



MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



E.N.A.C
ENTE NAZIONALE per L'AVIAZIONE
CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

PROJECT REVIEW – PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento

RELAZIONI GENERALI
Relazione Tecnica dei Sistemi di Accesso, Viabilità e Multimodalità

Livello di Progetto

PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE - MASTERPLAN

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
PSA	02	MARZO 2024	N/A	FLR-MPL-PSA-GEN1-006-NA-RT_Rel Tec Acc Viab
				TITOLO RIDOTTO
				Rel Tec Acc Viab

02	03/2024	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS	SYSTEM/TEKNE	D. PERRI	L. TENERANI
01	03/2023	EMISSIONE PER APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA DI ENAC	SYSTEM/TEKNE	D. PERRI	L. TENERANI
00	10/2022	EMISSIONE PER DIBATTITO PUBBLICO	SYSTEM/TEKNE	D. PERRI	L. TENERANI
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p>ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p>DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p> <p>PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</p>  <p>Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca n 1157</p> <p>SUPPORTO SPECIALISTICO</p>  
<p>POST HOLDER PROGETTAZIONE Ing. Lorenzo Tenerani</p> <p>POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'ippolito</p> <p>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini</p>	<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca n 1157</p>	

Sommario

1	Premessa	3
2	Nota introduttiva	4
3	Stima della domanda	6
	3.1 Proiezione del traffico passeggeri del 2035	6
	3.2 Stima domanda di traffico e di sosta	7
4	Viabilità interna	11
	4.1 Percorsi	14
	4.2 Sosta	20
	4.3 Verifiche geometriche	22
5	Verifica modellistica	25
	5.1 Premessa metodologica	25
	5.2 Software utilizzato	25
	5.3 Analisi nei nodi	26
	5.3.1 Intersezione a rotatoria	27
	5.3.2 interferenza percorso veicolare – tramvia	39
6	Conclusioni	44

1 Premessa

Il presente documento costituisce la relazione tecnica descrittiva dei sistemi di accesso, viabilità e multimodalità legati al funzionamento del Nuovo Terminal di Firenze, parte integrante della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale (o Masterplan) al 2035 dell'aeroporto di Firenze, qui sviluppata e dettagliata ad un livello tecnico ritenuto congruo con le finalità della presente fase procedurale, comunque non inferiore a quello del progetto di fattibilità tecnica ed economica di cui all'art. 41 del D. Lgs. n. 36/2023.

Il citato approfondimento tecnico viene previsto ad integrazione della Sezione Generale della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale al 2035, predisposta in aderenza alle normative e/o regolamenti specifici del settore aeronautico, rispetto alla quale si pone l'obiettivo di elaborare ulteriori elementi tecnici di studio, dettaglio, analisi e progettazione, ritenuti necessari ai fini del compiuto espletamento dei procedimenti amministrativi (di compatibilità ambientale e di autorizzazione) ai quali risulta per legge assoggettato lo strumento del Piano di Sviluppo Aeroportuale, così integrato in modo da rafforzarne la valenza e la funzione progettuale, strettamente interconnessa con quella pianificatoria e programmatica di investimento.

Le informazioni di seguito riportate vanno, pertanto, analizzate in stretta correlazione rispetto ai più ampi ed estesi aspetti tecnico-economici trattati all'interno dei documenti afferenti alla Sezione Generale del Masterplan, con i quali esse si relazionano secondo un processo capillare di progressivo approfondimento e dettaglio, ritenuto utile per una più completa, consapevole e piena visione dell'insieme delle previsioni di trasformazione dello scalo aeroportuale e delle aree circostanti, e per una più esauriente analisi e comprensione della Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale.

La citata Project Review costituisce la nuova formulazione tecnica delle previsioni progettuali e di investimento che ENAC prevede di attuare, nel medio-lungo periodo (orizzonte 2035, coerente con quello del Piano Nazionale degli Aeroporti in fase di aggiornamento), relativamente all'infrastruttura aeroportuale di Firenze, redatta dal Gestore aeroportuale di intesa con l'Ente regolatore in attuazione degli obblighi di miglioramento, ottimizzazione e sviluppo dell'aeroporto insiti nel contratto di concessione che lega lo stesso Gestore alle Istituzioni dello Stato (Ministero delle Infrastrutture e ENAC) per la gestione totale dell'infrastruttura aeroportuale (bene dello Stato). Ne consegue che l'insieme documentale di cui la presente relazione costituisce parte integrante deve essere visto e analizzato nella propria autonomia e indipendenza sostanziale, per quanto inevitabilmente consequenziale rispetto al precedente Masterplan 2014-2029 col quale risultano ancora sussistenti più elementi di dialogo che, tuttavia, ci si pone l'obiettivo di non assurgere a valenza prodromica e a funzionalità necessaria per una completa illustrazione, definizione e comprensione del nuovo Piano di Sviluppo Aeroportuale 2035.

Si auspica, infine, di aver esaurientemente e correttamente tradotto e trasferito, all'interno della documentazione di cui al nuovo Masterplan 2035, quel prezioso bagaglio di esperienza e quell'insieme di utili risultanze derivanti dal dialogo costruttivo e dialettico che, nell'ultimo decennio, ha visto in più momenti la partecipazione di ENAC, del Gestore aeroportuale, degli Enti/Amministrazioni interessati, delle Istituzioni nazionali e regionali, dei vari stakeholders e della cittadinanza attiva intorno ai temi relativi al trasporto aereo, alla multimodalità della mobilità, al ruolo della rete aeroportuale territoriale toscana e al futuro dello scalo aeroportuale di Firenze, che ENAC vede sempre più strategico, integrato e funzionale alla rete nazionale ed europea dei trasporti.

2 Nota introduttiva

Il sistema di circolazione e sosta del nuovo terminal aeroportuale di Firenze è stato definito per rispondere al meglio alle esigenze di mobilità espresse dai futuri utenti; alla necessità di integrare le varie modalità di trasporto con particolare riferimento alla linea tramviaria L2.1 di progetto verso Sesto Fiorentino e la linea esistente T2 di connessione con il centro città, alle molteplici categorie di utenza (auto, taxi, NCC, bus, auto private e con passeggeri ecc.) e al relativo traffico pedonale che dovrà poter raggiungere le proprie destinazioni.

Lo studio di seguito presentato descrive il processo di aggiornamento della proposta progettuale e delle analisi trasportistiche condotte in fase di PFTE e prevede l'aggiornamento della stima della domanda, la revisione geometrica della rete viabilistica e delle aree dedicate alla sosta e al carico/scarico dei passeggeri, la verifica di funzionalità tramite analisi del livello di servizio delle intersezioni semaforizzate in corrispondenza degli attraversamenti della linea tranviaria e della rotatoria posizionata in ingresso all'area di intervento, in corrispondenza della quale i flussi veicolari vengono smistati verso il terminal degli arrivi e il terminal delle partenze.

Il primo capitolo illustra dunque la stima della domanda a partire dai dati forniti da Toscana Aeroporti S.p.A, in particolare le previsioni di traffico passeggeri all'orizzonte temporale di riferimento e la ripartizione modale attesa, definita sulla base dei più recenti sondaggi effettuati ai passeggeri in aeroporto. Si descrive quindi il processo di stima della domanda veicolare e della domanda di sosta, in corrispondenza dell'ora di massima affluenza, evidenziando le ipotesi introdotte, i parametri utilizzati ed i risultati ottenuti.

