

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		

CITTADELLA DELLA LOGISTICA

PERMESSO DI COSTRUIRE CON CONTESTUALE VARIANTE
AGLI STRUMENTI URBANISTICI ART.35 LRT 65/2014

RELAZIONE TECNICA

STUDIO DI IMPATTO SULLA VIABILITÀ

23P08DAR046RR-00

Professionista incaricato:

Ing. Luca Della Santina

00	2024/03/20	Prima Revisione - First Release	N.Cognome	N.Cognome	N.Cognome
REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
		<i>DESCRIPTION</i>	<i>PREPARED</i>	<i>CHECKED</i>	<i>APPROVED</i>

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. MICROSIMULAZIONE.....	4
2.1 – Considerazioni generali.....	4
2.2 – Stato attuale: scelta dello schema di rete e modello di offerta.....	5
2.3 – Stato attuale: matrici O/D e modello di domanda.....	7
2.4 – Stato attuale: risultati della microsimulazione.....	9
2.5 – Stato di progetto: scelta dello schema di rete e modello di offerta.....	16
2.6 – Stato di progetto: matrici O/D e modello di domanda.....	18
2.7 – Stato di progetto: risultati della microsimulazione.....	19
2.8 – Stato transitorio: scelta dello schema di rete e modello di offerta.....	23
2.9 – Stato transitorio: risultati della microsimulazione.....	23
2.10 – Evoluzione del sistema nel passaggio fra lo stato attuale e lo stato di progetto.....	28
2.11 – Evoluzione del sistema nel passaggio fra lo stato attuale e lo stato transitorio.....	40
2.12 – Considerazioni finali sui risultati della microsimulazione.....	52
3. ANALISI STATICA.....	53
3.1 – Introduzione.....	53
3.2 – Le Rotatorie.....	53
3.2.1 – Le caratteristiche geometriche delle rotatorie.....	54
3.2.2 – La capacità delle rotatorie ed il livello di servizio.....	55
3.2.3 – Il metodo SETRA.....	55
3.3 – Stato di Progetto - Risultati dell’analisi funzionale.....	57
3.4 – Stato Transitorio - Risultati dell’analisi funzionale.....	60
3.4.1 – Intersezione canalizzata a raso - nodo “A”.....	61
3.4.2 – Rotatorie - nodo “B” e nodo “C”.....	63
3.5 – Considerazioni finali sui risultati dell’analisi funzionale.....	64
4. ALLEGATI.....	66
Allegato “A” – Rilievi manuali del traffico.....	67
Allegato “B” - Elaborazioni.....	76
Densità veicolare media.....	
Velocità sugli archi media.....	
Ritardo complessivo.....	
Inquinamento acustico.....	
Inquinamento atmosferico – CO complessivo.....	
Inquinamento atmosferico – CO medio.....	
Inquinamento atmosferico – CO ₂ complessivo.....	
Inquinamento atmosferico – CO ₂ medio.....	
Inquinamento atmosferico – PM _x complessivo.....	
Inquinamento atmosferico – PM _x medio.....	

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

1. PREMESSA

Il presente studio è stato predisposto al fine di valutare le ricadute e gli effetti sul sistema viabilistico a seguito della realizzazione di un insediamento logistico/produttivo in loc. Lavoria nel Comune di Crespina Lorenzana (PI).

Lo studio è suddiviso in due parti.

Nella prima parte sono state applicate le tecniche di simulazione dinamica riferite alla rete oggetto di studio per la valutazione dell'impatto sulla circolazione del traffico generato/attratto dal nuovo polo logistico su tutte le altre componenti del sistema traffico. Mediante la calibrazione su dati rilevati in loco in maniera diretta, è stato possibile calibrare un modello di controllo e deflusso per la rete in esame.

Nella seconda parte è stata condotta l'analisi funzionale per il calcolo del livello di servizio estesa a quattro intersezioni a rotatoria, tre delle quali lungo la S.P. n°31 "Cucigliana-Lorenzana" e la quarta lungo la viabilità di nuova realizzazione a servizio del comparto.

A completamento dello studio, alla luce dei possibili tempi necessari alla realizzazione delle opere viarie a completamento dell'intervento, sia per la simulazione dinamica che per l'analisi funzionale delle rotatorie è stato analizzato uno scenario transitorio e temporaneo caratterizzato dalla domanda di trasporto dello stato di progetto con la viabilità dello stato attuale (eccezion fatta per le opere di viabilità interne al nuovo comparto e la rotatoria all'ingresso della S.G.C. FI-PI-LI – carreggiata direzione Livorno). I risultati delle analisi dello scenario transitorio sono riportati all'interno di ciascuna delle due parti in cui è suddiviso lo studio.

2. MICROSIMULAZIONE

Obiettivo principale dell'applicazione delle tecniche di simulazione dinamica alla rete oggetto di studio è sia la valutazione dell'impatto sulla circolazione del traffico generato/attratto dal nuovo polo logistico/industriale su tutte le altre componenti del sistema traffico, sia la valutazione dell'impatto sulla circolazione conseguente alla realizzazione delle nuove viabilità e accessi a servizio sia del nuovo polo che delle attività già presenti nella zona. Mediante l'acquisizione di dati di traffico rilevati in loco in maniera diretta, è stato possibile calibrare un modello di controllo e deflusso per la rete in esame. Lo stesso modello diventa poi, nella seconda fase, strumento di riferimento e verifica delle condizioni operative future e delle prestazioni dell'intera rete che da queste derivano. Ciò rende possibile l'eventuale verifica di più scenari, così come l'individuazione di eventuali problematiche e la previsione delle altrettanto eventuali possibili soluzioni.

2.1 – Considerazioni generali

Il ricorso a metodi di analisi che utilizzano modelli dinamici per l'assegnazione del traffico veicolare alle reti di trasporto consente di rappresentare l'evoluzione temporale delle condizioni del deflusso e delle sue caratteristiche quali densità veicolari, occupazione delle corsie, velocità, code, tempi di attesa.

Sebbene i fenomeni dinamici caratterizzanti una rete di traffico possano essere studiati dinamicamente mediante un approccio di tipo macroscopico, talvolta risulta necessario affinare il livello di dettaglio, quantomeno su porzioni di rete di dimensioni limitate, per poter descrivere in maniera accurata la evoluzione dello stato del sistema di trasporto.

Infatti, per poter descrivere in maniera accurata l'evoluzione dello stato del sistema di trasporto è possibile ricorrere a modelli microscopici, che utilizzano un approccio disaggregato a livello di singolo veicolo per la rappresentazione delle prestazioni d'arco, ed un approccio discreto per la rappresentazione del flusso, essendo la corrente veicolare analizzata per ciascun veicolo che compone la corrente, e a ciascun veicolo sono riferite le variabili che esprimono le prestazioni di rete. Essi consentono di modellare con maggior dettaglio i flussi veicolari, cercando di descrivere nella maniera più accurata possibile le interazioni tra i componenti delle correnti di traffico in termini di azione e reazione tra i diversi veicoli.

I modelli di micro-simulazione del traffico, simulando il comportamento di ogni singolo elemento che compone la corrente veicolare con le sue specifiche caratteristiche di guida, sono in grado di fornire tutti gli elementi per una dettagliata analisi quantitativa (quali le variazioni dei tempi di percorrenza, della durata delle code, dei consumi di carburante, delle emissioni di inquinanti, etc.). Inoltre, vengono descritte con un elevato grado di dettaglio anche quelle caratteristiche del modello di offerta con cui i guidatori dei veicoli interagiscono (i semafori con le loro caratteristiche e piani di fasatura, il posizionamento e funzionamento di rilevatori di traffico, ...). Anche la scelta del percorso viene periodicamente calcolata in funzione delle mutate condizioni della rete (presenza di congestione e/o di un eventuale impedimento alla circolazione).

Tali studi vengono affrontati mediante il ricorso a software specifici per la micro-simulazione, che richiedono la definizione di modelli di deflusso, di scelta del percorso e di assegnazione.

In particolare, il modello di assegnazione restituisce i flussi di percorso relativi agli utenti che partono da una origine, in un intervallo temporale, per raggiungere la destinazione. Tali flussi dipendono dall'entità della domanda di spostamento dall'origine alla destinazione, che parte nell'intervallo considerato, e dalla probabilità di scelta del percorso, dati l'intervallo di partenza e la coppia origine-destinazione. Dai flussi di percorso si ricavano i flussi di arco per ciascun intervallo temporale, rendendo così possibile la verifica funzionale e prestazionale della rete analizzata.

Il livello di dettaglio e di accuratezza delle informazioni richieste per questo tipo di modelli è generalmente elevato, al punto che i modelli microscopici vengono generalmente impiegati per l'analisi dettagliata di singole intersezioni stradali o piccole porzioni di rete.

Alla base della riproduzione del deflusso veicolare condotta dai modelli di simulazione del traffico di tipo microscopico c'è la riproduzione del comportamento individuale di ciascun veicolo. Pertanto, per riprodurre le dinamiche dei fenomeni del deflusso, si considerano modelli comportamentali che tengono conto delle reazioni dei conducenti. Infatti, l'assunto alla base dei modelli di microsimulazione è che la dinamica del

deflusso del traffico è il risultato di una serie di scelte effettuate da ciascun conducente al fine di regolare la propria velocità ed accelerazione in funzione delle informazioni ricevute.

Come accennato, possono essere considerati dei modelli comportamentali, in quanto tentano di descrivere il comportamento e le scelte individuali degli utenti. In genere sono definiti tramite delle leggi ed equazioni che determinano quando un veicolo accelera, decelera, cambia corsia, ma anche come e quando i veicoli scelgono e cambiano i percorsi per raggiungere la destinazione del loro spostamento. L'approccio è definito di tipo micro poiché, durante tutto l'intervallo di analisi, viene simulato il comportamento di ogni singolo veicolo e le sue interazioni con gli altri veicoli e con le infrastrutture stradali, sulla base di algoritmi decisionali di tipo comportamentale, che stabiliscono di volta in volta il cambio di corsia, regolano la distanza dal veicolo che precede, l'immissione nelle corsie di accelerazione e decelerazione, l'effettuazione della manovra di sorpasso o di parcheggio. Anche la scelta del percorso viene periodicamente calcolata in funzione delle mutate condizioni della rete (presenza di congestione e/o di un eventuale impedimento alla circolazione). Ad ogni veicolo sono associate caratteristiche dimensionali e comportamentali; le prime riguardano lunghezza, larghezza, velocità massima, accelerazione dei veicoli, e le seconde sono relative alla guida dei conducenti, quali il vincolo costituito dal rispetto dei limiti di velocità, oppure l'aggressività del conducente, e così via.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di analizzare un sistema di trasporto stradale e le sue variazioni legate all'introduzione di un nuovo elemento generatore/attrattore. In tale contesto, in cui sono presenti fenomeni di sovra-saturazione temporanea di alcuni elementi dell'offerta, di formazione e dispersione di code, si rende necessario il ricorso a metodologie di assegnazione di tipo dinamico e, nel caso particolare, a procedure di microsimulazione.

Queste richiedono l'uso di modelli di deflusso, di scelta del percorso e di assegnazione.

In particolare, la specificazione della scelta del percorso richiede la definizione dell'insieme delle alternative e del modello di scelta del percorso. L'insieme delle alternative viene generalmente definito in modo comportamentale, ovvero selezionando i percorsi sulla base di regole comportamentali dell'utente.

I modelli di scelta del percorso possono essere dinamici o statici.

Fra i modelli di scelta del percorso dinamici esistono due tipologie:

- preventivi (pre-trip), in cui l'utente sceglie il percorso sulla base dell'origine, della destinazione e della fascia oraria di partenza, prima dell'inizio del viaggio;
- adattivi (en-route), in cui l'utente può modificare, durante il viaggio, il suo percorso sulla base delle correnti condizioni di traffico sulla rete.

Inoltre, essi possono essere:

- deterministici, in cui viene scelto il percorso per ciascun utente avente il minimo costo;
- stocastici, in cui ad ogni utente viene associata una probabilità di spostarsi utilizzando uno dei percorsi definiti nell'insieme delle alternative.

Relativamente al modello di assegnazione, è importante osservare che questo restituisce i flussi di percorso relativi agli utenti che partono da una origine, in un intervallo temporale, per raggiungere la destinazione. Tali flussi dipendono dall'entità della domanda di spostamento dall'origine alla destinazione, che parte nell'intervallo considerato, e dalla probabilità di scelta del percorso, dati l'intervallo di partenza e la coppia origine-destinazione.

Dai flussi di percorso, infine, si ricavano i flussi di arco per ciascun intervallo temporale, e di conseguenza tutti gli altri parametri di interesse (densità veicolari, velocità medie, perdite di tempo, inquinamento atmosferico e acustico, ecc.).

2.2 – Stato attuale: scelta dello schema di rete e modello di offerta

Le rete oggetto di studio è dimensioni piuttosto ridotte, tali comunque da giustificare l'impiego di una modellazione di tipo microscopico.

Il modello di rete utilizzato per l'analisi dello stato attuale è rappresentato in Figura 2.

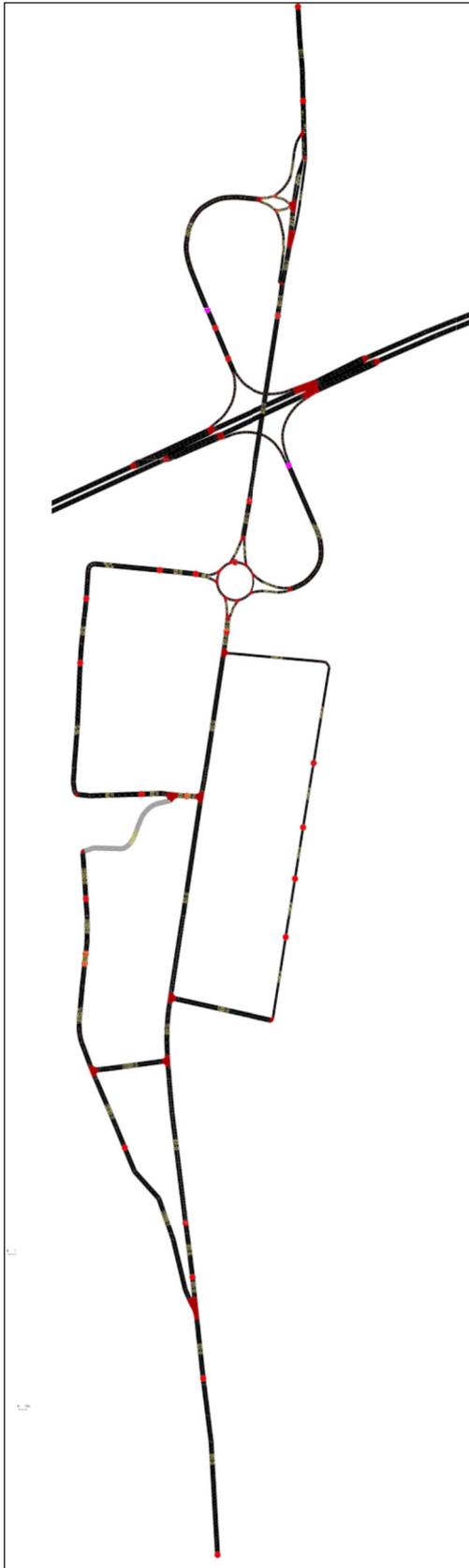


Figura 1: modello di rete dello stato attuale

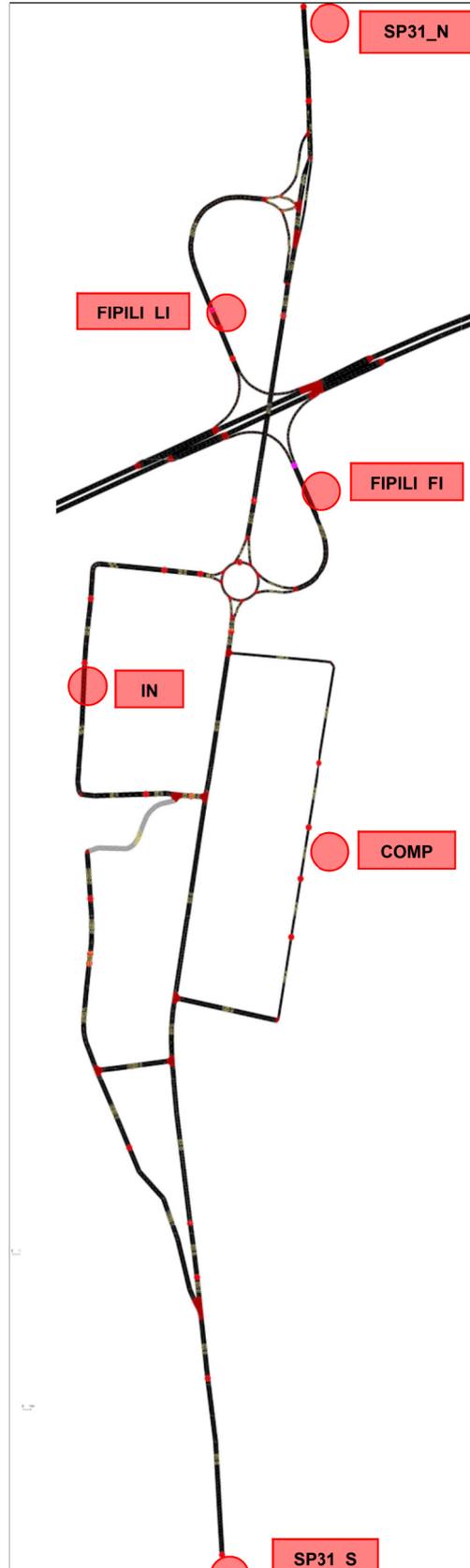


Figura 2: schema zone origine/destinazione

È evidente inoltre che, al di là delle piccole sotto-reti esterne alla principale direttrice di traffico, utilizzate per l'accesso alle attività presenti nella zona, non vi sono percorsi alternativi per i percorsi origine-destinazione.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Inoltre, il modello attuale è stato descritto utilizzando informazioni più dettagliate possibile in merito alle caratteristiche dei singoli archi: queste caratteristiche sono tali che gli eventuali possibili percorsi “interni” da utilizzare come possibili scorciatoie sono, di fatto, percorsi a costo maggiore (maggiori tempi di percorrenza, maggiori lunghezze, presenza di ulteriori intersezioni, sono ossia percorsi di maggior costo), e pertanto non vengono scelti dagli utenti.

Il modello di domanda è stato costruito sulla base dello schema di origini e destinazioni rappresentato in Figura 2.

Come è possibile osservare, vi sono 6 zone di origine/destinazione. Alcune di queste sono zone ricadono su archi interni intermedi alla rete modellata (IND e COMP), ossia sugli archi intermedi che devono essere percorsi per accedere ai comparti industriali esistenti, e rappresentano il traffico generato/attratto dalle attività che sono situate all'interno di questo. Nel modello di rete è presente anche la Strada di Grande Comunicazione FI-PI-LI: il traffico che da questa si dirige verso le zone di interesse di questo studio e quello che da queste si dirige verso la FI-PI-LI è rappresentato dalle zone O/D FIPILI_LI e FIPILI_FI, ossia non è stato effettivamente inserito nel modello il traffico che percorre la FI-PI-LI ma solo quello in entrata e uscita da questa.

A ciascuno degli archi che compongono la rete sono state assegnate le rispettive caratteristiche, in termini di numero e larghezza delle corsie, velocità massima ammessa, tipo di circolazione e livello gerarchico all'interno della rete schematizzata. Per i rami di ingresso e uscita dalle rotatorie, così come i singoli archi che costituiscono gli anelli delle rotatorie, tali parametri sono stati scelti sulla base di osservazioni dirette sul posto, in modo da riprodurre le condizioni di circolazione in maniera più aderente possibile alla realtà.

2.3 – Stato attuale: matrici O/D e modello di domanda

Il modello di domanda è descritto da matrici origine/destinazione, la cui costruzione è basata su una serie di rilievi manuali condotti nel mese di marzo 2023 negli intervalli orari 07:00 – 09:00 e 17:00 – 19:00. Oltre ai rilievi manuali, sono stati utilizzati i dati di traffico disponibili per le rampe di accesso alla FI-PI-LI, questi ultimi acquisiti dai sistemi di rilevazione automatica della Regione Toscana.

I dati rilevati sono stati poi maneggiati in modo da renderli coerenti fra di loro, essendo stati registrati in giorni diversi. Inoltre, deve essere osservato che i dati acquisiti relativamente alle rampe di accesso alla FI-PI-LI provengono da sensori di rilievo automatico, di proprietà della Regione Toscana. Fra quelli di interesse, posti sulle rampe di accesso dello svincolo di Lavoria, ne è presente uno (rampa FIPILI_LI in uscita dalla carreggiata in direzione Firenze) che non risulta funzionante: per tale motivo, i volumi di traffico da impiegare per la costruzione delle matrici O/D sono stati ottenuti confrontando i dati della rampa in direzione Firenze, ed assumendo gli stessi volumi di traffico in ingresso di questa.

Dalle analisi dei dati rilevati è stato possibile stabilire che l'ora di punta dell'intera giornata è quella compresa fra le 17:30 e le 18:30.

In ogni caso, al fine di non ottenere risultati influenzati da fenomeni di carico e scarico della rete, le simulazioni sono state eseguite riferendosi all'intera fascia oraria 17:00 – 19:00; i risultati analizzati sono stati quindi estratti per la sola ora di punta sopra indicata, scartando quindi l'intervallo 17:00 – 17:30 e 18:30 – 19:00.

Ricorrendo a un metodo iterativo di uso ormai consolidato nella ricostruzione delle matrici O/D a partire da rilievi di traffico, sono state costruite 4 matrici, riferite ai veicoli leggeri, pesanti, ai furgoni e ai mezzi a 2 ruote.

Le matrici O/D sono riportate di seguito, dove i numeri individuano ciascuna delle zone di origine/destinazione come qui sotto specificato.

Strada	Zona O/D
SP31_N	1
FIPILI_LI	2
FIPILI_FI	3
IND	4
COMP	5

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Zona O/D
SP31_S	6

Tabella 1: Matrice O/D veicoli leggeri - stato attuale

O/D	1	2	3	4	5	6
1	0	78	94	4	7	512
2	79	0	28	1	2	150
3	149	43	0	2	4	284
4	20	6	7	0	1	39
5	48	14	17	1	0	92
6	469	136	165	6	12	0

Tabella 2: Matrice O/D furgoni - stato attuale

O/D	1	2	3	4	5	6
1	0	6	10	1	1	18
2	11	0	7	1	0	13
3	19	8	0	2	1	23
4	2	1	1	0	0	2
5	13	5	8	1	0	15
6	33	14	22	3	1	0

Tabella 3: Matrice O/D veicoli pesanti - stato attuale

O/D	1	2	3	4	5	6
1	0	3	2	0	0	6
2	3	0	5	0	1	18
3	2	6	0	0	0	12
4	0	0	0	0	0	1
5	3	10	6	0	0	20
6	4	12	7	0	1	0

Tabella 4: Matrice O/D veicoli a 2 ruote - stato attuale

O/D	1	2	3	4	5	6
1	0	2	2	2	2	13
2	1	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0
6	6	0	0	0	0	0

Per ciascuna delle categorie individuate si è proceduto a suddividere i volumi di traffico in uno specifico spettro, secondo le osservazioni condotte in sito. Per ciascun tipo di veicolo all'interno dello spettro sono state assunte determinate caratteristiche di dimensioni, di prestazioni e di inquinamento, oltre alla relativa percentuale all'interno della singola tipologia. In particolare:

- Veicoli leggeri
 - o Generic passenger car 25%
 - o Sedan passenger car 10%
 - o Hatchback passenger car 50%

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

- Wagon passenger car 10%
- Van passenger car 5%
- Furgoni
 - Emergency vehicle 5%
 - Generic delivery vehicle 95%
- Pesanti
 - Semitrailer 45%
 - Trailer 35%
 - Generic truck 20%
- Due ruote
 - Ciclomotori 40%
 - Scooter > 50cc 40%
 - Motocicli 20%

2.4 – Stato attuale: risultati della microsimulazione

Per la microsimulazione si è fatto ricorso al software SUMO, acronimo per Simulation of Urban MObility, sviluppato dal Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt.

Tale software, di tipo open source, presenta il considerevole vantaggio di poter essere facilmente adattato alle singole condizioni di applicazione.

Come specificato in precedenza, la simulazione è stata eseguita sull'intero intervallo orario 17:00 – 19:00, salvo poi estrapolare i dati relativi alla sola ora di punta 17:30 – 18:30, suddivisi per intervalli di 15 minuti. Si sono ossia analizzati i risultati relativi agli intervalli orari 17:30 – 17:45, 17:45 – 18:00, 18:00 – 18:15 e 18:15 – 18:30.

Per una valutazione dell'affidabilità del modello, si sono confrontati i volumi di traffico misurati sugli archi durante i rilievi manuali con quelli derivanti dall'assegnazione. I risultati sono riportati di seguito, sia in forma tabellare che grafica.

Tabella 5: confronto volumi misurati/volumi simulati

ARCO	VOLUMI SIMULATI				VOLUMI MISURATI			
	17:30-17:45	17:45-18:00	18:15-18:30	18:30-18:45	17:30-17:45	17:45-18:00	18:15-18:30	18:30-18:45
SP31_1	102	91	96	117	88	72	120	108
SP31_2	96	140	106	97	108	115	105	102
SP31_12	121	165	121	120	115	122	122	102
SP31_15	122	110	117	125	113	102	111	116
IND_03	6	5	6	6	3	3	2	2
IND_04	13	13	14	29	10	7	19	4
SP31_20	137	168	132	125	118	131	127	128
SP31_23	165	150	162	157	127	115	148	129
COMP_08	59	84	62	60	10	23	32	38
COMP_01	37	48	32	38	8	8	3	8
SP31_36	107	132	105	122	134	97	117	121
SP31_41	160	152	164	155	147	148	148	150

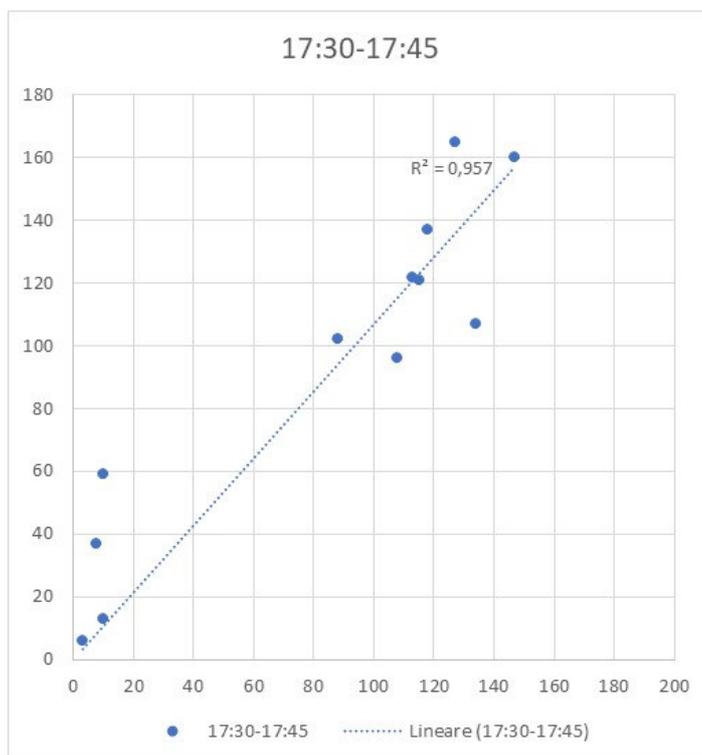


Figura 3: confronto volumi misurati/volumi simulati - periodo 17:30 - 17:45

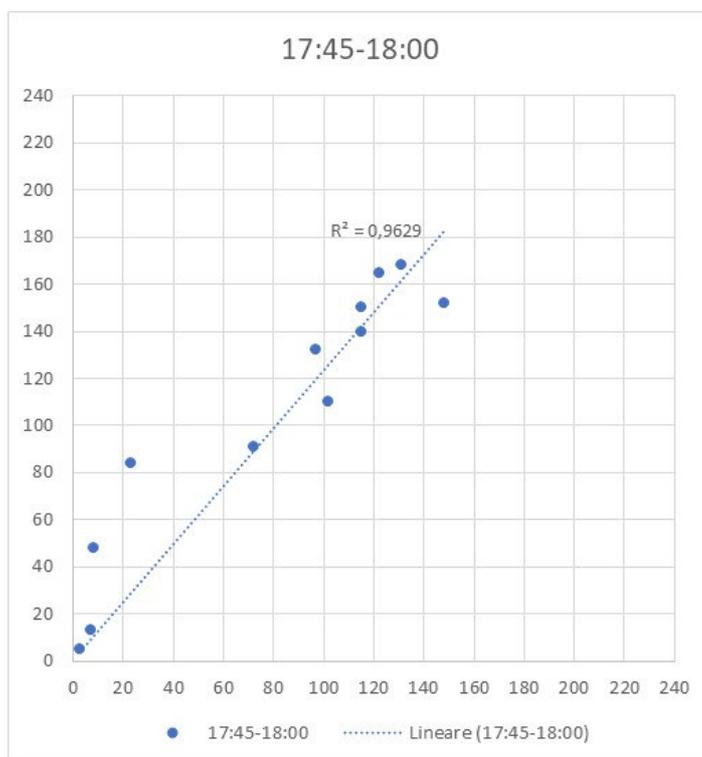


Figura 4: confronto volumi misurati/volumi simulati - periodo 17:45 - 18:00

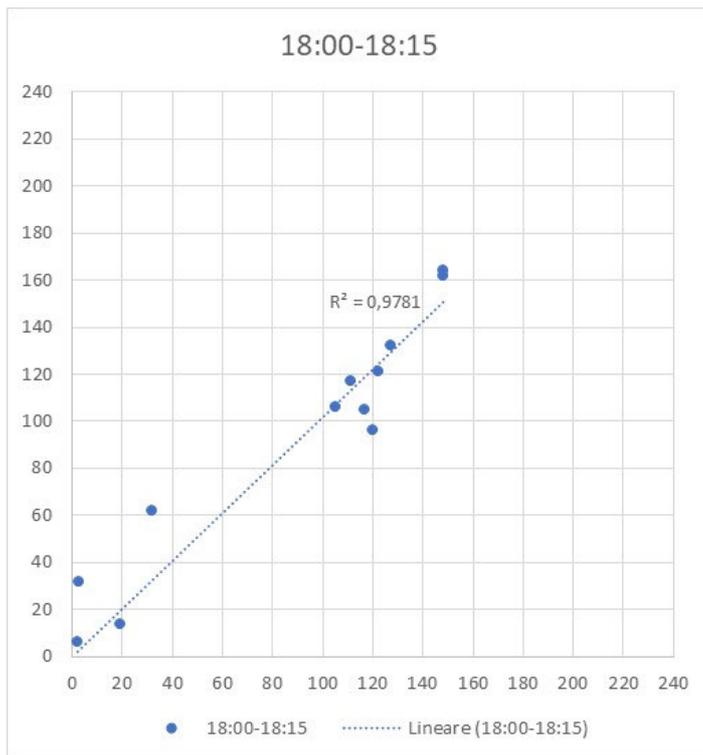


Figura 5: confronto volumi misurati/volumi simulati - periodo 18:00 - 18:15

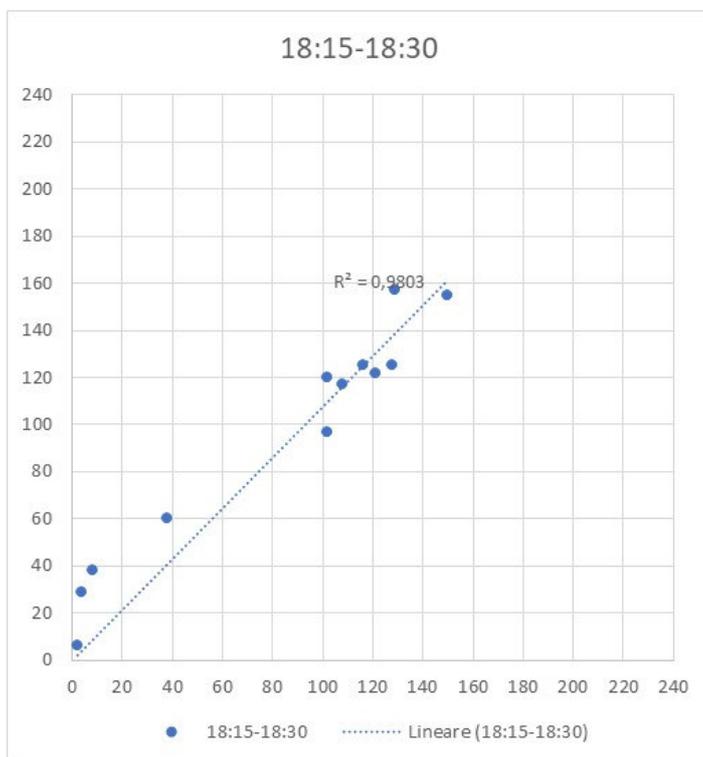


Figura 6: confronto volumi misurati/volumi simulati - periodo 18:15 - 18:30

Risulta evidente dal confronto fra volumi misurati e volumi simulati che il modello calibrato ben rappresenta le condizioni attuali di circolazione. I valori della statistica R², per tutti e 4 gli intervalli da 15 minuti assunti a riferimento, risultano superiori a 0.80, mostrando l'effettiva affidabilità del modello (si ricorda che, dalla

letteratura di settore, sono considerati come affidabili modelli con valori della statistica R^2 superiori a 0.65–0.70).

Si osserva comunque che il primo quarto d'ora di simulazione sembra risentire ancora, in maniera seppur marginale, di un effetto di carico della rete, che nei quarti d'ora successivi invece di fatto scompare. Tale situazione comunque non influenza in alcun modo i risultati finali della simulazione.

Stabilita l'affidabilità del modello, dai risultati della simulazione sono stati estratti i dati relativi ai seguenti parametri:

- Dati sulle caratteristiche del deflusso
 - o Time loss: tempo perso totale, in secondi, da tutti i veicoli che hanno percorso l'arco durante la simulazione
 - o Density: densità media sull'arco in veh/km
 - o Speed: velocità di percorrenza media dell'arco in m/s
- Dati sulle emissioni inquinanti atmosferiche
 - o CO_abs: milligrammi totali di CO emessi sull'arco durante l'intera simulazione
 - o CO2_abs: milligrammi totali di CO2 emessi sull'arco durante l'intera simulazione
 - o PMx_abs: milligrammi totali di particolato emessi sull'arco durante l'intera simulazione
 - o CO_normed: emissioni medie di CO emessi sull'arco durante l'intera simulazione, in g/km/h
 - o CO2_normed: emissioni medie di CO2 emessi sull'arco durante l'intera simulazione, in g/km/h
 - o PMx_normed: emissioni medie di particolato emessi sull'arco durante l'intera simulazione, in g/km/h
- Dati sulle emissioni acustiche
 - o Noise: in dBA, è il valore equivalente, ossia il valore del livello sonoro che, costante nel tempo, possiede lo stesso contenuto energetico del livello sonoro reale variabile nel tempo

Si riporta di seguito, in formato tabellare, il riepilogo dei risultati di cui sopra. In particolare, essendo stata condotta l'analisi per intervalli di 15 minuti, nelle tabelle si riportano i risultati di questa, per i soli archi di maggior interesse, condotta valutando l'85° percentile dei risultati ottenuti nei singoli intervalli di 15 minuti. A quanto appena descritto fanno eccezioni i parametri delle emissioni complessive (CO_abs, CO2_abs, PMx_abs), per i quali si riportano invece le somme riferite all'ora di analisi.

Si rimanda poi agli allegati per la rappresentazione grafica dei risultati.

Tabella 6: Riepilogo dei risultati della simulazione - stato attuale

	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
SP31_1 - SP31_1	9,8	17,4	333,3	68,2	179741,0	1698,6	7134019,0	63895,4	984,1	8,8	406
SP31_2 - SP31_2	13,7	11,9	618,8	69,5	484760,9	5207,1	16906060,0	174796,7	2416,2	25,0	439
SP31_13 - SP31_13	23,8	14,9	526,2	67,4	165881,5	5265,0	6624247,6	182238,1	928,6	26,4	474
SP31_10 - SP31_10	25,1	9,7	543,7	65,7	175994,7	5591,9	7202170,5	218646,8	1022,6	31,1	527
SP31_12 - SP31_12	25,2	10,5	3413,9	72,4	954786,0	5349,8	37074941,6	189522,7	5222,8	26,7	527
SP31_15 - SP31_15	27,3	14,6	4029,0	72,4	958639,3	5717,5	32526714,9	175740,5	4474,3	23,9	474
SP31_17 - SP31_17	38,6	12,1	1193,3	65,0	218800,5	7801,1	6865247,8	224286,6	938,2	30,4	474
SP31_14 - SP31_14	28,2	11,1	734,4	67,8	249962,5	6986,6	10333866,4	260623,5	1493,1	37,0	527
SP31_23 - SP31_23	56,9	6,2	558,3	66,1	151157,4	13858,9	5851977,0	479292,2	873,5	72,5	634
SP31_20 - SP31_20	45,4	7,7	413,3	63,9	109332,3	9033,8	5243200,2	435764,5	798,5	68,9	562
SP31_27 - SP31_27	48,3	6,7	5883,2	72,2	1373465,0	9903,8	47559305,4	328685,4	6980,1	48,1	634
SP31_24 - SP31_24	17,5	8,0	1963,5	69,1	521058,9	3931,3	17627921,0	121190,4	2494,7	17,0	297
SP31_29 - SP31_29	45,4	8,6	7431,4	73,6	1929638,4	9926,2	68189676,6	337287,3	10043,3	50,2	640
SP31_26 - SP31_26	21,2	9,6	3461,9	71,0	961471,7	6128,7	31797522,8	190873,4	4492,8	27,0	324
SP31_31 - SP31_31	34,9	10,3	1321,3	69,1	469817,3	8891,3	18030267,6	343452,7	2704,2	52,6	627
SP31_28 - SP31_28	21,8	9,4	760,2	66,5	289263,8	5769,3	10745712,0	193659,9	1522,4	27,2	466
SP31_30 - SP31_30	25,5	9,9	3113,0	70,2	790106,7	5521,8	26914111,5	173410,6	3674,5	23,4	466
SP31_33 - SP31_33	33,5	14,8	4674,8	71,4	1009032,9	6658,6	35598226,4	236804,0	5326,7	35,4	412
SP31_34 - SP31_34	27,2	12,0	386,6	63,9	93252,5	5130,4	3412109,9	165342,3	467,6	22,5	466
SP31_37 - SP31_37	46,0	14,5	813,6	64,8	160806,1	9619,5	6149265,0	357396,7	953,5	55,0	412
SP31_36 - SP31_36	24,7	12,6	1072,5	67,2	269553,3	5106,0	9030899,5	153472,9	1213,4	20,4	466
SP31_41 - SP31_41	48,1	13,5	2405,9	69,2	567905,5	10783,4	20710826,2	360942,3	3053,6	51,9	631
SP31_38 - SP31_38	14,2	14,2	1325,6	71,7	516660,6	2486,5	19928705,7	95211,0	2699,9	12,7	466
SP31_43 - SP31_43	34,1	13,2	4656,4	74,4	1668852,1	9740,1	62044989,5	342089,3	9114,9	49,8	631
FIPILI_LI_07 - FIPILI_LI_07	7,4	12,5	633,8	69,6	293304,2	1525,4	17179681,7	87163,6	2578,0	13,1	182
FIPILI_LI_08 - FIPILI_LI_08	6,0	14,0	416,8	67,8	159269,0	1020,4	7630776,4	43401,9	1086,4	6,2	162
FIPILI_FI_03 - FIPILI_FI_03	15,8	8,9	1676,1	68,6	370827,9	2814,6	14478198,5	110167,0	2130,5	17,0	283

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale				
Strada	Density	Speed	Timeloss	Noise	Emiss. Tot. CO	Emiss. medie CO	Emiss. Tot. CO2	Emiss. medie CO2	Emiss. Tot. PMx	Emiss. medie PMx	Volumi
	[veh/km]	[m/s]	[s]	[dBA]	[mg]	[g/km/h]	[mg]	[g/km/h]	[mg]	[g/km/h]	[veh]
FIPILI_FI_04 - FIPILI_FI_04	8,8	15,3	680,6	68,3	226870,6	1735,8	10426655,4	83872,5	1429,8	11,9	204
IND_13 - IND_13	0,5	17,1	2,5	55,4	4166,9	182,1	194428,9	8624,5	23,9	1,2	20
IND_14 - IND_14	1,6	13,2	10,4	59,0	18009,4	1067,8	860305,3	48158,7	116,7	6,6	37
IND_17 - IND_17	27,3	0,6	268,7	55,4	65103,2	9749,0	1767129,7	269700,1	309,1	52,6	15
IND_18 - IND_18	2,9	9,0	13,5	55,4	10674,4	1904,6	489227,4	86392,0	71,3	12,6	36
IND_03 - IND_03	0,5	18,5	3,9	62,7	10209,3	290,9	723449,9	24326,8	92,4	3,5	23
IND_04 - IND_04	5,0	16,8	139,9	58,5	22672,6	885,4	667071,6	25598,9	83,1	3,2	69
IND_11 - IND_11	0,5	15,5	10,5	61,5	29133,7	487,5	1180707,7	18104,3	131,6	2,2	20
IND_12 - IND_12	2,0	12,7	57,8	59,7	13546,7	325,0	794196,1	17685,4	106,5	2,4	37
IND_05 - IND_05	0,4	18,5	3,6	61,5	11608,3	123,3	1144258,2	13672,6	136,9	1,8	23
IND_06 - IND_06	1,9	19,7	41,1	62,8	32446,7	382,8	1490521,0	18193,3	196,5	2,4	69
COMP_08 - COMP_08	37,4	4,7	3628,9	70,0	902676,1	8468,2	33385204,9	318493,0	4974,5	50,0	265
COMP_06 - COMP_06	13,3	16,5	600,7	66,5	142890,9	2462,1	6399185,3	98756,1	936,3	14,4	265
COMP_07 - COMP_07	22,4	12,6	2055,4	68,6	364761,7	3922,8	14703649,5	160190,1	2255,4	25,8	265
COMP_05 - COMP_05	8,8	14,9	318,7	63,4	79132,3	1786,9	3310171,1	69036,9	452,2	9,7	155
COMP_04 - COMP_04	8,8	15,1	368,0	64,9	107679,0	2074,9	4440756,9	78504,3	613,8	11,0	155
COMP_01 - COMP_01	7,2	12,5	429,7	66,0	226459,5	2086,5	8547312,2	77907,7	1202,7	10,8	155
COMP_02 - COMP_02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LAVORIA_15 - LAVORIA_15	8,4	10,2	316,7	66,2	218888,2	3171,8	8241771,4	120149,4	1276,6	18,8	217
LAVORIA_16 - LAVORIA_16	0,1	6,2	6,7	57,0	3261,8	78,9	86297,2	2086,9	5,3	0,1	2
LAVORIA_09 - LAVORIA_09	0,1	20,6	1,8	53,5	1578,1	24,5	57313,0	885,9	2,8	0,0	5
LAVORIA_10 - LAVORIA_10	0,0	0,0	0,7	28,3	1797,9	30,6	55444,2	942,3	3,1	0,1	1
LAVORIA_11 - LAVORIA_11	8,4	12,4	393,4	67,6	284154,3	3498,9	10528806,5	127687,4	1654,3	20,4	219
LAVORIA_12 - LAVORIA_12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LAVORIA_13 -	32,3	9,0	5398,0	70,3	1252100,8	8659,7	38372278,6	252246,3	5768,1	37,7	219

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale	Stato attuale
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
LAVORIA_13											
LAVORIA_14 - LAVORIA_14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

2.5 – Stato di progetto: scelta dello schema di rete e modello di offerta

La rete di progetto è stata ottenuta da quella dello stato attuale con l'aggiunta degli archi di cui è prevista la costruzione e/o la modifica.

Il modello grafico della rete è ben rappresentato in Figura 7.

Lo schema delle zone di origine e destinazione rimane quello dello stato attuale, con l'aggiunta della zona relativa al nuovo comparto in progetto. Rimangono altresì valide tutte le considerazioni fatte al par. 4.2. Le zone O/D passano quindi da 6 a 7. Il nuovo schema delle zone origine/destinazione è rappresentato in Figura 8.

Le zone di origine/destinazione sono quindi quelle specificate di seguito.

Strada	Zona O/D
SP31_N	1
FIPII_LI	2
FIPII_FI	3
IND	4
COMP	5
SP31_S	6
NEWCOMP	7

Tuttavia, a differenza dello stato attuale, la modellazione scelta fin dall'inizio in questo caso consente di considerare anche l'effettiva possibilità di scelta di percorsi alternativi, essenzialmente per raggiungere gli svincoli della FI-PI-LI.

Figura 7: modello di rete dello stato di progetto

Il modello di domanda è descritto ancora una volta da matrici origine/destinazione, la cui costruzione è basata su quelle attuali a cui, sempre con lo stesso metodo iterativo, sono stati aggiunti i volumi di traffico forniti dal committente relativi al traffico generato e attratto dal nuovo polo logistico.

In particolare, il committente ha fornito i seguenti dati.

- Numero di addetti attesi per tutte le attività insediate divisi tra magazzinieri, impiegati, operai etc

Impiegati: 50 pax

Operai: 200 pax. La quantità si intende omnicomprensiva di magazzinieri/carrellisti/gruisti/operatori con PLE/imballatori/preservatori.

- Valutazione del traffico camion atteso diviso tra mezzi in entrata e mezzi in uscita e gli orari di movimentazione dei camion, orari di attività delle gru, orari degli uffici

Circa 40 mezzi/giorno in ingresso (ed altrettanti in uscita) da lunedì a sabato con orari di movimentazione tra le 6:00 e le 18:00.

Orario degli uffici dalle 8:00 alle 18:00 da lunedì a sabato.

Orario di attività delle gru come quello dei mezzi

A titolo cautelativo, si è assegnata la totalità di tutti i volumi di traffico al periodo di simulazione.

Sotto queste ipotesi, le matrici O/D sono quelle riportate di seguito. Si osservano piccole differenze rispetto alle matrici O/D dello stato attuale, dovute essenzialmente all'applicazione del metodo iterativo con differenti volumi complessivi di traffico. Tuttavia, tali differenze possono essere considerate irrilevanti ai fini dello studio, anche in considerazione dell'aleatorietà del traffico.

Tabella 7: Matrice O/D veicoli leggeri - stato di progetto

O/D	1	2	3	4	5	6	7
1	0	81	106	6	12	474	15
2	91	0	0	2	4	157	5
3	169	0	0	4	8	291	9
4	21	6	8	0	1	36	1
5	50	14	19	1	0	85	3
6	438	128	168	9	20	0	25
7	72	21	28	2	3	124	0

Tabella 8: Matrice O/D furgoni - stato di progetto

O/D	1	2	3	4	5	6	7
1	0	6	10	1	1	17	2
2	13	0	0	1	1	15	2
3	22	0	0	2	1	25	3
4	2	1	1	0	0	2	0
5	12	5	8	1	0	14	2
6	31	12	21	3	2	0	4
7	15	6	10	1	1	17	0

Tabella 9: Matrice O/D veicoli pesanti - stato di progetto

O/D	1	2	3	4	5	6	7
1	0	2	2	0	0	5	1
2	5	0	0	0	1	16	2
3	4	0	0	0	1	13	2
4	0	0	0	0	0	0	0
5	6	8	6	0	0	17	2
6	6	8	6	0	1	0	2
7	6	8	7	0	1	18	0

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Tabella 10: Matrice O/D veicoli a 2 ruote - stato di progetto

O/D	1	2	3	4	5	6	7
1	0	2	2	1	1	8	4
2	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0
7	18	1	1	0	1	4	0

Per ciascuna delle categorie individuate si è proceduto a suddividere i volumi di traffico in uno specifico spettro, secondo le osservazioni condotte in sito. Per ciascun tipo di veicolo all'interno dello spettro sono state assunte determinate caratteristiche di dimensioni, di prestazioni e di inquinamento, oltre alla relativa percentuale all'interno della singola tipologia.

La suddivisione e le caratteristiche sono le stesse impiegate per lo stato attuale.

2.7 – Stato di progetto: risultati della microsimulazione

Come specificato in precedenza, anche in questo caso la simulazione è stata eseguita sull'intero intervallo orario 07:00 – 09:00, salvo poi estrapolare i dati relativi alla sola ora di punta 17:30 – 18:30, suddivisi per intervalli di 15 minuti. Si sono ossia analizzati i risultati relativi agli intervalli orari 17:30 – 17:45, 17:45 – 18:00, 18:00 – 18:15 e 18:15 – 18:30.

Dai risultati della simulazione sono stati estratti i dati relativi agli stessi parametri già impiegati per lo stato attuale, in modo da poter procedere ad un confronto diretto.

Di seguito si riportano i risultati in forma tabellare, sempre relativi agli archi di interesse, omettendo per motivi di sintesi quelli relativi agli archi di minor interesse (quali, ad esempio, gli archi che compongono gli anelli delle rotonde). Il criterio per l'analisi dei risultati è lo stesso già descritto al par. 2.4 per lo stato attuale.

Sono presenti ulteriori archi, nel riepilogo, ossia quelli di nuova realizzazione.

Si rimanda invece agli allegati per la rappresentazione grafica dei risultati.

Tabella 11: risultati della simulazione - stato di progetto

	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
SP31_1 - SP31_1	13,4	14,3	776,5	67,4	236407,0	2282,5	8365253,9	76397,5	1180,9	10,8	401
SP31_2 - SP31_2	19,2	14,5	1218,6	71,9	638408,1	6222,7	23518917,1	219092,5	3282,7	30,3	497
SP31_13 - SP31_13	61,2	10,5	2057,3	66,9	329050,7	12232,5	11047431,2	387824,7	1609,3	57,2	450
SP31_10 - SP31_10	11,2	14,8	207,2	64,4	79678,3	2308,7	3184946,4	90089,5	453,7	13,2	317
SP31_12 - SP31_12	9,5	15,4	870,6	70,8	391404,3	2112,6	16620905,0	85538,6	2326,2	12,1	317
SP31_15 - SP31_15	60,9	9,6	11174,9	72,9	1891547,7	12870,2	58062758,4	375746,3	8394,5	55,0	450
SP31_17 - SP31_17	70,4	8,4	2436,2	66,9	381765,8	13969,5	13301082,4	485258,5	2150,0	80,7	450
SP31_14 - SP31_14	9,9	15,7	157,7	66,6	144186,4	3678,0	6194245,2	157206,6	891,0	22,5	317
SP31_23 - SP31_23	84,2	13,1	872,3	67,3	167419,1	16454,9	7162839,3	616259,1	1082,1	95,0	724
SP31_20 - SP31_20	30,9	7,2	254,5	65,5	133340,4	10383,8	7294470,2	594598,6	1164,3	95,8	510
SP31_27 - SP31_27	64,3	11,4	7386,9	72,8	1291805,7	12859,1	48369649,9	447586,5	7081,6	66,5	724
SP31_24 - SP31_24	17,3	9,9	1774,4	67,9	469736,2	3888,7	15236264,6	122317,9	2098,1	17,2	280
SP31_29 - SP31_29	56,5	9,4	8077,9	73,3	1657592,0	11602,9	60578555,8	401089,7	8855,8	59,1	686
SP31_26 - SP31_26	14,4	12,2	1694,5	68,6	516426,7	3216,3	17032518,6	98715,0	2347,3	13,5	280
SP31_31 - SP31_31	51,8	9,1	2257,4	69,2	547896,3	11144,8	20535667,2	404045,8	3033,4	59,8	686
SP31_28 - SP31_28	19,4	7,9	652,9	66,2	280614,5	4806,5	9737406,0	163950,7	1332,0	22,8	455
SP31_30 - SP31_30	19,3	7,4	2242,7	70,2	754623,3	4026,8	25509062,6	132863,2	3384,7	17,7	455
SP31_33 - SP31_33	48,5	13,1	7001,2	73,5	1256322,2	10066,3	49109480,9	365165,0	7598,9	57,3	477
SP31_34 - SP31_34	19,5	8,3	246,7	63,6	87259,0	3806,4	3071897,7	138491,8	405,8	18,9	455
SP31_37 - SP31_37	56,1	12,6	983,1	66,1	163454,3	11771,3	6974496,6	481615,4	1110,7	78,6	477
SP31_36 - SP31_36	16,7	8,8	642,3	67,0	241355,1	3489,2	8420208,0	120564,1	1125,7	16,5	455
SP31_41 - SP31_41	53,5	10,3	2603,5	69,8	556033,4	11216,5	20619716,6	415574,2	3013,6	61,6	691
SP31_38 - SP31_38	12,2	11,8	1011,6	71,4	499179,0	2270,4	18832544,0	90304,3	2555,8	12,5	455
SP31_43 - SP31_43	41,1	10,3	5585,9	75,2	1767313,8	11359,2	66700206,0	426853,5	9765,0	63,0	691
FIPILI_LI_07 - FIPILI_LI_07	4,0	13,7	227,6	68,7	181601,5	775,7	9479993,7	47171,1	1317,5	6,7	161
FIPILI_LI_08 - FIPILI_LI_08	12,1	10,9	1760,7	69,8	319674,4	2091,1	16006251,7	109781,0	2726,1	19,9	170

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
FIPILI_FI_03 - FIPILI_FI_03	8,5	12,3	439,8	67,2	212963,9	1310,9	9144869,4	53802,5	1222,5	7,1	286
FIPILI_FI_04 - FIPILI_FI_04	13,9	10,7	1385,7	69,5	365770,0	3173,0	14868323,4	124194,9	2106,0	18,1	217
IND_13 - IND_13	0,6	15,9	1,4	49,4	1728,0	210,0	53143,0	6407,0	8,5	1,0	19
IND_14 - IND_14	0,1	16,7	0,4	46,0	511,9	83,8	26854,7	3316,1	2,0	0,3	4
IND_17 - IND_17	0,6	13,6	2,6	42,4	194,7	32,3	6219,7	1032,7	0,8	0,1	14
IND_18 - IND_18	0,2	14,6	1,0	45,0	684,5	104,8	36639,3	4446,8	2,3	0,4	4
IND_03 - IND_03	0,7	14,0	5,6	60,2	12647,9	383,8	1097142,7	33368,8	129,9	4,1	28
IND_04 - IND_04	24,5	14,3	1014,7	58,2	188752,5	8130,4	4196422,9	178161,5	449,9	19,2	40
IND_11 - IND_11	0,5	15,6	10,0	60,9	33135,8	581,6	938137,8	16349,6	115,3	1,9	19
IND_12 - IND_12	0,1	12,9	3,3	48,2	1226,3	31,6	75831,6	1366,0	4,2	0,1	4
IND_05 - IND_05	0,5	16,1	4,7	62,9	16416,0	158,9	1657366,3	17396,9	199,0	2,1	28
IND_06 - IND_06	0,7	19,0	4,8	60,8	14580,5	143,8	790292,1	6360,2	103,0	0,8	40
COMP_08 - COMP_08	8,3	9,3	380,0	69,2	284515,0	3162,5	17118875,0	186411,0	2737,4	30,4	230
0 - COMP_08b	25,0	4,1	683,7	66,0	151831,6	4672,5	10630616,7	331094,8	2078,4	66,1	230
COMP_06 - COMP_06	11,5	13,3	443,1	67,1	151128,9	3070,7	6713665,1	120436,2	946,1	17,1	223
COMP_07 - COMP_07	12,0	14,6	643,4	69,1	192355,5	2368,7	8794708,5	98124,8	1224,5	13,8	320
COMP_05 - COMP_05	11,0	14,7	468,0	64,2	99299,5	2344,2	3577062,2	78118,3	480,9	10,4	175
COMP_04 - COMP_04	9,9	13,5	441,0	65,5	123385,8	2450,3	4487052,2	84750,1	606,5	11,4	175
COMP_01 - COMP_01	10,4	11,1	802,3	66,7	300150,0	3115,7	10288573,5	101472,1	1465,1	14,3	175
COMP_02 - COMP_02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LAVORIA_15 - LAVORIA_15	9,0	9,3	284,4	64,6	226190,6	3246,4	6983011,0	100251,7	1022,5	14,6	214
LAVORIA_16 - LAVORIA_16	0,8	12,2	51,6	53,2	19793,5	468,4	287929,8	6092,8	23,5	0,5	5
LAVORIA_09 - LAVORIA_09	0,1	18,3	2,6	51,1	1631,3	19,0	66110,0	787,8	3,0	0,0	5
LAVORIA_10 - LAVORIA_10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LAVORIA_11 - LAVORIA_11	9,4	10,8	402,6	65,9	282050,0	3362,9	8770273,2	104926,7	1273,6	14,9	214

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto	Stato progetto
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
LAVORIA_12 - LAVORIA_12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LAVORIA_13 - LAVORIA_13	37,8	6,8	6312,7	68,2	1221970,1	10094,8	30034735,2	241553,4	3569,2	27,9	214
LAVORIA_14 - LAVORIA_14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0 - NEW_01	13,1	13,6	1568,6	69,0	302600,5	2538,5	11840904,3	91577,4	1641,8	12,8	198
0 - NEW_02	3,5	13,0	212,0	67,5	170236,5	968,2	9184547,8	55051,7	1261,2	7,2	108
0 - NEWCOMP_01	1,3	14,4	22,6	63,3	40424,9	886,0	2814497,5	62313,7	392,0	8,7	48
0 - NEWCOMP_02	11,8	8,7	442,4	62,8	70114,0	1759,7	3624611,9	95457,0	612,2	17,6	178
0 - NEW_12	26,9	10,3	3221,3	68,9	516952,1	5268,5	17687155,5	177162,9	2503,4	25,5	235
0 - NEW_13	0,3	18,5	6,4	63,3	12548,9	111,2	1582661,5	17596,2	216,1	2,6	15
0 - NEW_02b	1,1	8,4	13,8	54,1	1639,3	80,9	231904,5	16221,1	39,9	3,0	15
0 - NEW_01b	19,1	12,1	326,1	65,6	124115,4	6217,5	4634893,2	233645,3	653,6	33,2	235

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

2.8 – Stato transitorio: scelta dello schema di rete e modello di offerta

A completamento dello studio, alla luce dei possibili tempi necessari alla realizzazione delle opere viarie a completamento del progetto, è stato analizzato uno scenario transitorio. In particolare, l'analisi di questo scenario è stata eseguita assumendo la domanda dello stato di progetto e la viabilità dello stato attuale (eccezion fatta per le opere di viabilità interne al nuovo comparto e la rotatoria all'ingresso della FI-PI-LI – carreggiata direzione Livorno).

Il modello grafico della rete, quindi, è quello della Figura 9.

Lo schema delle zone di origine e destinazione rimane quello dello stato di progetto, rappresentato in Figura 10. Rimangono altresì valide tutte le considerazioni fatte al par. 4.2.

Le zone di origine/destinazione sono quindi quelle specificate di seguito.

Strada	Zona O/D
SP31_N	1
FIPILI_LI	2
FIPILI_FI	3
IND	4
COMP	5
SP31_S	6
NEWCOMP	7

Il modello di domanda e le matrici O/D sono ancora quelle dello stato di progetto, di cui al par. 2.6.

2.9 – Stato transitorio: risultati della microsimulazione

Come specificato in precedenza, anche in questo caso la simulazione è stata eseguita sull'intero intervallo orario 07:00 – 09:00, salvo poi estrapolare i dati relativi alla sola ora di punta 17:30 – 18:30, suddivisi per intervalli di 15 minuti. Si sono ossia analizzati i risultati relativi agli intervalli orari 17:30 – 17:45, 17:45 – 18:00, 18:00 – 18:15 e 18:15 – 18:30.

Dai risultati della simulazione sono stati estratti i dati relativi agli stessi parametri già impiegati per lo stato attuale e di progetto, in modo da poter procedere ad un confronto diretto.

Di seguito si riportano i risultati in forma tabellare, sempre relativi agli archi di interesse, omettendo per motivi di sintesi quelli relativi agli archi di minor interesse (quali, ad esempio, gli archi che compongono gli anelli delle rotatorie). Il criterio per l'analisi dei risultati è lo stesso già descritto al par. 2.4 per lo stato attuale.

Si rimanda agli allegati per la rappresentazione grafica dei risultati.

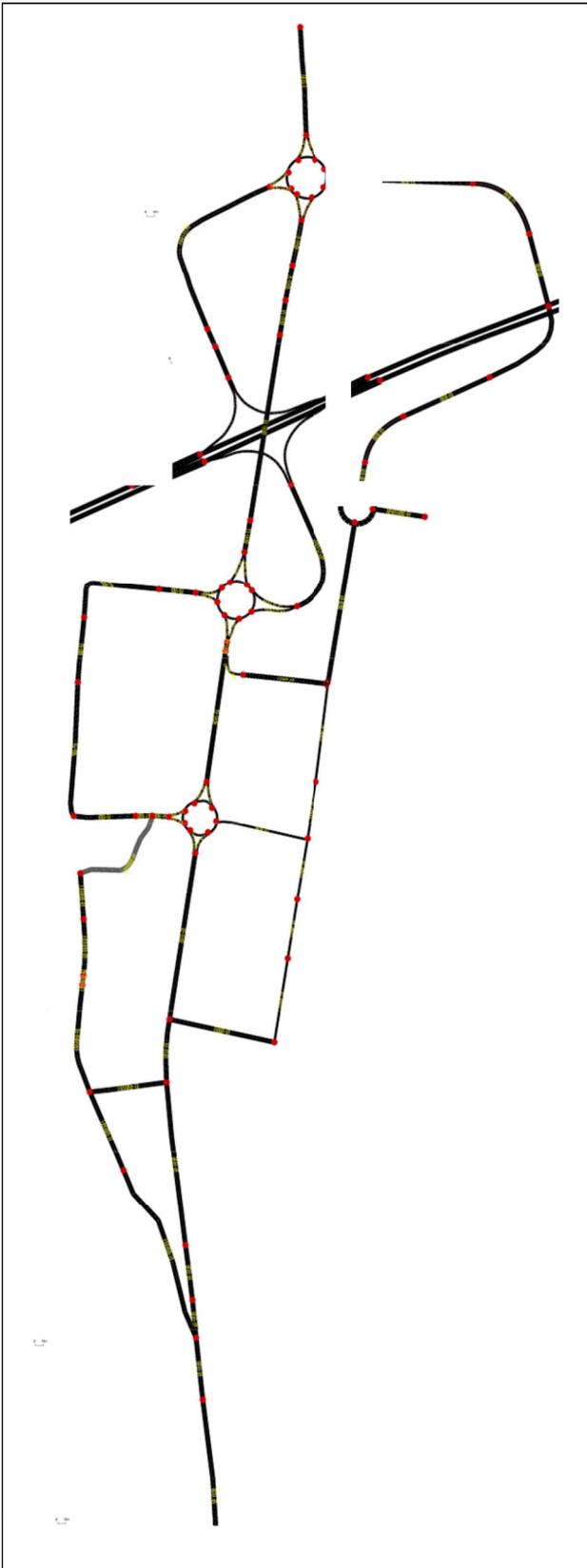


Figura 9: modello di rete dello stato transitorio

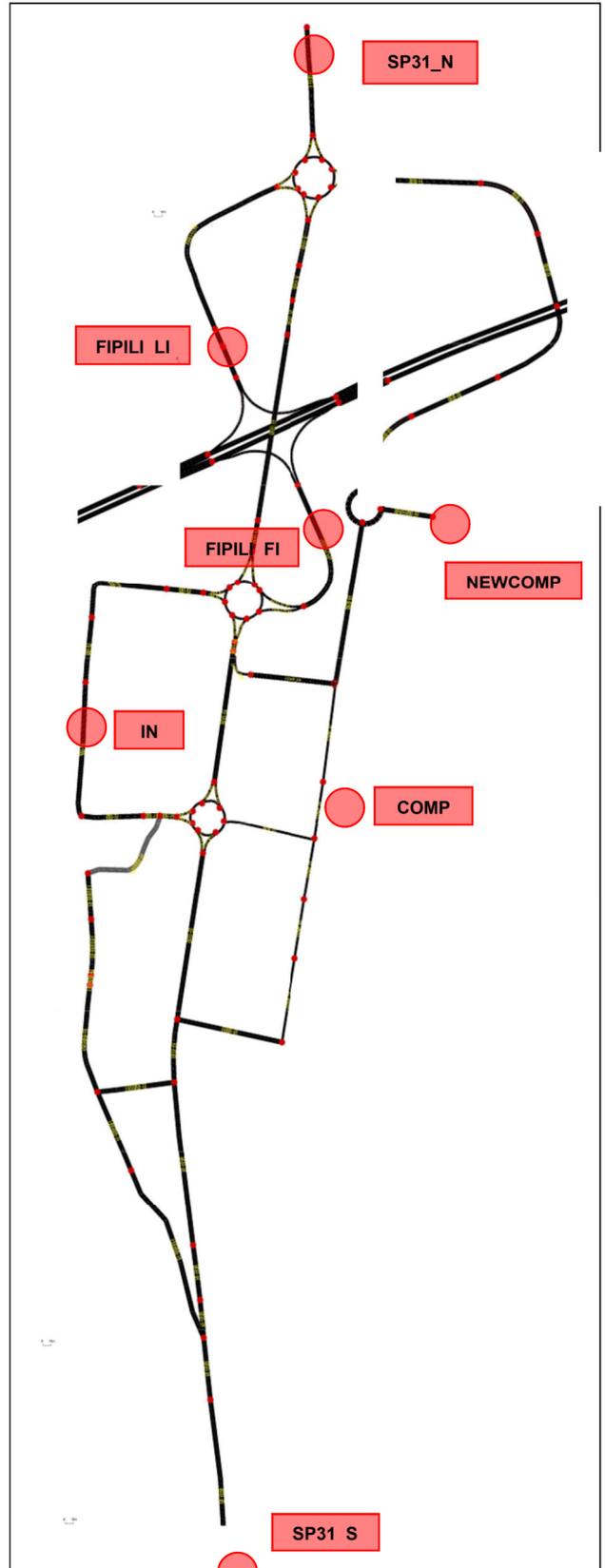


Figura 10: schema zone origine/destinazione

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Tabella 12: risultati della simulazione - stato transitorio

	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
SP31_1 - SP31_1	13,2	13,1	754,6	67,7	251049,9	2321,2	8882875,0	79216,0	1254,9	11,3	401
SP31_2 - SP31_2	21,5	14,6	1486,3	71,4	660710,8	7146,7	23710450,2	237754,1	3287,1	32,9	497
SP31_13 - SP31_13	36,8	12,1	1077,0	67,3	220584,7	7671,6	8779911,0	284805,5	1306,0	43,9	465
SP31_10 - SP31_10	43,4	12,7	1275,5	66,5	249306,2	9079,3	8604435,9	301672,8	1173,4	41,6	552
SP31_12 - SP31_12	41,5	13,5	6619,8	73,0	1231436,7	8569,4	42417378,9	272982,6	5697,1	36,7	552
SP31_15 - SP31_15	38,1	10,1	6255,7	72,9	1262101,2	7954,1	43531542,1	271585,7	6355,3	41,1	465
SP31_17 - SP31_17	50,3	6,7	1608,0	66,2	312400,5	10384,1	10783578,7	365520,2	1614,5	55,6	465
SP31_14 - SP31_14	40,4	15,1	1158,6	68,6	293194,9	9585,5	11072905,2	327156,3	1537,4	44,7	552
SP31_23 - SP31_23	51,0	12,3	469,6	66,7	122880,7	10425,7	5330924,6	432782,2	774,3	61,2	685
SP31_20 - SP31_20	55,4	6,4	482,9	67,1	219132,9	18373,6	10905227,8	874836,1	1678,0	132,6	742
SP31_27 - SP31_27	49,2	10,6	5482,1	72,0	1114837,6	9990,8	40333428,5	326939,5	5786,7	46,9	685
SP31_24 - SP31_24	40,1	7,9	4573,2	70,0	929767,3	8581,0	28584646,0	258386,2	3850,5	34,9	426
SP31_29 - SP31_29	59,4	9,2	8630,2	73,7	1753653,4	12454,9	62355603,4	424133,1	9015,7	61,2	686
SP31_26 - SP31_26	26,8	6,0	3460,1	69,8	896239,0	5412,2	28320930,4	168482,4	3766,0	22,6	430
SP31_31 - SP31_31	55,0	8,9	2450,8	69,9	593335,1	12708,9	22251116,1	473265,3	3297,1	70,8	686
SP31_28 - SP31_28	22,4	6,9	897,9	66,3	310379,5	5006,2	10380840,7	175495,4	1409,8	24,3	452
SP31_30 - SP31_30	28,7	7,1	3898,2	70,4	1054219,2	7032,4	32959825,6	206879,9	4453,3	28,6	455
SP31_33 - SP31_33	49,7	13,9	7134,1	73,7	1268365,3	10033,2	47459123,7	340298,8	7037,7	50,4	496
SP31_34 - SP31_34	19,5	8,4	244,3	63,5	85786,0	3784,6	3024044,9	134036,9	398,4	18,1	455
SP31_37 - SP31_37	57,2	13,4	991,2	66,4	155144,2	11170,1	6601221,7	441384,8	1015,1	69,0	496
SP31_36 - SP31_36	16,8	8,6	641,4	67,1	248243,2	3455,5	8523698,7	124073,4	1144,5	17,1	455
SP31_41 - SP31_41	57,4	10,3	2742,7	70,0	573497,8	11963,2	20966334,1	420700,4	3051,9	60,9	691
SP31_38 - SP31_38	12,2	11,6	971,8	71,3	499360,4	2251,4	18546053,2	87230,0	2508,0	12,0	455
SP31_43 - SP31_43	42,8	10,4	5945,9	75,4	1764305,0	11702,1	65962661,1	425978,6	9652,9	61,9	691
FIPILI_LI_07 - FIPILI_LI_07	4,4	13,5	304,7	68,8	207055,1	954,6	10143873,1	50309,0	1425,5	7,2	161
FIPILI_LI_08 -	11,1	10,9	1536,1	69,6	295500,7	1880,0	14755244,2	98923,0	2488,0	17,9	170

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

	Stato transito- rio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
FIPI LI_08											
FIPI FI_03 - FIPI FI_03	12,1	12,2	1024,1	67,4	269159,1	1985,5	10669412,0	72149,5	1422,6	9,2	286
FIPI FI_04 - FIPI FI_04	12,1	9,7	1091,0	69,3	309294,8	2469,0	14416941,4	118641,8	2170,9	18,8	217
IND_13 - IND_13	79,4	17,1	864,8	63,8	145898,6	23294,1	6133799,5	1007527,7	1187,6	198,2	73
IND_14 - IND_14	0,3	17,6	1,1	53,1	2143,9	304,8	62589,0	8556,5	4,5	0,6	6
IND_17 - IND_17	56,7	12,8	636,8	61,5	121200,9	18430,1	3956700,7	612637,8	643,7	101,1	70
IND_18 - IND_18	0,3	15,6	1,0	49,9	1625,9	255,1	59465,3	9260,9	4,2	0,6	6
IND_03 - IND_03	3,8	14,3	36,7	64,5	36086,8	1578,0	3091774,9	122076,9	423,8	16,9	82
IND_04 - IND_04	1,3	16,5	23,5	55,2	7040,9	231,9	267432,2	7607,3	31,7	0,9	43
IND_11 - IND_11	66,6	15,2	4517,8	69,5	675153,6	17481,3	27797296,2	723784,8	5248,6	137,0	73
IND_12 - IND_12	0,3	15,4	5,6	54,7	5064,1	114,7	154387,9	3495,7	10,8	0,2	6
IND_05 - IND_05	7,2	15,6	560,2	66,9	83388,7	1233,4	6105392,6	84102,3	994,6	14,1	82
IND_06 - IND_06	0,8	19,3	5,0	61,0	18618,5	165,3	981252,7	8077,2	123,2	1,0	43
COMP_08 - COMP_08	84,7	4,4	7099,8	72,3	1457338,3	23368,8	58188159,0	873032,2	10126,8	152,5	316
0 - COMP_08b	72,1	2,4	2188,2	67,9	501155,7	17690,3	23060187,4	732302,8	4002,9	137,4	316
COMP_06 - COMP_06	2,3	13,5	52,9	66,0	77585,0	1441,8	5172034,0	83308,9	745,0	12,2	89
COMP_07 - COMP_07	7,7	15,6	504,0	68,5	95929,5	1113,2	7997506,3	90083,8	1277,1	15,8	186
COMP_05 - COMP_05	0,5	21,3	5,5	60,4	4835,5	99,6	588059,0	13492,9	84,9	1,9	22
COMP_04 - COMP_04	0,5	20,1	5,7	60,5	8741,2	168,4	750643,0	16052,6	112,5	2,3	22
COMP_01 - COMP_01	0,7	13,8	27,0	60,6	27614,5	335,5	1596251,2	18270,7	252,3	2,9	22
COMP_02 - COMP_02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LAVORIA_15 - LAVORIA_15	9,6	10,1	328,8	64,6	214204,3	3305,9	6521102,2	99335,8	954,7	14,4	198
LAVORIA_16 - LAVORIA_16	1,0	14,0	63,6	54,5	22970,7	553,3	325181,2	7095,0	27,0	0,6	5
LAVORIA_09 - LAVORIA_09	0,1	17,7	3,0	51,1	2161,3	28,9	79848,3	1089,5	3,9	0,1	5
LAVORIA_10 - LAVORIA_10	0,1	18,8	1,5	58,8	8162,1	108,6	225128,6	2949,5	13,5	0,2	0

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio	Stato transitorio
Strada	Density [veh/km]	Speed [m/s]	Timeloss [s]	Noise [dBA]	Emiss. Tot. CO [mg]	Emiss. medie CO [g/km/h]	Emiss. Tot. CO2 [mg]	Emiss. medie CO2 [g/km/h]	Emiss. Tot. PMx [mg]	Emiss. medie PMx [g/km/h]	Volumi [veh]
LAVORIA_11 - LAVORIA_11	10,2	13,1	485,2	65,4	262272,9	3259,3	8001661,9	97222,2	1183,2	14,1	195
LAVORIA_12 - LAVORIA_12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
LAVORIA_13 - LAVORIA_13	25,3	8,0	3974,0	67,5	744698,1	6200,4	19301581,6	155566,9	2402,2	18,9	195
LAVORIA_14 - LAVORIA_14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0 - NEW_01	1,1	16,4	51,5	66,2	28796,0	182,0	3203407,0	23499,1	443,8	3,2	48
0 - NEW_02	8,3	11,2	871,3	69,6	359255,4	2247,5	16135129,9	98821,7	2193,0	13,4	178
0 - NEWCOMP_01	1,2	14,8	21,1	62,8	39351,1	848,6	2679952,4	57178,4	375,6	7,9	48
0 - NEWCOMP_02	5,4	10,2	94,6	61,8	36070,8	684,9	2049720,1	41152,9	301,1	6,2	178

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

2.10 – Evoluzione del sistema nel passaggio fra lo stato attuale e lo stato di progetto

Si riporta di seguito un confronto, in forma tabellare e in forma grafica, fra i valori dei diversi parametri nei due stati, attuale e di progetto, analizzati sopra.

In particolare, si riportano due tabelle, una relativa alle differenze in termini assoluti fra i valori dei vari parametri fra lo stato di progetto e quello attuale; una seconda tabella riporta invece le stesse differenze ma in forma percentuale.

Si evidenzia che per gli archi percorsi nel solo stato di progetto (ossia quelli di nuova costruzione e quelli di cui è prevista la riapertura) non è significativo riportare le differenze, in quanto assente il valore di paragone dello stato attuale.

