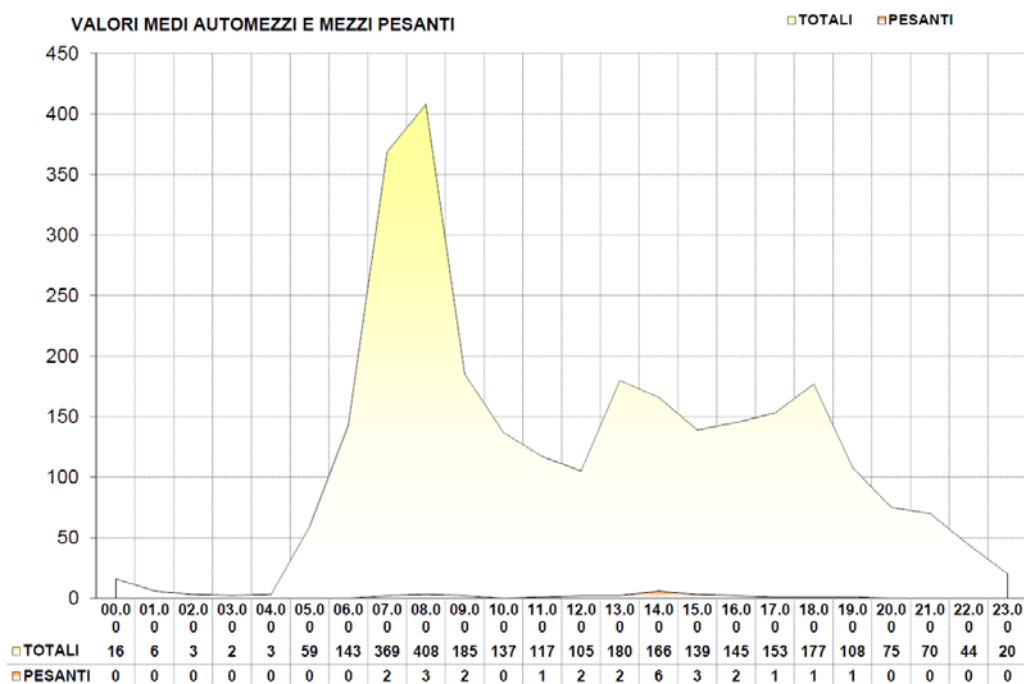
	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	99	0	99	33	99	0	99	99
01.00	38	0	38	13	38	0	38	38
02.00	19	0	19	6	19	0	19	19
03.00	16	1	17	6	16	1	17	18
04.00	15	0	15	5	15	0	15	15
05.00	63	1	64	22	63	1	64	65
06.00	156	5	161	55	156	5	161	166
07.00	317	12	329	114	317	12	329	341
08.00	366	12	378	130	366	12	378	390
09.00	358	19	377	132	358	19	377	396
10.00	340	13	353	122	340	13	353	366
11.00	338	16	354	123	338	16	354	370
12.00	396	16	412	143	396	16	412	428
13.00	427	15	442	152	427	15	442	457
14.00	481	19	500	173	481	19	500	519
15.00	508	15	523	179	508	15	523	538
16.00	615	15	630	215	615	15	630	645
17.00	773	8	781	263	773	8	781	789
18.00	769	8	777	262	769	8	777	785
19.00	640	7	647	218	640	7	647	654
20.00	381	4	385	130	381	4	385	389
21.00	224	1	225	75	224	1	225	226
22.00	213	2	215	72	213	2	215	217
23.00	135	0	135	45	135	0	135	135
08-20	6.011	163	6.174	2.112	6.011	163	6.174	6.337
00 - 24	7.687	189	7.876	2.688	7.687	189	7.876	8.065

POSTAZIONE 2 - SP 103 dir km 2+400 dir. Milano



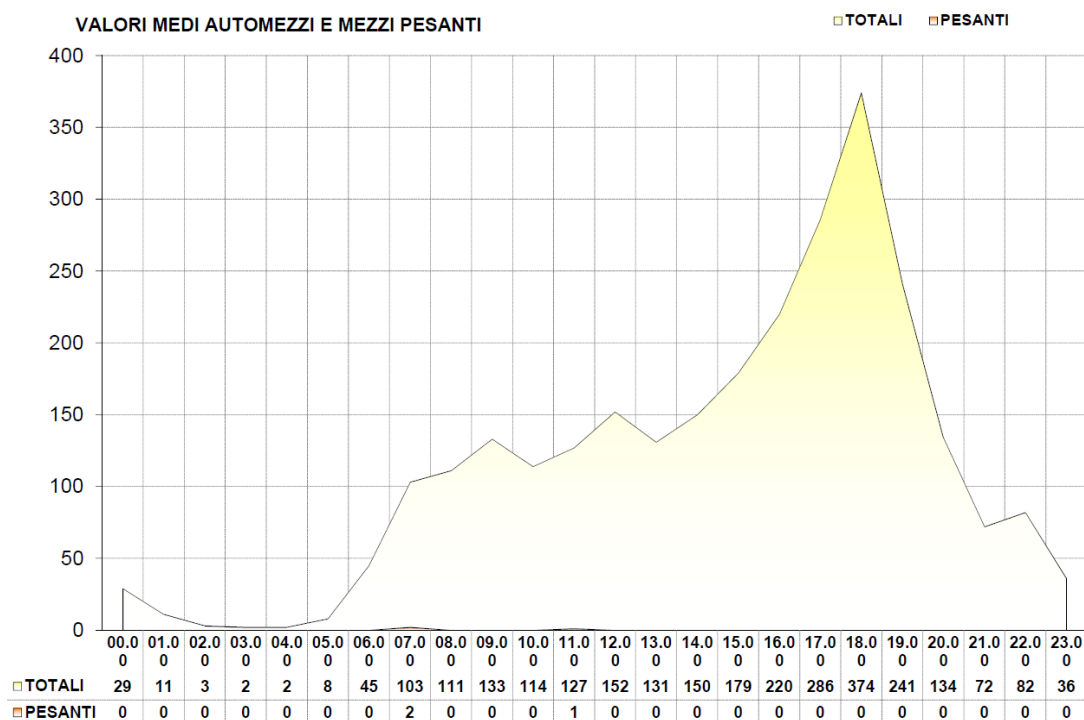
	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	30	0	30	10	30	0	30	30
01.00	16	0	16	5	16	0	16	16
02.00	13	1	14	5	13	1	14	15
03.00	18	1	19	7	18	1	19	20
04.00	33	1	34	12	33	1	34	35
05.00	204	8	212	73	204	8	212	220
06.00	561	23	584	202	561	23	584	607
07.00	809	22	831	284	809	22	831	853
08.00	800	17	817	278	800	17	817	834
09.00	491	17	508	175	491	17	508	525
10.00	371	22	393	138	371	22	393	415
11.00	336	18	354	124	336	18	354	372
12.00	339	11	350	120	339	11	350	361
13.00	419	9	428	146	419	9	428	437
14.00	405	14	419	144	405	14	419	433
15.00	326	6	332	113	326	6	332	338
16.00	396	16	412	143	396	16	412	428
17.00	500	8	508	172	500	8	508	516
18.00	402	4	406	137	402	4	406	410
19.00	293	1	294	98	293	1	294	295
20.00	188	3	191	65	188	3	191	194
21.00	147	2	149	50	147	2	149	151
22.00	116	1	117	39	116	1	117	118
23.00	51	0	51	17	51	0	51	51
08-20	5 078	143	5 221	1 788	5 078	143	5 221	5 364
00 - 24	7 264	205	7 469	2 558	7 264	205	7 469	7 674

POSTAZIONE 3 - SP 180 km 1+300 dir. Pozzuolo Martesana



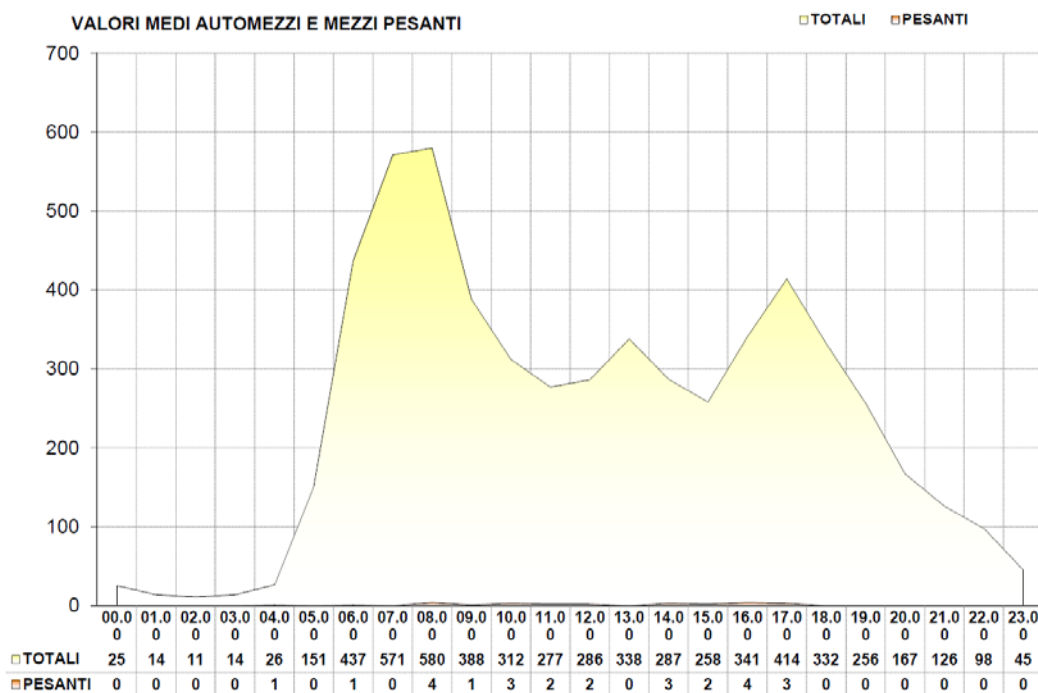
	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	16	0	16	5	16	0	16	16
01.00	6	0	6	2	6	0	6	6
02.00	3	0	3	1	3	0	3	3
03.00	2	0	2	1	2	0	2	2
04.00	3	0	3	1	3	0	3	3
05.00	59	0	59	20	59	0	59	59
06.00	143	0	143	48	143	0	143	143
07.00	367	2	369	124	367	2	369	371
08.00	405	3	408	137	405	3	408	411
09.00	183	2	185	62	183	2	185	187
10.00	137	0	137	46	137	0	137	137
11.00	116	1	117	39	116	1	117	118
12.00	103	2	105	36	103	2	105	107
13.00	178	2	180	61	178	2	180	182
14.00	160	6	166	57	160	6	166	172
15.00	136	3	139	47	136	3	139	142
16.00	143	2	145	49	143	2	145	147
17.00	152	1	153	51	152	1	153	154
18.00	176	1	177	59	176	1	177	178
19.00	107	1	108	36	107	1	108	109
20.00	75	0	75	25	75	0	75	75
21.00	70	0	70	23	70	0	70	70
22.00	44	0	44	15	44	0	44	44
23.00	20	0	20	7	20	0	20	20
08-20	1 996	24	2 020	681	1 996	24	2 020	2 044
00 - 24	2 804	26	2 830	952	2 804	26	2 830	2 856

POSTAZIONE 4 - SP 180 km 1+300 dir. Inzago



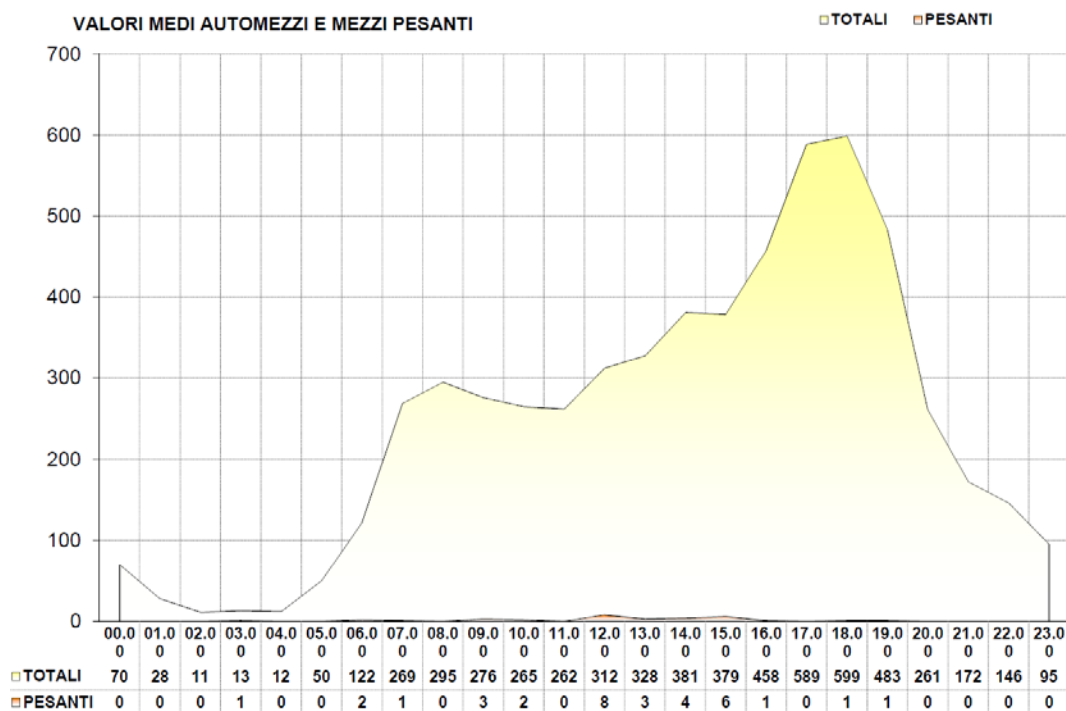
	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	29	0	29	10	29	0	29	29
01.00	11	0	11	4	11	0	11	11
02.00	3	0	3	1	3	0	3	3
03.00	2	0	2	1	2	0	2	2
04.00	2	0	2	1	2	0	2	2
05.00	8	0	8	3	8	0	8	8
06.00	45	0	45	15	45	0	45	45
07.00	101	2	103	35	101	2	103	105
08.00	111	0	111	37	111	0	111	111
09.00	133	0	133	44	133	0	133	133
10.00	114	0	114	38	114	0	114	114
11.00	126	1	127	43	126	1	127	128
12.00	152	0	152	51	152	0	152	152
13.00	131	0	131	44	131	0	131	131
14.00	150	0	150	50	150	0	150	150
15.00	179	0	179	60	179	0	179	179
16.00	220	0	220	73	220	0	220	220
17.00	286	0	286	95	286	0	286	286
18.00	374	0	374	125	374	0	374	374
19.00	241	0	241	80	241	0	241	241
20.00	134	0	134	45	134	0	134	134
21.00	72	0	72	24	72	0	72	72
22.00	82	0	82	27	82	0	82	82
23.00	36	0	36	12	36	0	36	36
08-20	2 217	1	2 218	740	2 217	1	2 218	2 219
00 - 24	2 742	3	2 745	916	2 742	3	2 745	2 748