Una volta quantificata la domanda di sosta per le diverse tipologie veicolare si è proceduto alla revisione geometrica delle aree di circolazione e sosta individuando le soluzioni in grado di superare le criticità

riscontrate e di coniugare le esigenze di ciascuna categoria di utenza, auto private per pick-up/drop-off, taxi e NCC, trasporto pubblico. Nelle pagine a seguire si descrive nel dettaglio lo schema di circolazione, evidenziando la localizzazione di ogni area riservata alle diverse categorie veicolari e i rispettivi ingressi e uscite, la rete di circolazione pedonale principale e le intersezioni tra la viabilità e il tram. Per una comprensione completa si rimanda alle planimetrie di progetto.

Si presenta la verifica di funzionalità e l'analisi del Livello di Servizio (LoS) delle principali intersezioni di progetto attraverso l'implementazione ed interrogazione di specifici modelli sviluppati con il codice simulativo statico SIDRA Intersection®. Si propone l'analisi del nodo a rotatoria in ingresso all'area, sul quale insistono sia i flussi diretti e provenienti dal terminal degli arrivi sia quelli dal terminal delle partenze, così come i veicoli uscenti dai bacini di sosta a lungo e breve termine. Infine, si sono analizzate, sia in termini di ritardo medio (Livello di Servizio) che di accodamenti medi e massimi, le intersezioni semaforizzate che andranno a regolamentare il passaggio della linea tranviaria da e per Sesto Fiorentino.

3 Stima della domanda

3.1 Proiezione del traffico passeggeri del 2035

Di seguito si illustra la metodologia utilizzata per la stima della domanda di trasporto nell'ora di massima affluenza ai terminal degli arrivi e delle partenze, dando evidenza dei dati di partenza a disposizione, delle assunzioni e dei parametri trasportistici adottati per arrivare a quantificare i flussi in chiave multimodale, dunque il numero di veicoli e di passeggeri, di pedoni attesi in corrispondenza della finestra di picco considerata.

Per stimare la domanda del traffico passeggeri al 2035 si fa riferimento ai valori riportati nella Relazione di Dimensionamento del Terminal Passeggeri (TAE) – Analisi IATA 2nd Busiest Day – Totale Arrivi Partenze.

PEAK HOUR PAX		
	Arrivi (<i>passeggeri</i>)	Partenze (<i>passeggeri</i>)
PHP 2019	718	899
PHP Long Term 2035	1598	2001

Tabella 1: Totale passeggeri nell'ora di punta – Fonte TAE

Per stimare il numero di voli in partenza e in arrivo si è ipotizzato un coefficiente di riempimento medio di 120 passeggeri per volo. I voli stimati per l'anno 2035 sono: 10 voli EU e 4 voli internazionali in partenza nell'ora di punta e 13 voli EU e 4 voli internazionali in arrivo nell'ora di punta.

Quantificare il numero di voli nell'ora di punta è necessario per determinare il profilo orario dei passeggeri in arrivo e in partenza in quanto i passeggeri si muovono coerentemente con i propri piani di volo. La domanda oraria di passeggeri è stata distribuita all'interno dell'ora di analisi secondo i grafici riportati a seguire. Si osserva che si è assunto che il profilo dei passeggeri in arrivo presenta dei momenti di picco più rilevanti, in 30 minuti si ipotizza l'arrivo del 64% dei passeggeri, mentre la distribuzione dei passeggeri in partenza ha un andamento più lineare, circa il 52% dei passeggeri nei 30 minuti di picco all'interno dell'ora considerata. La domanda di trasporto di dipendenti attuali e/o futuri non è considerata nel calcolo della domanda indotta dal momento che il personale non utilizzerà la rete viabilistica e il sistema di sosta di progetto ma continuerà a utilizzare le infrastrutture esistenti.

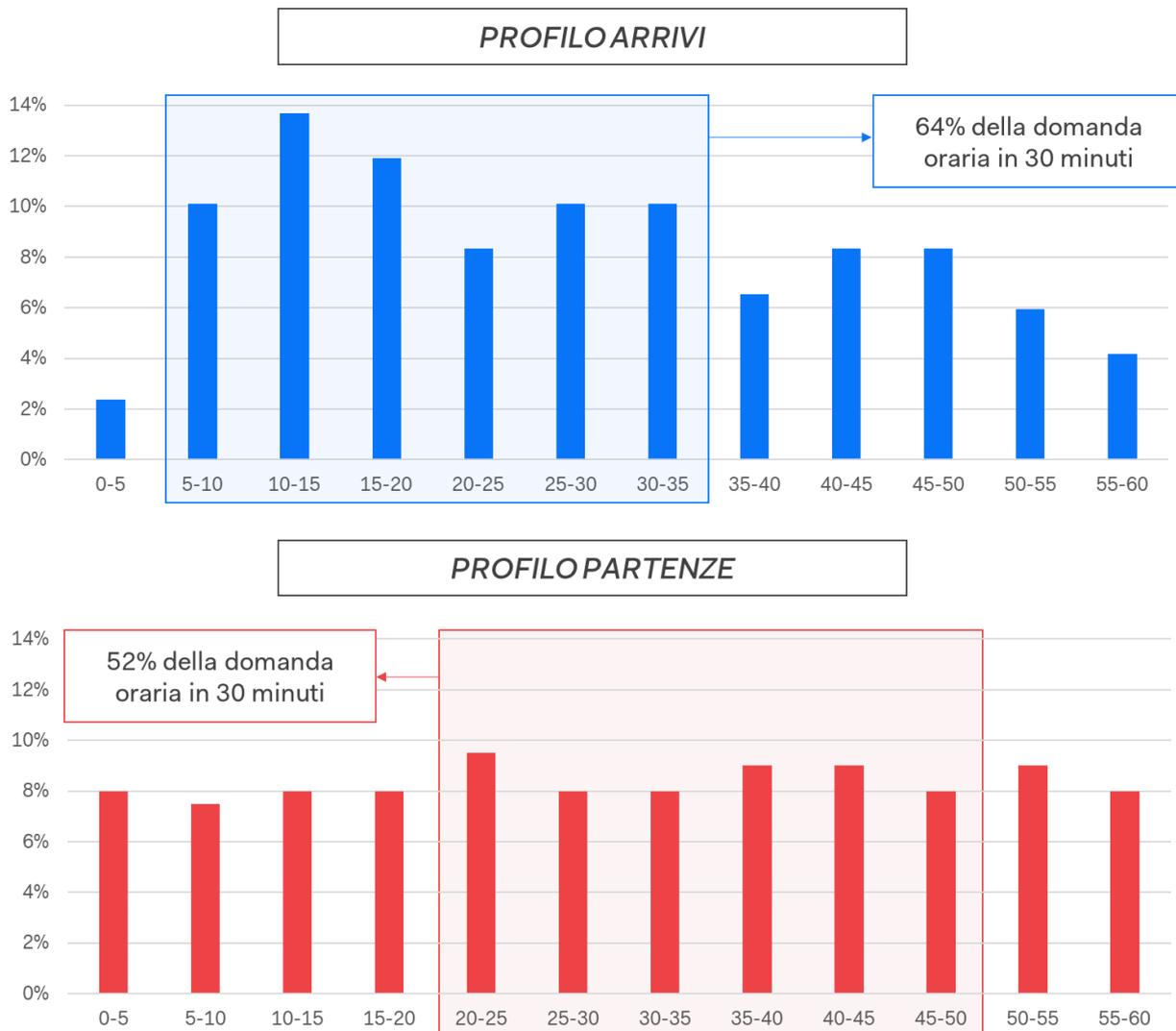


Figura 1: Profilo arrivi e partenze

3.2 Stima domanda di traffico e di sosta

Attraverso il processo analitico adottato è stato possibile quantificare i flussi di traffico attesi e dimensionare adeguatamente gli spazi di sosta.