Tabella 13: confronto fra stato di progetto e stato attuale - differenze assolute

Strada	Density [diff. ass.]	Speed [diff. ass.]	Timeloss [diff. ass.]	Noise [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO [diff. ass.]	Emiss. medie CO [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO2 [diff. ass.]	Emiss. medie CO2 [diff. ass.]	Emiss. Tot. PMx [diff. ass.]	Emiss. medie PMx [diff. ass.]	Volumi [diff. ass.]
SP31_1 - SP31_1	3,6	-3,1	443,3	-0,8	56666,0	583,9	1231234,9	12502,1	196,8	2,1	-5
SP31_2 - SP31_2	5,6	2,7	599,8	2,4	153647,1	1015,6	6612857,1	44295,8	866,5	5,3	58
SP31_13 - SP31_13	37,4	-4,4	1531,1	-0,5	163169,2	6967,6	4423183,6	205586,5	680,7	30,8	-24
SP31_10 - SP31_10	-13,9	5,1	-336,5	-1,3	-96316,4	-3283,2	-4017224,1	-128557,3	-568,9	-17,9	-210
SP31_12 - SP31_12	-15,6	4,8	-2543,2	-1,6	-563381,8	-3237,2	-20454036,6	-103984,1	-2896,6	-14,6	-210
SP31_15 - SP31_15	33,7	-4,9	7145,9	0,5	932908,4	7152,6	25536043,5	200005,8	3920,2	31,1	-24
SP31_17 - SP31_17	31,8	-3,7	1243,0	2,0	162965,3	6168,4	6435834,6	260971,9	1211,9	50,2	-24
SP31_14 - SP31_14	-18,4	4,7	-576,8	-1,3	-105776,1	-3308,6	-4139621,2	-103416,8	-602,1	-14,5	-210
SP31_23 - SP31_23	27,3	7,0	314,0	1,3	16261,7	2596,0	1310862,3	136966,9	208,6	22,6	90
SP31_20 - SP31_20	-14,5	-0,5	-158,8	1,6	24008,1	1350,0	2051270,0	158834,1	365,9	26,9	-52
SP31_27 - SP31_27	16,0	4,7	1503,7	0,6	-81659,2	2955,3	810344,4	118901,1	101,5	18,4	90
SP31_24 - SP31_24	-0,2	1,9	-189,0	-1,2	-51322,7	-42,6	-2391656,4	1127,5	-396,5	0,3	-17
SP31_29 - SP31_29	11,1	0,8	646,5	-0,3	-272046,4	1676,7	-7611120,8	63802,4	-1187,5	9,0	46
SP31_26 - SP31_26	-6,8	2,6	-1767,4	-2,4	-445045,0	-2912,4	-14765004,2	-92158,4	-2145,5	-13,5	-44
SP31_31 - SP31_31	16,8	-1,2	936,0	0,1	78078,9	2253,5	2505399,6	60593,2	329,2	7,2	59
SP31_28 - SP31_28	-2,4	-1,5	-107,3	-0,3	-8649,3	-962,8	-1008306,1	-29709,2	-190,4	-4,3	-11
SP31_30 - SP31_30	-6,3	-2,5	-870,2	0,0	-35483,4	-1494,9	-1405048,8	-40547,4	-289,9	-5,7	-11
SP31_33 - SP31_33	15,0	-1,8	2326,4	2,1	247289,3	3407,7	13511254,5	128361,0	2272,2	21,9	65
SP31_34 - SP31_34	-7,7	-3,7	-139,8	-0,3	-5993,5	-1324,0	-340212,2	-26850,5	-61,8	-3,6	-11
SP31_37 - SP31_37	10,2	-1,9	169,5	1,3	2648,3	2151,8	825231,6	124218,8	157,2	23,6	65
SP31_36 - SP31_36	-7,9	-3,8	-430,2	-0,2	-28198,3	-1616,8	-610691,5	-32908,8	-87,8	-3,8	-11
SP31_41 - SP31_41	5,4	-3,2	197,6	0,6	-11872,1	433,2	-91109,6	54632,0	-40,0	9,7	60
SP31_38 - SP31_38	-2,0	-2,4	-314,0	-0,3	-17481,6	-216,1	-1096161,7	-4906,8	-144,1	-0,2	-11
SP31_43 - SP31_43	7,0	-2,9	929,5	0,7	98461,7	1619,2	4655216,5	84764,2	650,1	13,2	60
FIPILI_LI_07 - FIPILI_LI_07	-3,5	1,2	-406,2	-0,9	-111702,7	-749,7	-7699687,9	-39992,5	-1260,5	-6,5	-21
FIPILI_LI_08 - FIPILI_LI_08	6,1	-3,2	1343,9	2,0	160405,4	1070,7	8375475,3	66379,0	1639,7	13,7	8
FIPILI_FI_03 - FIPILI_FI_03	-7,4	3,3	-1236,2	-1,4	-157864,0	-1503,7	-5333329,1	-56364,5	-908,0	-9,9	3
FIPILI_FI_04 - FIPILI_FI_04	5,1	-4,6	705,0	1,2	138899,4	1437,1	4441668,1	40322,4	676,3	6,2	13

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. ass.]	Speed [diff. ass.]	Timeloss [diff. ass.]	Noise [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO [diff. ass.]	Emiss. medie CO [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO2 [diff. ass.]	Emiss. medie CO2 [diff. ass.]	Emiss. Tot. PMx [diff. ass.]	Emiss. medie PMx [diff. ass.]	Volumi [diff. ass.]
IND_13 - IND_13	0,1	-1,1	-1,1	-6,0	-2439,0	27,8	-141285,9	-2217,5	-15,4	-0,1	-1
IND_14 - IND_14	-1,4	3,5	-10,0	-13,0	-17497,5	-983,9	-833450,6	-44842,7	-114,7	-6,3	-33
IND_17 - IND_17	-26,7	13,1	-266,1	-13,0	-64908,5	-9716,7	-1760910,0	-268667,4	-308,4	-52,5	-1
IND_18 - IND_18	-2,7	5,6	-12,5	-10,4	-9989,9	-1799,8	-452588,1	-81945,2	-68,9	-12,2	-32
IND_03 - IND_03	0,2	-4,5	1,7	-2,4	2438,7	92,9	373692,8	9041,9	37,6	0,6	5
IND_04 - IND_04	19,5	-2,5	874,8	-0,3	166079,8	7245,0	3529351,3	152562,6	366,8	15,9	-29
IND_11 - IND_11	0,0	0,1	-0,5	-0,6	4002,1	94,1	-242570,0	-1754,7	-16,3	-0,3	-1
IND_12 - IND_12	-1,8	0,2	-54,5	-11,5	-12320,4	-293,3	-718364,4	-16319,4	-102,3	-2,3	-33
IND_05 - IND_05	0,1	-2,4	1,1	1,4	4807,7	35,6	513108,1	3724,3	62,1	0,3	5
IND_06 - IND_06	-1,2	-0,7	-36,3	-1,9	-17866,2	-239,0	-700228,9	-11833,0	-93,5	-1,6	-29
COMP_08 - COMP_08	-29,1	4,6	-3248,9	-0,7	-618161,1	-5305,7	-16266329,9	-132082,0	-2237,2	-19,5	-35
0 - COMP_08b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
COMP_06 - COMP_06	-1,8	-3,2	-157,6	0,5	8238,0	608,6	314479,8	21680,1	9,8	2,7	-42
COMP_07 - COMP_07	-10,4	2,0	-1412,0	0,6	-172406,2	-1554,1	-5908941,0	-62065,4	-1030,9	-12,0	55
COMP_05 - COMP_05	2,2	-0,2	149,4	0,8	20167,2	557,3	266891,1	9081,4	28,7	0,7	20
COMP_04 - COMP_04	1,1	-1,6	73,1	0,6	15706,9	375,3	46295,3	6245,8	-7,3	0,4	20
COMP_01 - COMP_01	3,2	-1,4	372,5	0,8	73690,5	1029,2	1741261,3	23564,5	262,4	3,5	20
COMP_02 - COMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_15 - LAVORIA_15	0,6	-0,9	-32,3	-1,6	7302,5	74,5	-1258760,4	-19897,7	-254,1	-4,2	-3
LAVORIA_16 - LAVORIA_16	0,7	6,0	44,8	-3,8	16531,7	389,5	201632,5	4005,9	18,2	0,4	3
LAVORIA_09 - LAVORIA_09	0,0	-2,3	0,7	-2,4	53,2	-5,5	8797,0	-98,1	0,1	0,0	0
LAVORIA_10 - LAVORIA_10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_11 - LAVORIA_11	1,0	-1,6	9,2	-1,7	-2104,4	-136,0	-1758533,3	-22760,7	-380,7	-5,5	-5
LAVORIA_12 - LAVORIA_12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_13 - LAVORIA_13	5,4	-2,2	914,7	-2,1	-30130,8	1435,1	-8337543,5	-10692,9	-2198,9	-9,8	-5
LAVORIA_14 -	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. ass.]	Speed [diff. ass.]	Timeloss [diff. ass.]	Noise [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO [diff. ass.]	Emiss. medie CO [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO2 [diff. ass.]	Emiss. medie CO2 [diff. ass.]	Emiss. Tot. PMx [diff. ass.]	Emiss. medie PMx [diff. ass.]	Volumi [diff. ass.]
LAVORIA_14											
0 - NEW_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEWCOMP_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEWCOMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_02b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_01b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Tabella 14: confronto fra stato di progetto e stato attuale - differenze percentuali

Strada	Density [diff. %]	Speed [diff. %]	Timeloss [diff. %]	Noise [diff. %]	Emiss. Tot. CO [diff. %]	Emiss. medie CO [diff. %]	Emiss. Tot. CO2 [diff. %]	Emiss. medie CO2 [diff. %]	Emiss. Tot. PMx [diff. %]	Emiss. medie PMx [diff. %]	Volumi [diff. %]
SP31_1 - SP31_1	36,1%	-17,9%	> 85%	-1,1%	31,5%	34,4%	17,3%	19,6%	20,0%	23,4%	-1,2%
SP31_2 - SP31_2	41,0%	22,4%	> 85%	3,5%	31,7%	19,5%	39,1%	25,3%	35,9%	21,3%	13,2%
SP31_13 - SP31_13	> 85%	-29,4%	> 85%	-0,7%	> 85%	> 85%	66,8%	> 85%	73,3%	> 85%	-5,1%
SP31_10 - SP31_10	-55,5%	52,1%	-61,9%	-2,0%	-54,7%	-58,7%	-55,8%	-58,8%	-55,6%	-57,6%	-39,8%
SP31_12 - SP31_12	-62,2%	46,1%	-74,5%	-2,2%	-59,0%	-60,5%	-55,2%	-54,9%	-55,5%	-54,7%	-39,8%
SP31_15 - SP31_15	> 85%	-33,8%	> 85%	0,7%	> 85%	> 85%	78,5%	> 85%	> 85%	> 85%	-5,1%
SP31_17 - SP31_17	82,3%	-30,4%	> 85%	3,0%	74,5%	79,1%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	-5,1%
SP31_14 - SP31_14	-65,0%	42,4%	-78,5%	-1,9%	-42,3%	-47,4%	-40,1%	-39,7%	-40,3%	-39,1%	-39,8%
SP31_23 - SP31_23	47,9%	> 85%	56,2%	1,9%	10,8%	18,7%	22,4%	28,6%	23,9%	31,2%	14,2%
SP31_20 - SP31_20	-32,0%	-6,1%	-38,4%	2,5%	22,0%	14,9%	39,1%	36,4%	45,8%	39,1%	-9,3%
SP31_27 - SP31_27	33,2%	70,1%	25,6%	0,8%	-5,9%	29,8%	1,7%	36,2%	1,5%	38,2%	14,2%
SP31_24 - SP31_24	-1,3%	23,7%	-9,6%	-1,8%	-9,8%	-1,1%	-13,6%	0,9%	-15,9%	1,5%	-5,7%
SP31_29 - SP31_29	24,3%	9,8%	8,7%	-0,3%	-14,1%	16,9%	-11,2%	18,9%	-11,8%	17,8%	7,2%
SP31_26 - SP31_26	-32,0%	27,4%	-51,1%	-3,4%	-46,3%	-47,5%	-46,4%	-48,3%	-47,8%	-49,8%	-13,6%
SP31_31 - SP31_31	48,1%	-11,9%	70,8%	0,2%	16,6%	25,3%	13,9%	17,6%	12,2%	13,7%	9,4%
SP31_28 - SP31_28	-11,0%	-15,5%	-14,1%	-0,5%	-3,0%	-16,7%	-9,4%	-15,3%	-12,5%	-15,9%	-2,4%
SP31_30 - SP31_30	-24,6%	-24,9%	-28,0%	0,0%	-4,5%	-27,1%	-5,2%	-23,4%	-7,9%	-24,2%	-2,4%
SP31_33 - SP31_33	44,7%	-12,0%	49,8%	2,9%	24,5%	51,2%	38,0%	54,2%	42,7%	61,9%	15,8%
SP31_34 - SP31_34	-28,3%	-30,8%	-36,2%	-0,4%	-6,4%	-25,8%	-10,0%	-16,2%	-13,2%	-16,1%	-2,4%
SP31_37 - SP31_37	22,1%	-13,2%	20,8%	2,0%	1,6%	22,4%	13,4%	34,8%	16,5%	42,8%	15,8%
SP31_36 - SP31_36	-32,1%	-30,1%	-40,1%	-0,2%	-10,5%	-31,7%	-6,8%	-21,4%	-7,2%	-18,8%	-2,4%
SP31_41 - SP31_41	11,2%	-23,9%	8,2%	0,9%	-2,1%	4,0%	-0,4%	15,1%	-1,3%	18,7%	9,5%
SP31_38 - SP31_38	-14,1%	-16,9%	-23,7%	-0,4%	-3,4%	-8,7%	-5,5%	-5,2%	-5,3%	-1,6%	-2,4%
SP31_43 - SP31_43	20,5%	-21,8%	20,0%	1,0%	5,9%	16,6%	7,5%	24,8%	7,1%	26,4%	9,5%
FIPILI_LI_07 - FIPILI_LI_07	-46,4%	9,8%	-64,1%	-1,3%	-38,1%	-49,1%	-44,8%	-45,9%	-48,9%	-49,1%	-11,5%
FIPILI_LI_08 - FIPILI_LI_08	> 85%	-22,7%	> 85%	2,9%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	4,9%
FIPILI_FI_03 - FIPILI_FI_03	-46,5%	37,0%	-73,8%	-2,1%	-42,6%	-53,4%	-36,8%	-51,2%	-42,6%	-58,1%	1,1%

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. %]	Speed [diff. %]	Timeloss [diff. %]	Noise [diff. %]	Emiss. Tot. CO [diff. %]	Emiss. medie CO [diff. %]	Emiss. Tot. CO2 [diff. %]	Emiss. medie CO2 [diff. %]	Emiss. Tot. PMx [diff. %]	Emiss. medie PMx [diff. %]	Volumi [diff. %]
FIPILI_FI_04 - FIPILI_FI_04	57,5%	-29,8%	> 85%	1,8%	61,2%	82,8%	42,6%	48,1%	47,3%	52,2%	6,4%
IND_13 - IND_13	14,6%	-6,6%	-45,3%	-10,9%	-58,5%	15,3%	-72,7%	-25,7%	-64,5%	-11,9%	-5,0%
IND_14 - IND_14	< -85%	26,3%	< -85%	-22,1%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%
IND_17 - IND_17	< -85%	> 85%	< -85%	-23,5%	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-6,7%
IND_18 - IND_18	< -85%	63,0%	< -85%	-18,8%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%
IND_03 - IND_03	39,4%	-24,5%	44,0%	-3,9%	23,9%	31,9%	51,7%	37,2%	40,7%	17,8%	21,7%
IND_04 - IND_04	> 85%	-14,8%	> 85%	-0,5%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	-42,0%
IND_11 - IND_11	-5,7%	0,8%	-4,9%	-1,0%	13,7%	19,3%	-20,5%	-9,7%	-12,4%	-13,5%	-5,0%
IND_12 - IND_12	< -85%	1,8%	< -85%	-19,3%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%
IND_05 - IND_05	28,5%	-13,0%	30,0%	2,3%	41,4%	28,9%	44,8%	27,2%	45,4%	14,0%	21,7%
IND_06 - IND_06	-61,5%	-3,6%	< -85%	-3,1%	-55,1%	-62,4%	-47,0%	-65,0%	-47,6%	-65,3%	-42,0%
COMP_08 - COMP_08	-77,8%	> 85%	< -85%	-1,0%	-68,5%	-62,7%	-48,7%	-41,5%	-45,0%	-39,1%	-13,2%
0 - COMP_08b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
COMP_06 - COMP_06	-13,7%	-19,3%	-26,2%	0,8%	5,8%	24,7%	4,9%	22,0%	1,0%	18,9%	-15,8%
COMP_07 - COMP_07	-46,3%	15,7%	-68,7%	0,8%	-47,3%	-39,6%	-40,2%	-38,7%	-45,7%	-46,4%	20,8%
COMP_05 - COMP_05	25,2%	-1,2%	46,9%	1,3%	25,5%	31,2%	8,1%	13,2%	6,4%	6,7%	12,9%
COMP_04 - COMP_04	12,9%	-10,9%	19,9%	0,9%	14,6%	18,1%	1,0%	8,0%	-1,2%	3,2%	12,9%
COMP_01 - COMP_01	43,6%	-11,2%	> 85%	1,2%	32,5%	49,3%	20,4%	30,2%	21,8%	32,0%	12,9%
COMP_02 - COMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_15 - LAVORIA_15	6,5%	-8,9%	-10,2%	-2,4%	3,3%	2,3%	-15,3%	-16,6%	-19,9%	-22,2%	-1,4%
LAVORIA_16 - LAVORIA_16	> 85%	> 85%	> 85%	-6,7%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%
LAVORIA_09 - LAVORIA_09	29,1%	-11,4%	40,8%	-4,5%	3,4%	-22,4%	15,3%	-11,1%	5,2%	-21,1%	0,0%
LAVORIA_10 - LAVORIA_10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_11 - LAVORIA_11	12,0%	-12,9%	2,3%	-2,5%	-0,7%	-3,9%	-16,7%	-17,8%	-23,0%	-26,9%	-2,3%
LAVORIA_12 - LAVORIA_12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_13 - LAVORIA_13	16,8%	-24,3%	16,9%	-3,0%	-2,4%	16,6%	-21,7%	-4,2%	-38,1%	-25,9%	-2,3%
LAVORIA_14 - LAVORIA_14	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. %]	Speed [diff. %]	Timeloss [diff. %]	Noise [diff. %]	Emiss. Tot. CO [diff. %]	Emiss. medie CO [diff. %]	Emiss. Tot. CO2 [diff. %]	Emiss. medie CO2 [diff. %]	Emiss. Tot. PMx [diff. %]	Emiss. medie PMx [diff. %]	Volumi [diff. %]
0 - NEWCOMP_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEWCOMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_02b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_01b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

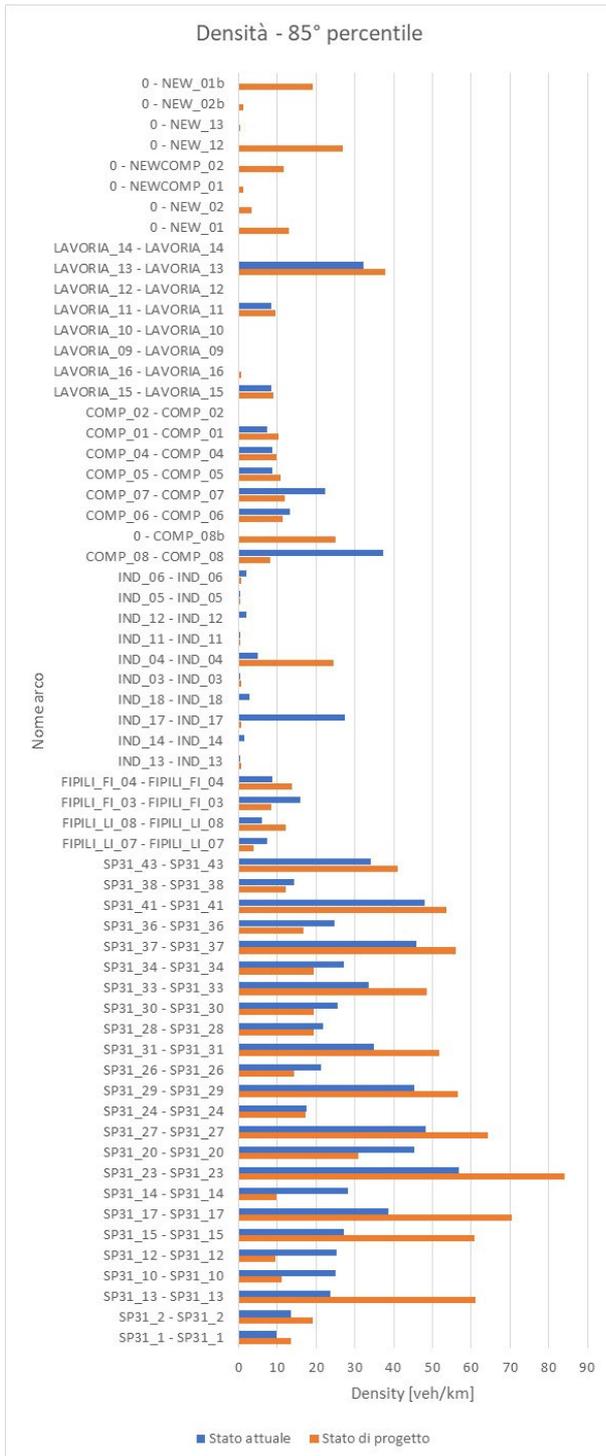


Figura 11: confronto fra stato di progetto e stato attuale - densità

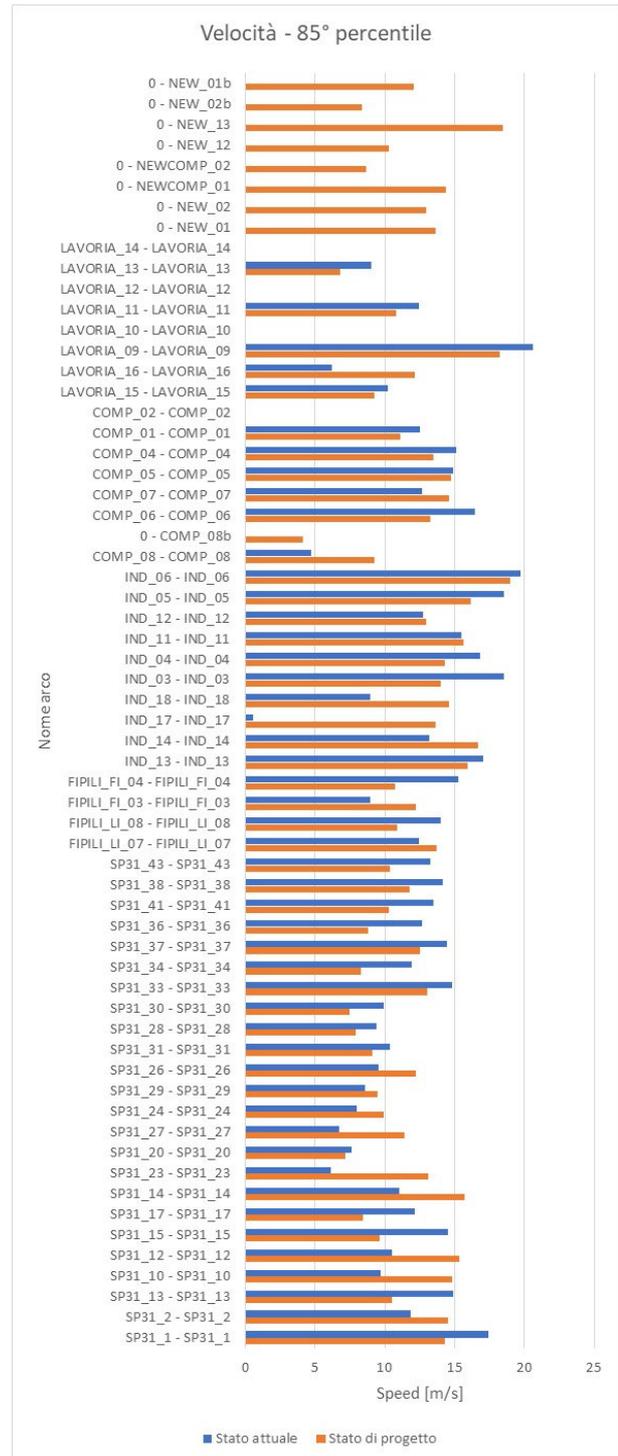


Figura 12: confronto fra stato di progetto e stato attuale - velocità

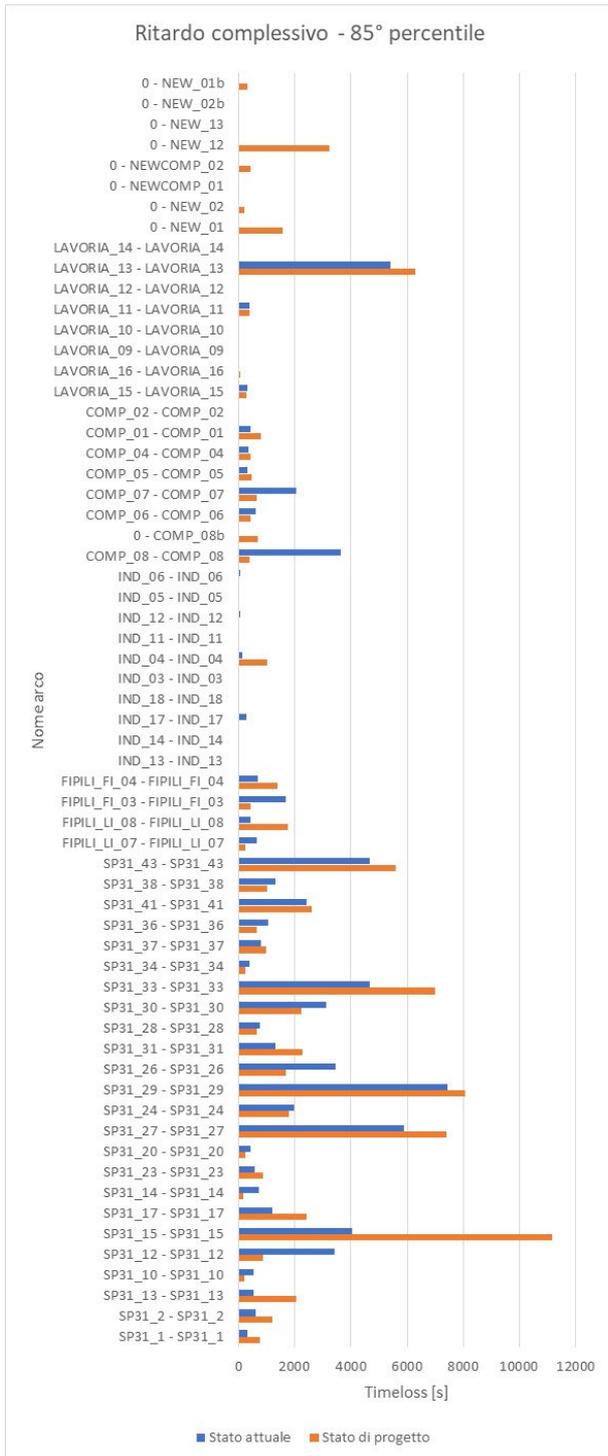


Figura 13: confronto fra stato di progetto e stato attuale - timeloss

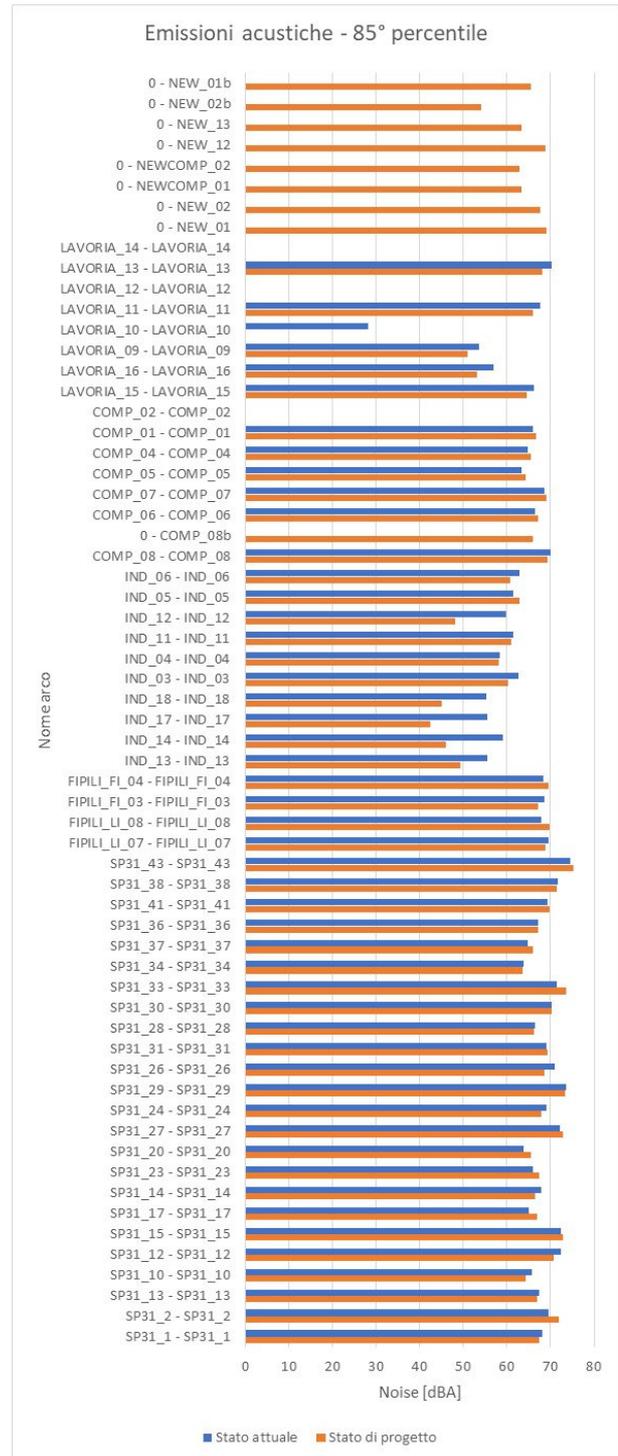


Figura 14: confronto fra stato di progetto e stato attuale - noise

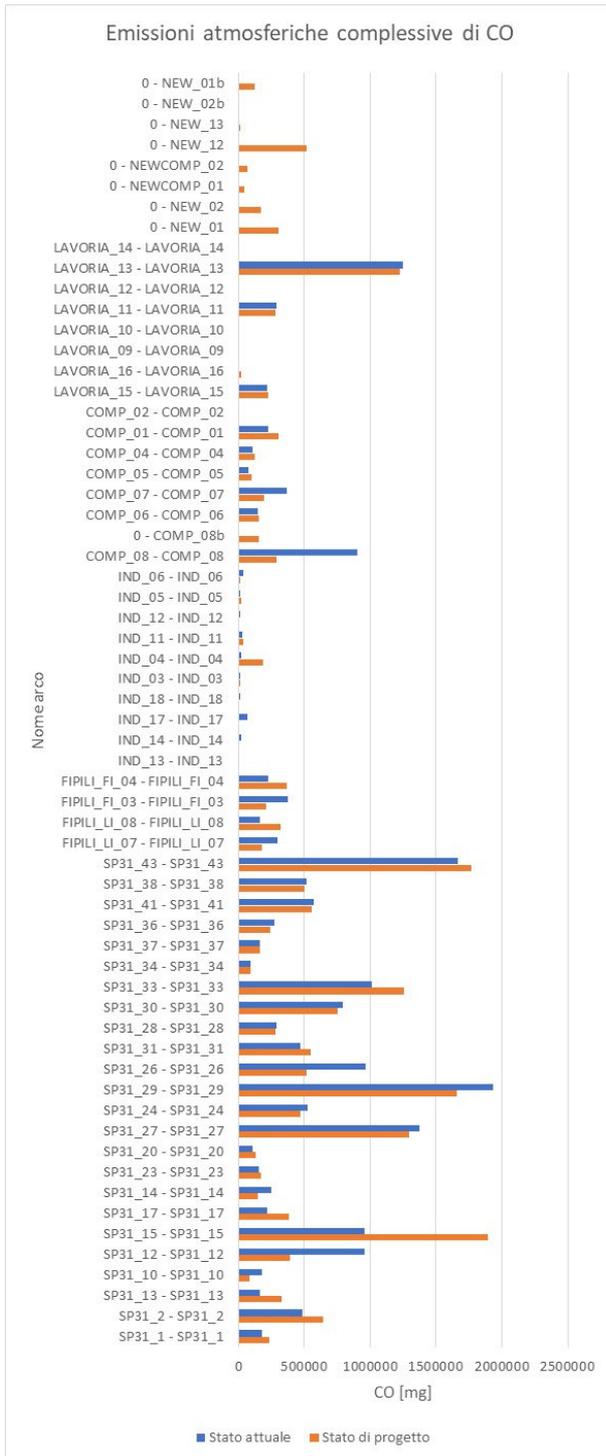


Figura 15: confronto fra stato di progetto e stato attuale - emissioni assolute di CO

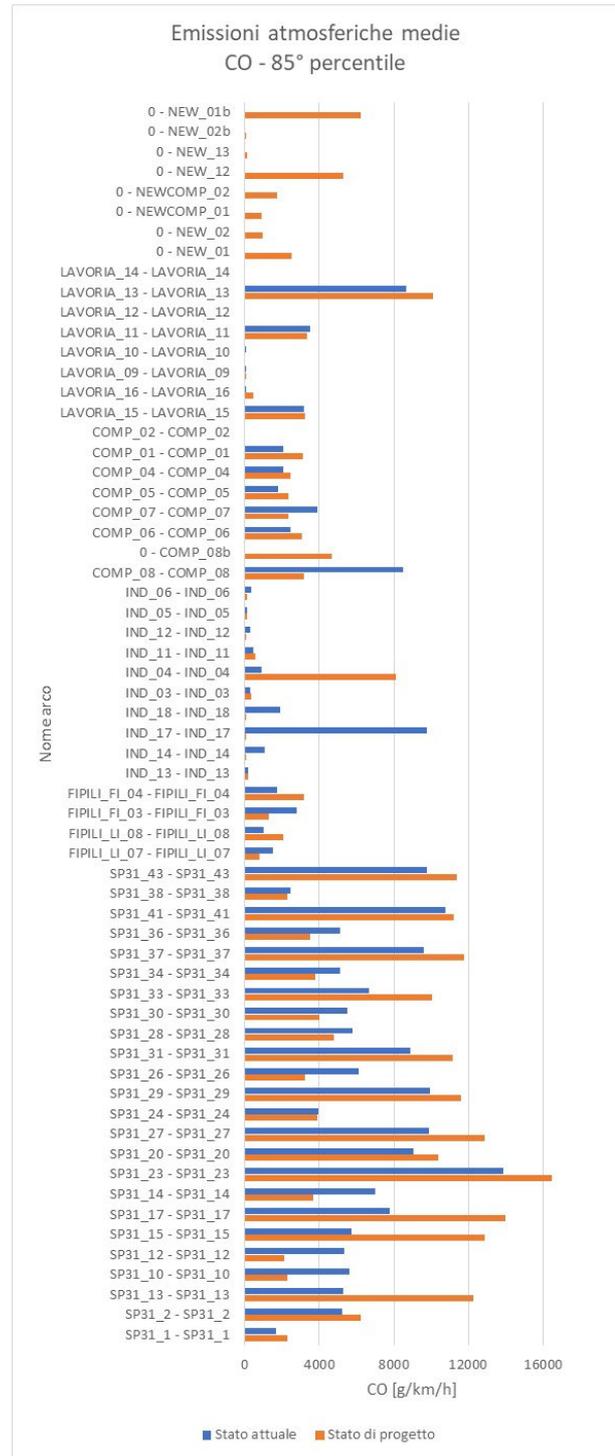


Figura 16: confronto fra stato di progetto e stato attuale - emissioni medie di CO

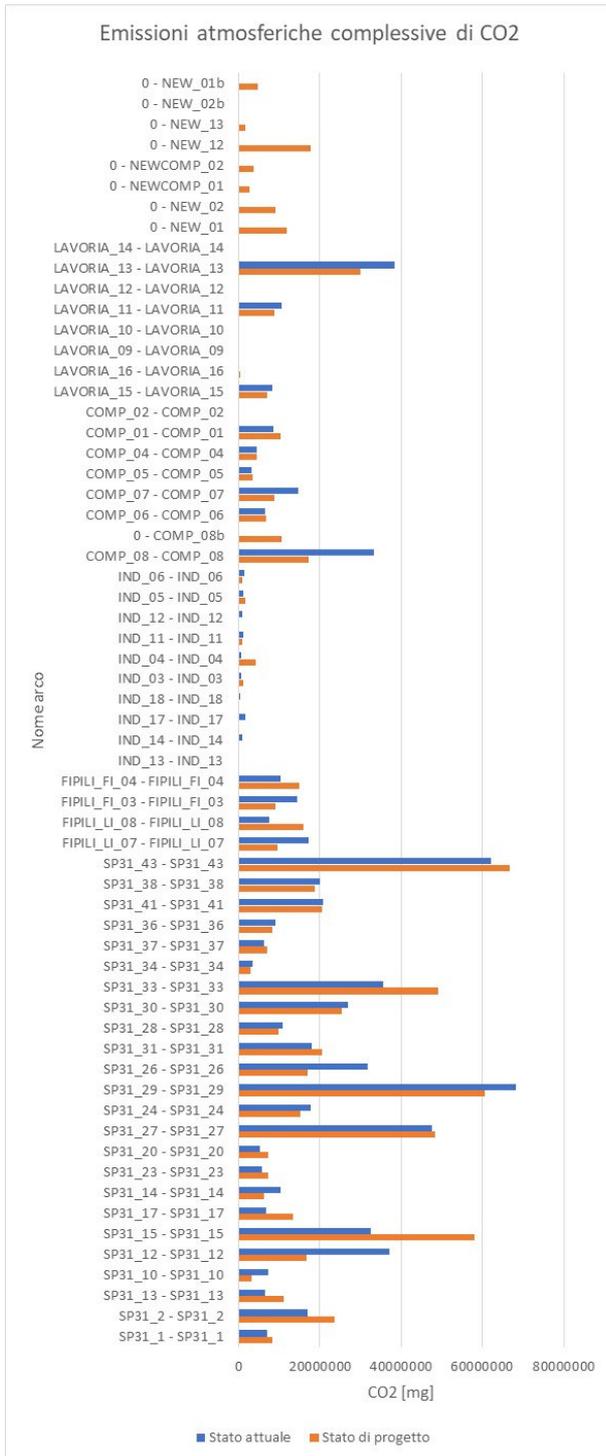


Figura 17: confronto fra stato di progetto e stato attuale - emissioni assolute di CO2

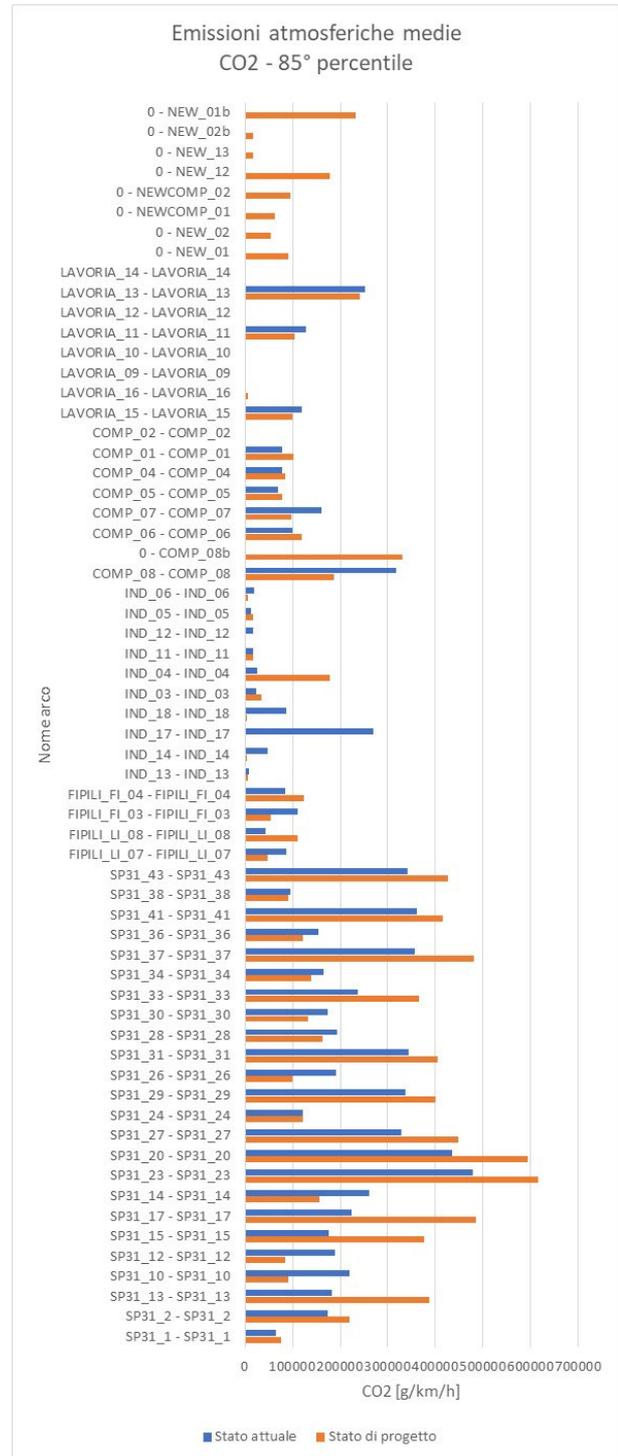


Figura 18: confronto fra stato di progetto e stato attuale - emissioni medie di CO2

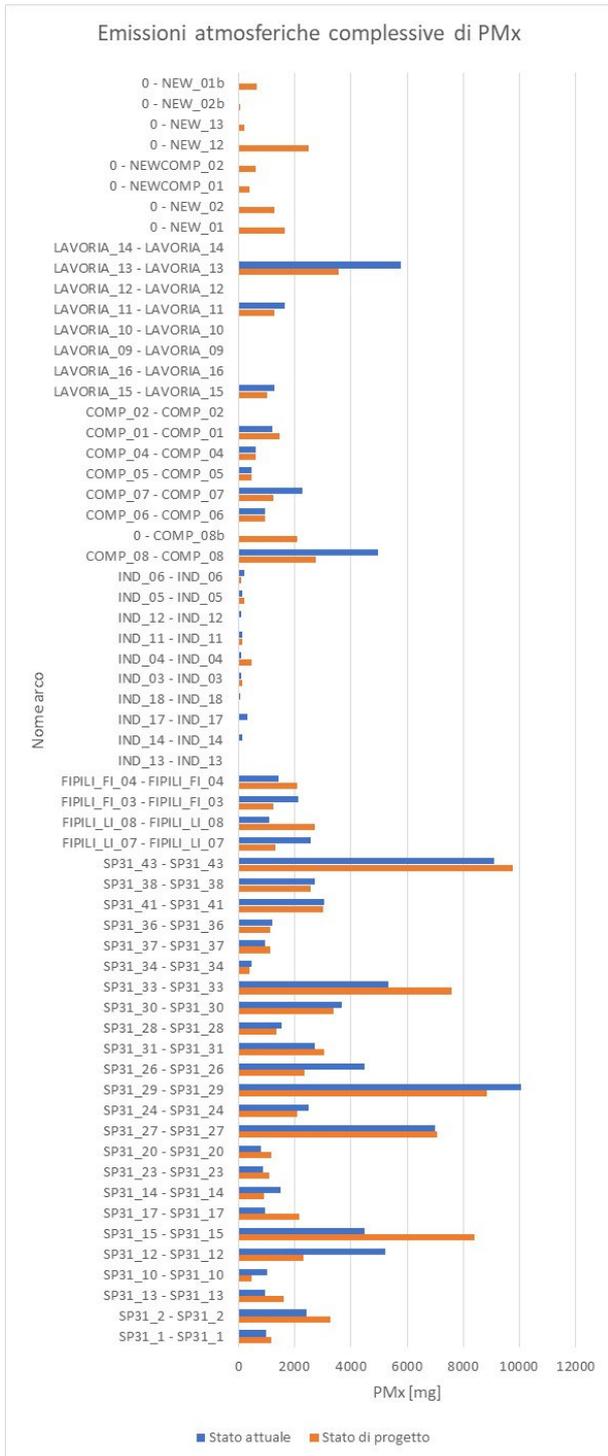


Figura 19: confronto fra stato di progetto e stato attuale - emissioni assolute di PMx

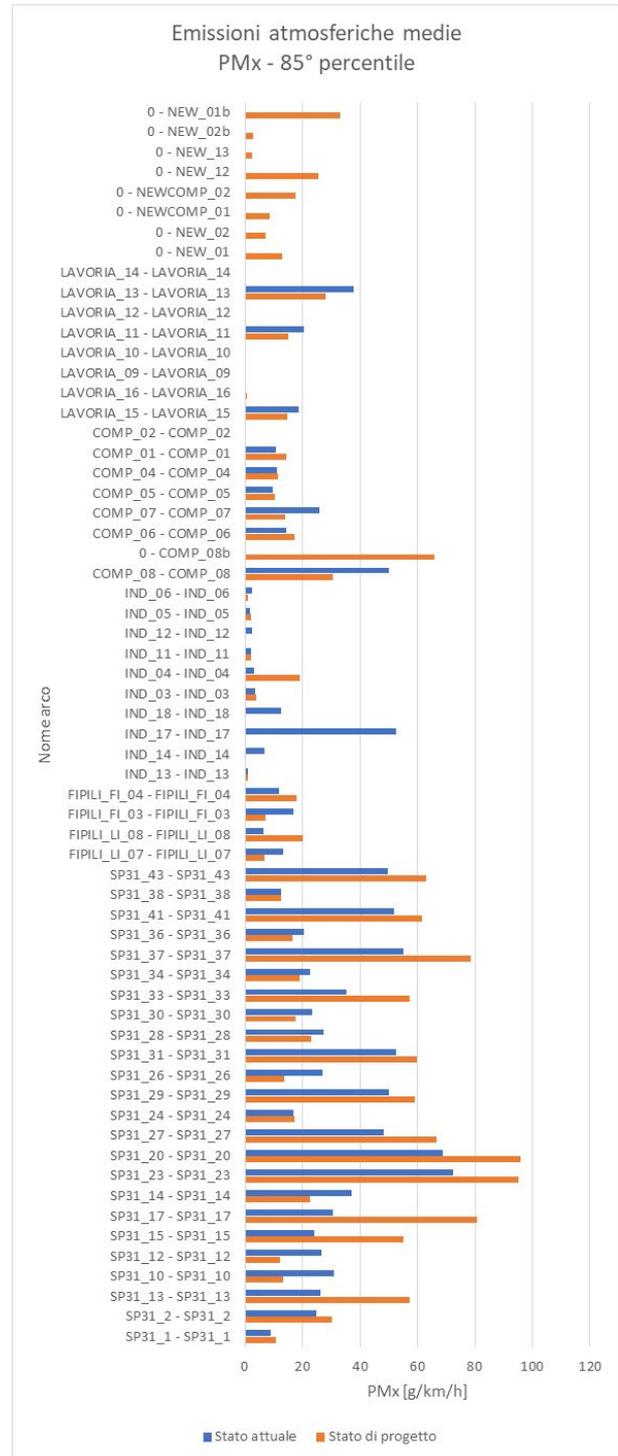


Figura 20: confronto fra stato di progetto e stato attuale - emissioni medie di PMx

2.11 – Evoluzione del sistema nel passaggio fra lo stato attuale e lo stato transitorio

A completamento dell'analisi, si riporta di seguito un confronto, in forma tabellare e in forma grafica, fra i valori dei diversi parametri nei due stati, attuale e transitorio.

In particolare, si riportano due tabelle, una relativa alle differenze in termini assoluti fra i valori dei vari parametri fra lo stato di progetto e quello attuale; una seconda tabella riporta invece le stesse differenze ma in forma percentuale.

Tabella 15: confronto fra stato transitorio e stato attuale - differenze assolute

Strada	Density [diff. ass.]	Speed [diff. ass.]	Timeloss [diff. ass.]	Noise [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO [diff. ass.]	Emiss. medie CO [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO2 [diff. ass.]	Emiss. medie CO2 [diff. ass.]	Emiss. Tot. PMx [diff. ass.]	Emiss. medie PMx [diff. ass.]	Volumi [diff. ass.]
SP31_1 - SP31_1	3,4	-4,3	421,4	-0,5	71308,9	622,6	1748856,0	15320,7	270,9	2,5	-5
SP31_2 - SP31_2	7,9	2,7	867,5	1,9	175949,9	1939,5	6804390,1	62957,4	870,9	7,9	58
SP31_13 - SP31_13	13,0	-2,8	550,8	-0,1	54703,2	2406,6	2155663,4	102567,3	377,4	17,5	-9
SP31_10 - SP31_10	18,4	2,9	731,8	0,7	73311,5	3487,4	1402265,4	83026,0	150,8	10,5	25
SP31_12 - SP31_12	16,3	3,0	3205,9	0,6	276650,7	3219,6	5342437,3	83459,9	474,3	10,1	25
SP31_15 - SP31_15	10,8	-4,5	2226,7	0,5	303462,0	2236,5	11004827,2	95845,2	1881,0	17,2	-9
SP31_17 - SP31_17	11,7	-5,4	414,7	1,3	93600,0	2582,9	3918330,9	141233,6	676,4	25,2	-9
SP31_14 - SP31_14	12,2	4,1	424,2	0,8	43232,4	2599,0	739038,8	66532,8	44,3	7,8	25
SP31_23 - SP31_23	-6,0	6,1	-88,6	0,7	-28276,7	-3433,2	-521052,4	-46510,0	-99,2	-11,2	51
SP31_20 - SP31_20	9,9	-1,2	69,6	3,2	109800,6	9339,9	5662027,6	439071,6	879,5	63,7	180
SP31_27 - SP31_27	0,9	3,9	-401,1	-0,2	-258627,4	87,0	-7225877,0	-1745,9	-1193,4	-1,3	51
SP31_24 - SP31_24	22,6	-0,1	2609,7	0,9	408708,4	4649,7	10956725,0	137195,8	1355,8	17,9	129
SP31_29 - SP31_29	14,0	0,6	1198,8	0,1	-175985,0	2528,7	-5834073,3	86845,8	-1027,5	11,0	46
SP31_26 - SP31_26	5,5	-3,5	-1,8	-1,2	-65232,7	-716,5	-3476592,5	-22391,0	-726,8	-4,4	106
SP31_31 - SP31_31	20,1	-1,4	1129,5	0,8	123517,7	3817,6	4220848,6	129812,6	592,8	18,1	59
SP31_28 - SP31_28	0,6	-2,5	137,7	-0,2	21115,7	-763,2	-364871,3	-18164,5	-112,7	-2,8	-14
SP31_30 - SP31_30	3,1	-2,8	785,3	0,2	264112,5	1510,6	6045714,2	33469,3	778,8	5,1	-11
SP31_33 - SP31_33	16,2	-1,0	2459,3	2,3	259332,3	3374,6	11860897,3	103494,9	1711,0	15,1	84
SP31_34 - SP31_34	-7,7	-3,5	-142,2	-0,5	-7466,5	-1345,8	-388065,0	-31305,4	-69,1	-4,4	-11
SP31_37 - SP31_37	11,2	-1,1	177,5	1,6	-5661,9	1550,6	451956,7	83988,2	61,7	14,1	84
SP31_36 - SP31_36	-7,8	-4,1	-431,1	-0,1	-21310,1	-1650,5	-507200,8	-29399,5	-68,9	-3,2	-11
SP31_41 - SP31_41	9,3	-3,2	336,8	0,7	5592,3	1179,8	255507,9	59758,1	-1,8	9,0	60
SP31_38 - SP31_38	-2,1	-2,6	-353,8	-0,4	-17300,2	-235,1	-1382652,5	-7981,0	-191,8	-0,7	-11
SP31_43 - SP31_43	8,7	-2,8	1289,4	0,9	95452,9	1962,1	3917671,6	83889,3	538,0	12,1	60
FIPILI_LI_07 - FIPILI_LI_07	-3,1	1,0	-329,1	-0,8	-86249,1	-570,9	-7035808,5	-36854,6	-1152,4	-5,9	-21
FIPILI_LI_08 - FIPILI_LI_08	5,1	-3,2	1119,3	1,8	136231,8	859,6	7124467,8	55521,0	1401,6	11,6	8
FIPILI_FI_03 - FIPILI_FI_03	-3,7	3,3	-652,0	-1,3	-101668,8	-829,2	-3808786,5	-38017,4	-707,9	-7,7	3
FIPILI_FI_04 - FIPILI_FI_04	3,3	-5,6	410,4	1,0	82424,2	733,1	3990286,1	34769,3	741,1	6,9	13

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. ass.]	Speed [diff. ass.]	Timeloss [diff. ass.]	Noise [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO [diff. ass.]	Emiss. medie CO [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO2 [diff. ass.]	Emiss. medie CO2 [diff. ass.]	Emiss. Tot. PMx [diff. ass.]	Emiss. medie PMx [diff. ass.]	Volumi [diff. ass.]
IND_13 - IND_13	78,9	0,1	862,3	8,4	141731,7	23112,0	5939370,6	998903,1	1163,7	197,0	53
IND_14 - IND_14	-1,3	4,4	-9,3	-5,9	-15865,6	-763,0	-797716,3	-39602,3	-112,2	-6,0	-31
IND_17 - IND_17	29,4	12,2	368,2	6,0	56097,7	8681,0	2189571,0	342937,8	334,6	48,5	55
IND_18 - IND_18	-2,5	6,7	-12,6	-5,4	-9048,5	-1649,5	-429762,1	-77131,1	-67,1	-11,9	-30
IND_03 - IND_03	3,3	-4,2	32,8	1,8	25877,5	1287,1	2368325,0	97750,1	331,5	13,5	59
IND_04 - IND_04	-3,7	-0,3	-116,4	-3,3	-15631,7	-653,5	-399639,4	-17991,6	-51,4	-2,4	-26
IND_11 - IND_11	66,1	-0,3	4507,3	8,0	646019,9	16993,9	26616588,4	705680,4	5117,0	134,8	53
IND_12 - IND_12	-1,7	2,7	-52,2	-5,0	-8482,6	-210,3	-639808,2	-14189,7	-95,7	-2,2	-31
IND_05 - IND_05	6,8	-2,9	556,6	5,4	71780,4	1110,1	4961134,4	70429,7	857,8	12,3	59
IND_06 - IND_06	-1,1	-0,4	-36,1	-1,8	-13828,2	-217,5	-509268,3	-10116,1	-73,3	-1,4	-26
COMP_08 - COMP_08	47,4	-0,3	3470,9	2,3	554662,2	14900,6	24802954,1	554539,2	5152,3	102,5	51
0 - COMP_08b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
COMP_06 - COMP_06	-11,0	-3,0	-547,9	-0,6	-65305,9	-1020,3	-1227151,3	-15447,2	-191,3	-2,2	-176
COMP_07 - COMP_07	-14,7	3,0	-1551,4	-0,1	-268832,2	-2809,6	-6706143,2	-70106,4	-978,2	-10,0	-79
COMP_05 - COMP_05	-8,2	6,4	-313,2	-3,0	-74296,8	-1687,4	-2722112,2	-55544,0	-367,3	-7,9	-133
COMP_04 - COMP_04	-8,2	5,0	-362,3	-4,4	-98937,8	-1906,5	-3690113,8	-62451,7	-501,3	-8,7	-133
COMP_01 - COMP_01	-6,6	1,3	-402,8	-5,3	-198845,0	-1751,0	-6951061,0	-59636,9	-950,4	-7,9	-133
COMP_02 - COMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_15 - LAVORIA_15	1,1	-0,1	12,1	-1,6	-4683,9	134,0	-1720669,3	-20813,6	-321,9	-4,3	-19
LAVORIA_16 - LAVORIA_16	0,8	7,8	56,9	-2,5	19708,9	474,4	238884,0	5008,1	21,7	0,5	3
LAVORIA_09 - LAVORIA_09	0,0	-2,9	1,2	-2,4	583,3	4,5	22535,3	203,6	1,0	0,0	0
LAVORIA_10 - LAVORIA_10	0,0	N.D.	0,9	30,5	6364,2	78,0	169684,4	2007,2	10,4	0,1	N.D.
LAVORIA_11 - LAVORIA_11	1,8	0,7	91,8	-2,1	-21881,4	-239,5	-2527144,7	-30465,3	-471,0	-6,3	-24
LAVORIA_12 - LAVORIA_12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_13 - LAVORIA_13	-7,0	-1,0	-1424,0	-2,8	-507402,7	-2459,3	-19070697,0	-96679,4	-3365,9	-18,8	-24
LAVORIA_14 -	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. ass.]	Speed [diff. ass.]	Timeloss [diff. ass.]	Noise [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO [diff. ass.]	Emiss. medie CO [diff. ass.]	Emiss. Tot. CO2 [diff. ass.]	Emiss. medie CO2 [diff. ass.]	Emiss. Tot. PMx [diff. ass.]	Emiss. medie PMx [diff. ass.]	Volumi [diff. ass.]
LAVORIA_14											
0 - NEW_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEWCOMP_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEWCOMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Tabella 16: confronto fra stato transitorio e stato attuale - differenze percentuali

Strada	Density [diff. %]	Speed [diff. %]	Timeloss [diff. %]	Noise [diff. %]	Emiss. Tot. CO [diff. %]	Emiss. medie CO [diff. %]	Emiss. Tot. CO2 [diff. %]	Emiss. medie CO2 [diff. %]	Emiss. Tot. PMx [diff. %]	Emiss. medie PMx [diff. %]	Volumi [diff. %]
SP31_1 - SP31_1	34,3%	-24,6%	> 85%	-0,7%	39,7%	36,7%	24,5%	24,0%	27,5%	28,8%	-1,2%
SP31_2 - SP31_2	57,8%	22,8%	> 85%	2,7%	36,3%	37,2%	40,2%	36,0%	36,0%	31,8%	13,2%
SP31_13 - SP31_13	54,6%	-18,6%	> 85%	-0,2%	33,0%	45,7%	32,5%	56,3%	40,6%	66,4%	-1,9%
SP31_10 - SP31_10	73,4%	30,2%	> 85%	1,1%	41,7%	62,4%	19,5%	38,0%	14,8%	33,8%	4,7%
SP31_12 - SP31_12	65,0%	28,1%	> 85%	0,9%	29,0%	60,2%	14,4%	44,0%	9,1%	37,7%	4,7%
SP31_15 - SP31_15	39,7%	-30,6%	55,3%	0,6%	31,7%	39,1%	33,8%	54,5%	42,0%	71,9%	-1,9%
SP31_17 - SP31_17	30,2%	-44,7%	34,8%	1,9%	42,8%	33,1%	57,1%	63,0%	72,1%	82,8%	-1,9%
SP31_14 - SP31_14	43,1%	37,0%	57,8%	1,2%	17,3%	37,2%	7,2%	25,5%	3,0%	21,0%	4,7%
SP31_23 - SP31_23	-10,5%	> 85%	-15,9%	1,0%	-18,7%	-24,8%	-8,9%	-9,7%	-11,4%	-15,5%	8,0%
SP31_20 - SP31_20	21,9%	-15,8%	16,8%	5,0%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	32,0%
SP31_27 - SP31_27	1,8%	58,5%	-6,8%	-0,2%	-18,8%	0,9%	-15,2%	-0,5%	-17,1%	-2,6%	8,0%
SP31_24 - SP31_24	> 85%	-1,7%	> 85%	1,3%	78,4%	> 85%	62,2%	> 85%	54,3%	> 85%	43,4%
SP31_29 - SP31_29	30,9%	6,7%	16,1%	0,1%	-9,1%	25,5%	-8,6%	25,7%	-10,2%	21,9%	7,2%
SP31_26 - SP31_26	26,1%	-37,0%	-0,1%	-1,8%	-6,8%	-11,7%	-10,9%	-11,7%	-16,2%	-16,1%	32,7%
SP31_31 - SP31_31	57,5%	-13,8%	> 85%	1,2%	26,3%	42,9%	23,4%	37,8%	21,9%	34,4%	9,4%
SP31_28 - SP31_28	2,7%	-26,2%	18,1%	-0,3%	7,3%	-13,2%	-3,4%	-9,4%	-7,4%	-10,4%	-3,0%
SP31_30 - SP31_30	12,2%	-28,0%	25,2%	0,3%	33,4%	27,4%	22,5%	19,3%	21,2%	22,0%	-2,4%
SP31_33 - SP31_33	48,4%	-6,5%	52,6%	3,2%	25,7%	50,7%	33,3%	43,7%	32,1%	42,6%	20,4%
SP31_34 - SP31_34	-28,3%	-29,4%	-36,8%	-0,7%	-8,0%	-26,2%	-11,4%	-18,9%	-14,8%	-19,6%	-2,4%
SP31_37 - SP31_37	24,4%	-7,5%	21,8%	2,4%	-3,5%	16,1%	7,3%	23,5%	6,5%	25,5%	20,4%
SP31_36 - SP31_36	-31,8%	-32,1%	-40,2%	-0,2%	-7,9%	-32,3%	-5,6%	-19,2%	-5,7%	-15,8%	-2,4%
SP31_41 - SP31_41	19,4%	-23,8%	14,0%	1,1%	1,0%	10,9%	1,2%	16,6%	-0,1%	17,3%	9,5%
SP31_38 - SP31_38	-14,5%	-18,3%	-26,7%	-0,5%	-3,3%	-9,5%	-6,9%	-8,4%	-7,1%	-5,7%	-2,4%
SP31_43 - SP31_43	25,5%	-21,2%	27,7%	1,3%	5,7%	20,1%	6,3%	24,5%	5,9%	24,2%	9,5%
FIPILI_LI_07 - FIPILI_LI_07	-41,5%	8,0%	-51,9%	-1,1%	-29,4%	-37,4%	-41,0%	-42,3%	-44,7%	-45,1%	-11,5%
FIPILI_LI_08 - FIPILI_LI_08	84,7%	-22,4%	> 85%	2,7%	> 85%	84,2%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	4,9%
FIPILI_FI_03 - FIPILI_FI_03	-23,5%	36,9%	-38,9%	-1,8%	-27,4%	-29,5%	-26,3%	-34,5%	-33,2%	-45,6%	1,1%

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. %]	Speed [diff. %]	Timeloss [diff. %]	Noise [diff. %]	Emiss. Tot. CO [diff. %]	Emiss. medie CO [diff. %]	Emiss. Tot. CO2 [diff. %]	Emiss. medie CO2 [diff. %]	Emiss. Tot. PMx [diff. %]	Emiss. medie PMx [diff. %]	Volumi [diff. %]
FIPILI_FI_04 - FIPILI_FI_04	36,9%	-36,8%	60,3%	1,5%	36,3%	42,2%	38,3%	41,5%	51,8%	58,2%	6,4%
IND_13 - IND_13	> 85%	0,6%	> 85%	15,1%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%
IND_14 - IND_14	-79,2%	33,0%	< -85%	-10,0%	< -85%	-71,5%	< -85%	-82,2%	< -85%	< -85%	-83,8%
IND_17 - IND_17	> 85%	> 85%	> 85%	10,9%	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	> 85%
IND_18 - IND_18	< -85%	74,2%	< -85%	-9,8%	-84,8%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	< -85%	-83,3%
IND_03 - IND_03	> 85%	-22,8%	> 85%	2,8%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%
IND_04 - IND_04	-73,7%	-1,7%	-83,2%	-5,7%	-68,9%	-73,8%	-59,9%	-70,3%	-61,9%	-72,9%	-37,7%
IND_11 - IND_11	> 85%	-2,0%	> 85%	13,0%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%
IND_12 - IND_12	< -85%	20,9%	< -85%	-8,3%	-62,6%	-64,7%	-80,6%	-80,2%	< -85%	< -85%	-83,8%
IND_05 - IND_05	> 85%	-15,6%	> 85%	8,8%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%
IND_06 - IND_06	-60,3%	-2,3%	< -85%	-2,8%	-42,6%	-56,8%	-34,2%	-55,6%	-37,3%	-58,0%	-37,7%
COMP_08 - COMP_08	> 85%	-6,4%	> 85%	3,3%	61,4%	> 85%	74,3%	> 85%	> 85%	> 85%	19,2%
0 - COMP_08b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
COMP_06 - COMP_06	-82,4%	-18,1%	< -85%	-0,9%	-45,7%	-41,4%	-19,2%	-15,6%	-20,4%	-15,2%	-66,4%
COMP_07 - COMP_07	-65,6%	23,7%	-75,5%	-0,1%	-73,7%	-71,6%	-45,6%	-43,8%	-43,4%	-38,8%	-29,8%
COMP_05 - COMP_05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	< -85%
COMP_04 - COMP_04	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	< -85%
COMP_01 - COMP_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	< -85%
COMP_02 - COMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_15 - LAVORIA_15	13,6%	-0,5%	3,8%	-2,4%	-2,1%	4,2%	-20,9%	-17,3%	-25,2%	-23,2%	-8,8%
LAVORIA_16 - LAVORIA_16	> 85%	> 85%	> 85%	-4,4%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%	> 85%
LAVORIA_09 - LAVORIA_09	34,5%	-14,2%	63,6%	-4,6%	37,0%	18,2%	39,3%	23,0%	35,8%	17,8%	0,0%
LAVORIA_10 - LAVORIA_10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_11 - LAVORIA_11	21,6%	5,6%	23,3%	-3,2%	-7,7%	-6,8%	-24,0%	-23,9%	-28,5%	-30,7%	-11,0%
LAVORIA_12 - LAVORIA_12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
LAVORIA_13 - LAVORIA_13	-21,7%	-11,3%	-26,4%	-4,0%	-40,5%	-28,4%	-49,7%	-38,3%	-58,4%	-49,9%	-11,0%
LAVORIA_14 - LAVORIA_14	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEW_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Strada	Density [diff. %]	Speed [diff. %]	Timeloss [diff. %]	Noise [diff. %]	Emiss. Tot. CO [diff. %]	Emiss. medie CO [diff. %]	Emiss. Tot. CO2 [diff. %]	Emiss. medie CO2 [diff. %]	Emiss. Tot. PMx [diff. %]	Emiss. medie PMx [diff. %]	Volumi [diff. %]
0 - NEWCOMP_01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
0 - NEWCOMP_02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

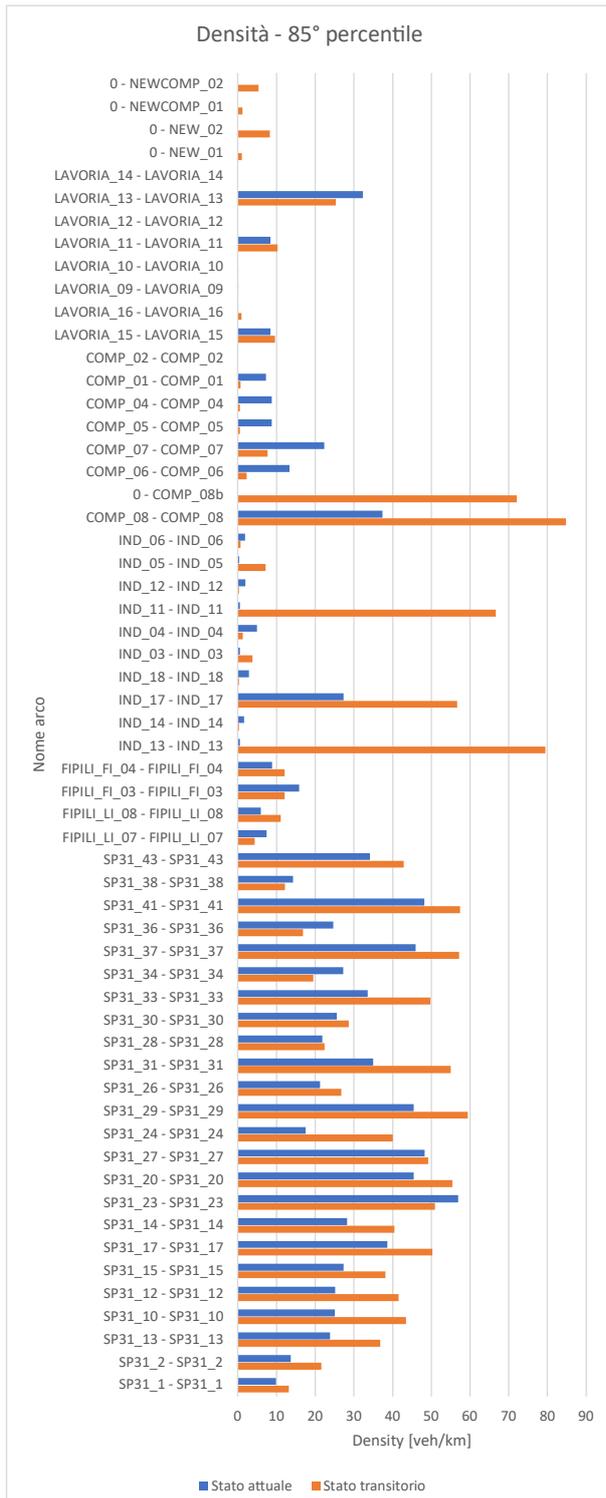


Figura 21: confronto fra stato transitorio e stato attuale - densità

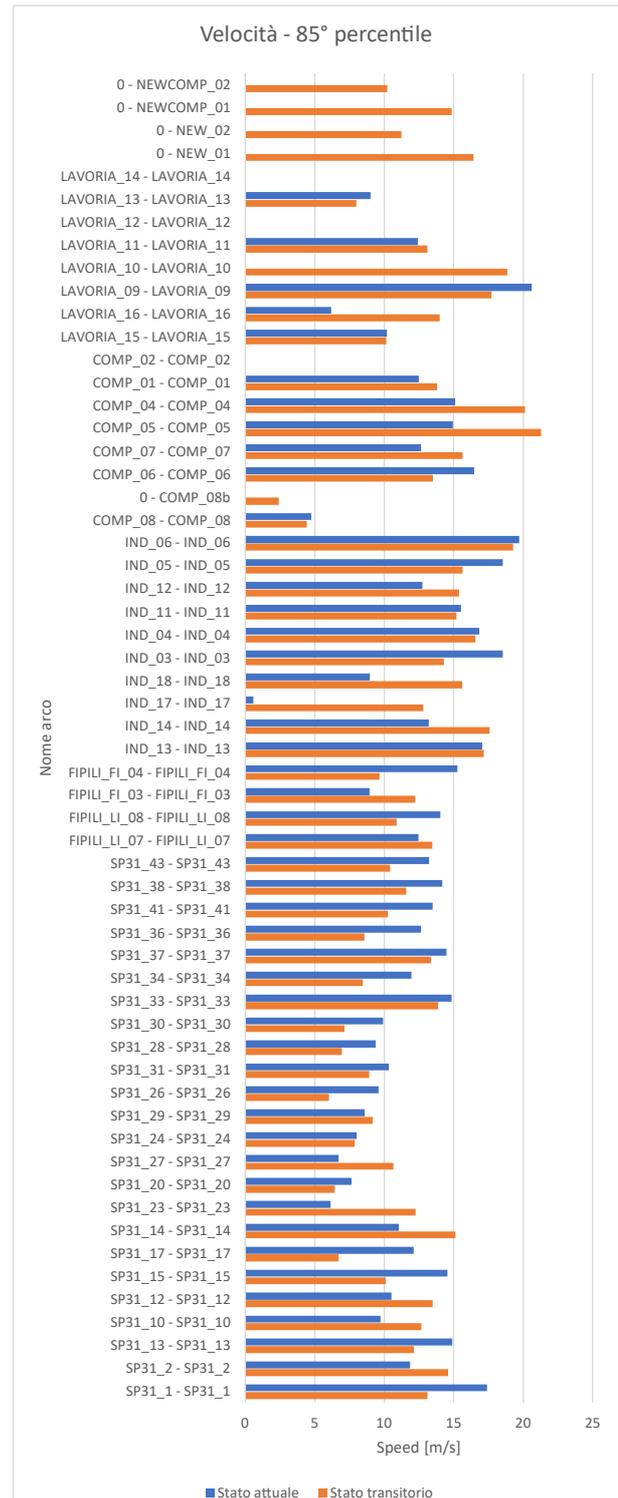


Figura 22: confronto fra stato transitorio e stato attuale - velocità

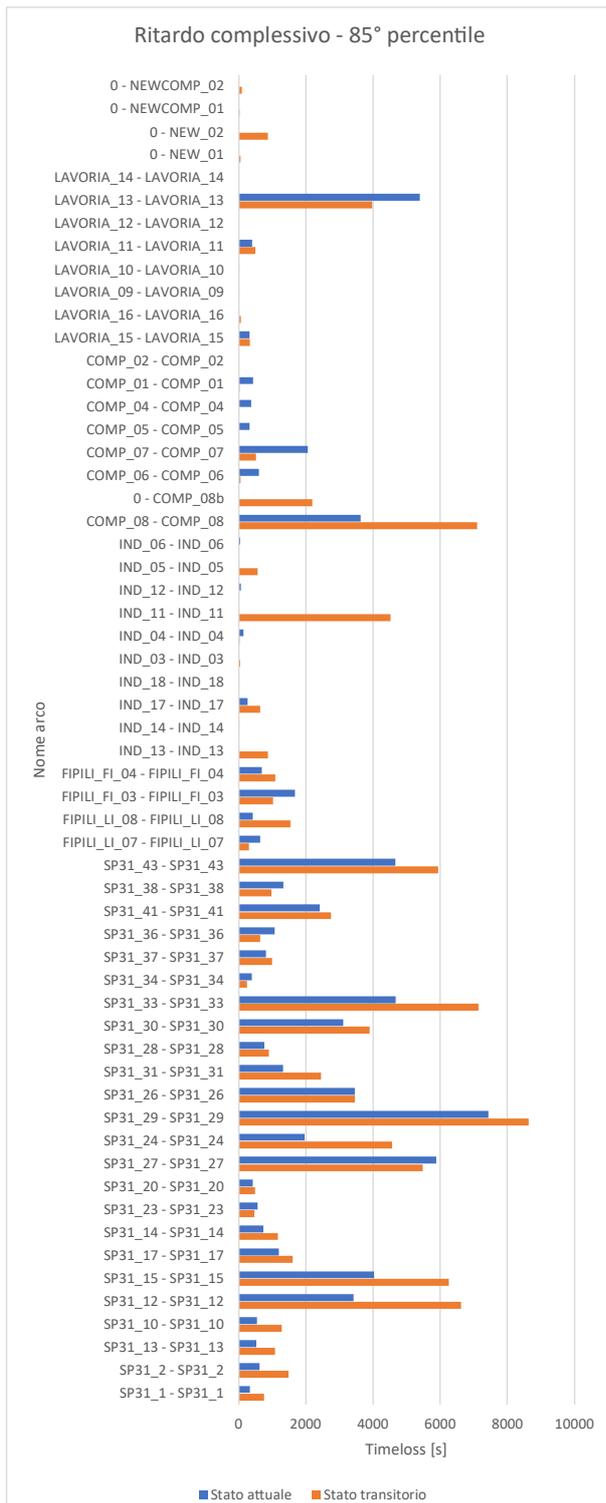


Figura 23: confronto fra stato transitorio e stato attuale - timeloss

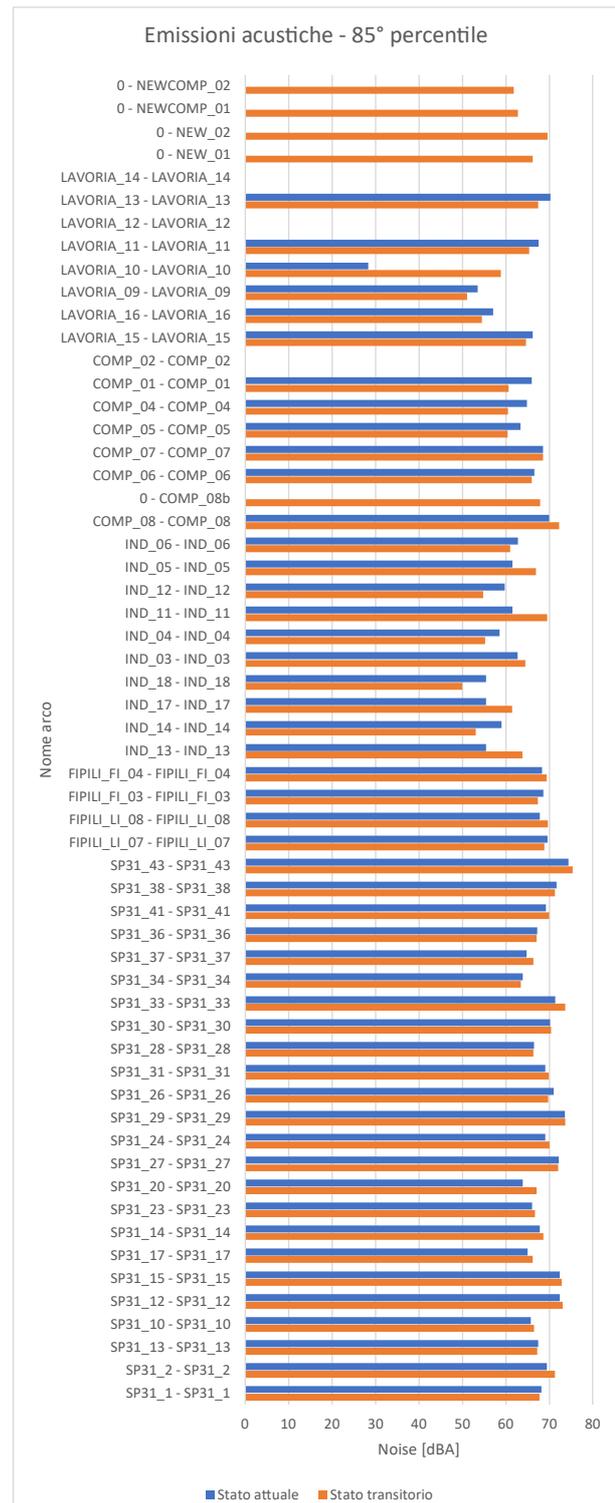


Figura 24: confronto fra stato transitorio e stato attuale - noise

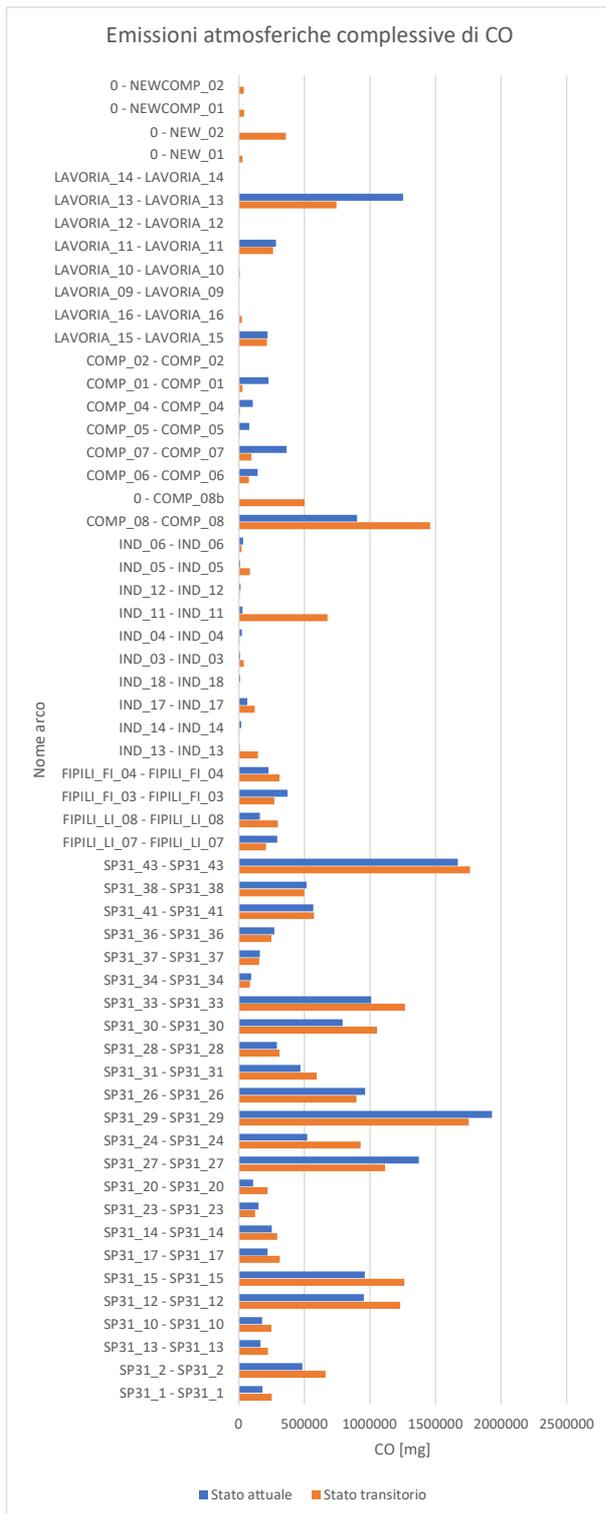


Figura 25: confronto fra stato transitorio e stato attuale – emissioni assolute di CO

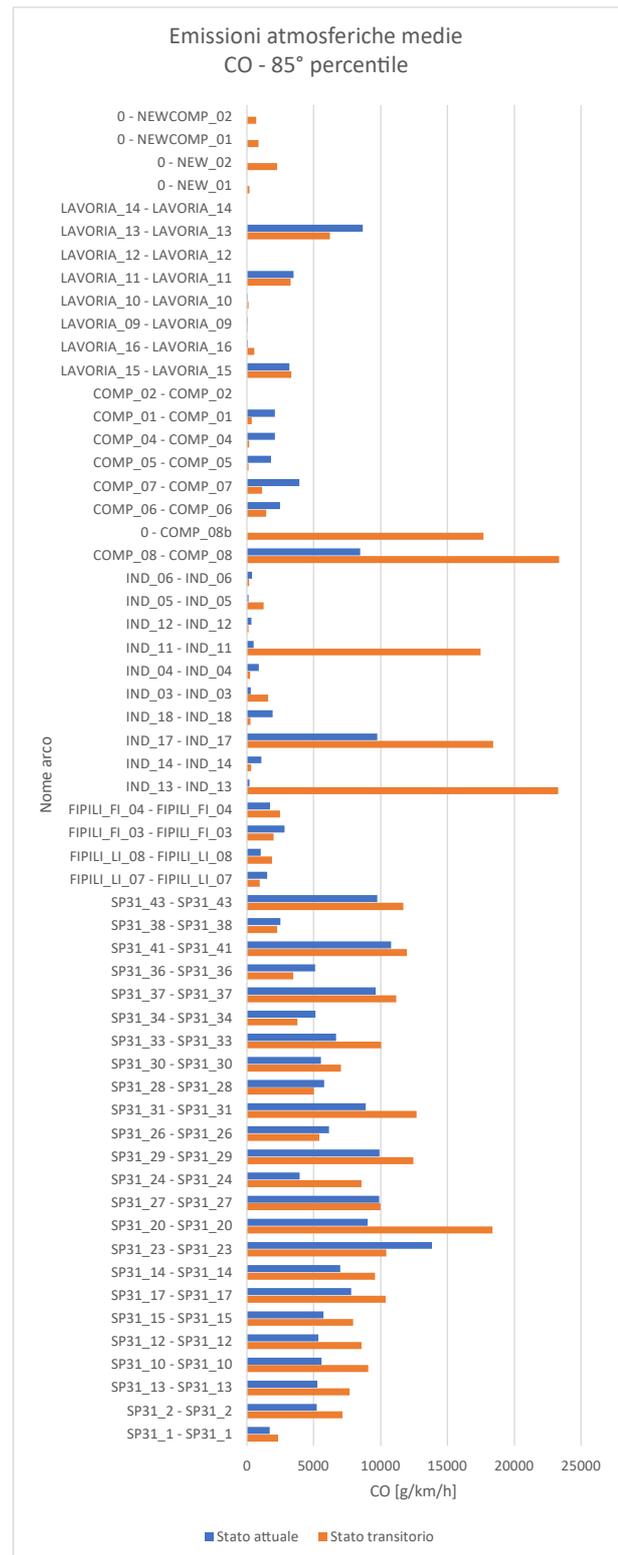


Figura 26: confronto fra stato transitorio e stato attuale – emissioni medie di CO

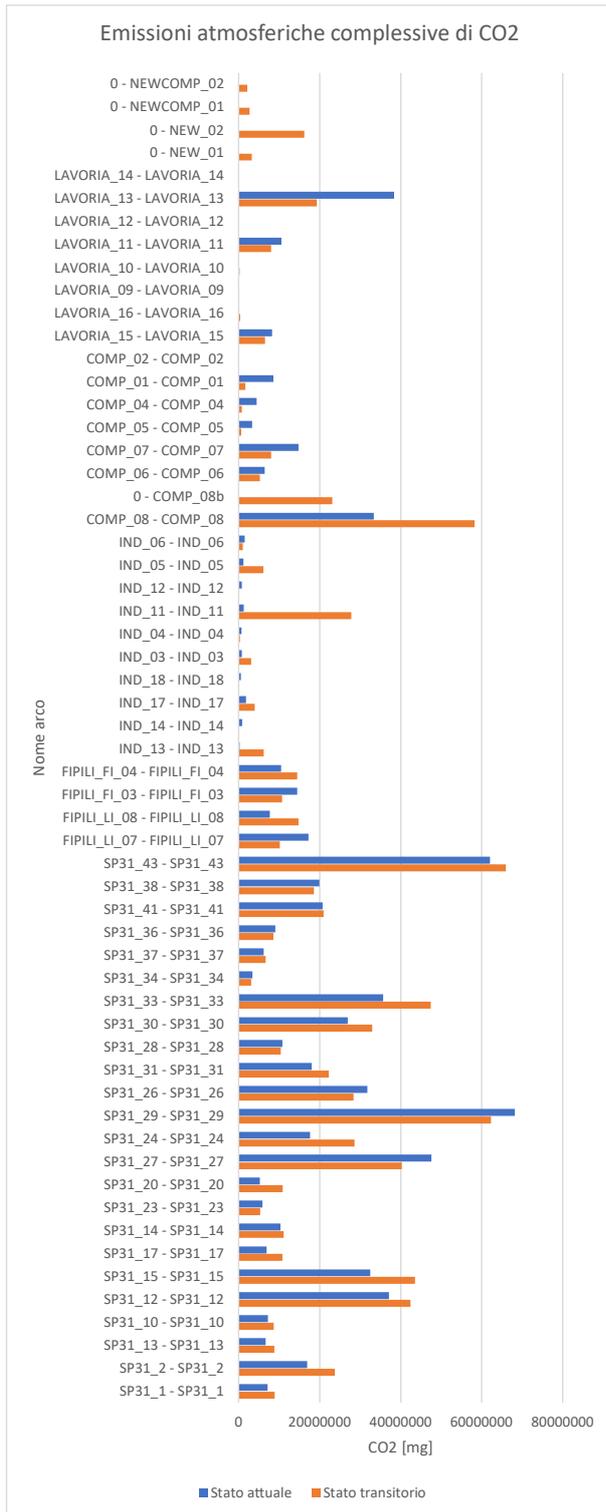


Figura 27: confronto fra stato transitorio e stato attuale – emissioni assolute di CO2

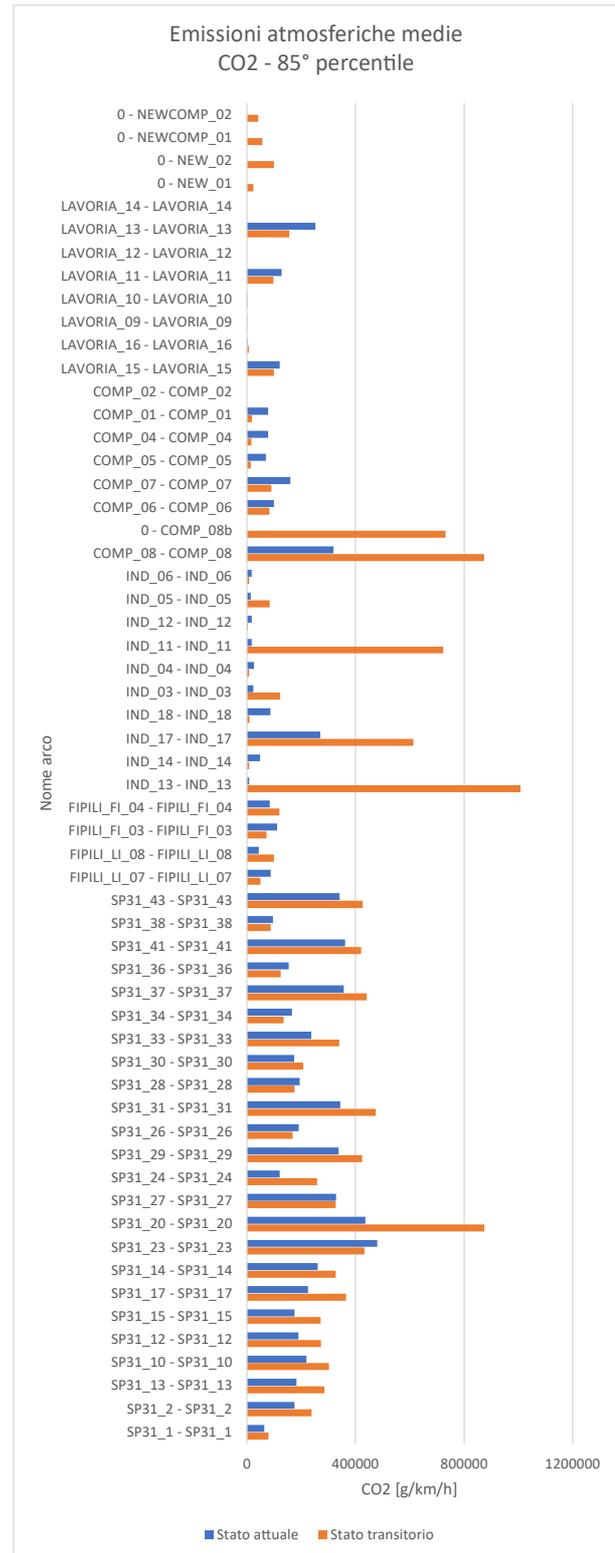


Figura 28: confronto fra stato transitorio e stato attuale – emissioni medie di CO2

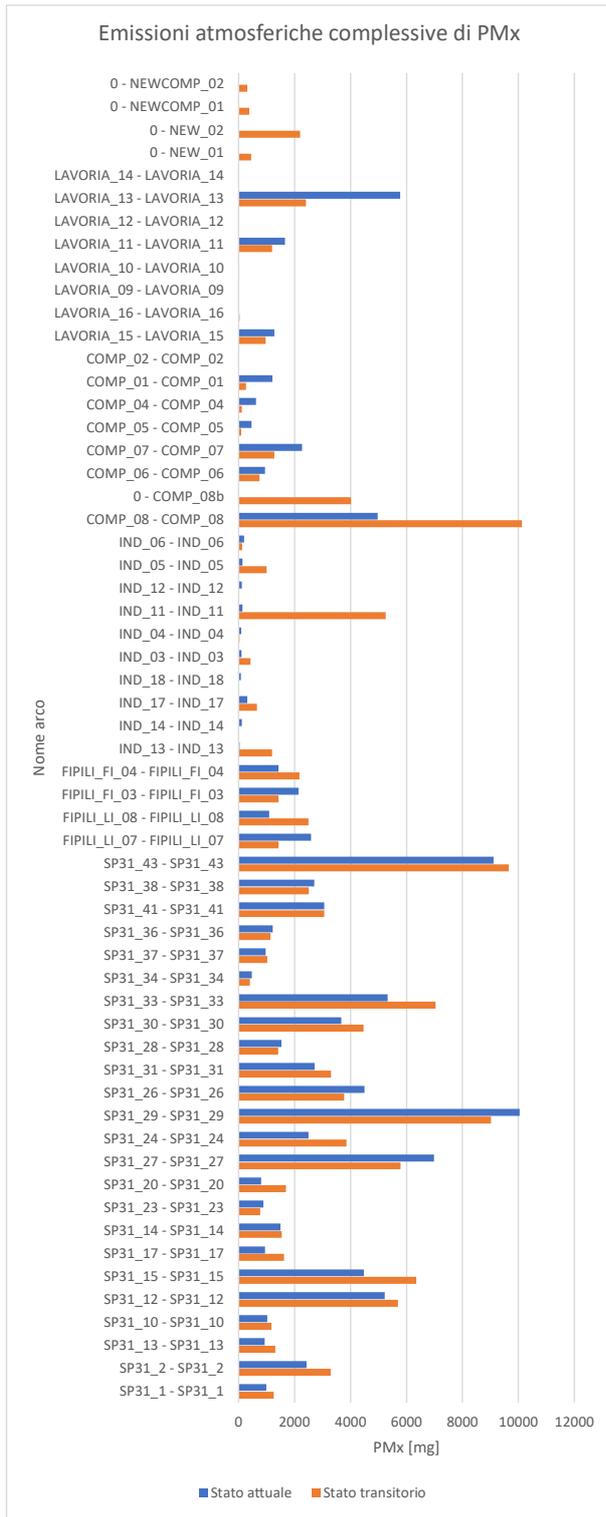


Figura 29: confronto fra stato transitorio e stato attuale – emissioni assolute di PMx

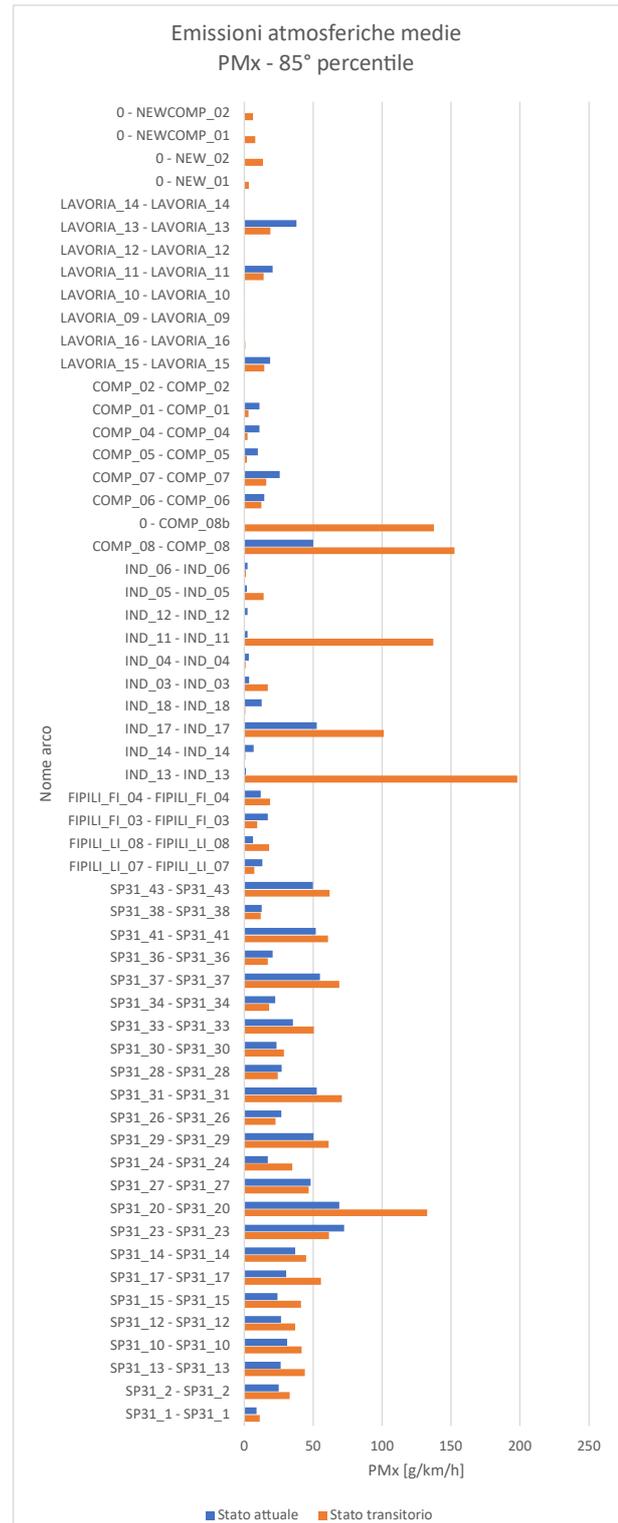


Figura 30: confronto fra stato transitorio e stato attuale – emissioni medie di PMx

2.12 – Considerazioni finali sui risultati della microsimulazione

Come si può osservare sia dai risultati numerici che, soprattutto, quelli riepilogativi in formato grafico, l'inserimento del polo logistico non comporta, di fatto, significative variazioni alla rete analizzata.