POSTAZIONE 5 - SP 103 dir km 3+000 dir. Milano



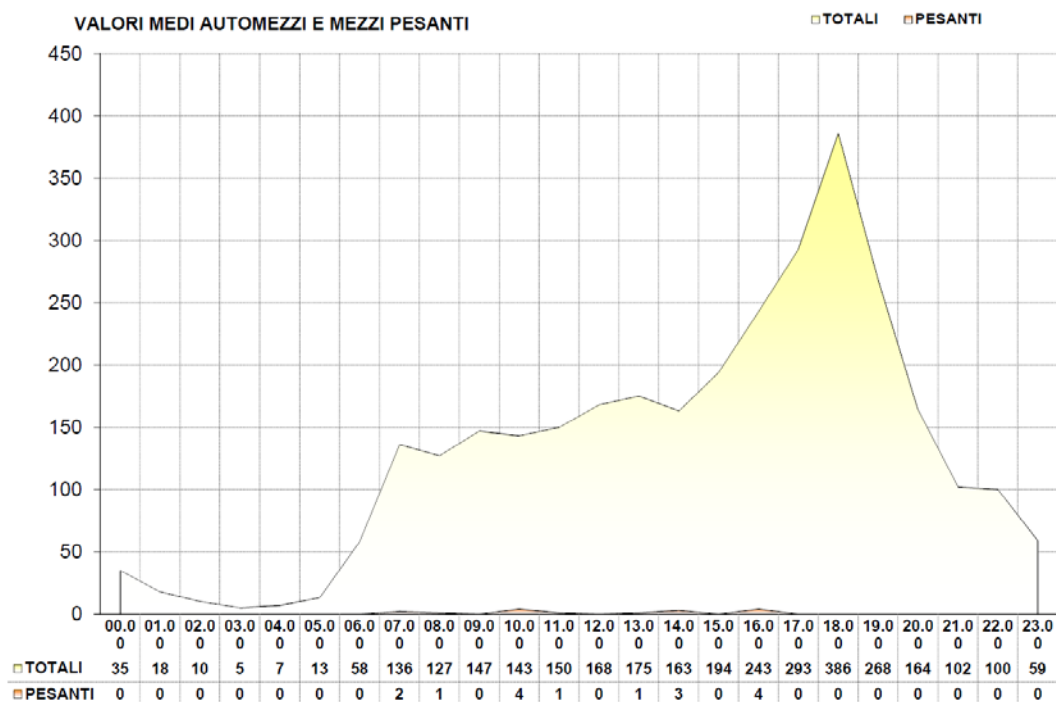
	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	25	0	25	8	25	0	25	25
01.00	14	0	14	5	14	0	14	14
02.00	11	0	11	4	11	0	11	11
03.00	14	0	14	5	14	0	14	14
04.00	25	1	26	9	25	1	26	27
05.00	151	0	151	50	151	0	151	151
06.00	436	1	437	146	436	1	437	438
07.00	571	0	571	190	571	0	571	571
08.00	576	4	580	195	576	4	580	584
09.00	387	1	388	130	387	1	388	389
10.00	309	3	312	105	309	3	312	315
11.00	275	2	277	93	275	2	277	279
12.00	284	2	286	96	284	2	286	288
13.00	338	0	338	113	338	0	338	338
14.00	284	3	287	97	284	3	287	290
15.00	256	2	258	87	256	2	258	260
16.00	337	4	341	115	337	4	341	345
17.00	411	3	414	139	411	3	414	417
18.00	332	0	332	111	332	0	332	332
19.00	256	0	256	85	256	0	256	256
20.00	167	0	167	56	167	0	167	167
21.00	126	0	126	42	126	0	126	126
22.00	98	0	98	33	98	0	98	98
23.00	45	0	45	15	45	0	45	45
08-20	4.045	24	4.069	1.364	4.045	24	4.069	4.093
00 - 24	5.728	26	5.754	1.927	5.728	26	5.754	5.780

POSTAZIONE 6 - SP 103 dir km 3+000 dir. Cassano d'Adda



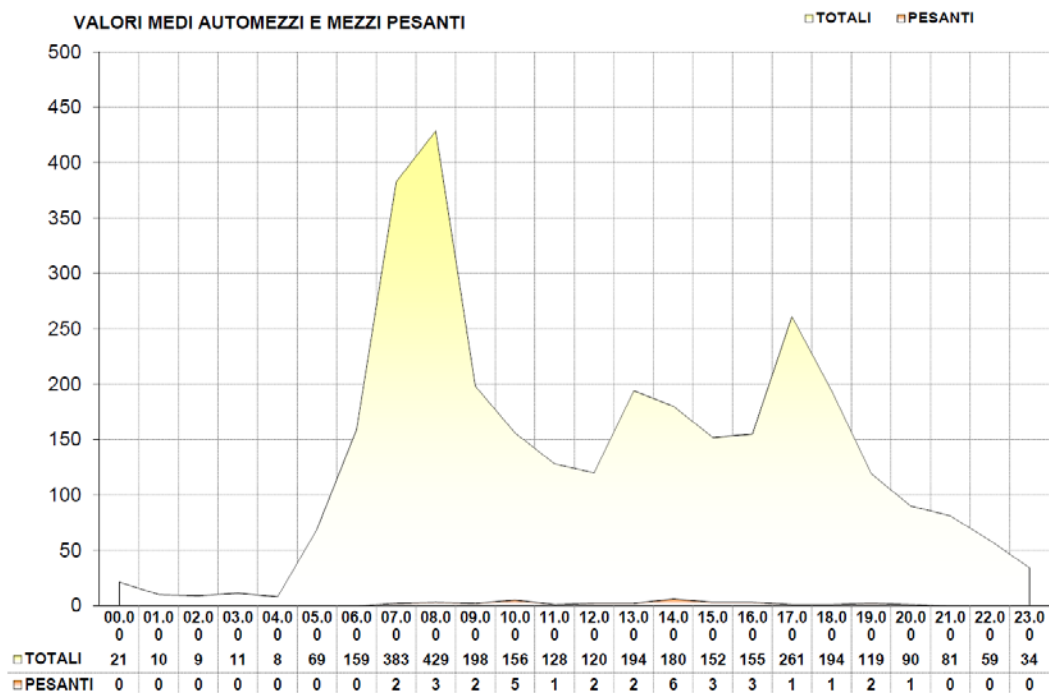
	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	70	0	70	23	70	0	70	70
01.00	28	0	28	9	28	0	28	28
02.00	11	0	11	4	11	0	11	11
03.00	12	1	13	5	12	1	13	14
04.00	12	0	12	4	12	0	12	12
05.00	50	0	50	17	50	0	50	50
06.00	120	2	122	41	120	2	122	124
07.00	268	1	269	90	268	1	269	270
08.00	295	0	295	98	295	0	295	295
09.00	273	3	276	93	273	3	276	279
10.00	263	2	265	89	263	2	265	267
11.00	262	0	262	87	262	0	262	262
12.00	304	8	312	107	304	8	312	320
13.00	325	3	328	110	325	3	328	331
14.00	377	4	381	128	377	4	381	385
15.00	373	6	379	128	373	6	379	385
16.00	457	1	458	153	457	1	458	459
17.00	589	0	589	196	589	0	589	589
18.00	598	1	599	200	598	1	599	600
19.00	482	1	483	161	482	1	483	484
20.00	261	0	261	87	261	0	261	261
21.00	172	0	172	57	172	0	172	172
22.00	146	0	146	49	146	0	146	146
23.00	95	0	95	32	95	0	95	95
08-20	4 598	29	4 627	1 552	4 598	29	4 627	4 656
00 - 24	5 843	33	5 876	1 970	5 843	33	5 876	5 909

POSTAZIONE 7 - via Pieregrosso dir. Inzago



	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	35	0	35	12	35	0	35	35
01.00	18	0	18	6	18	0	18	18
02.00	10	0	10	3	10	0	10	10
03.00	5	0	5	2	5	0	5	5
04.00	7	0	7	2	7	0	7	7
05.00	13	0	13	4	13	0	13	13
06.00	58	0	58	19	58	0	58	58
07.00	134	2	136	46	134	2	136	138
08.00	126	1	127	43	126	1	127	128
09.00	147	0	147	49	147	0	147	147
10.00	139	4	143	49	139	4	143	147
11.00	149	1	150	50	149	1	150	151
12.00	168	0	168	56	168	0	168	168
13.00	174	1	175	59	174	1	175	176
14.00	160	3	163	55	160	3	163	166
15.00	194	0	194	65	194	0	194	194
16.00	239	4	243	82	239	4	243	247
17.00	293	0	293	98	293	0	293	293
18.00	386	0	386	129	386	0	386	386
19.00	268	0	268	89	268	0	268	268
20.00	164	0	164	55	164	0	164	164
21.00	102	0	102	34	102	0	102	102
22.00	100	0	100	33	100	0	100	100
23.00	59	0	59	20	59	0	59	59
08-20	2.443	14	2.457	824	2.443	14	2.457	2.471
00 - 24	3.148	16	3.164	1.060	3.148	16	3.164	3.180

POSTAZIONE 8 - via Pieregrosso dir. Pozzuolo Martesana



	MEDIA GIORNALIERA				26/03/2019 mar			
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	TOT.equ
00.00	21	0	21	7	21	0	21	21
01.00	10	0	10	3	10	0	10	10
02.00	9	0	9	3	9	0	9	9
03.00	11	0	11	4	11	0	11	11
04.00	8	0	8	3	8	0	8	8
05.00	69	0	69	23	69	0	69	69
06.00	159	0	159	53	159	0	159	159
07.00	381	2	383	128	381	2	383	385
08.00	426	3	429	144	426	3	429	432
09.00	196	2	198	67	196	2	198	200
10.00	151	5	156	54	151	5	156	161
11.00	127	1	128	43	127	1	128	129
12.00	118	2	120	41	118	2	120	122
13.00	192	2	194	65	192	2	194	196
14.00	174	6	180	62	174	6	180	186
15.00	149	3	152	52	149	3	152	155
16.00	152	3	155	53	152	3	155	158
17.00	260	1	261	87	260	1	261	262
18.00	193	1	194	65	193	1	194	195
19.00	117	2	119	40	117	2	119	121
20.00	89	1	90	30	89	1	90	91
21.00	81	0	81	27	81	0	81	81
22.00	59	0	59	20	59	0	59	59
23.00	34	0	34	11	34	0	34	34
08-20	2.255	31	2.286	772	2.255	31	2.286	2.317
00 - 24	3.186	34	3.220	1.085	3.186	34	3.220	3.254

Come si evince dai risultati, associando le percorrenze bidirezionali, l'ora di punta risulta essere individuata **tra le 17.00 e le 18.00**.

3.4 RILIEVI MANUALI

Ad integrazione dell'analisi dello stato di fatto in termini viabilistici oltre ai rilievi automatici è stata effettuata una campagna di rilevazione manuale in corrispondenza della principale intersezione in prossimità dell'area di intervento, tra la SP 103 dir e la SP 180 tra le 17.00 e le 18.00.

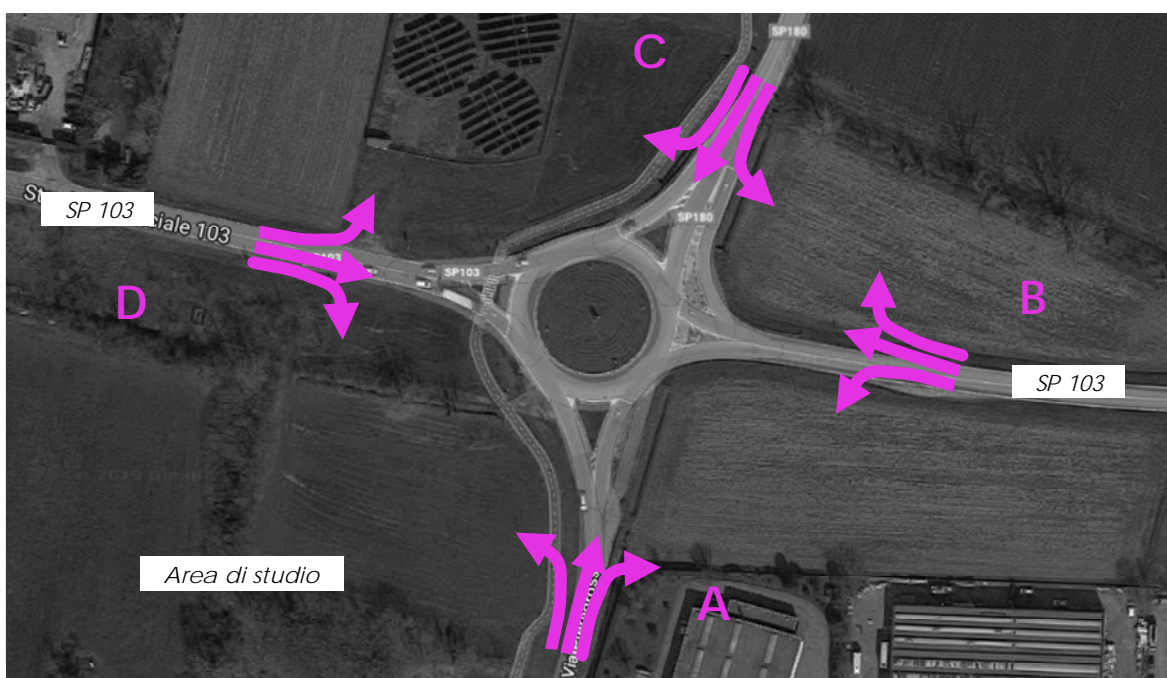


Figura 26 – Manovre rilevate

INTERSEZIONE SP 103 dir/SP 180 - VEICOLI EQUIVALENTI 17.00 - 18.00					
O/D	A	B	C	D	totali
A	0	117	29	147	293
B	89	0	51	277	417
C	31	31	0	92	154
D	142	441	206	0	789
totali	262	589	286	516	1.653

4. INTERVENTO DI PROGETTO

L'intervento in oggetto rientra nella variante al piano attuativo per la realizzazione di insediamenti produttivi PAV 4 - "Tp2 e comparto 3". Sul lotto in esame, di complessivi circa 47.800 mq di superficie lorda pavimentata, si prevede la realizzazione di un fabbricato con destinazione d'uso di tipo logistico.

Si riporta la planimetria di progetto:

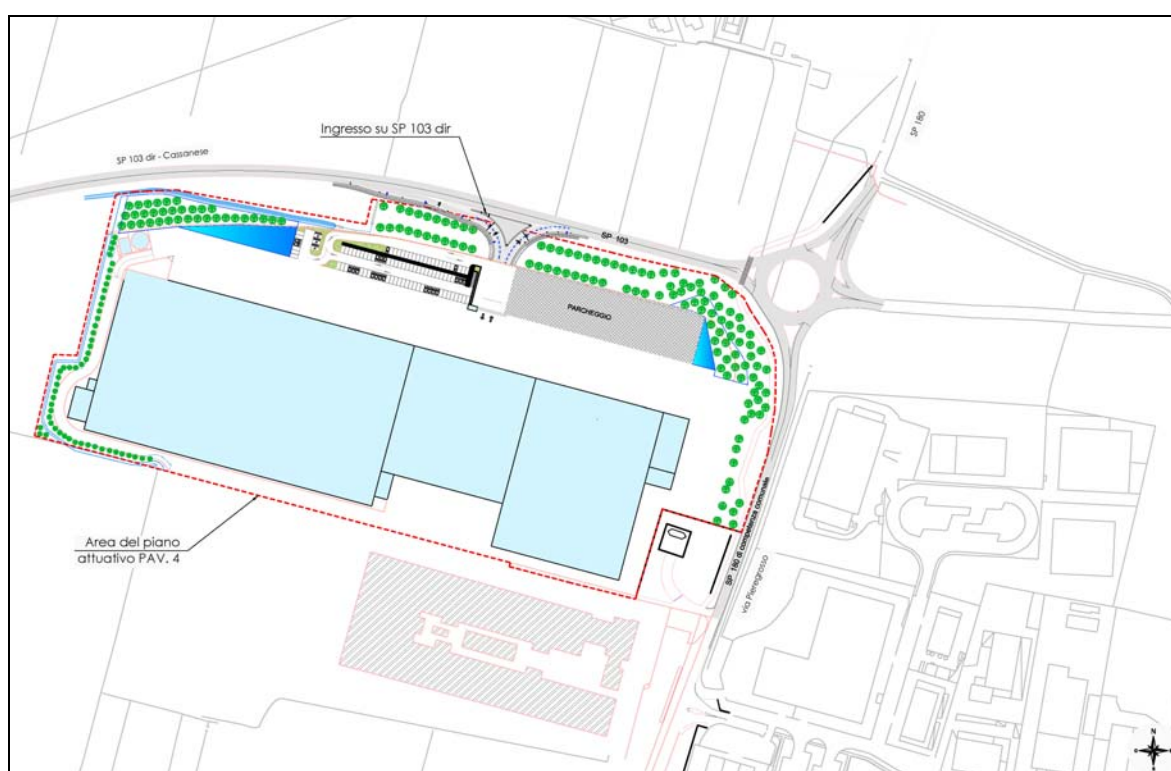


Figura 27 – Particolare planimetria di progetto

L'accesso alla struttura è previsto dalla SP 103 dir, con un'intersezione a "T" dove sono consentite le sole manovre di svolte a destra sia per l'ingresso che per l'uscita. I parcheggi sono disposti di fronte al lotto, tra l'edificio e la SP 103. La progettazione del nuovo innesto è stata sviluppata in aderenza alle norme DM 05.11.2001 e DM 19.04.2006.