La ripartizione modale dei passeggeri è stata fornita da TAE, stimata sulla base di una indagine campionaria ai passeggeri tramite campagna di sondaggi realizzata nel 2022 e riportata nel grafico sottostante.

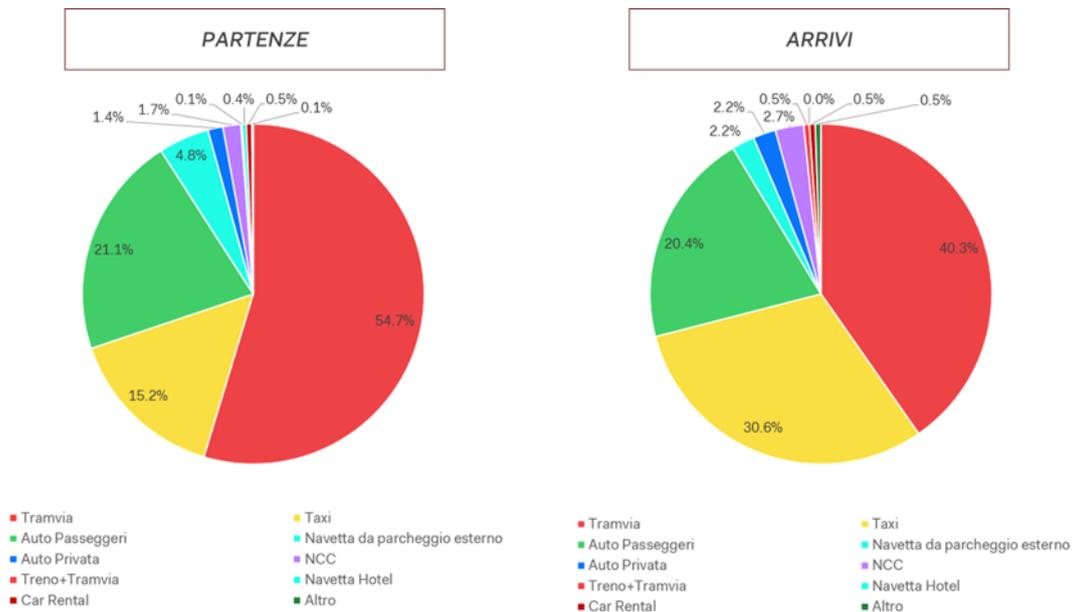


Figura 2: Ripartizione modale attesa scenario 2035 – fonte Toscana Aeroporti s.r.l.

Partendo dalla ripartizione sopra riportata, sono state applicate alcune modifiche minori. In particolare sono state aggregate le modalità di spostamento simili – *Tramvia* con *Treno+Tramvia* a costituire unitamente la quota di trasporto pubblico, mentre *Navetta da parcheggio esterno* e *Navetta Hotel* vanno a costituire la quota di Bus-Navette. Inoltre, dal momento in cui è presumibile che la quota delle auto private (che corrisponde alla quota di passeggeri che si prevede utilizzeranno i parcheggi di lungo termine) debba essere la stessa sia per gli utenti in arrivo sia per i passeggeri in partenza, in via conservativa viene preso il tasso modale più alto ed applicato ai flussi di entrambe le direzioni. La differenza di quota è stata cautelativamente dedotta dal PT. La componente VIP non è stata inserita nella ripartizione modale in quanto attualmente non ci sono aree dedicate a questo tipo di utenza e dunque non è stata inclusa nei sondaggi. Nello scenario di progetto di seguito illustrato, sarà però disponibile un'area Vip per il pick up e drop off dimensionata in via preliminare in una decina di stalli.

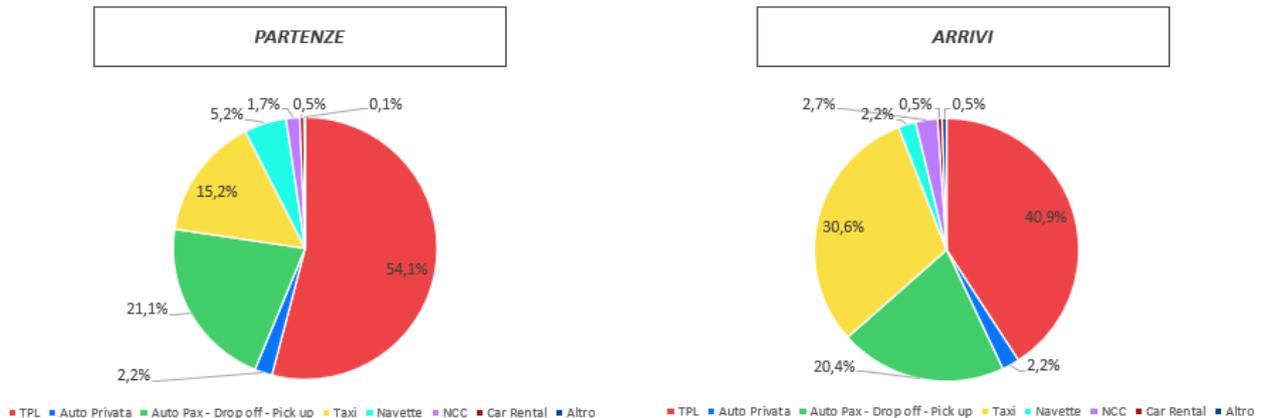


Figura 3: Ripartizione modale attesa scenario 2035 – ottimizzazione Systematica

Con l'obiettivo di quantificare numericamente i veicoli per ogni zona all'interno della rete aeroportuale, è stato applicato un coefficiente di occupazione veicolare per ciascuna modalità di trasporto. In questo caso il coefficiente di occupazione è da intendere come numero di utenti aeroportuali per veicolo:

- Auto Privata: 2 pp/veh
- Auto accompagnati: 1,5 pp/veh
- Taxi: 1,5 pp/veh
- VIP/NCC: 1,5 pp/veh
- Bus-Navette: 5 pp/veh
- Car rental: 2 pp/veh (non incluso nella rete di progetto)

Nella seguente tabella è riportato il numero di veicoli che circolano nella rete nell'ora di punta, diretti o provenienti da uno dei due terminal, sono esclusi i dipendenti e gli utenti del car rental.

TERMINAL	IN (veicoli/h)	OUT (veicoli/h)
Arrivi	580	594
Partenze	547	517

Tabella 2: Stima del traffico veicolare atteso nell'ora di punta considerata

Come già anticipato, nella stima della domanda non è inclusa la quota relativa ai dipendenti aeroportuali esistenti e/o futuri in quanto avranno un'area di sosta dedicata esterna alla rete di progetto sulla quale non è stato svolto lo studio di traffico.

Anche il Rental Car non rientra nel numero di veicoli riportati in tabella 2 perché le aree parcheggio ad esso dedicate sono esterne alla area di progetto, in prossimità dell'attuale terminal.

Una volta quantificato il traffico veicolare l'attività analitica si è concentrata nel determinare la domanda di sosta. Per ogni categoria veicolare è stato stabilito un tempo medio di sosta e determinato quindi il fattore di turnazione di ogni stallo. Partendo dal numero di veicoli atteso, è stato possibile calcolare gli stalli richiesti per il *drop off* e il *pick up* dei passeggeri. Anche l'Auto privata non rientra in questi conteggi perché fa riferimento agli utenti che lasciano il veicolo in sosta in uno dei due parcheggi, a lungo o a breve termine, il cui dimensionamento è stato determinato dai progettisti ed assunto quale dato di input nel presente studio. La componente delle auto VIP non è inserita nella tabella perché nei sondaggi sulla ripartizione modale effettuati nel 2022 non è riportata la componente VIP. Si stima che gli utenti VIP siano una piccola percentuale rispetto al volume di traffico totale e per questo è stata individuata una area dedicata al pick-up nei pressi della stazione taxi, a est del terminal arrivi, con 10 stalli per l'attesa, il drop off e il pick up dei VIP.