La rete allo stato attuale infatti non presenta criticità, almeno da un punto di vista prettamente di capacità dell'infrastruttura e di livelli di congestione. Le analisi e le simulazioni dello stato di progetto evidenziano che la rete è (e sarà, con le modifiche previste) in grado di assorbire le variazioni dovute all'inserimento del nuovo comparto.

Preme evidenziare tuttavia alcuni aspetti, elencati di seguito:

- Sono presenti alcuni dati numerici, in termini di variazioni percentuali, che sono stati indicati semplicemente con un indicatore "> 85%" o "< - 85%". Non deve tuttavia trarre in allarme tale indicazione: infatti, il calcolo percentuale è relativo a valori assoluti significativamente ridotti, per cui una piccola variazione in termini assoluti comporta grandi variazioni in termini percentuali. L'analisi del dato assoluto può confermare, per questi casi, lo scarso significato del valore percentuale, mostrando invece come le variazioni siano di fatto di piccola entità.
- Nuova viabilità di accesso (archi da NEW_01b a NEW_13): i volumi di progetto che percorrono questo nuovo ramo risultano, allo stato attuale delle analisi, significativamente ridotti. Questo può essere dovuto a diversi motivi, di cui si ritiene che il principale sia la lunghezza del percorso in relazione alla destinazione che, in assenza di fenomeni di congestione rilevanti, risulta essere preferibilmente raggiungibile ancora da un percorso che interessi la strada provinciale SP31. Potrebbe pertanto essere necessario, anche in ottica di riduzione dei volumi di traffico su questa (rispetto anche allo stato attuale), istituire dei percorsi obbligati per alcune tipologie di mezzi.

Una considerazione a parte meritano i risultati delle analisi condotte per lo stato transitorio, ossia per quel periodo temporale in cui il nuovo comparto sarà in esercizio e la nuova viabilità di accesso alla FI-PI-LI potrebbe essere in fase di realizzazione. In questo caso si osserva un generale decadimento, seppur poco significativo, delle prestazioni di alcuni archi, specialmente quelli della SP31. Questo è comunque un risultato atteso, dal momento che tutto il traffico generato dal nuovo comparto dovrà utilizzare la SP31 per l'accesso e l'uscita. In ogni caso, come confermato anche dai risultati delle analisi statiche delle rotatorie, le prestazioni rimangono comunque a livelli sufficienti e accettabili, trattandosi comunque di un'area urbana e in considerazione della temporaneità della configurazione analizzata (rete attuale, traffico di progetto).

È possibile quindi infine concludere che il sistema viario attuale, aggiornato con le infrastrutture previste allo stato di progetto, non risulta influenzato in maniera negativa dall'inserimento del nuovo polo logistico. Pertanto, si può affermare che la rete viaria attuale, con le modifiche previste, risulta in grado di sopportare il traffico generato e attratto dal nuovo polo logistico. Preme anche evidenziare che a questo risultato si è pervenuti considerando lo scenario più cautelativo, ossia che tutto il traffico afferente al nuovo comparto sia concentrato nell'ora di punta presa a riferimento per tutte le analisi.

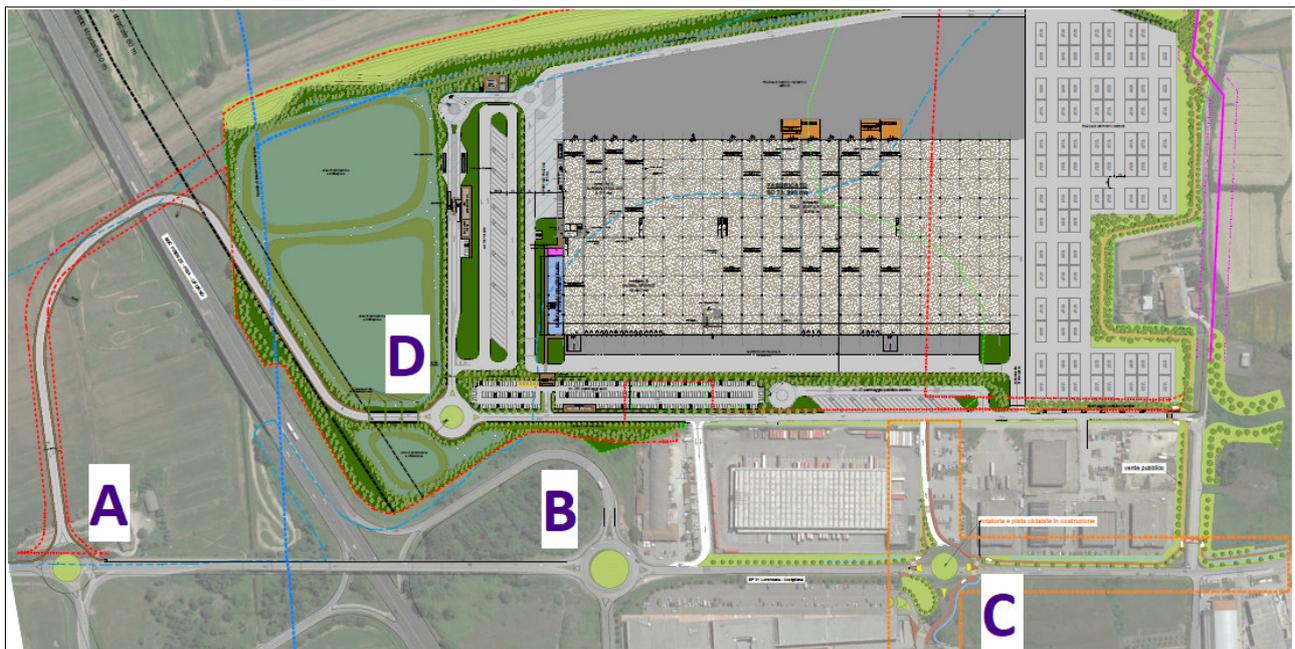
Preme infine sottolineare che, come già descritto in precedenza, le condizioni di circolazione potranno successivamente essere ulteriormente migliorare con interventi mirati e puntuali (quali, ad esempio, l'istituzione di percorsi obbligati per alcune tipologie di mezzi).

3. ANALISI STATICA

3.1 – Introduzione

Come possibile verificare nel capitolo 2, la simulazione dinamica condotta sulla rete stradale afferente l'area su cui sorgerà l'insediamento produttivo ha evidenziato che l'inserimento del polo logistico non comporta, di fatto, significativi impatti negativi sulla rete analizzata.

Ciò premesso con l'obiettivo di valutare comunque le ricadute in termini di impatto sulle condizioni del traffico veicolare a seguito dell'entrata in esercizio del centro logistico, è stato ritenuto necessario determinare il livello di servizio di quattro rotatorie indicate nella figura sottostante con le lettere A, B, C e D di cui la B esistente, la C in corso di realizzazione e le altre due (A e D) previste nel masterplan secondo quanto stabilito con l'Amm.ne Comunale e gli Enti competenti.



Le 4 intersezioni analizzate sono state ritenute le più significative nella rete stradale afferente il centro logistico, in quanto rappresentano i "nodi" su cui confluiranno i flussi veicolari generati dal centro produttivo che si sommano a quelli già presenti sulla rete.

Nei paragrafi successivi la verifica degli effetti prodotti sulla circolazione stradale per la rotatoria B (unica attualmente esistente) sarà effettuata confrontando le condizioni di circolazione nelle condizioni ante (scenario attuale) e post (scenario di progetto) la realizzazione dell'insediamento produttivo. Per le rotatorie A, C e D, saranno ovviamente valutate le condizioni di circolazione unicamente nello scenario di progetto.

Nel paragrafo 3.4, sarà infine condotta l'analisi funzionale delle intersezioni esistenti ipotizzando uno scenario transitorio e temporaneo caratterizzato dalla domanda di trasporto dello stato di progetto ma con la viabilità dello stato attuale.

3.2 – Le Rotatorie

La prima parte del presente capitolo sarà dedicato a riepilogare gli aspetti geometrici e gli elementi caratterizzanti le intersezioni a rotatoria a partire da alcuni concetti teorici quali il calcolo della capacità e del Livello di Servizio (LOS).

A seguito di questa parte introduttiva sarà affrontata l'analisi delle 4 rotatorie con l'obiettivo di valutare gli impatti sulle condizioni di deflusso a seguito dell'entrata in esercizio del centro logistico.

In considerazione delle caratteristiche geometriche delle rotatorie esistenti, per il calcolo e la verifica del Livello di Servizio delle rotatorie A, B e C e D si farà riferimento al metodo francese del SETRA.

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

3.2.1 – Le caratteristiche geometriche delle rotatorie

Nelle tabelle seguenti sono riassunte le principali caratteristiche geometriche delle rotatorie oggetto dello studio.

A) ROTATORIA NORD S.G.C. FI-PI-LI			
DIAMETRO ESTERNO [m]	50 (rotatoria convenzionale)		
LARGHEZZA CORSIA ANELLO [m]	9		
LARGHEZZA BRACCI INGRESSO [m]		LARGHEZZA BRACCI USCITA [m]	
S.P. n°31 nord	6	S.P. n°31 nord	4,5
Nuova viabilità di previsione	3,5	Nuova viabilità di previsione	4,5
S.P. n°31 sud	6	S.P. n°31 sud	4,5
Bretella S.G.C. Fi-Pi-Li	6	Bretella S.G.C. Fi-Pi-Li	4,5
LARGHEZZA ISOLA SPARTITRAFFICO [m]			
S.P. n°31 nord	8		
Nuova viabilità di previsione	8,6		
S.P. n°31 sud	8		
Bretella S.G.C. Fi-Pi-Li	7,3		

B) ROTATORIA SUD S.G.C. FI-PI-LI			
DIAMETRO ESTERNO [m]	57		
LARGHEZZA CORSIA ANELLO [m]	8,5		
LARGHEZZA BRACCI INGRESSO [m]		LARGHEZZA BRACCI USCITA [m]	
S.P. n°31 nord	4,5	S.P. n°31 nord	6
Bretella S.G.C. Fi-Pi-Li	4,5	Bretella S.G.C. Fi-Pi-Li	5
S.P. n°31 sud	4,5	S.P. n°31 sud	6
Via G. Galilei/nord	5	Via G. Galilei/nord	4
LARGHEZZA ISOLA SPARTITRAFFICO [m]			
S.P. n°31 nord	10,5		
Bretella S.G.C. Fi-Pi-Li	10,3		
S.P. n°31 sud	8,4		
Via G. Galilei/nord	3		

C) ROTATORIA SUD S.P. n°31			
DIAMETRO ESTERNO [m]	48,5		
LARGHEZZA CORSIA ANELLO [m]	7		
LARGHEZZA BRACCI INGRESSO [m]		LARGHEZZA BRACCI USCITA [m]	
S.P. n°31 nord	4	S.P. n°31 nord	4,5
Via G. Galilei/sud	4	Via G. Galilei/sud	4,5
S.P. n°31 sud	4	S.P. n°31 sud	4,5
Strada ingresso comparto	-	Strada ingresso comparto	4,5
LARGHEZZA ISOLA SPARTITRAFFICO [m]			
S.P. n°31 nord	9,3		

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Via G. Galilei/sud	7,7		
S.P. n°31 sud	9,8		
Strada ingresso comparto	-		

D) ROTATORIA DISIMPEGNO COMPARTO			
DIAMETRO ESTERNO [m]	42		
LARGHEZZA CORSIA ANELLO [m]	6		
LARGHEZZA BRACCI INGRESSO [m]		LARGHEZZA BRACCI USCITA [m]	
Nuova viabilità accesso, nord	3,5	Nuova viabilità accesso, nord	4,5
Nuova viabilità penetrazione, est	3,5	Nuova viabilità penetrazione, est	4,5
Nuova viabilità accesso, sud	3,5	Nuova viabilità accesso, sud	4,5
LARGHEZZA ISOLA SPARTITRAFFICO [m]			
Nuova viabilità accesso, nord	8		
Nuova viabilità penetrazione, est	5,2		
Nuova viabilità accesso, sud	6,4		

3.2.2 – La capacità delle rotatorie ed il livello di servizio

Si definisce *capacità del braccio* di una rotatoria il più piccolo valore del flusso sul braccio che determina la presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi. Tale valore dipende dal flusso che percorre l'anello e quindi dall'insieme dei flussi in ingresso e in uscita da tutti i bracci della rotatoria. Non è pertanto possibile calcolare la capacità di un braccio se non è nota l'intera matrice M origine-destinazione della rotatoria, il cui generico elemento m_{ij} rappresenta il flusso in ingresso dal braccio i che esce al braccio j , dalla quale si ricava la matrice di distribuzione N , il cui generico elemento n_{ij} fornisce la frazione del flusso entrante dal braccio i che esce dal braccio j .

Per le rotatorie si hanno due diverse definizioni di capacità: la *capacità semplice* e la *capacità totale*. Data una matrice M origine-destinazione, sia d il più piccolo scalare che moltiplicato per M dia luogo ad un insieme di flussi entranti e uscenti dalla rotatoria tale che la capacità, come precedentemente definita, sia raggiunta su uno dei bracci. Il prodotto di d per il flusso entrante da questo braccio che si ricava dalla matrice M è la *capacità semplice* della rotatoria.

Data una matrice di distribuzione N si definisce *capacità totale* della rotatoria la somma dei flussi in ingresso che, distribuendosi secondo N fra le diverse uscite, determinano il raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci.

I metodi di calcolo della capacità messi a punto nei diversi Paesi, pur essendo riconducibili tutti ad uno stesso schema fondamentale, differiscono in qualche misura fra loro, in parte perché diversi sono i tipi di rotatoria su cui sono stati ricavati i dati sperimentali, ma soprattutto per la diversità di comportamento degli automobilisti.

3.2.3 – Il metodo SETRA

Il metodo fornisce oltre al valore della capacità, anche il livello di servizio di una rotatoria. Sia la capacità che i flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora (*eph*). Per la trasformazione dei veicoli diversi dalle autovetture in *eph* si possono adottare i coefficienti di conversione rappresentati nella tabella seguente:

Motociclo (sull'anello)	0,8
Motociclo (in ingresso)	0,2
Autocarro 3 assi	2,0
Autobus	2,5
Tir	3,0

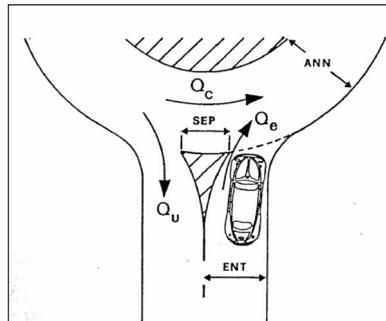
Il metodo del SETRA fa intervenire nel calcolo della capacità, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza di una immissione, anche il traffico che si allontana all'uscita immediatamente precedente, per cui definisce una relazione lineare tra la

capacità e un *traffico complessivo di disturbo*, nel quale intervengono sia il flusso che percorre l'anello sia quello in uscita precedentemente definito.

Le grandezze che intervengono nel calcolo della capacità sono rappresentate in Figura sottostante: il flusso che percorre l'anello all'altezza della immissione (Q_c), il flusso entrante (Q_e), il flusso uscente (Q_u), la larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio (SEP), la larghezza dell'anello (ANN), quella della semicarreggiata del braccio misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del "dare precedenza" (ENT). In altri termini la capacità del braccio (K), cioè il minimo valore di Q_e che dà luogo alla presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi, è una funzione così rappresentabile:

$$K = f(Q_c, Q_u, SEP, ANN, ENT)$$

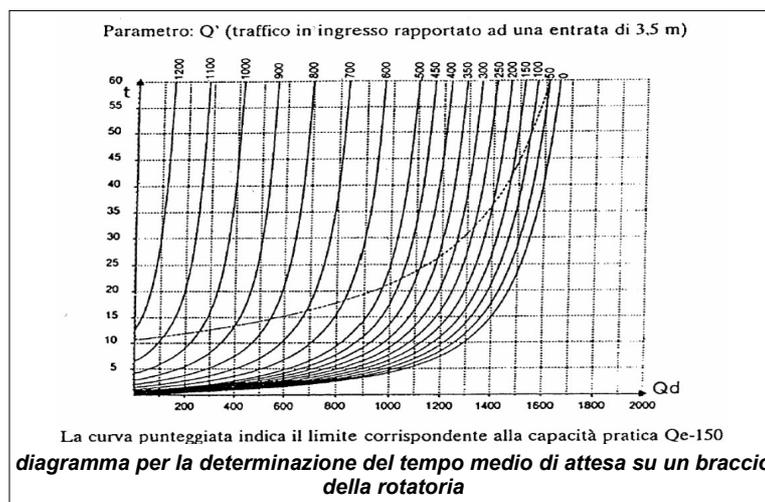
Il metodo francese permette di calcolare la capacità semplice (K) e la capacità totale della rotatoria (Q).

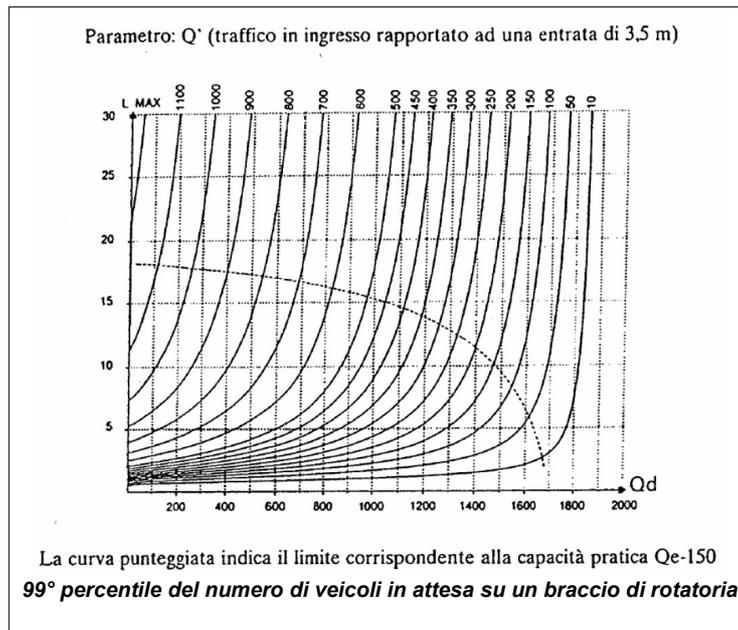


Le caratteristiche di *livello di servizio* a cui si fa riferimento nel progetto delle rotatorie sono le stesse che vengono considerate nello studio di una qualsiasi intersezione a raso: *il tempo medio di attesa* dei veicoli alle immissioni ed un adeguato percentile della *lunghezza della coda*. Tali elementi possono essere calcolati basato sul concetto di *intervallo critico*, le cui variabili sono il flusso in entrata e quello che percorre l'anello. Con tale modello sono stati ricavati dal SETRA i diagrammi delle figure sottostanti, nei quali sono riportati rispettivamente i tempi medi di attesa ed il 99° percentile della lunghezza di coda su un braccio di rotatoria in funzione del flusso di disturbo Q_d sull'anello e del flusso entrante equivalente Q'_e , che si calcola con la seguente formula:

$$Q'_e = \frac{Q_e}{1 + 0.1(ENT - 3.5)}$$

Per *capacità pratica* si intende il flusso entrante a capacità totale della rotatoria ridotto di 150 eph, ed è il parametro utilizzato come riferimento nella progettazione delle rotatorie per evitare che nei bracci si formino code in ingresso.





Utilizzando il tempo di attesa medio, valutato separatamente per ciascuna entrata, si può determinare il livello di servizio facendo riferimento alla Tabella sottostante fornita dalla Norma Svizzera SNV 640022. Il braccio che presenta il livello di servizio più basso è condizionante per l'intera rotatoria.

Livello di servizio	Tempo d'attesa medio
A	≤ 10 s
B	≤ 15 s
C	≤ 25 s
D	≤ 45 s
E	> 45 s
F	flusso in ingresso superiore alla capacità

Il paragrafo 5 del D.M. 19/04/2006, stabilisce che il livello di servizio di un'intersezione non deve essere inferiore a quello fissato dal D.M. 05/11/2001 per il tipo di strade confluenti nel nodo. La tabella 3.4.a del D.M. 05/11/2001 stabilisce che il livello di servizio per le strade extraurbane secondarie è pari al "C", con portata di servizio per corsia pari a 600 autoveicoli equivalenti/ora (eph). Conseguentemente il massimo tempo di attesa per ciascuno dei bracci delle rotatorie non dovrebbe superare i 25 secondi.

L'assegnazione dei flussi di traffico e la determinazione della matrice O/D per le rotatorie interessate dal presente studio di mobilità è stata effettuata sulla base dei flussi di traffico rilevati mediante osservatore nel mese di marzo 2023.

3.3 – Stato di Progetto - Risultati dell'analisi funzionale

In base ai dati rilevati ed ai risultati della microsimulazione di cui al precedente paragrafo 2, è stato possibile costruire le matrici M origine-destinazione sia per lo stato attuale che quello di progetto. Per ciascuna delle rotatorie ogni singola casella riporta cautelativamente i flussi, espressi in veicoli equivalenti, riferiti all'ora di maggiore carico (ora di picco):

STATO PROGETTO		Matrice O/D transiti				
ROT. A		Rami di entrata				
		1	2	3	4	$Q_{e,i}$
Rami di uscita	1	0 eph	89 eph	304 eph	9 eph	402 eph
	2	103 eph	0 eph	65 eph	2 eph	170 eph
	3	264 eph	48 eph	0 eph	5 eph	317 eph

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

	4	130 eph	24 eph	81 eph	0 eph	235 eph
	Qu,i	497 eph	161 eph	450 eph	16 eph	1124 eph

avendo indicato con i numeri 1 e 3 rispettivamente i bracci nord e sud della S.P. n°31, con il numero 2 quello della bretella della S.G.C. Fi-Pi-Li e con il 4, la nuova viabilità di accesso al comparto.

STATO ATTUALE		Matrice O/D transiti				
ROT. B		Rami di entrata				
		1	2	3	4	Qe,i
Rami di uscita	1	0 eph	6 eph	404 eph	64 eph	474 eph
	2	20 eph	0 eph	42 eph	7 eph	69 eph
	3	415 eph	14 eph	0 eph	134 eph	563 eph
	4	92 eph	3 eph	188 eph	0 eph	283 eph
	Qu,i	527 eph	23 eph	634 eph	205 eph	1389 eph

STATO PROGETTO		Matrice O/D transiti				
ROT. B		Rami di entrata				
		1	2	3	4	Qe,i
Rami di uscita	1	0 eph	3 eph	422 eph	25 eph	450 eph
	2	3 eph	0 eph	35 eph	2 eph	40 eph
	3	294 eph	23 eph	0 eph	192 eph	509 eph
	4	24 eph	2 eph	260 eph	0 eph	286 eph
	Qu,i	321 eph	28 eph	717 eph	219 eph	1285 eph

Avendo indicato con i numeri 1 e 3 rispettivamente i bracci nord e sud della S.P. n°31, con il numero 4 quello della bretella della S.G.C. Fi-Pi-Li e con il 2, il braccio della via G. Galilei.

STATO PROGETTO		Matrice O/D transiti				
ROT. C		Rami di entrata				
		1	2	3	4	Qe,i
Rami di uscita	1	0 eph	3 eph	684 eph	37 eph	724 eph
	2	8 eph	0 eph	6 eph	0 eph	14 eph
	3	268 eph	1 eph	0 eph	11 eph	280 eph
	4	0 eph	0 eph	0 eph	0 eph	0 eph
	Qu,i	276 eph	4 eph	690 eph	48 eph	1018 eph

Avendo indicato con i numeri 1 e 3 rispettivamente i bracci nord e sud della S.P. n°31, con il numero 4 il nuovo ramo di ingresso al comparto e con il 2, il braccio della via G. Galilei. Quest'ultimo braccio è previsto solo a senso unico in ingresso al comparto e pertanto i volumi dell'ultima riga della tabella sottostante sono pari a 0.

STATO PROGETTO		Matrice O/D transiti				
ROT. D		Rami di entrata				
		1	2	3	Qe,i	
Rami di uscita	1	0 eph	3 eph	12 eph	15 eph	
	2	82 eph	0 eph	96 eph	178 eph	
	3	153 eph	45 eph	0 eph	198 eph	
	Qu,i	235 eph	48 eph	108 eph	391 eph	

Avendo indicato con i numeri 1 e 3 rispettivamente i bracci nord e sud della nuova viabilità di accesso al comparto e con il 2, il braccio di penetrazione al centro logistico di nuova realizzazione.

Ciò premesso, impiegando le matrici O/D soprariportate e le caratteristiche geometriche delle quattro rotonde riepilogate nelle tabelle del paragrafo 3.2.1, si ottengono i risultati evidenziati nelle cinque tabelle sottostanti rispettivamente per la rotonda "A", "B", "C" e quella "D" sia prendendo a riferimento il manuale HCM che le norme Svizzere. La rotonda "B", unica attualmente esistente, è stata analizzata sia con lo scenario attuale che con quello di progetto.

LOS rotonda "A"							
Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
818 eph	774 eph	796 eph	0,25	5	2	A	A
506 eph	525 eph	515 eph	0,25	3	1	A	A
882 eph	826 eph	854 eph	0,25	2	1	A	A
369 eph	415 eph	392 eph	0,25	13	2	B	B

LOS rotonda "B" – STATO ATTUALE							
Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
743 eph	714 eph	728 eph	0,25	9	3	A	A
273 eph	339 eph	306 eph	0,25	3	1	A	A
767 eph	734 eph	751 eph	0,25	13	4	B	B
649 eph	639 eph	644 eph	0,25	4	2	A	A

LOS rotonda "B" – STATO PROGETTO							
Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
563 eph	571 eph	567 eph	0,25	20	5	C	C
172 eph	258 eph	215 eph	0,25	4	0	A	A
870 eph	816 eph	843 eph	0,25	6	3	A	A
759 eph	727 eph	743 eph	0,25	3	1	A	A

LOS rotonda "C"							
Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
922 eph	857 eph	889 eph	0,25	15	6	C	C
394 eph	435 eph	415 eph	0,25	0	0	A	A

726 eph	701 eph	713 eph	0,25	3	1	A	A
300 eph	360 eph	330 eph	0,25	0	0	A	A

LOS rotatoria "D"							
Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
836 eph	789 eph	812 eph	0,25	0	0	A	A
421 eph	457 eph	439 eph	0,25	5	1	A	A
573 eph	579 eph	576 eph	0,25	3	1	A	A

Dai risultati ottenuti è possibile verificare che il livello di servizio per ciascuna delle rotatorie oggetto di studio nello scenario di progetto si mantiene su valori piuttosto elevati, scendendo al livello "B" solo in corrispondenza dell'immissione in rotatoria dal braccio della nuova viabilità della rotatoria A e dell'immissione in rotatoria dal braccio della S.P. n°31 nord nella rotatoria C. Per quanto riguarda la rotatoria esistente (B) lo scenario di progetto provoca una modesta contrazione del livello di servizio da "A" a "C" per gli ingressi dal braccio nord della S.P. n°31 (con tempi di attesa dei veicoli che passano da 9sec. a 20 sec.) ma, contemporaneamente, produce un miglioramento del LOS del braccio sud della S.P. n°31 che da "B" sale al livello "A", con tempi di attesa che da 13 sec si riducono a 9 sec.

In definitiva è possibile affermare che le modifiche alla circolazione per effetto dell'entrata in esercizio del polo logistico non produce impatti negativi alle condizioni del livello di servizio delle intersezioni a rotatoria che nello scenario di progetto conservano ottimi livelli di servizio.

Preme tra l'altro ricordare che ai risultati suddetti si è pervenuti considerando lo scenario più cautelativo, ossia che tutto il traffico afferente al nuovo comparto sia concentrato nell'ora di punta presa a riferimento per tutte le analisi.

3.4 – Stato Transitorio - Risultati dell'analisi funzionale

Come anticipato nelle premesse, alla luce dei possibili tempi necessari alla realizzazione delle opere viarie a completamento dell'intervento, l'analisi funzionale delle intersezioni è stata condotta anche ipotizzando uno scenario transitorio e temporaneo caratterizzato dalla domanda di trasporto dello stato di progetto ma con la viabilità dello stato attuale. In tal caso lo studio ha interessato le due rotatorie "B" e "C" (la prima esistente e la seconda in fase di realizzazione) e l'intersezione canalizzata a raso tra la bretella della carreggiata nord della S.G.C. FI-PI-LI e la S.P. n°31 (nodo "A").

I risultati delle analisi dello scenario transitorio sono riportati di seguito sia per l'intersezione a raso che per le due rotatorie. Anche nei casi in esame, le manovre di svolta sia per l'intersezione a raso che per le rotatorie, sono state ricavate sia dai dati rilevati che dai risultati della microsimulazione di cui al precedente paragrafo 2.

3.4.1 – Intersezione canalizzata a raso - nodo "A"

L'analisi dell'intersezione a raso a "T" tra la bretella della carreggiata nord della S.G.C. FI-PI-LI e la S.P. n°31 (nodo "A") è stata condotta mediante lo studio del *fenomeno di attesa* dei veicoli che devono effettuare la svolta a sinistra, poiché ritenuta maggiormente rappresentativa riguardo le caratteristiche funzionali dell'intersezione. Lo studio utilizzato fa riferimento alle formule di Pollaczek-Khintchine che stabiliscono una relazione in termini probabilistici tra la lunghezza delle code e la distribuzione del tempo di servizio, ovvero il tempo di attesa prima di effettuare la manovra di svolta.

La procedura utilizzata analizza il comportamento di un guidatore che, giunto alla fine della corsia di accumulo, è in attesa di attraversare la corrente di senso opposto per eseguire la manovra di svolta a sinistra. Egli osserva gli intervalli fra i veicoli della corrente da attraversare e, non appena giudica uno di

questi sufficientemente ampio, esegue la manovra. L'ampiezza dell'intervallo accettato varia da guidatore a guidatore.

Si può definire per ogni automobilista un *intervallo critico* T , tale che tutti gli intervalli ad esso inferiori vengono rifiutati, mentre quelli più grandi sono accettati. L'intervallo critico è distribuito in maniera aleatoria nella popolazione dei conducenti. I risultati di numerose misure sperimentali concordano nell'assegnare ad esso un valore compreso fra 7 e 8 sec.

Nella progettazione delle corsie di accumulo due sono i parametri che devono essere calcolati: il *numero medio di veicoli in attesa*, e il *tempo medio di attesa*. Il primo parametro è necessario per calcolare la lunghezza della zona di accumulo, il secondo per conoscere il livello di servizio della soluzione progettuale adottata, ed in particolare le sue caratteristiche di sicurezza: se infatti il tempo di attesa risultasse eccessivamente elevato, potrebbe accadere che i guidatori in testa alla coda, stanchi di aspettare, decidessero di forzare la corrente di verso opposto con il pericolo di incidenti.

In un fenomeno di attesa gli elementi che ne determinano le caratteristiche sono la *portata che alimenta la coda* (Q_2) ed il *tempo di servizio* (s), cioè il tempo che un utente giunto alla testa della coda deve aspettare prima di potere svoltare. Nel caso delle zone di accumulo alle intersezioni la portata che alimenta la coda è quella che svolta a sinistra, mentre il tempo di servizio s è dato dalla somma dell'intervallo critico più gli intervalli della corrente da attraversare che vengono rifiutati.

Il tempo di servizio è quindi una variabile aleatoria; i parametri della legge di probabilità sono funzioni dell'intervallo critico T e della portata Q_1 della corrente da attraversare.

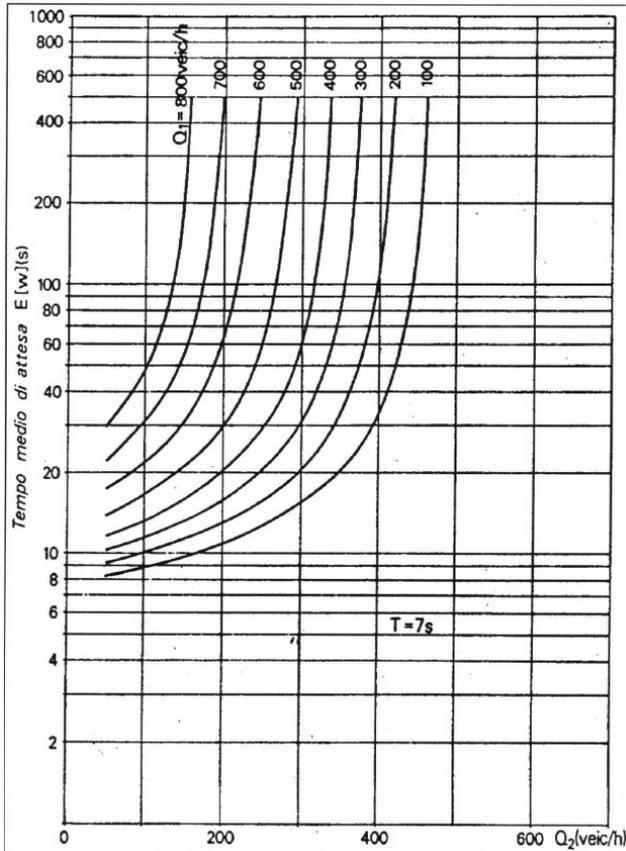
Nell'ipotesi che i veicoli si succedano con legge poissoniana, le espressioni del tempo medio di attesa $E[w]$ e del numero medio di veicoli in attesa $E[q]$ sono (formula di Pollaczek-Khintchine):

$$E[w] = Q_2 b + \frac{Q_2^2 (b^2 + \text{Var}[s])}{2(1 - Q_2 b)};$$

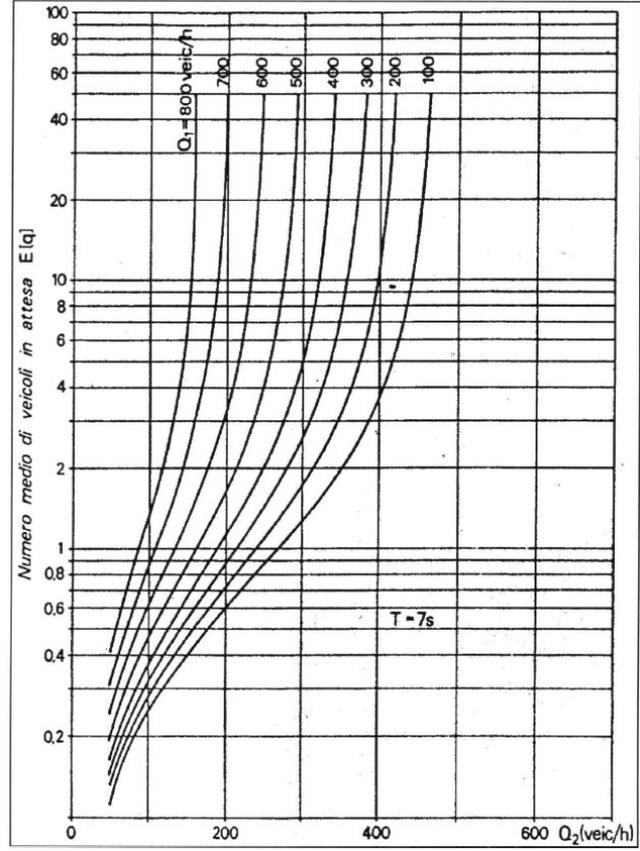
$$E[q] = Q_2 E[w];$$

dove b e $\text{Var}[s]$ sono la media e la varianza del tempo di servizio, funzioni dell'intervallo critico T e della portata Q_1 della corrente da attraversare.

Con riferimento alle formule suddette, nelle figure sottostanti sono riportate, rispettivamente, l'andamento del tempo medio di attesa e del numero medio di veicoli in attesa in funzione della portata Q_2 della corrente che svolta a sinistra, per un intervallo critico $T = 7$ sec e per diversi valori della portata Q_1 della corrente da attraversare.

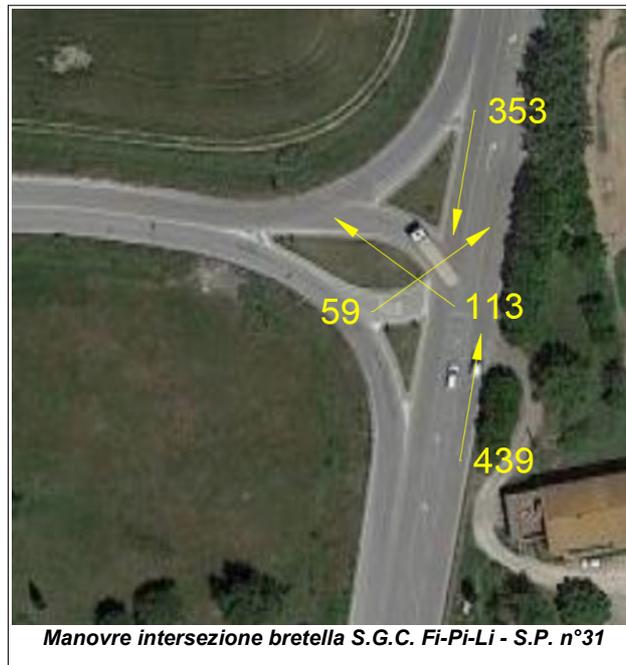


Tempo medio di attesa in una corsia di accumulo



Numero medio di veicoli in attesa in una corsia di accumulo

Nel caso in esame, le portate in gioco per le manovre di svolta a sinistra, riferite al volume orario di picco, sono sintetizzate nella figura seguente:



Manovre intersezione bretella S.G.C. Fi-Pi-Li - S.P. n°31

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
 cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Applicando la procedura sopradescritta al caso in esame, è possibile determinare i tempi medi di attesa ed il numero medio dei veicoli in attesa per la svolta a sinistra sia dalla S.P. n°31 verso la rampa della S.G.C. Fi-Pi-Li, che dalla rampa della S.G.C. Fi-Pi-Li verso la S.P. n°31. I risultati sono riepilogati nella tabella seguente:

Manovra	Tempo medio di attesa	Numero medio dei veicoli in attesa
svolta a sinistra S.P. n°31 - rampa S.G.C. Fi-Pi-Li	14 sec	1
svolta a sinistra rampa S.G.C. Fi-Pi-Li - S.P. n°31	11 sec	1

I risultati ottenuti evidenziano modesti valori sia dei tempi medi di attesa che del numero medio dei veicoli in attesa e quindi anche con l'entrata in esercizio del polo logistico l'intersezione esistente garantisce ottimi livelli di funzionalità ed elevate condizioni di sicurezza.

Il dato positivo ottenuto è confermato anche dalle informazioni ricavate dalla tabella seguente, in cui sono riportati i valori della lunghezza della corsia di accumulo per la svolta a sinistra calcolati con le formule suddette. Dalla tabella è possibile verificare che per valori di portata della corrente da attraversare Q_1 inferiori a circa 400 eph, come nel caso in esame, non occorre prevedere un tratto di accumulo ($L_{a,a}=0$) perché le portate in gioco sono modeste e quindi anche i tempi medi di attesa e il numero medio dei veicoli in attesa sono trascurabili.

	Q1 (eph)							
Q2 (eph)	100	200	300	400	500	600	700	800
50	0	0	0	12	12	12	12	12
100	0	0	0	12	12	12	12	24
150	0	0	0	12	12	24	24	108
200	0	0	0	24	24	36	48	∞
250	0	0	0	36	48	108	∞	∞
300	0	0	0	72	576	∞	∞	∞
350	0	0	0	∞	∞	∞	∞	∞
400	0	0	0	∞	∞	∞	∞	∞

Valori della lunghezza di accumulo ($L_{a,a}$) di una corsia specializzata per la svolta a sinistra

3.4.2 – Rotatorie - nodo “B” e nodo “C”

Le seguenti tabelle riepilogano le matrici M origine-destinazione per le due rotatorie “B” e “C” espressi in veicoli equivalenti e riferiti all’ora di maggiore carico (ora di picco):

STATO TRANSITORIO		Matrice O/D transiti				
ROT. B		Rami di entrata				
		1	2	3	4	Qe,i
Rami di uscita	1	0 eph	12 eph	420 eph	34 eph	465 eph
	2	7 eph	0 eph	33 eph	3 eph	43 eph
	3	497 eph	64 eph	0 eph	181 eph	742 eph
	4	50 eph	6 eph	229 eph	0 eph	286 eph
	Qu,i	554 eph	82 eph	682 eph	218 eph	1536 eph

Avendo indicato con i numeri 1 e 3 rispettivamente i bracci nord e sud della S.P. n°31, con il numero 4 quello della bretella della S.G.C. Fi-Pi-Li e con il 2, il braccio della via G. Galilei.

STATO TRANSITORIO		Matrice O/D transiti				
ROT. C		Rami di entrata				
		1	2	3	4	Qe,i
Rami di uscita	1	0 eph	3 eph	646 eph	36 eph	685 eph
	2	30 eph	0 eph	38 eph	2 eph	70 eph
	3	398 eph	3 eph	0 eph	29 eph	430 eph
	4	0 eph	0 eph	0 eph	0 eph	0 eph
	Qu,i	428 eph	6 eph	684 eph	67 eph	1185 eph

Avendo indicato con i numeri 1 e 3 rispettivamente i bracci nord e sud della S.P. n°31, con il numero 4 il nuovo ramo di ingresso al comparto e con il 2, il braccio della via G. Galilei. Quest'ultimo braccio è previsto solo a senso unico in ingresso al comparto e pertanto i volumi dell'ultima riga della tabella sottostante sono pari a 0.

Impiegando le matrici O/D soprariportate e le caratteristiche geometriche delle rotonde riepilogate nelle tabelle del paragrafo 3.2.1, si ottengono i risultati evidenziati nelle tabelle sottostanti rispettivamente per la rotonda "B" e per la "C" sia prendendo a riferimento il manuale HCM che le norme Svizzere.

LOS rotonda "B" – STATO TRANSITORIO							
Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
628 eph	623 eph	626 eph	0,25	15	4	C	C
242 eph	314 eph	278 eph	0,25	2	0	A	A
846 eph	797 eph	822 eph	0,25	26	7	D	D
660 eph	684 eph	654 eph	0,25	4	2	A	A

LOS rotonda "C" – STATO TRANSITORIO							
Capac. pratica (-150)	Capac. pratica (80%)	Capac. pratica (media)	Periodo analisi (h)	Tempo attesa (s)	Veicoli coda (n)	Liv.Serv. HCM 2000	Liv.Serv. SNV 640022
925 eph	860 eph	893 eph	0,25	12	5	B	B
390 eph	432 eph	411 eph	0,25	2	0	A	A
767 eph	733 eph	750 eph	0,25	6	3	A	A
341 eph	393 eph	367 eph	0,25	0	0	A	A

Dal confronto tra il livello di servizio per le rotonde "B" e "C" nello scenario di progetto e quello transitorio è possibile osservare un'unica contrazione del LOS del ramo sud della S.P. n°31 della rotonda "B" che passa dal livello A a quello D con incremento dei tempi di attesa di circa 20 secondi. Nel confronto è possibile inoltre verificare che per la rotonda "C", lo scenario transitorio produce un miglioramento del LOS del ramo nord della S.P. n°31 che passa dal livello C a quello B con riduzione dei tempi di attesa da 20 a 12 secondi.

3.5 – Considerazioni finali sui risultati dell'analisi funzionale

Come si può osservare dai risultati numerici dell'analisi funzionale delle intersezioni della viabilità interessata

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

dall'insediamento logistico/produttivo, l'entrata in esercizio del polo non comporta, di fatto, significativi impatti negativi sui livelli funzionali delle intersezioni analizzate.

Le analisi condotte per lo stato di progetto evidenziano che i nodi della rete oggetto di analisi sono (e saranno, con le modifiche previste) in grado di assorbire le variazioni dovute all'inserimento del nuovo comparto.

Per quanto riguarda lo scenario transitorio, ossia per quel periodo temporale in cui il nuovo comparto sarà in esercizio e la nuova viabilità di accesso alla S.G.C. FI-PI-LI potrebbe essere in fase di realizzazione, le analisi condotte evidenziano un modesto decadimento, seppur poco significativo, delle prestazioni del solo ramo di ingresso sud della rotatoria "B" (S.P. n°31). Questo è comunque un risultato prevedibile, dal momento che tutto il traffico generato dal nuovo comparto dovrà utilizzare la S.P. n°31 per l'accesso e l'uscita. In ogni caso, come confermato anche dai risultati delle analisi statiche delle rotonde, le prestazioni rimangono comunque a livelli sufficienti e accettabili, trattandosi comunque di un'area urbana e in considerazione della temporaneità della configurazione analizzata (rete attuale, traffico di progetto). Ad analoga conclusione si perviene anche considerando l'intersezione a raso canalizzata tra la bretella nord della S.G.C. FI-PI-LI e la S.P. n°31. Le analisi condotte per lo scenario transitorio evidenziano modesti valori sia dei tempi medi di attesa che del numero medio dei veicoli in attesa relativi alla manovra di svolta a sinistra e quindi anche con l'entrata in esercizio del polo logistico l'intersezione esistente garantisce ottimi livelli di funzionalità ed idonee condizioni di sicurezza.

Preme tra l'altro ricordare che ai risultati suddetti si è pervenuti considerando lo scenario più cautelativo, ossia che tutto il traffico afferente al nuovo comparto sia concentrato nell'ora di punta presa a riferimento per tutte le analisi.

4. ALLEGATI

Allegato "A" – Rilievi manuali del traffico

Allegato "B" – Elaborazioni – STATO ATTUALE/PROGETTO – STATO ATTUALE/TRANSITORIO

Densità veicolare media

Velocità sugli archi media

Ritardo complessivo

Inquinamento acustico

Inquinamento atmosferico – CO complessivo

Inquinamento atmosferico – CO medio

Inquinamento atmosferico – CO₂ complessivo

Inquinamento atmosferico – CO₂ medio

Inquinamento atmosferico – PM_x complessivo

Inquinamento atmosferico – PM_x medio

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

ALLEGATO A

Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Postazioni di rilievo



Ing. Luca Della Santina

Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Legenda

DR	Due Ruote
VL	Veicoli Leggeri
F	Furgoni/Van
VP	Veicoli Pesanti

Postazione 1

Ora/Sezione	1				1			
	Direzione Nord				Direzione Sud			
	DR	VL	F	VP	DR	VL	F	VP
7:00-7:15	1	62	9	3	1	44	15	5
7:15-7:30	0	90	10	0	2	79	16	4
7:30-7:45	1	83	13	3	3	76	22	6
7:45-8:00	3	74	12	3	2	81	19	2
8:00-8:15	2	61	12	3	0	61	20	2
8:15-8:30	3	95	21	1	0	85	22	5
8:30-8:45	2	88	12	4	0	96	22	3
8:45-9:00	0	85	9	3	1	66	19	1
	12	638	98	20	9	588	155	28
17:00-17:15	3	101	6	1	4	70	7	4
17:15-17:30	4	91	17	1	3	92	4	0
17:30-17:45	4	90	14	0	2	78	7	1
17:45-18:00	1	102	10	2	0	68	4	0
18:00-18:15	0	99	6	0	3	111	5	1
18:15-18:30	1	89	10	2	4	98	5	1
18:30-18:45	2	80	7	3	1	69	2	1
18:45-19:00	6	66	4	1	1	108	2	2
TOTALI	21	718	74	10	18	694	36	10

Postazione 2

Ora/Sezione	2				2			
	Direzione Nord				Direzione Sud			
	DR	VL	F	VP	DR	VL	F	VP
7:00-7:15	1	84	7	3	0	39	9	4
7:15-7:30	0	112	9	6	2	61	8	1
7:30-7:45	2	135	8	7	2	57	13	5
7:45-8:00	1	94	11	6	2	86	9	8
8:00-8:15	2	124	18	8	0	74	7	2
8:15-8:30	1	105	11	4	0	83	8	9
8:30-8:45	3	120	7	8	1	94	14	5
8:45-9:00	3	114	9	5	1	78	8	7
	13	888	80	47	8	572	76	41
17:00-17:15	1	103	8	4	0	116	10	5
17:15-17:30	2	105	12	5	0	121	12	7
17:30-17:45	2	95	12	6	1	93	10	9
17:45-18:00	3	108	10	1	1	90	5	6
18:00-18:15	2	109	7	4	1	94	10	6
18:15-18:30	0	91	7	4	1	106	4	5
18:30-18:45	1	92	10	2	1	96	6	2
18:45-19:00	1	81	6	4	0	92	3	7
TOTALI	12	784	72	30	5	808	60	47

Postazione 3

Ora/Sezione	3				3			
	Ingresso incrocio				Uscita incrocio			
	DR	VL	F	VP	DR	VL	F	VP
7:00-7:15	0	1	0	0	0	2	1	0
7:15-7:30	0	1	0	1	1	1	1	0
7:30-7:45	0	2	2	0	0	1	0	1
7:45-8:00	0	2	1	1	0	21	1	1
8:00-8:15	0	3	0	0	0	13	1	0
8:15-8:30	0	1	0	0	0	12	1	0
8:30-8:45	0	6	0	0	0	4	0	0
8:45-9:00	0	1	0	0	1	4	1	0
	0	17	3	2	2	58	6	2
17:00-17:15	0	10	1	0	0	2	2	0
17:15-17:30	0	11	0	0	0	1	0	0
17:30-17:45	1	8	1	0	0	1	2	0
17:45-18:00	0	7	0	0	0	3	0	0
18:00-18:15	1	16	2	0	0	2	0	0
18:15-18:30	0	4	0	0	0	1	1	0
18:30-18:45	0	9	1	1	0	1	2	0
18:45-19:00	0	8	1	0	0	2	1	0
TOTALI	2	73	6	1	0	13	8	0

Postazione 4

Ora/Sezione	4				4			
	Direzione Nord				Direzione Sud			
	DR	VL	F	VP	DR	VL	F	VP
7:00-7:15	1	102	9	12	2	55	16	5
7:15-7:30	0	129	14	6	0	67	12	11
7:30-7:45	1	143	20	12	1	94	20	5
7:45-8:00	1	130	6	14	1	106	12	13
8:00-8:15	3	140	8	10	1	91	7	8
8:15-8:30	2	131	12	11	2	88	10	8
8:30-8:45	1	130	3	4	0	93	7	7
8:45-9:00	1	100	15	9	0	104	8	6
	10	1.005	87	78	7	698	92	63
17:00-17:15	2	113	16	2	3	84	17	13
17:15-17:30	1	104	9	2	0	105	14	3
17:30-17:45	0	103	14	1	0	103	16	8
17:45-18:00	0	115	9	7	0	97	11	7
18:00-18:15	3	112	11	1	3	120	18	7
18:15-18:30	4	115	6	3	1	108	14	6
18:30-18:45	1	103	3	3	2	100	10	3
18:45-19:00	0	77	9	4	0	92	7	6
TOTALI	11	842	77	23	9	809	107	53

Postazione 5

Ora/Sezione	5			
	Senso unico			
	DR	VL	F	VP
7:00-7:15	0	20	0	5
7:15-7:30	0	6	1	4
7:30-7:45	0	2	2	6
7:45-8:00	0	1	1	5
8:00-8:15	0	13	0	0
8:15-8:30	0	5	2	4
8:30-8:45	0	5	1	1
8:45-9:00	0	3	2	5
	0	55	9	30
17:00-17:15	0	29	6	4
17:15-17:30	0	9	6	0
17:30-17:45	0	8	1	1
17:45-18:00	0	16	3	4
18:00-18:15	0	30	2	0
18:15-18:30	1	32	2	3
18:30-18:45	0	20	1	1
18:45-19:00	0	8	0	4
TOTALI	1	152	21	17

Postazione 6

Ora/Sezione	6				6			
	Direzione Nord				Direzione Sud			
	DR	VL	F	VP	DR	VL	F	VP
7:00-7:15	0	102	8	9	0	34	8	12
7:15-7:30	0	123	24	4	1	36	12	0
7:30-7:45	0	160	15	8	0	67	11	6
7:45-8:00	0	126	12	6	3	72	9	5
8:00-8:15	1	125	6	6	0	68	7	7
8:15-8:30	0	108	11	8	0	60	8	2
8:30-8:45	0	160	3	9	0	80	5	7
8:45-9:00	0	113	8	8	0	71	8	7
	1	1.017	87	58	4	488	68	46
17:00-17:15	1	120	9	4	1	102	11	5
17:15-17:30	2	90	10	6	1	147	9	7
17:30-17:45	0	114	15	5	0	135	5	7
17:45-18:00	0	88	9	0	0	127	10	11
18:00-18:15	0	107	8	2	1	132	8	7
18:15-18:30	0	106	12	3	0	140	9	1
18:30-18:45	2	87	5	2	3	117	5	3
18:45-19:00	0	76	5	2	1	110	11	6
TOTALI	5	788	73	24	7	1.010	68	47

Postazione 7

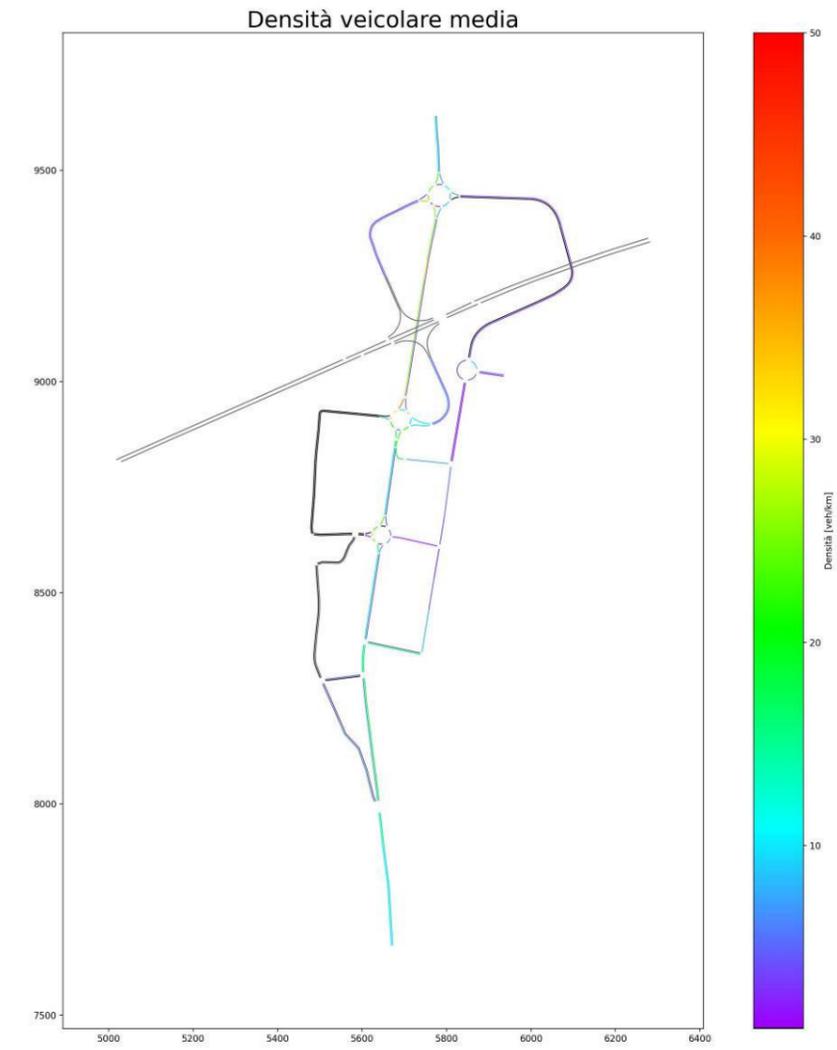
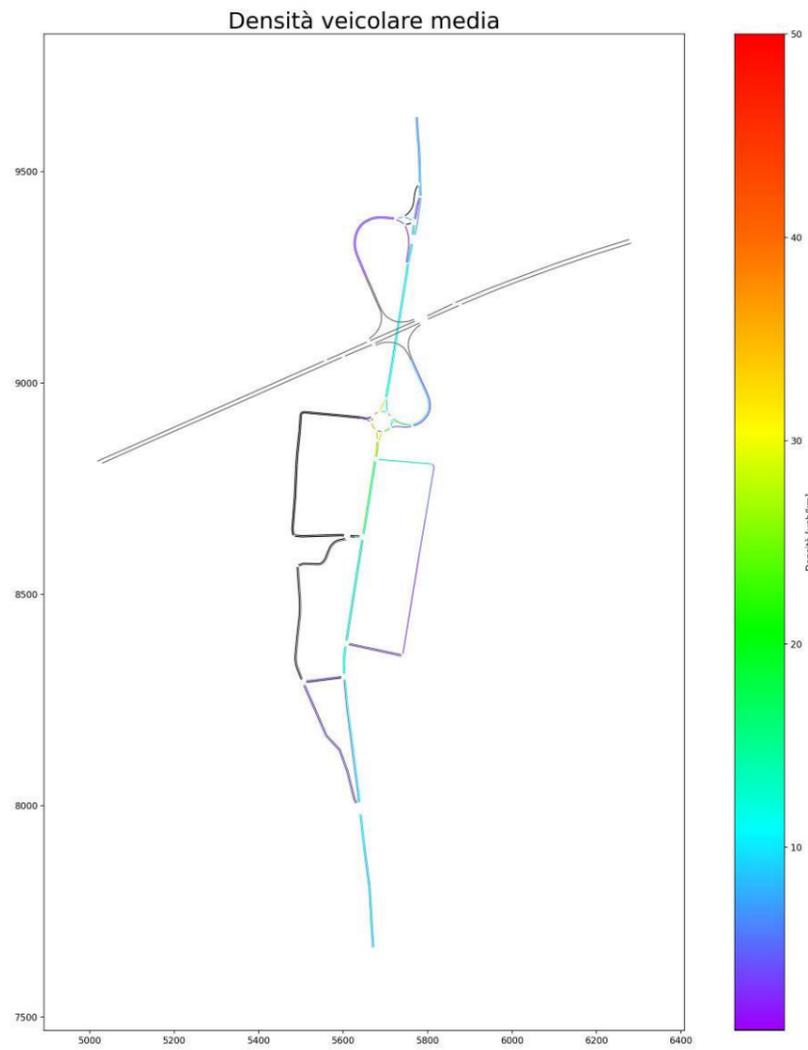
Ora/Sezione	7				7			
	Ingresso incrocio				Uscita incrocio			
	DR	VL	F	VP	DR	VL	F	VP
7:00-7:15	0	3	1	0	0	8	11	6
7:15-7:30	0	0	0	0	0	10	16	3
7:30-7:45	0	1	0	0	0	13	11	3
7:45-8:00	0	2	0	0	0	31	7	4
8:00-8:15	0	1	0	1	0	20	0	2
8:15-8:30	0	2	0	0	0	17	2	6
8:30-8:45	0	0	0	0	0	30	0	4
8:45-9:00	0	3	0	0	0	39	2	2
	0	12	1	1	0	168	49	30
17:00-17:15	0	10	0	0	0	7	5	2
17:15-17:30	0	3	0	0	0	3	3	4
17:30-17:45	0	4	1	0	0	1	6	1
17:45-18:00	0	1	1	2	0	1	4	3
18:00-18:15	0	1	0	0	0	2	1	0
18:15-18:30	0	0	0	0	0	2	1	5
18:30-18:45	0	4	1	0	0	2	0	3
18:45-19:00	0	0	0	0	0	2	1	4
TOTALI	0	23	3	2	0	20	21	22

ALLEGATO B

Ing. Luca Della Santina

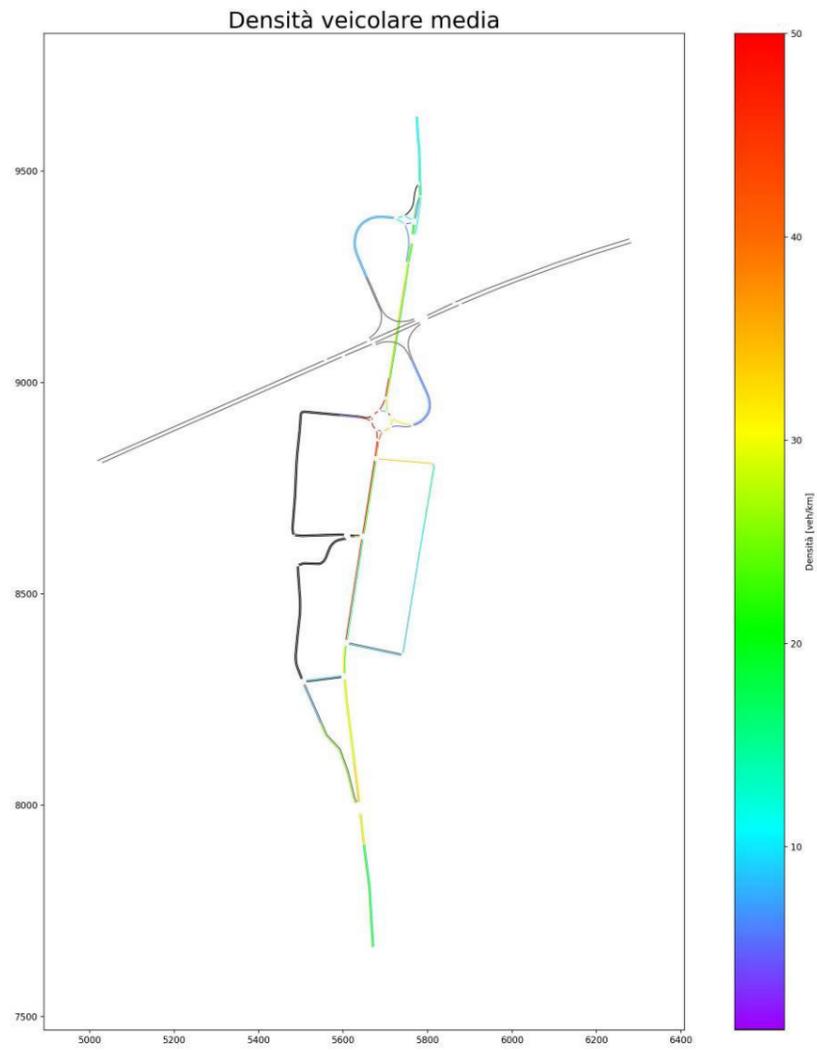
Ingegnere Civile, Via Della Valle 29 56025 Pontedera – P.I.02401920505
cell 3341062407 - 3346935552, PEC: luca.dellasantina@ingpec.eu, mail: luca.dellasantina@ordineingegneripisa.it

Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45

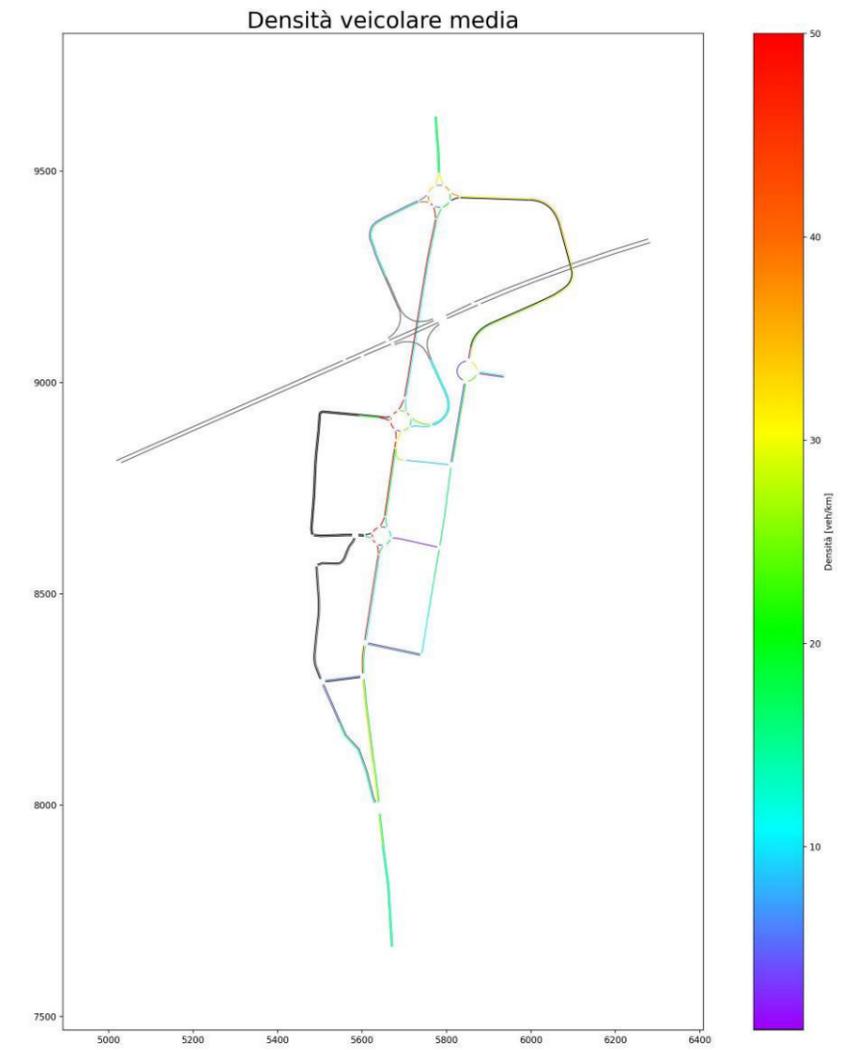


Densità veicolare media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45

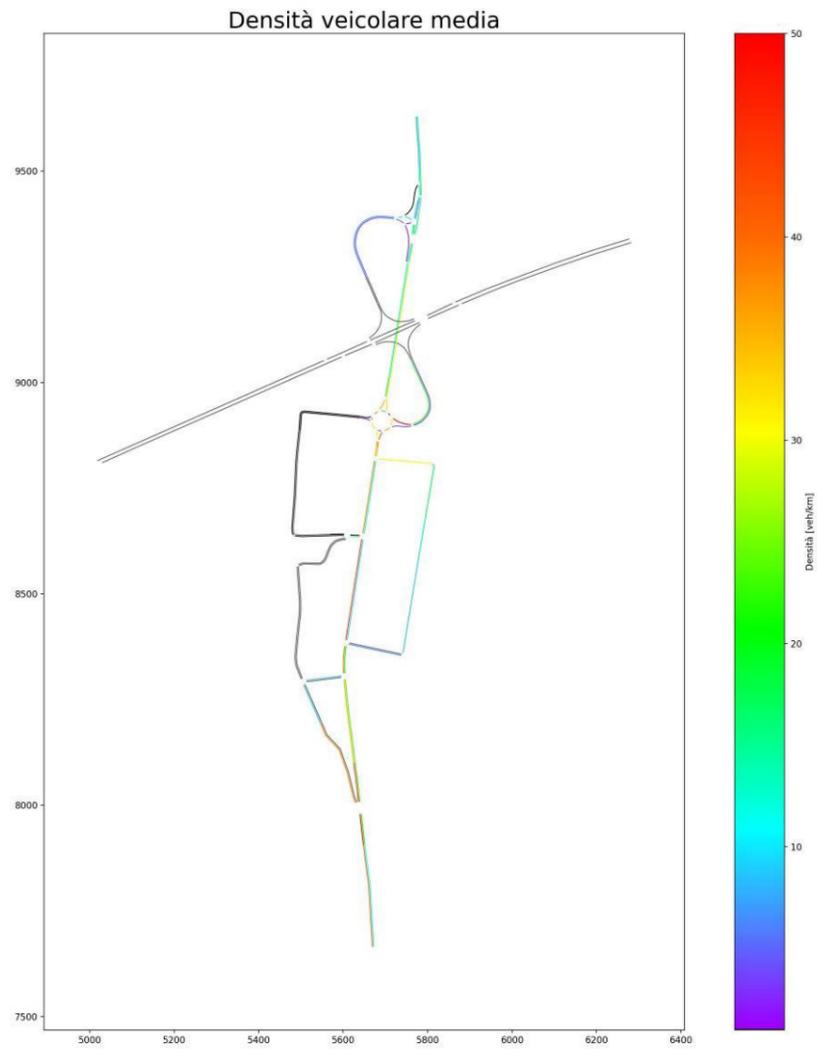
Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



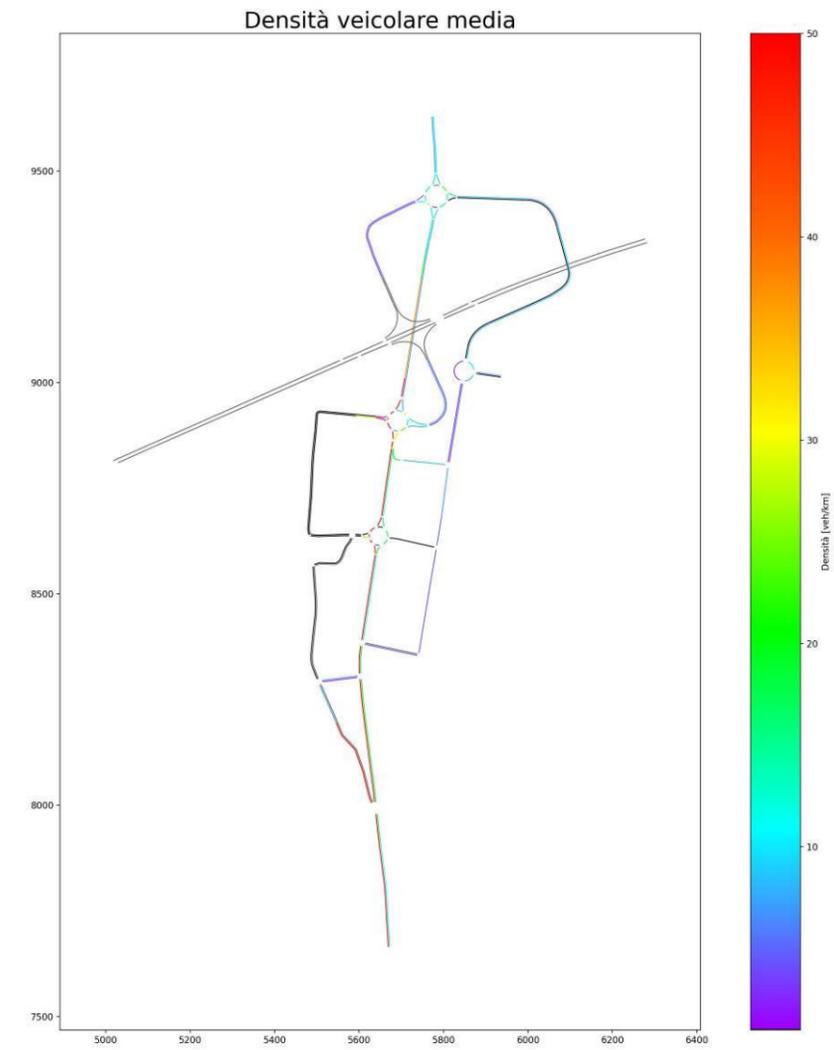
Densità veicolare media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



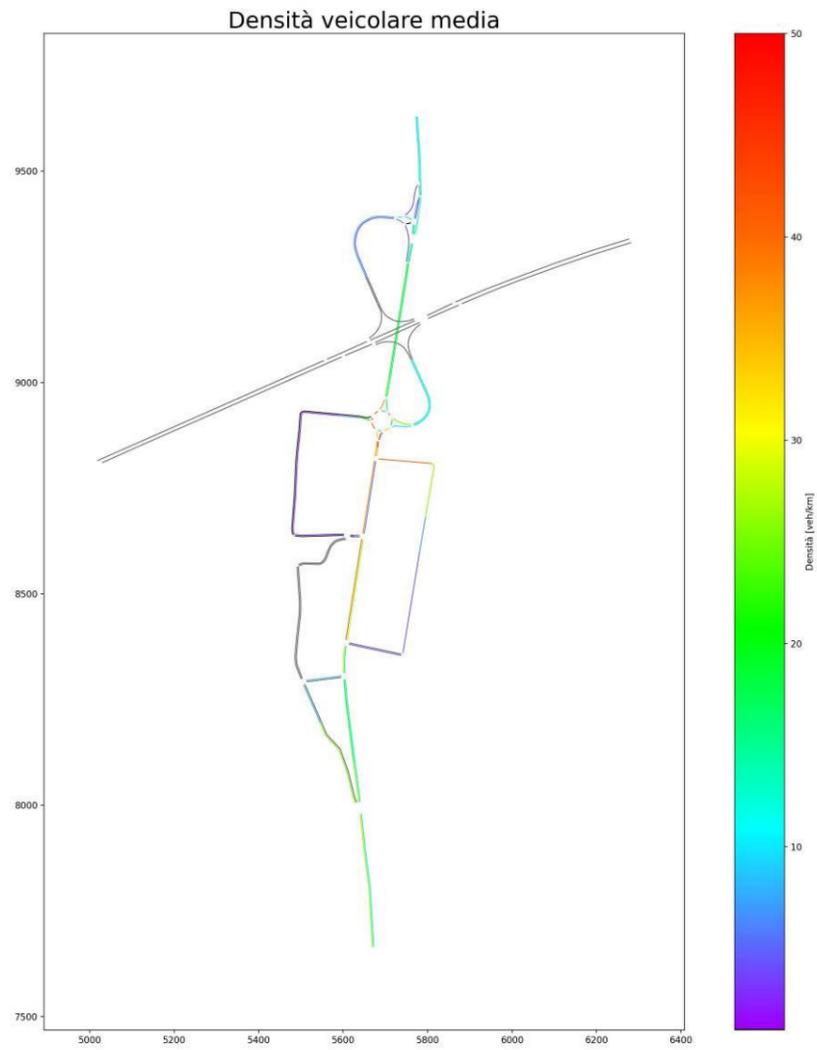
Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



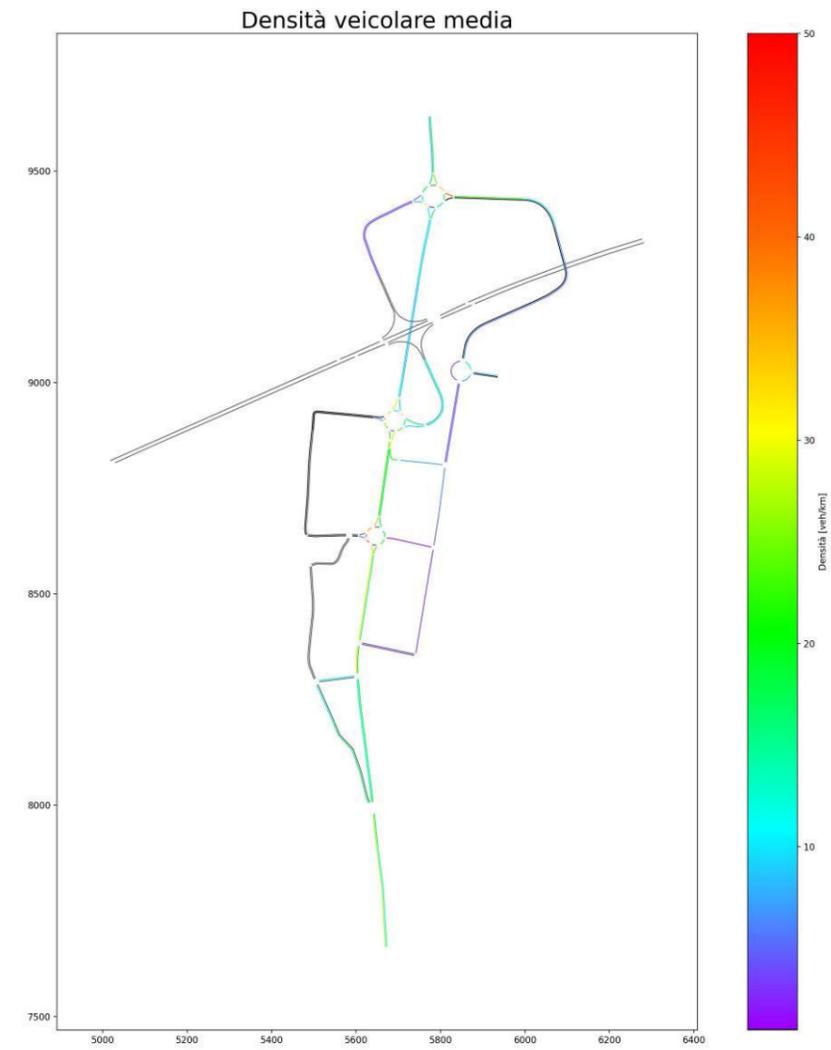
Densità veicolare media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



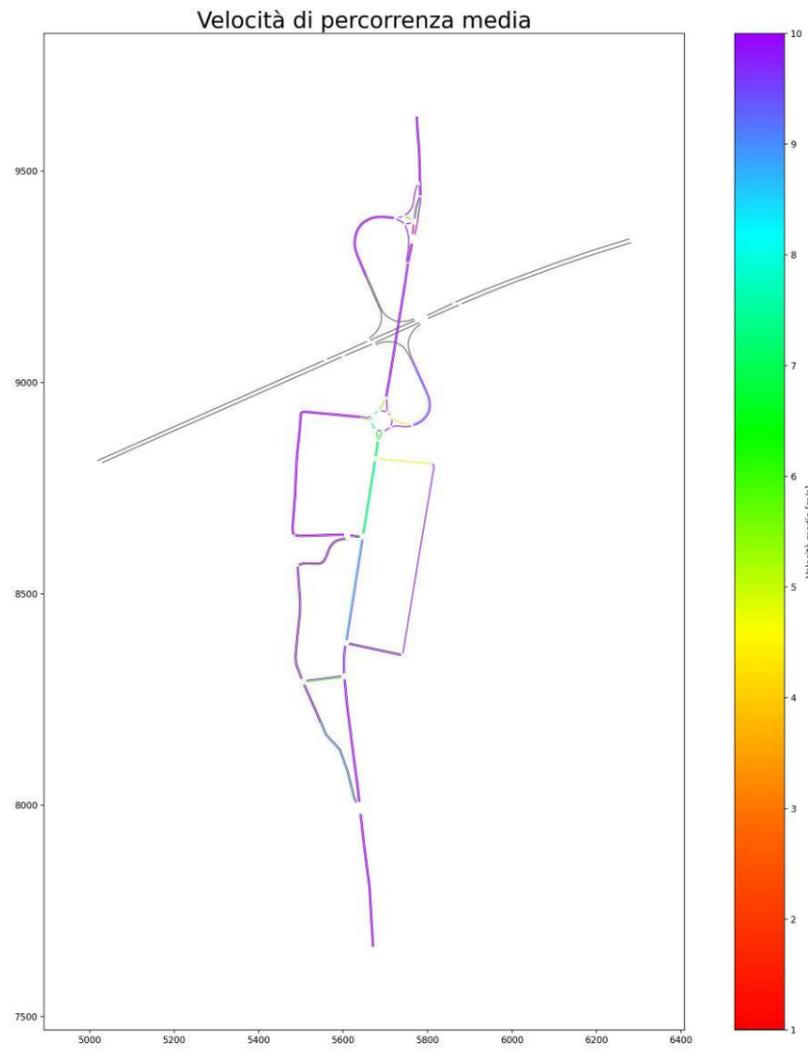
Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