5. FLUSSI INDOTTI E FUTURI

Lo scenario progettuale prevede la realizzazione di 47.873,64 m² di SLP massima ammessa, a destinazione logistica.

Dalle verifiche effettuate sui flussi attuali risulta che l'ora di punta giornaliera corrisponde a quella serale dalle 17:00 alle 18:00 e pertanto sarà presa a riferimento per effettuare le verifiche analitiche esposte nei capitoli successivi, al fine di verificare la situazione più gravosa nella combinazione "flussi attuali + flussi indotti".

Lo scenario futuro si compone quindi dei flussi attuali e dei flussi indotti (sia pesanti che leggeri) conseguentemente alla realizzazione del progetto. Se ne deduce che i flussi indotti verranno sommati ai flussi attuali ridistribuiti secondo le percentuali di provenienza. Sulla base della infrastrutturazione del sito e dei rilievi dei flussi veicolari rilevati, il traffico indotto è stato stimato secondo le diverse direzioni di provenienza nel modo seguente:

MEZZI PESANTI

I mezzi pesanti sia in ingresso che in uscita sono diretti:

- 100% dalla SP 103 dir Cassanese direzione Milano;

VEICOLI LEGGERI

INGRESSI:

- 100% dalla SP 103 dir Cassanese direzione Milano;

USCITA

- 50% verso la SP 103 dir Cassanese direzione Milano;
- 20% verso la SP 103 dir direzione Brescia;
- 20% verso la SP 180
- 10% verso via Pierregrosso

Nell'immagine seguente si riporta la ripartizione proposta per i flussi indotti.

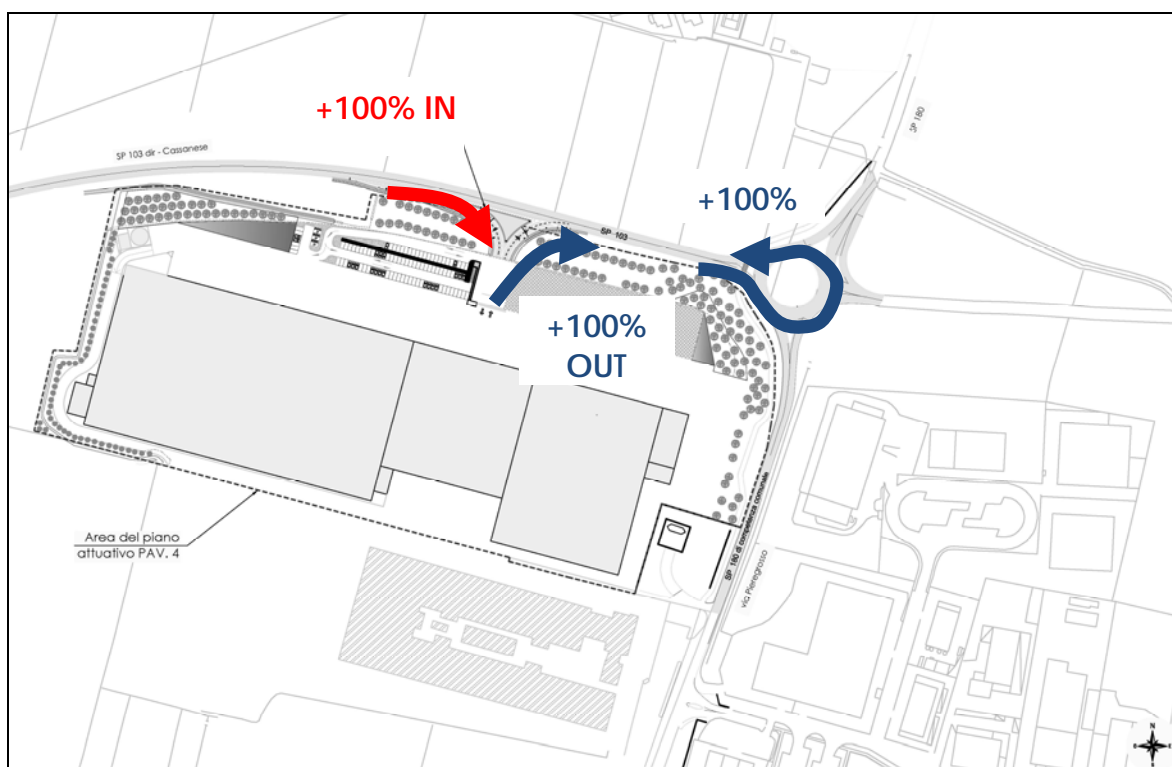


Figura 28 – Percentuale flussi indotti e provenienze – **mezzi pesanti**

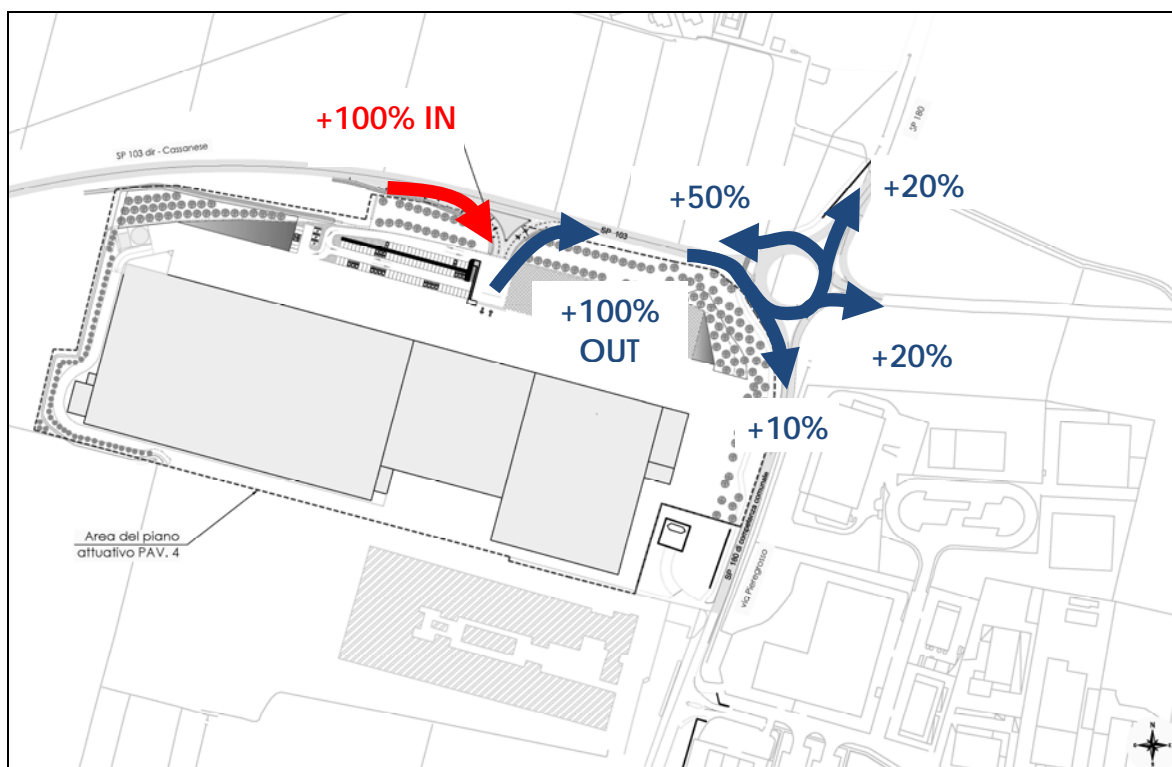


Figura 29 – Percentuale flussi indotti e provenienze – **veicoli leggeri**

A partire dai dati degli ingressi su base giornaliera messi a disposizione dall'azienda proponente (valutata l'entità dei turni di lavoro e il tempo di sosta dei mezzi pesanti) è stato possibile effettuare la stima dei flussi indotti **su base oraria**, svolta separatamente per la componente di traffico pesante e leggera, al fine di poter implementare il modello di verifica dei livelli di servizio finali.

Tipo	Persone a regime	Veicoli a regime (solo ingressi, no uscite)
Personale uffici	Circa 100 70% fra le 06:00 e le 09:00 15% fra le 09:00 e le 15:00 15% dopo le 15:00	Circa 80 60 fra le 06:00 e le 09:00 10 fra le 09:00 e le 15:00 10 dopo le 15:00
Personale operativo	Circa 110 30% fra le 06:00 e le 09:00 30% fra le 09:00 e le 12:00 30% fra le 12:00 e le 18:00 10% dopo le 18:00	Circa 50 14 fra le 06:00 e le 09:00 15 fra le 09:00 e le 12:00 16 fra le 12:00 e le 18:00 5 dopo le 18:00
Mezzi pesanti	n/a	Circa 100 17 fra le 6 e le 9 23 fra le 9 e le 12 14 fra le 12 e le 15 19 fra le 15 e le 18 27 dopo le 18 e prima delle 6

Riassumendoli per fascia oraria:

Fascia	Ingressi a regime
Dalle 6 alle 9	74 auto + 17 mezzi pesanti
Dalle 9 alle 12	22 auto + 23 mezzi pesanti
Dalle 12 alle 15	11 auto + 14 mezzi pesanti
Dalle 15 alle 18	13 auto + 19 mezzi pesanti
Dopo le 18	10 auto + 27 mezzi pesanti
TOTALE	130 auto + 100 mezzi pesanti

Per la stima dei mezzi in uscita è ragionevole considerare che le auto in ingresso sostino per almeno 6 - 9 ore (turno di lavoro) ed escano ripartite su più orari, mentre i mezzi pesanti sostano mediamente 2 ore per le rispettive operazioni di carico/scarico. Con questo tipo di approccio è possibile, stimare in termini cautelativi per "eccesso" il numero di veicoli, e assegnare all'orario di punta il seguente numero di veicoli indotti.

Considerando l'ora di punta dalle 17.00 alle 18.00, che come precedentemente detto risulta essere l'ora maggiormente caricata, sono stati presi in esame:

- in ingresso: 6 mezzi pesanti e 4 auto;
- in uscita: 6 mezzi pesanti e 25 auto.

Tali valori verranno sommati, in termini di veicoli equivalenti ai flussi attuali, in modo da pervenire alla stima dei flussi futuri.

6. VERIFICHE ANALITICHE

Al fine di eseguire una stima attenta e puntuale del grado di funzionalità degli archi stradali, sia allo stato attuale che futuro, è necessario introdurre il concetto di livello di servizio (LOS) delle infrastrutture stradali.

6.1 DEFINIZIONI

L'entità del traffico può calcolarsi attraverso differenti parametri. L'analisi e le considerazioni sui flussi indotti dall'insediamento necessitano, perciò, di riferimenti teorici che vengono forniti e chiariti di seguito.

I principali indici ai quali si farà riferimento sono i seguenti:

- *Volume di traffico orario o flusso orario Q (veic/h)*: rappresenta il numero di veicoli che transitano, in un'ora, attraverso una data sezione stradale;
- *Flusso di servizio Q_s (veic/h per corsia)*: secondo l'H.C.M. (Highway Capacity Manual, 1985) è definito dal massimo valore del flusso orario dei veicoli che attraversano, su una corsia, una sezione stradale sotto prefissate condizioni dell'arteria e di traffico;
- *Traffico medio giornaliero annuo T_{mga}* : è il rapporto fra il numero di veicoli che transitano in una data sezione (in genere, riferito ai due sensi di marcia) e 365 giorni. Tale dato si riporta ad un intervallo di tempo molto ampio e non tiene conto delle oscillazioni del traffico, nei vari periodi dell'anno, per cui è più significativo il valore del *traffico medio giornaliero T_{mg}* definito come rapporto tra il numero di veicoli che, in dato numero di giorni opportunamente scelti nell'arco dell'anno, transitano attraverso la data sezione ed il numero di giorni in cui si è eseguito il rilevamento;

- *Densità di traffico D*: è il numero di veicoli che, per corsia, si trovano nello stesso istante in un definito tronco stradale; la densità misura il numero di veicoli per miglio o per chilometro e per corsia;
- *Densità critica*: è la densità di circolazione allorquando la *portata* raggiunge la *capacità possibile* di una strada (vedi definizioni successive);
- *Portata (volume di circolazione o di flusso)*: numero di veicoli che transitano per una sezione della strada (o corsia, in un senso od in entrambi i sensi) nell'unità di tempo; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. La portata rappresenta una situazione di fatto, che tende ad uguagliare la domanda di movimento dei veicoli, la quale a sua volta tende ad uguagliare quello che è possibile definire il desiderio di mobilità dell'utenza;
- *Capacità*: si conviene definire capacità, o più specificatamente, *capacità possibile* di una strada, il massimo numero di veicoli che vi possono transitare in condizioni prevalenti di strada e di traffico. La capacità rappresenta la risposta dell'infrastruttura alla domanda prevalente di movimento; sarà soddisfacente dal punto di vista tecnico quando si mantiene superiore alla portata, dal punto di vista tecnico ed economico insieme quando uguaglia la portata;

Livello di servizio (LOS): si definisce come la misura della prestazione della strada nello smaltire il traffico; si tratta, perciò, di un indice più significativo della semplice conoscenza del flusso massimo o capacità. I livelli di servizio, indicati con le lettere da A ad F, dovrebbero coprire tutto il campo delle condizioni di circolazione; il livello A rappresenta le condizioni operative migliori e quello F le peggiori. Il livello di servizio è una misura qualitativa dell'effetto di un certo numero di fattori che comprendono la velocità ed il

tempo di percorrenza, le interruzioni del traffico, la libertà di manovra, la sicurezza, la comodità della guida ed i costi di esercizio. La scelta dei singoli livelli è stata definita in base a particolari valori di alcuni di questi fattori. Da rilevare che la progettazione stradale avviene facendo riferimento ai livelli servizio B e C, e non al livello A che comporterebbe "diseconomicità" della struttura, essendo sfruttata pienamente per pochi periodi nella sua vita utile.

6.2 LIVELLI DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI

Si riportano di seguito i principi generali della procedura di calcolo della capacità dei Livelli di Servizio (LOS).

I modelli HCM 1985 e 2000 nascono da rilievi e considerazioni tecniche inerenti prevalentemente la circolazione veicolare negli Stati Uniti. Questo dato di partenza implica che, come indicato negli stessi manuali HCM, è necessario adattare le modalità di analisi di questi modelli al caso italiano, attraverso le specifiche fornite dalla normativa italiana.

In relazione alle specifiche condizioni della rete stradale del nord Italia, delle peculiarità dell'utenza veicolare (caratteristiche personali e del parco veicolare), nonché del carico veicolare che tipicamente interessa le infrastrutture presenti nel territorio esaminato si propone:

1. per le strade a carreggiate separate: di recepire in toto le metodologie dell'HCM 1985;
2. per le infrastrutture a carreggiata unica: di applicare i seguenti adattamenti:
 - HCM 1985:
 1. utilizzare un valore della Capacità pari a 3200 veicoli / ora (anziché 2800 veicoli /ora)
 2. utilizzare come parametro di riferimento per il passaggio da un LOS al successivo dei rapporti Flussi / Capacità del

20% superiori rispetto a quelli indicati nella metodologia statunitense;

- HCM 2000:
 1. valutare il LOS sempre in funzione del solo parametro PTSF con valori di riferimento per il passaggio da un LdS al successivo pari al: 40% (tra LdS A e LdS B), 60% (tra LdS B e LdS C), 77% (tra LdS C e LdS D), 88% (tra LdS D e LdS E).

In ragione di quanto sopra indicato, si determinano in corrispondenza di condizioni di deflusso ideali, le seguenti portate di servizio:

CARREGGIATE SEPARATE

LOS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora) per corsia
A	0,35	~ 700
B	0,54	~ 1.100
C	0,77	~ 1.550
D	0,93	~ 1.850
E	> 0,93	FLUSSI PER CORSIA DI MARCIA

CARREGGIATA UNICA (ed una corsia per senso di marcia)

LOS	HCM 1985		HCM 2000	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)	PTSF (%)	Flusso (veicoli/ora)
A	0,18	~ 575	40	~ 575
B	0,32	~ 1.042	60	~ 1.042
C	0,52	~ 1.650	77	~ 1.650
D	0,77	~ 2.450	88	~ 2.450
E	> 0,77	FLUSSI BIDIREZIONALI	> 88	FLUSSI BIDIREZIONALI

6.2.1 I modelli per la verifica di capacità delle intersezioni a rotatoria

Il modello di calcolo della capacità teorica di una rotatoria a tre/quattro rami è il risultato di un approfondimento condotto sulle formulazioni di alcuni studi di ricerca francesi, svizzeri e tedeschi, che hanno compiuto accurate analisi nella determinazione della capacità di smaltimento dei flussi veicolari delle rotatorie.