	Tasso di Occupazione	Veicoli	Tempo di Sosta	Turnover	Stalli richiesti
Drop-off Partenze	1,5	282	3	20	15
Pick up Arrivi	1,5	218	5	12	19
Taxi Drop-off	1,5	202	2	30	7
Taxi Pick-up	1,5	326	1,5	12	8
NCC Drop-off	1,5	22	20	3	8
NCC Pick-up	1,5	29	20	3	10
Bus-Navette Drop-off	5	21	10	6	4
Bus-Navette Pick-up	5	7	10	6	2

Tabella 3: Stima del numero di stalli richiesto per ogni componente veicolare.

4 Viabilità interna

Come illustrato nell'immagine e successivamente dettagliato nei paragrafi a seguire, la rete viabilistica di progetto conferma quanto proposto in fase di PFTE per quanto riguarda il sistema di accessibilità al fronte stradale dei terminal arrivi e partenze mentre propone una nuova organizzazione delle aree esterne all'edificio al fine di incrementare la dotazione di sosta.

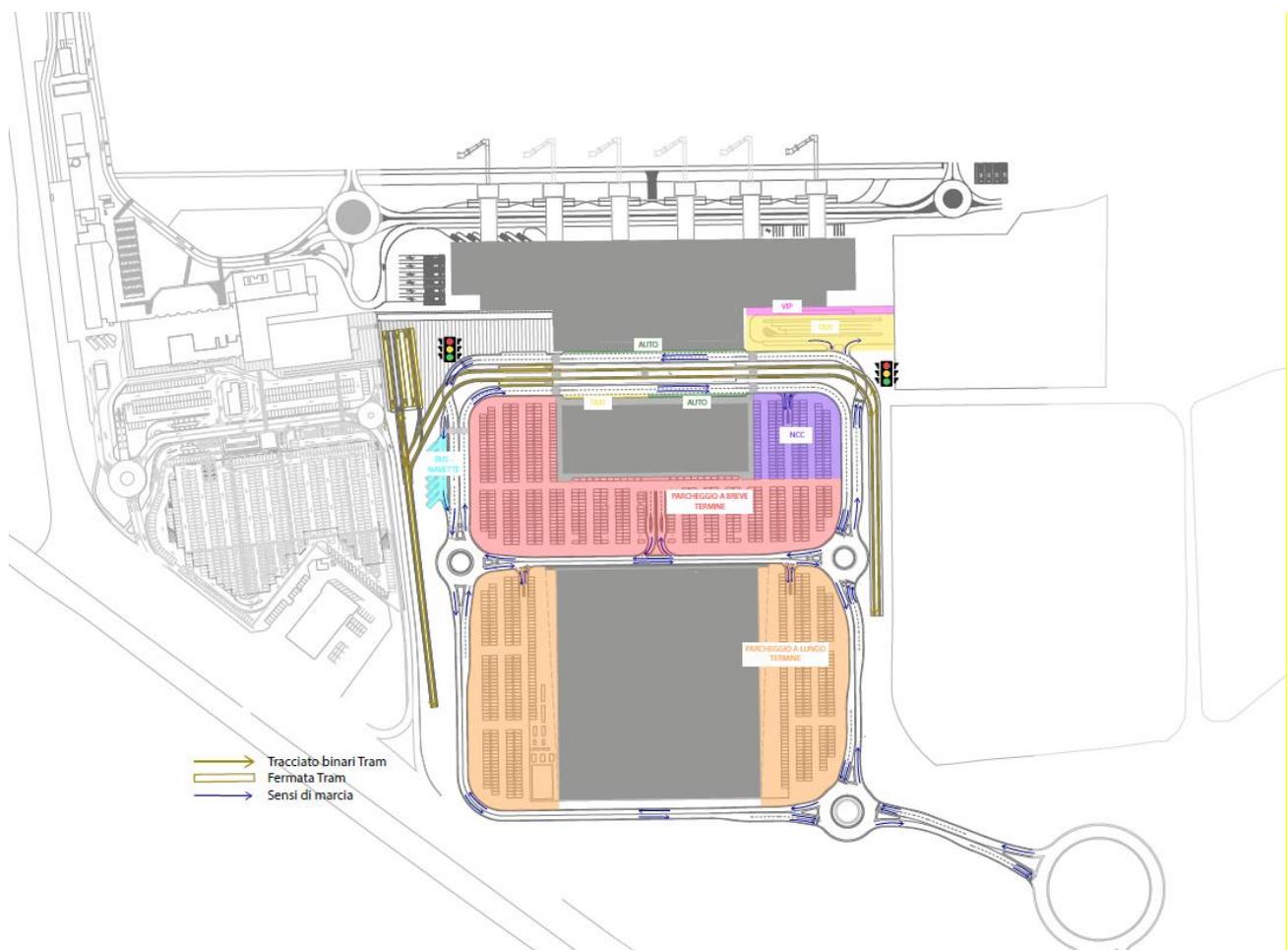


Figura 4: Schema planimetrico viabilità e sosta di progetto

La futura linea tranviaria si localizza in posizione baricentrica rispetto ai nuovi terminal degli arrivi a Nord e a delle partenze a Sud. Lo schema di viabilità proposto risulta simmetrico rispetto ai due edifici degli arrivi e delle partenze - dalla direttrice di Via Giovanni Luber, l'accesso al nuovo terminal è gestito da una prima rotatoria che separa i flussi relazionati con il terminal arrivi da quelli delle partenze. La viabilità dunque segue

il perimetro dell'area di intervento e attraverso due nodi a rotatoria interni sono garantiti la molteplicità di percorsi interni e adeguata flessibilità al sistema. L'attraversamento della linea tranviaria sarà gestito tramite impianti semaforici attuati al passaggio del tram. Gli attraversamenti pedonali sono invece gestiti a precedenza.

Le aree di sosta e di carico e scarico dei passeggeri saranno dimensionate in funzione della domanda di traffico precedentemente stimata; la segnaletica indirizzerà gli utenti alle diverse aree di progetto consentendo di ottimizzare gli spostamenti interni, limitare i punti di conflitto tra le diverse modalità di trasporto, gestire la complessità delle relazioni che dovranno essere soddisfatte.

Di seguito si riportano alcuni dettagli della planimetria di progetto da cui emerge il dimensionamento geometrico dei principali elementi.