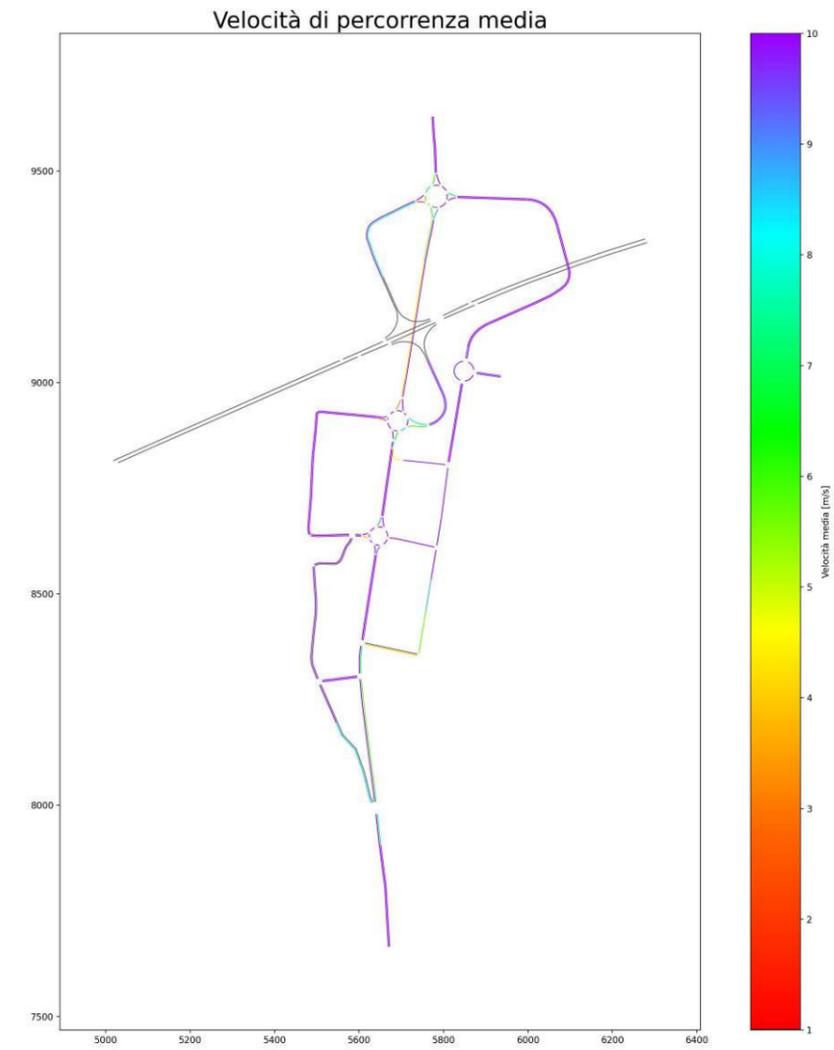
Densità veicolare media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



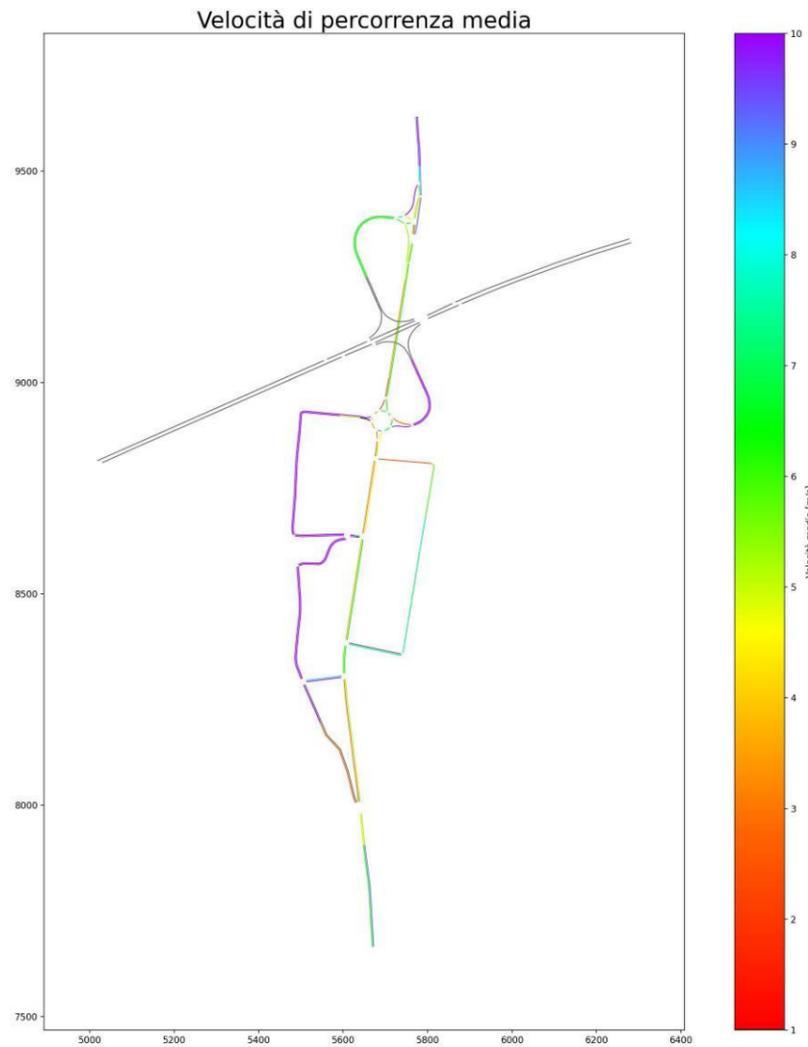
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



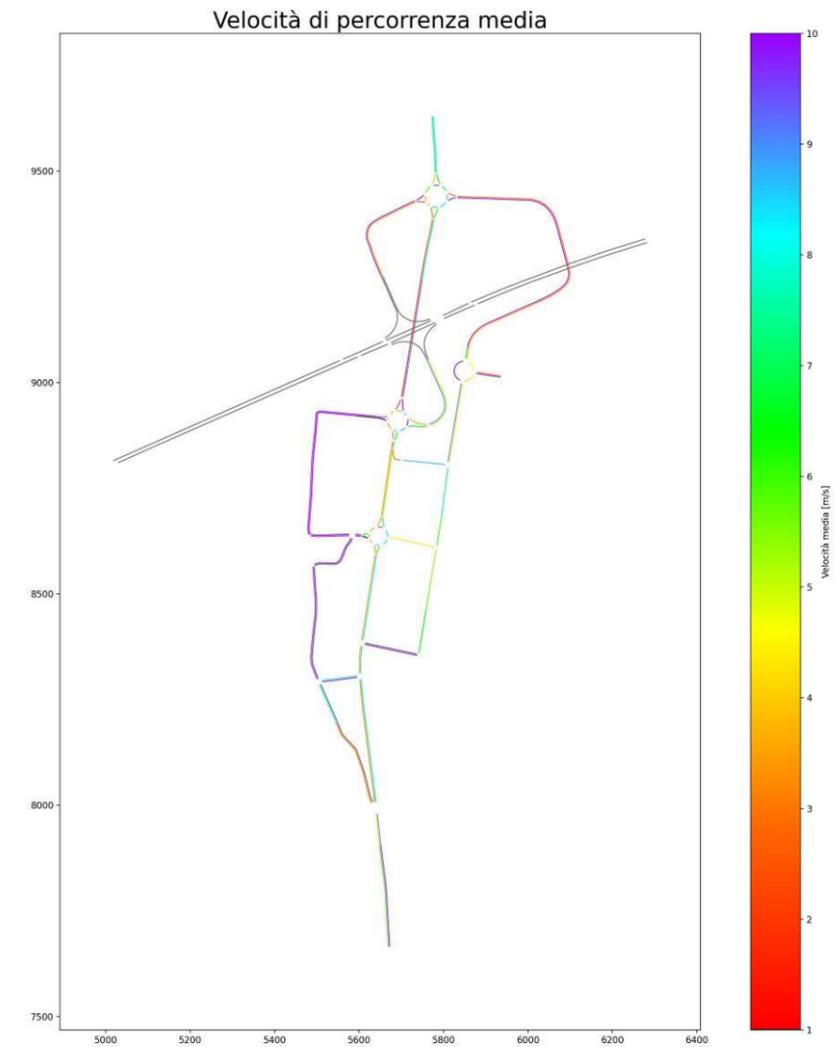
Velocità sugli archi media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45



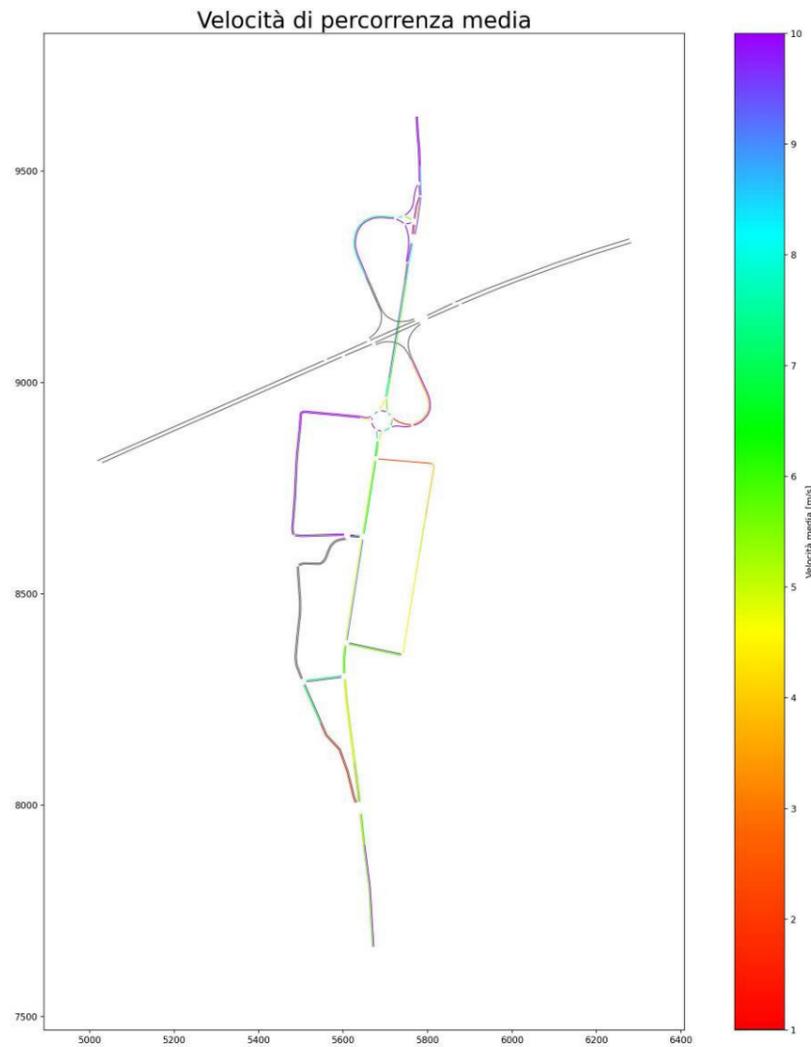
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



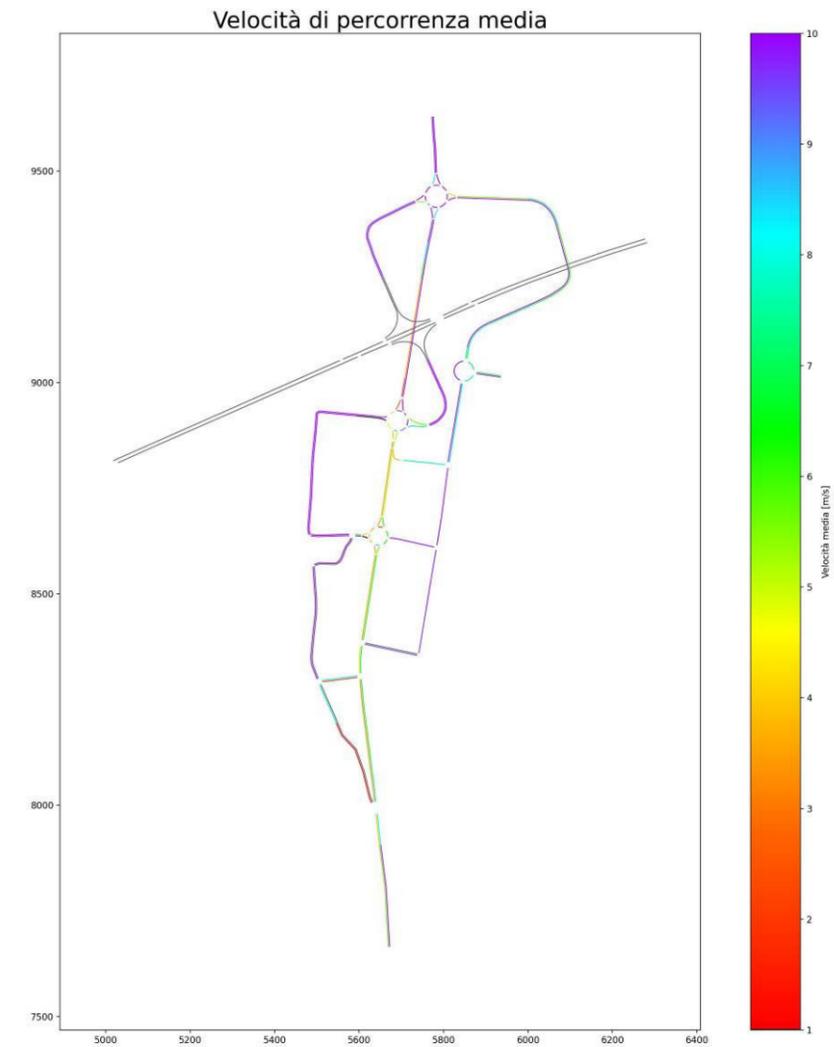
Velocità sugli archi media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



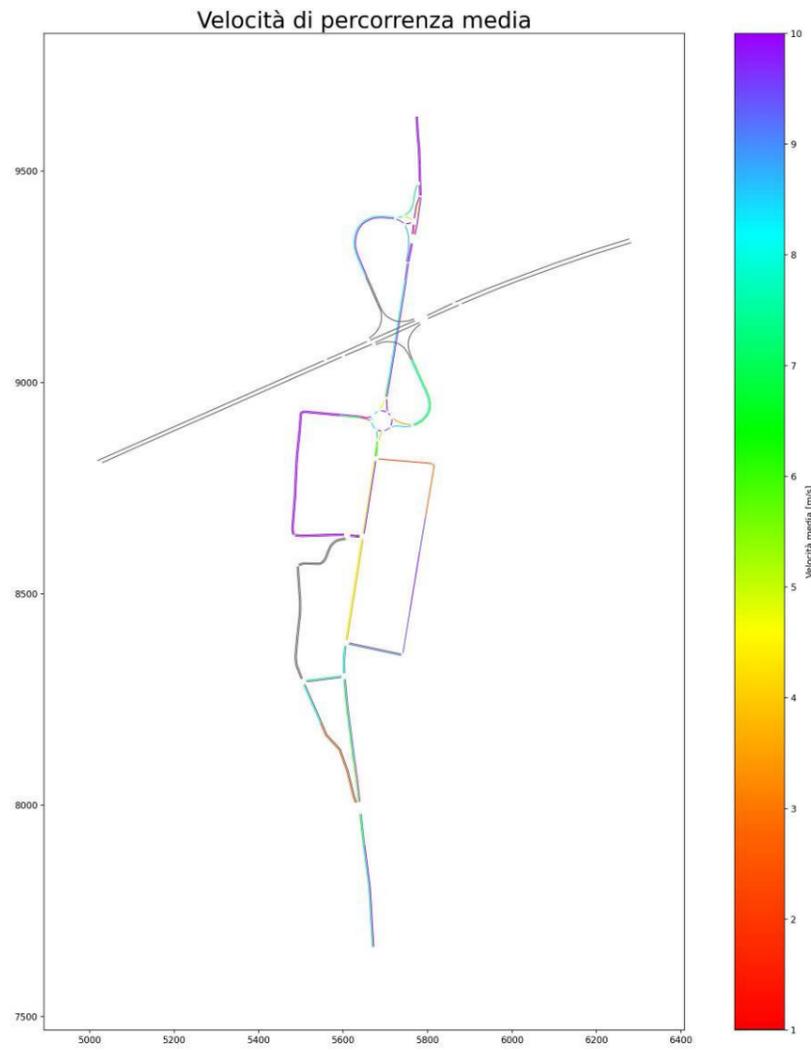
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



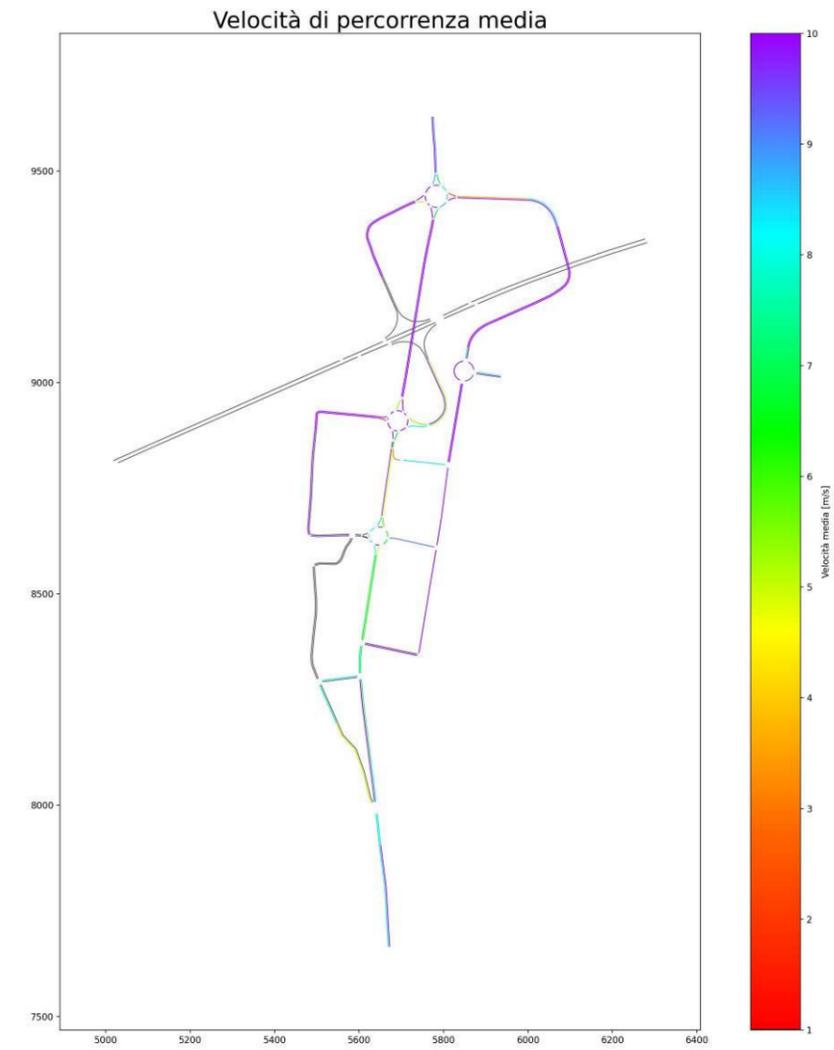
Velocità sugli archi media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



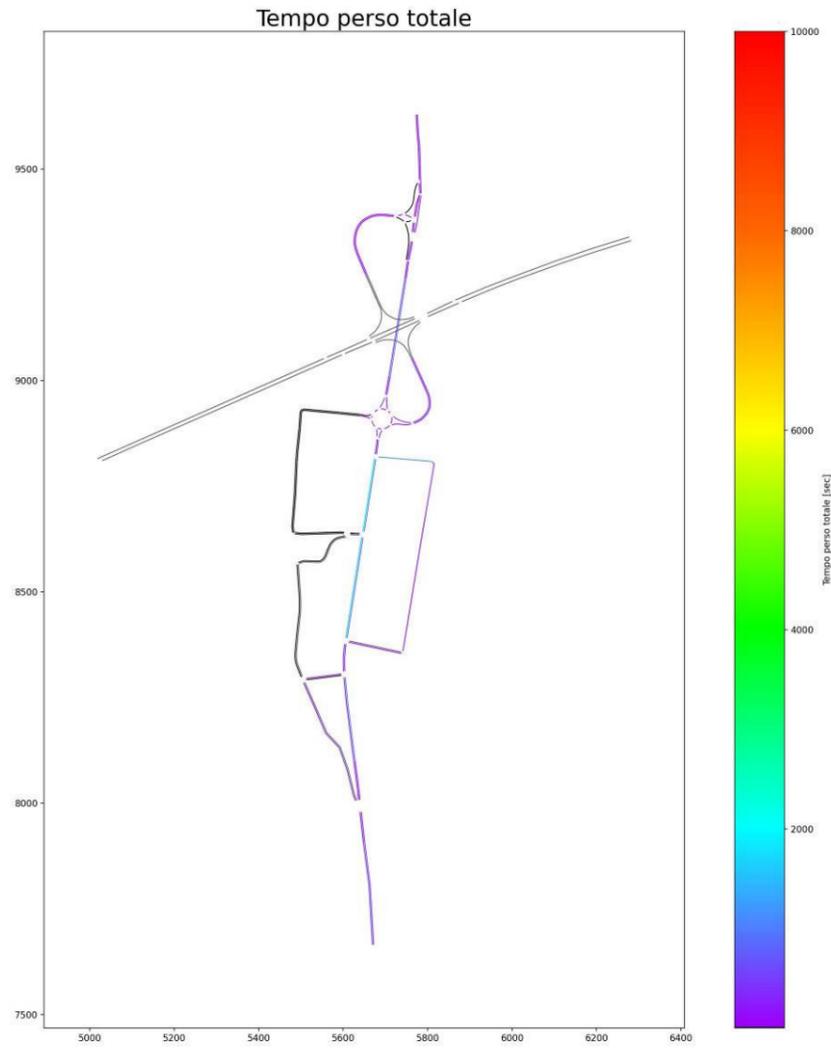
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



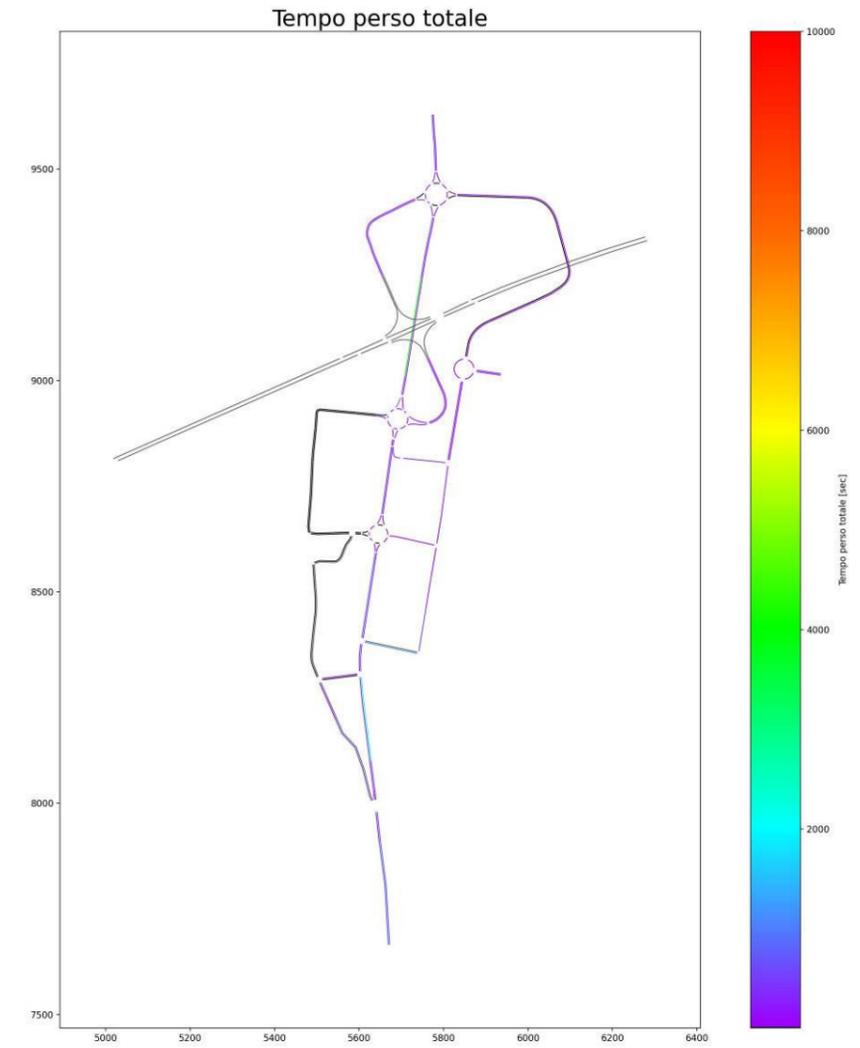
Velocità sugli archi media – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



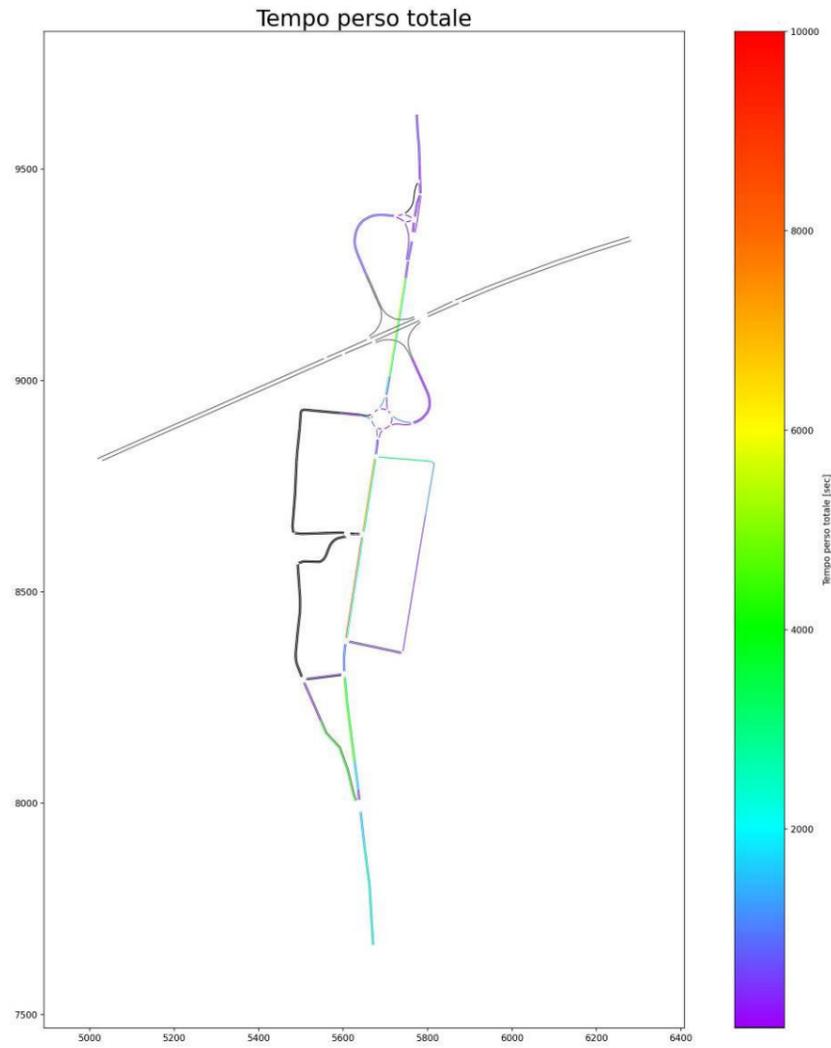
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



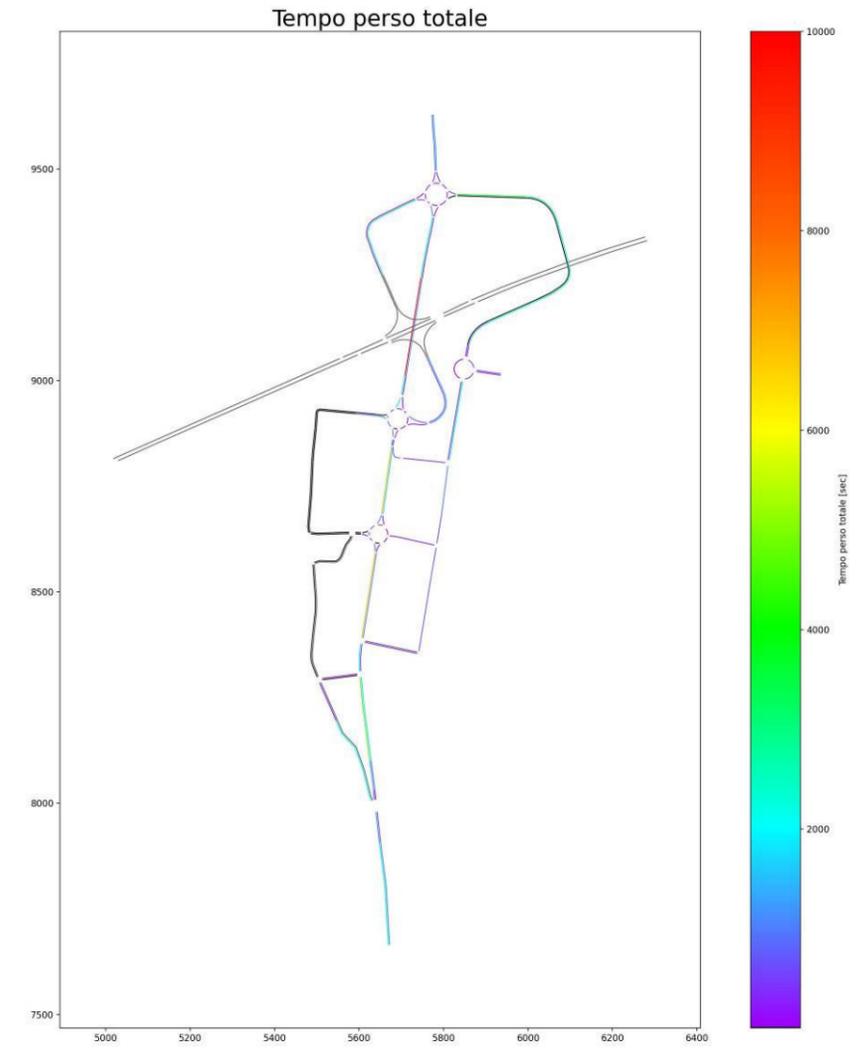
Ritardo complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45



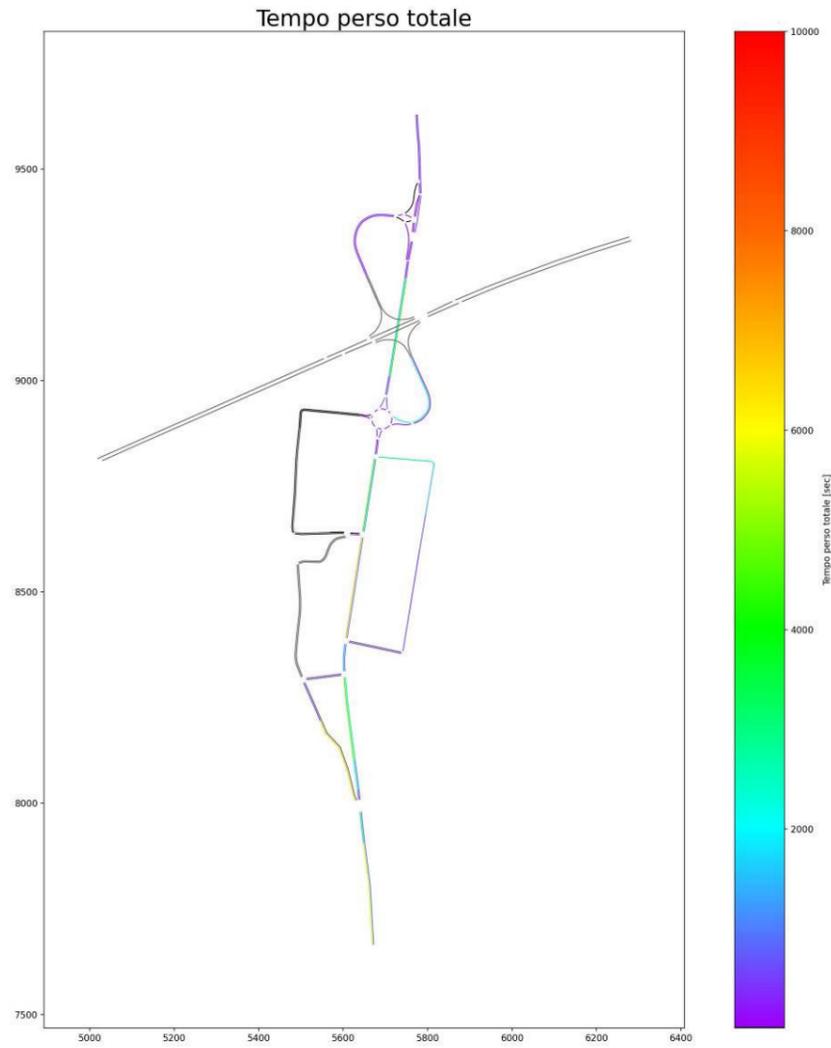
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



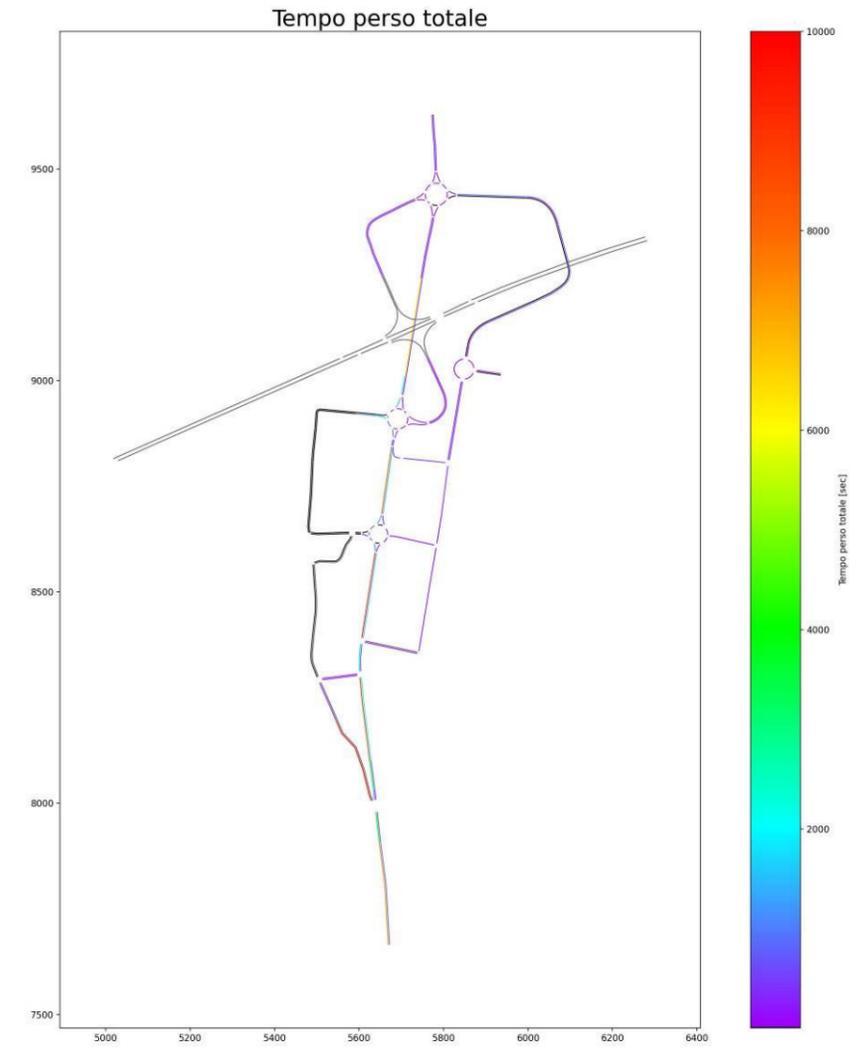
Ritardo complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



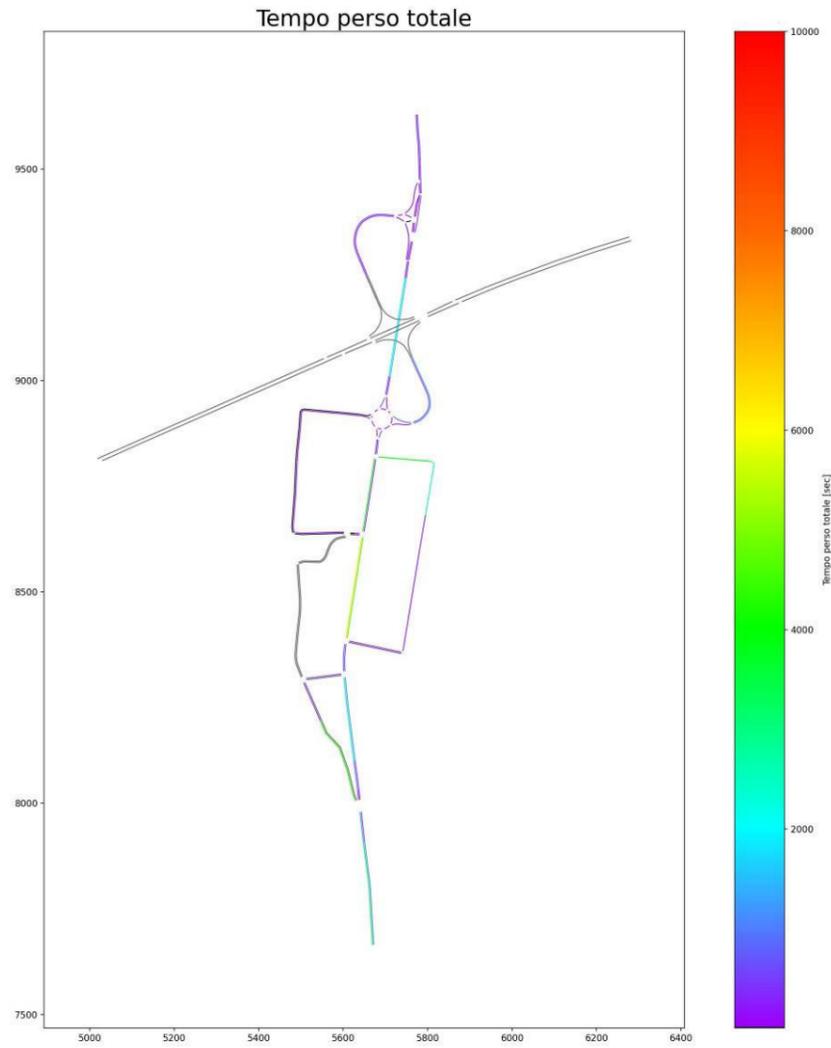
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



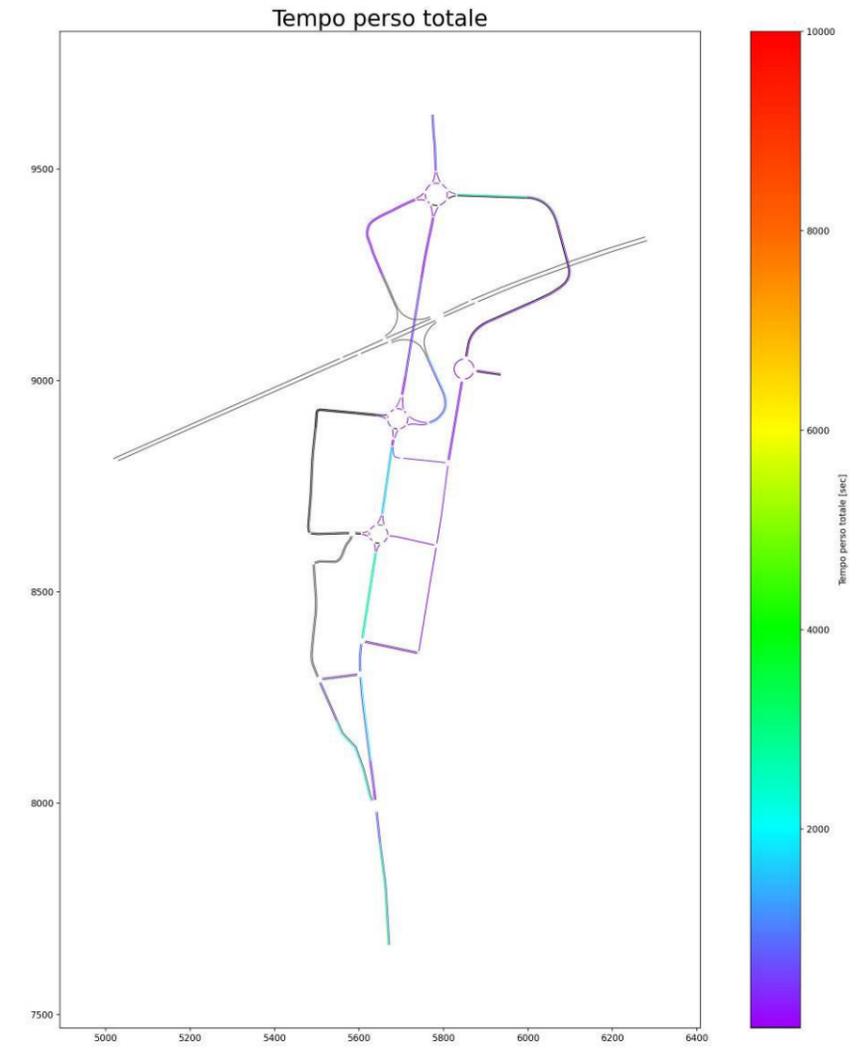
Ritardo complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



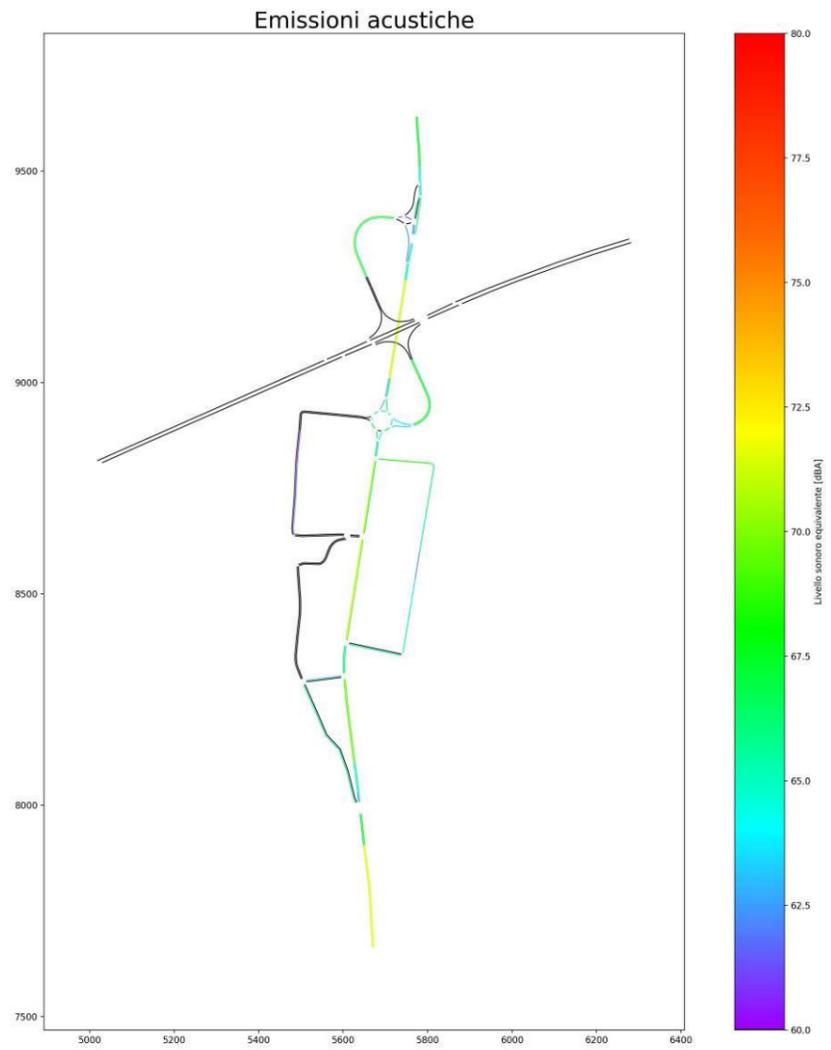
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



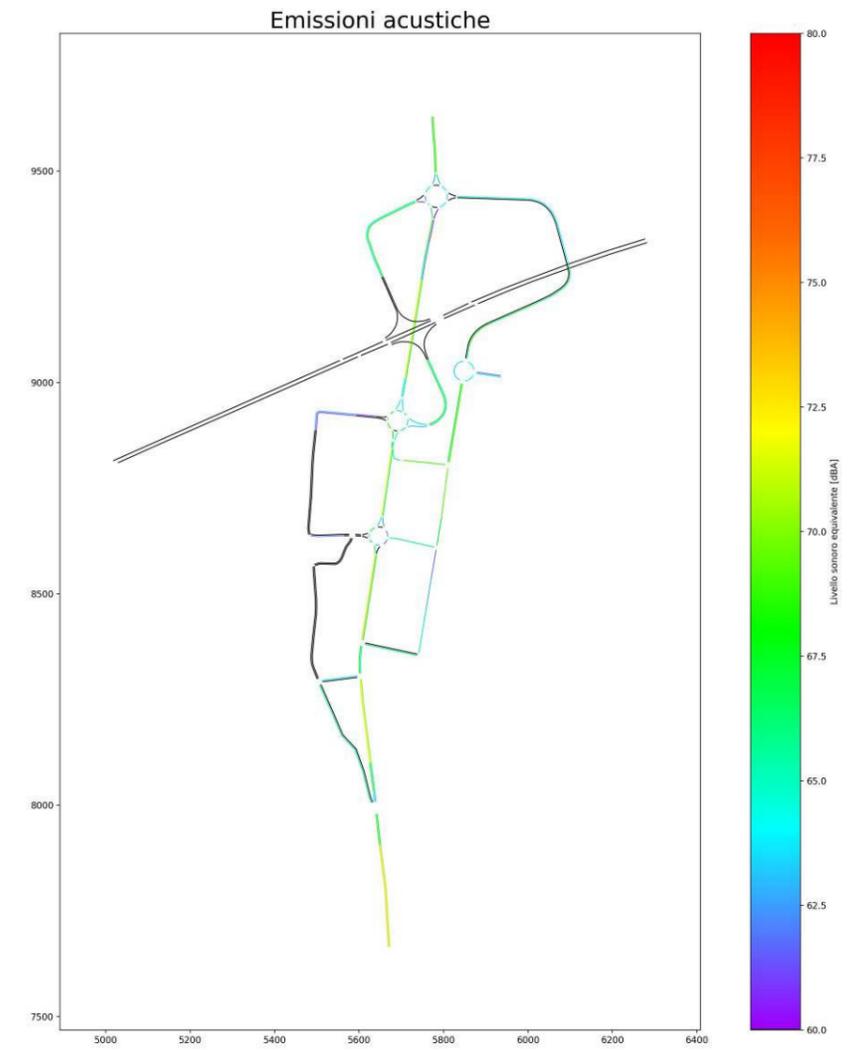
Ritardo complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



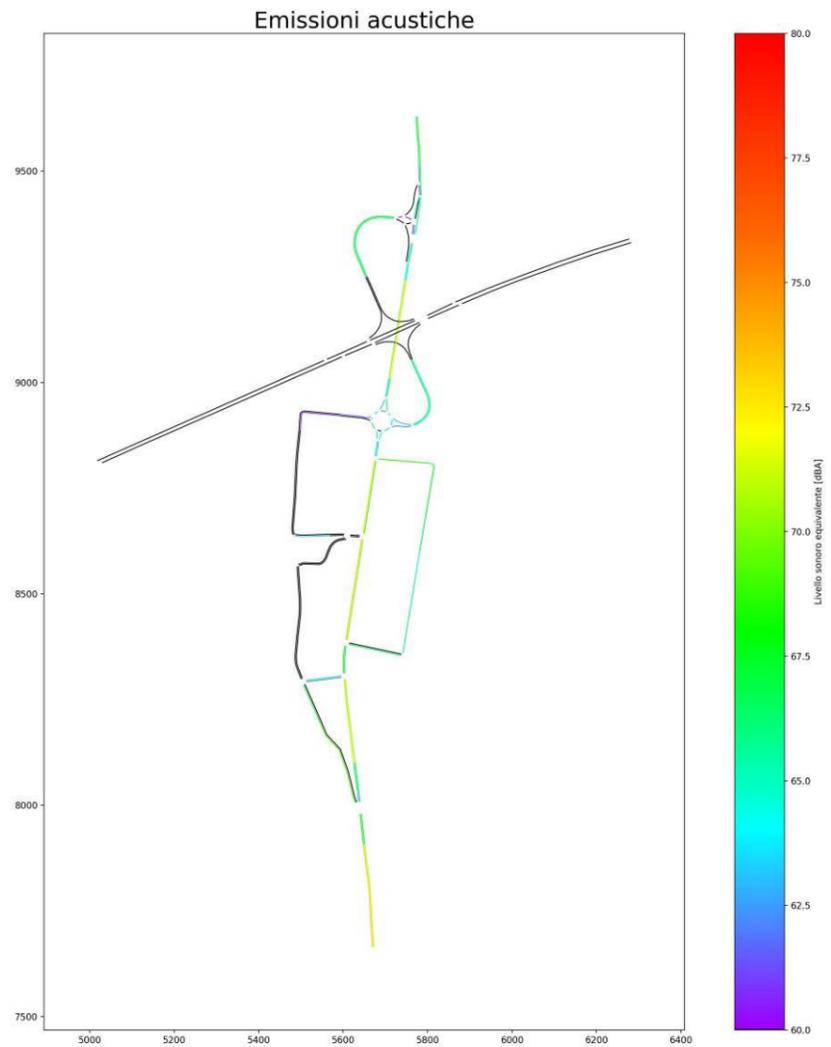
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



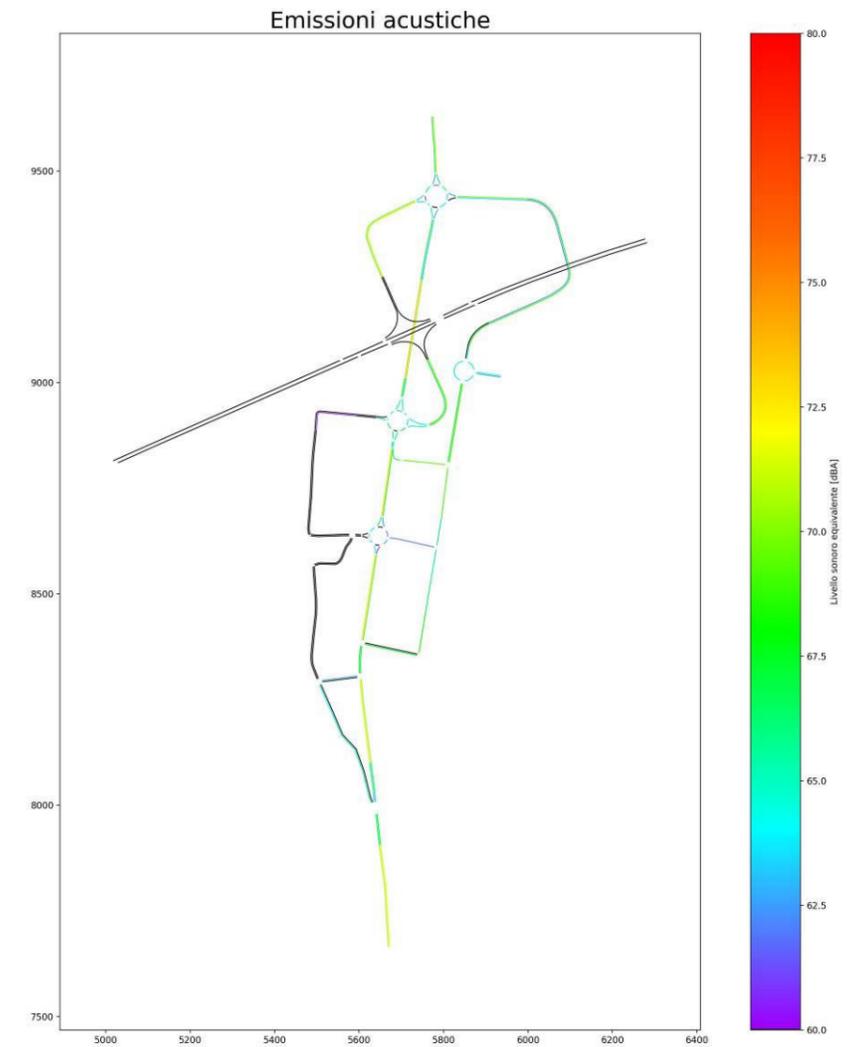
Inquinamento acustico – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45



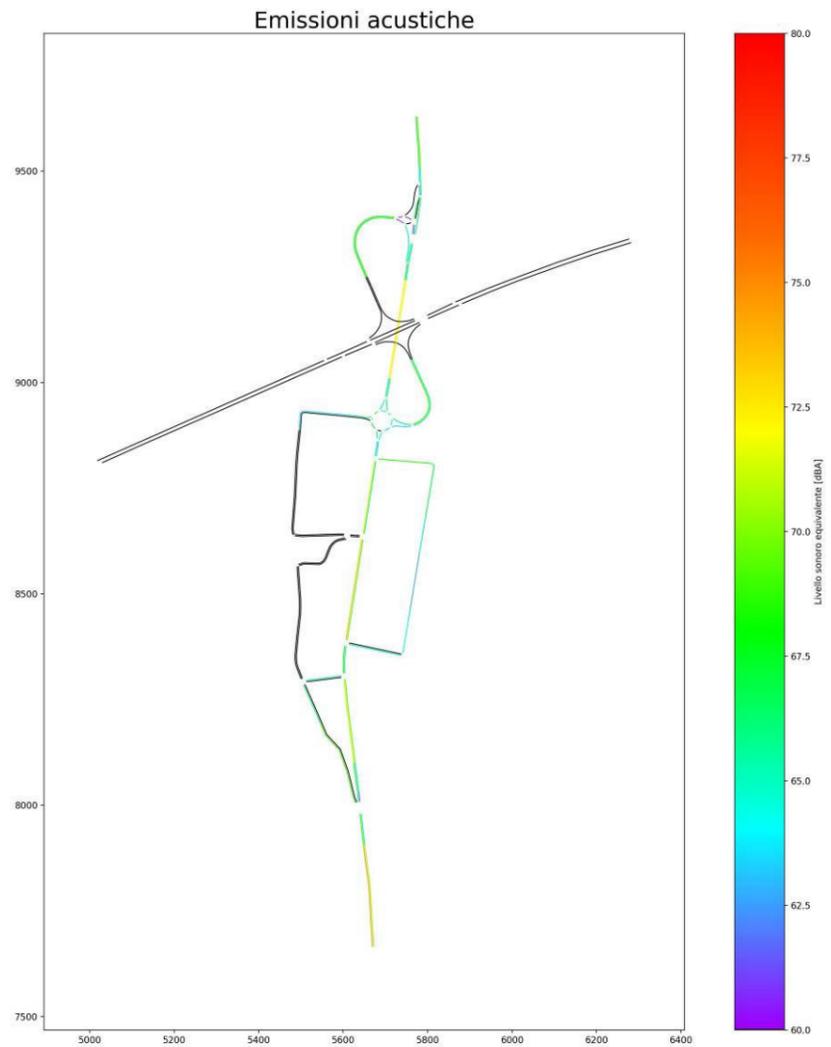
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 07:45 – 80:00



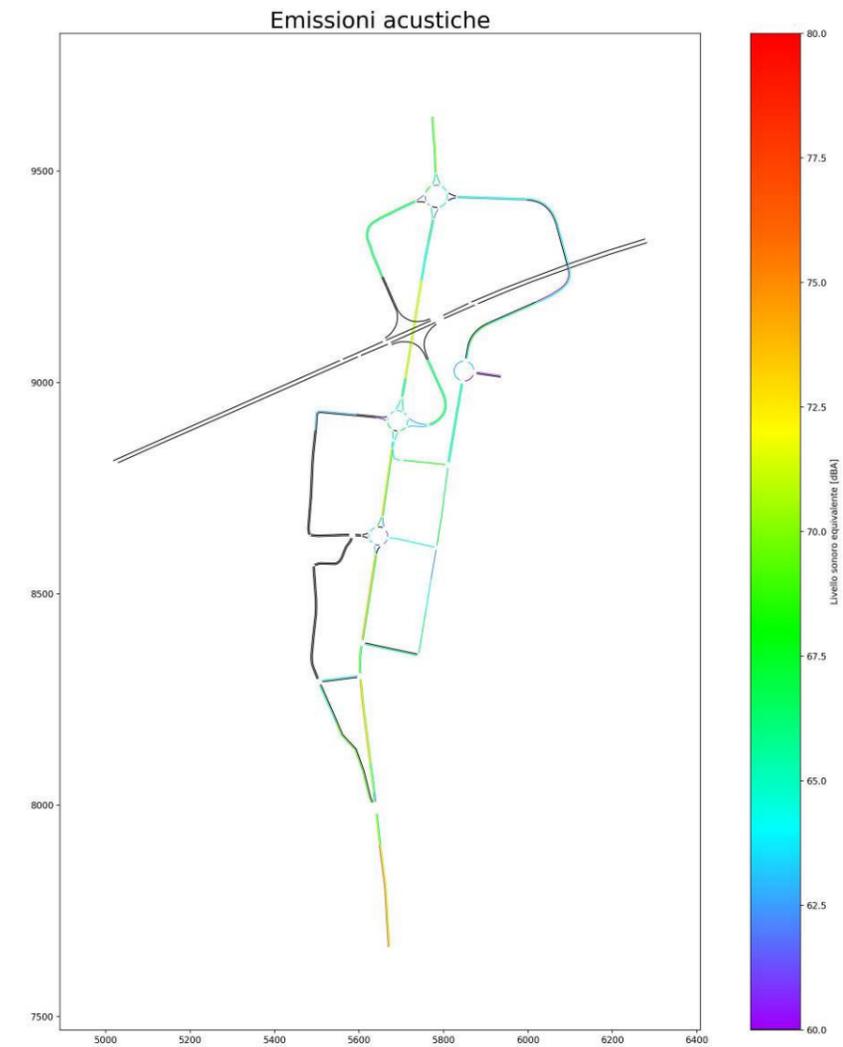
Inquinamento acustico – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



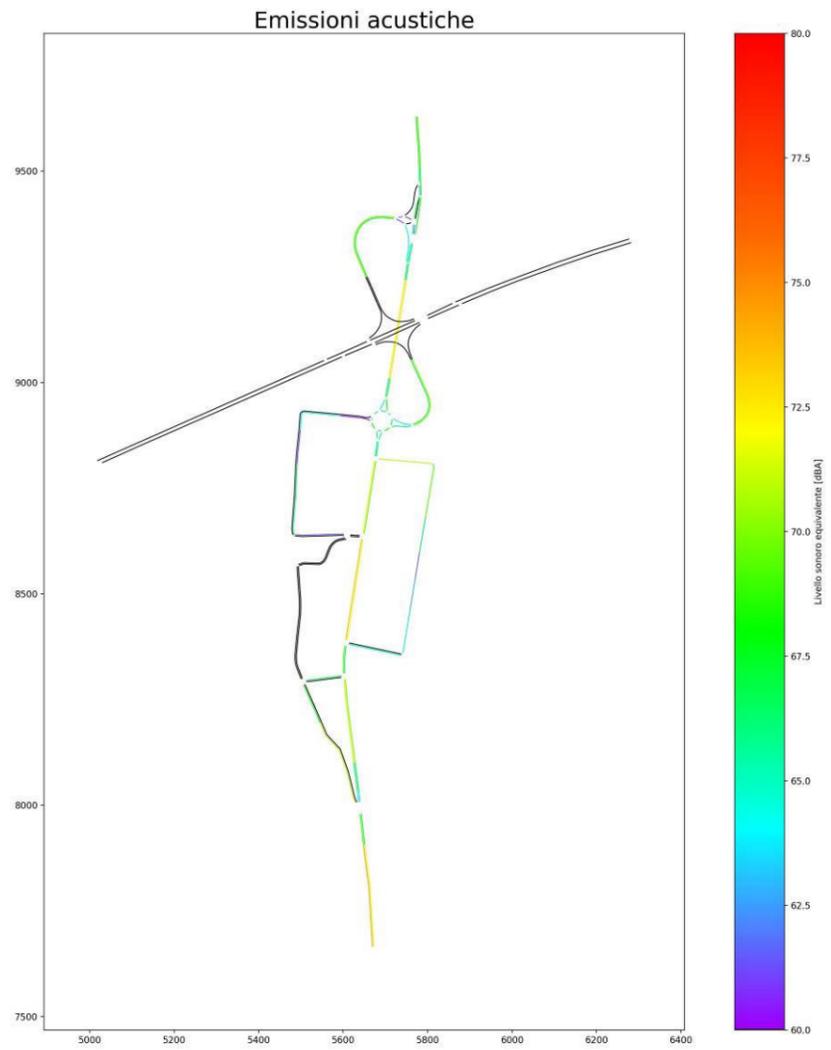
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



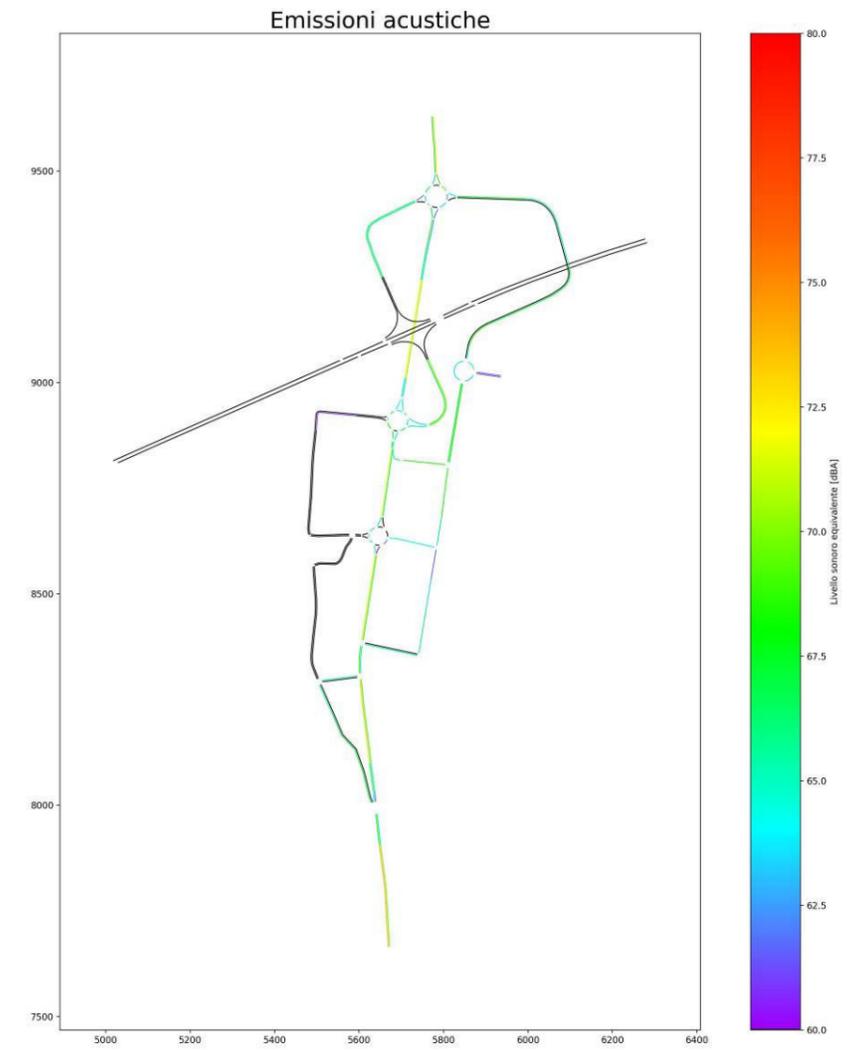
Inquinamento acustico – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



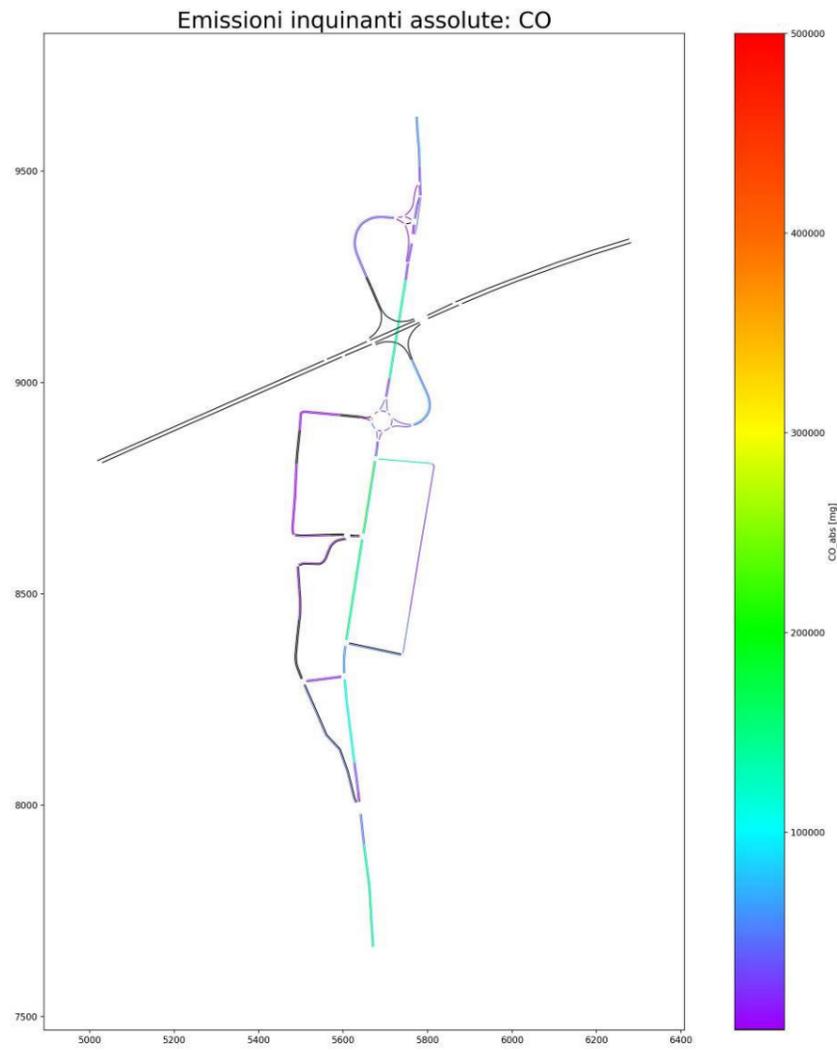
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



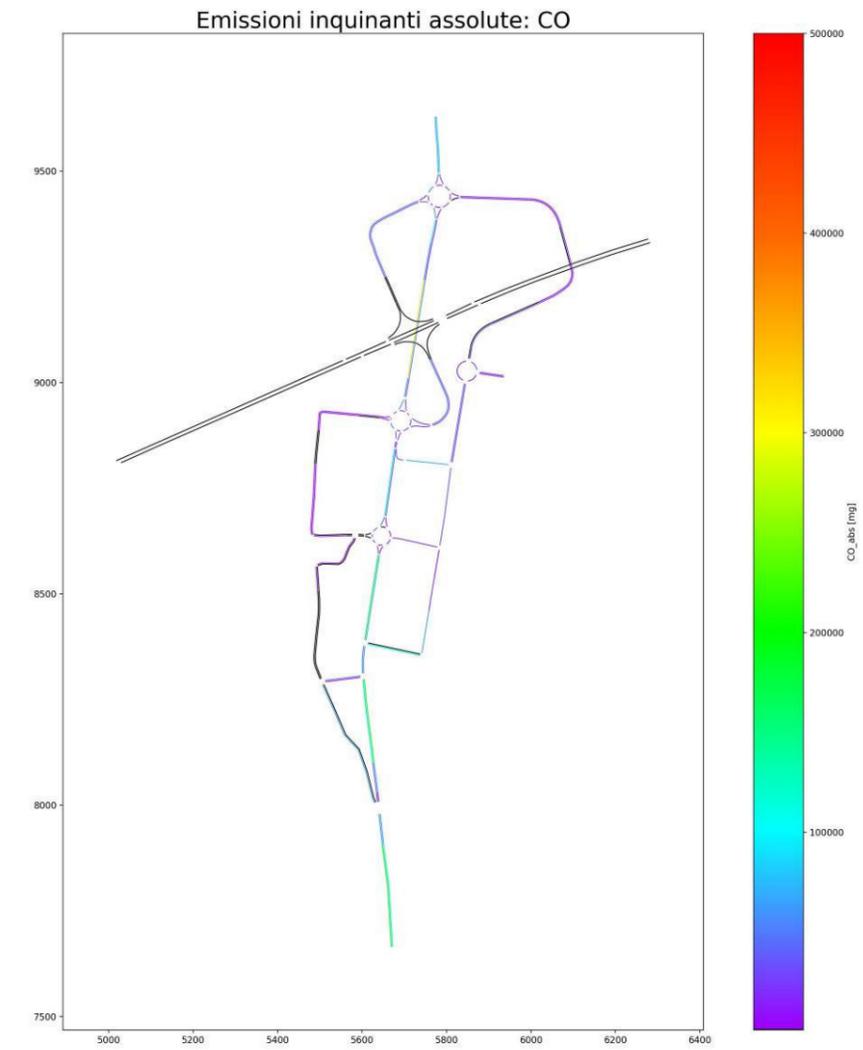
Inquinamento acustico – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



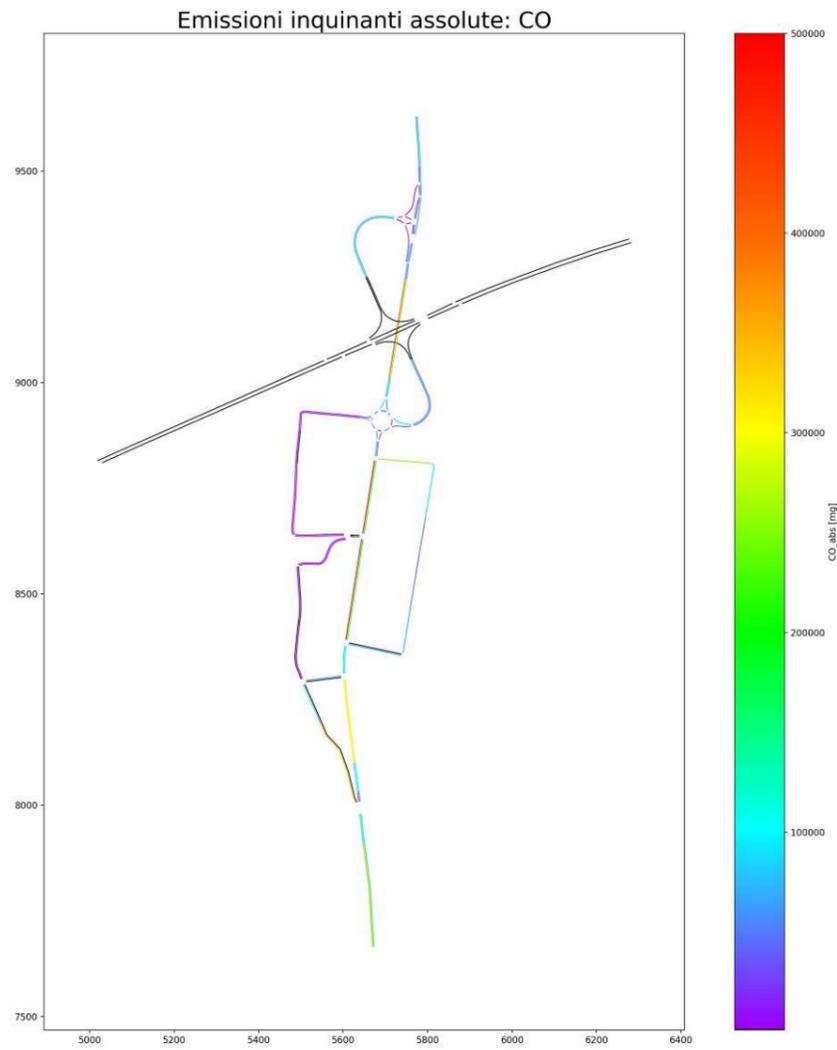
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



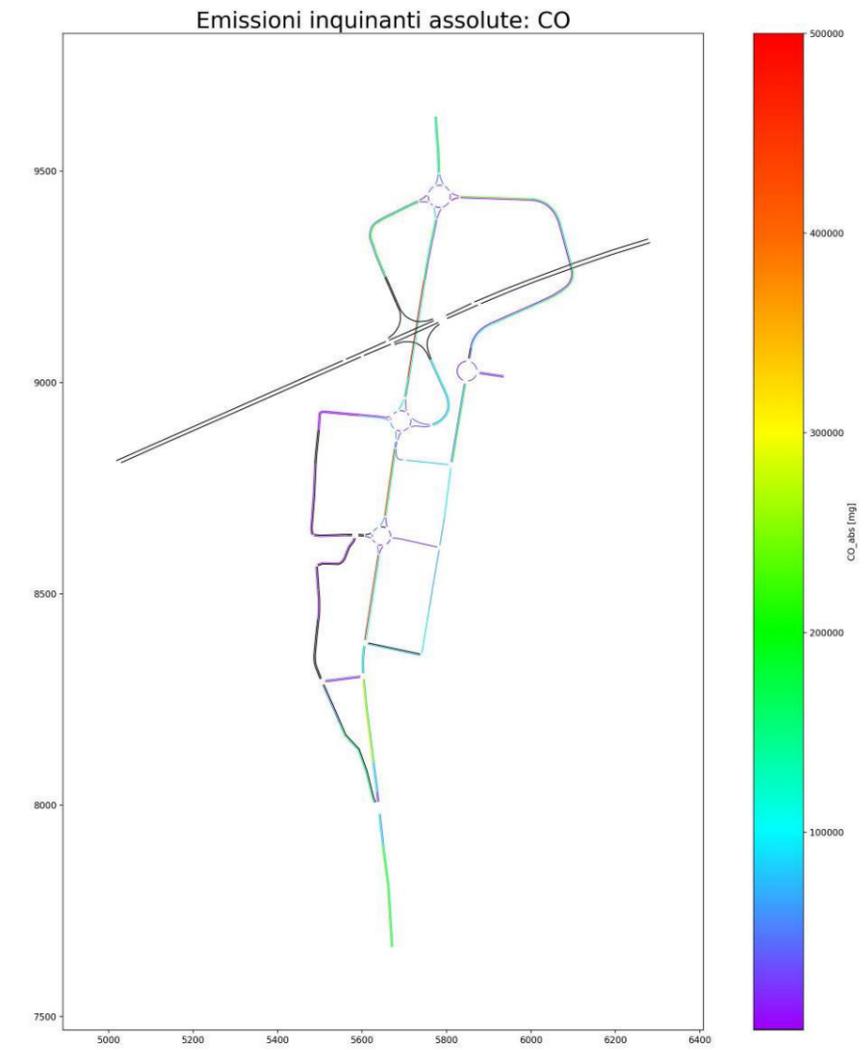
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45



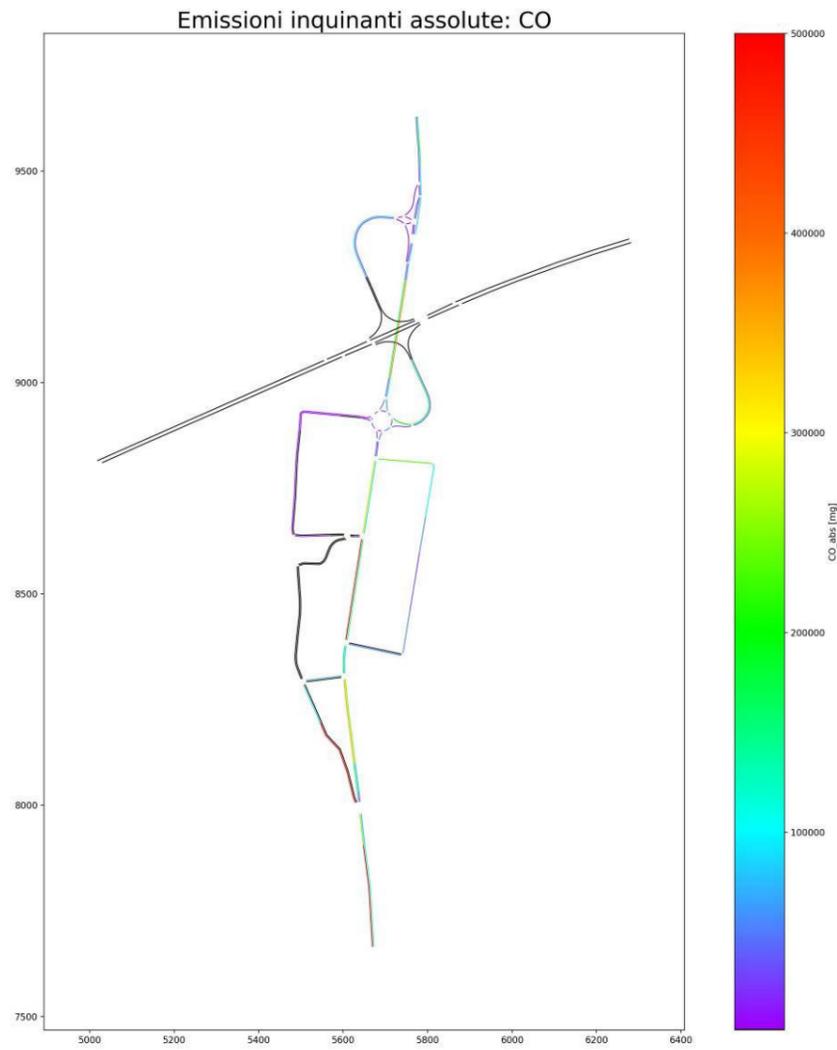
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



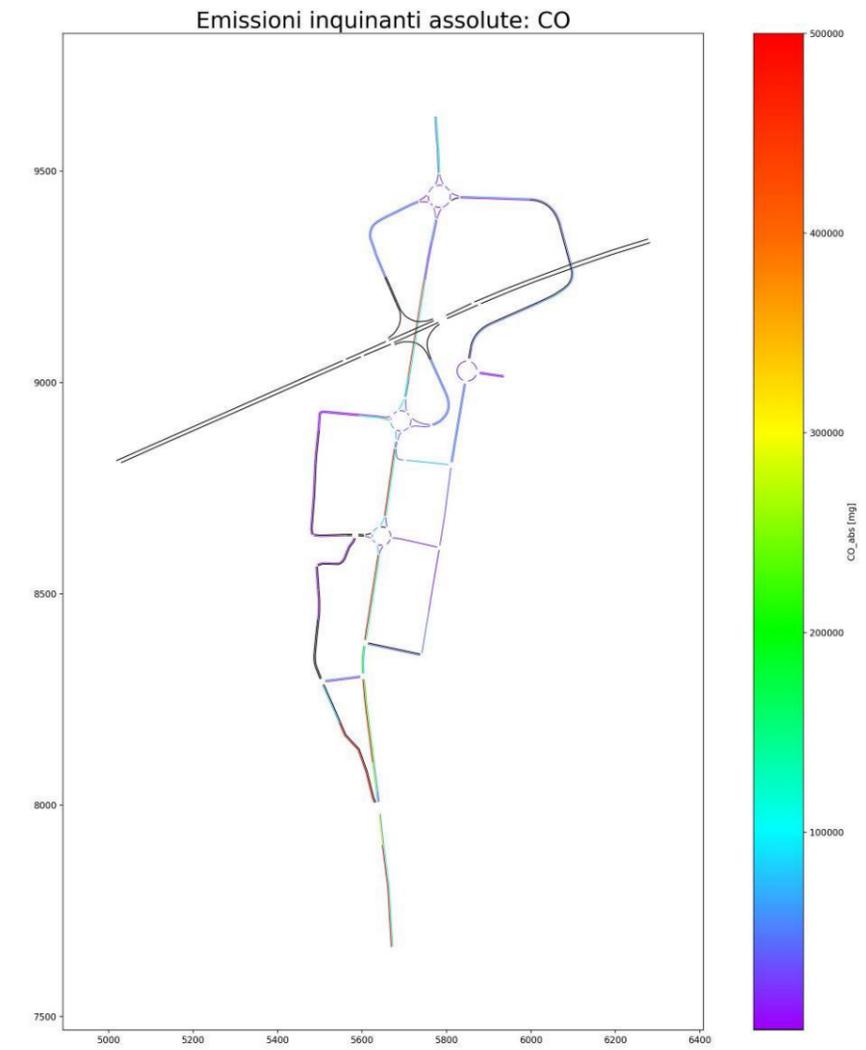
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



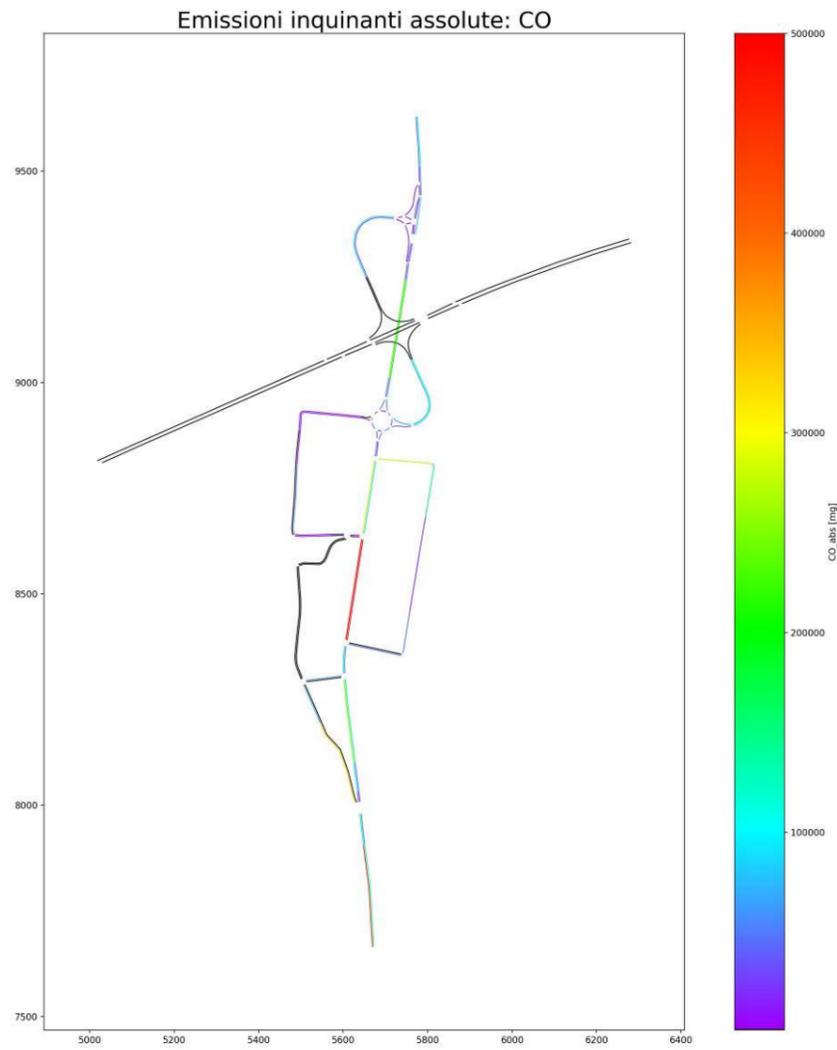
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