L'attuale metodo francese di stima della capacità di una entrata in rotatoria (SETRA) ha alla base le indagini effettuate a partire dalla seconda metà degli anni ottanta del XX secolo dai Cete di Nantes, di Metz e di Rouenne.

È da questi metodi che si sviluppa il modello informatico utilizzato per le verifiche della rotatoria in oggetto. Partendo dalle dimensioni fisiche dell'intersezione (anello, raggio interno, larghezza corsie di ingresso, larghezza isole spartitraffico, lunghezze di conflitto...), è possibile calcolare la capacità totale di ciascun ramo di ingresso in rotatoria.

È necessario disporre prima di una matrice origine destinazione per poter calcolare il numero di veicoli uscenti da ogni ramo (Q_u), quelli circolanti nell'anello (Q_c) e quindi adeguatamente dimensionare gli accessi attraverso il valore della capacità in entrata (Q_e). Tale valore, rapportato al valore effettivo di flusso entrante rilevato o indotto, fornisce il rapporto capacità/flussi, spesso indispensabile per poter cogliere le riserve di capacità di una intersezione.

Si riportano di seguito le specifiche equazioni di calcolo per il metodo SETRA.

METODO SETRA

1) il traffico uscente equivalente

$$Q_u' = Q_u \cdot (15 - \text{SEP}) / 15 \quad [\text{uvp/h}] \quad \text{per } \text{SEP} < 15 \text{ m}$$

$$Q_u' = 0 \quad [\text{uvp/h}] \quad \text{per } \text{SEP} \geq 15 \text{ m}$$

2) il traffico complessivo di disturbo

$$Q_d = (Q_c + 2/3 * Q_u) * (1 - 0,085 * (ANN - 8)) \text{ [uvp/h]}$$

3) La capacità di traffico del ramo è:

$$C = (1.330 - 0,7 * Q_d) * (1 + 0,1 * (ENT - 3,5)) \text{ [uvp/h]}$$

dove:

Q_u è il traffico uscente dal ramo [uvp/h]

Q_c è il traffico circolante davanti al ramo [uvp/h]

SEP è la larghezza dell'isola spartitraffico tra la corsia di ingresso e quella di uscita del ramo [m]

ANN è la larghezza dell'anello della rotatoria [m]

ENT è la larghezza della corsia di entrata del ramo da valutarsi dietro il veicolo fermo alla linea del "dare precedenza" [m]

METODO CETUR

1) Determinati per ciascun ramo della rotatoria il traffico complessivo di disturbo

$$Q_d = b * Q_c + 0,2 * Q_u \text{ uvp/h}$$

2) La capacità di traffico del ramo è:

$$C = g * (1.500 - 0,83 * Q_d)$$

dove:

Q_u è il traffico uscente dal ramo [uvp/h]

Q_c è il traffico circolante davanti al ramo [uvp/h]

ANN è la larghezza dell'anello della rotatoria [m]

"g" vale 1,0 per entrata ad una sola corsia; 1,5 per entrate a due o più corsie

$b=1$ per $ANN < 8$ m; $0,7$ per $ANN \geq 8$ m ed $R \geq 20$ m; $0,9$ per $ANN \geq 8$ m ed $R < 20$ m

6.2.2 Livelli di servizio secondo HCM per le rotatorie

I risultati ottenuti dalle verifiche coi metodi sperimentali sopra riportati vanno comparati con i livelli di servizio delle intersezioni a rotatoria forniti dall'HCM. Essi sono esposti nella tabella riportata di seguito.

Livello di servizio	Descrizione	Intervallo dei tempi di ritardo (in secondi)
A	Flusso libero	=10
B	Flusso stabile	>10 =15
C	Flusso stabile	>15 =25
D	Tendenza al flusso instabile	>25 =35
E	Flusso instabile	>35 =50
F	Flusso forzato	>50

(Highway Capacity Manual - 2000)

7. VERIFICHE ANALITICHE

7.1 VERIFICA ASSI STRADALI

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche effettuate sull'asse stradale limitrofo al lotto in esame. La redistribuzione dei veicoli in ingresso e uscita sulla viabilità non genera variazioni sui livelli di servizio, che nel complesso si mantengono immutati, sia per gli assi stradali che per le intersezioni.



Figura 30 – Localizzazione assi stradali verificati

strada	n° corsie per senso di marcia	flussi attuali		flussi futuri	
		veic/ora	LOS	veic/ora	LOS
SP 103 dir lato Cassano d'Adda	1	1.006	B	1.011	B
SP 103 dir lato Milano	1	1.305	C	1.366	C
SP 180	1	440	A	445	A
Via Pieregrosso	1	555	A	558	A

Figura 31 – Livelli di servizio attuali e futuri

7.2 VERIFICA INTERSEZIONE A ROTATORIA

STATO DI FATTO

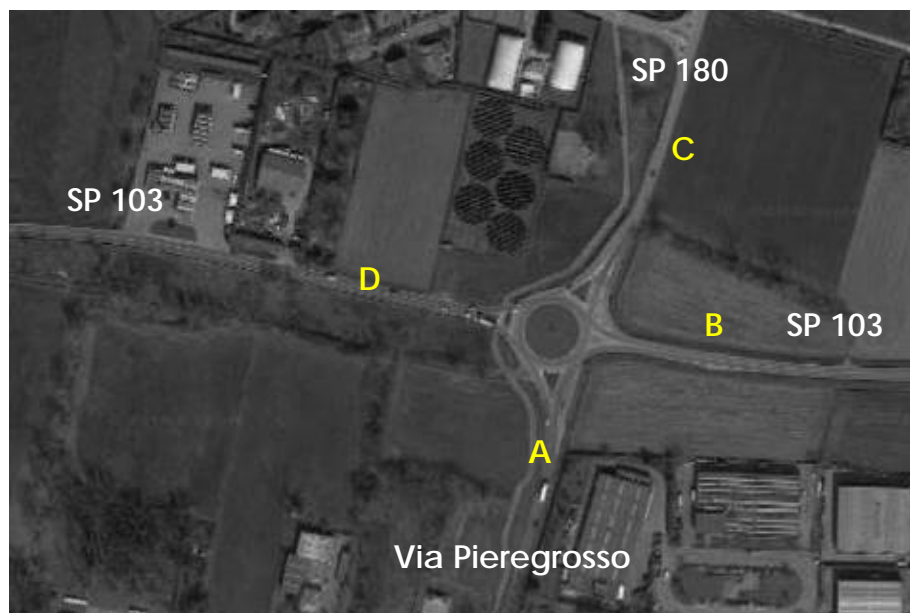


Figura 32 – Intersezione a rotatoria

FLUSSI ATTUALI					
	A	B	C	D	TOT
A	0	117	29	147	293
B	89	0	0	277	366
C	31	31	0	92	154
D	142	441	206	0	789
TOT	262	589	286	516	1.602

Figura 33 – Matrice O/D della rotatoria (stato di fatto)

Dove:

- A = via Pieregrosso;
- B = SP 103 dir lato est;
- C = SP 180 lato nord
- D = SP 103 dir lato ovest

TRAFFICO CIRCOLANTE

Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Q_c)

Ramo A: 678 Ramo B: 382 Ramo C: 513 Ramo D: 151

Traffico uscente dai rami da A a D (Q_u)

Ramo A: 262 Ramo B: 589 Ramo C: 235 Ramo D: 516

Traffico entrante ai rami da A a D (Q_e)

Ramo A: 293 Ramo B: 366 Ramo C: 154 Ramo D: 789

CAPACITA` DI TRAFFICO IN INGRESSO AI VARI RAMI

METODO - SETRA

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 987 Ramo B: 1082 Ramo C: 1113 Ramo D: 1334

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 694 Ramo B: 716 Ramo C: 959 Ramo D: 545

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 70 Ramo B: 66 Ramo C: 86 Ramo D: 41

Capacità totale della rotonda (C_t), con il Metodo - SETRA: 4516 uvp/h

METODO - CETUR

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 891 Ramo B: 1084 Ramo C: 1033 Ramo D: 1288

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 598 Ramo B: 718 Ramo C: 879 Ramo D: 499

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 67 Ramo B: 66 Ramo C: 85 Ramo D: 39

Capacità totale della rotonda (C_t), con il Metodo - CETUR: 4295 uvp/h

Tempi medi di attesa ai rami:

Ramo A: 6 s Ramo B: 4 s Ramo C: 4 s Ramo D: 5 s

LOS: A

PROGETTO

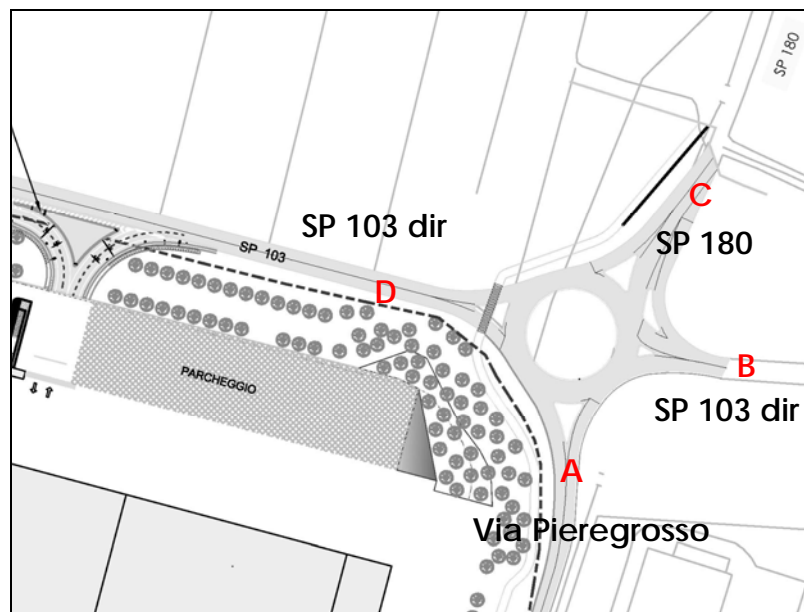


Figura 34 - Intersezione a rotatoria

FLUSSI FUTURI					
	A	B	C	D	TOT
A	0	117	29	147	293
B	89	0	0	277	366
C	31	31	0	92	154
D	145	446	211	24	826
TOT	265	594	291	540	1.639

Figura 35 - Matrice O/D della rotatoria (progetto)

Dove:

- A = via Pieregrosso;
- B = SP 103 dir lato est;
- C = SP 180 lato nord
- D = SP 103 dir lato ovest

TRAFFICO CIRCOLANTE

Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Q_c)

Ramo A: 712 Ramo B: 411 Ramo C: 537 Ramo D: 151

Traffico uscente dai rami da A a D (Q_u)

Ramo A: 265 Ramo B: 594 Ramo C: 240 Ramo D: 540

Traffico entrante ai rami da A a D (Q_e)

Ramo A: 293 Ramo B: 366 Ramo C: 154 Ramo D: 826

CAPACITA` DI TRAFFICO IN INGRESSO AI VARI RAMI

METODO - SETRA

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 962 Ramo B: 1061 Ramo C: 1095 Ramo D: 1330

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 669 Ramo B: 695 Ramo C: 941 Ramo D: 504

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 70 Ramo B: 65 Ramo C: 86 Ramo D: 38

Capacità totale della rotonda (C_t), con il Metodo - SETRA: 4448 uvp/h

METODO - CETUR

Capacità dei rami (C): [uvp/h]

Ramo A: 863 Ramo B: 1059 Ramo C: 1013 Ramo D: 1284

Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]

Ramo A: 570 Ramo B: 693 Ramo C: 859 Ramo D: 458

Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]

Ramo A: 66 Ramo B: 65 Ramo C: 85 Ramo D: 36

Capacità totale della rotonda (C_t), con il Metodo - CETUR: 4216 uvp/h

Tempi medi di attesa ai rami:

Ramo A: 6 s Ramo B: 4 s Ramo C: 4 s Ramo D: 5 s

LOS: A

8. VERIFICHE CON MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

Per valutare la precisione dell'analisi e al fine di valutare nel modo più reale possibile il funzionamento dello schema progettuale, si è utilizzato il software **VISSIM ver. 9.0**, modello di simulazione microscopica della circolazione stradale che consente di riprodurre i movimenti di ogni veicolo sulla rete, ed evidenziare e quantificare anomalie puntuali.

8.1 CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI MICROSIMULAZIONE DINAMICA

Il modello di microsimulazione è costituito da una componente di offerta e una componente di domanda. L'offerta viene rappresentata dalla rete stradale che viene ricostruita in maniera dettagliata con:

- le stesse caratteristiche fisiche, raggi di curvatura, larghezza corsie, banchine etc;
- le medesime regole di circolazione, sensi unici, attraversamenti pedonali, etc;
- le modalità di regolazione alle intersezioni quali dare la precedenza, stop, impianti semaforici con relativi cicli etc.

La domanda è costituita dagli elementi dinamici della simulazione, ovvero dalle componenti di traffico – veicoli a motore e pedoni - che transitano sulla rete dedotti dalla matrice origine destinazione ricostruita elaborando i rilievi di traffico che si hanno a disposizione.

VISSIM si basa sul modello di percezione psicofisica di WIEDEMANN (1974, cfr. anche Leutzbach/Wiedemann, 1986; Leutzbach, 1988).

Tale modello prende a fondamento il concetto seguente: il comportamento dell'unità conducente-veicolo interagisce con le altre unità conducente-veicolo presenti nella rete. Ne consegue che un veicolo accelera e decelera in funzione dei veicoli che lo precedono o che lo affiancano.

Si sottolinea, inoltre, che la simulazione del comportamento di un conducente, su una carreggiata a più corsie o su una corsia di dimensioni considerevoli, percepisce anche i veicoli posti a lato, considerando quindi l'opportunità del sorpasso. Inoltre l'attenzione del conducente viene influenzata dai semafori quando il veicolo arriva ad una distanza di circa 100 m dalla linea di arresto.

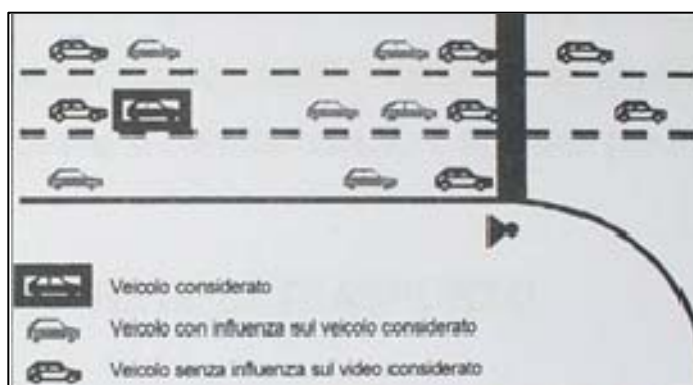


Figura 36 – Identificazione delle manovre rilevate

La microsimulazione si basa su una serie di elementi dinamici che riguardano sia il comportamento del conducente, sia le caratteristiche del veicolo (veicoli leggeri, veicoli pesanti...). In altri termini VISSIM considera:

A. Specifiche tecniche del veicolo:

- lunghezza del veicolo;
- velocità massima;
- accelerazione;
- posizione istantanea del veicolo nella rete;
- velocità e accelerazione istantanea del veicolo.

B. Comportamento dell'unità conducente-veicolo:

- limiti psicofisici di percezione del conducente (capacità di stima, percezione della sicurezza, disposizione ad assumere dei rischi);
- memoria del conducente;

- accelerazione in funzione della velocità corrente e della velocità desiderata.