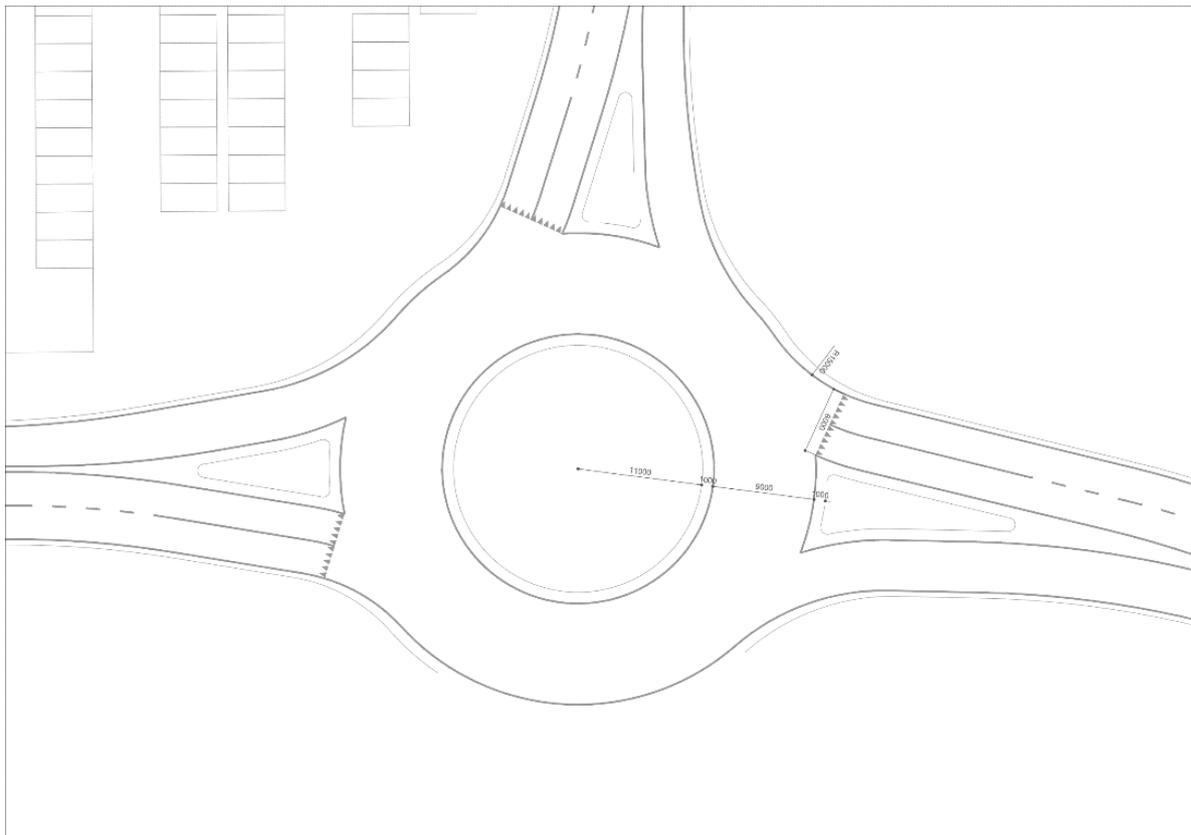


Figura 5: Rotatoria di progetto di accesso alla rete aeroportuale

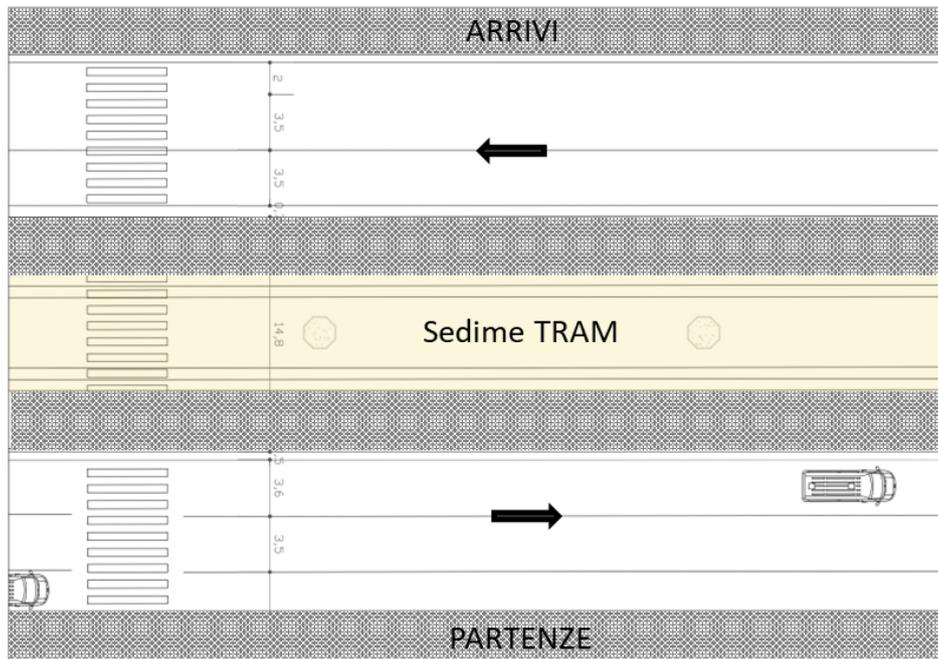


Figura 6: Dettaglio planimetrico strada a Nord

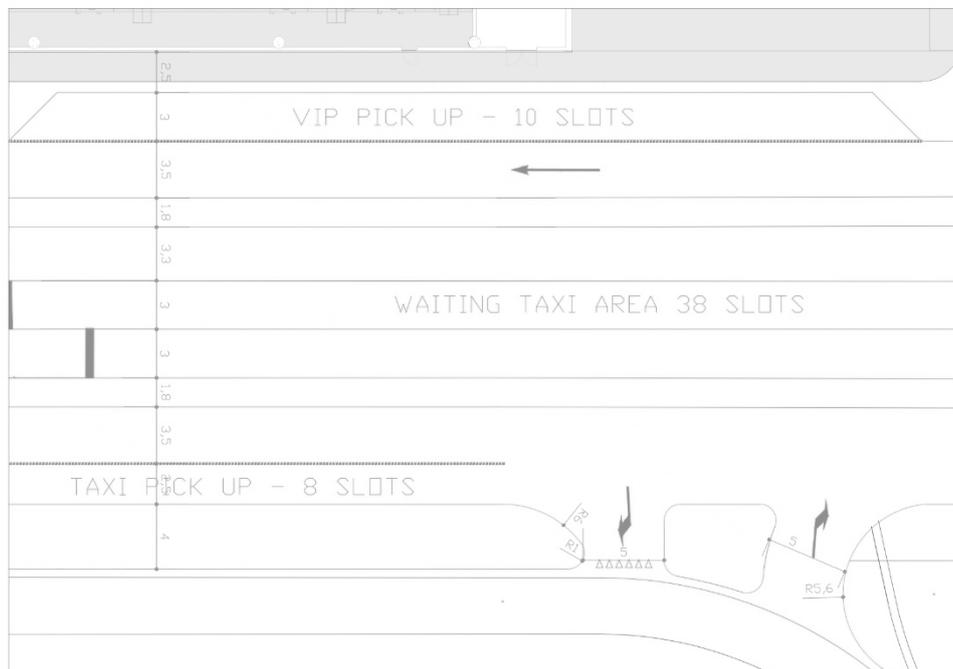


Figura 7: Dettaglio progettuale del parcheggio taxi e VIP

4.1 Percorsi

Di seguito si illustra lo schema di circolazione e di sosta di progetto.