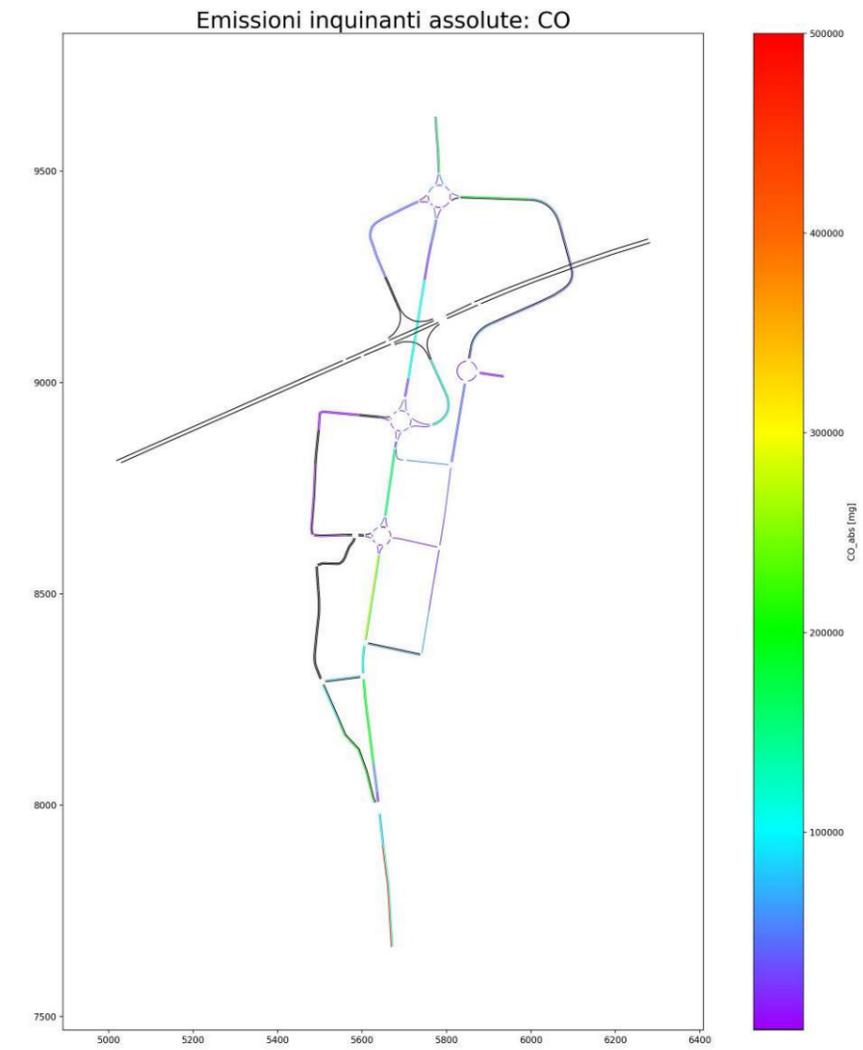
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



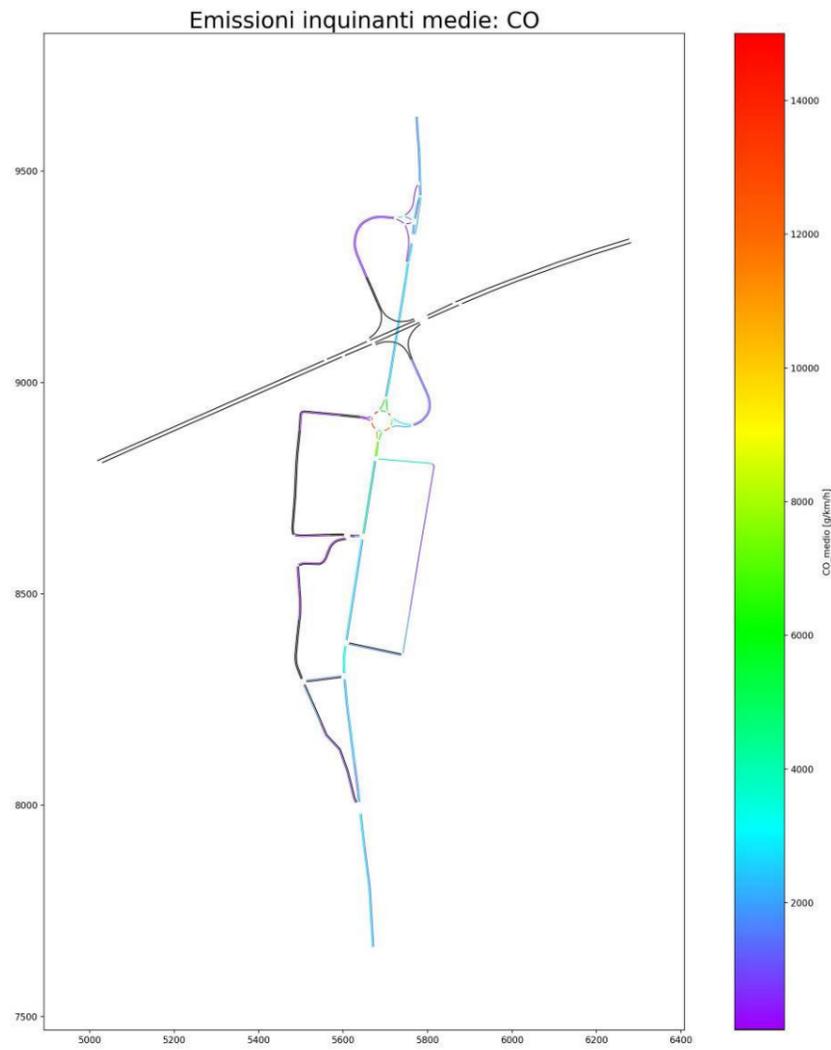
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



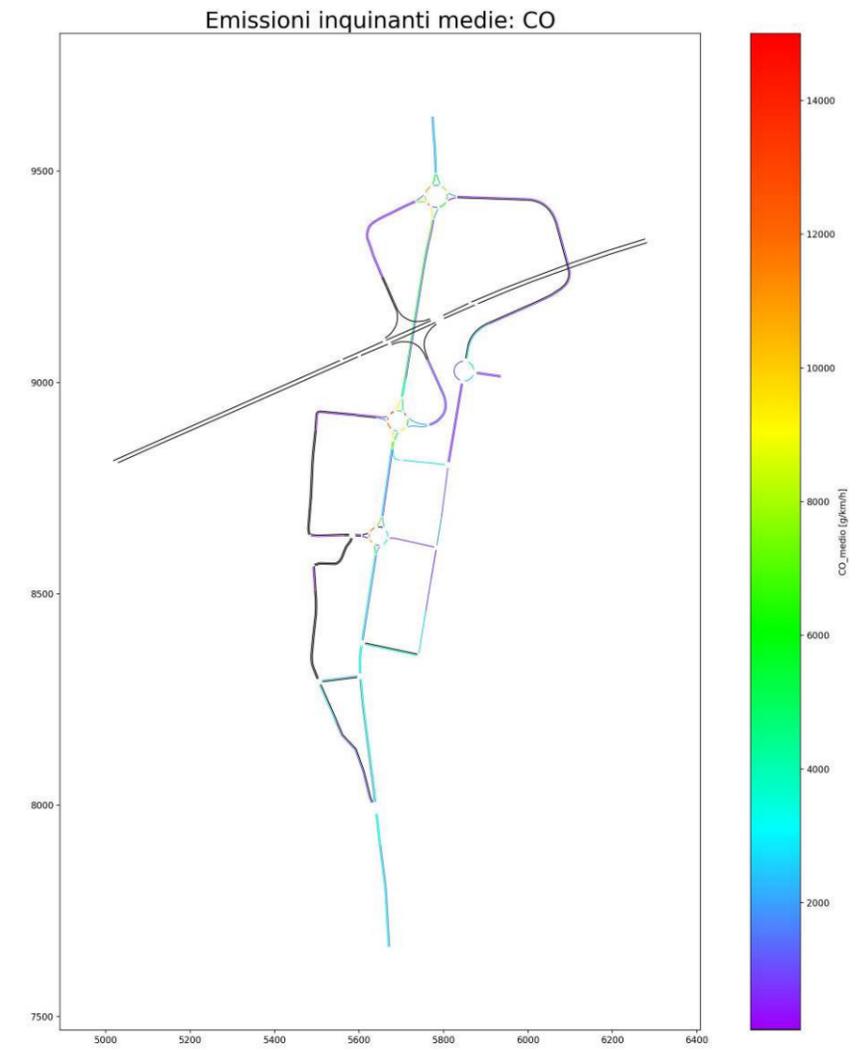
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45

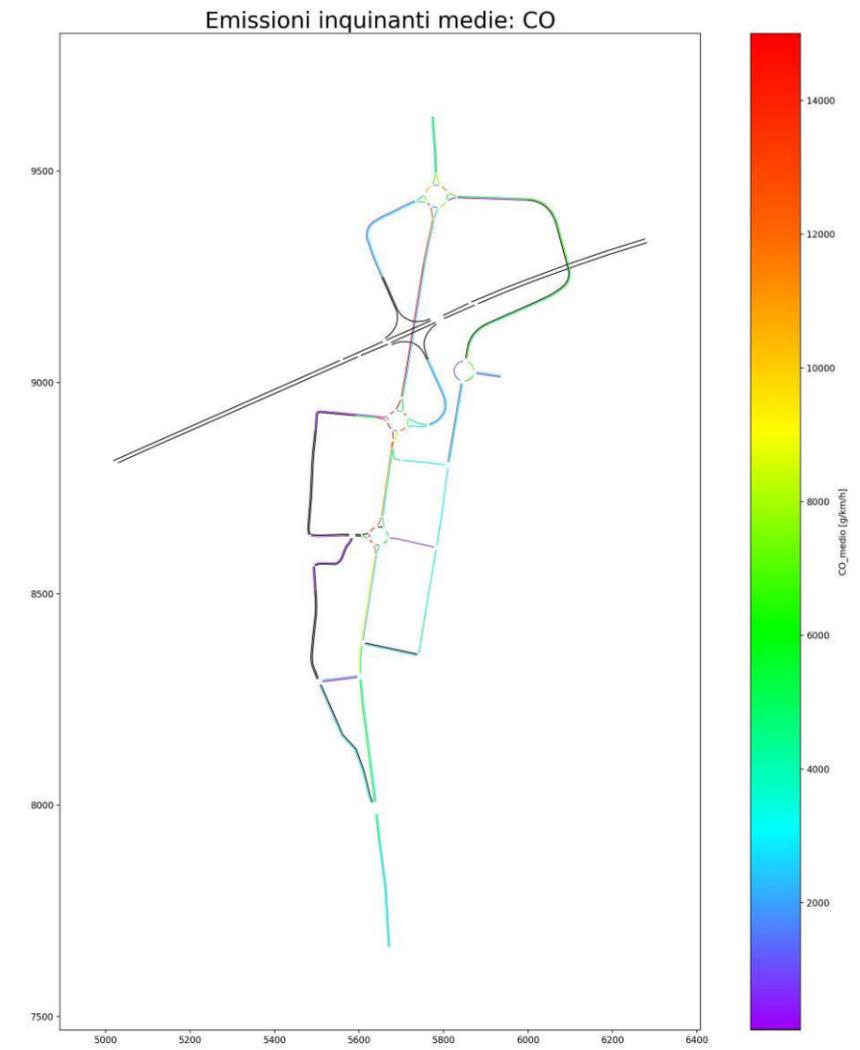
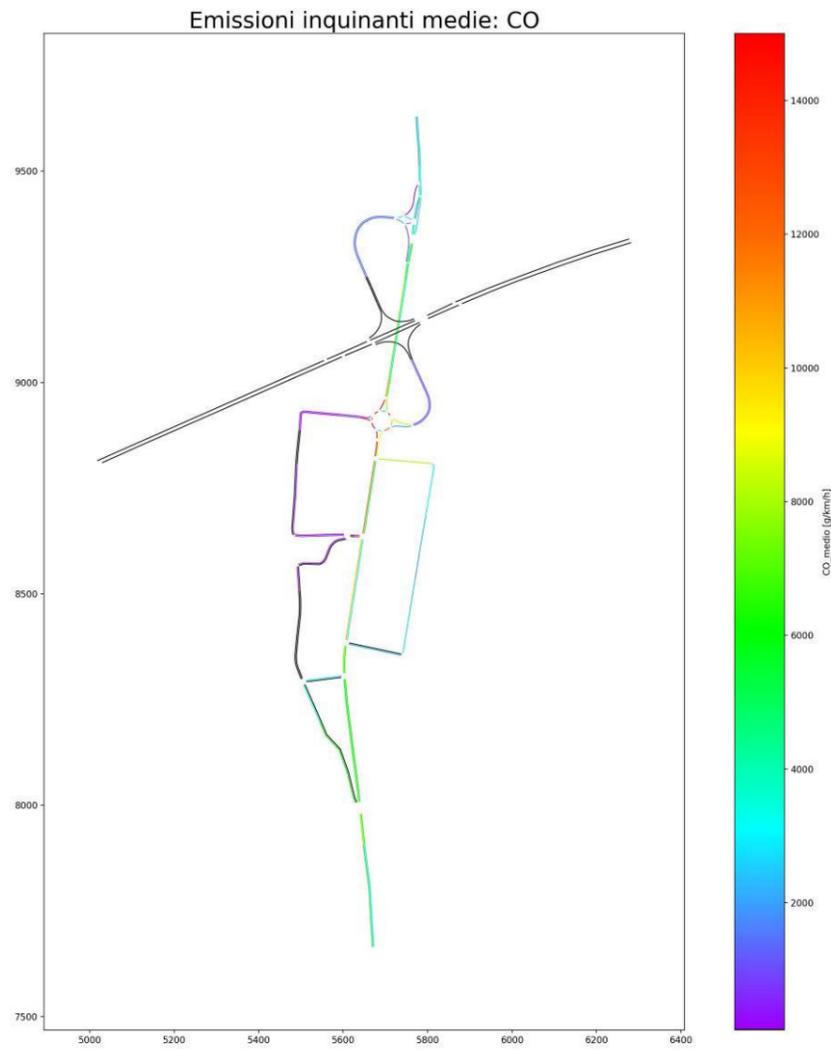


Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45

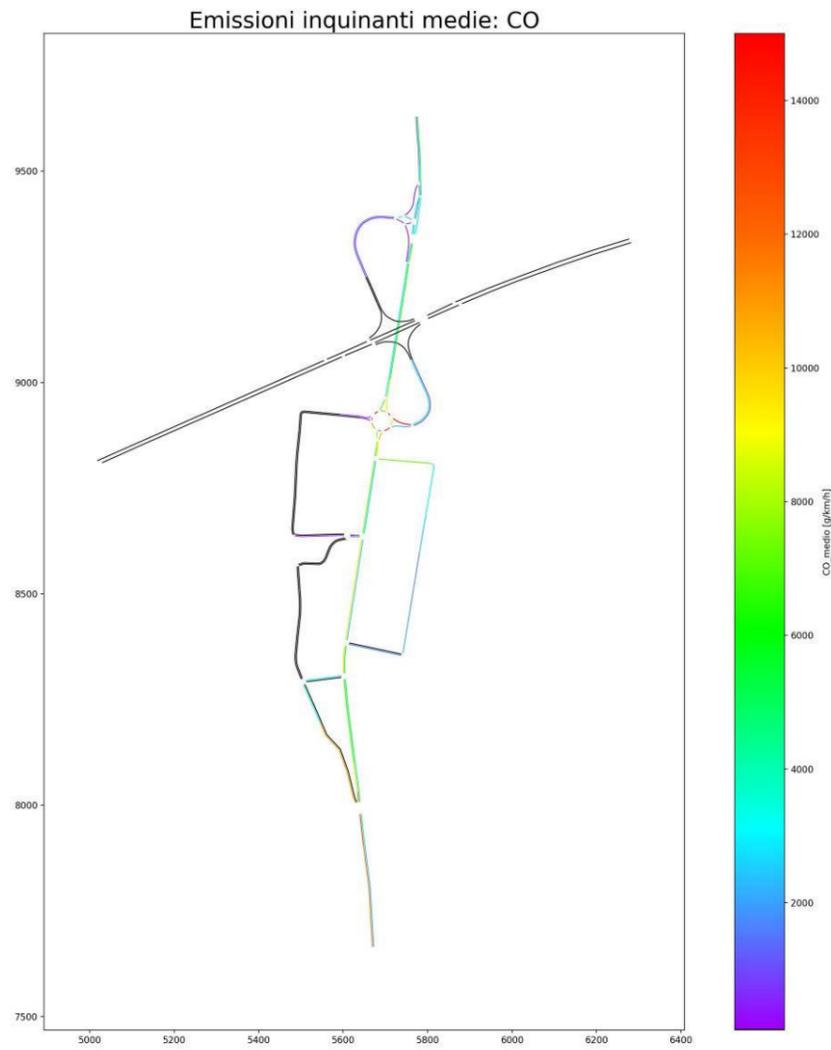


Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00

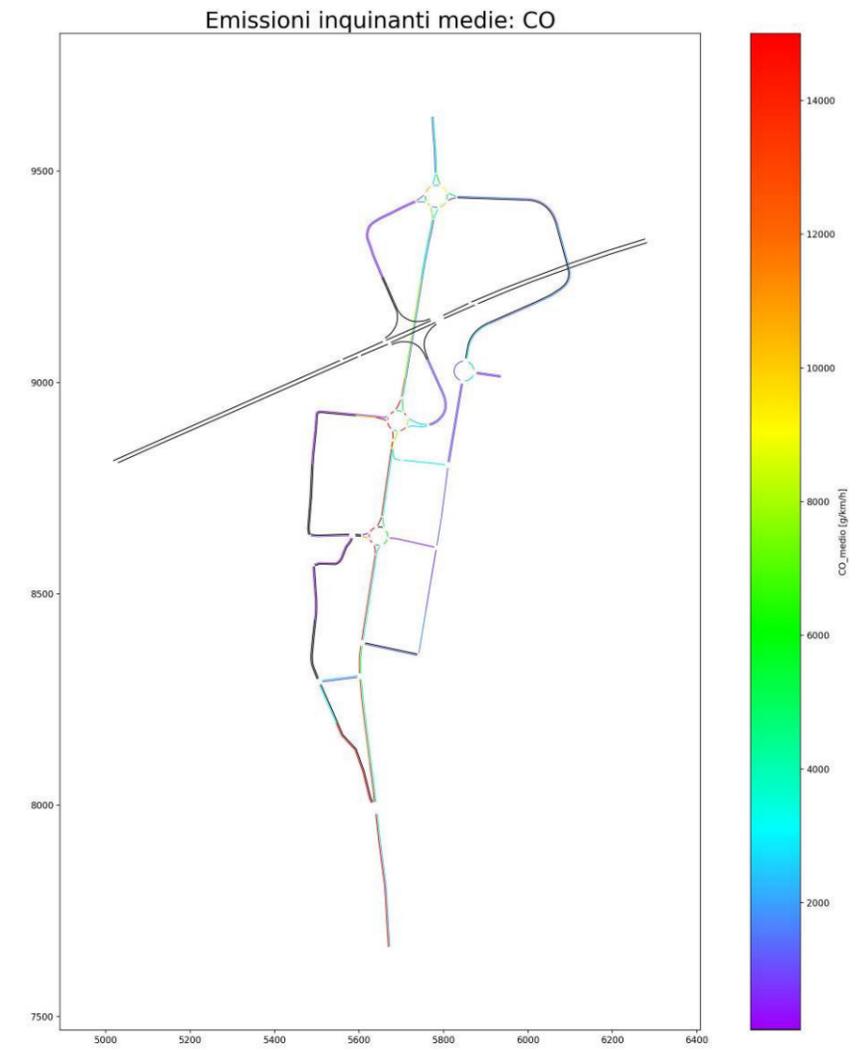
Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15

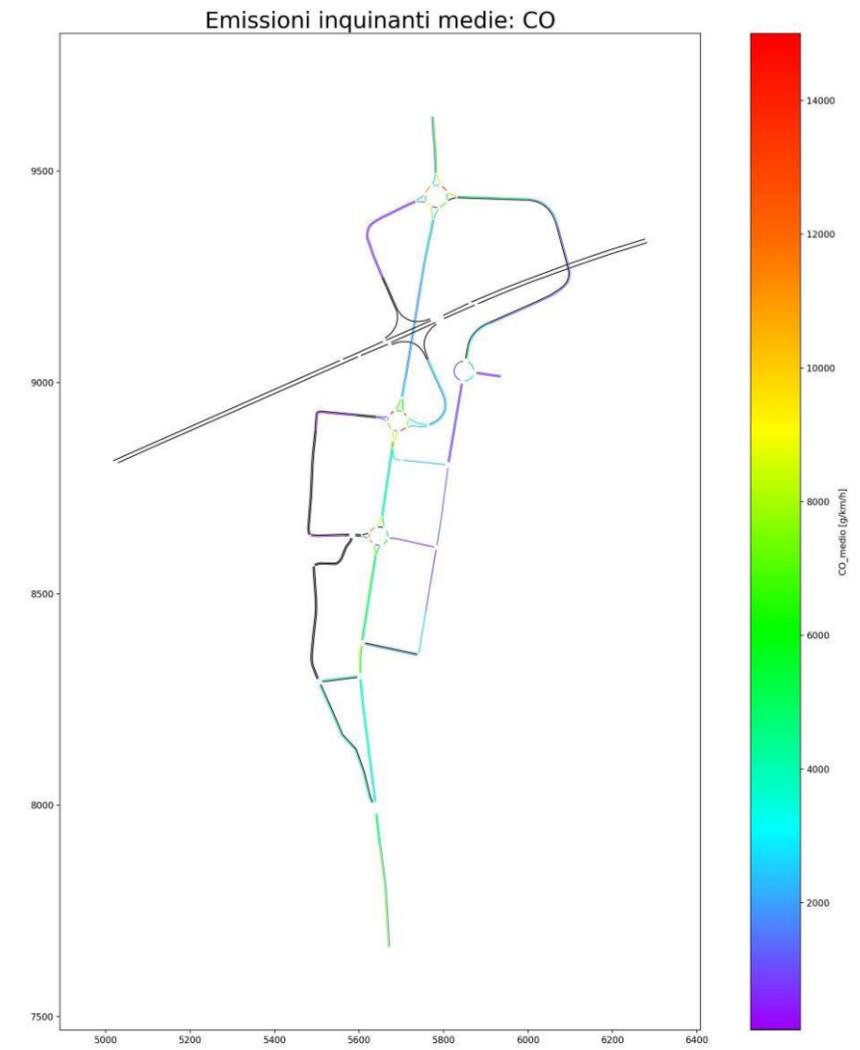
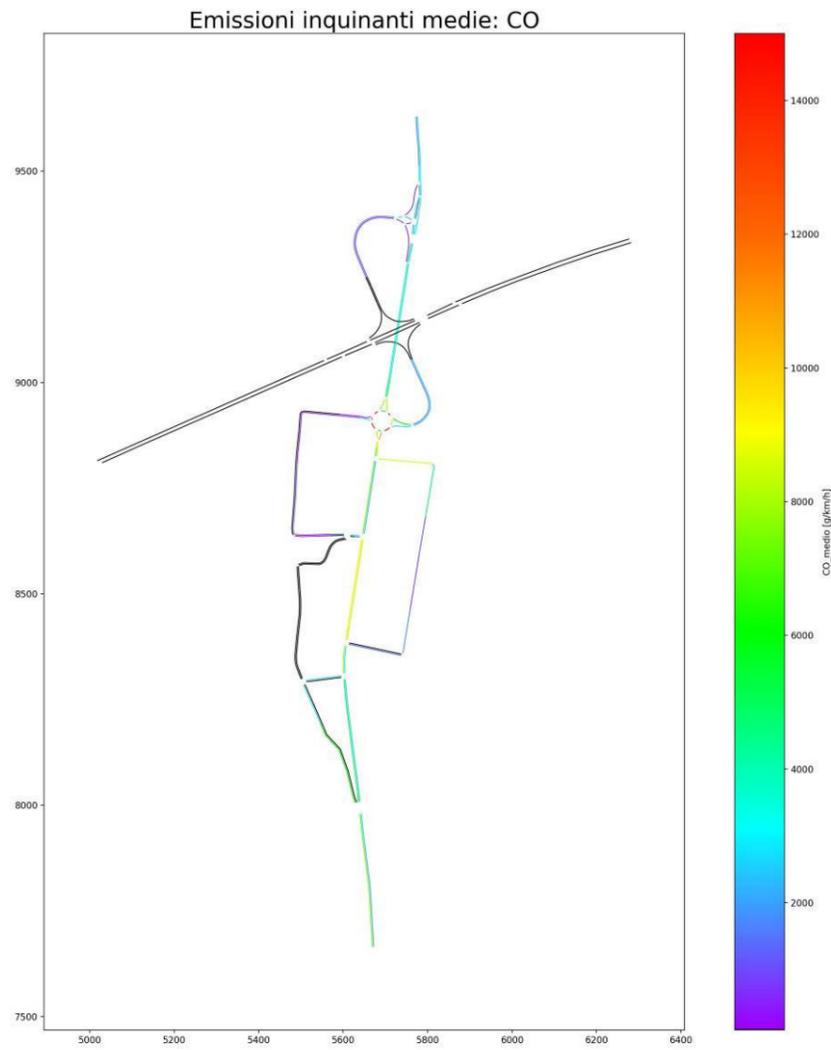


Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15

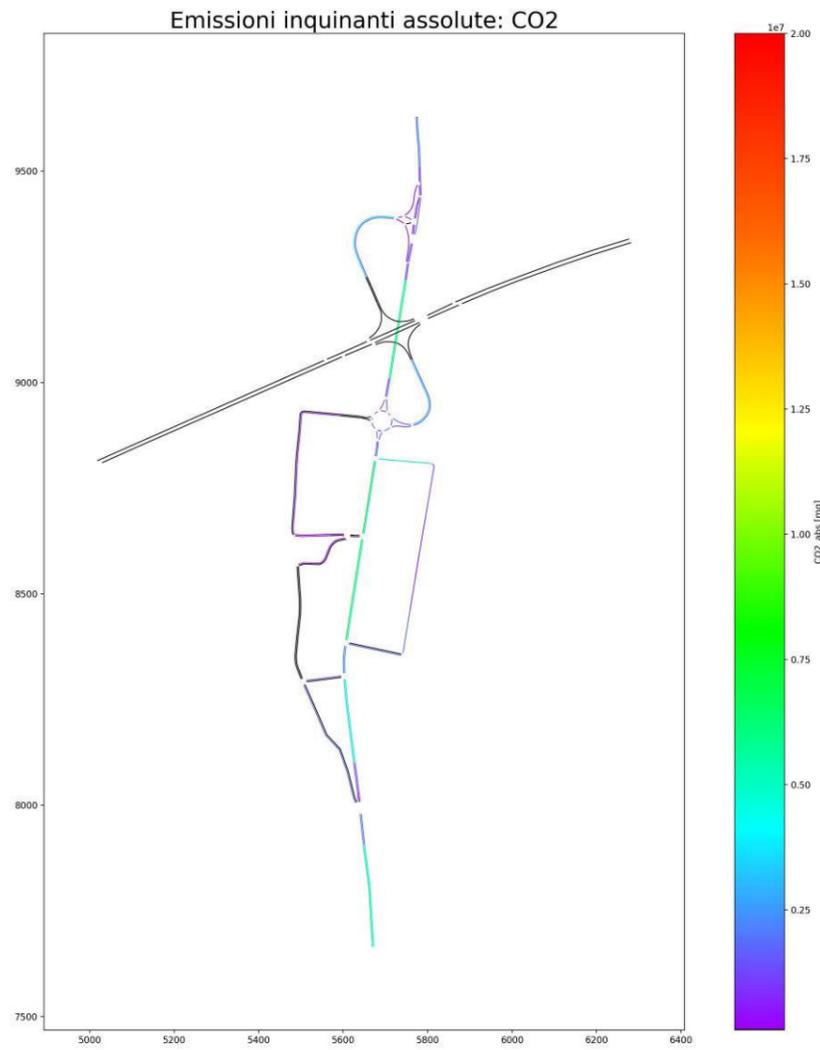


Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30

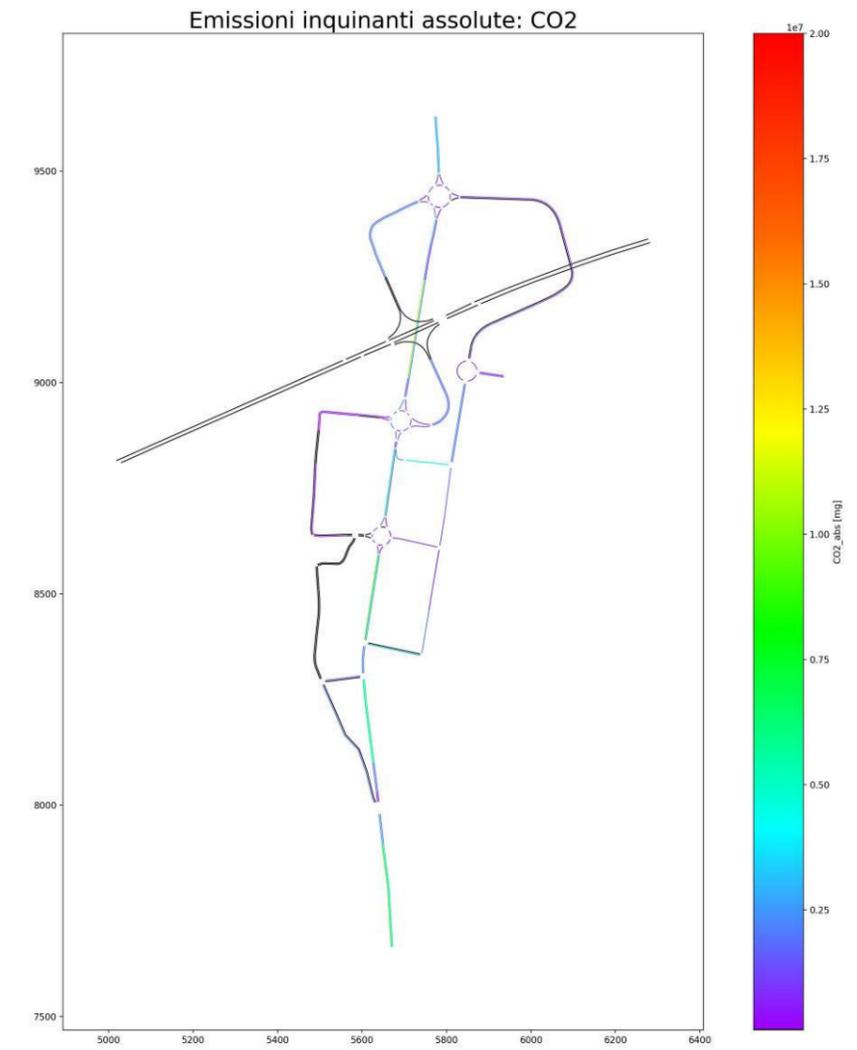
Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45

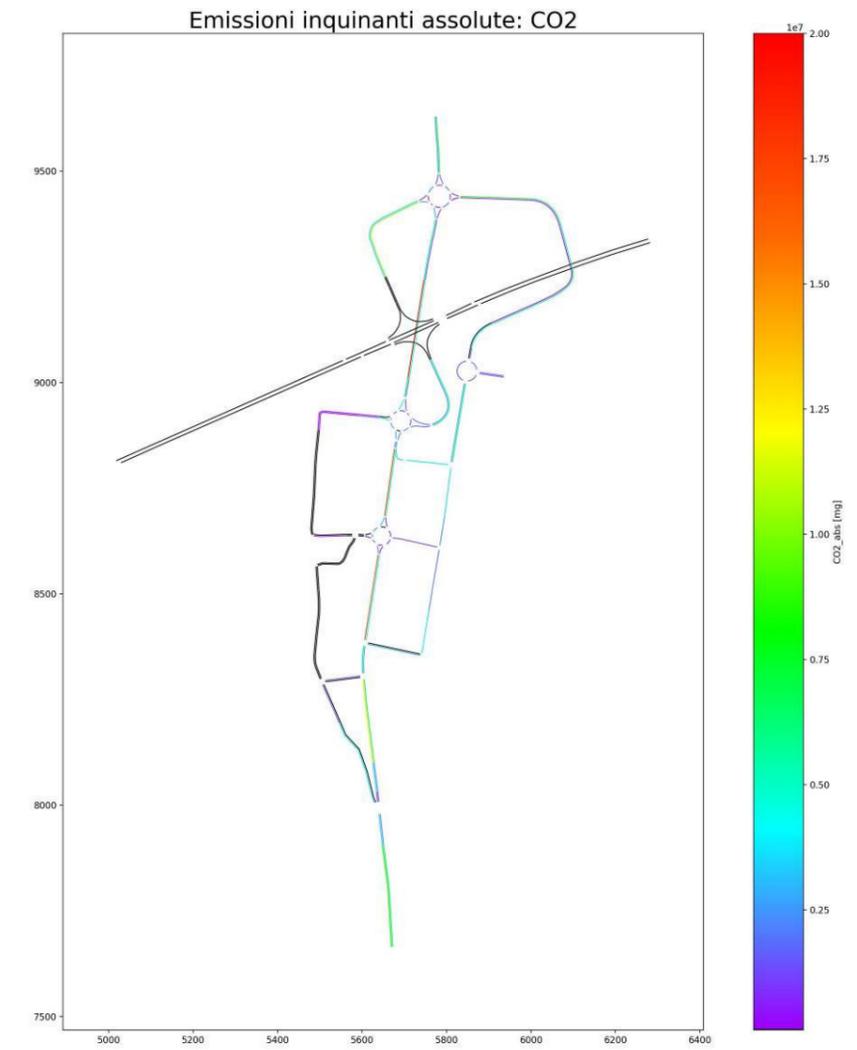
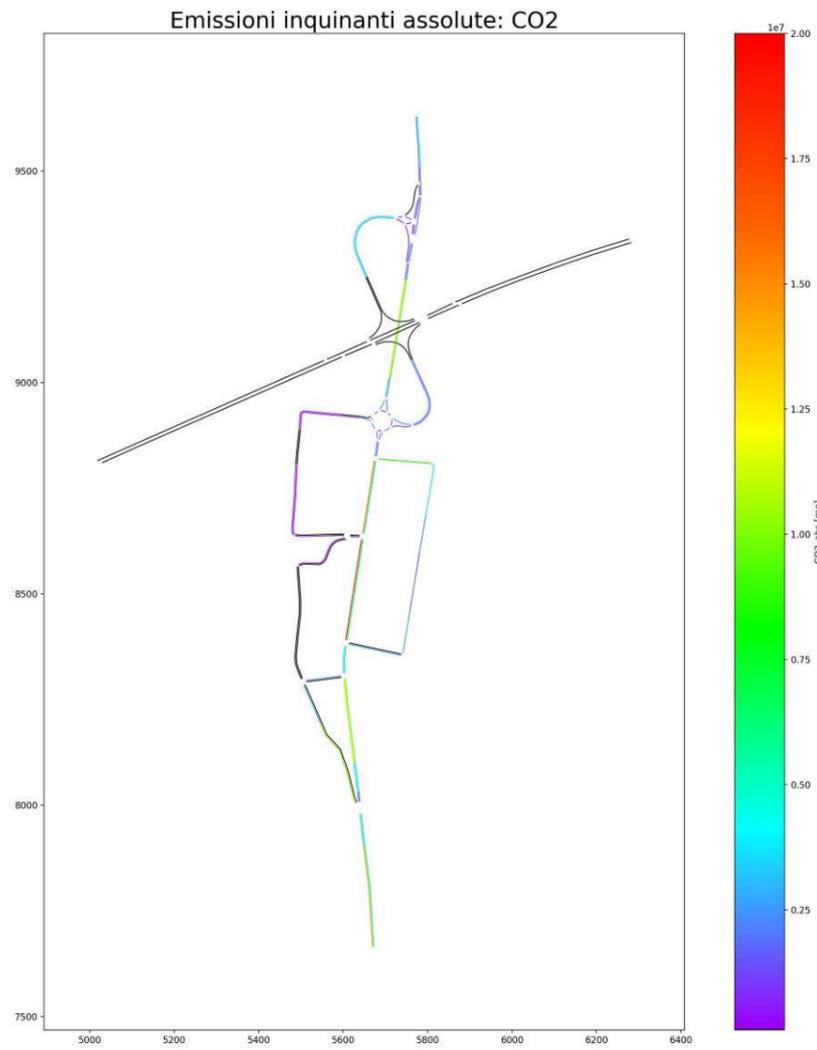


Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45

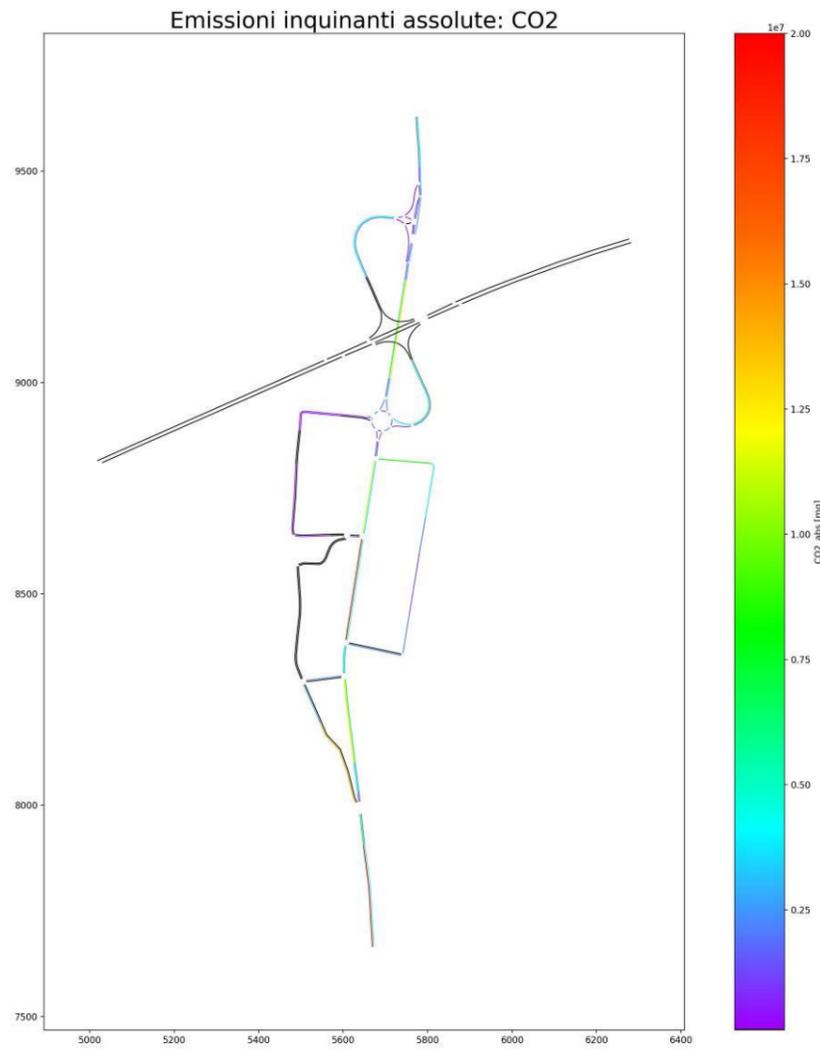


Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00

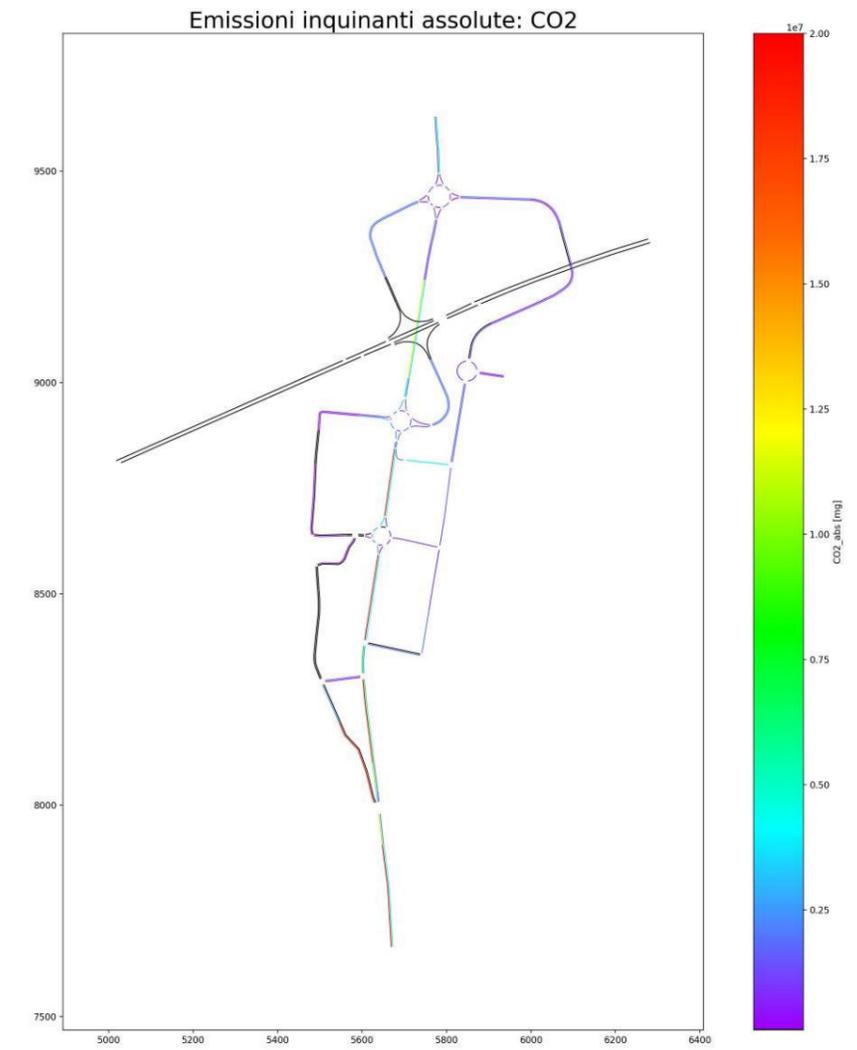
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



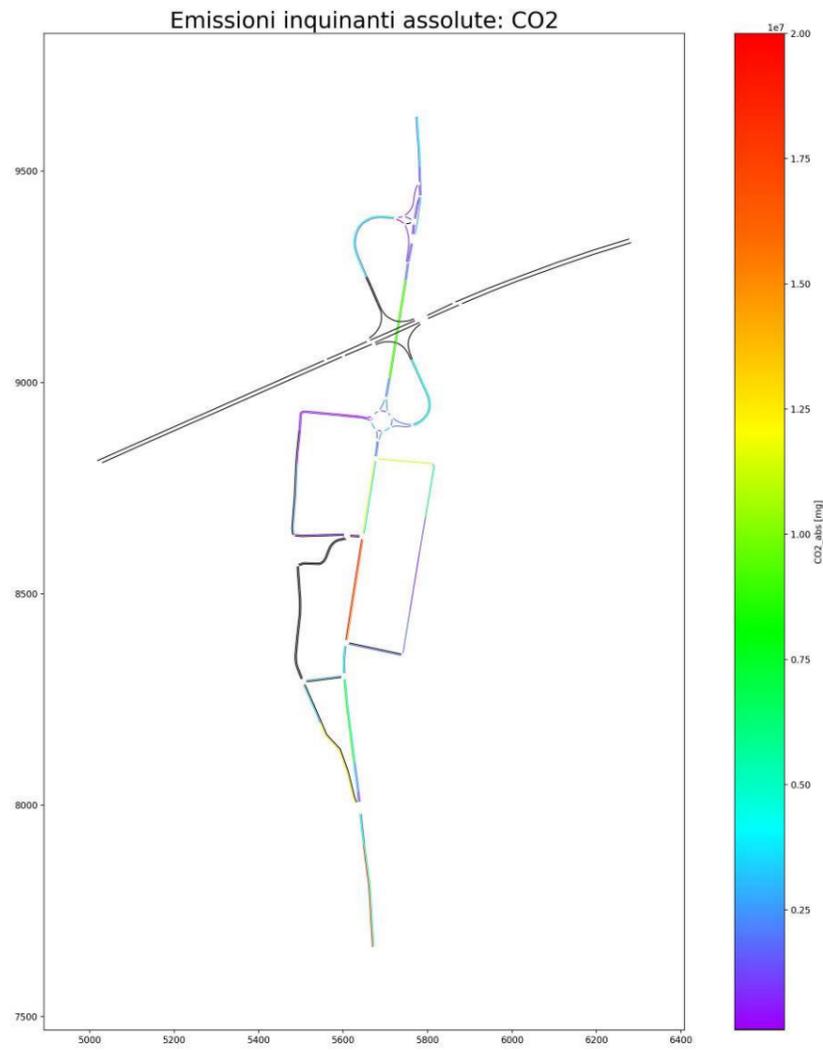
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



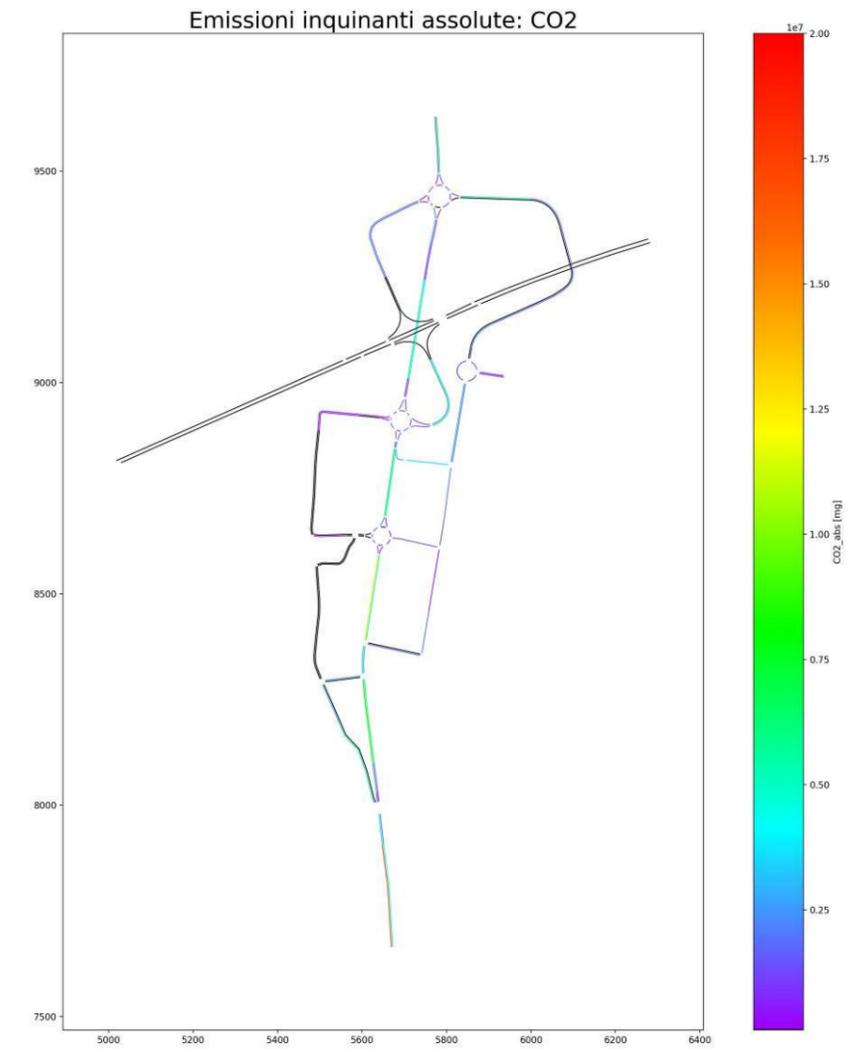
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



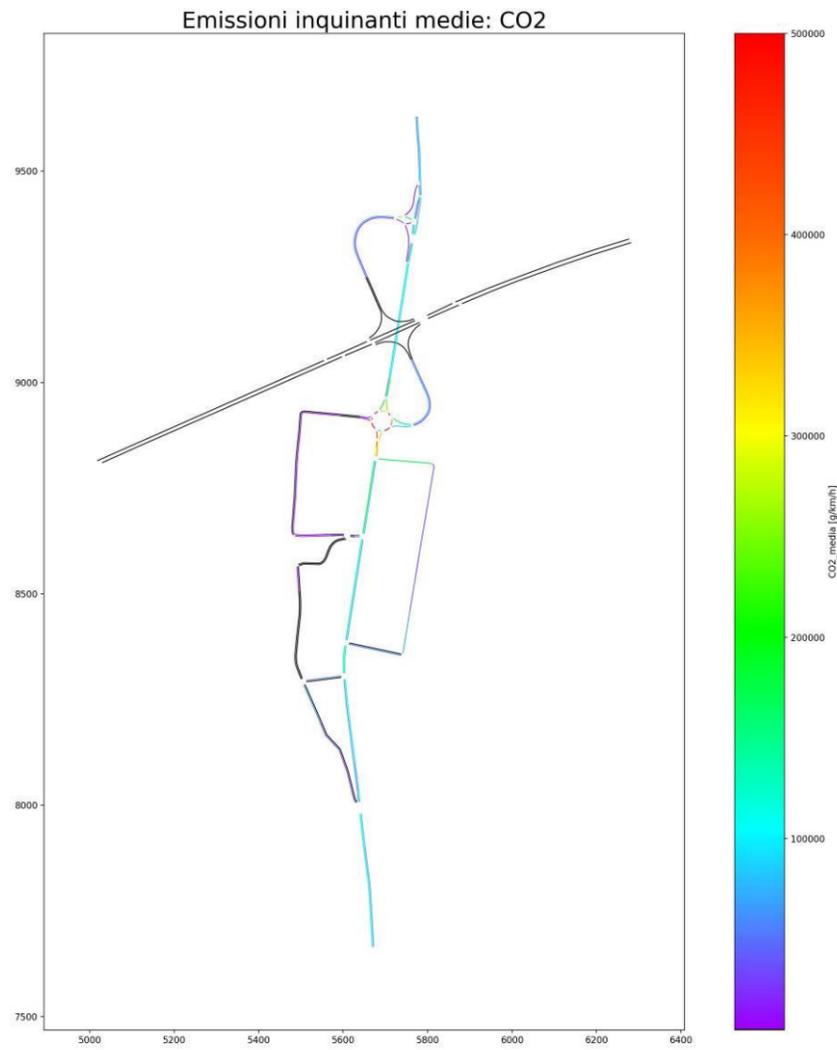
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



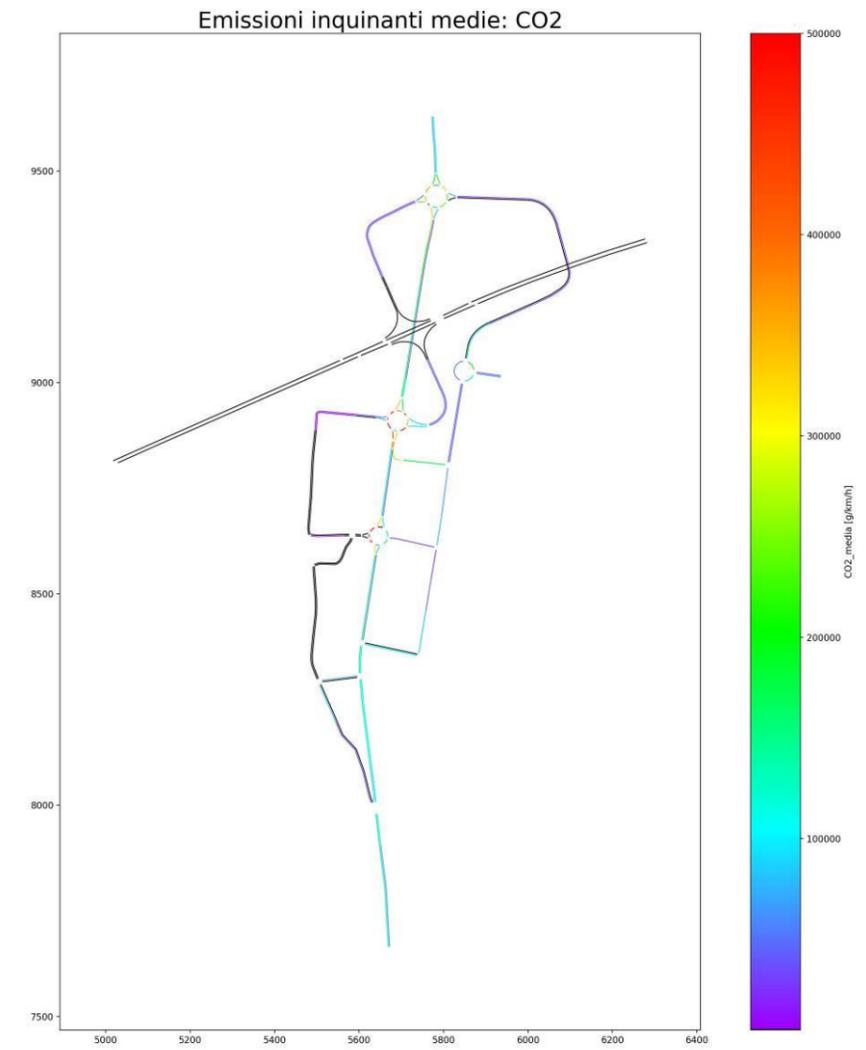
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



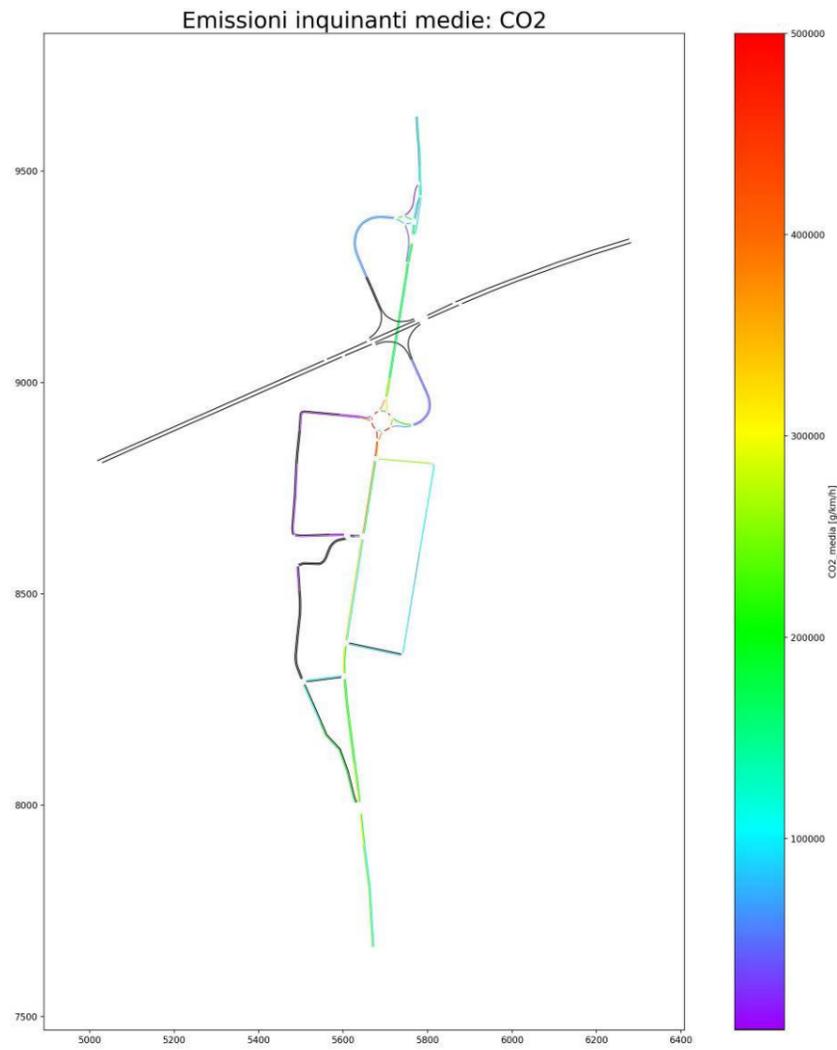
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



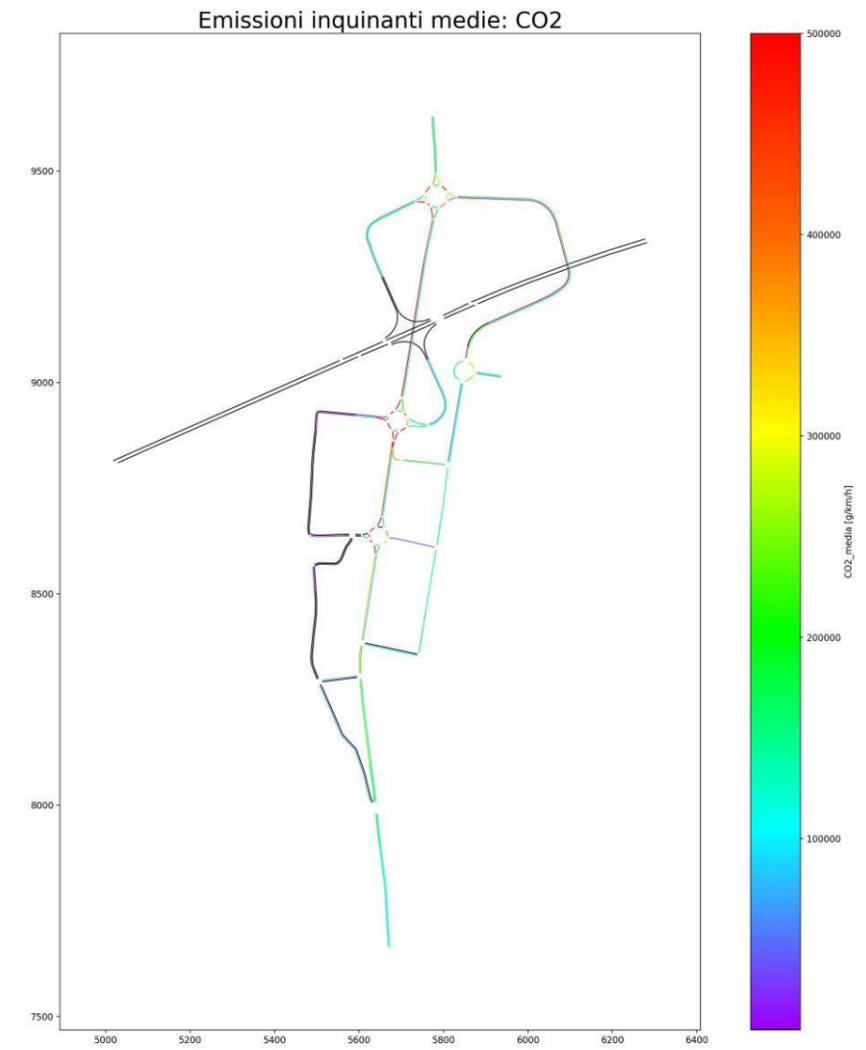
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45



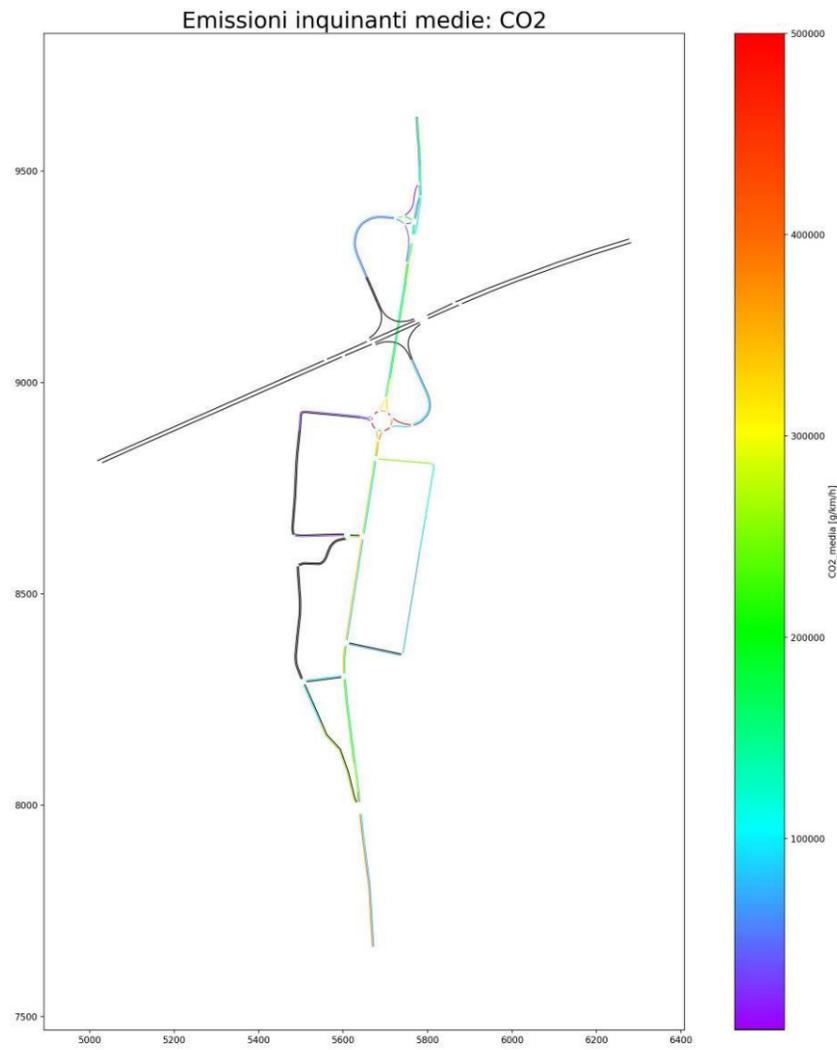
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



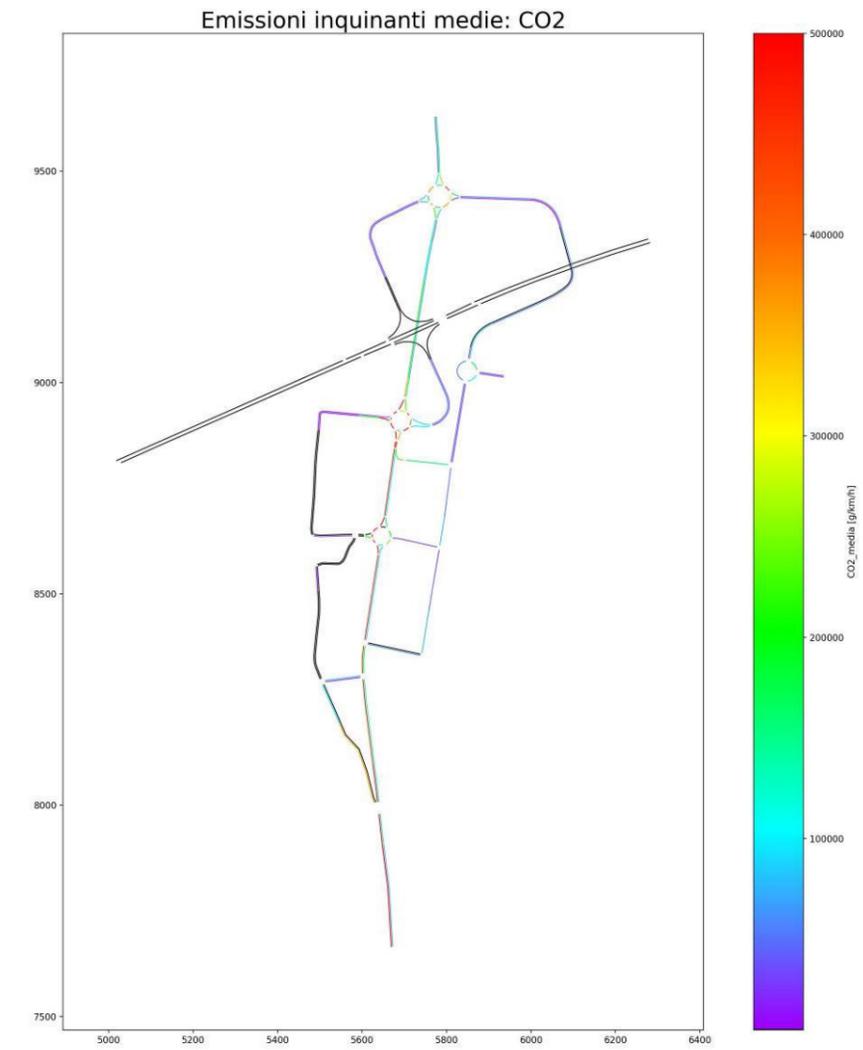
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



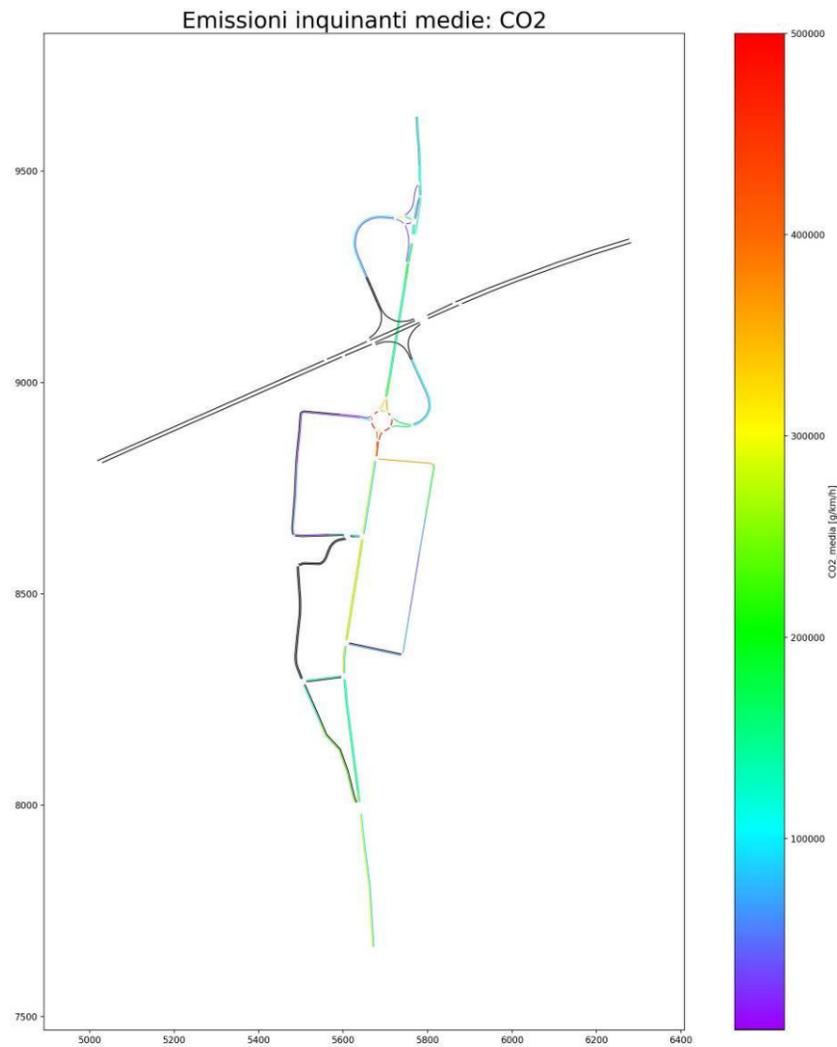
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



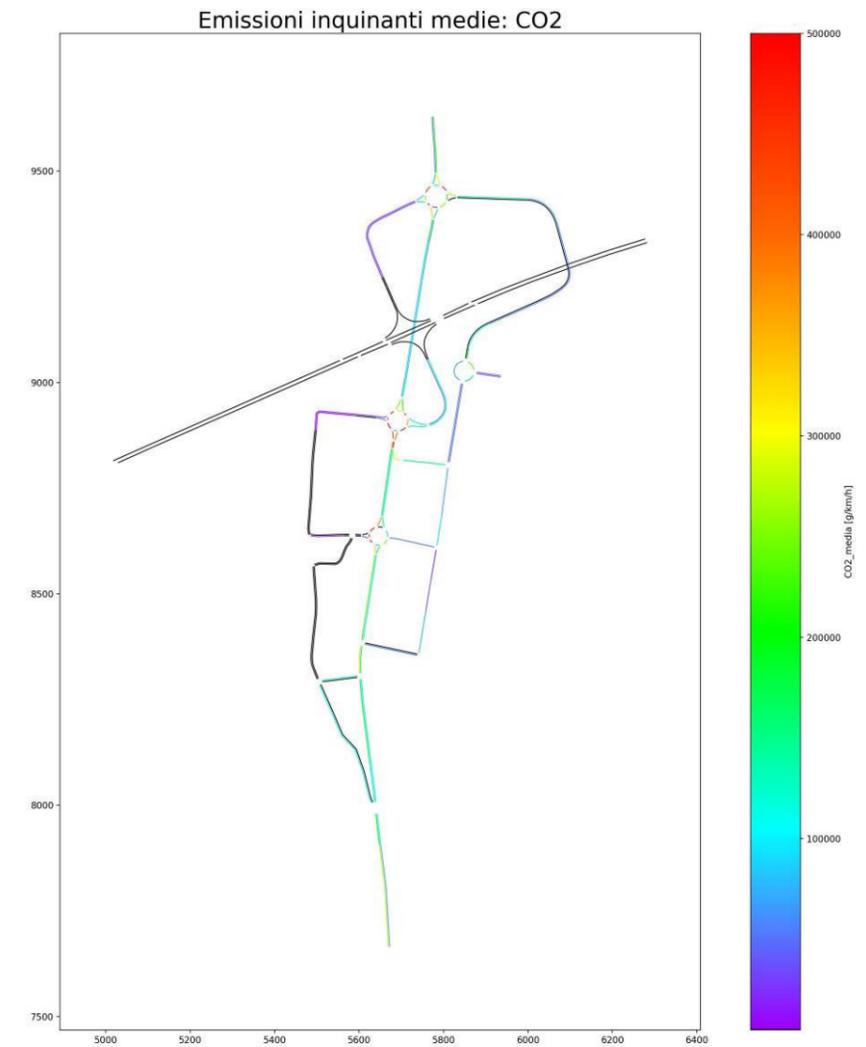
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



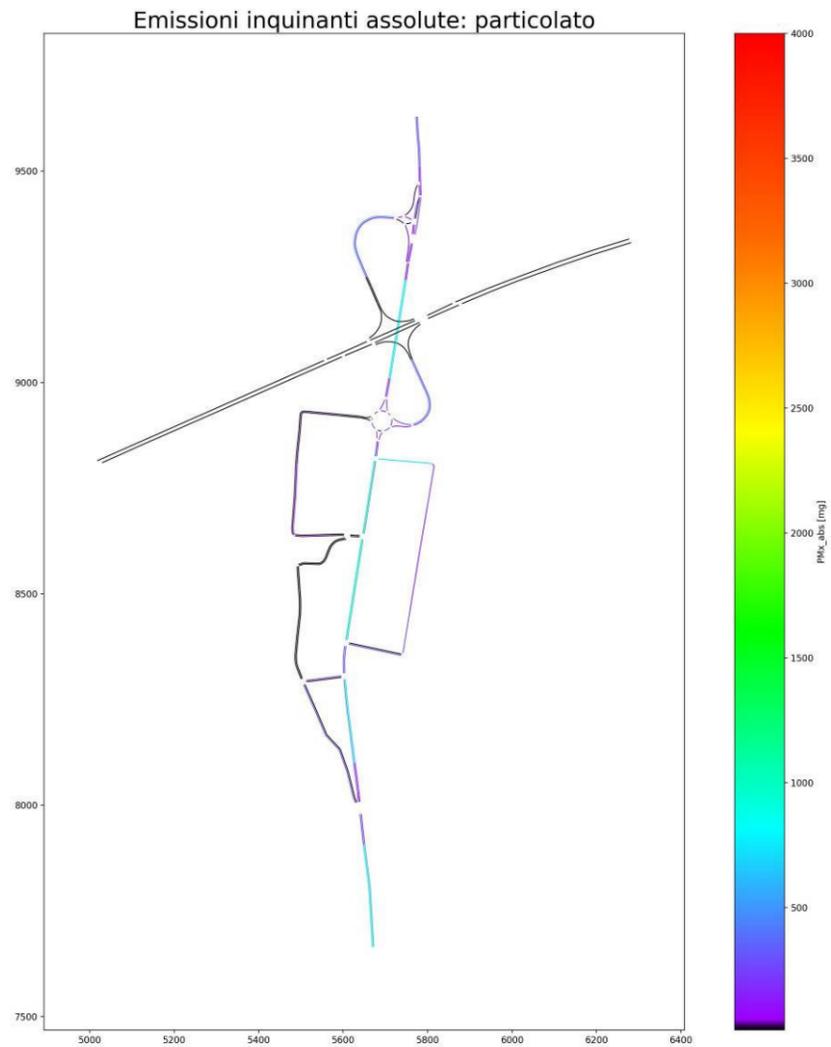
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



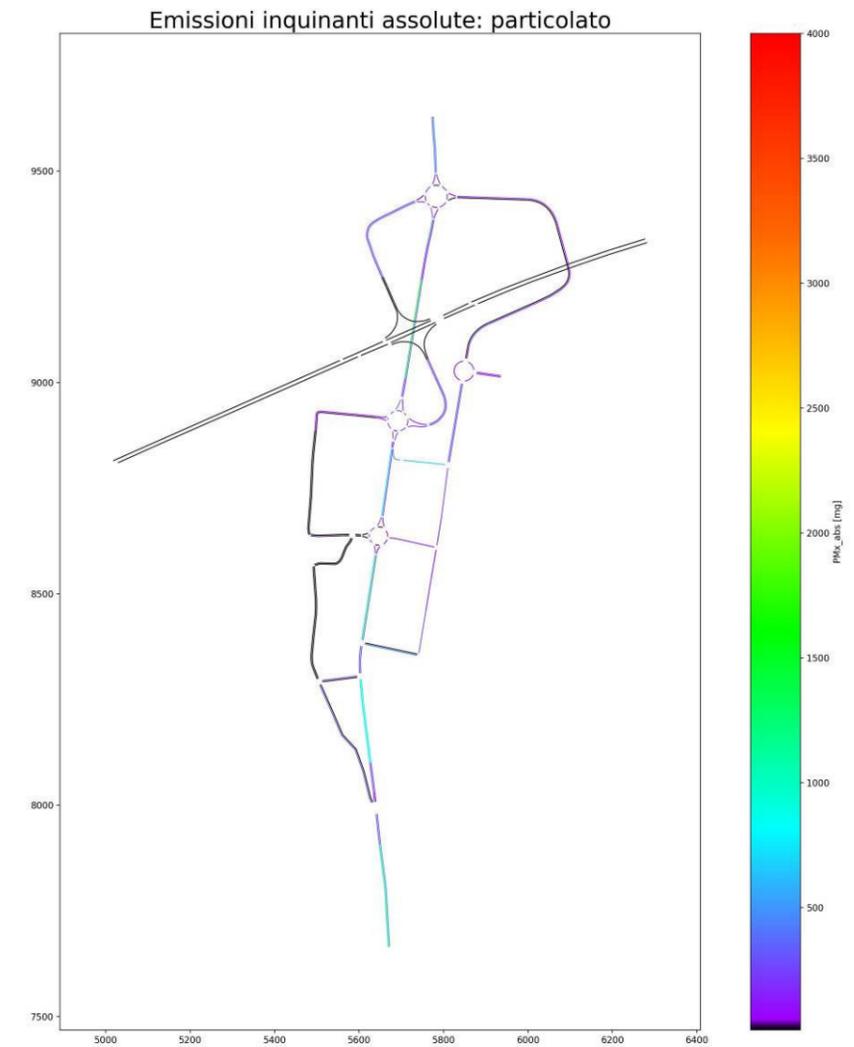
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



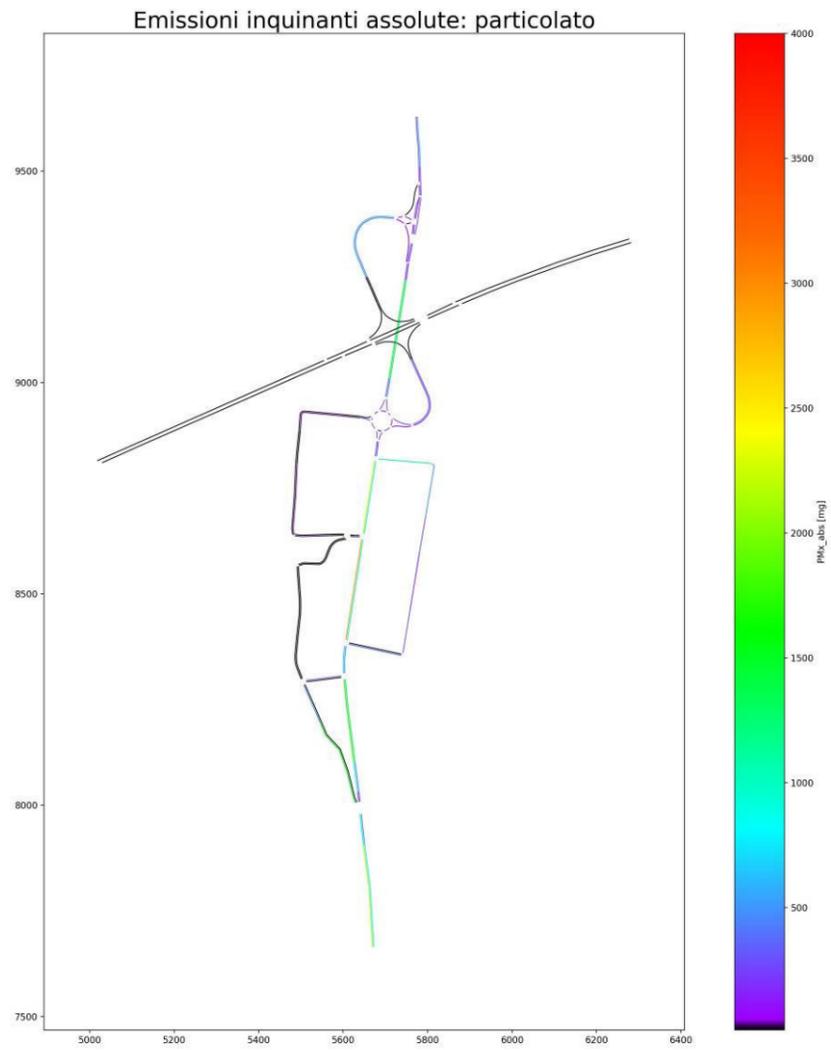
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



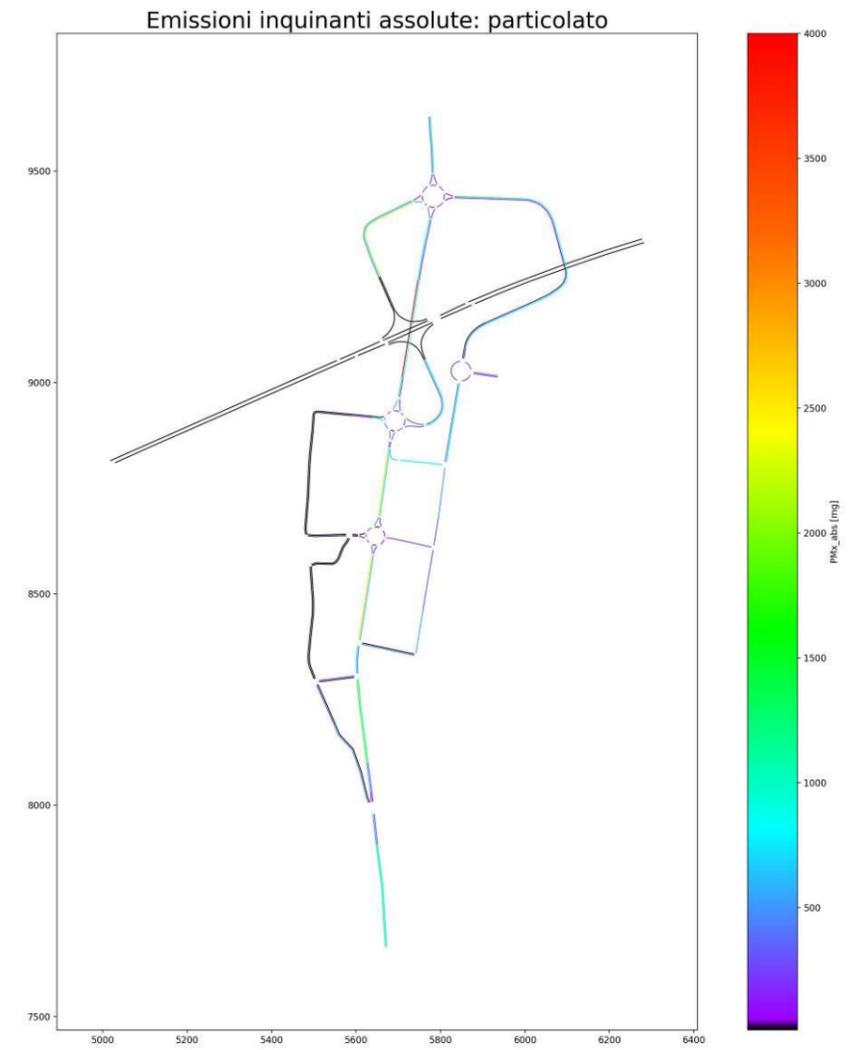
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45



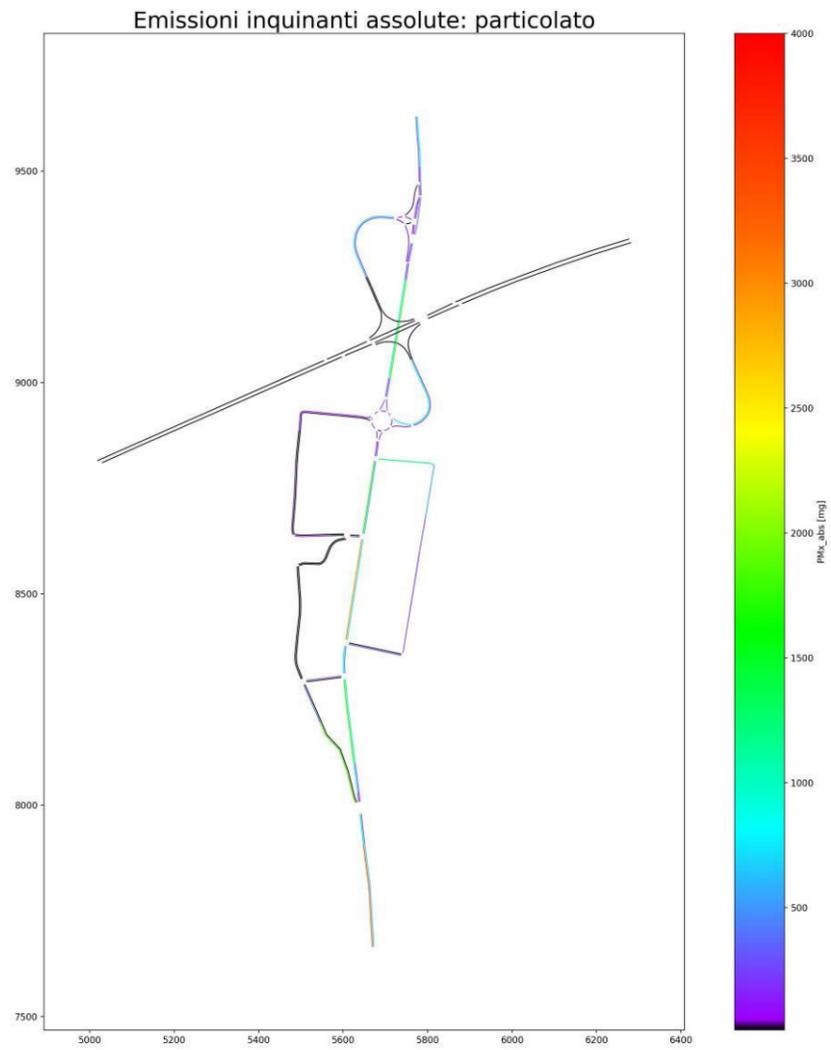
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