C. Interazione tra più unità conducente-veicolo:

- rapporti fra un determinato veicolo e i veicoli che lo precedono e che lo seguono nella stessa corsia e nelle corsie vicine;
- informazioni riguardanti l'arco di strada utilizzato;
- informazioni concernenti l'impianto semaforico più vicino

8.2 PARAMETRI DI VALUTAZIONE

Le microsimulazioni dinamiche producono una serie di indicatori prestazionali. In base ai valori estratti si ricavano e comparano in modo analitico i LOS dei vari approcci di ogni singola intersezione relativamente agli scenari simulati. Gli indicatori prestazionali utilizzati per questa analisi sono:

- la lunghezza media/massima della coda per ogni approccio;
- il perditempo medio per i singoli approcci;
- il corrispondente LOS per ogni approccio.

Accodamenti

attraverso il loro valore minimo, medio e massimo: questo indice è influenzato da una velocità iniziale ed una finale impostata dal modellatore, che delimitano il range di velocità per considerare un veicolo "in coda". Ad esempio, fissando una $v_{\min} = 5$ km/h e $v_{\max} = 10$ km/h, un flusso veicolare la cui velocità scende al di sotto dei 5 km/h è visto dal modello come una coda e, nel momento in cui la velocità riprende a salire superando il limite imposto di 10 km/h, il fenomeno di accodamento si considera concluso.

Perditempo

Ritardo medio basato sulla differenza fra tempo di percorrenza effettivo e tempo di percorrenza alla velocità desiderata. Il perditempo di un veicolo che lascia una sezione di misura del tempo di percorrenza è ottenuto sottraendo il tempo di percorrenza teorico (ideale) dal tempo di percorrenza reale.

Il tempo di percorrenza teorico è il tempo di percorrenza che potrebbe essere ottenuto se nella rete non fossero presenti altri veicoli e/o altri impianti semaforici o altri motivi di arresto del veicolo. La decelerazione nelle zone di rallentamento non viene considerata nel perditempo.

Livello di servizio intersezioni semaforizzate

Il livello di servizio, rappresentato da una lettera in una scala di valori che va da A ad F, dove A rappresenta il livello migliore in termini di prestazione della rete, secondo quanto prescritto dall'Highway Capacity Manual, descrive in modo quantitativo il funzionamento di una intersezione. Si riporta di seguito una tabella in cui si riporta la corrispondenza tra i livelli di servizio e i relativi intervalli di perditempo.

Intersezioni Semaforizzate*	
LOS	Perditempo [sec]
A	< 10
B	10 - 20
C	20 - 35
D	35 - 55
E	55 - 80
F	> 80

8.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE

Al fine di produrre un'analisi completa e dettagliata della situazione viabilistica relativa all'area oggetto di analisi sono state eseguite le simulazioni dello stato di fatto e dello scenario di progetto.

STATO DI FATTO il sistema dell'offerta è rappresentato dall'intersezione a rotatoria tra la SP 103 e la SP 180. Il sistema della domanda è dato dai dati emersi in sede di rilevazione di traffico.

SCENARIO DI PROGETTO: il sistema dell'offerta è rappresentato dall'intersezione a rotatoria e dalla viabilità di accesso all'area di progetto, ovvero con l'intersezione a "T" lungo la SP 103. Il sistema della domanda è incrementato rispetto allo stato attuale dei veicoli indotti previsti dall'apertura della struttura.

Tali micro simulazioni, come già sottolineato, sono riferite all'ora di punta serale che, come riscontrato dai dati di traffico, rappresenta l'intervallo critico per il sistema viario vista la presenza futura di strutture commerciali.

Sia allo stato attuale che negli scenari futuri sono stati simulati 7.200 secondi. Si sono considerate significative le letture relative ai 3.600 secondi centrali, trascurando i primi e gli ultimi 30 minuti in cui il sistema raggiunge ed esaurisce le condizioni di regime.

Di seguito si riportano alcune immagini significative delle reti simulate.

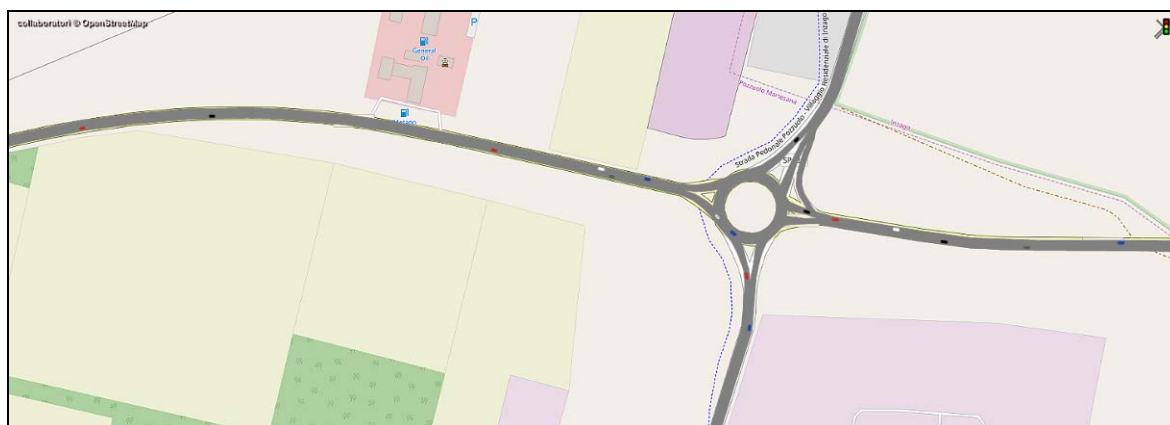


Figura 37 – Rete simulata – stato di fatto



Figura 38 – Rete simulata – scenario futuro



Figura 39 – Particolare simulazione 3D



Figura 40 – Particolare accesso lotto in esame

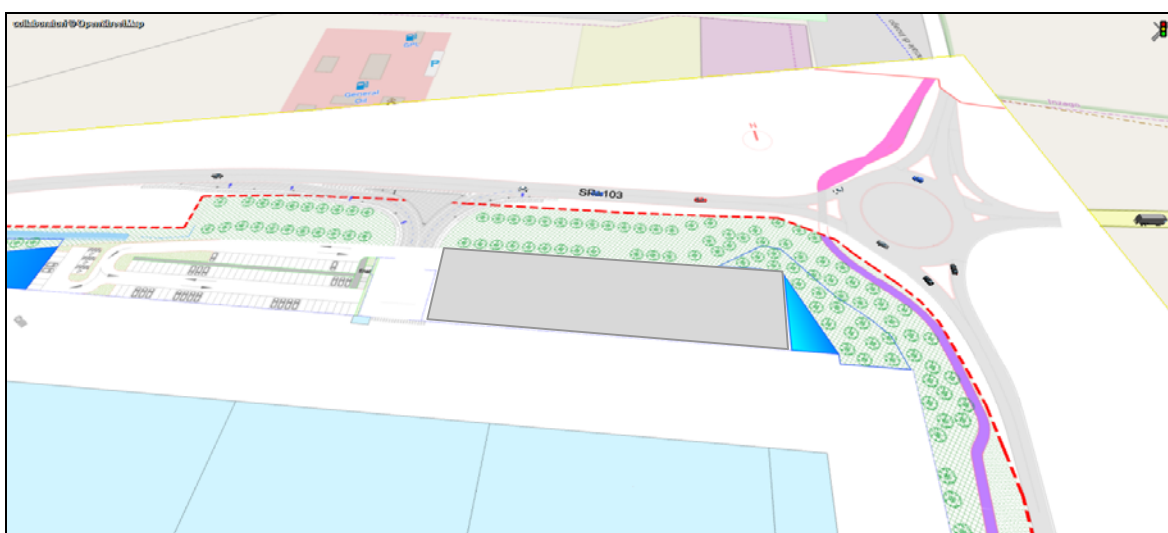


Figura 41 – Particolare accesso lotto in esame e intersezione a rotatoria

8.2 RISULTATI DELLE ANALISI E LIVELLI DI SERVIZIO (LOS)

8.2.1 Stato di fatto

VALUTAZIONE DI RETE	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	1.662
Totale distanza percorsa veicoli (Km)	2.272
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	50,5
Velocità media (Km/h)	45,0
Ritardo medio per veicolo (s)	8,1

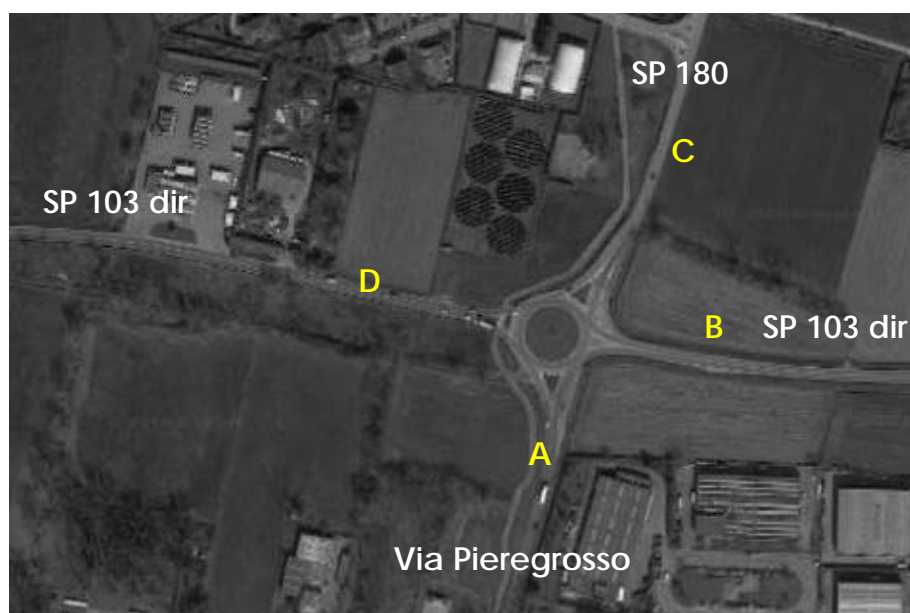


Figura 42 – Intersezione a rotatoria

RAMO	RITARDO (s)	LOS
A – via Pieregrosso	7,0	A
B - SP 103 dir lato est	6,1	A
C – SP 180	7,7	A
D – SP 103 dir lato ovest	5,1	A

8.2.2 Scenario futuro

VALUTAZIONE DI RETE	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	1.698
Totale distanza percorsa veicoli (Km)	2.333
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	52,5
Velocità media (Km/h)	44,5
Ritardo medio per veicolo (s)	9,5

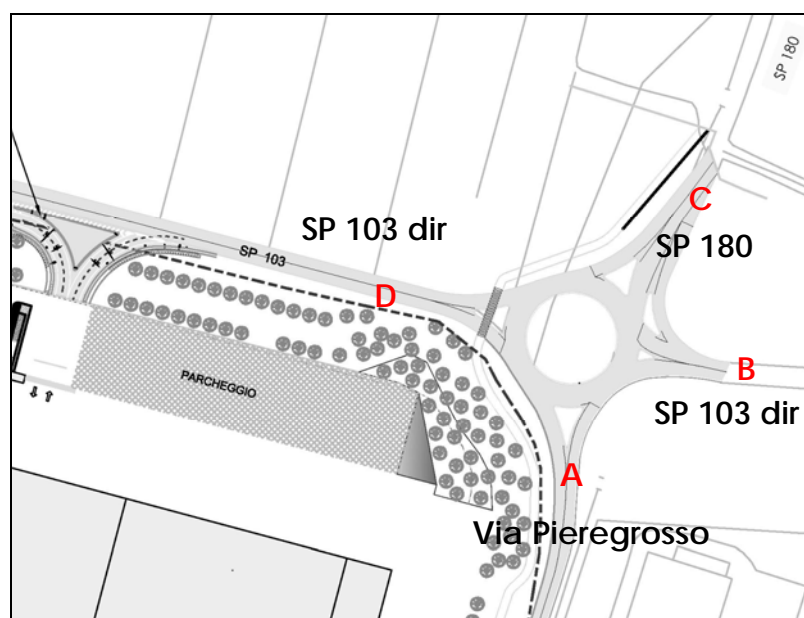
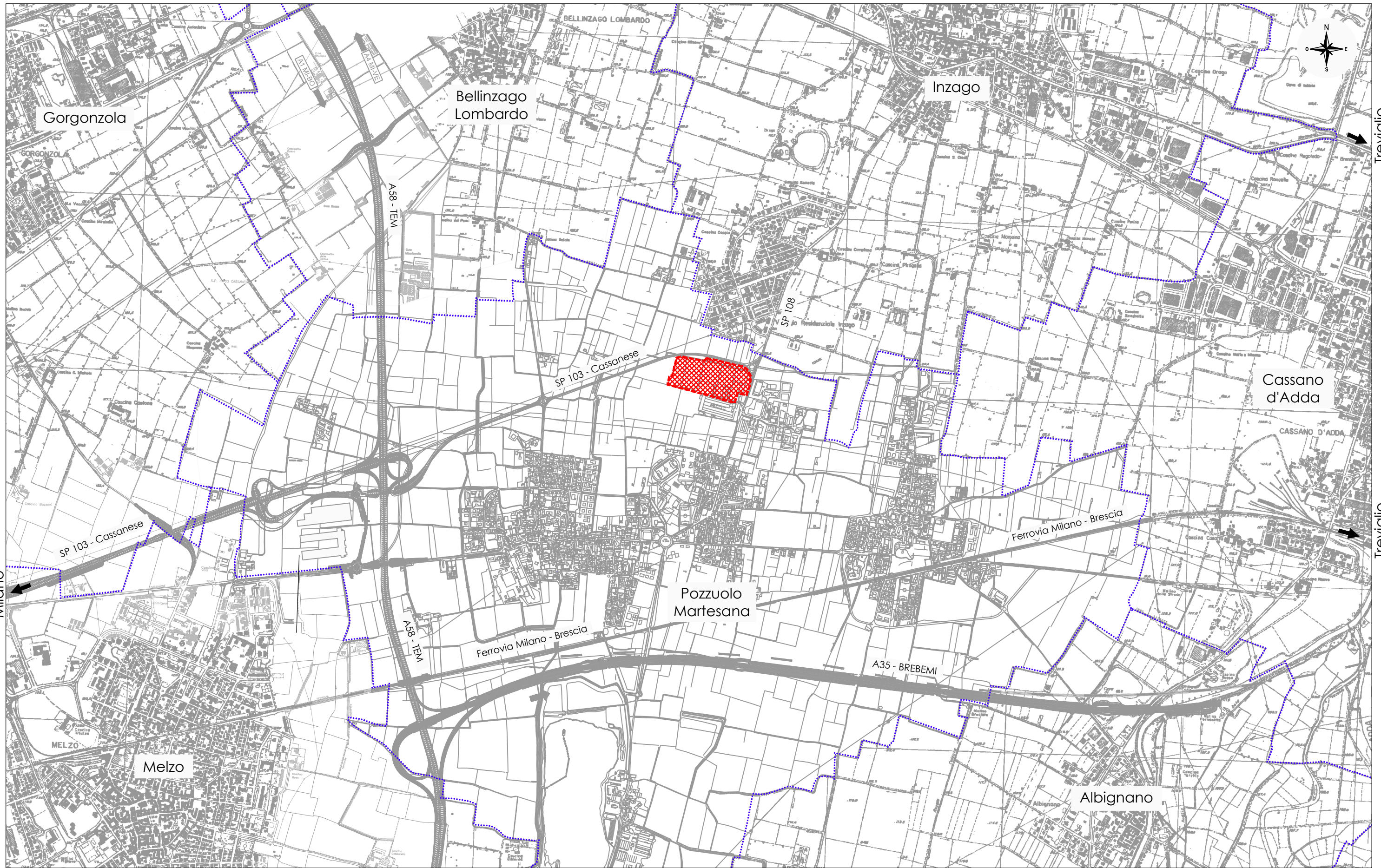