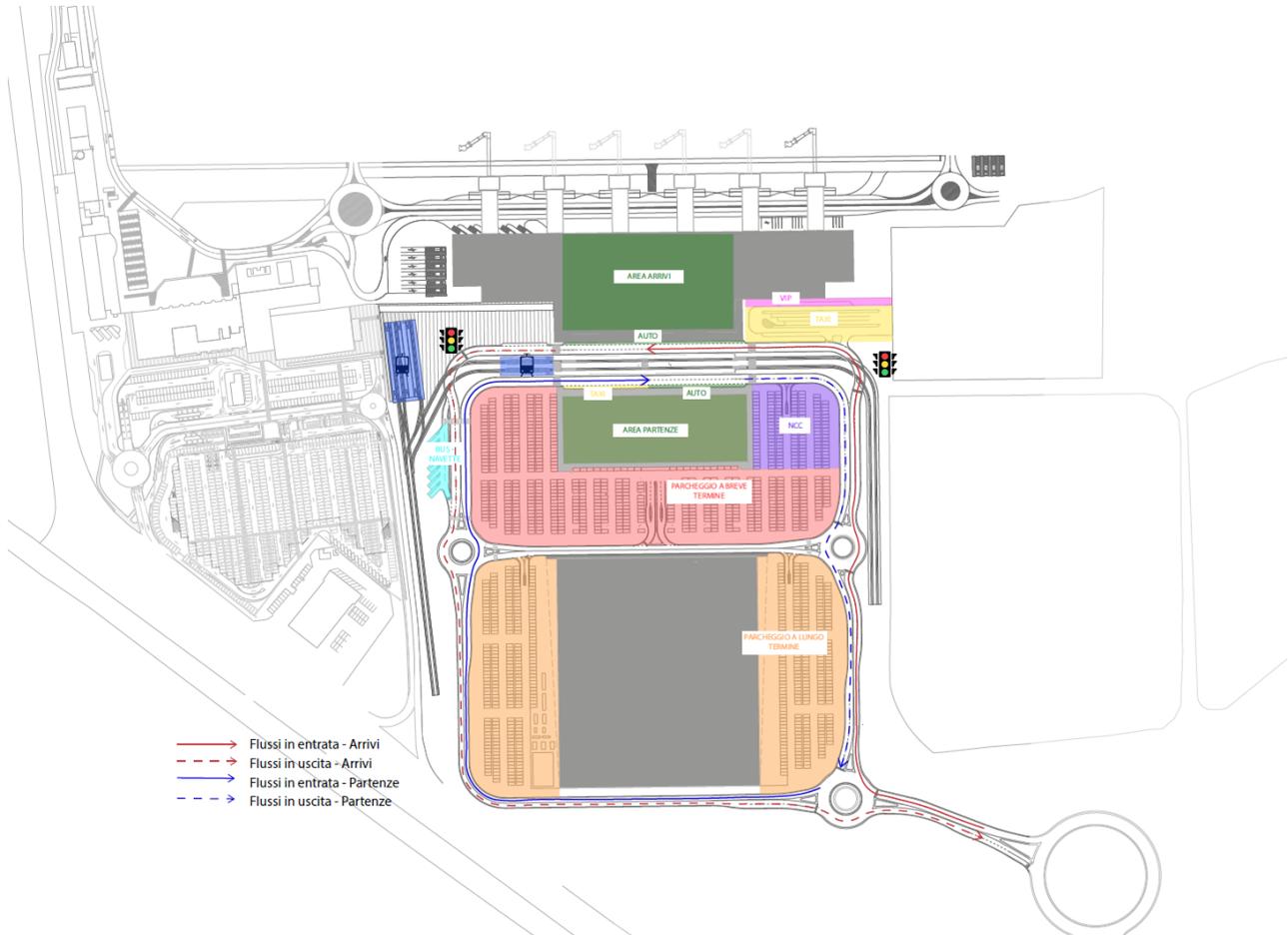


Figura 8: Sistema di circolazione

La rete viabilistica di progetto vede nel primo nodo a rotatoria, posizionato in posizione sud – est, la porta di ingresso all’area, in quanto unico collegamento con la viabilità esterna. I flussi in ingresso al comparto si distribuiranno verso Nord, se diretti al terminal degli arrivi, mentre proseguiranno verso Ovest, se diretti al terminal delle partenze. Il fronte degli edifici sarà servito da una viabilità a senso unico, separata dalla linea tranviaria. La linea tranviaria L2.1 verso Sesto Fiorentino scorrerà tra le due viabilità intersecando la viabilità degli arrivi in due nodi che si prevedono gestiti da un impianto semaforico attuato dal passaggio del tram. La fermata della nuova linea tranviaria si trova tra i due terminal. L’altra linea tranviaria T2, già esistente, ha il capolinea a ovest del terminal arrivi.

I due noti a rotatoria e la connessione viaria a sud del terminal degli arrivi consentirà l'accesso alle aree di sosta così come la possibilità di correggere il proprio itinerario in caso di scelta di percorso errato da parte della utenza.

Per garantire la corretta organizzazione dei percorsi e fruizione degli spazi, sarà necessario che in corrispondenza della rotatoria di ingresso, così come in corrispondenza delle intersezioni interne, sia adottato un sistema di segnaletica chiaro e facilmente interpretabile in modo da guidare l'utenza in maniera efficace verso la propria area di destinazione. Inoltre va sottolineato che la rete viaria dovrà essere dotata di sistemi di controllo che impediscano la sosta laddove non consentita, garantendo fluidità e adeguata capacità alla circolazione veicolare. Analogamente le aree destinate alla sosta e alle attività di drop – off e Pick- up dovranno essere gestite in modo tale che l'utenza sia forzata al rispetto delle tempistiche di stazionamento previste, soprattutto nelle aree antistanti i terminal.

Nelle immagini a seguire si evidenziano i percorsi di ogni categoria veicolare, bus, NCC, VIP, taxi, auto private e auto con passeggero.

I bus/navetta e gli NCC seguono il percorso ad anello differenziato tra arrivi e partenze. L'area bus/navette è situata a ovest dal terminal, sia per il drop-off sia per il pick-up (evidenziata in azzurro nell'immagine), ed è accessibile attraverso il percorso degli arrivi. L'area degli NCC, invece, è posizionata a est del terminal partenze ed è accessibile con il percorso delle partenze.