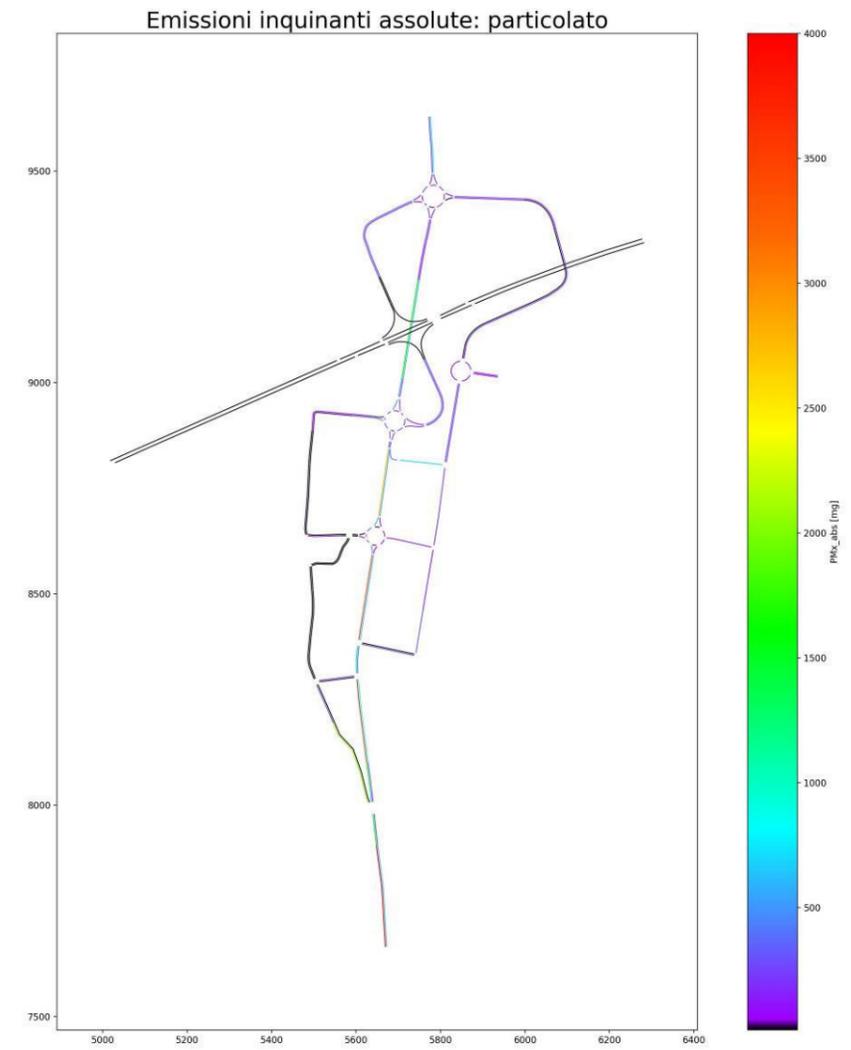
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



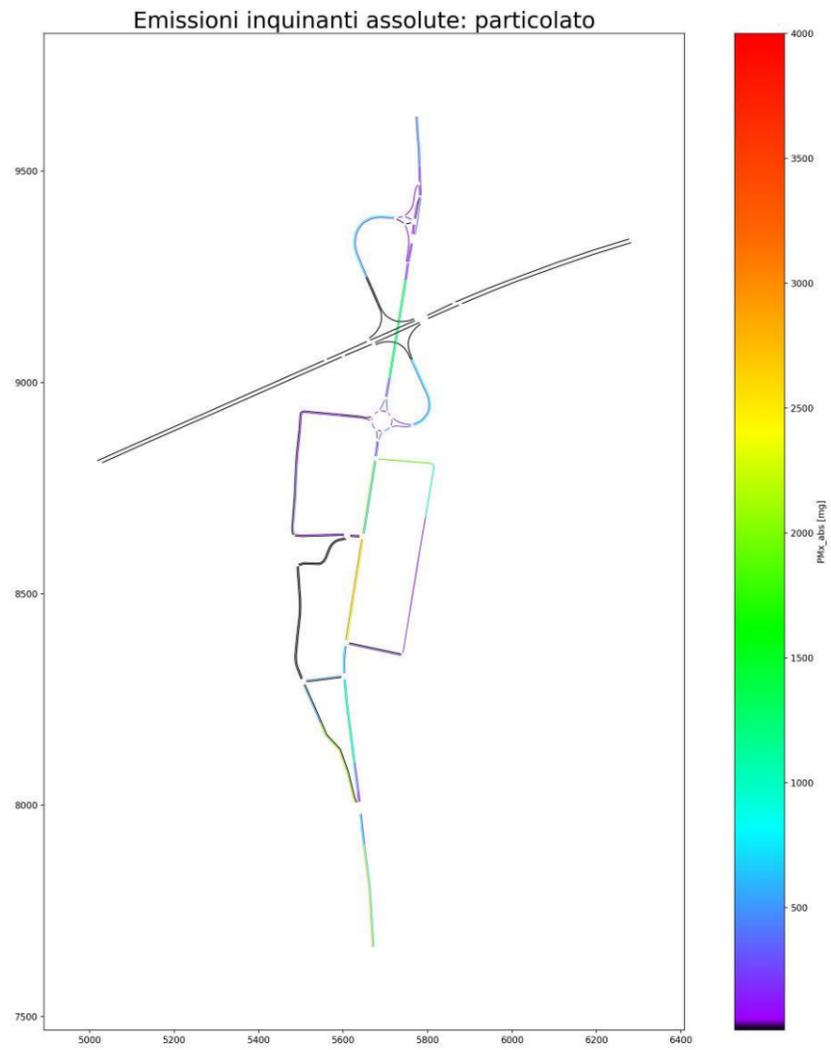
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



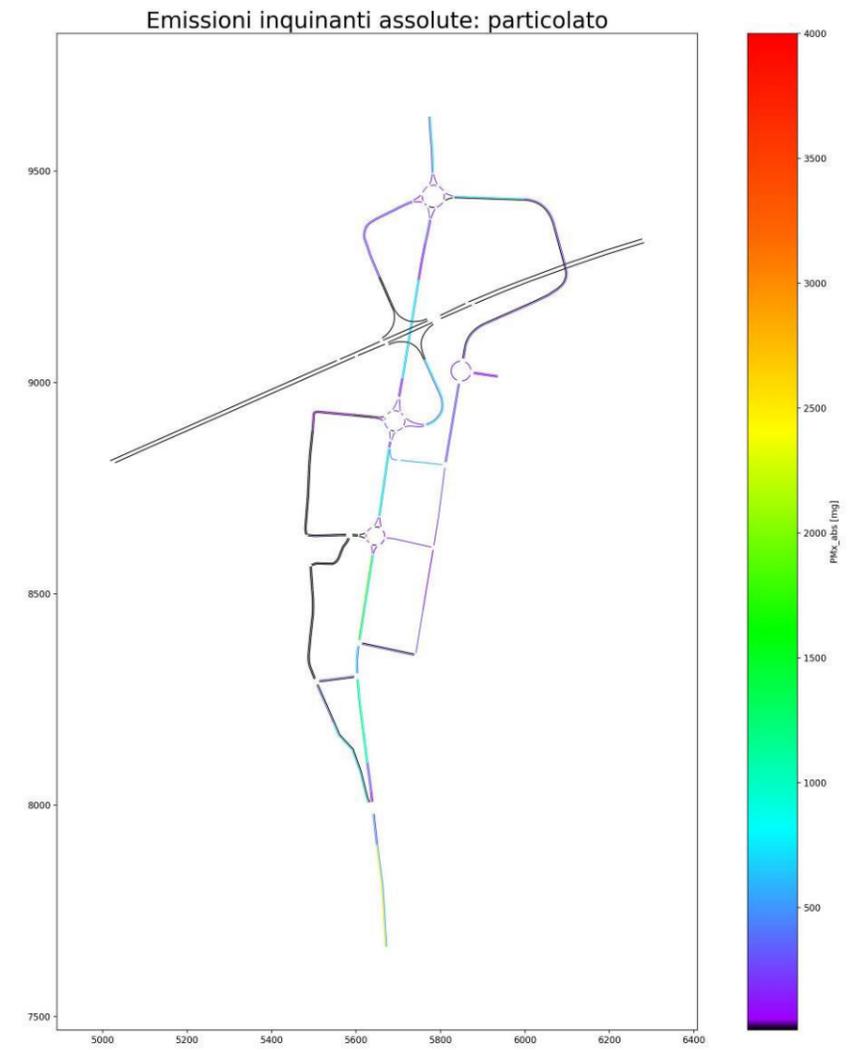
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



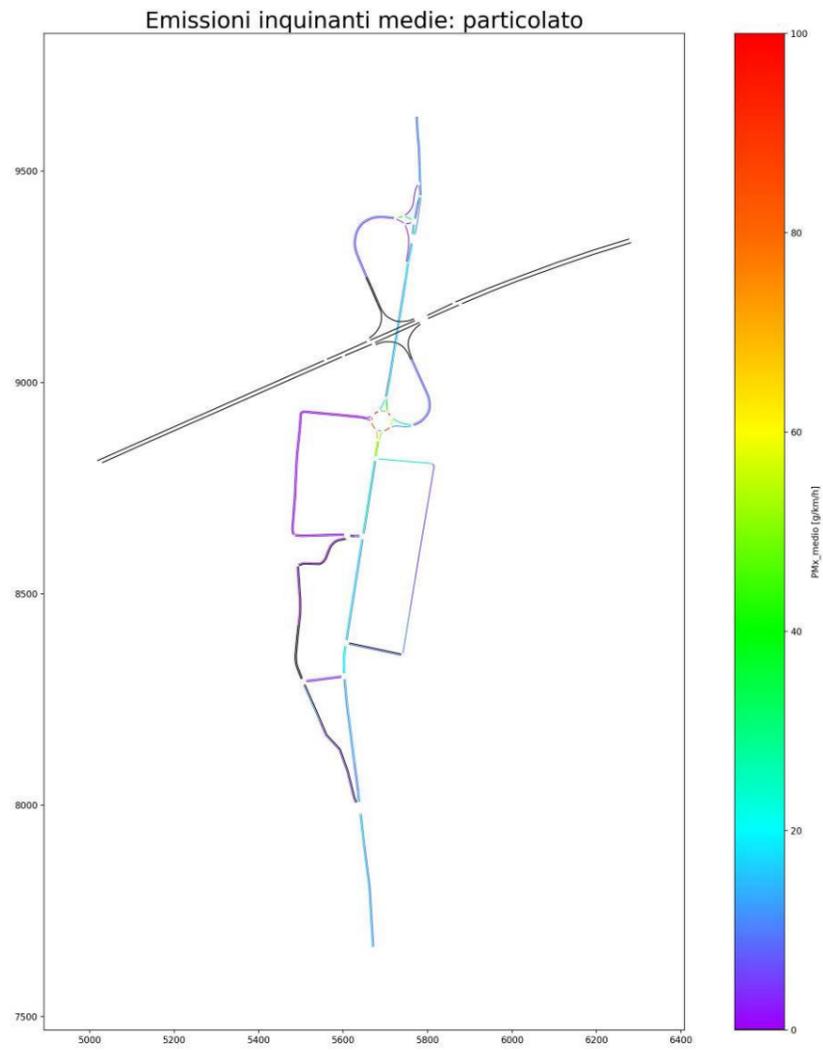
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



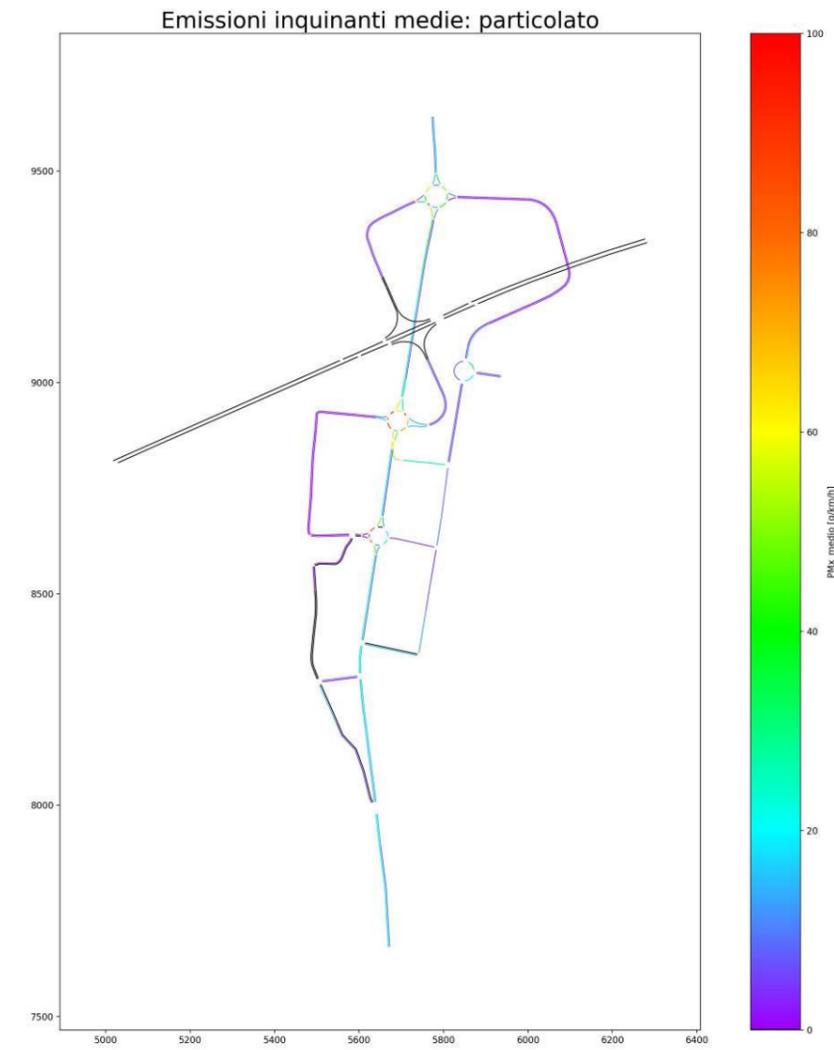
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



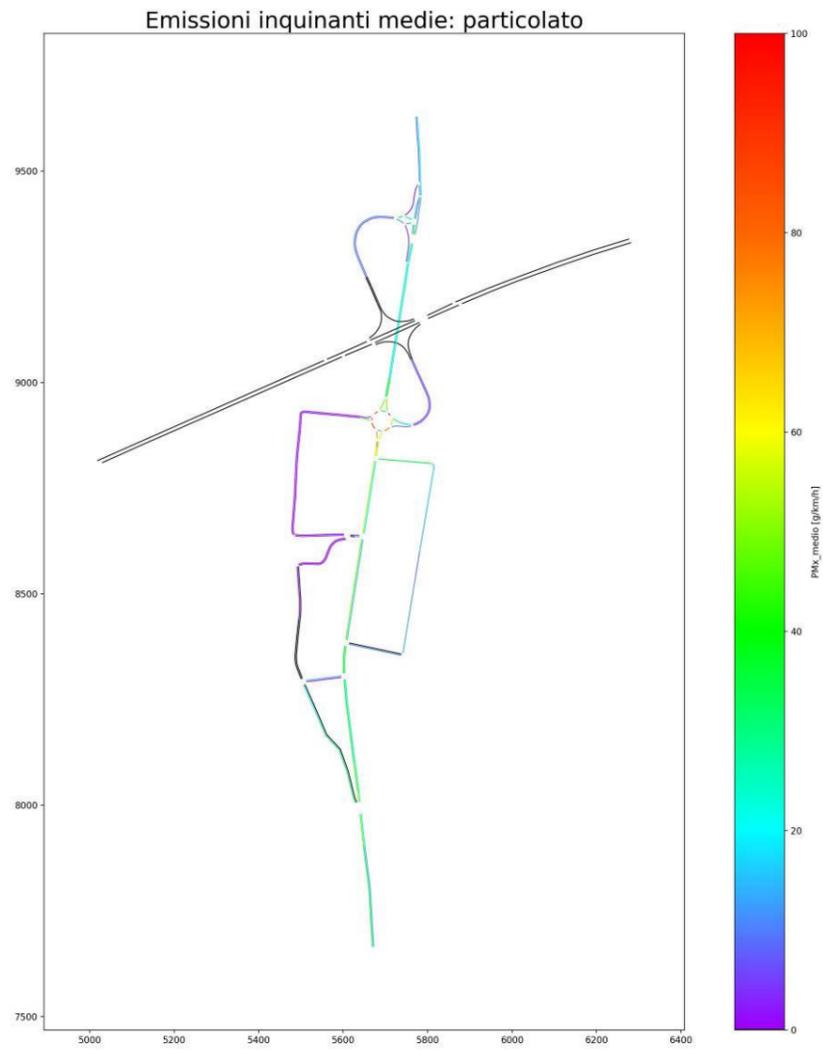
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



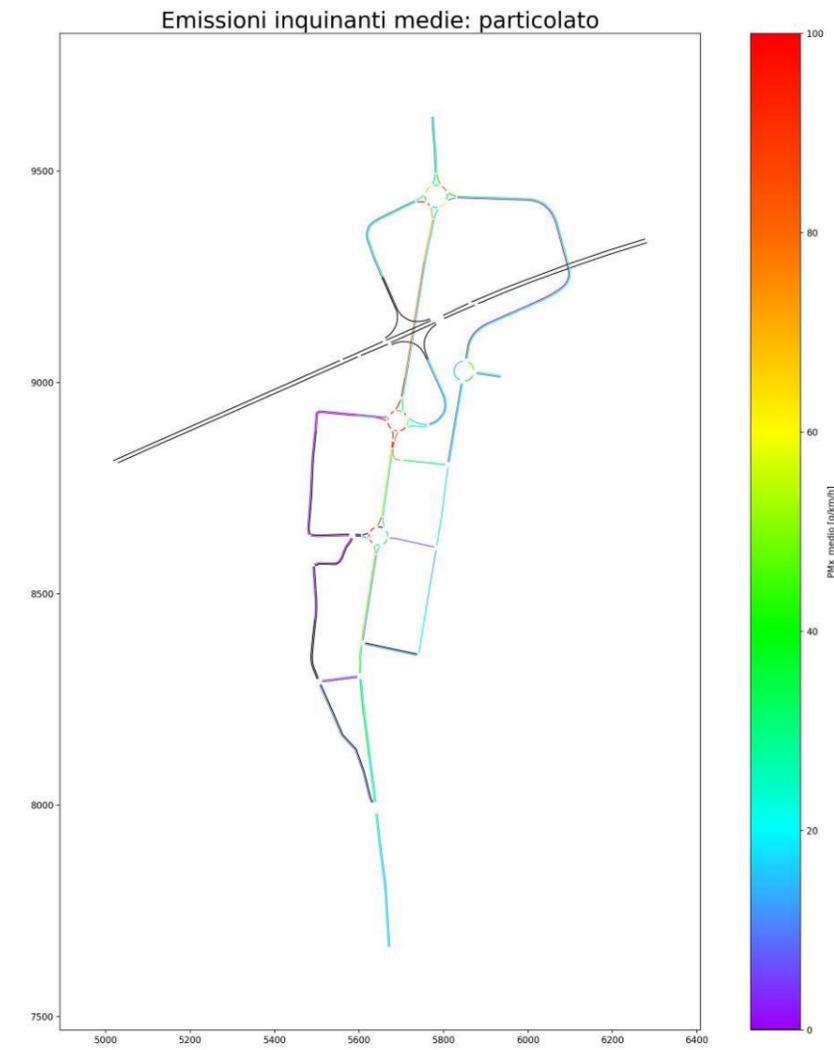
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:30 – 17:45



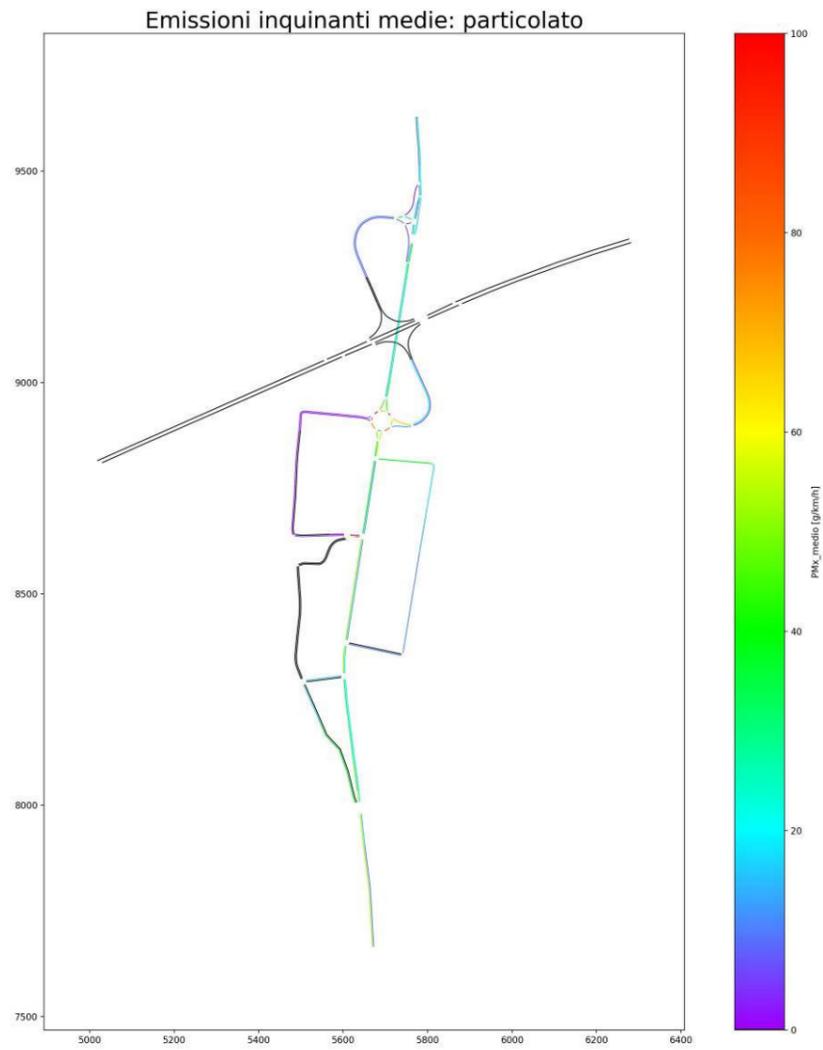
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



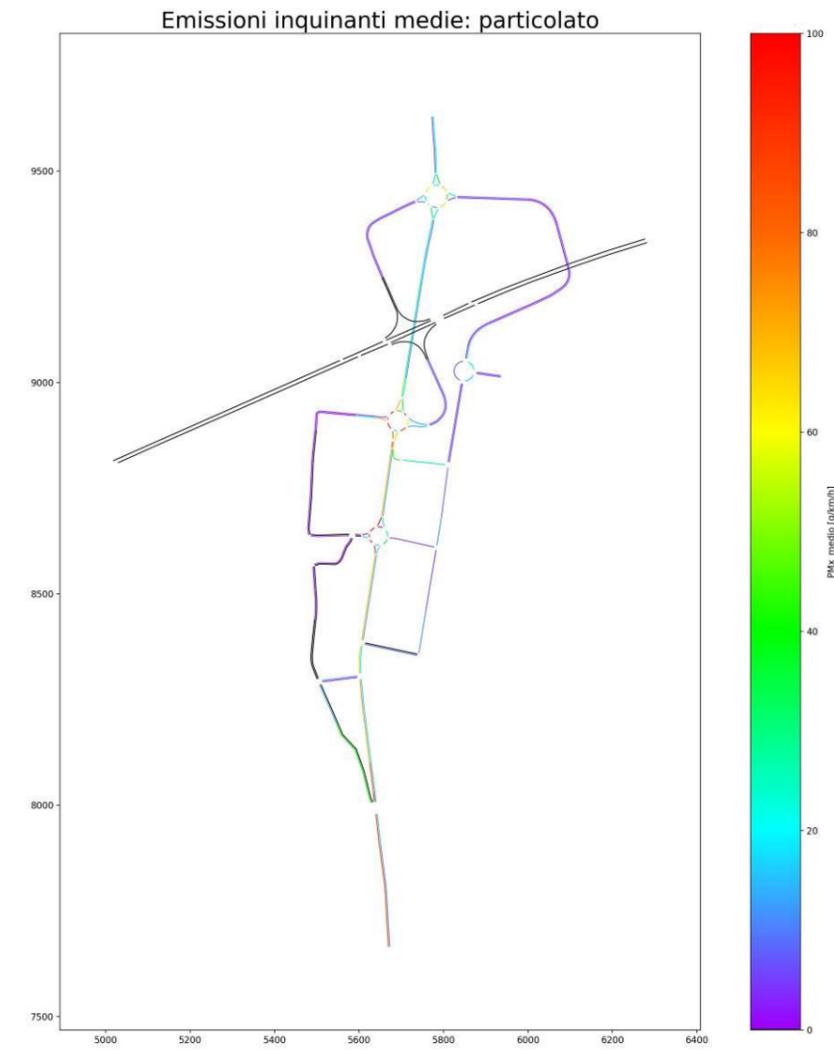
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 17:45 – 18:00



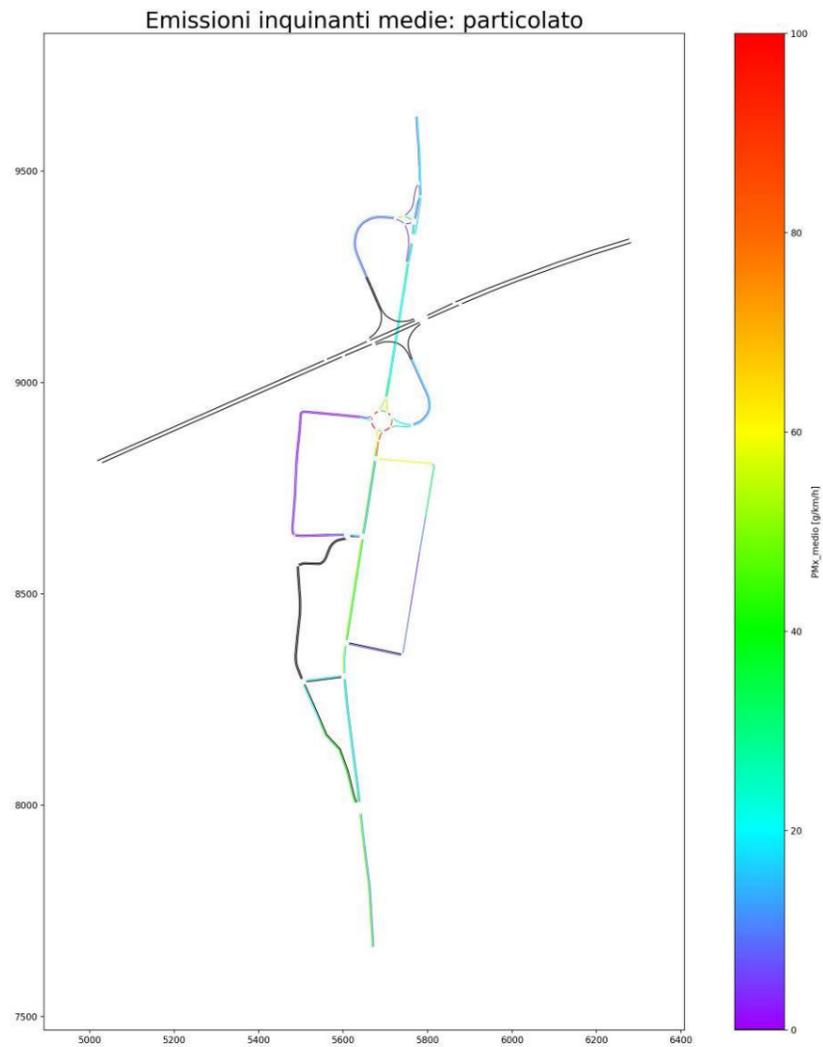
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



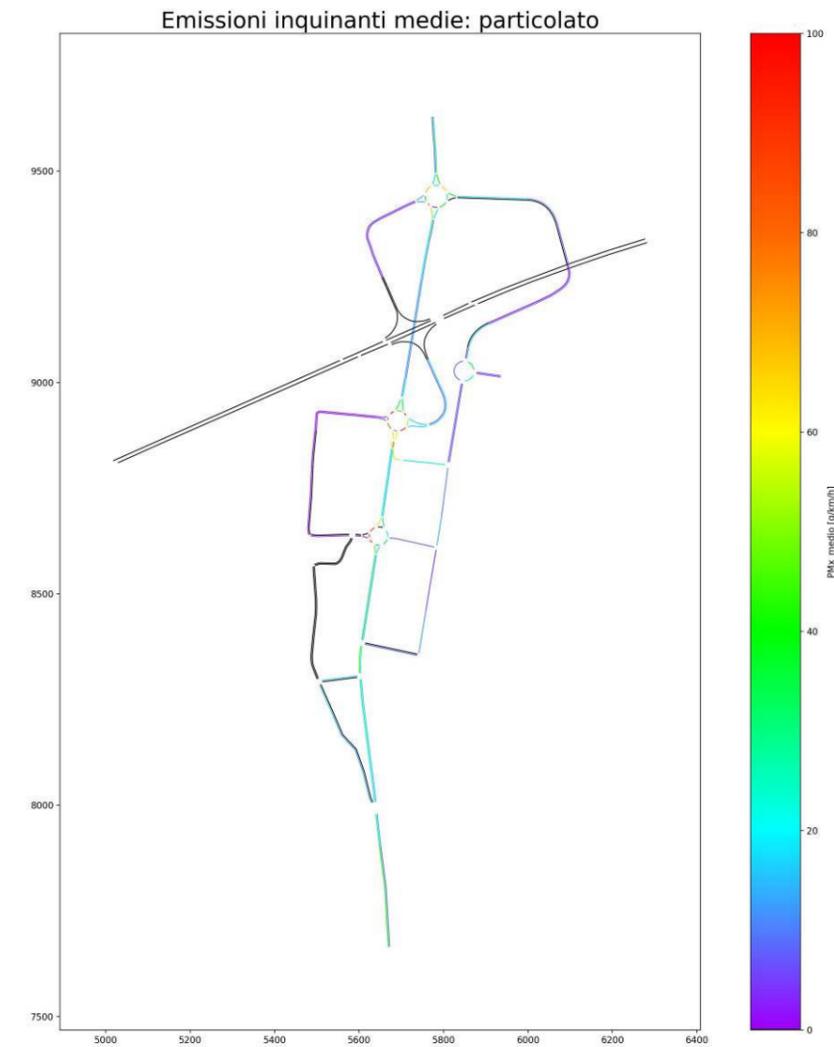
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:00 – 18:15



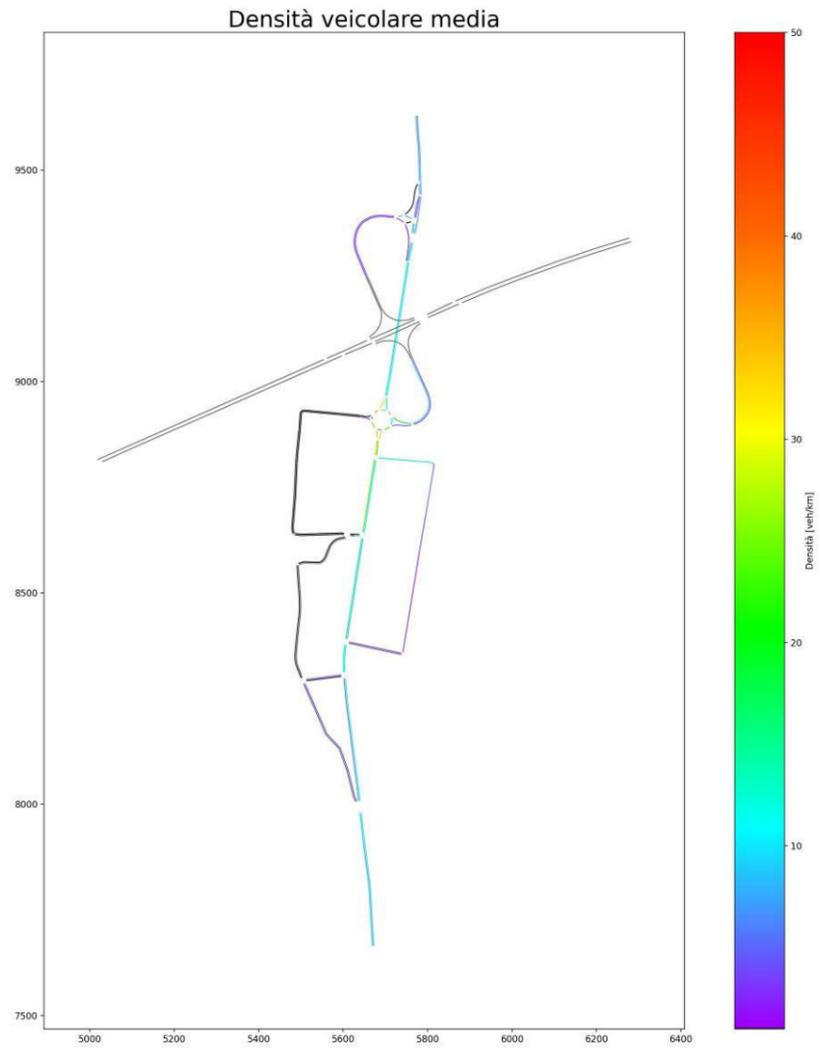
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



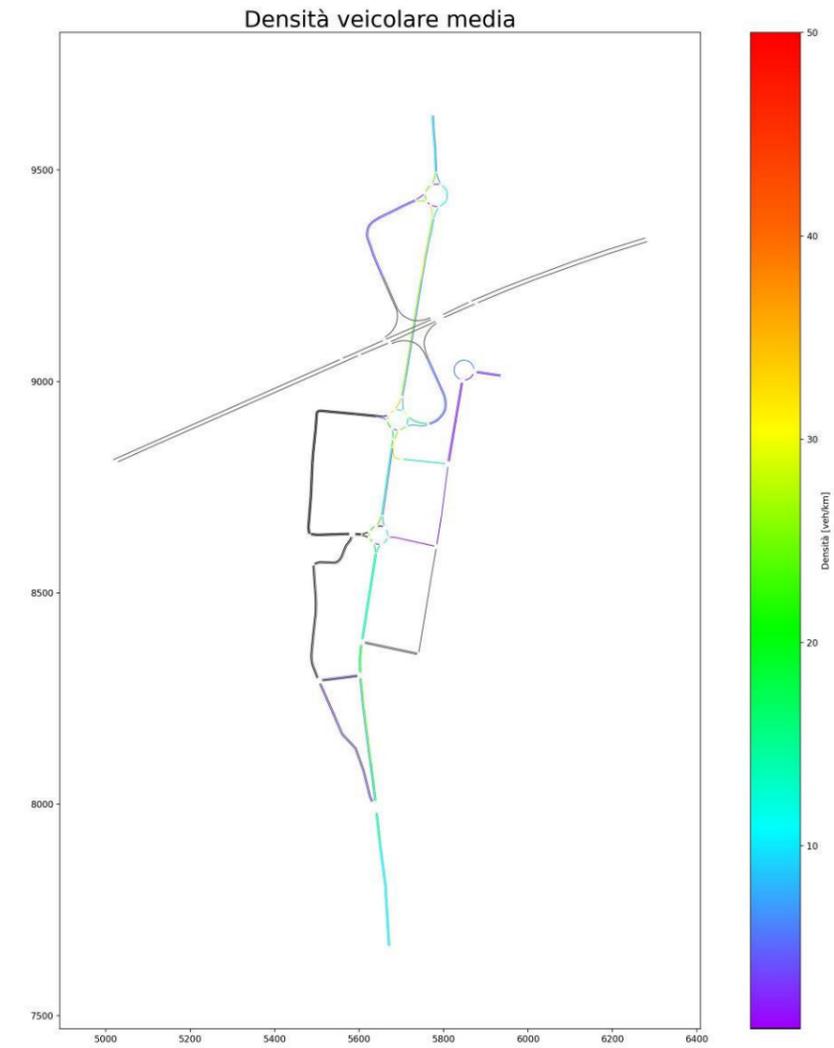
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO DI PROGETTO – Intervallo 18:15 – 18:30



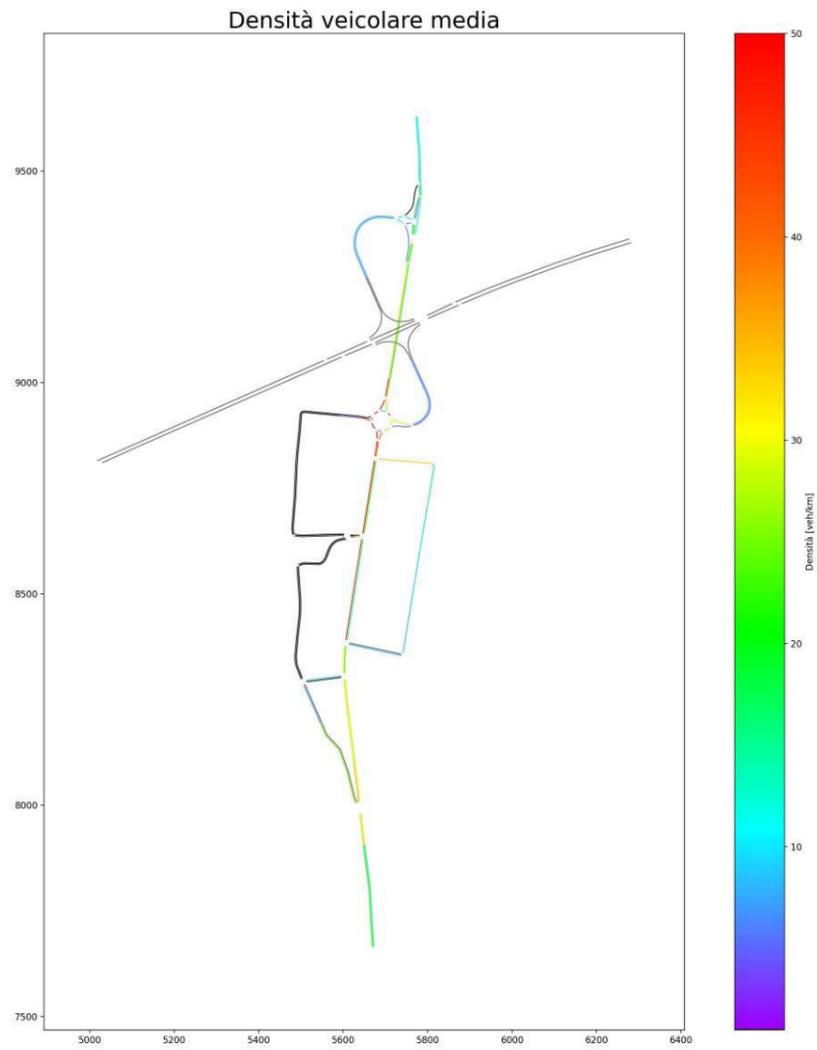
Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



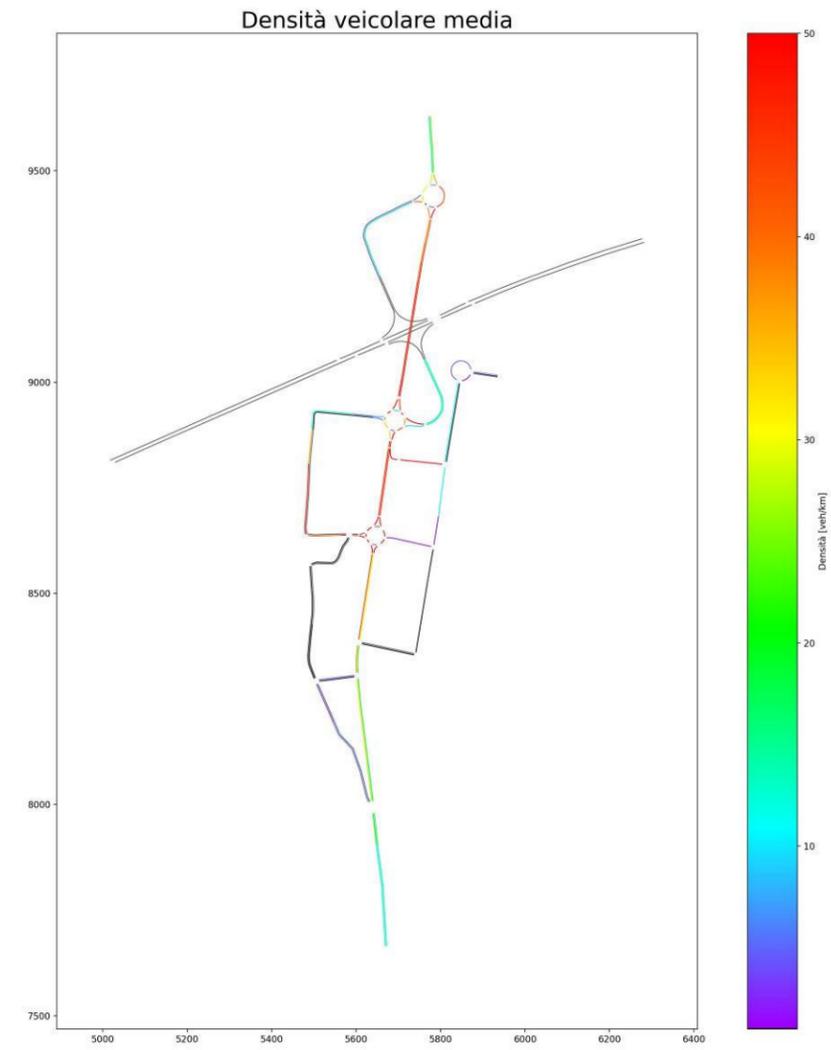
Densità veicolare media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



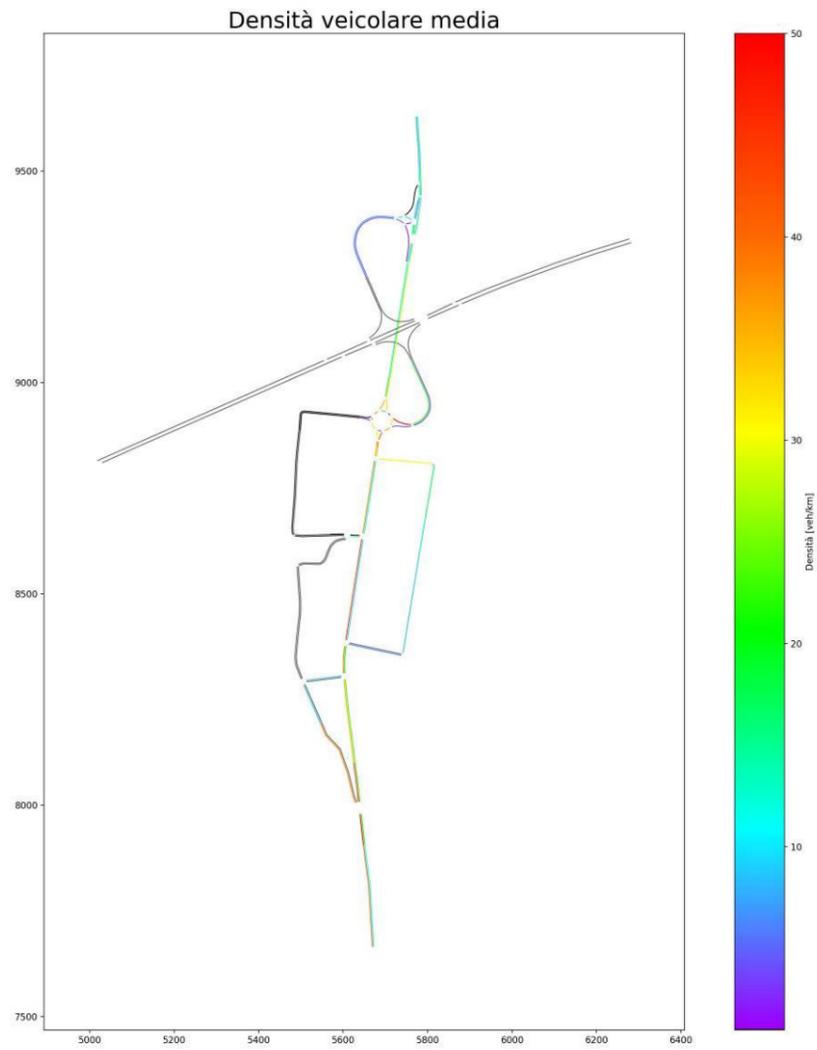
Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



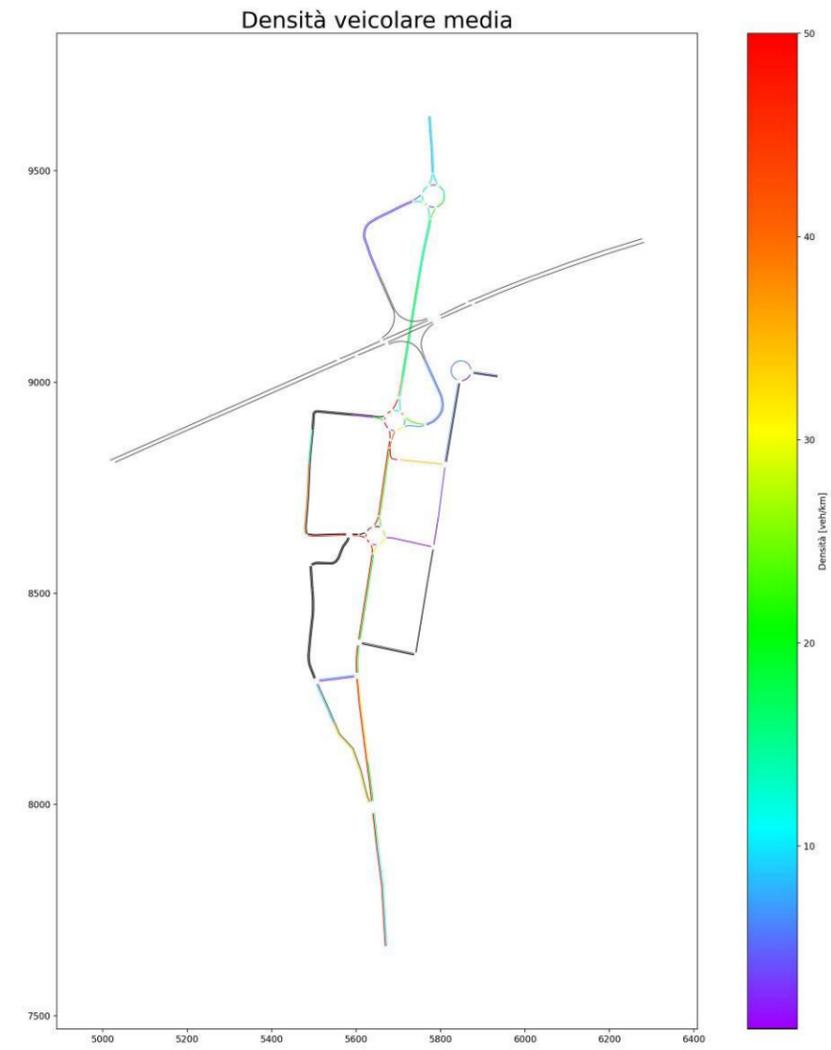
Densità veicolare media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



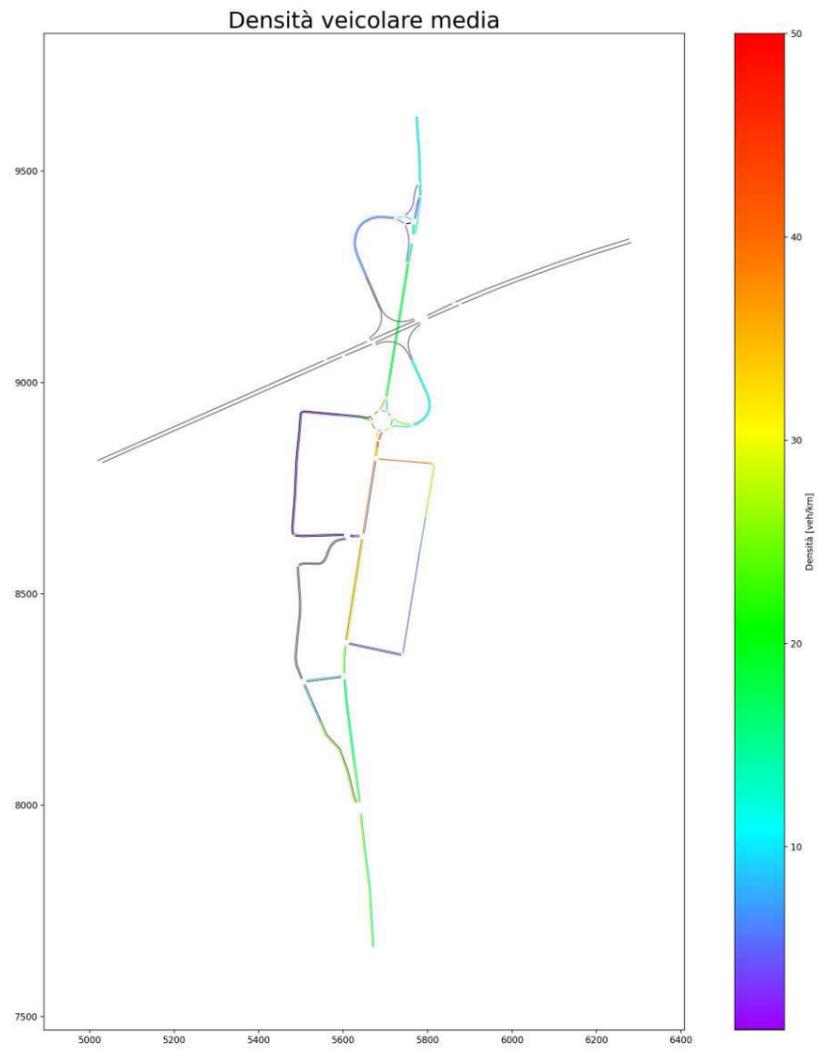
Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



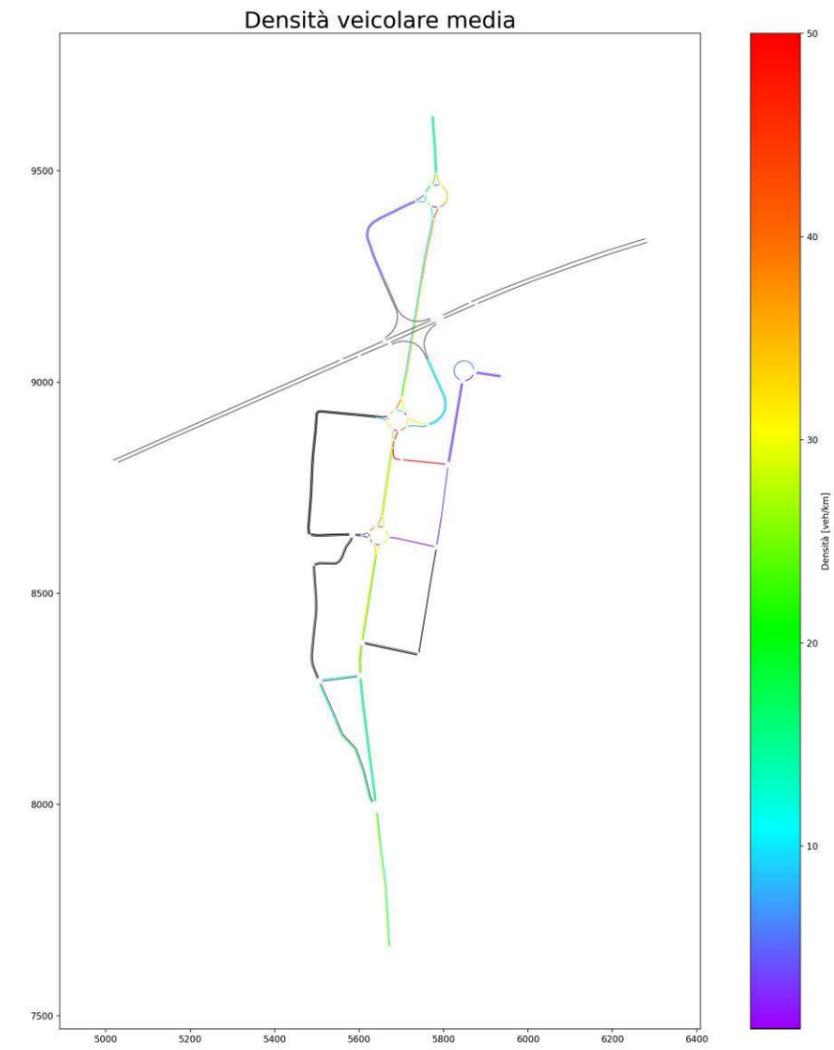
Densità veicolare media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



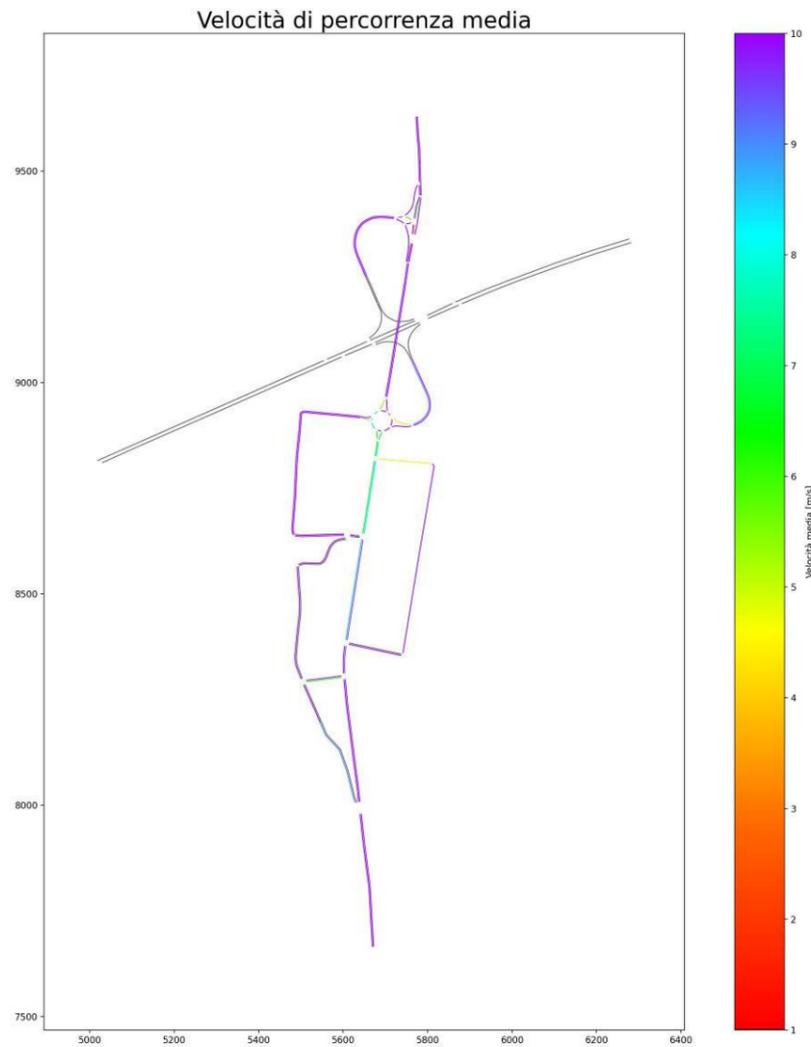
Densità veicolare media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



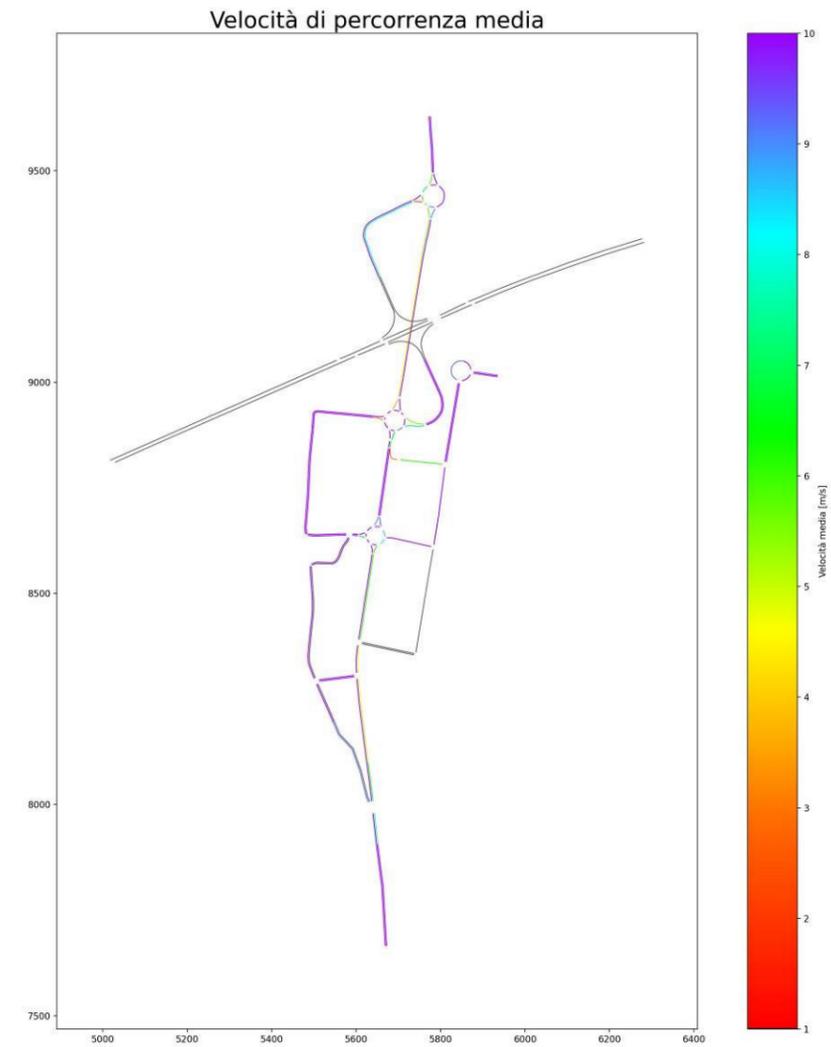
Densità veicolare media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



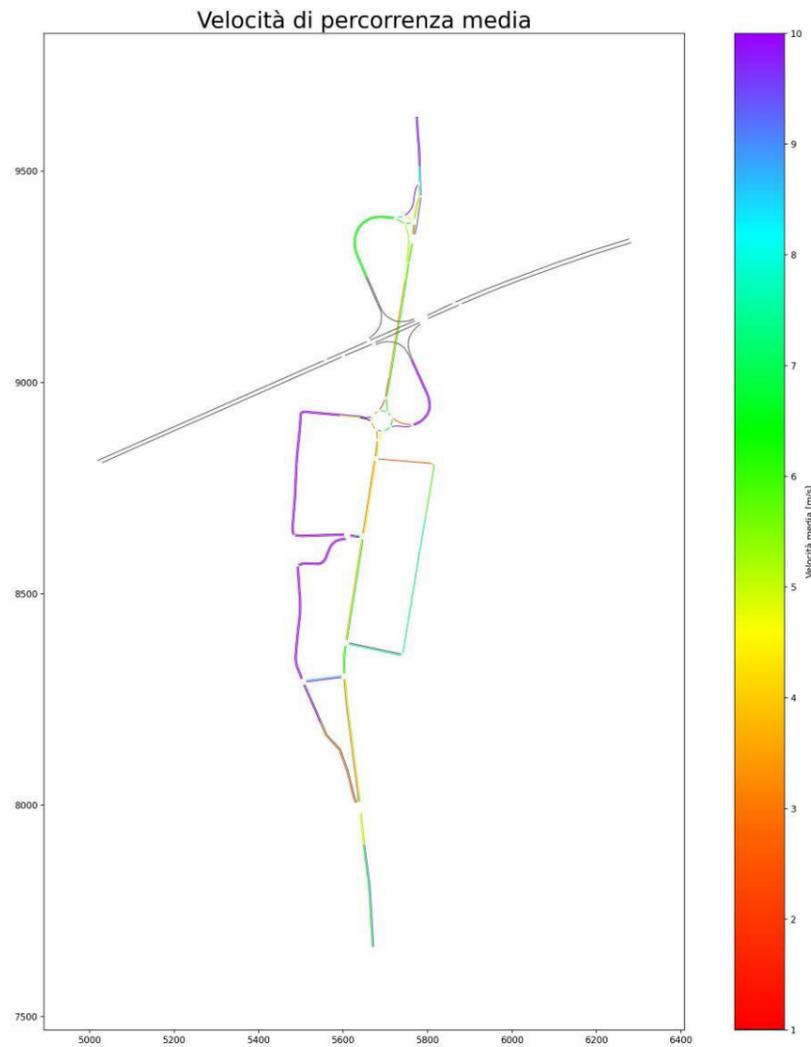
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



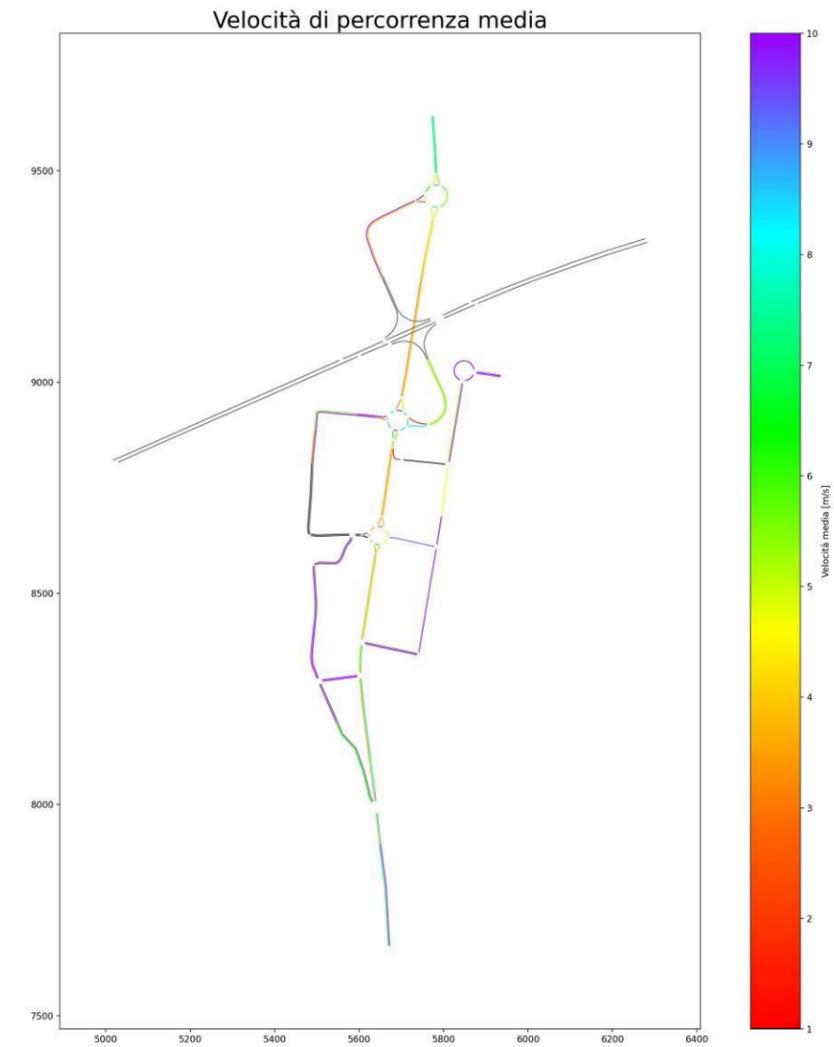
Velocità sugli archi media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



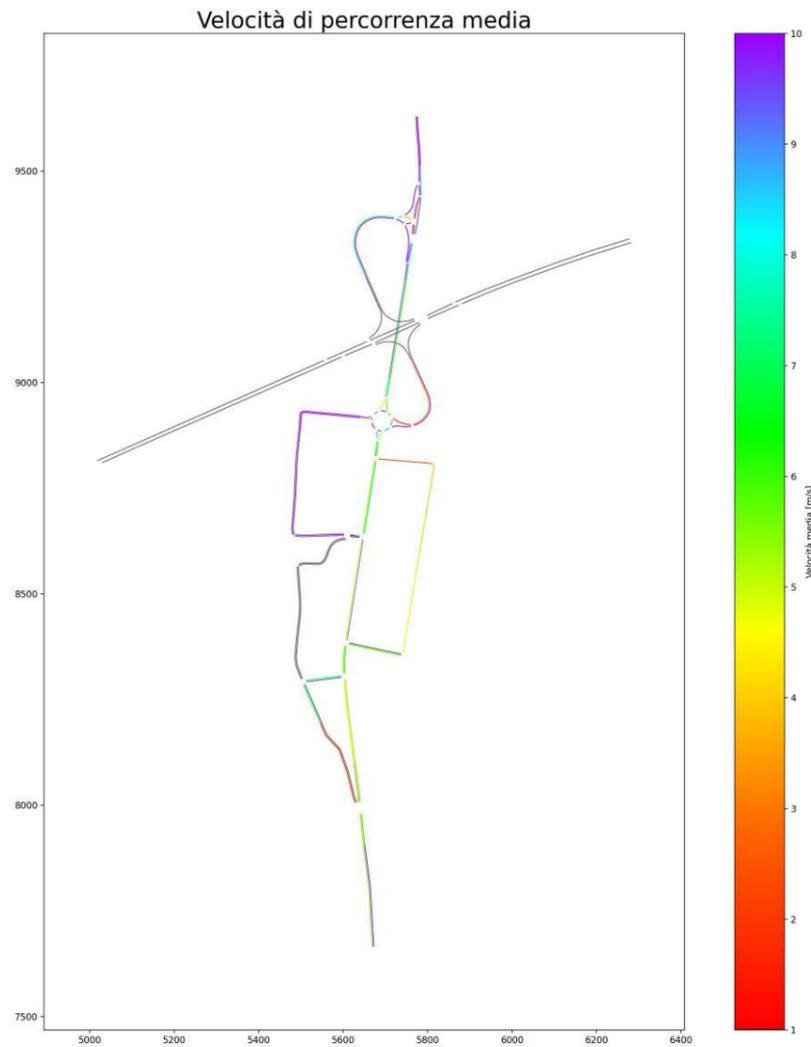
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



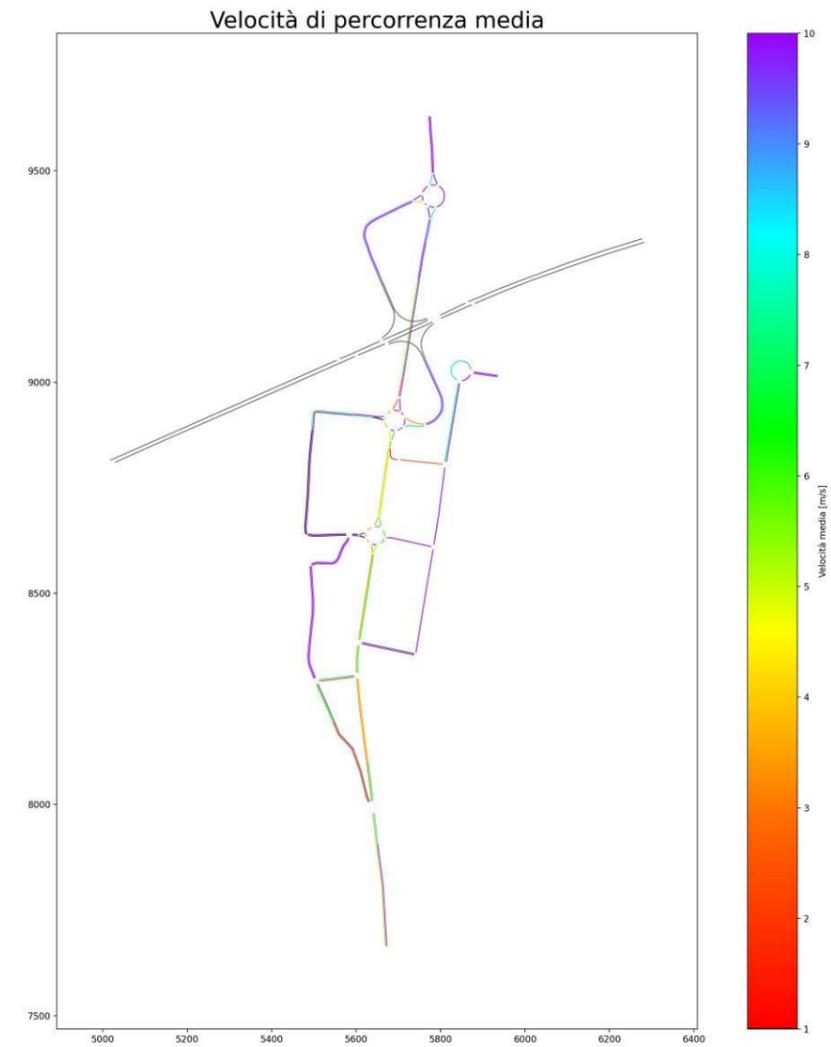
Velocità sugli archi media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



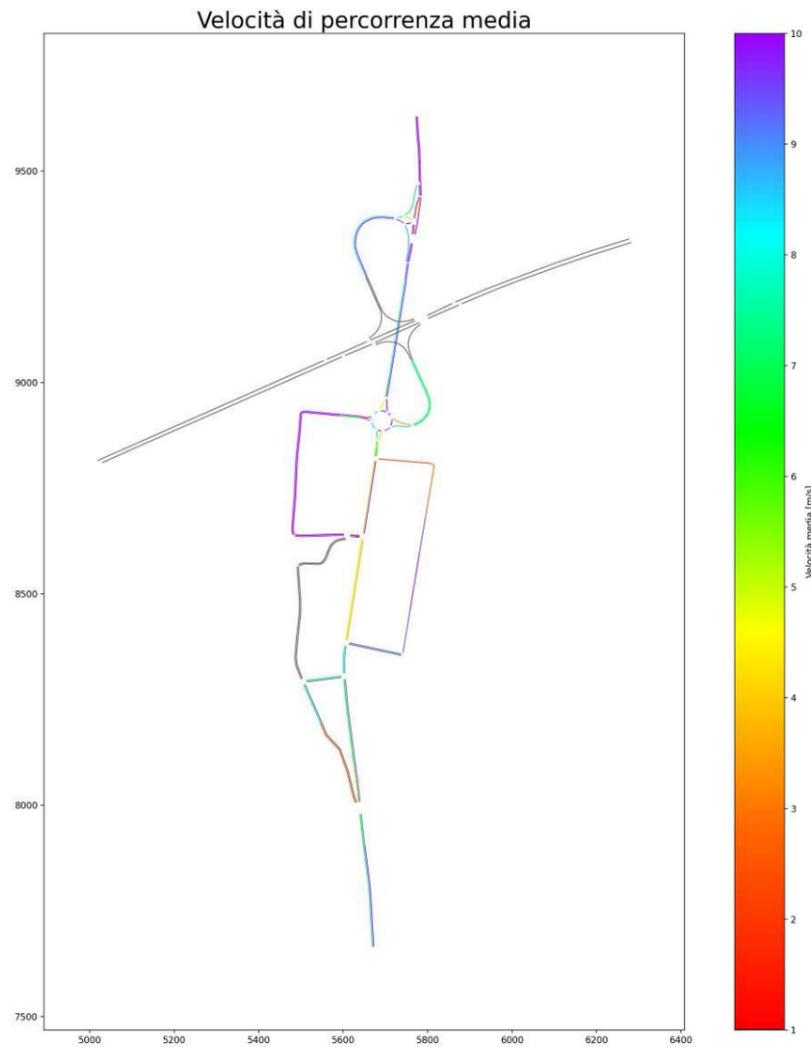
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



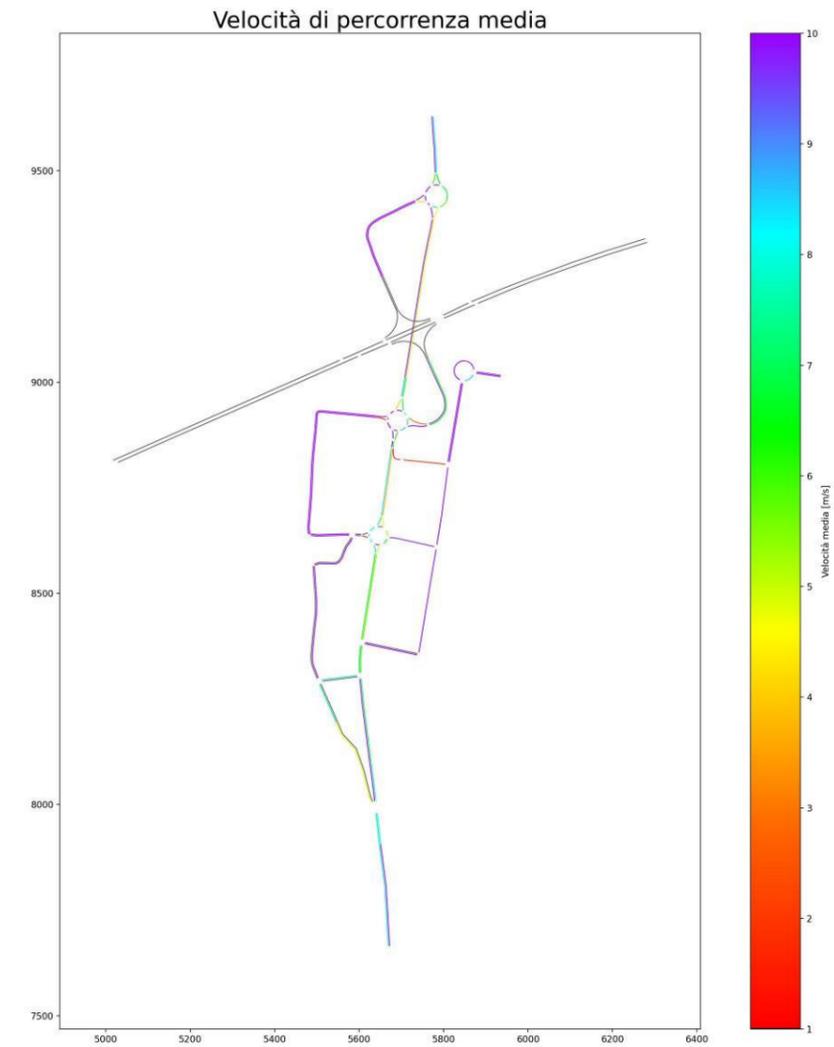
Velocità sugli archi media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



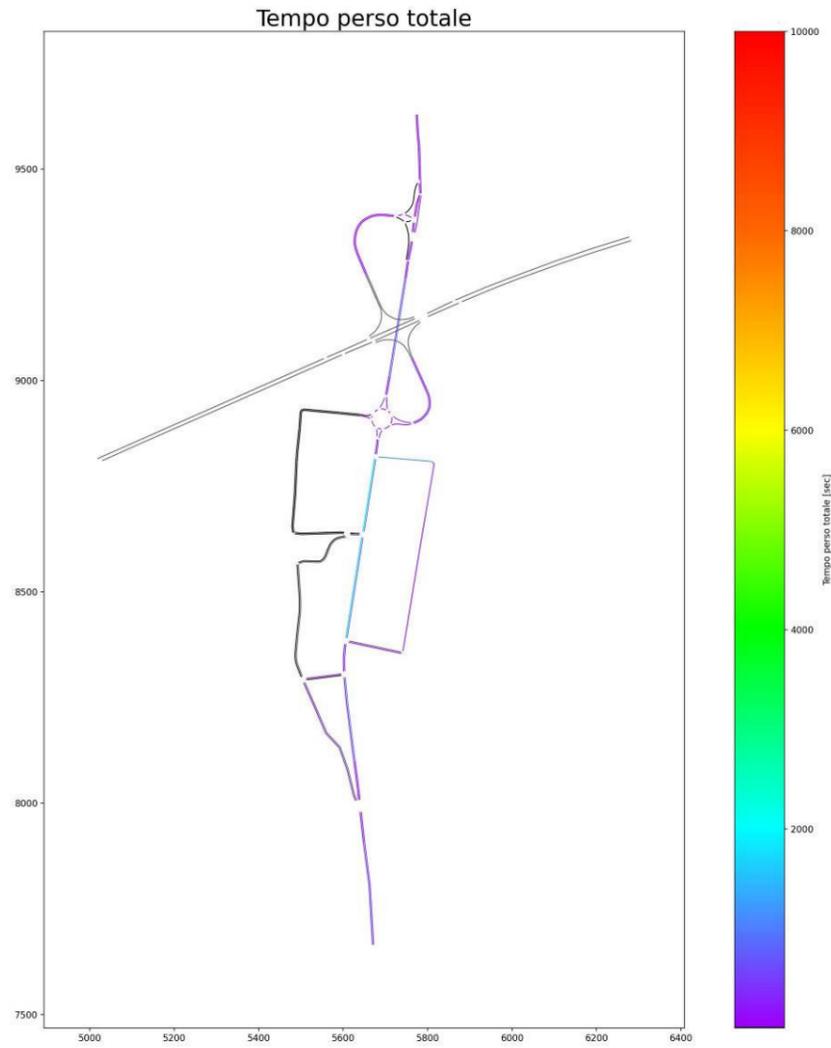
Velocità sugli archi media – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



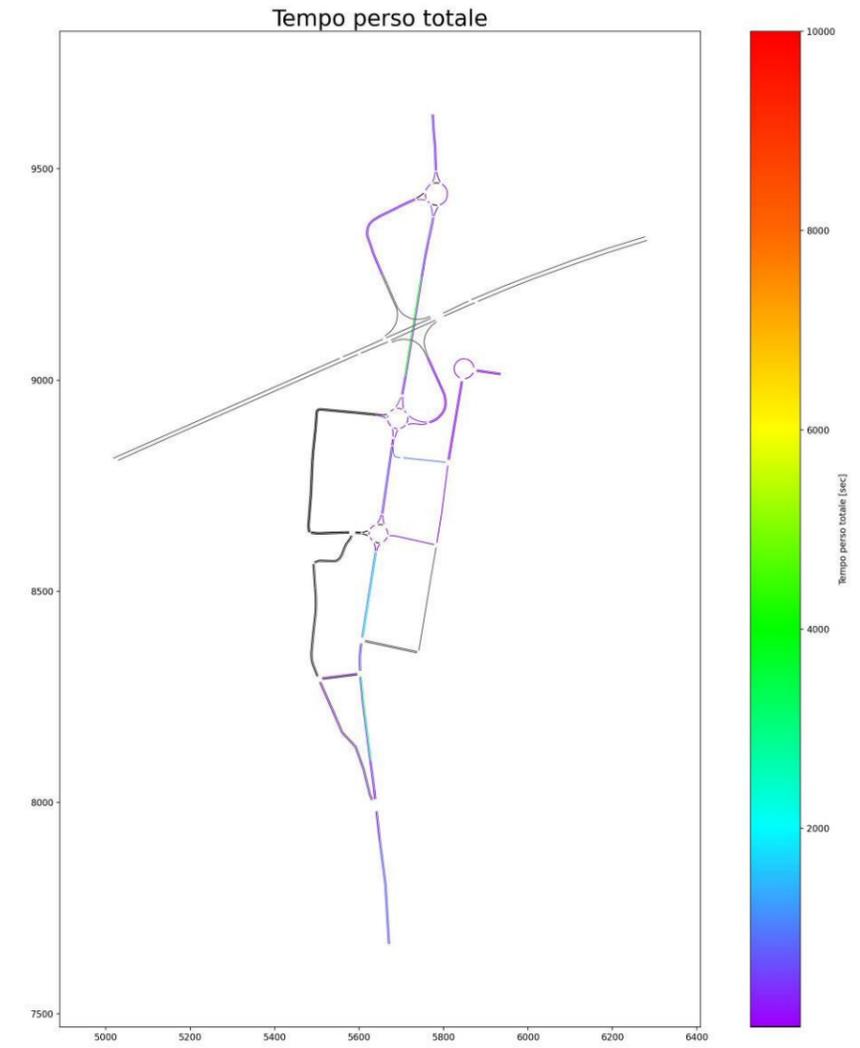
Velocità sugli archi media – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



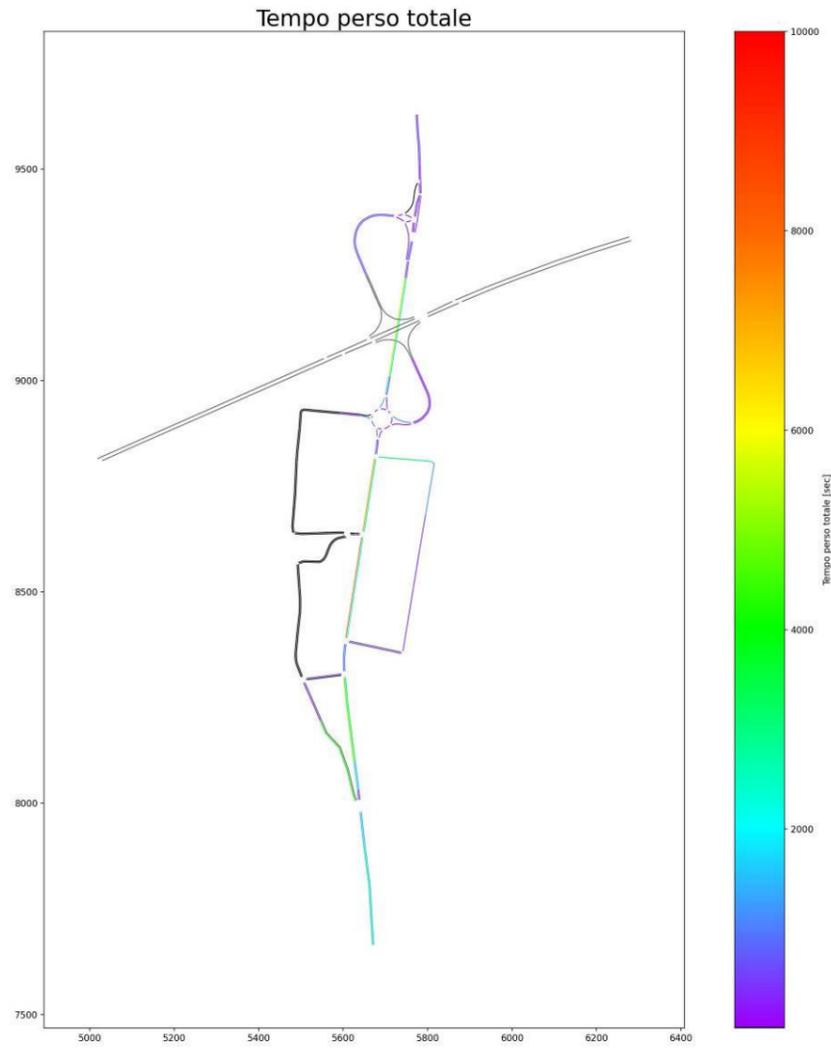
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