Figura 43 – Intersezione a rotatoria

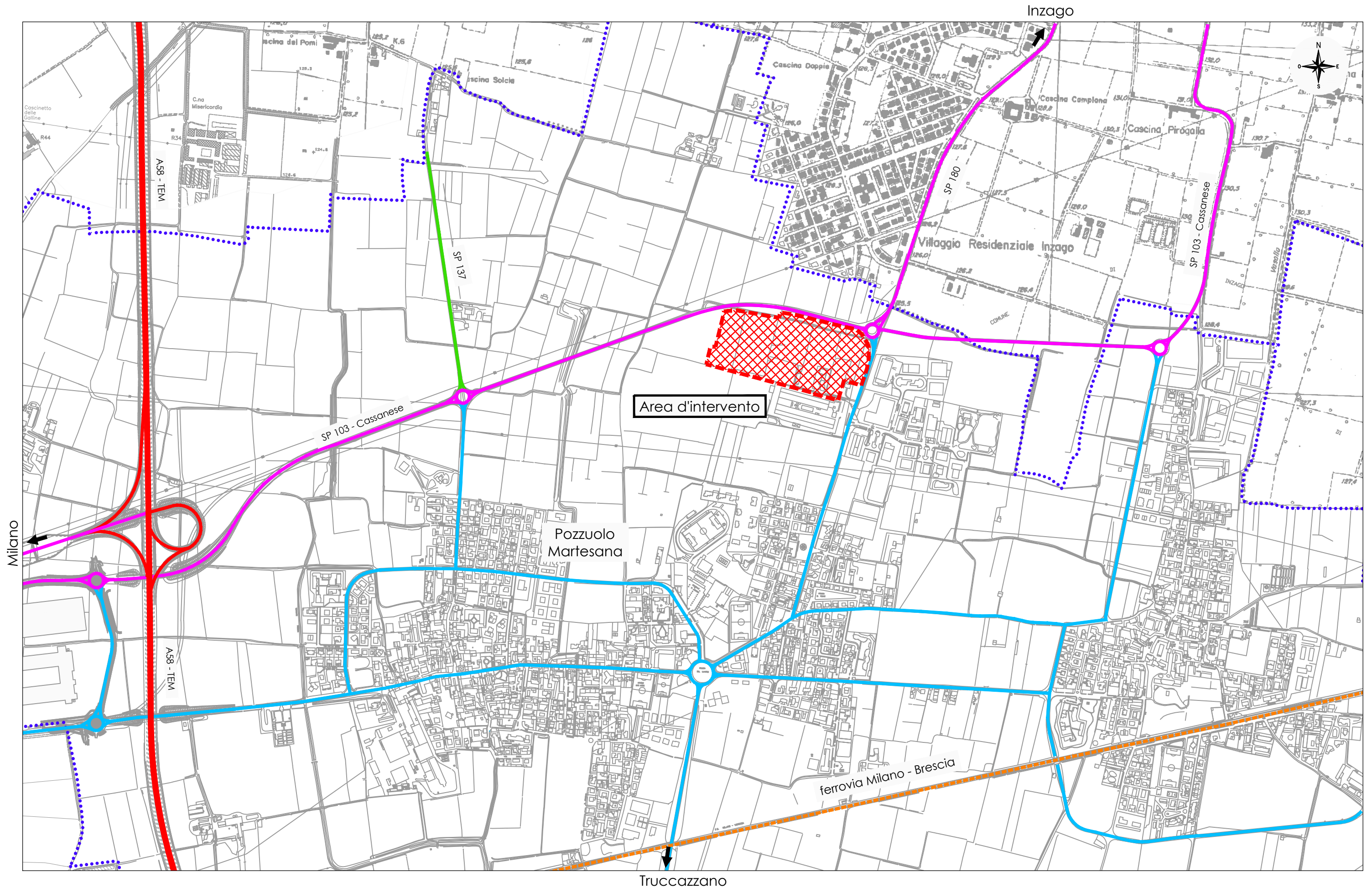
RAMO	RITARDO (s)	LOS
A – via Pieregrosso	8,5	A
B - SP 103 dir lato est	7,8	A
C – SP 180	8,0	A
D – SP 103 dir lato ovest	6,5	A

A. ELABORATI GRAFICI

1. Corografia
2. Schema funzionale
3. Flussi attuali
4. Rilievi manuali
5. Planimetria di progetto
6. Flussi indotti
7. Flussi futuri



<p>OGGETTO: POZZUOLO MARTESANA VARIANTE AL PIANO ATTUATIVO PER LA REALIZZAZIONE DI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI</p>	<p>OGGETTO: STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO</p>	<p>ELABORATO: COROGRAFIA</p>	<p>SCALA GRAFICA 1:20.000</p>	<p>DATA: MARZO 2019</p>
<p>LEGENDA</p>			<p> Area d'intervento</p>	<p> Limiti comunali</p>



OGGETTO: POZZUOLO MARTESANA
 VARIANTE AL PIANO ATTUATIVO PER LA
 REALIZZAZIONE DI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

OGGETTO:
 STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

ELABORATO:
SCHEMA FUNZIONALE

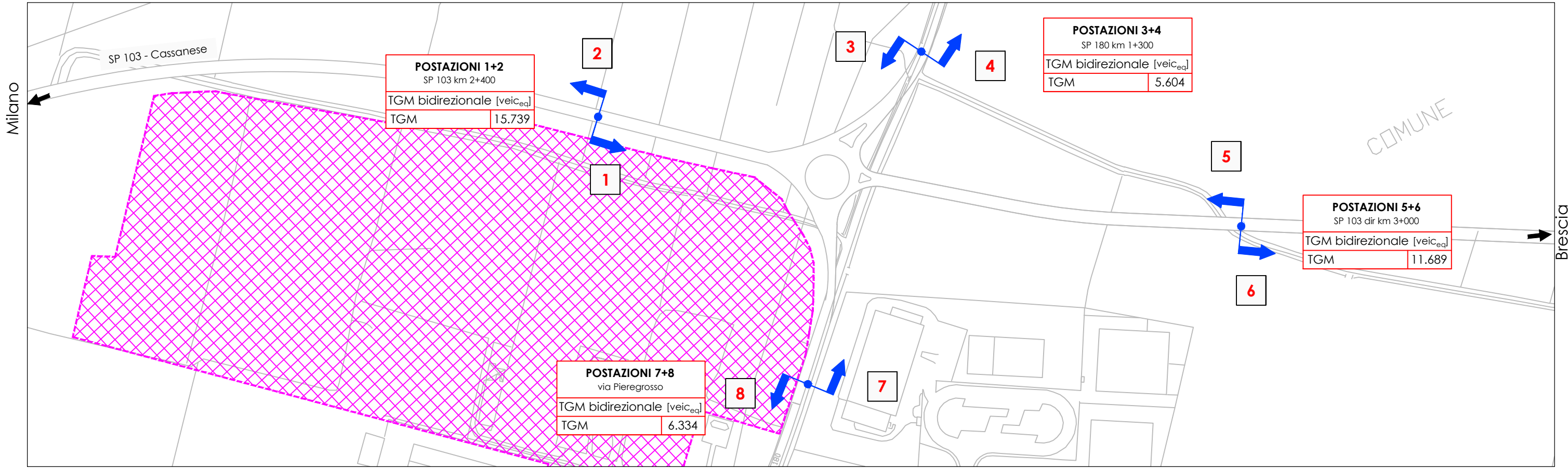
SCALA GRAFICA 1:10.000 0 m 100 200 300 400 500 m

DATA: MARZO 2019

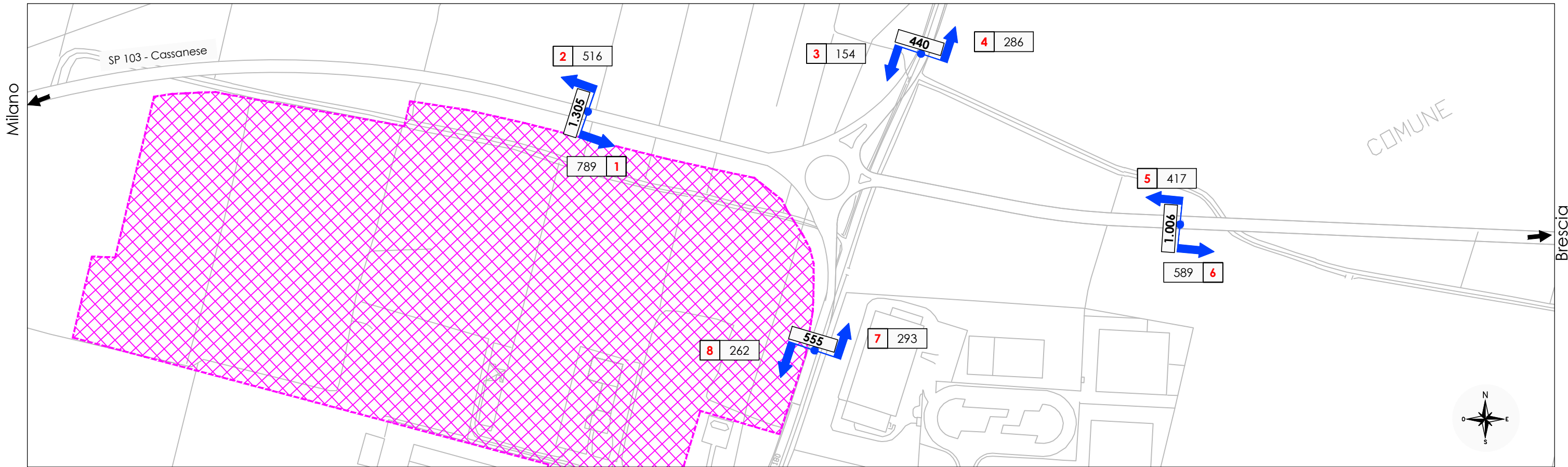
LEGENDA

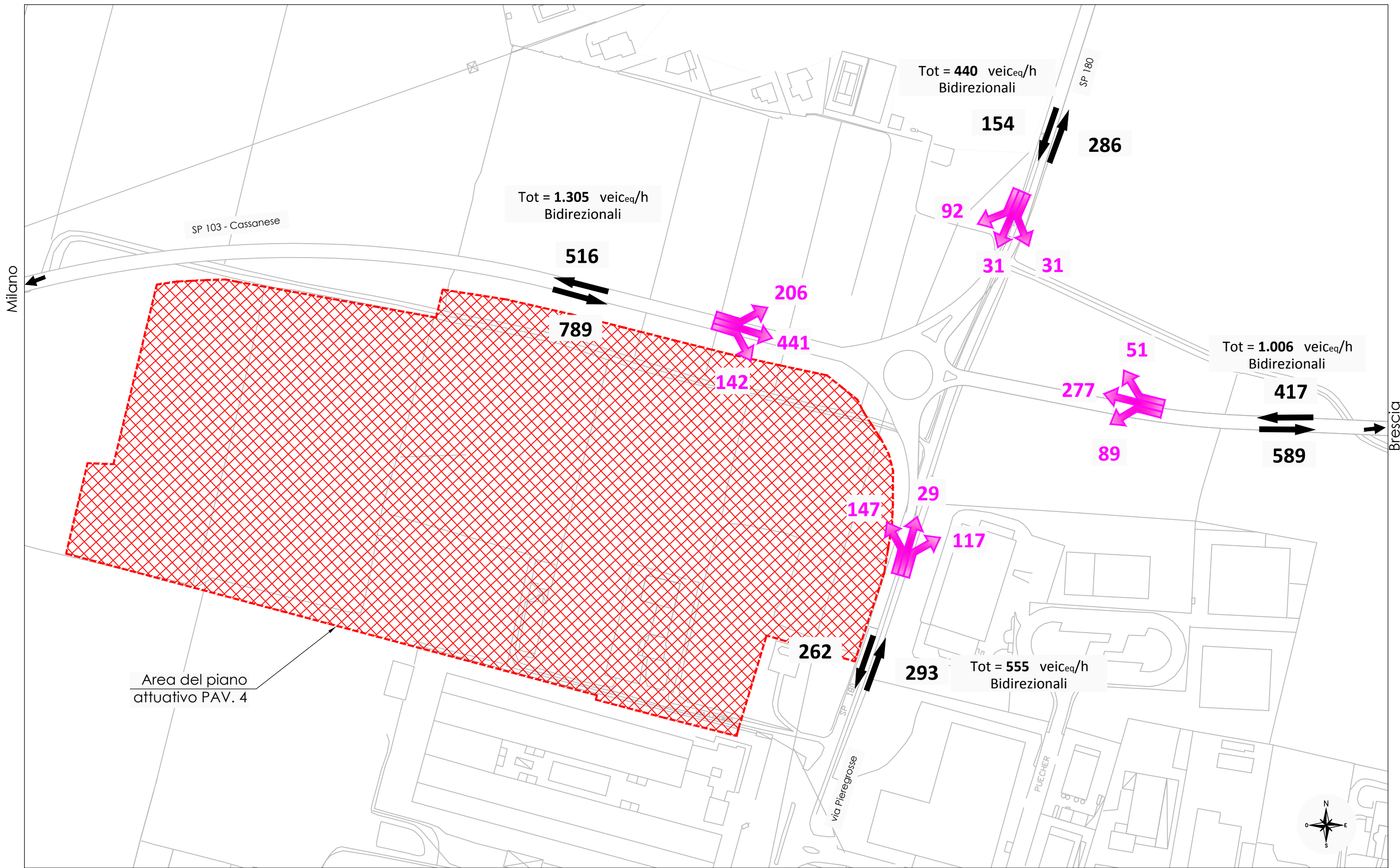
Ferrovia	Viabilità autostradale	Viabilità principale	Viabilità di collegamento	Viabilità locale	Confini comunali
----------	------------------------	----------------------	---------------------------	------------------	------------------

TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO



FLUSSI ORA DI PUNTA - 17.00 - 18.00





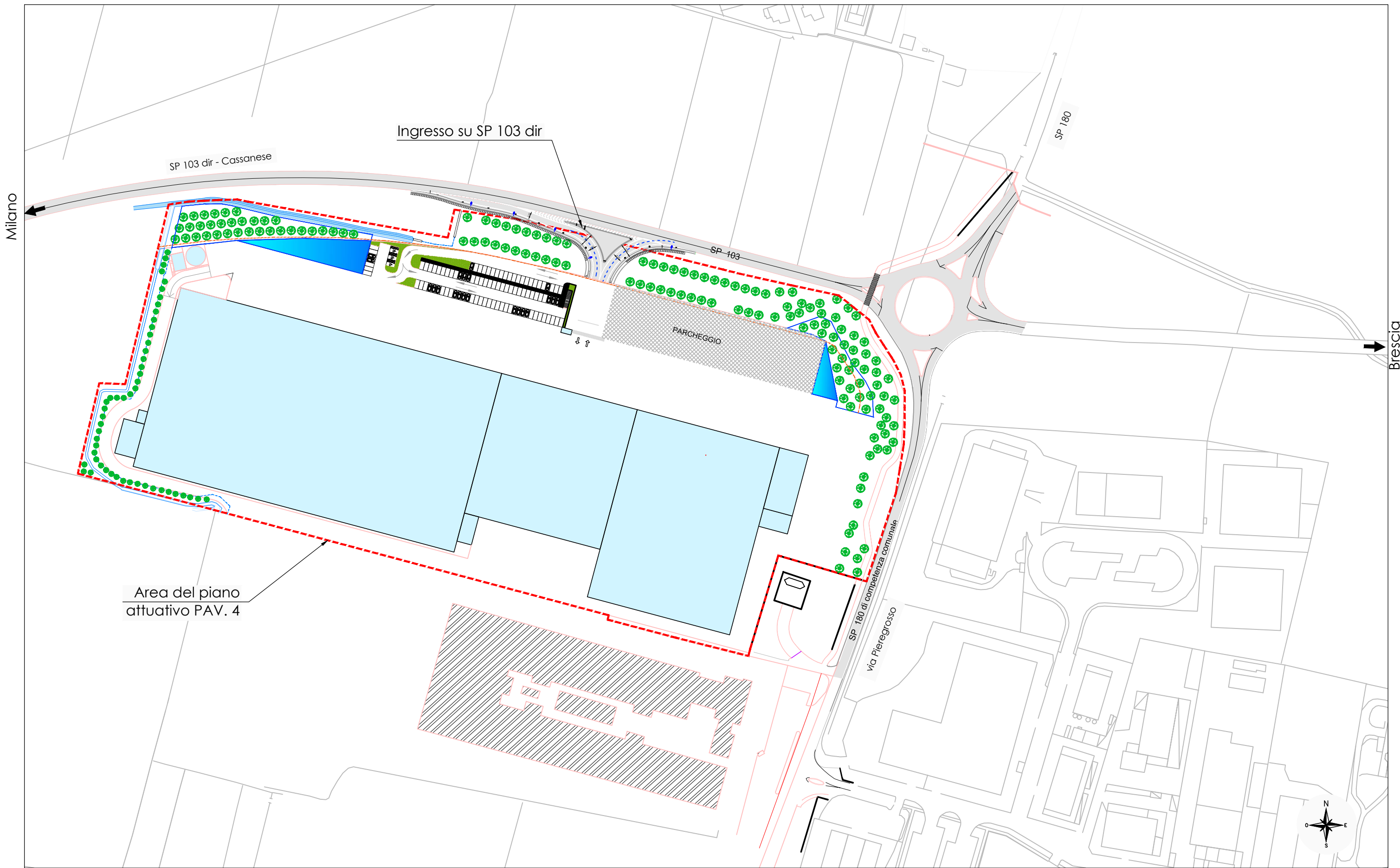
OGGETTO: POZZUOLO MARTESANA
 VARIANTE AL PIANO ATTUATIVO PER LA
 REALIZZAZIONE DI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