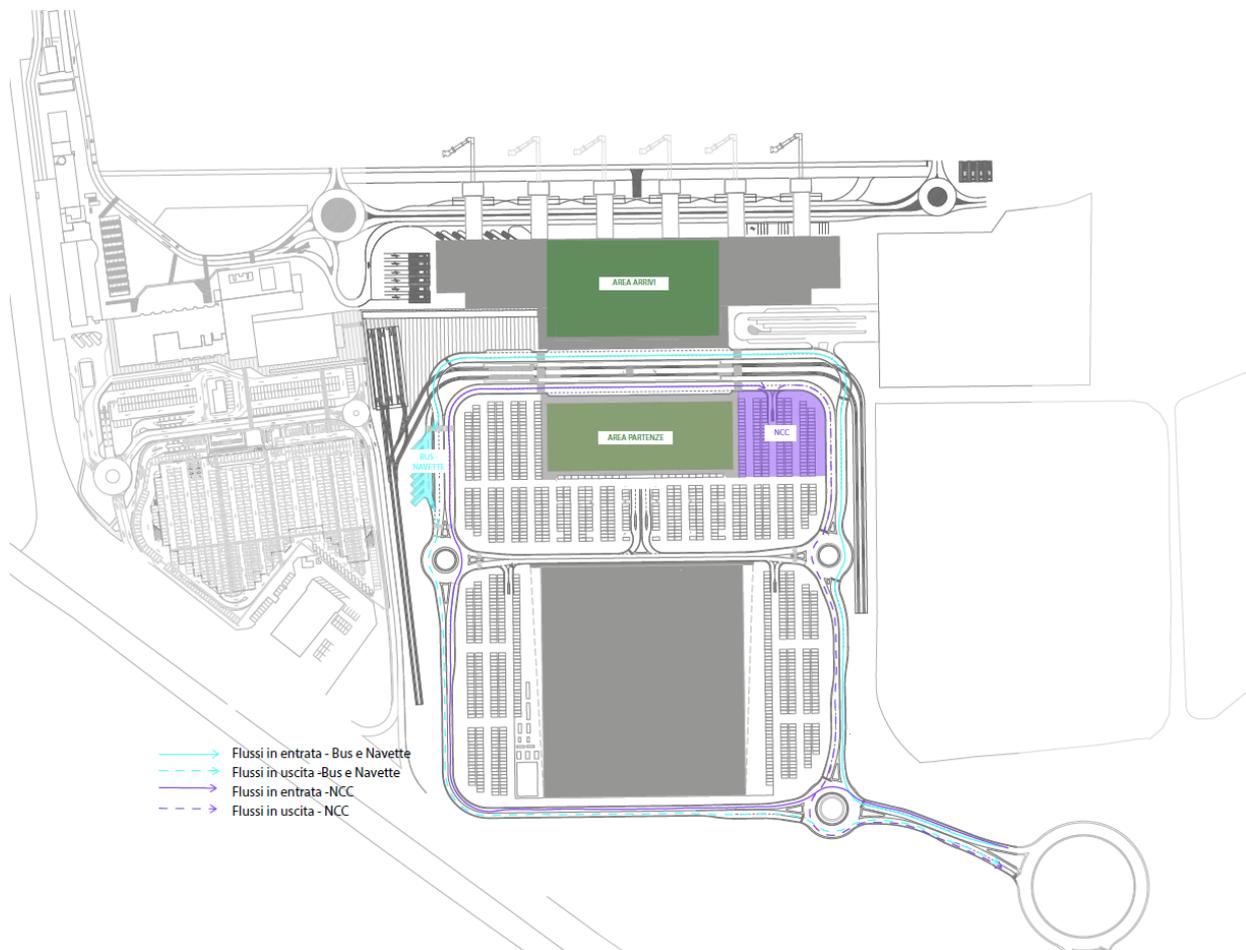


Figura 9: Percorsi per l'area bus/navette e NC

Il pick up dei taxi avviene in un'area dedicata a est del terminal arrivi. Alcuni taxi in ingresso all'area arrivano direttamente dall'ingresso a rotatoria posto a sud est della rete, altri invece si trovano già all'interno della rete in quanto arrivano dalla zona di drop off taxi; quindi, dopo aver lasciato l'utente al terminal partenze si dirigono a quello degli arrivi per caricare altri passeggeri. In questa zona è stata riservata una corsia per i VIP, che compiono lo stesso percorso dei taxi; quindi, entrano nella rete da sud est. L'uscita di entrambi avviene seguendo il percorso antiorario, arrivando sempre alla rotatoria d'ingresso a sud est. Il drop off dei taxi è situato di fronte al terminal partenze, in sede promiscua con le auto private.

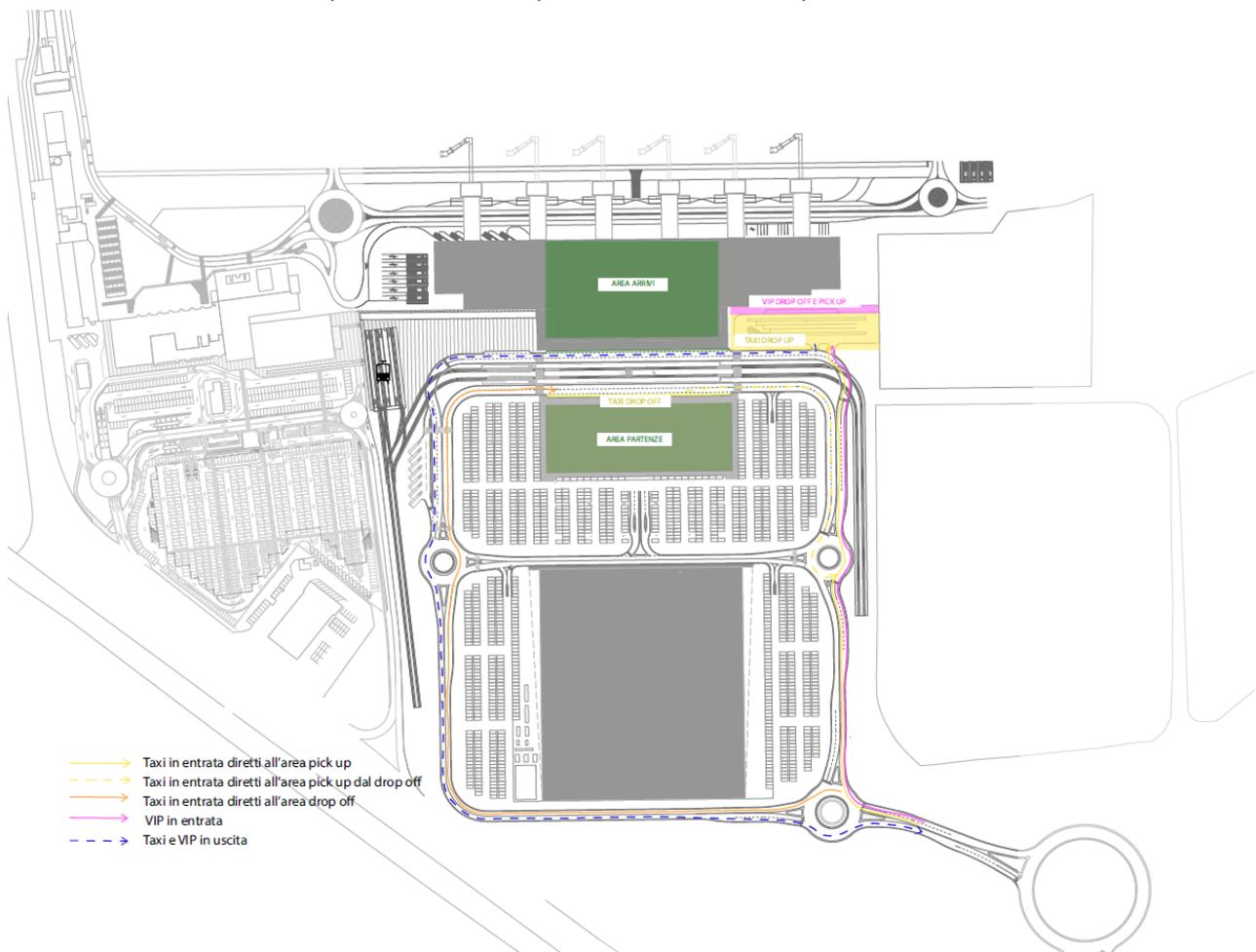


Figura 10: Sistema di circolazione per taxi e VIP

Per quanto riguarda le aree di sosta per auto private, sono presenti due parcheggi: uno a breve termine e uno a lungo termine (per utenti che sostano più di 24 ore). A sud del terminal partenze è presente il parcheggio per la sosta breve che può servire gli utenti di entrambi i terminal, alcuni che sostano in attesa di un passeggero in arrivo e poi si dirigono all'area pick up e altri che lasciano l'auto in sosta per accompagnare

l'utente al terminal partenze. Il percorso per raggiungere il parcheggio a sosta breve è quello antiorario, degli arrivi. Per accedere a questo parcheggio vengono utilizzate le due rotatorie interne. L'altro percorso, quello delle partenze, viene utilizzato per raggiungere il parcheggio a lungo termine. Entrambi gli ingressi sono situati sulla bretella centrale a doppio senso collegata dalle due rotatorie interne.