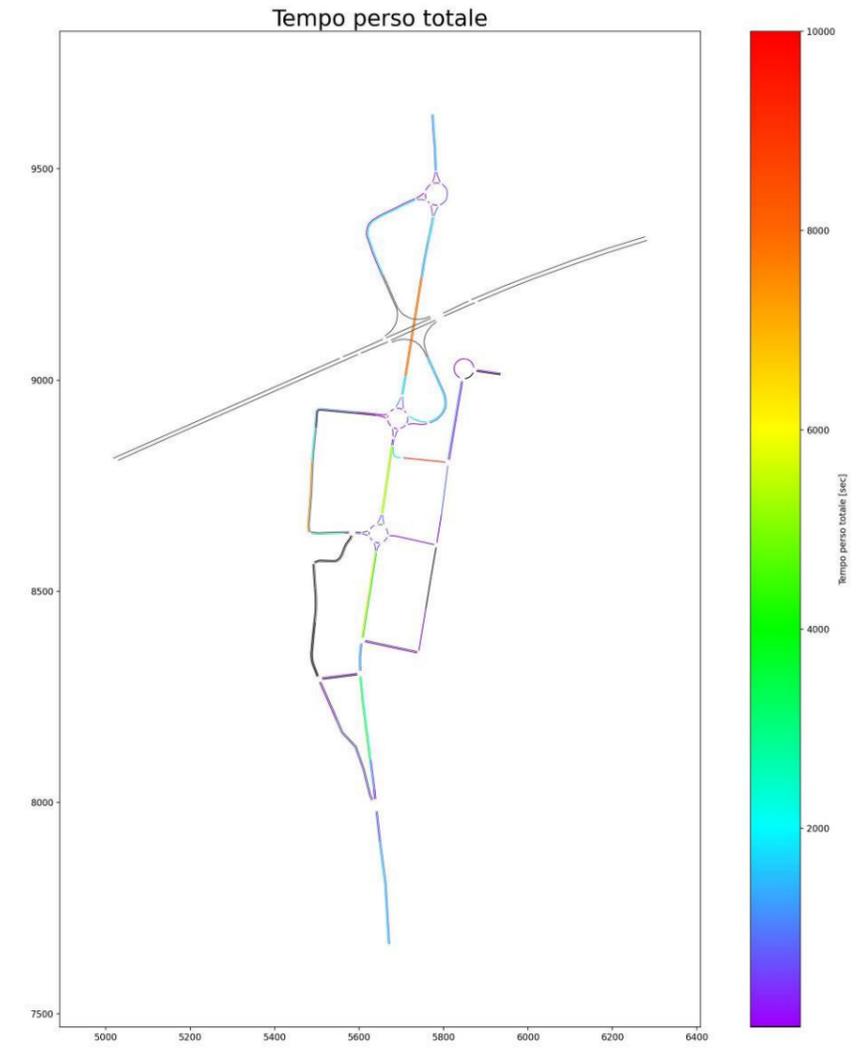
Ritardo complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



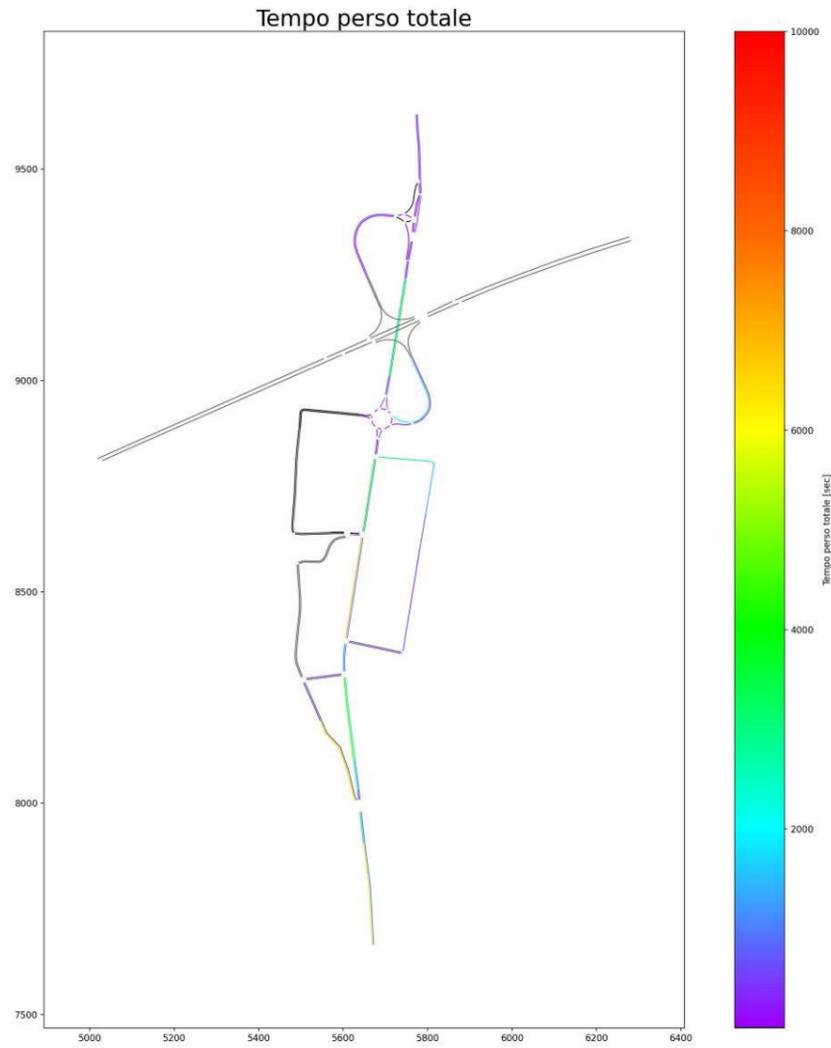
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



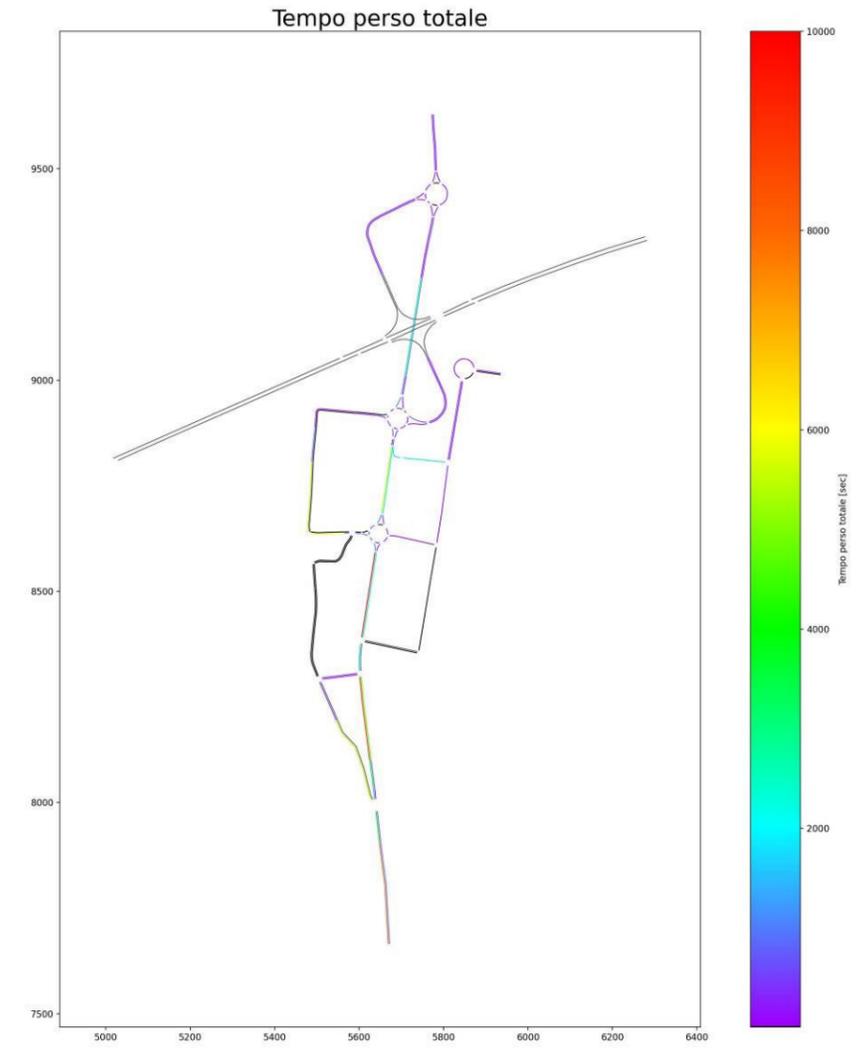
Ritardo complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



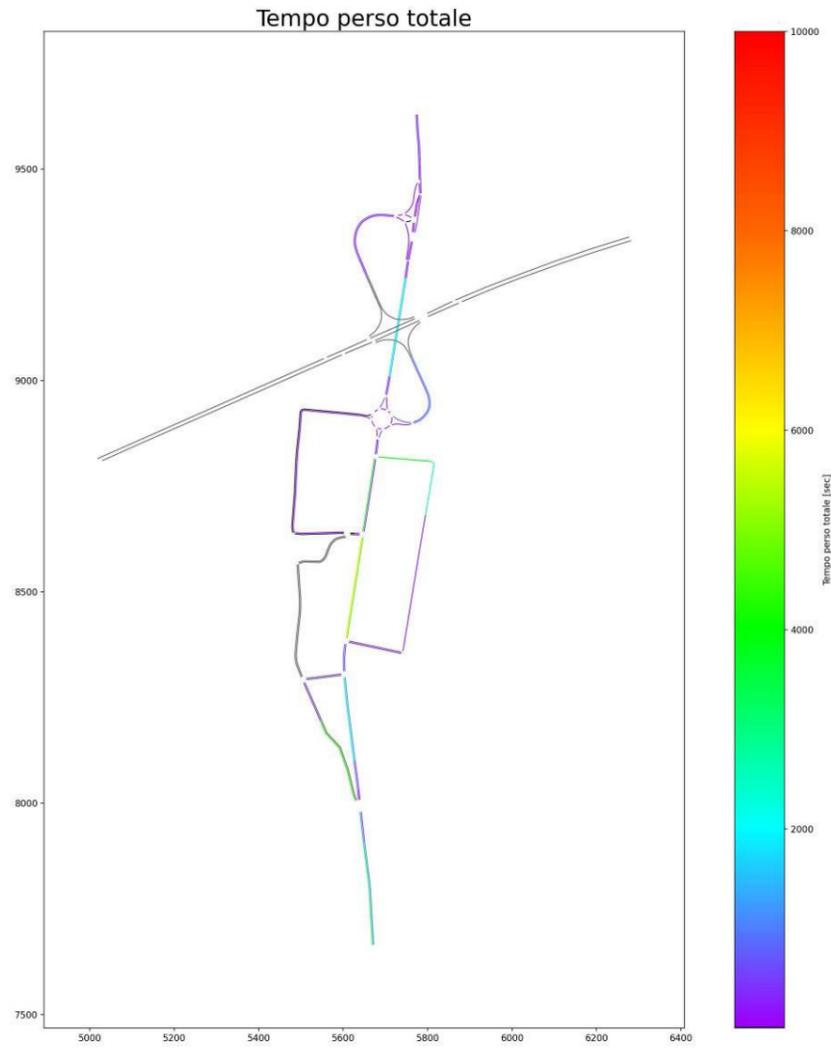
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



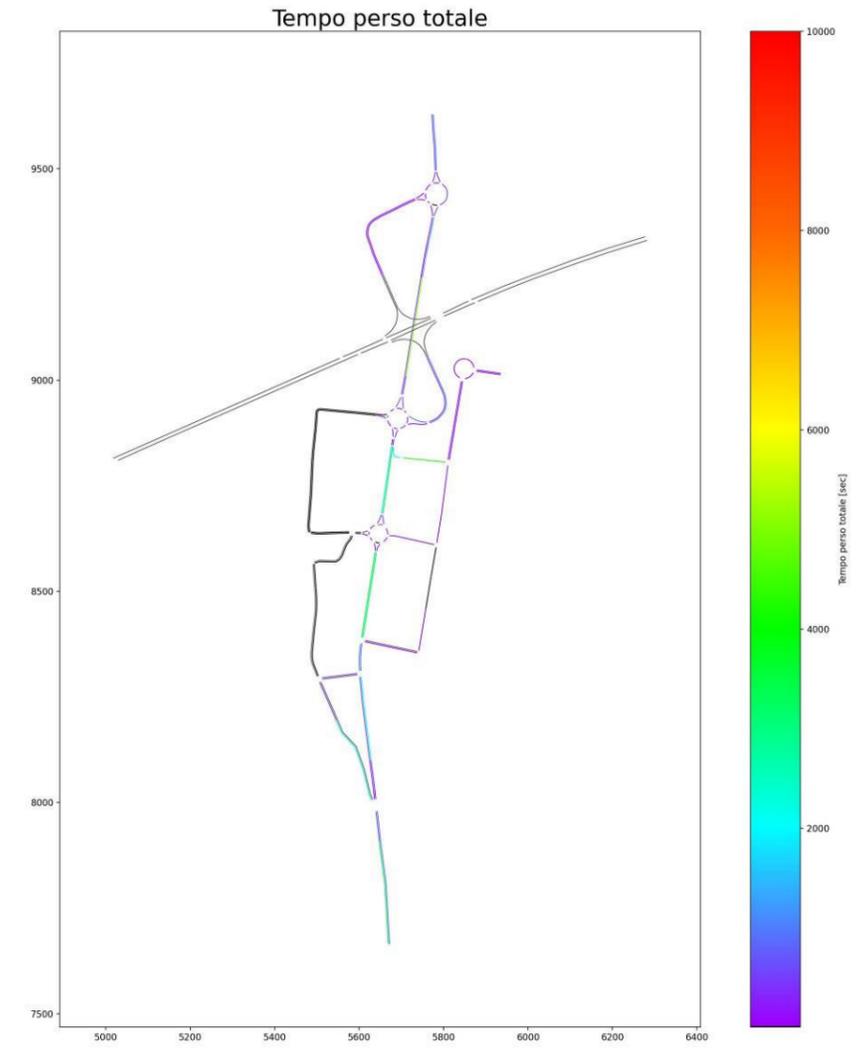
Ritardo complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



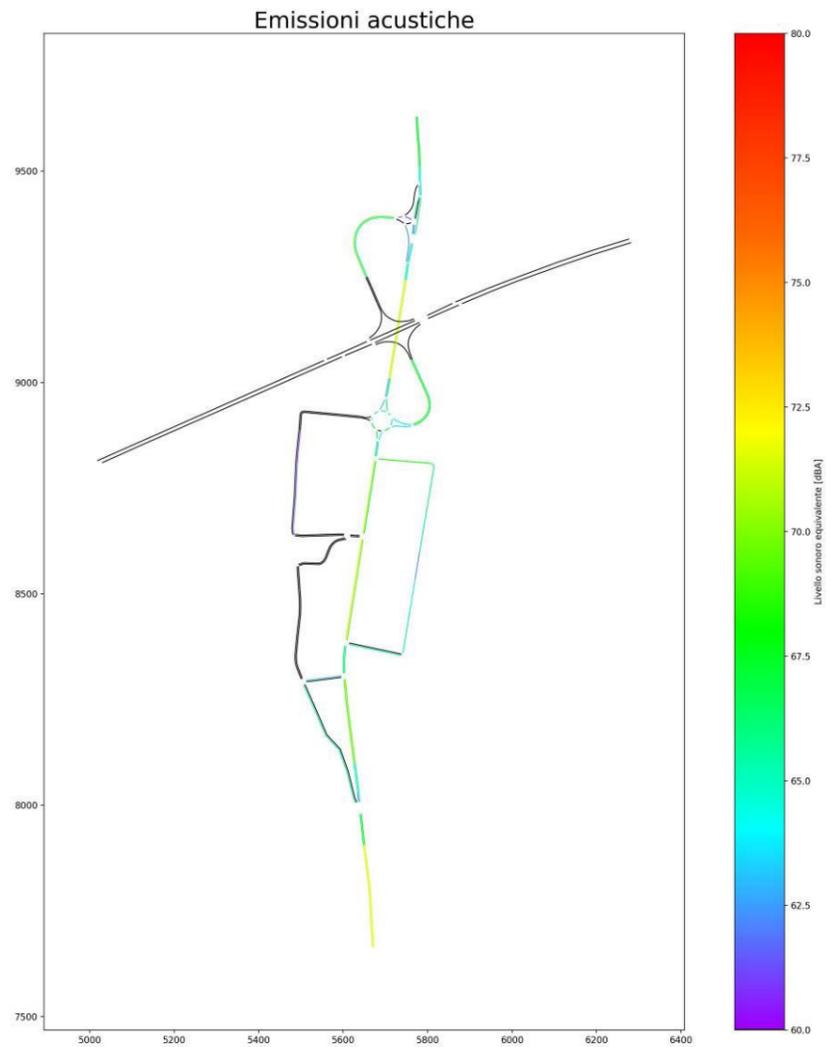
Ritardo complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



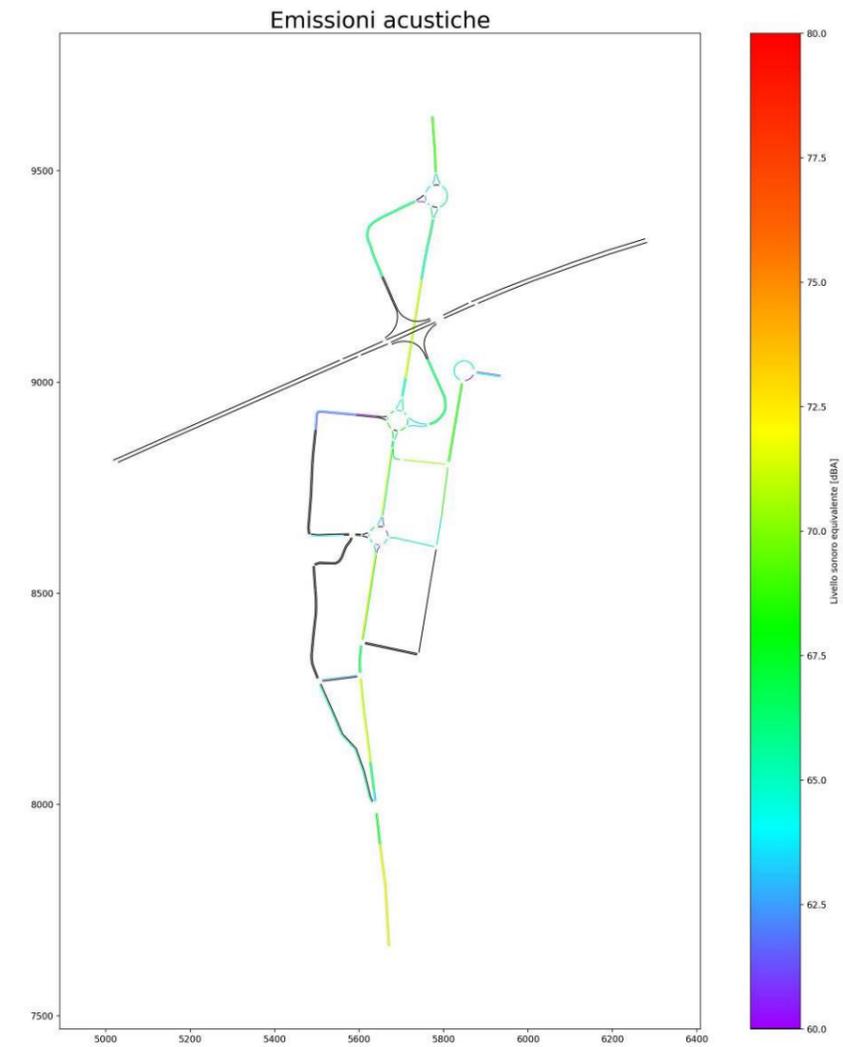
Ritardo complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



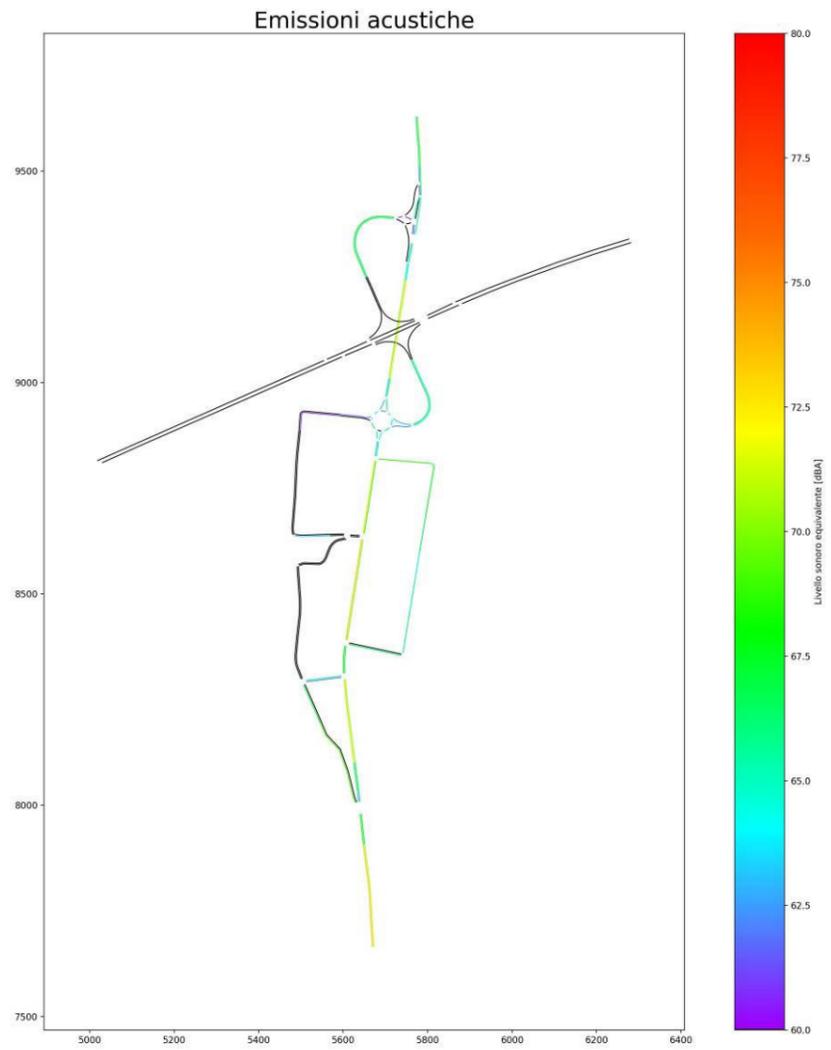
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



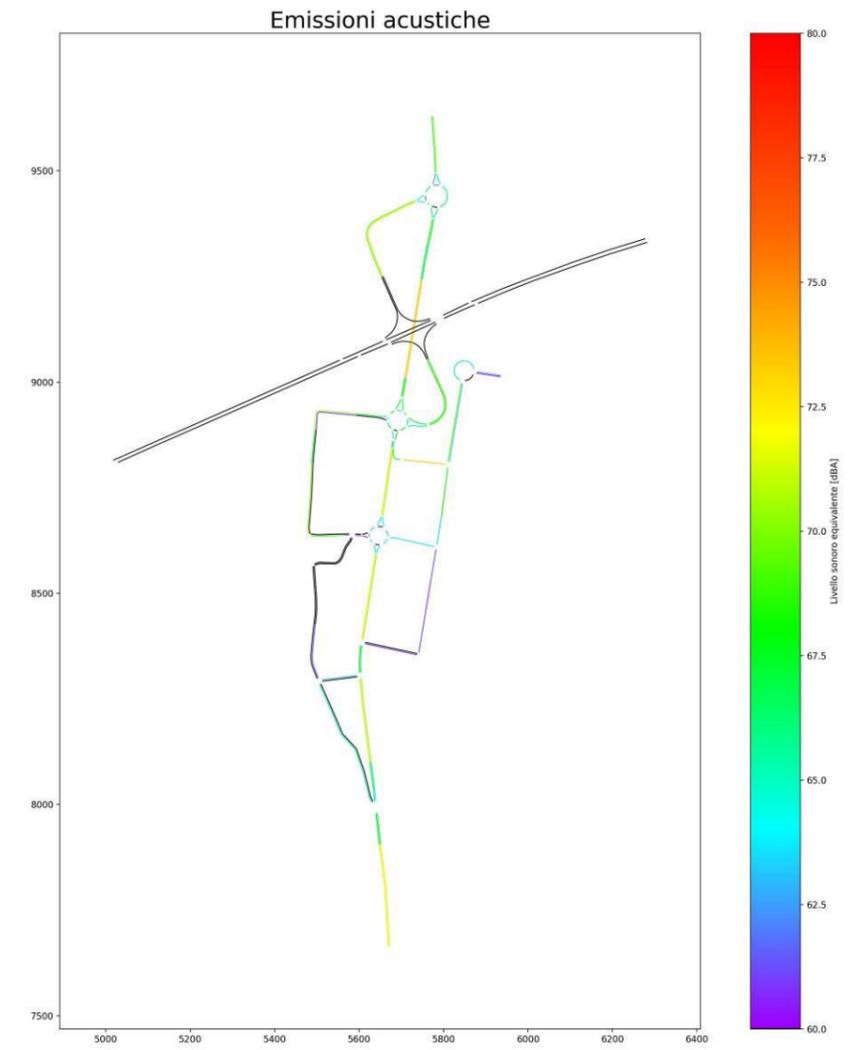
Inquinamento acustico – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



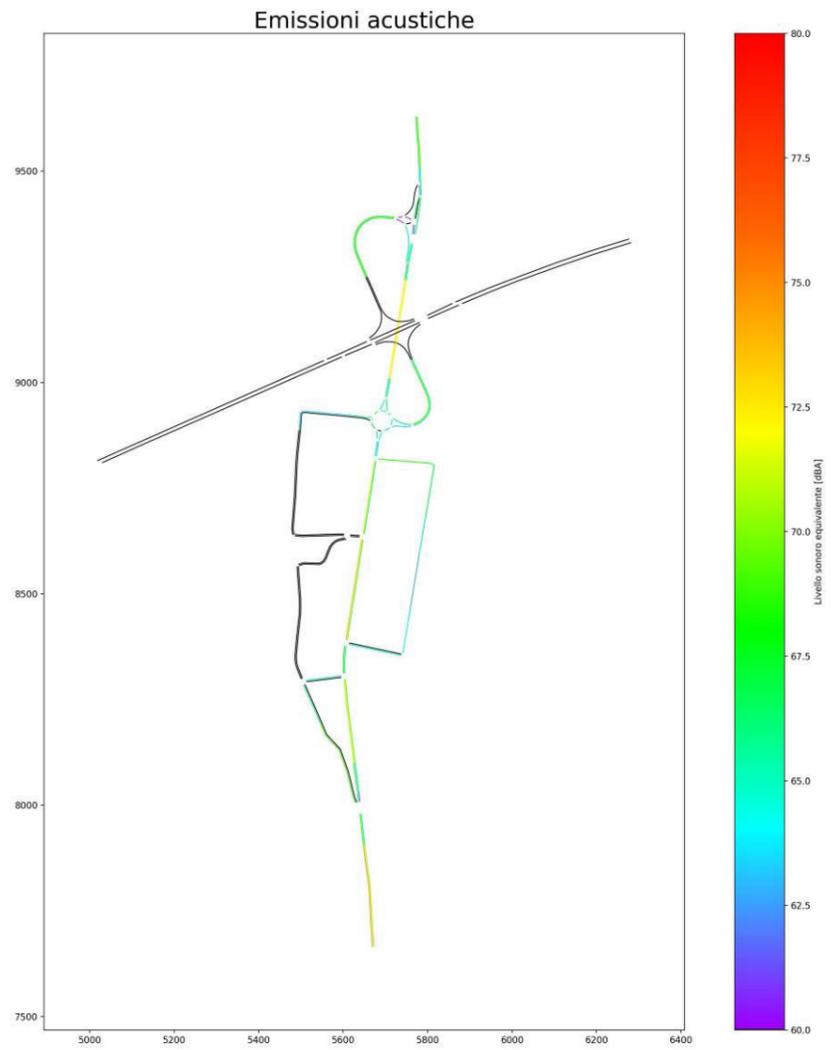
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 07:45 – 80:00



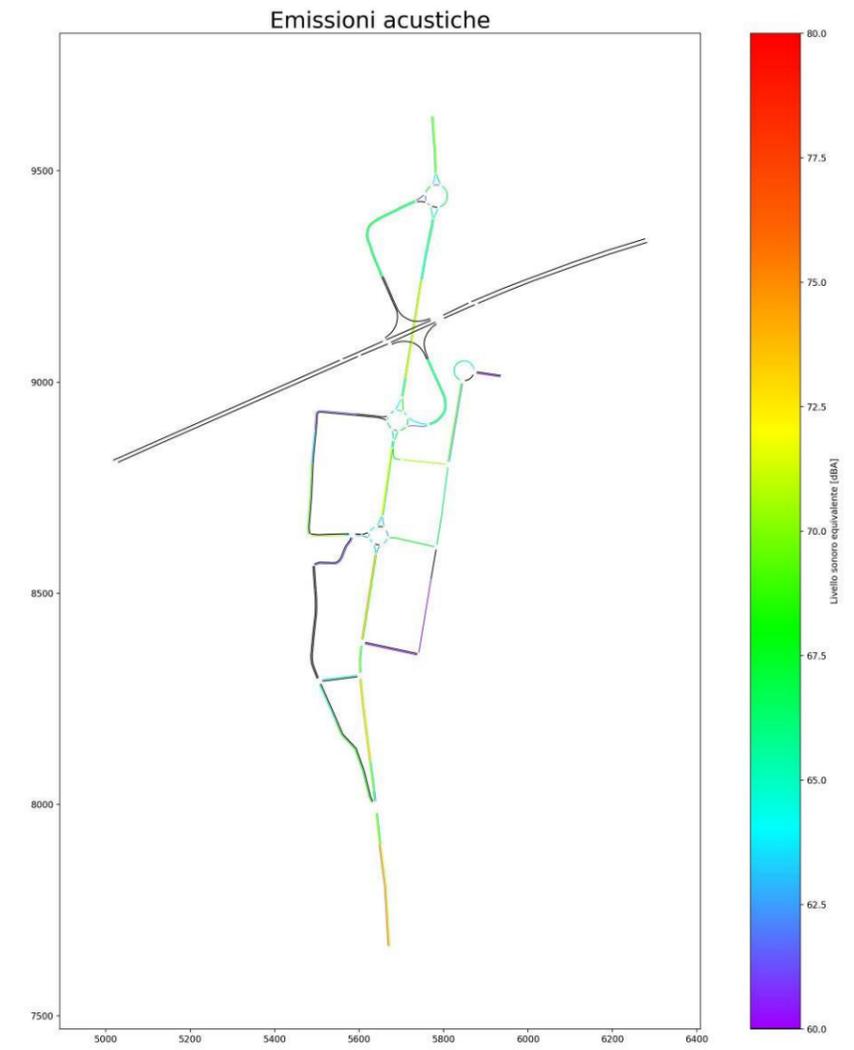
Inquinamento acustico – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



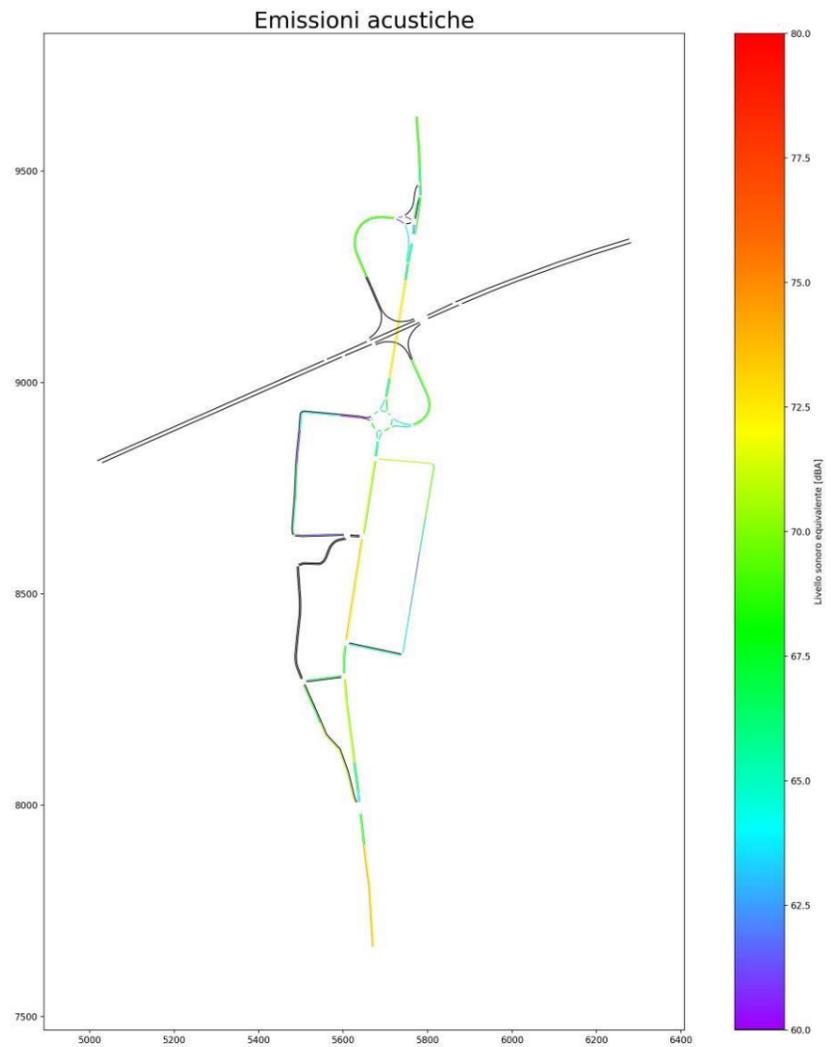
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



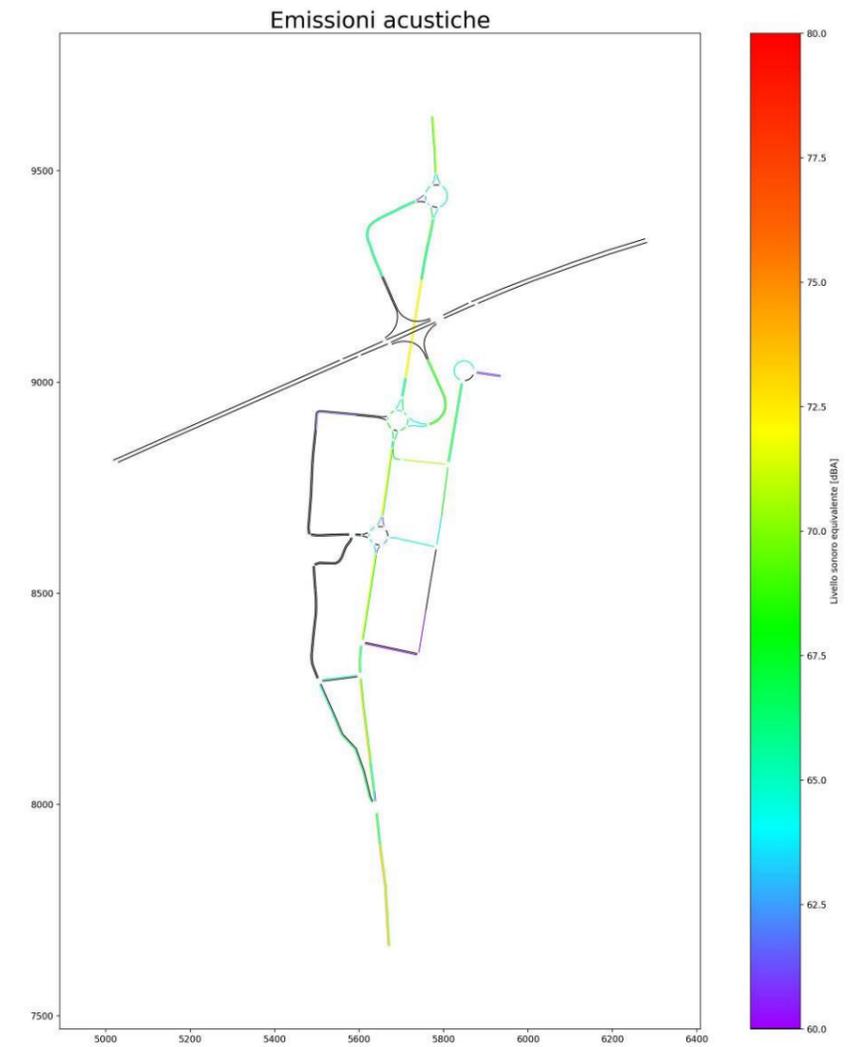
Inquinamento acustico – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



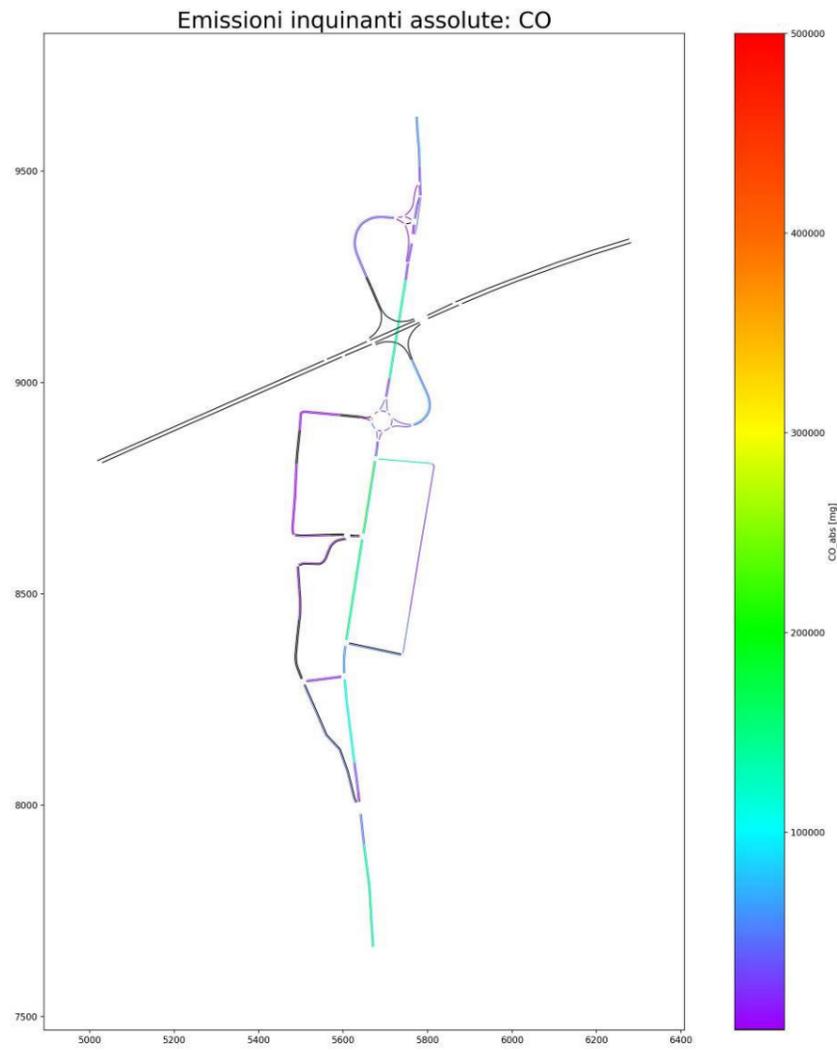
Inquinamento acustico – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



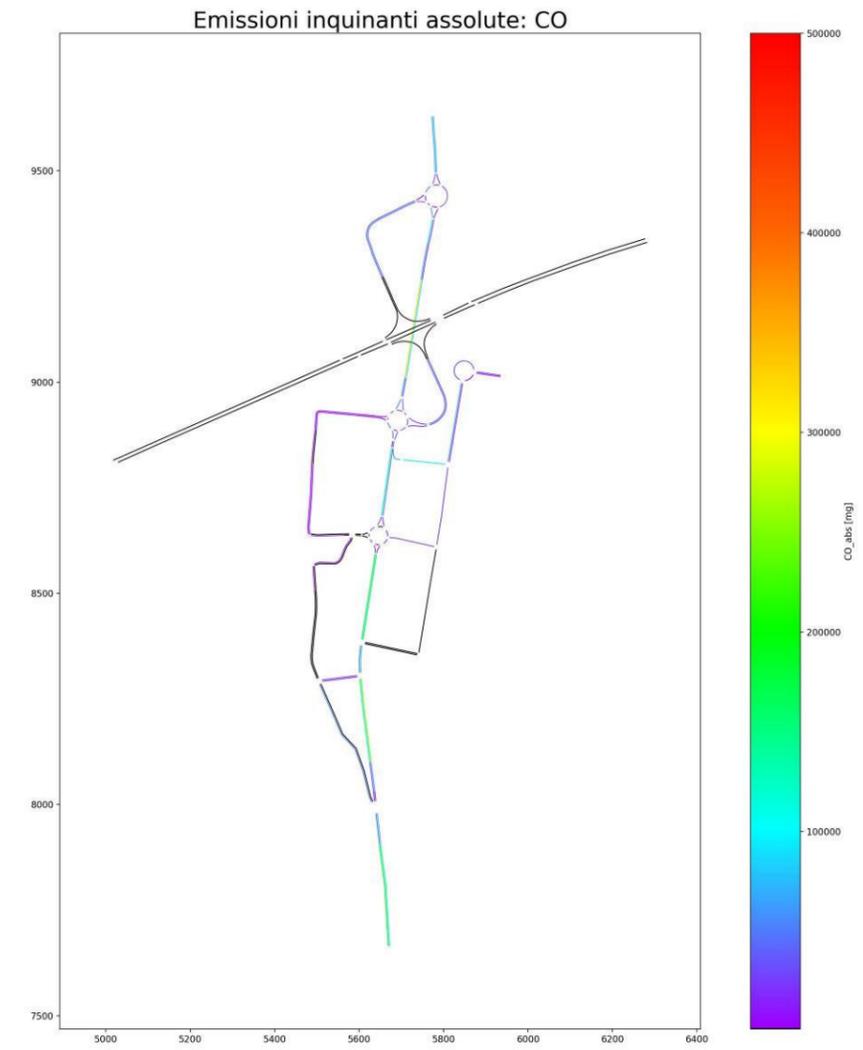
Inquinamento acustico – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



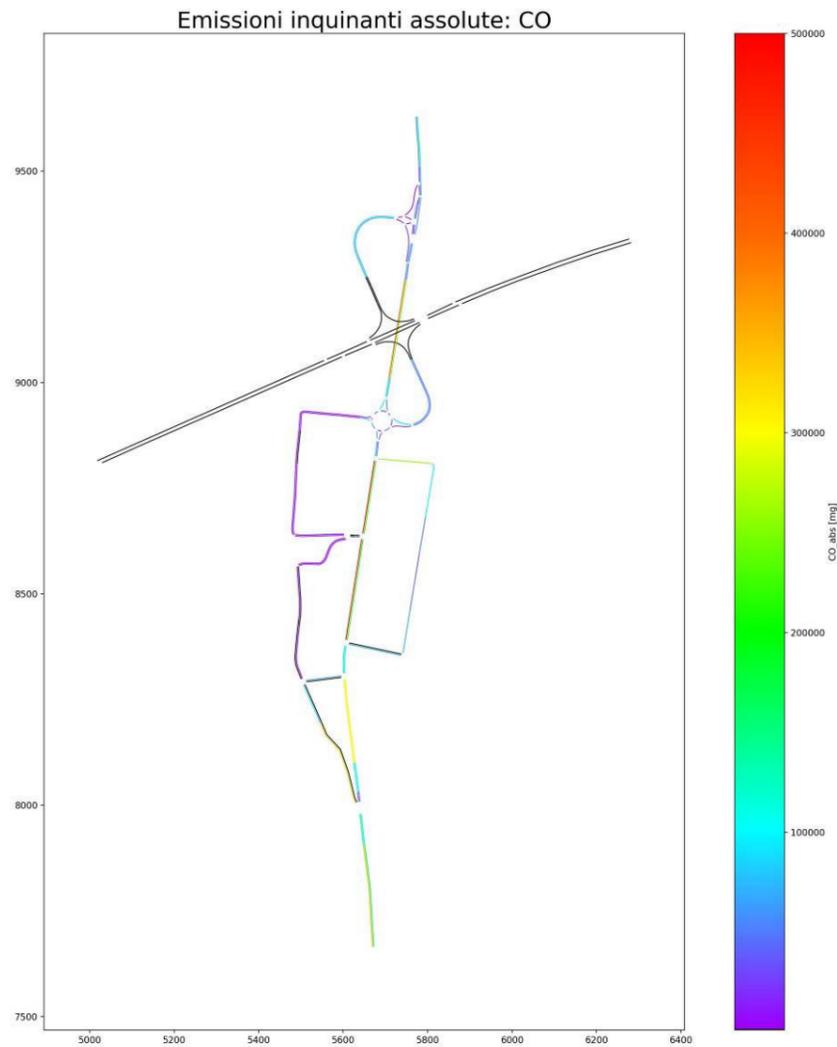
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



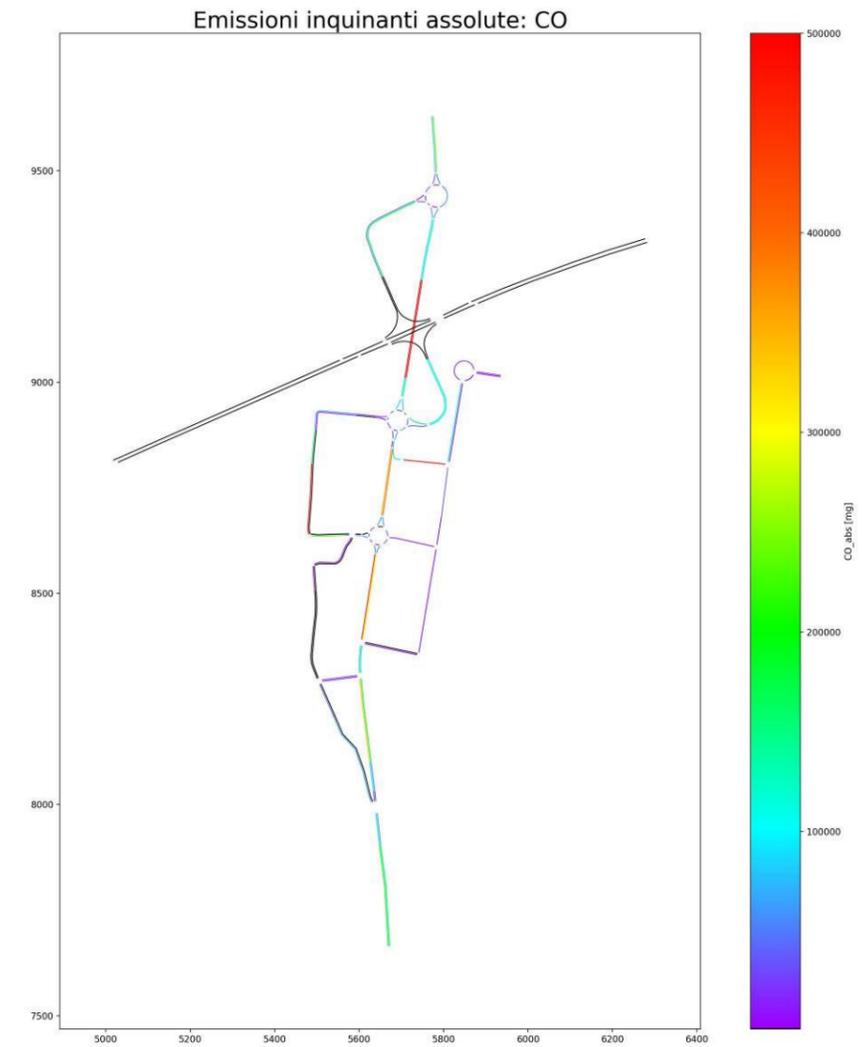
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



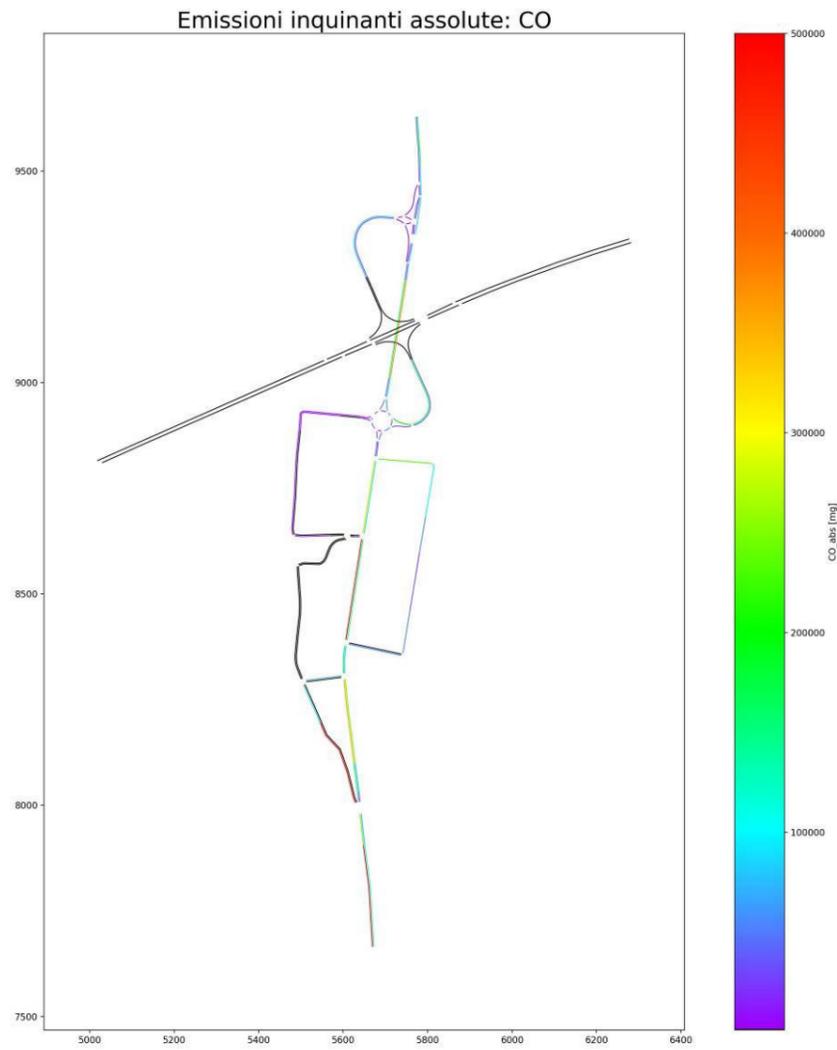
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



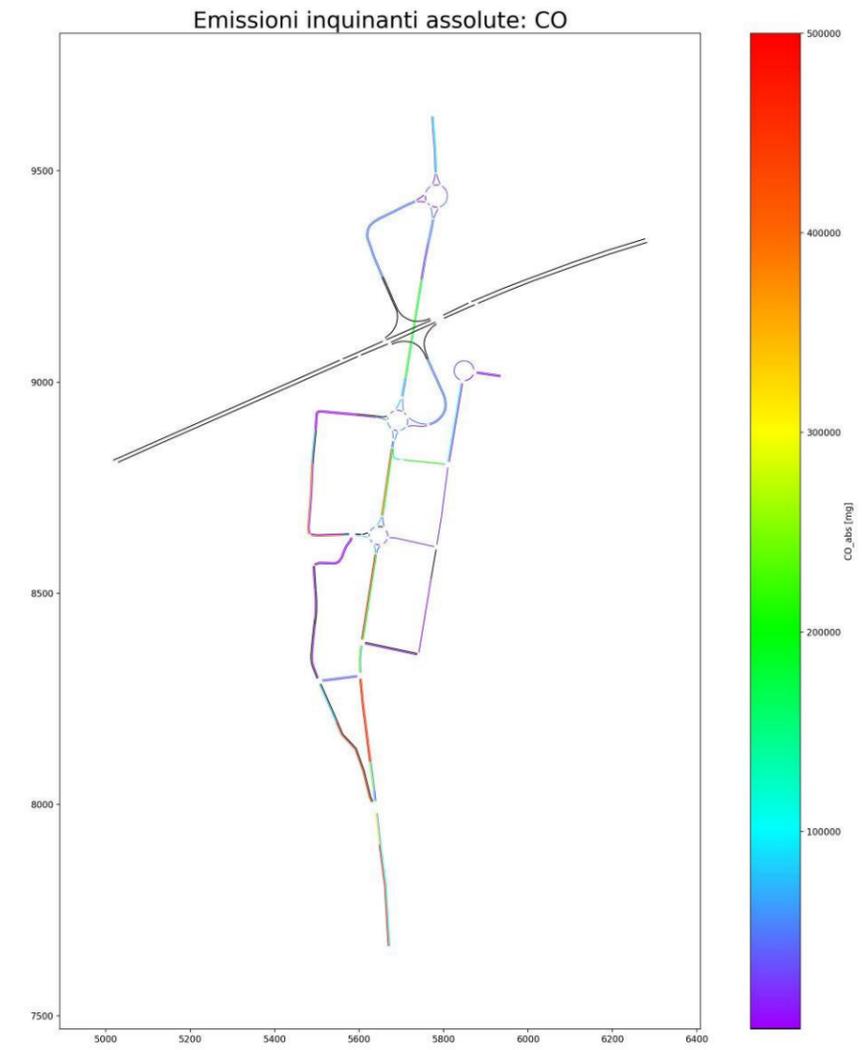
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



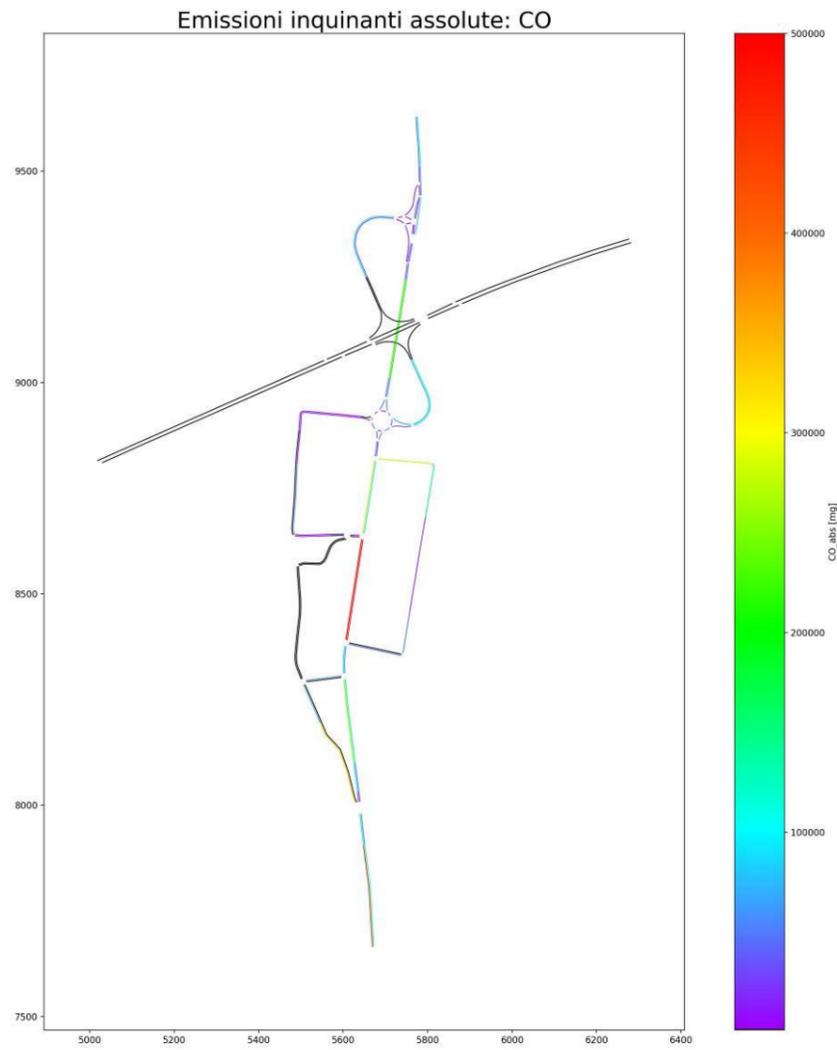
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



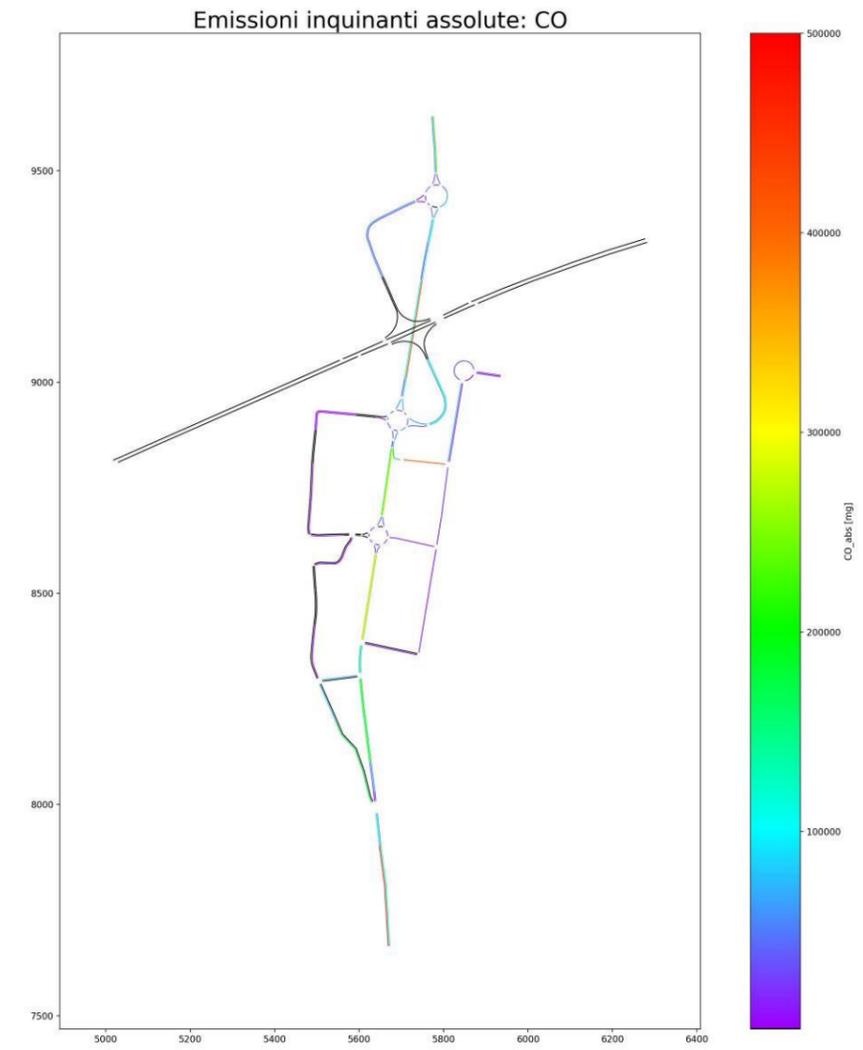
Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30

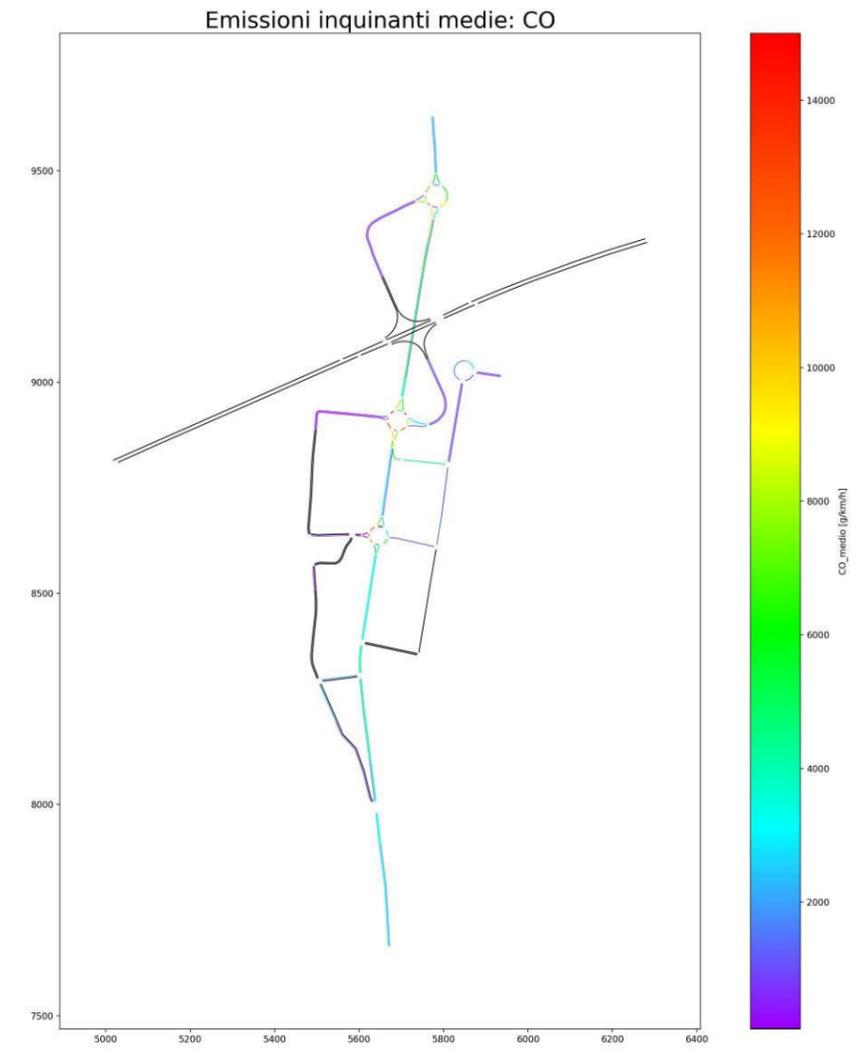
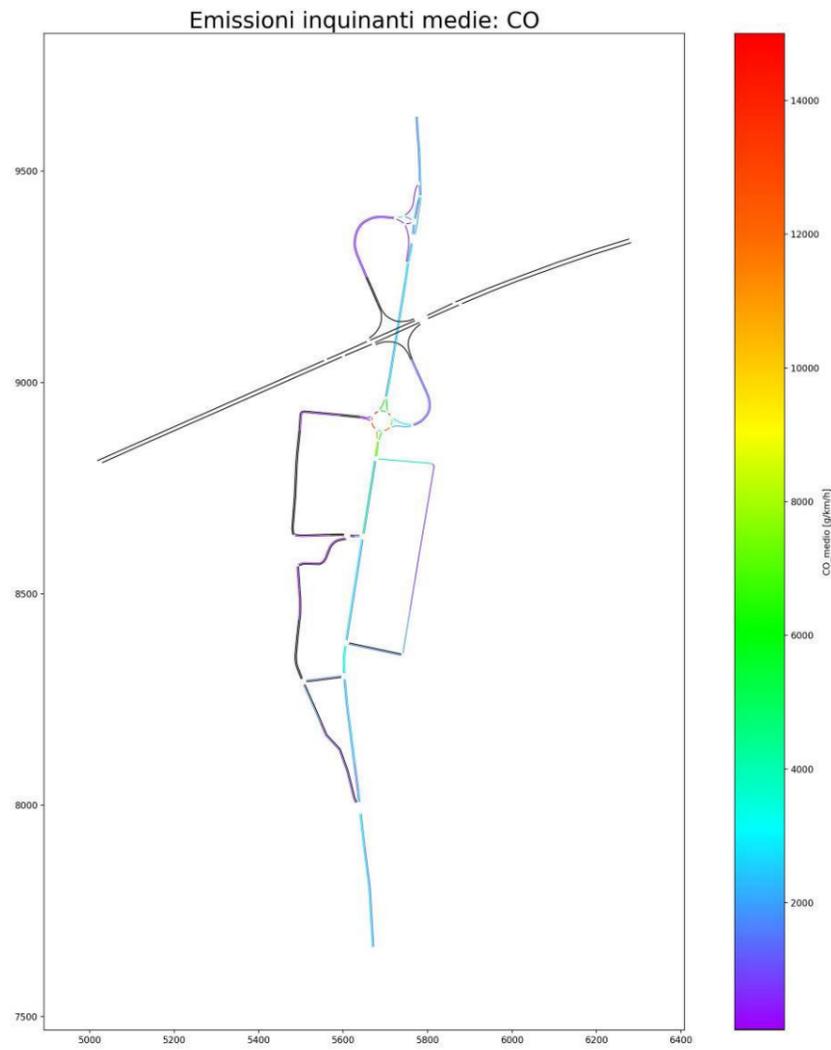


Inquinamento atmosferico – CO complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



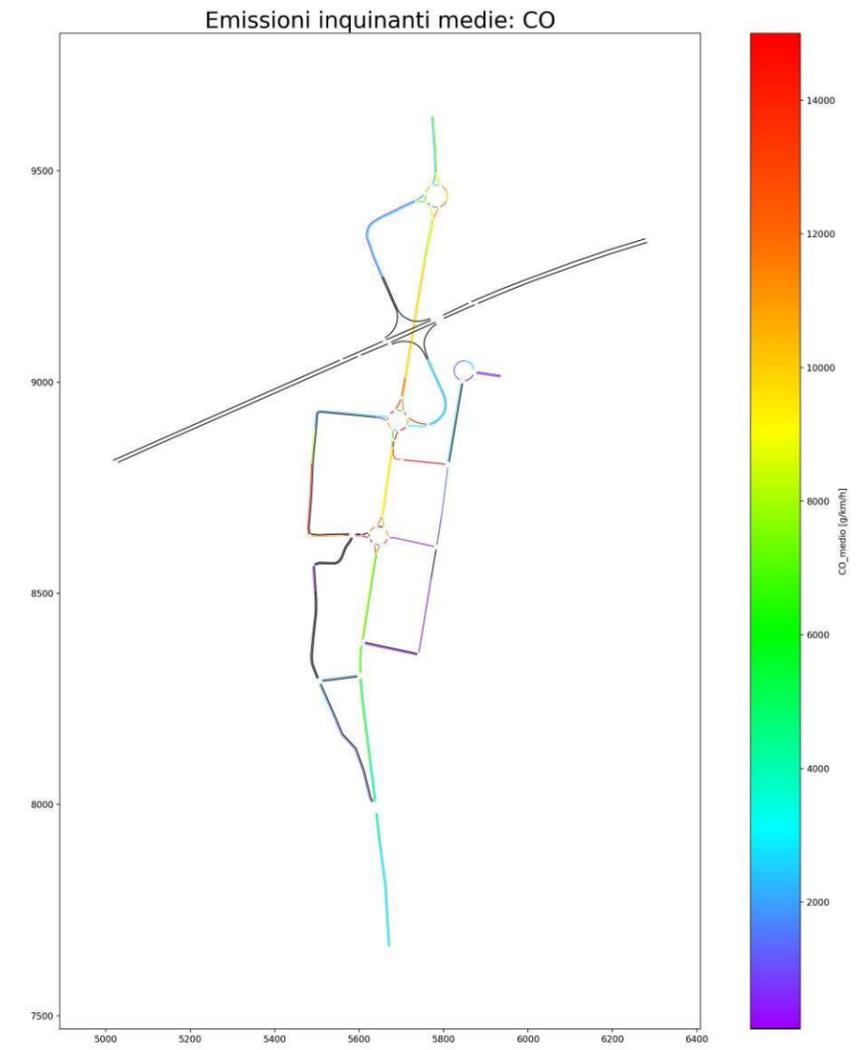
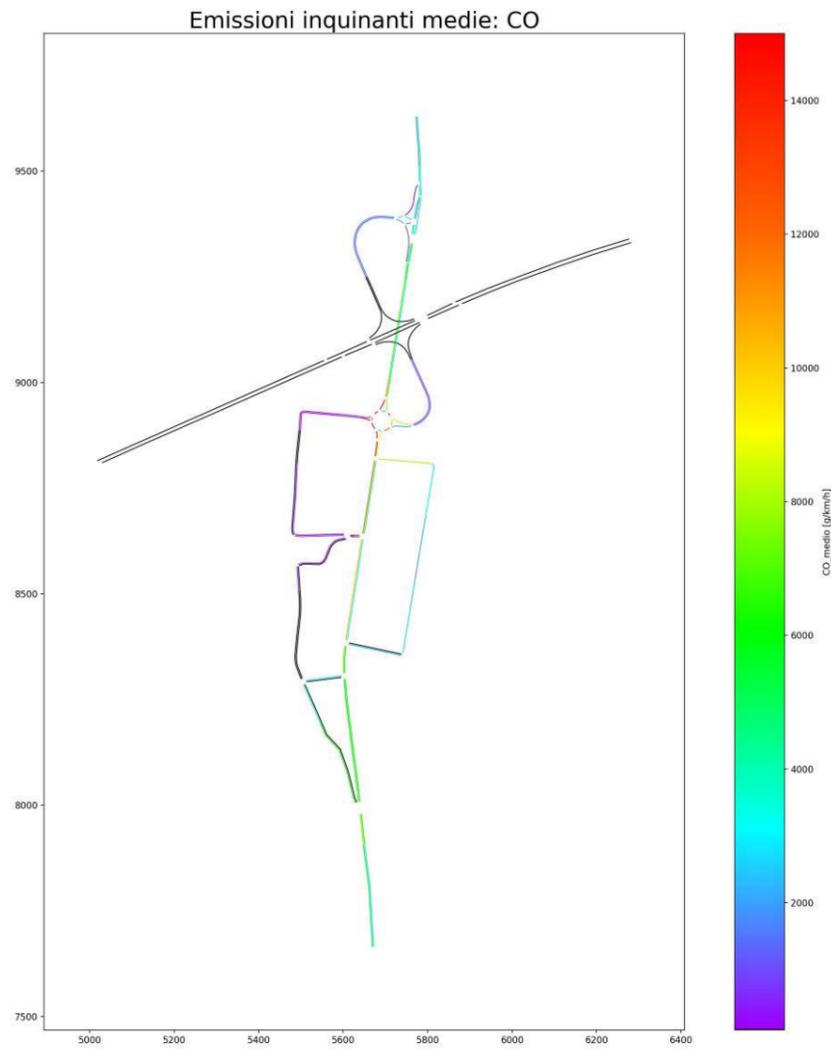
Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45

Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



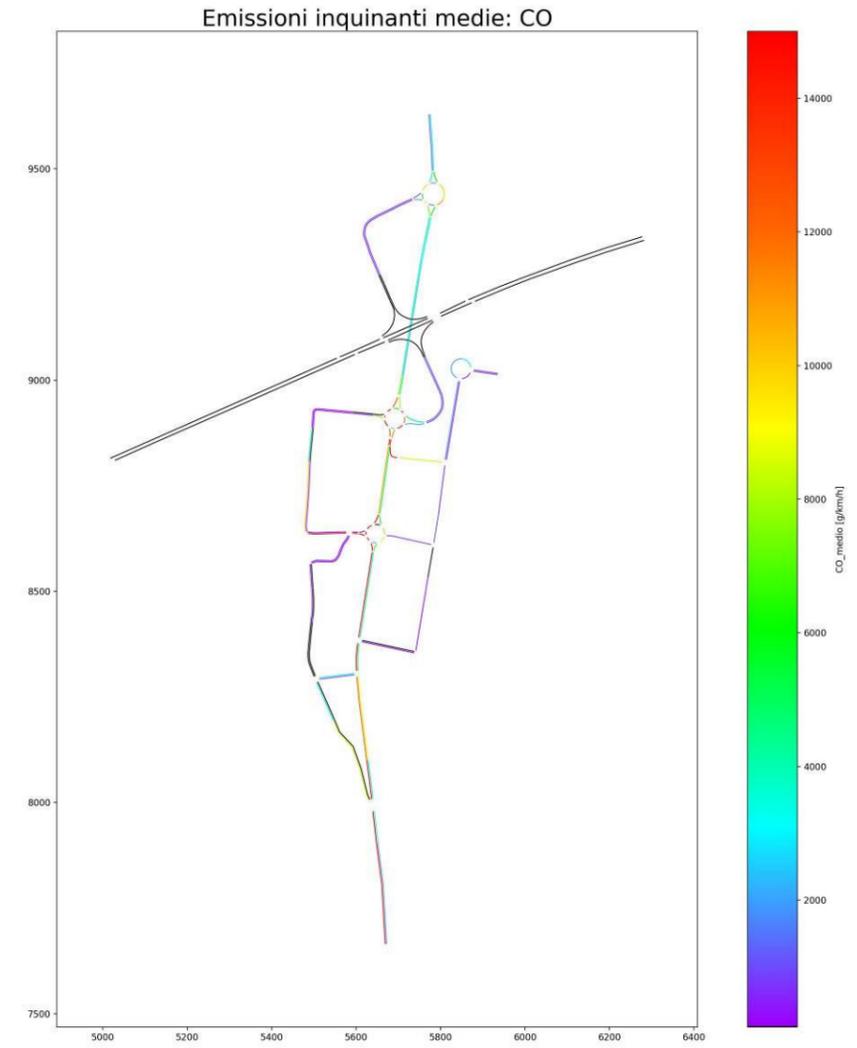
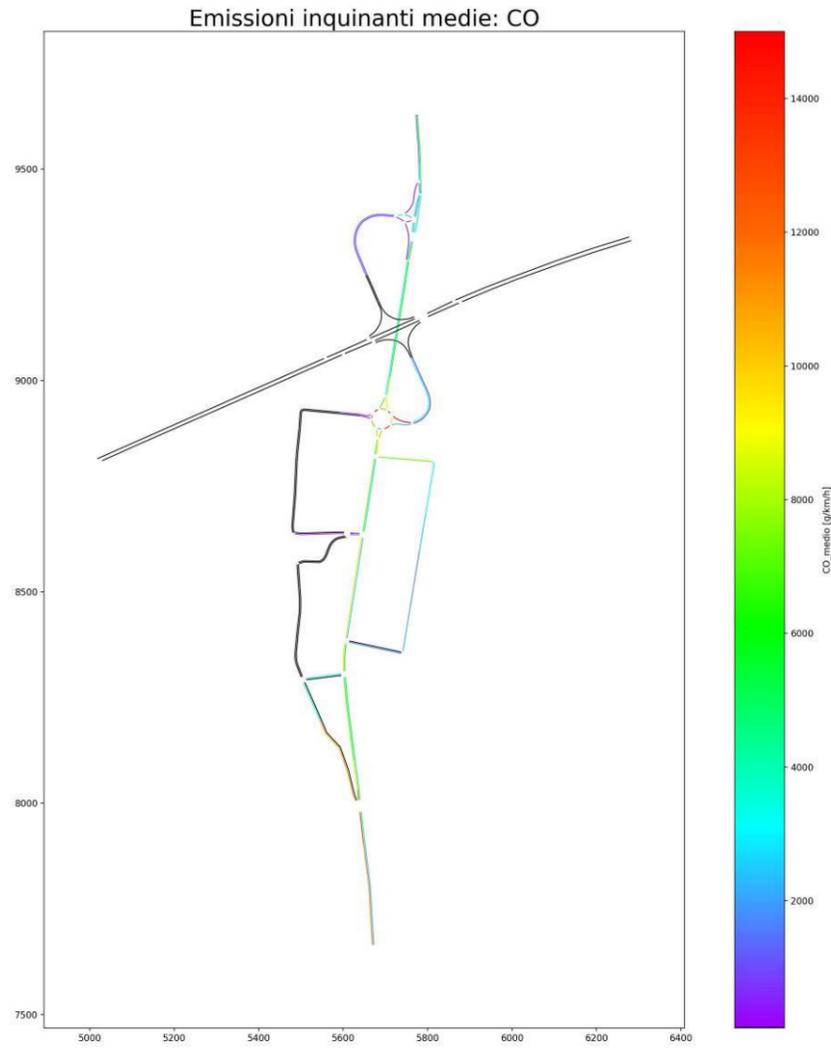
Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00

Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



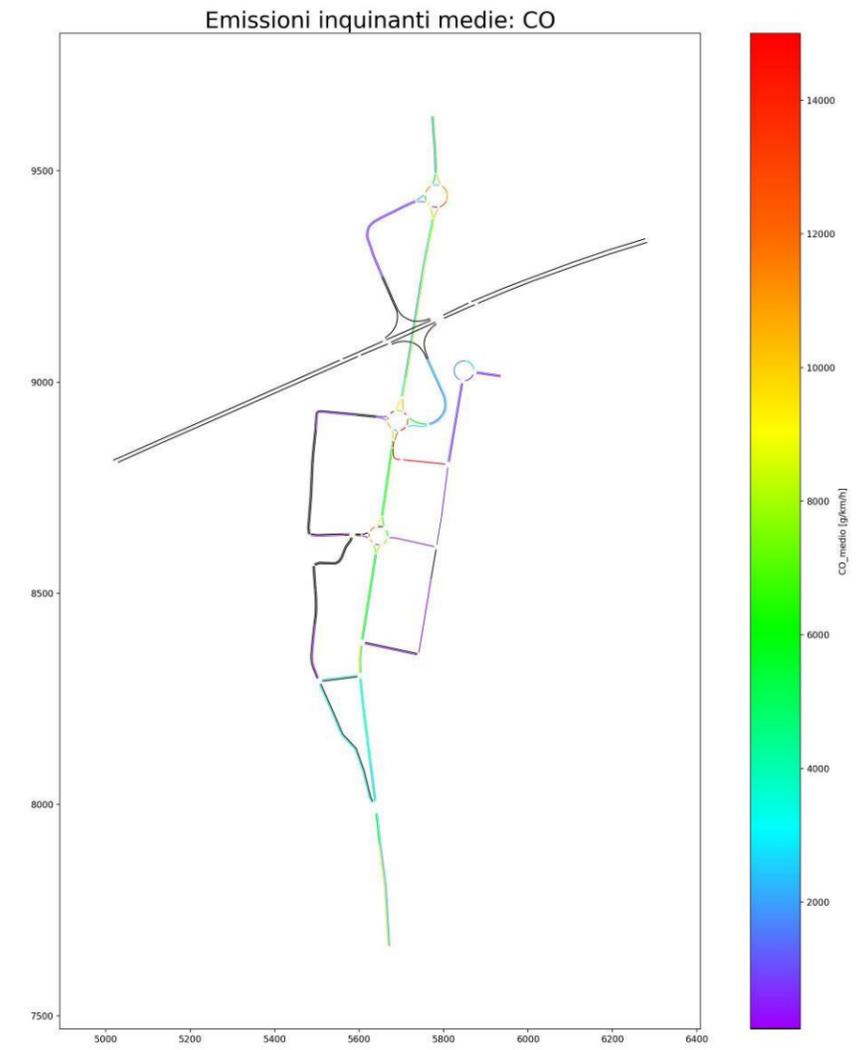
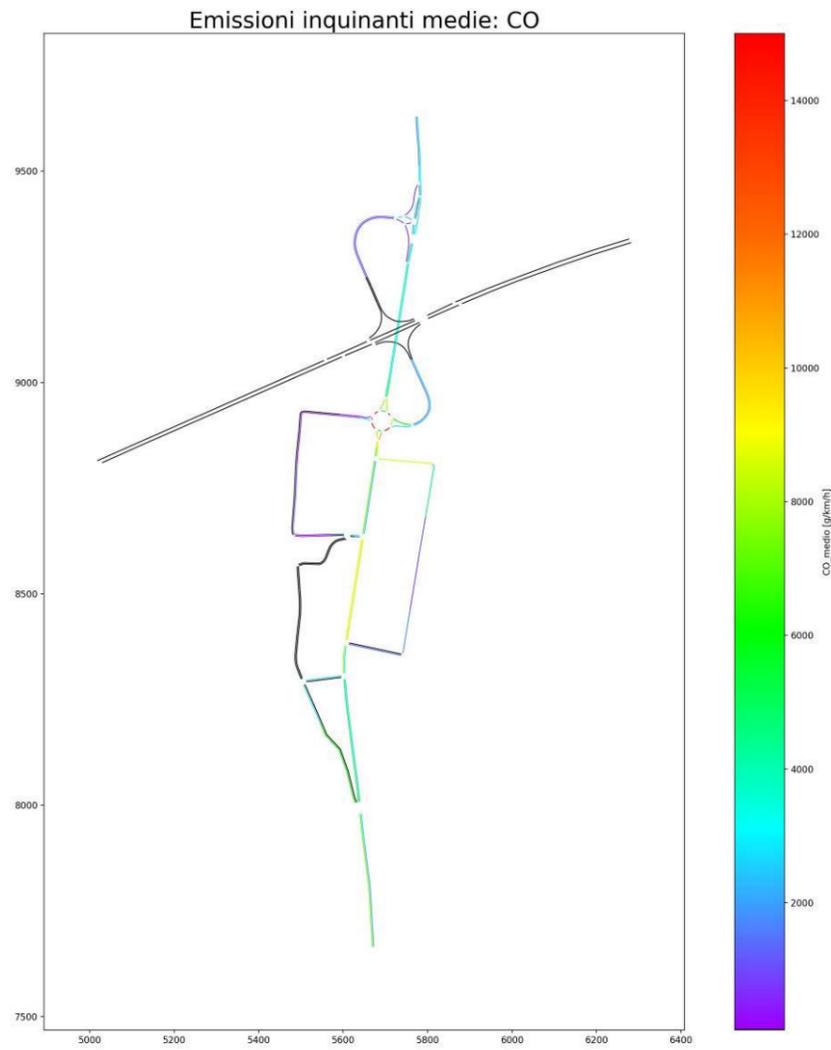
Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15

Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15

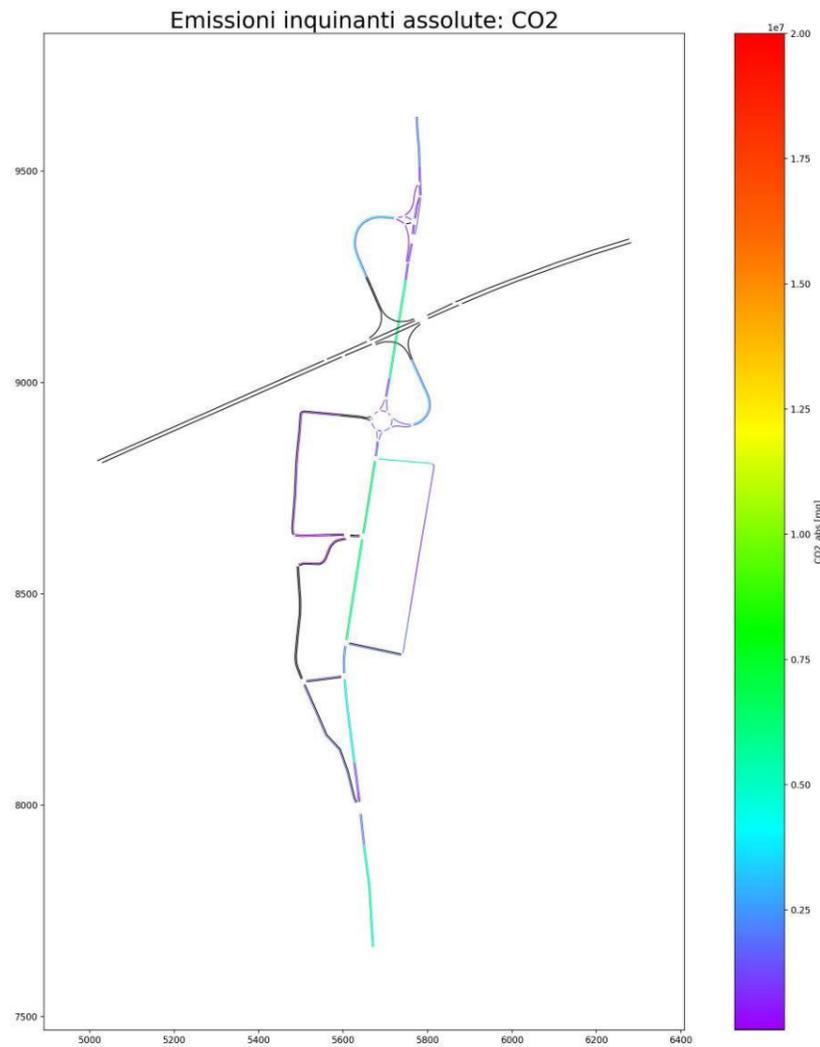


Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30

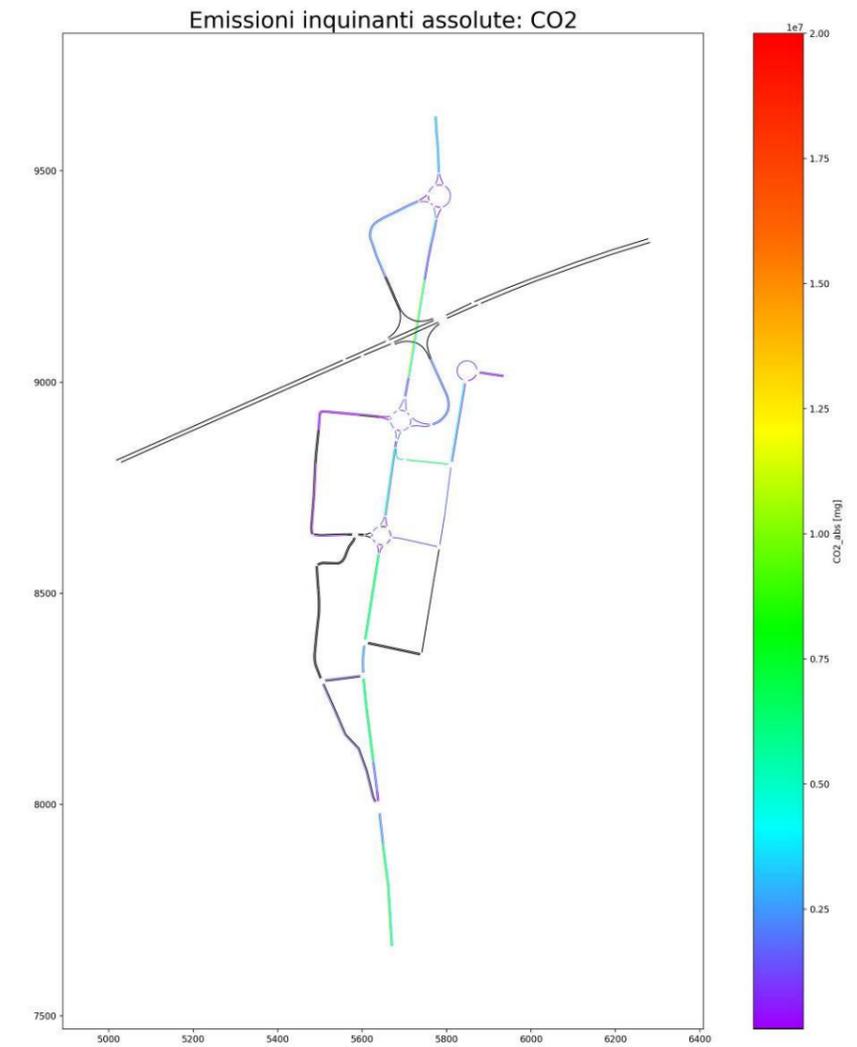
Inquinamento atmosferico – CO medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