OGGETTO:
 STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

ELABORATO:
RILIEVI MANUALI
 17:00 - 18.00

SCALA GRAFICA 1:2.000
 0 m 20 40 60 80 100 m
 LEGENDA Area di studio Flussi totali Manovre attuali

DATA: MARZO 2019



OGGETTO: POZZUOLO MARTESANA
 VARIANTE AL PIANO ATTUATIVO PER LA
 REALIZZAZIONE DI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

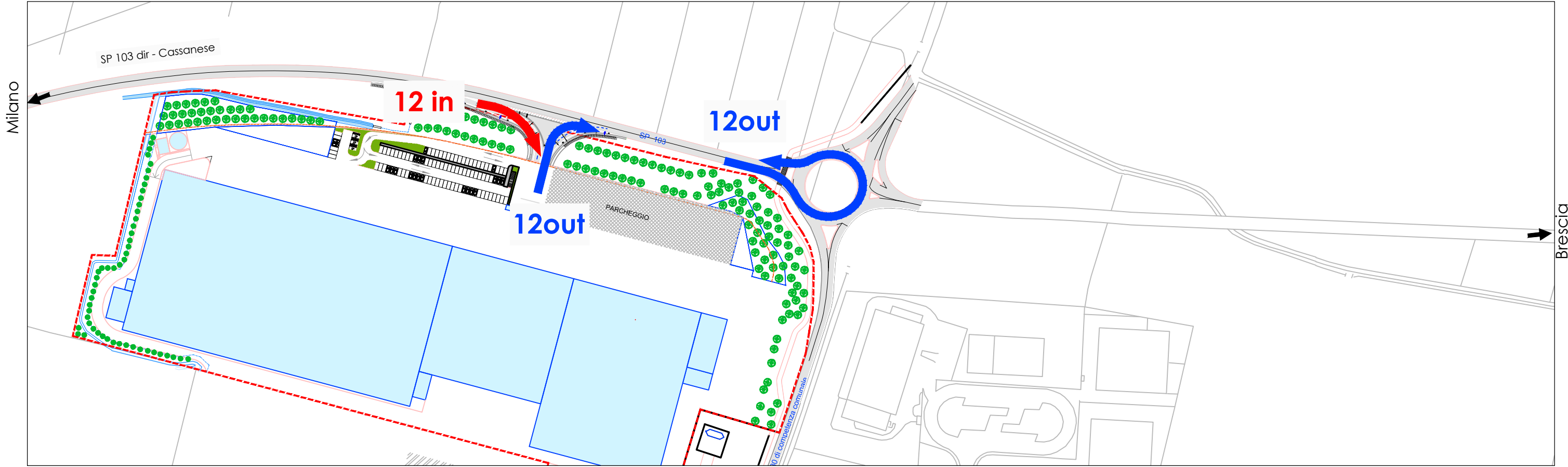
OGGETTO:
 STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

ELABORATO:
PLANIMETRIA DI PROGETTO

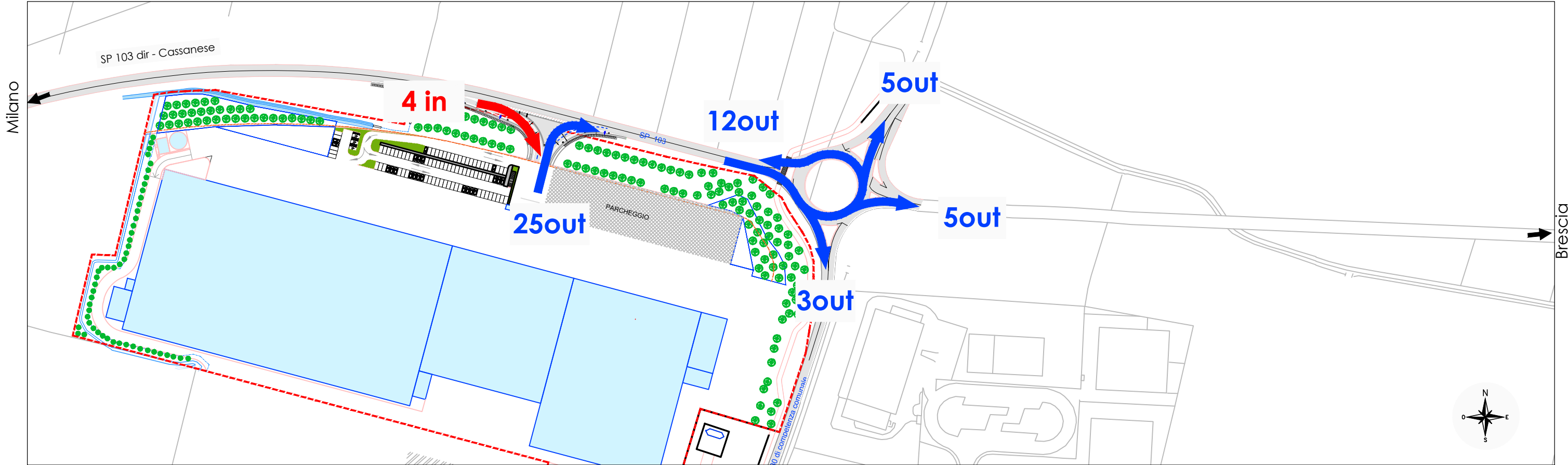
SCALA GRAFICA 1:2.000
 0 m 20 40 60 80 100 m
 LEGENDA

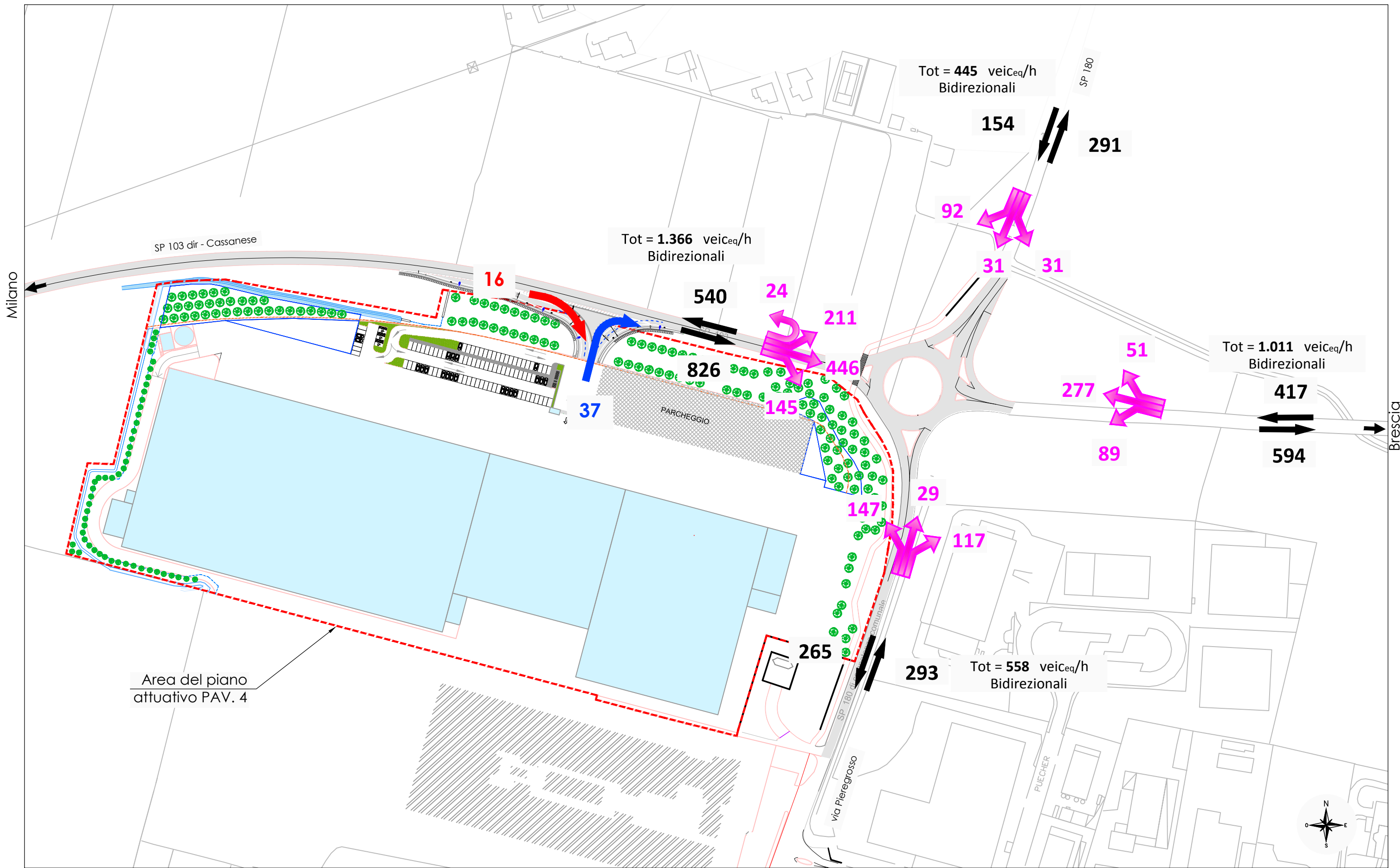
DATA: MARZO 2019
 LOTTO DI PROGETTO
 AREA VERDE
 VIABILITÀ DI PROGETTO

FLUSSI INDOTTI MEZZI PESANTI - veic. equivalenti



FLUSSI INDOTTI VEICOLI LEGGERI





B. RILIEVI DI TRAFFICO

POZZUOLO MARTESANA (MI)

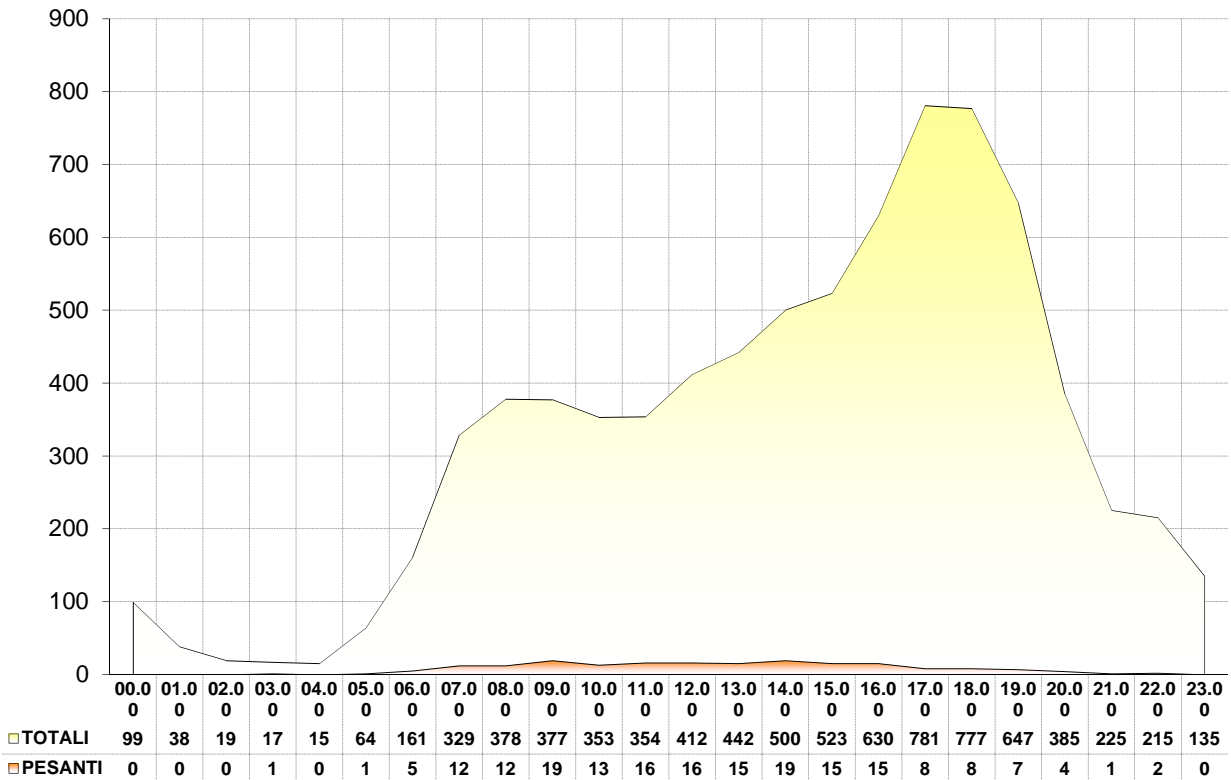
POSTAZIONE 1 - SP 103 dir km 2+400 - direzione Cassano d'Adda

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI



POZZUOLO MARTESANA (MI)

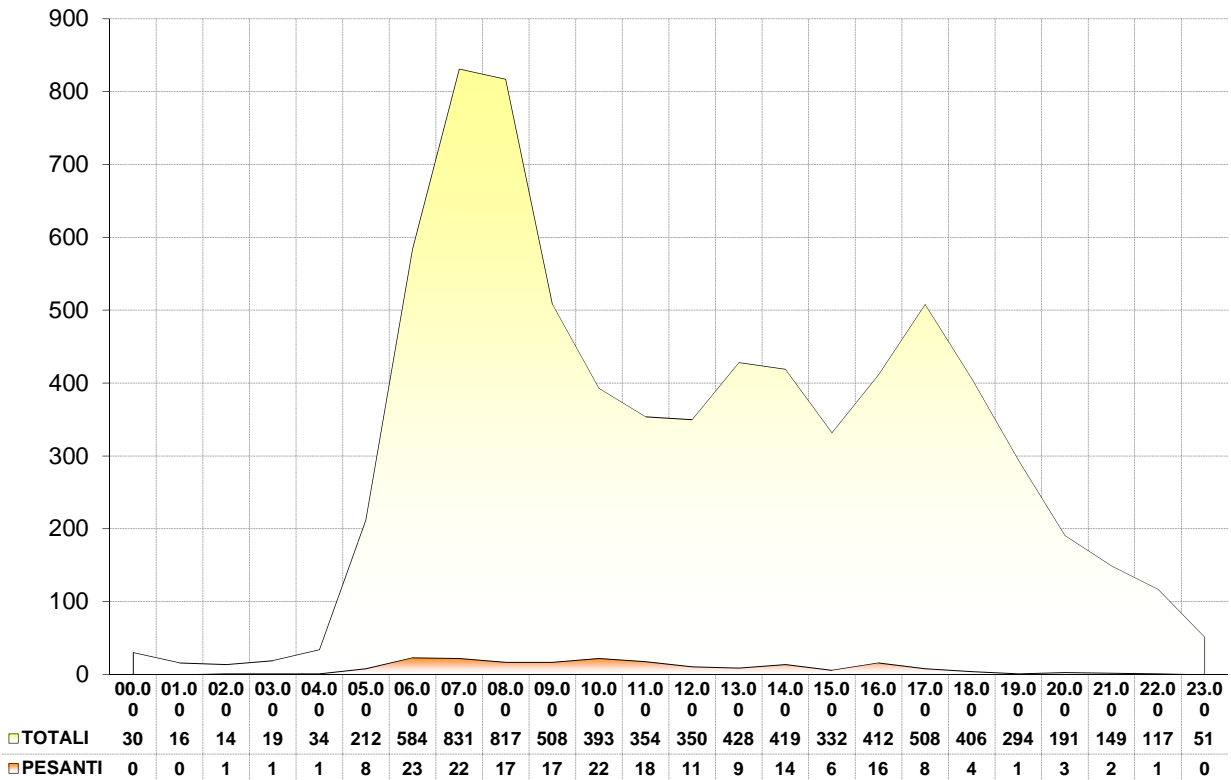
POSTAZIONE 2 - SP 103 dir km 2+400 - direzione Milano

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI



POZZUOLO MARTESANA (MI)

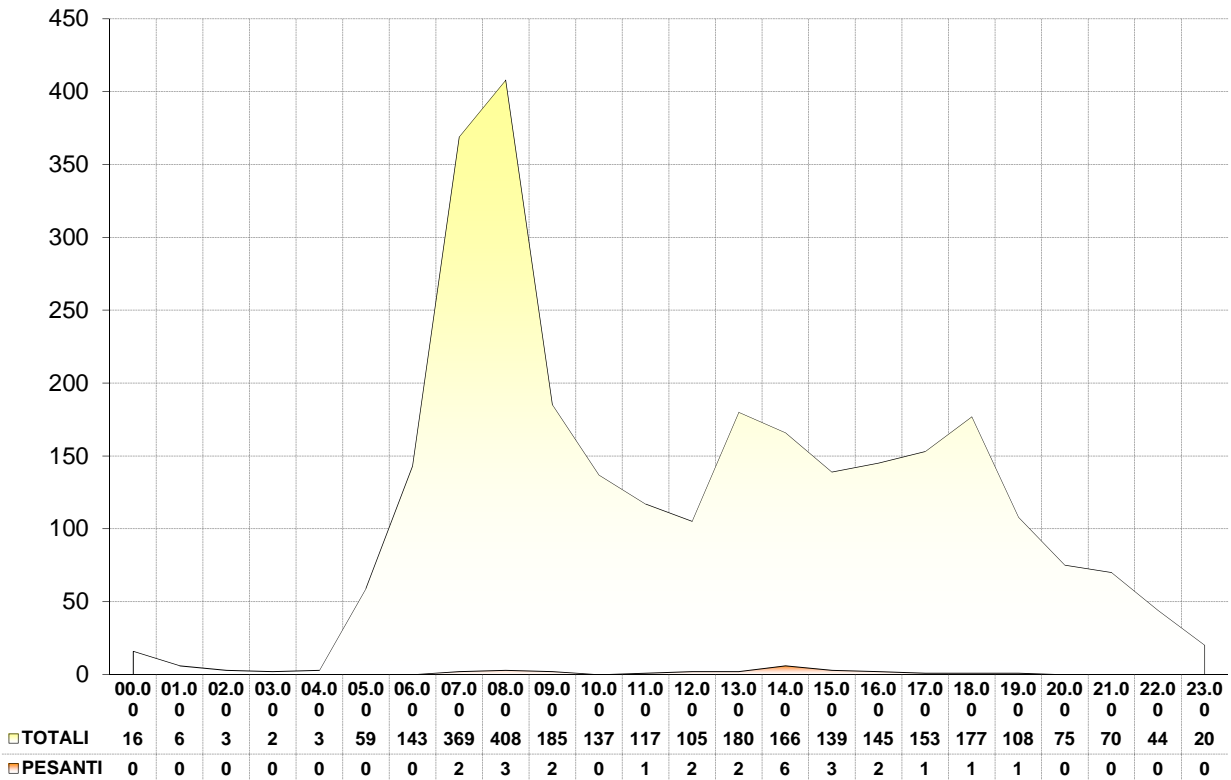
POSTAZIONE 3 - SP 180 km 1+300 - direzione Pozzuolo Martesana

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI



POZZUOLO MARTESANA (MI)

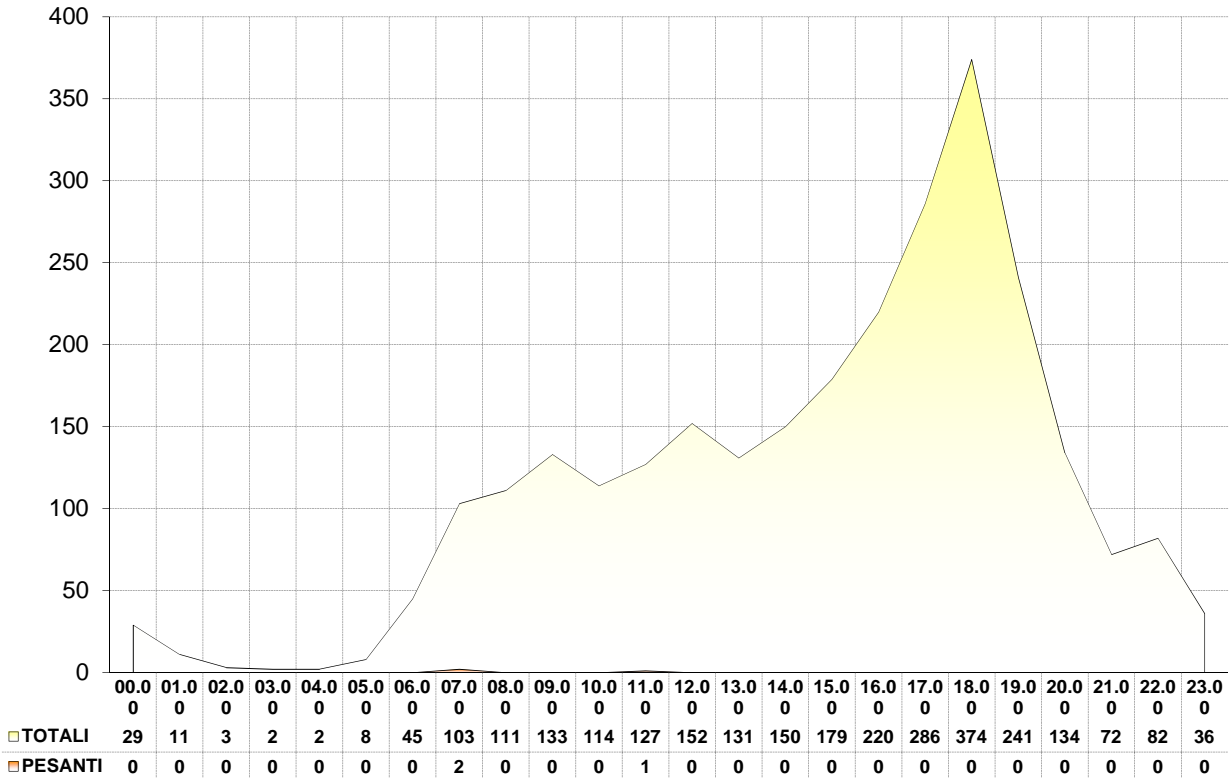
POSTAZIONE 4 - SP 180 km 1+300 - direzione Inzago

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI



POZZUOLO MARTESANA (MI)

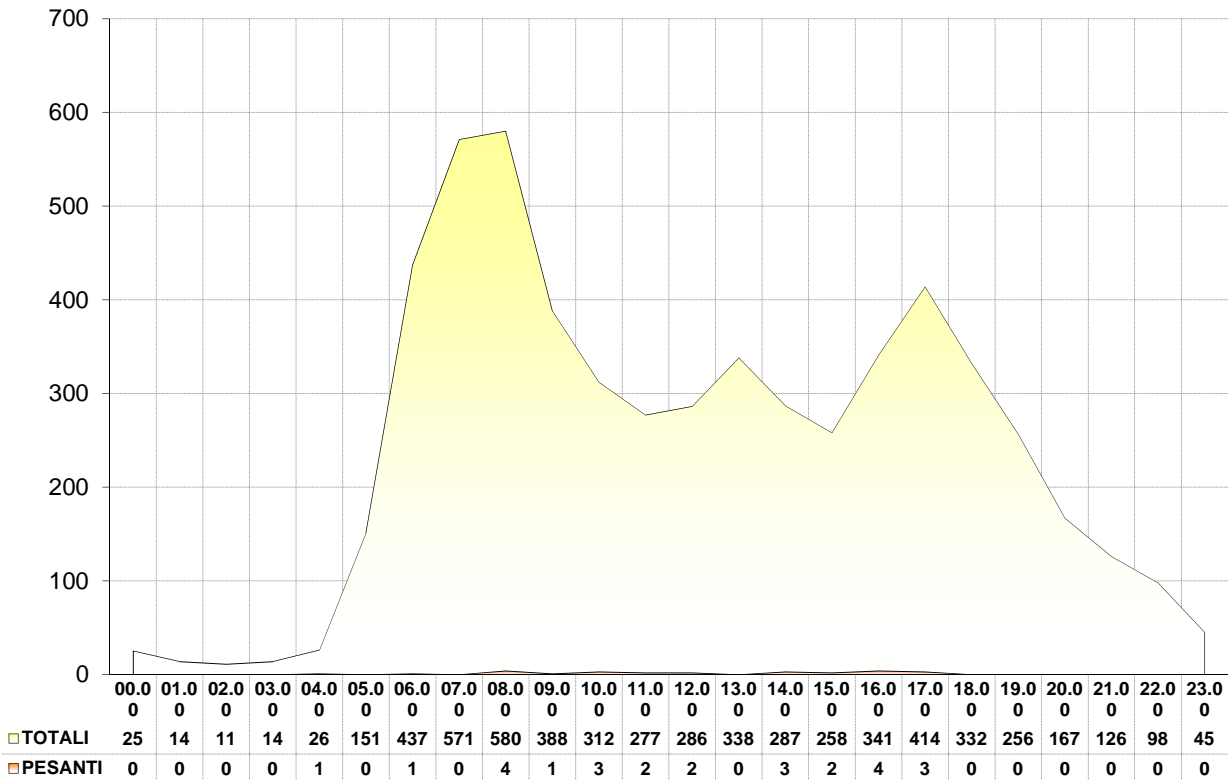
POSTAZIONE 5 - SP 103 dir km 3+000 - direzione Milano

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI



POZZUOLO MARTESANA (MI)

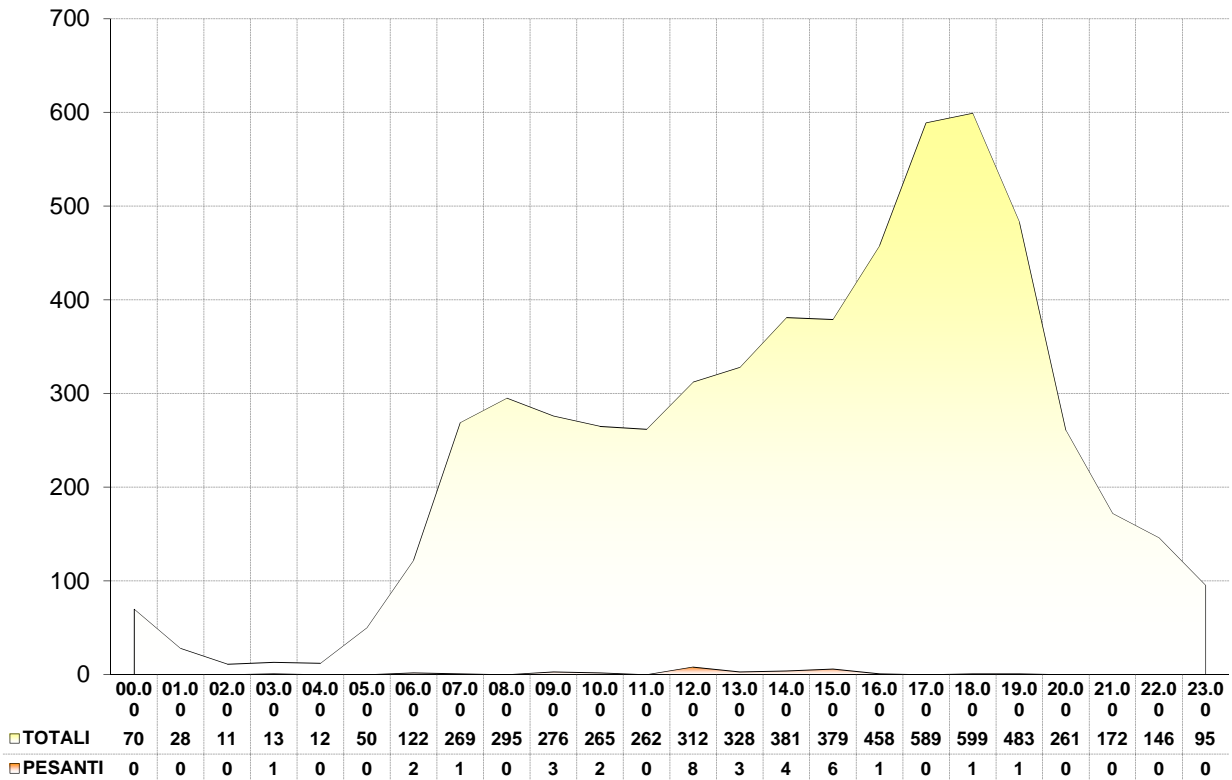
POSTAZIONE 6 - SP 103 dir km 3+000 - direzione Cassano d'Adda

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI



POZZUOLO MARTESANA (MI)

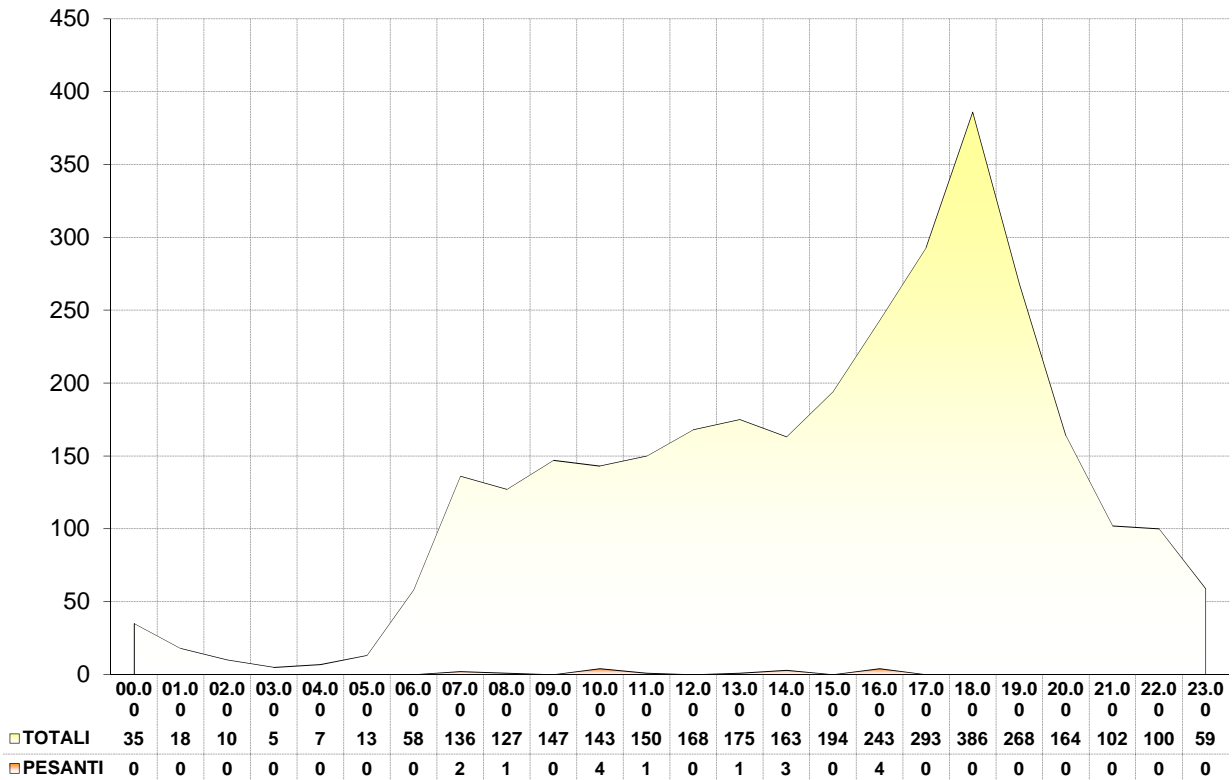
POSTAZIONE 7 - via Pieregrosso - direzione Inzago

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI



POZZUOLO MARTESANA (MI)

POSTAZIONE 8 - via Pieregrosso - direzione Pozzuolo Martesana

martedì 26/03/2019



VALORI MEDI AUTOMEZZI E MEZZI PESANTI

■ TOTALI ■ PESANTI