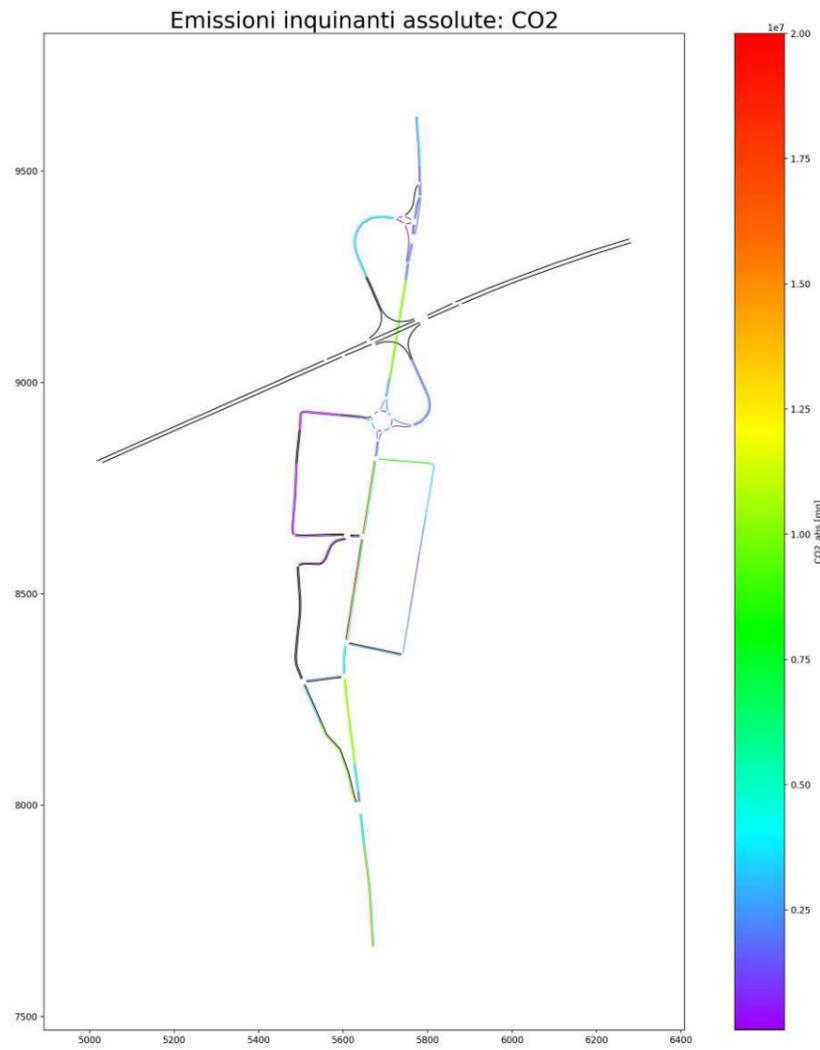
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



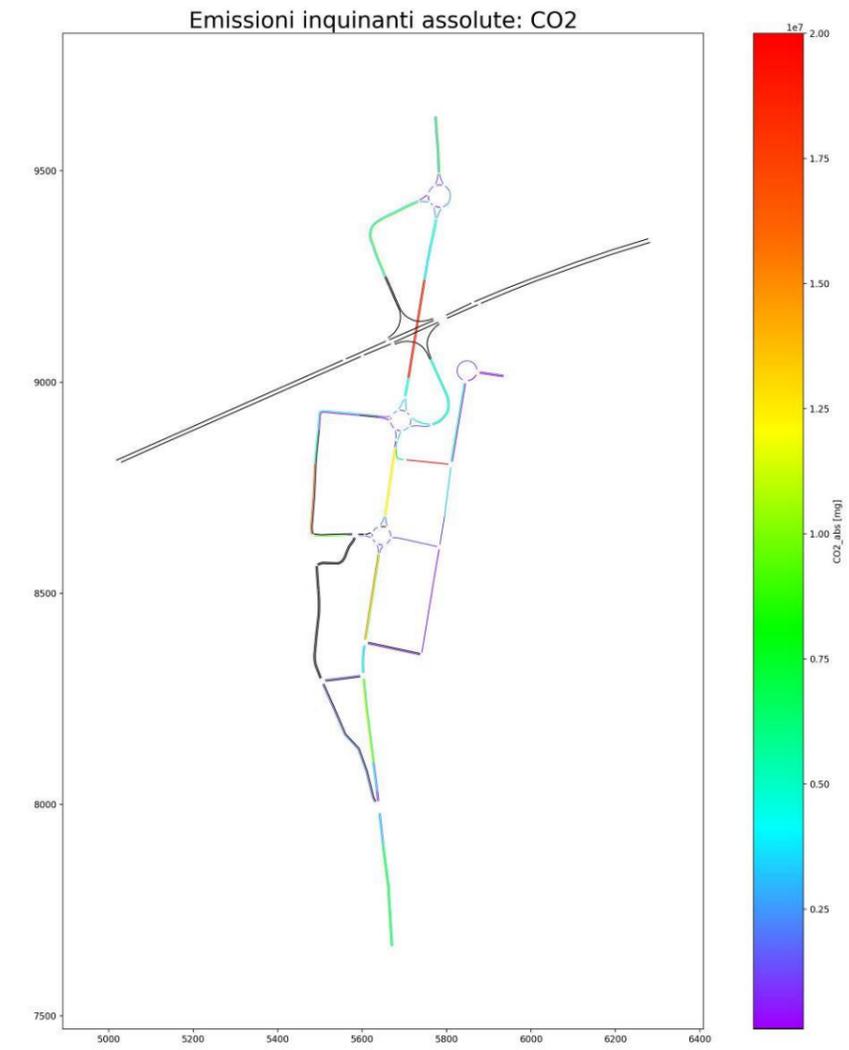
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



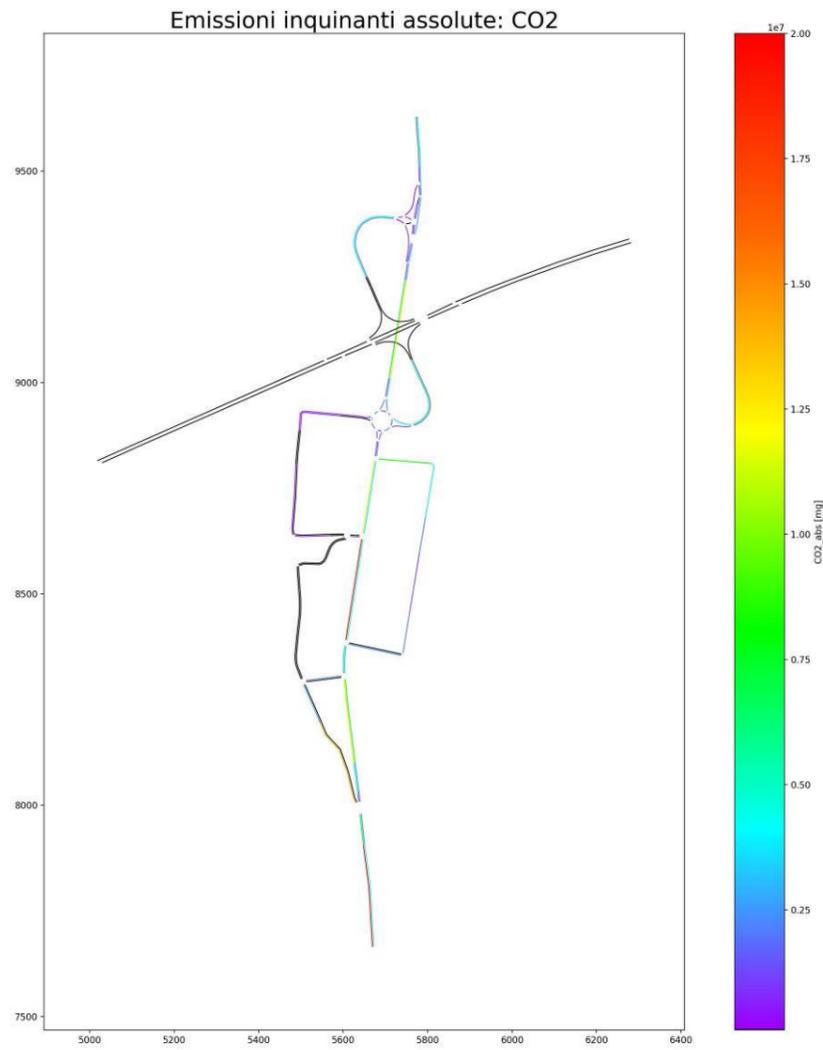
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



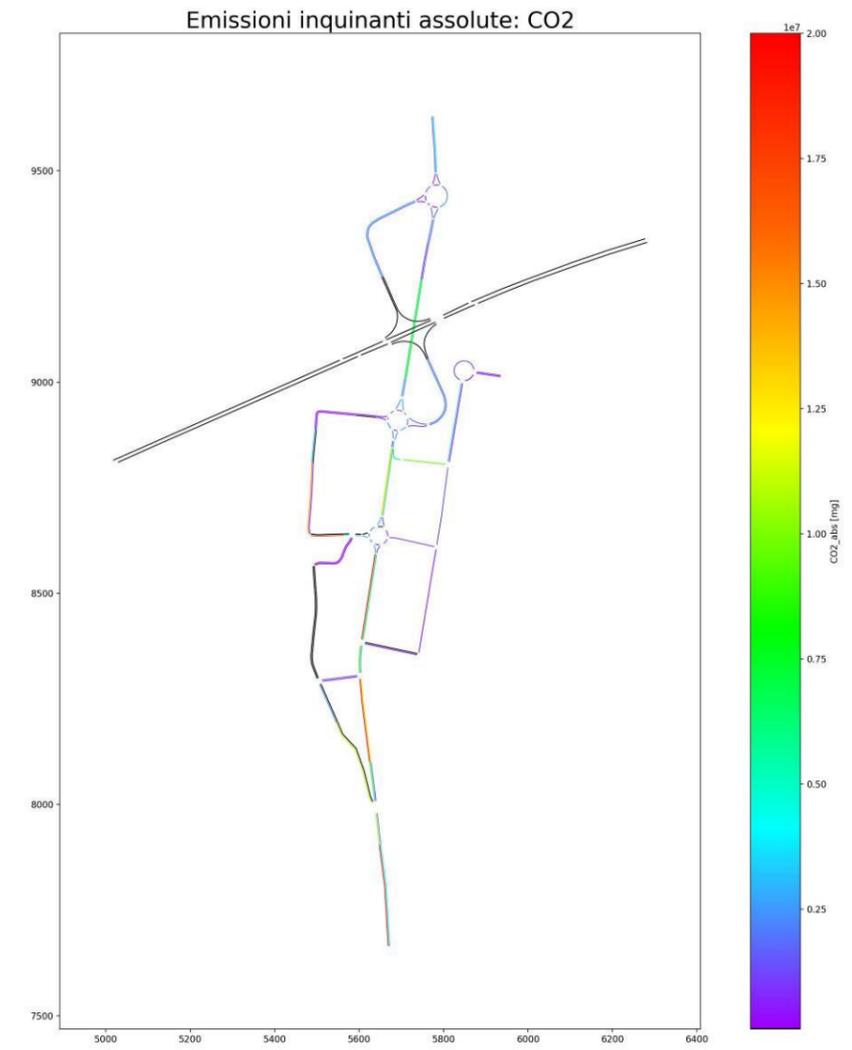
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



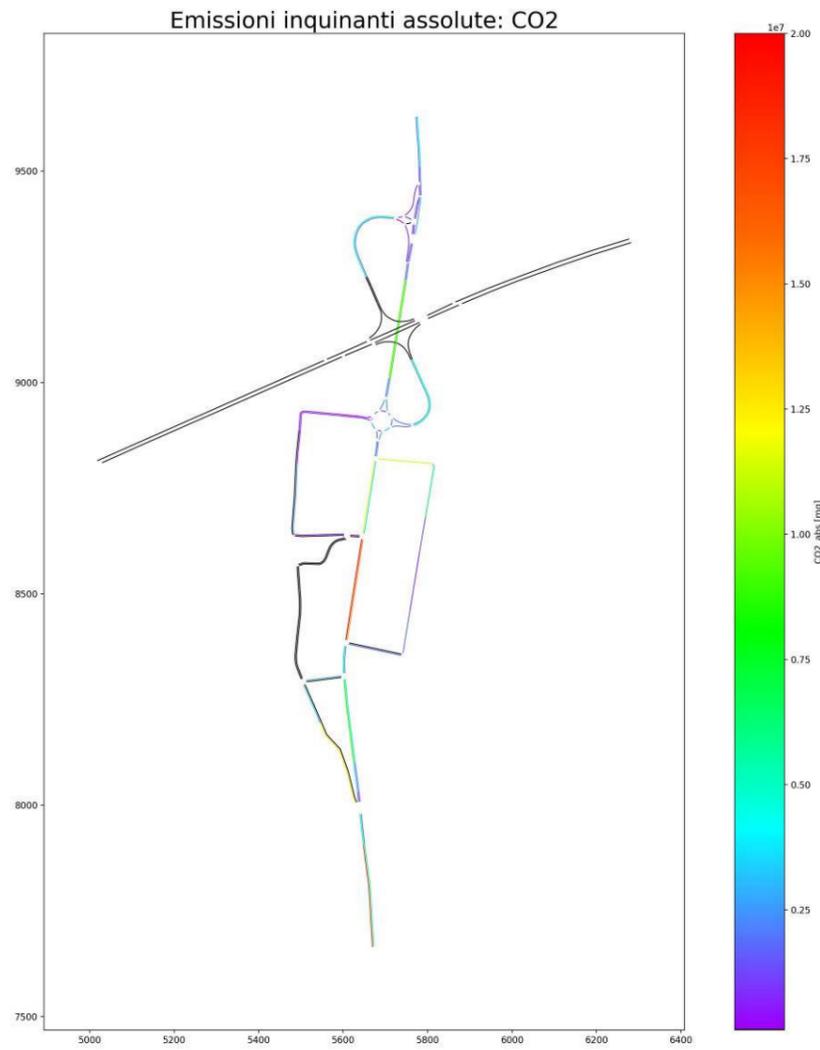
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



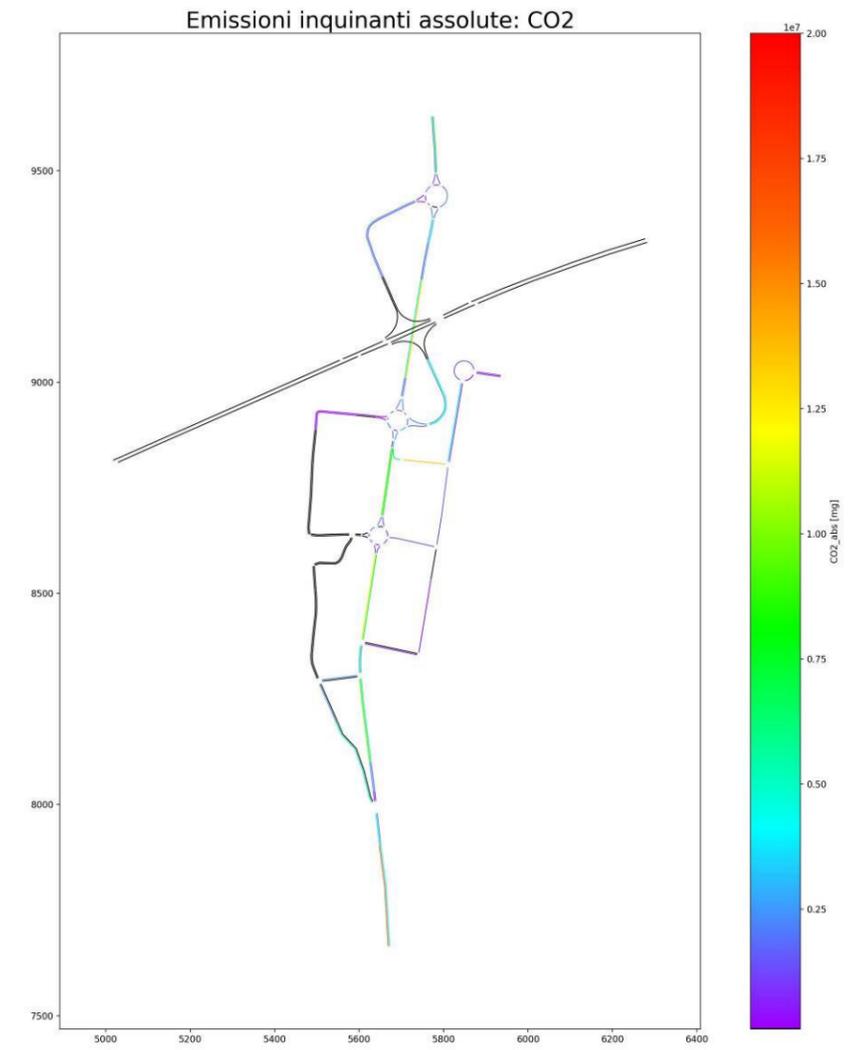
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



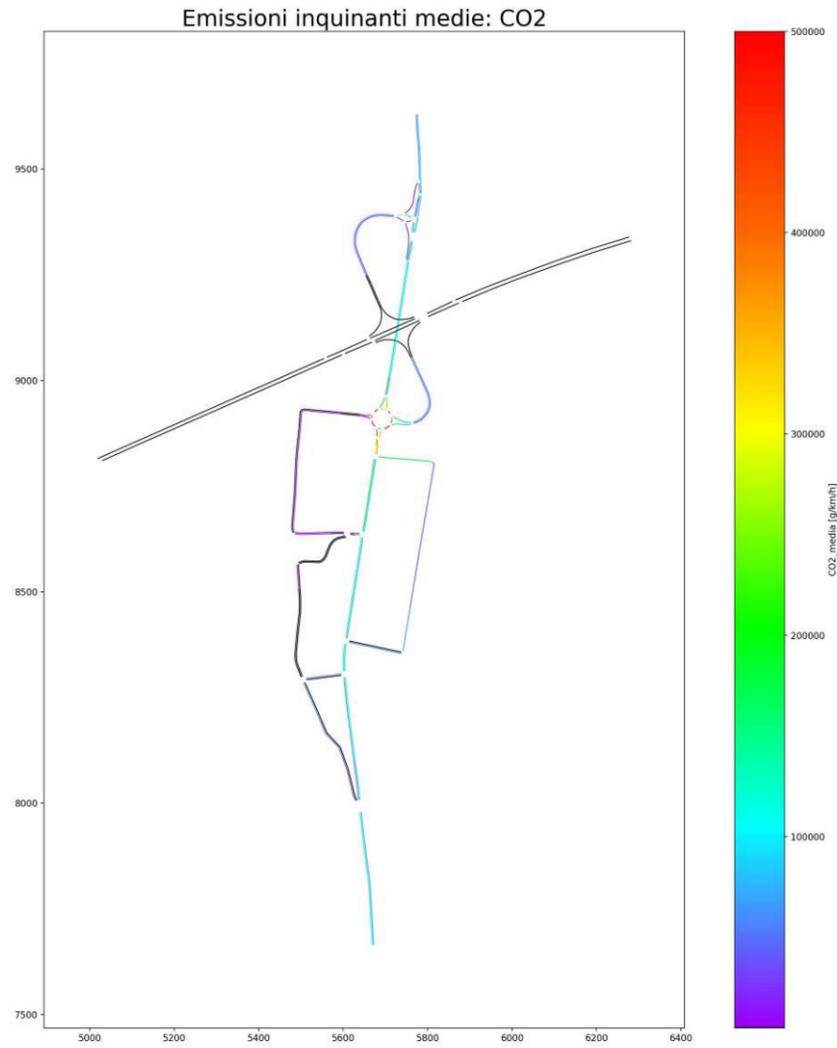
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



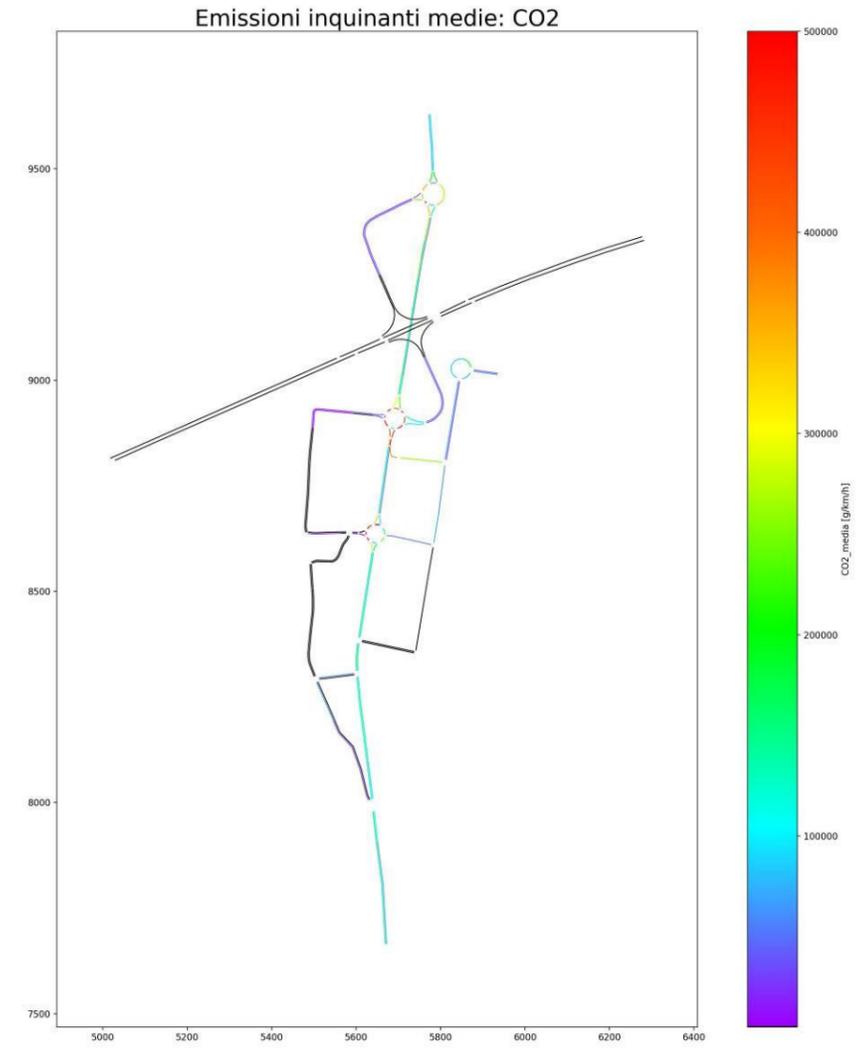
Inquinamento atmosferico – CO2 complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



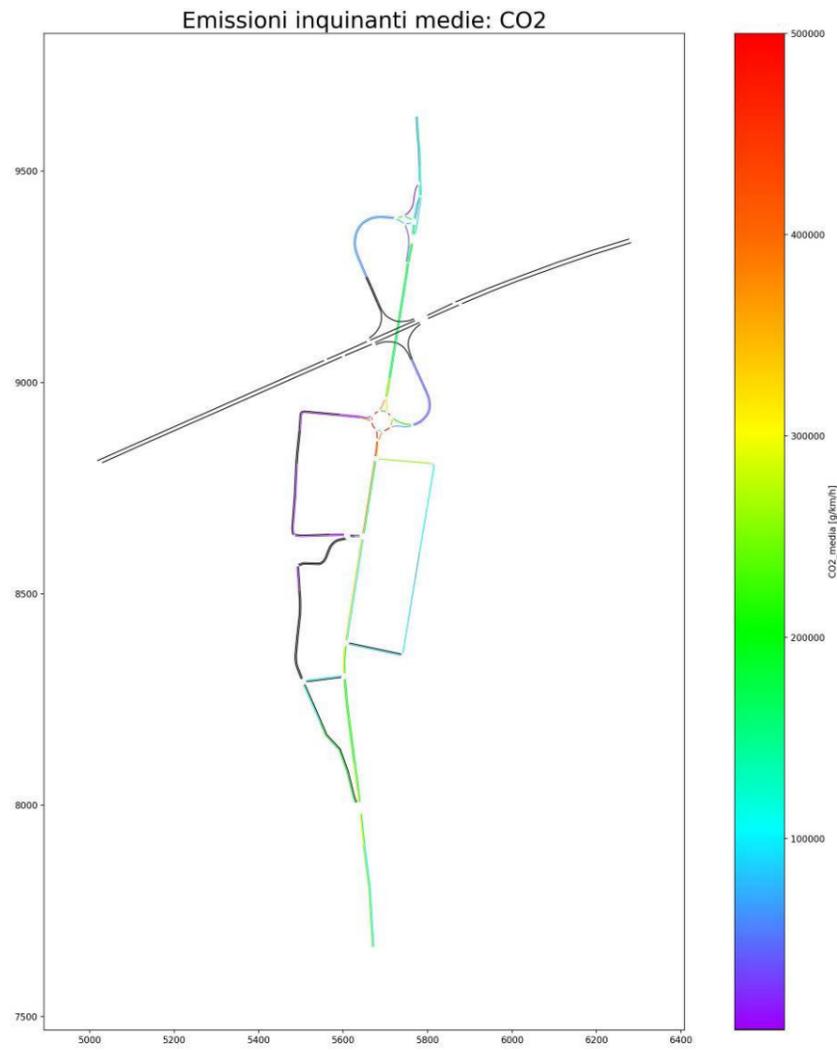
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



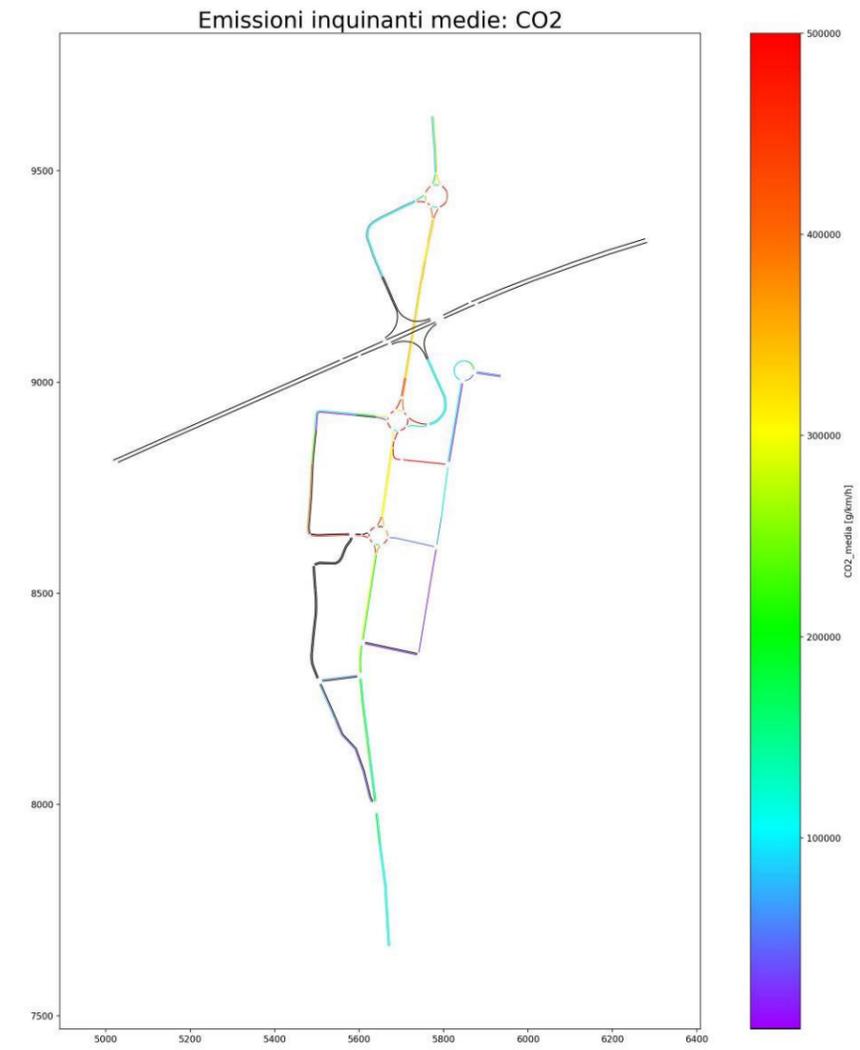
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



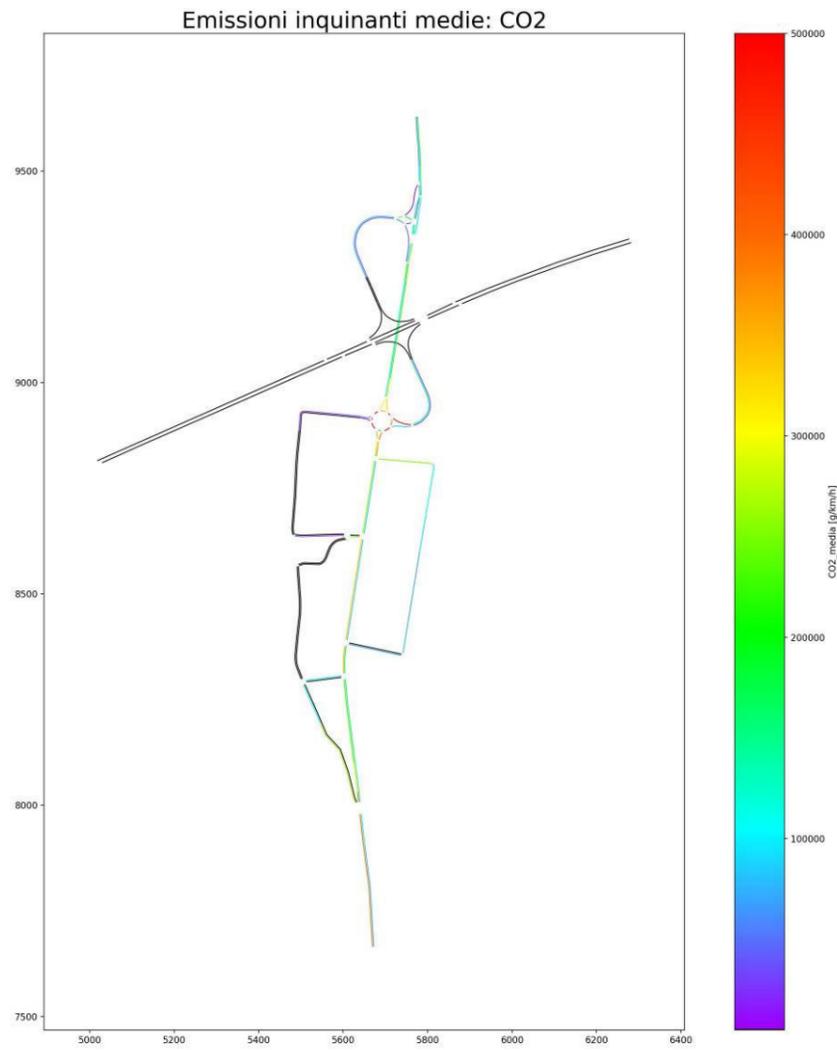
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



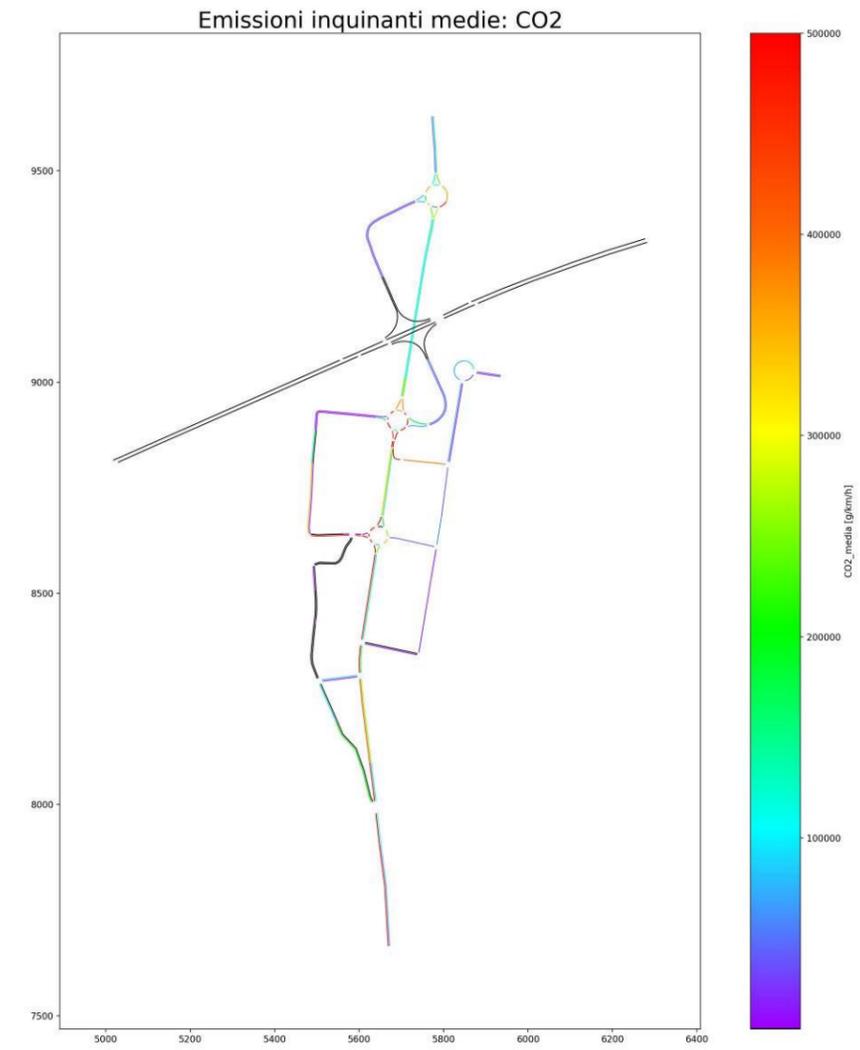
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



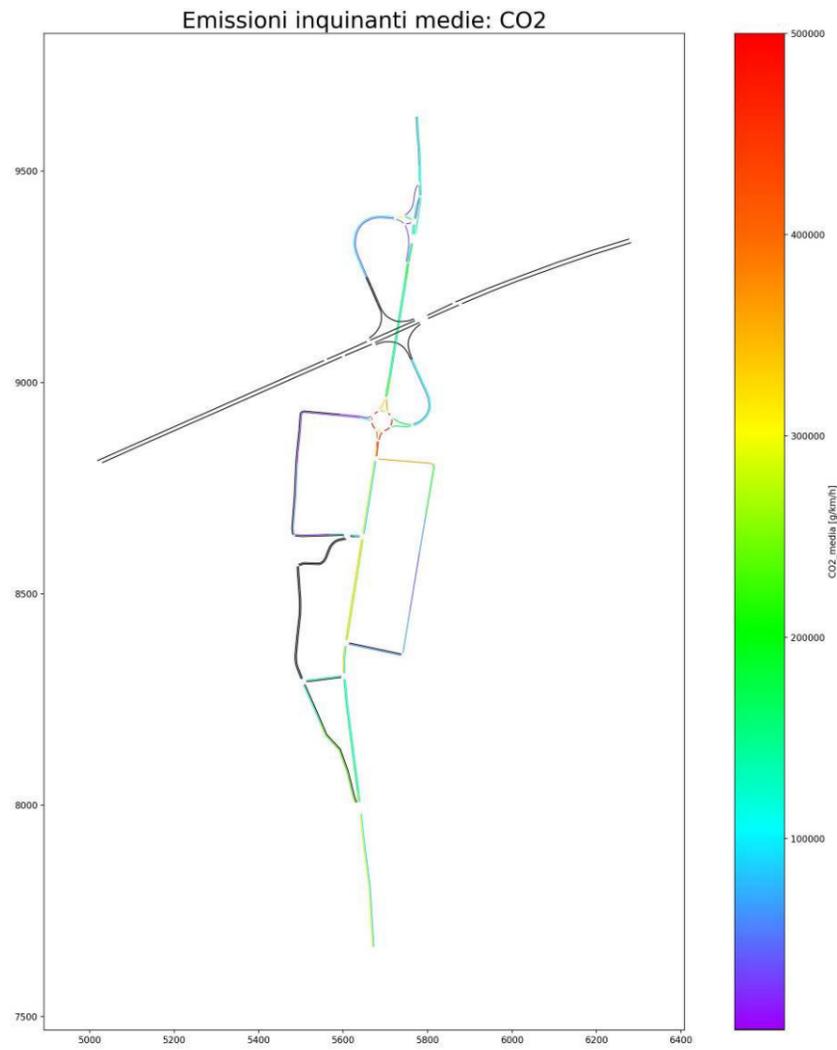
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



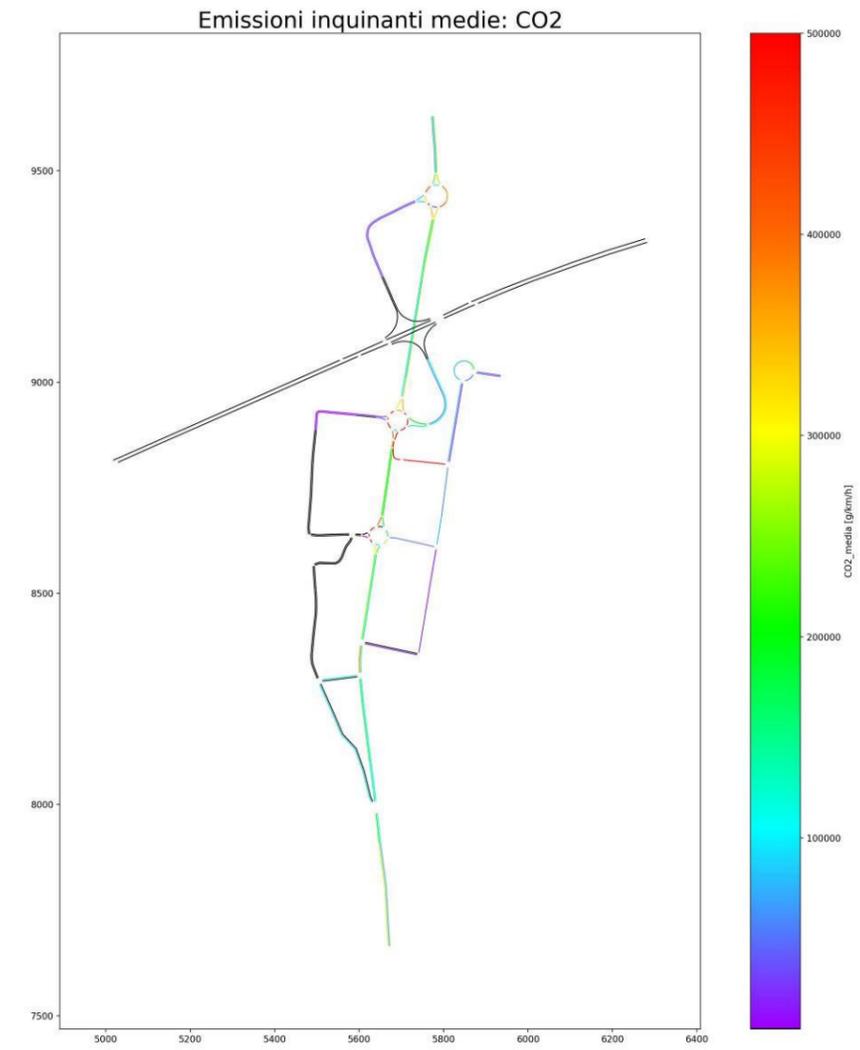
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



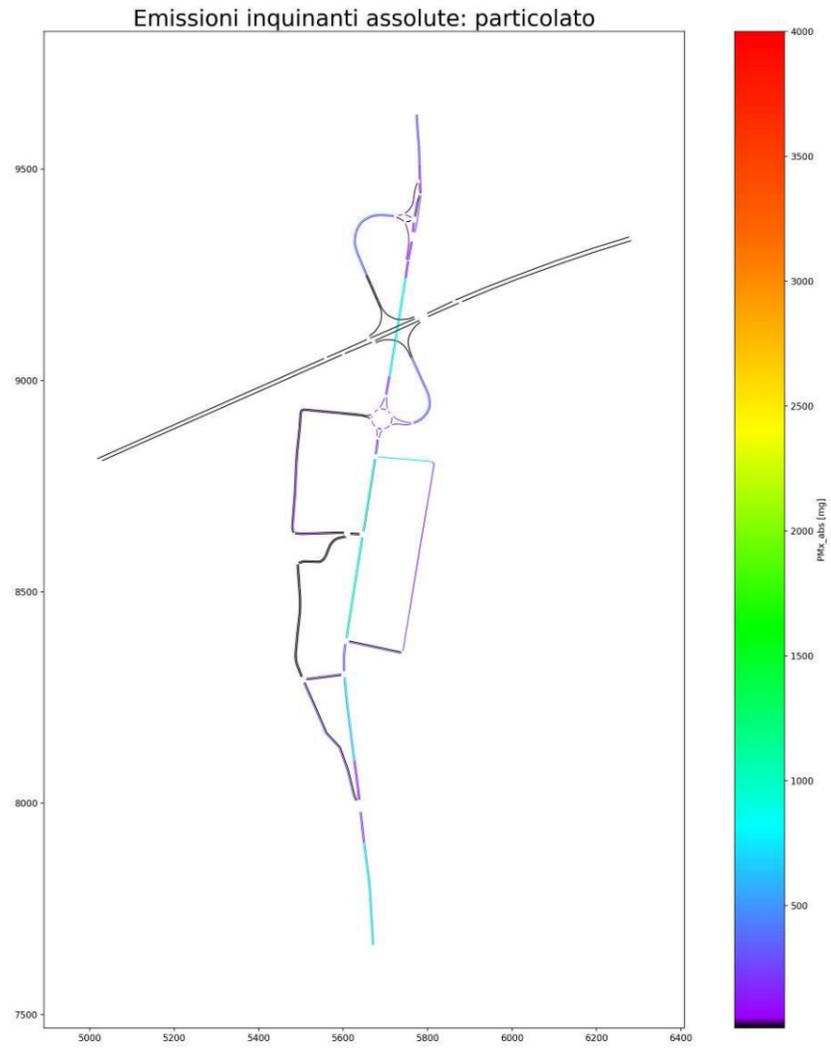
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



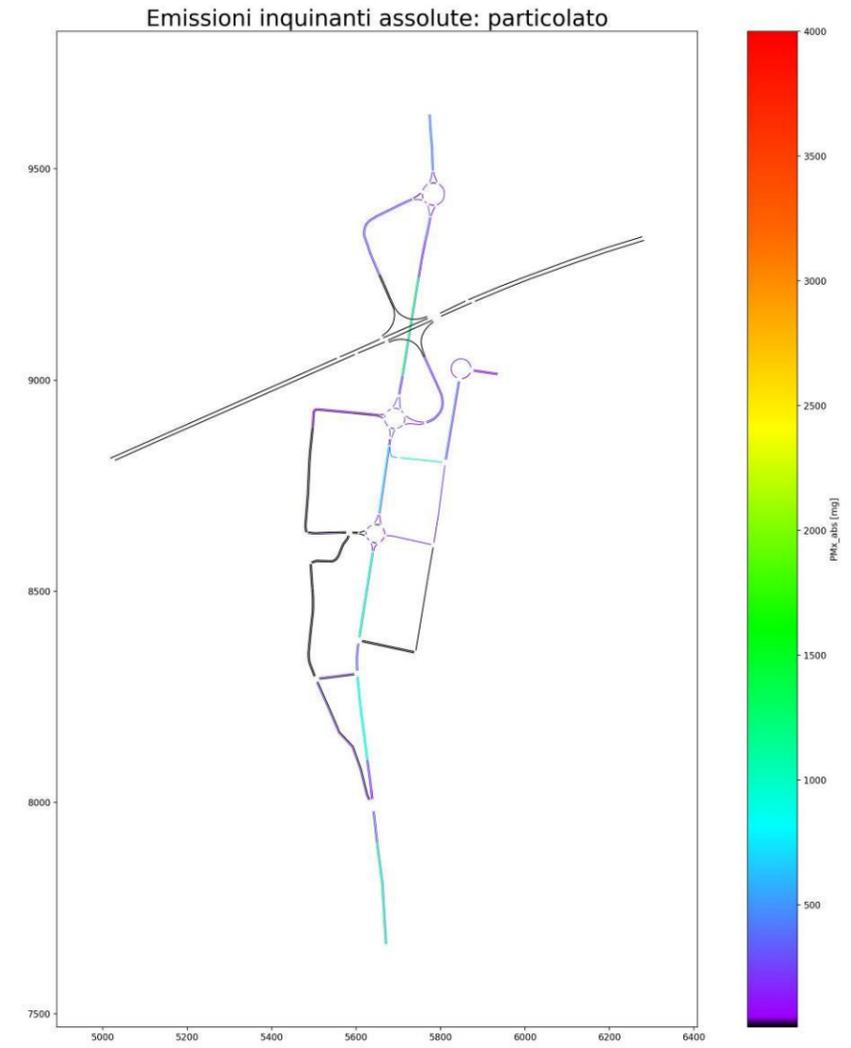
Inquinamento atmosferico – CO2 medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30



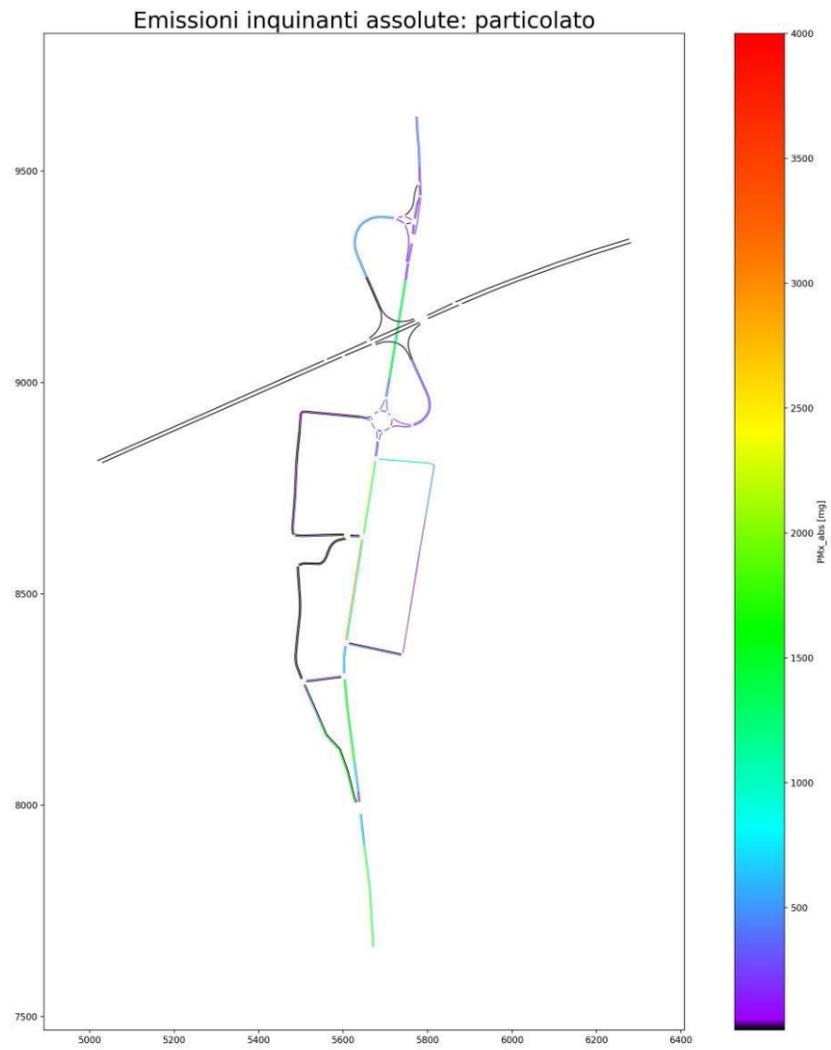
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45



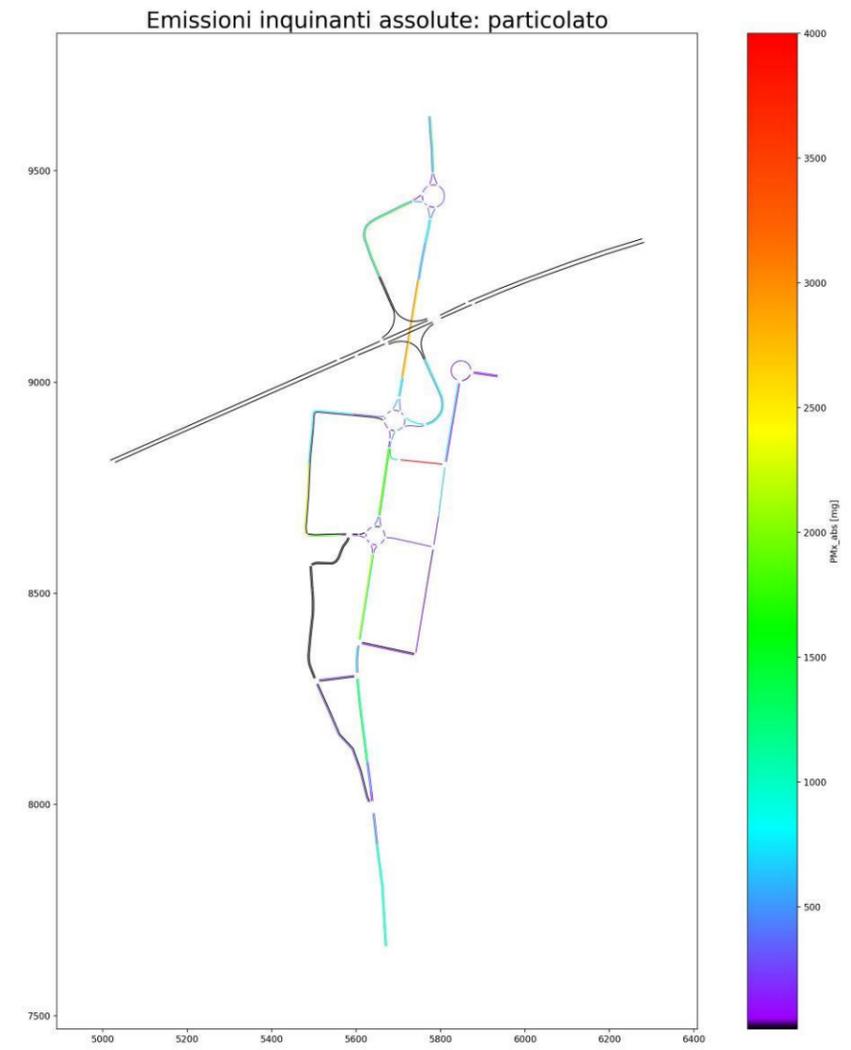
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



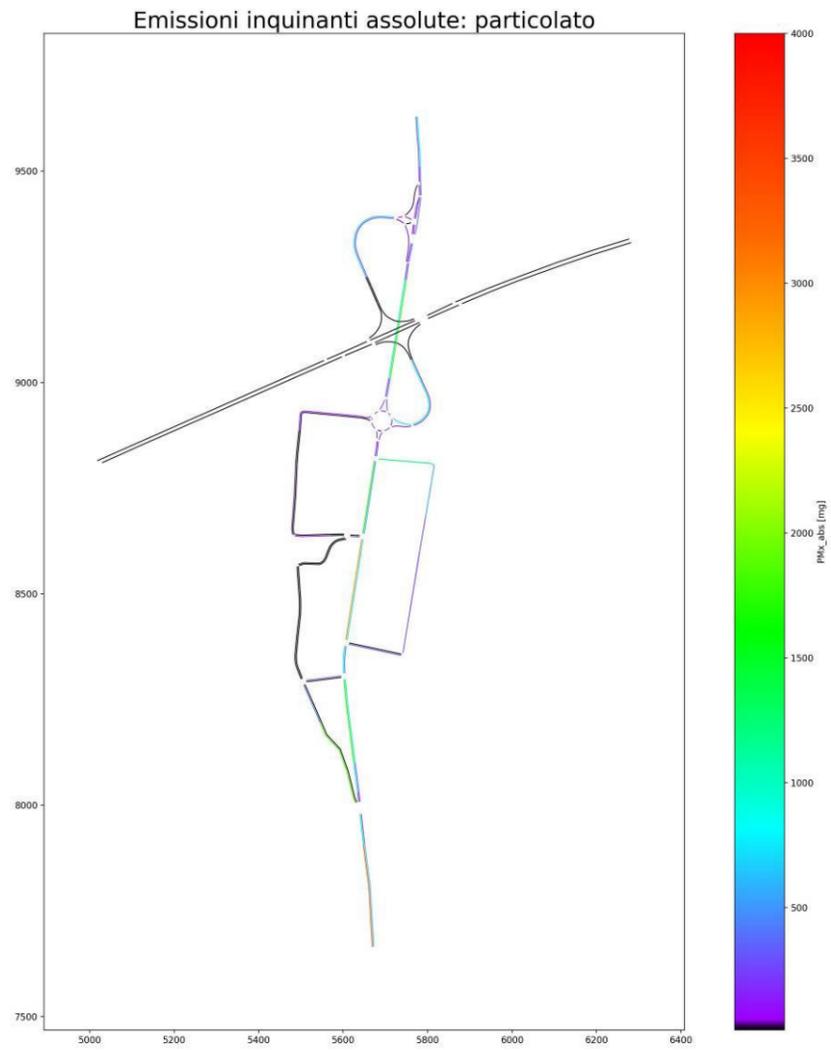
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



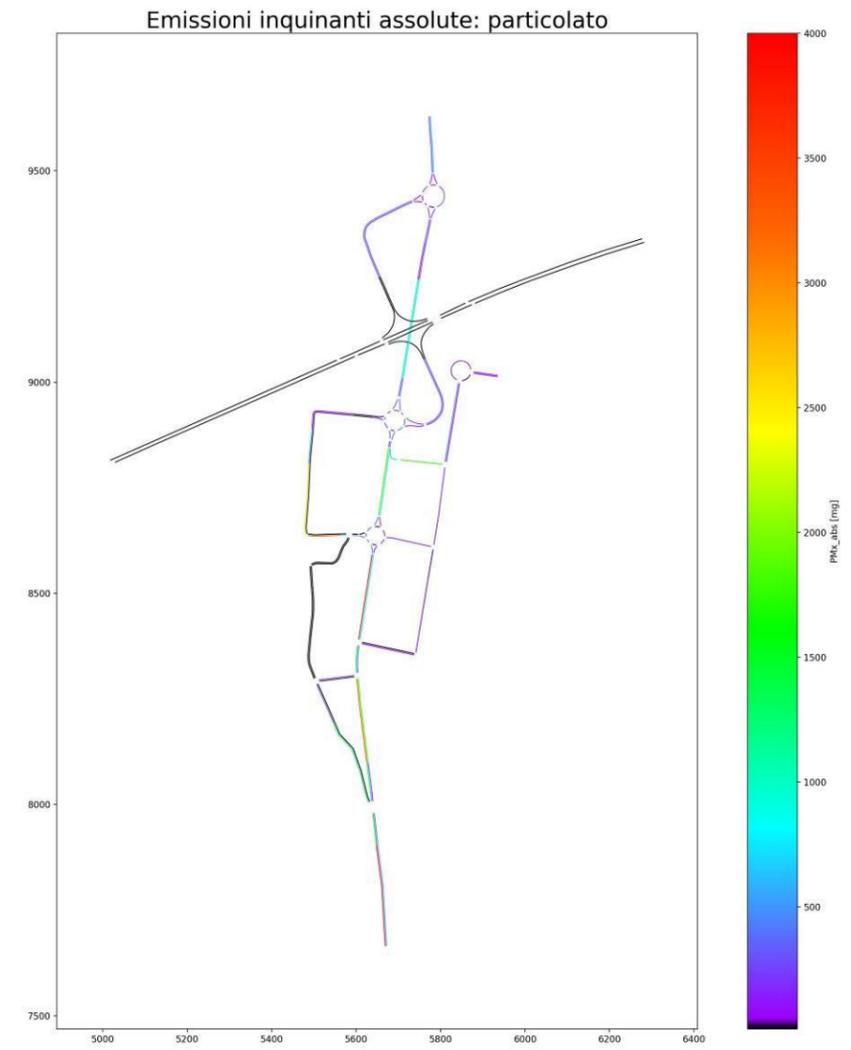
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



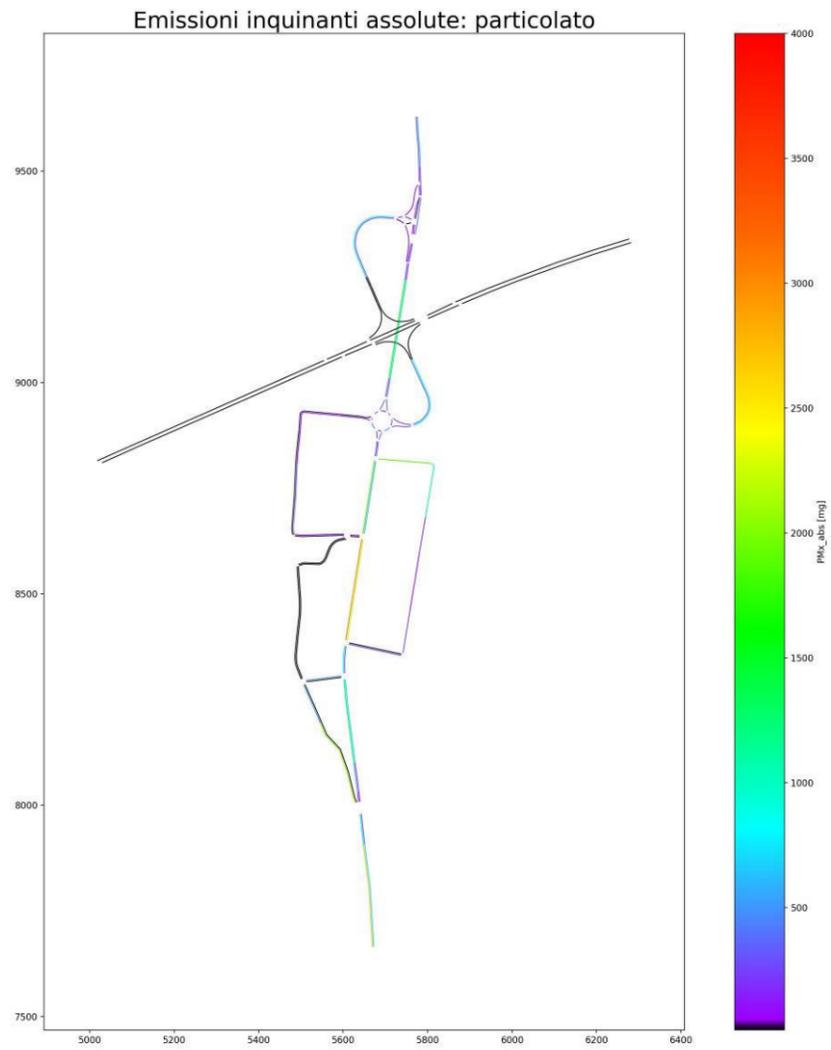
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



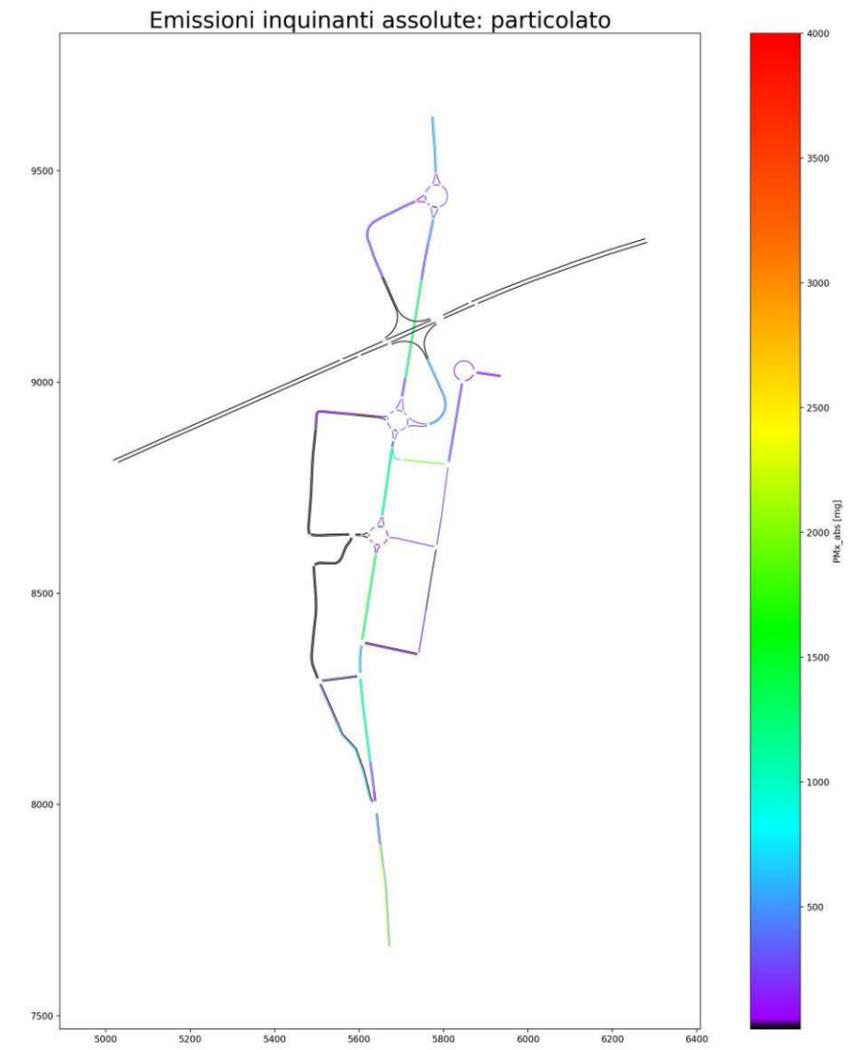
Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30

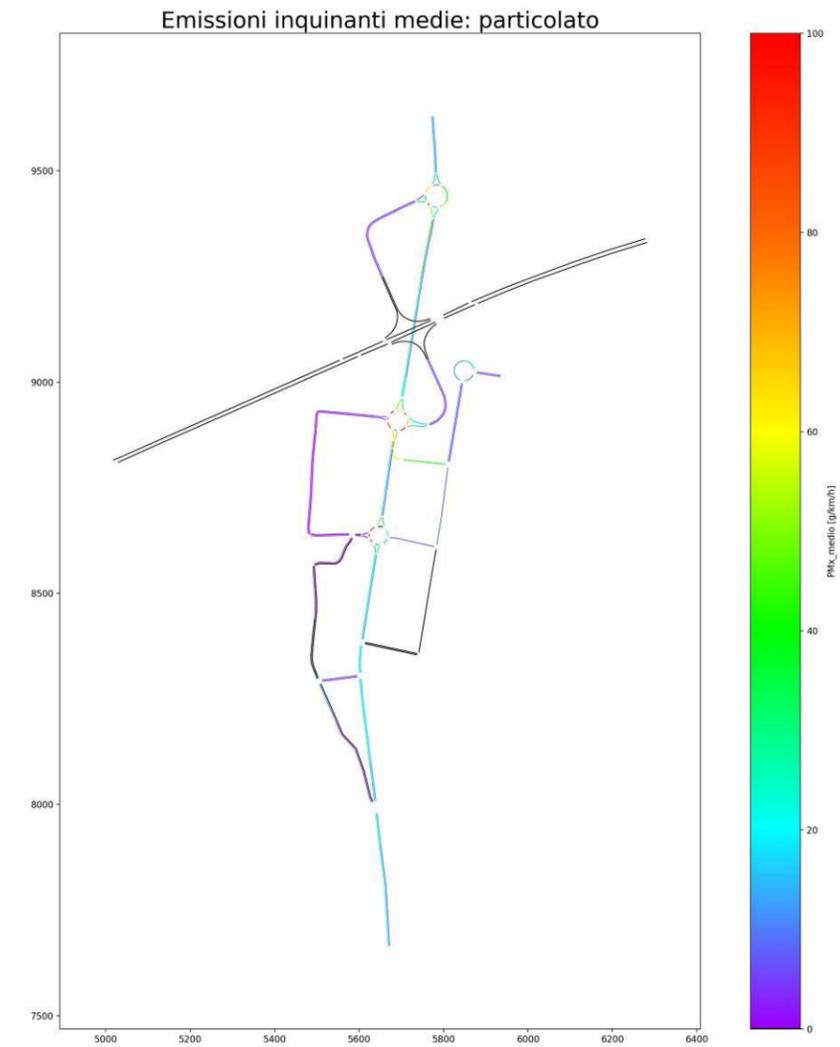
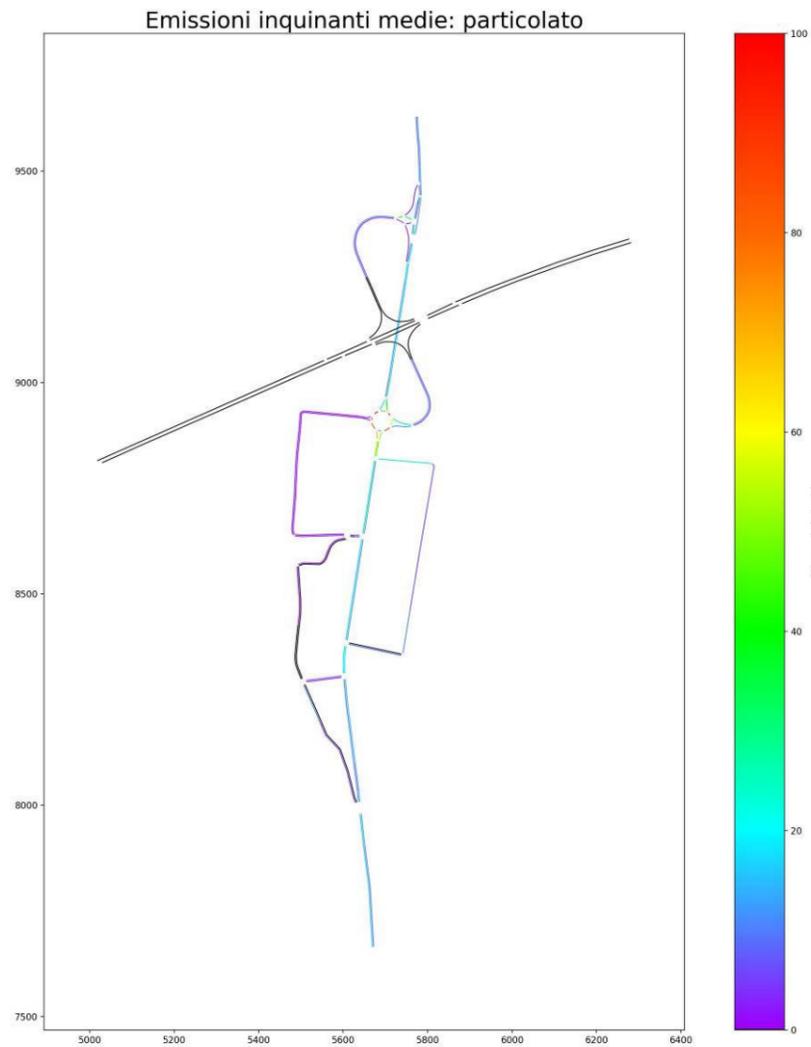


Inquinamento atmosferico – PMx complessivo – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30

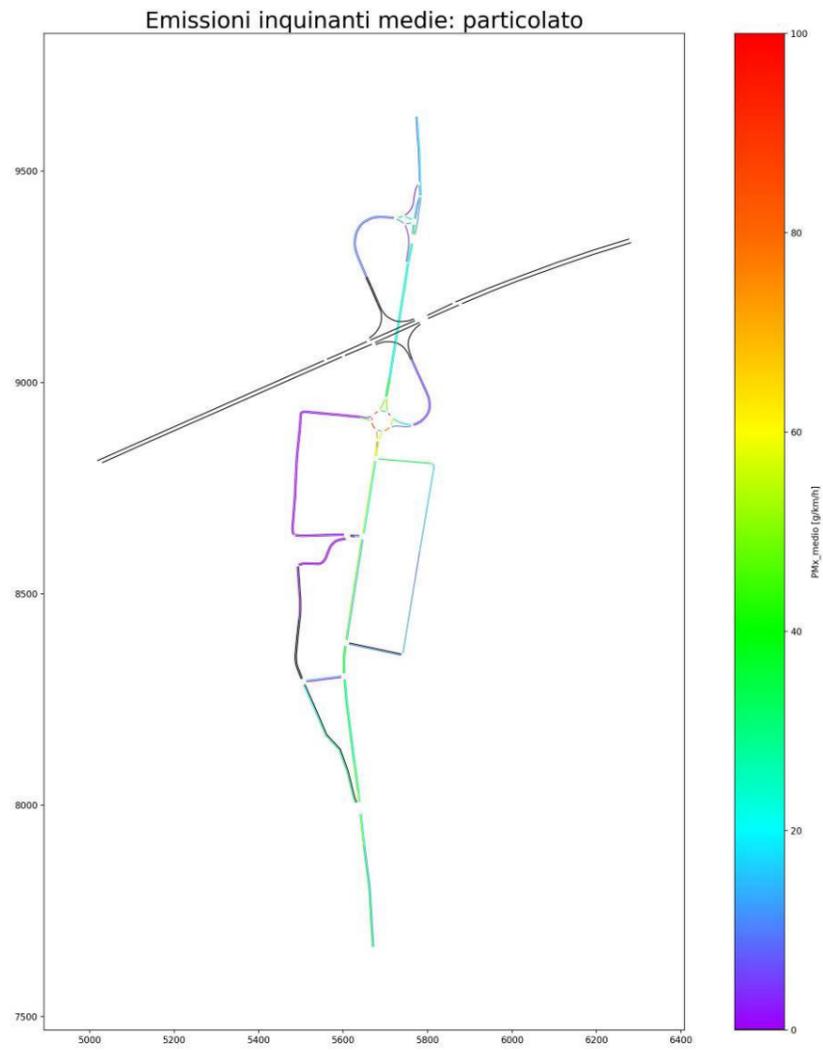


Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:30 – 17:45

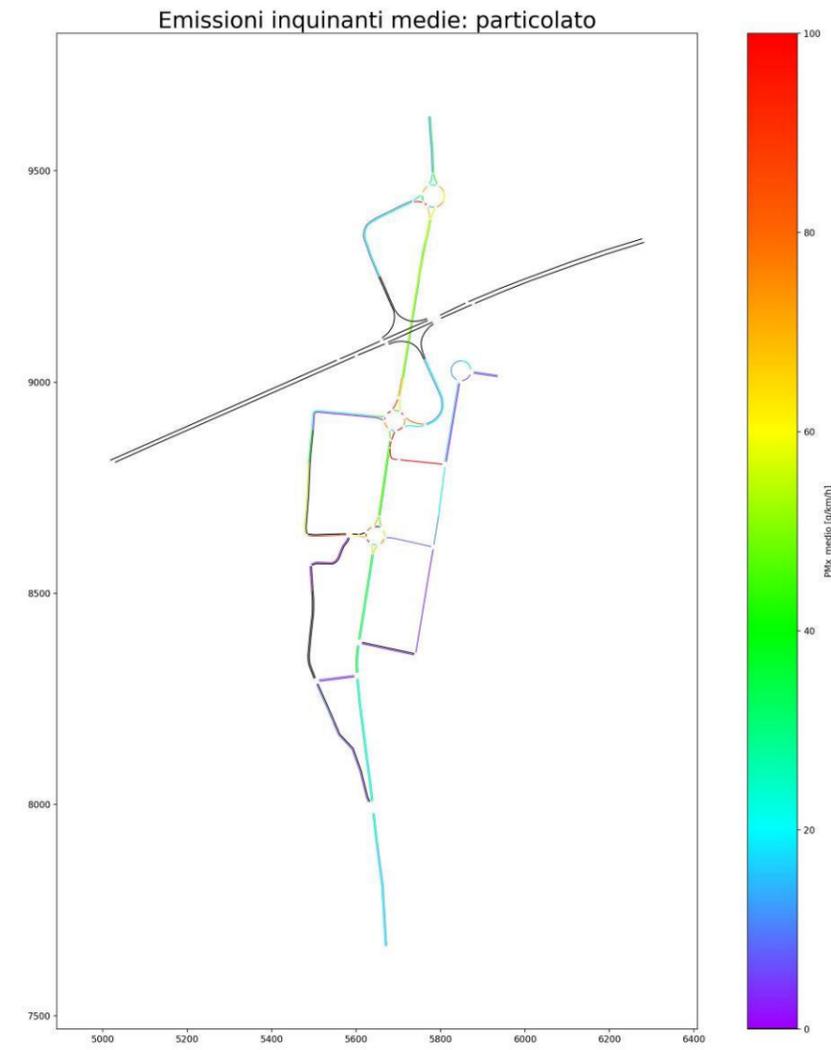
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:30 – 17:45



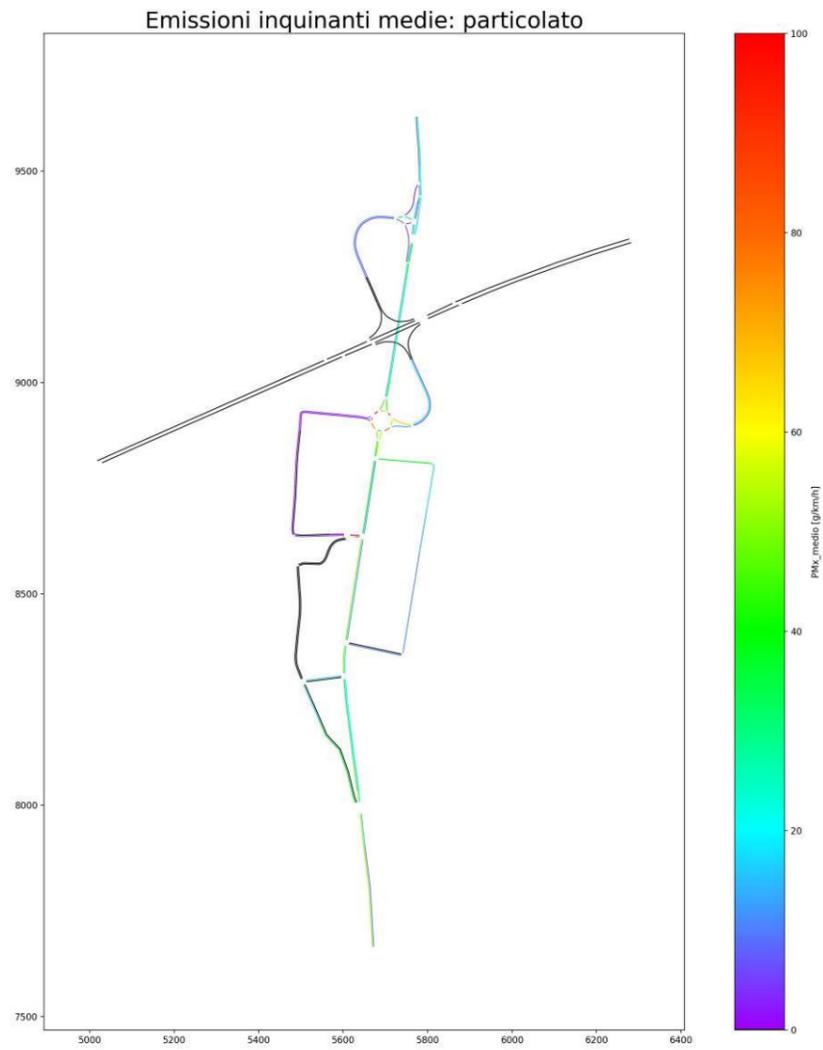
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 17:45 – 18:00



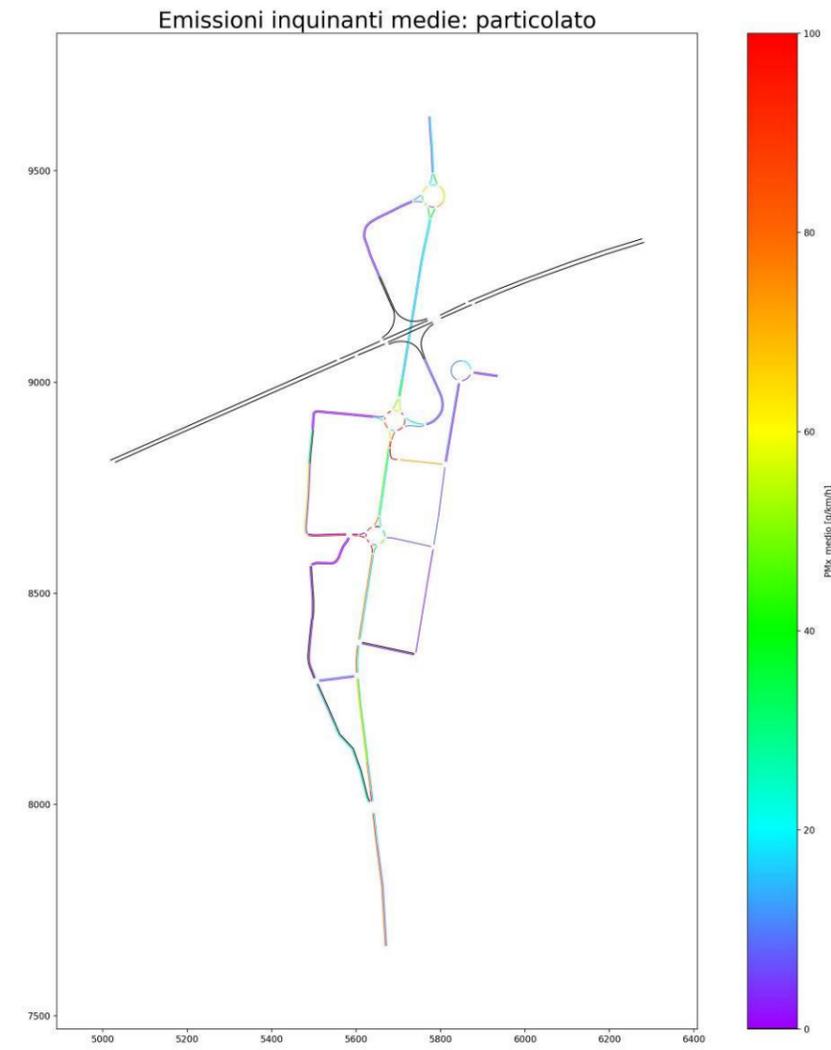
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 17:45 – 18:00



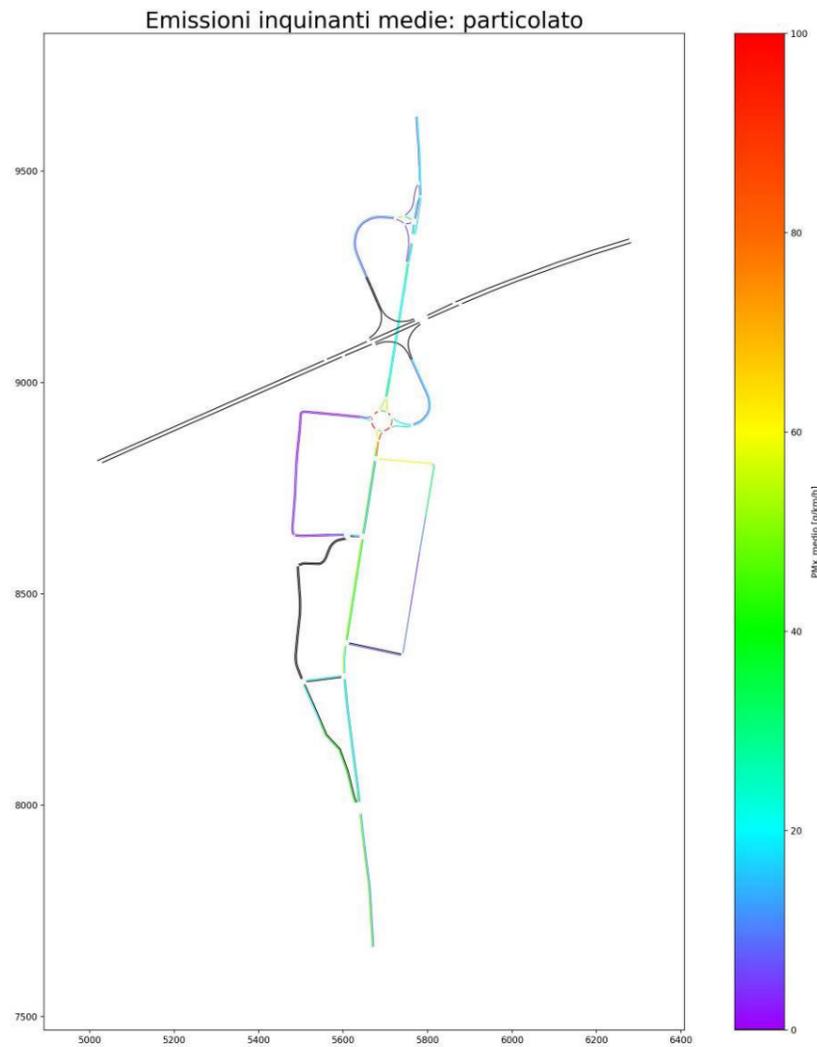
Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:00 – 18:15



Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:00 – 18:15



Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO ATTUALE – Intervallo 18:15 – 18:30



Inquinamento atmosferico – PMx medio – STATO TRANSITORIO – Intervallo 18:15 – 18:30