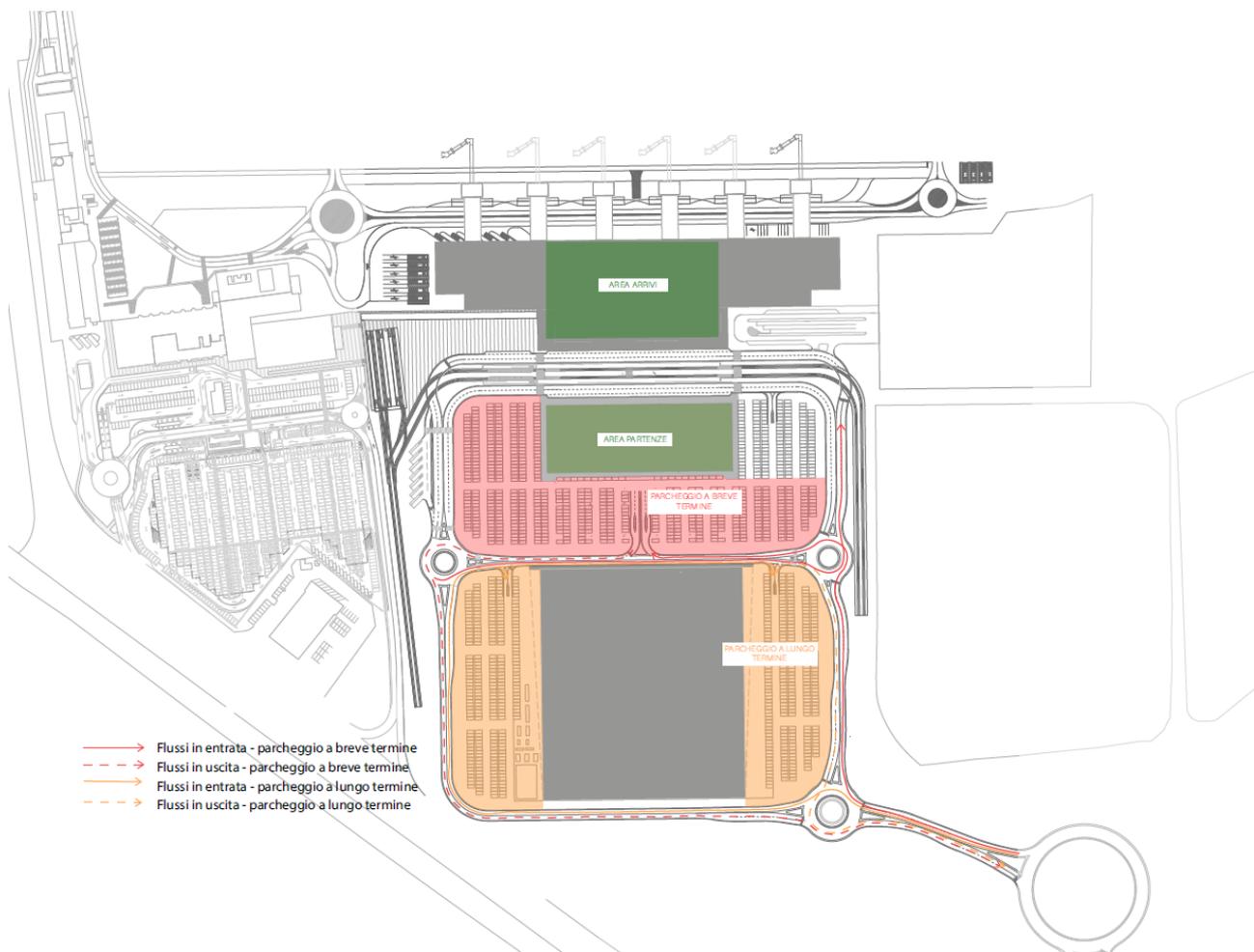


Figura 11: Percorsi in entrata e uscita ai parcheggi

La viabilità interna così strutturata garantisce un'elevata accessibilità pedonale a ciascuna area. I percorsi pedonali connettono in maniera adeguata l'area arrivi e l'area partenze secondo tutte le modalità di trasporto previste. Gli attraversamenti pedonali contribuiscono a creare interconnettività garantendo distanziamenti adeguati con i punti viabilistici più critici e preservando la sicurezza degli utenti.

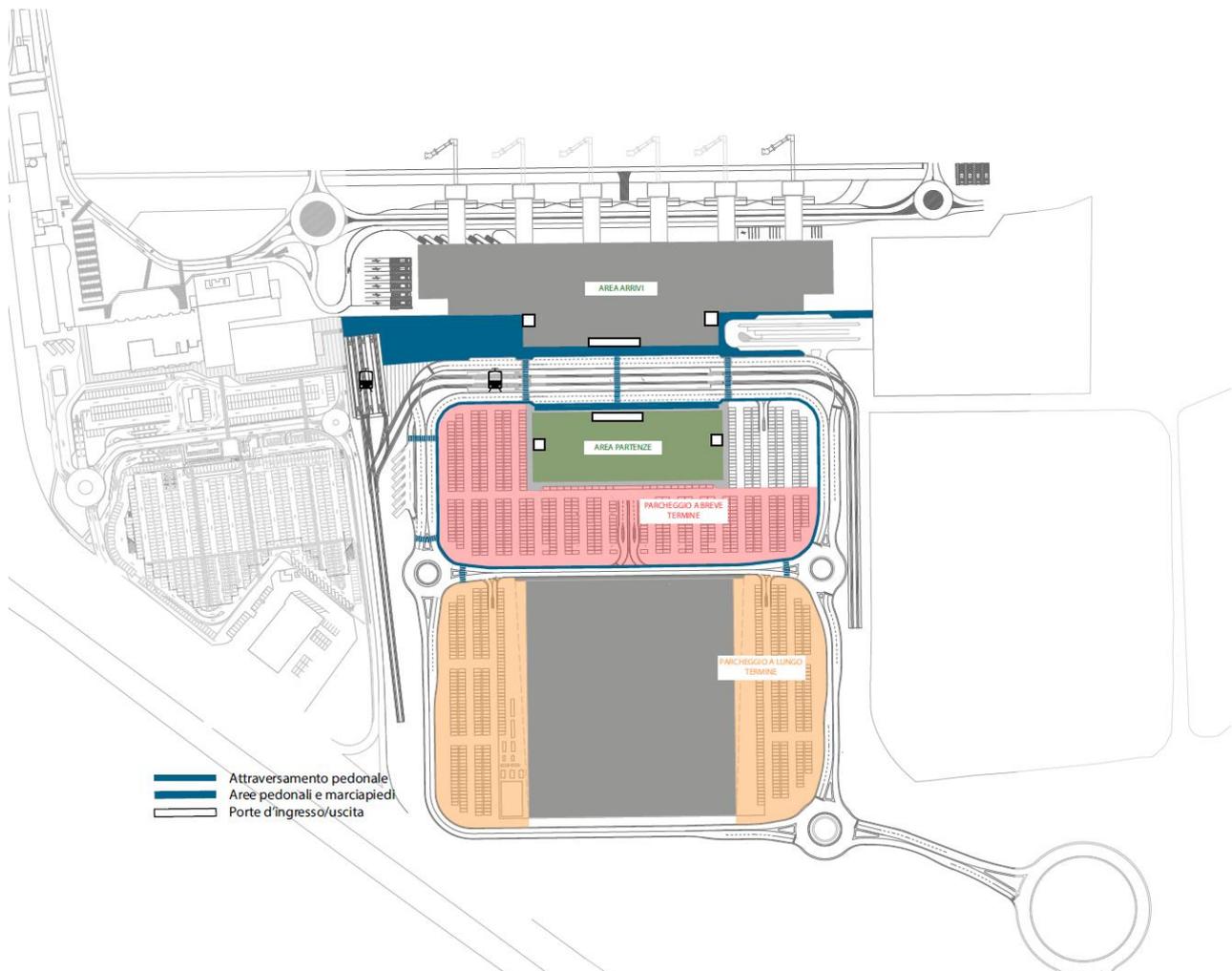


Figura 12: Circolazione pedonale

4.2 Sosta

Nello schema successivo si evidenziano le diverse zone riservate a pick up e drop off per ogni categoria veicolare (auto private, auto con passeggeri, NCC, VIP, bus/navette, taxi). Ogni servizio ha un'area dedicata che potrà essere adeguatamente segnalata all'utenza ed a elevata accessibilità pedonale. L'organizzazione di queste aree deriva dallo studio della stima della domanda di sosta esposto nel capitolo precedente.

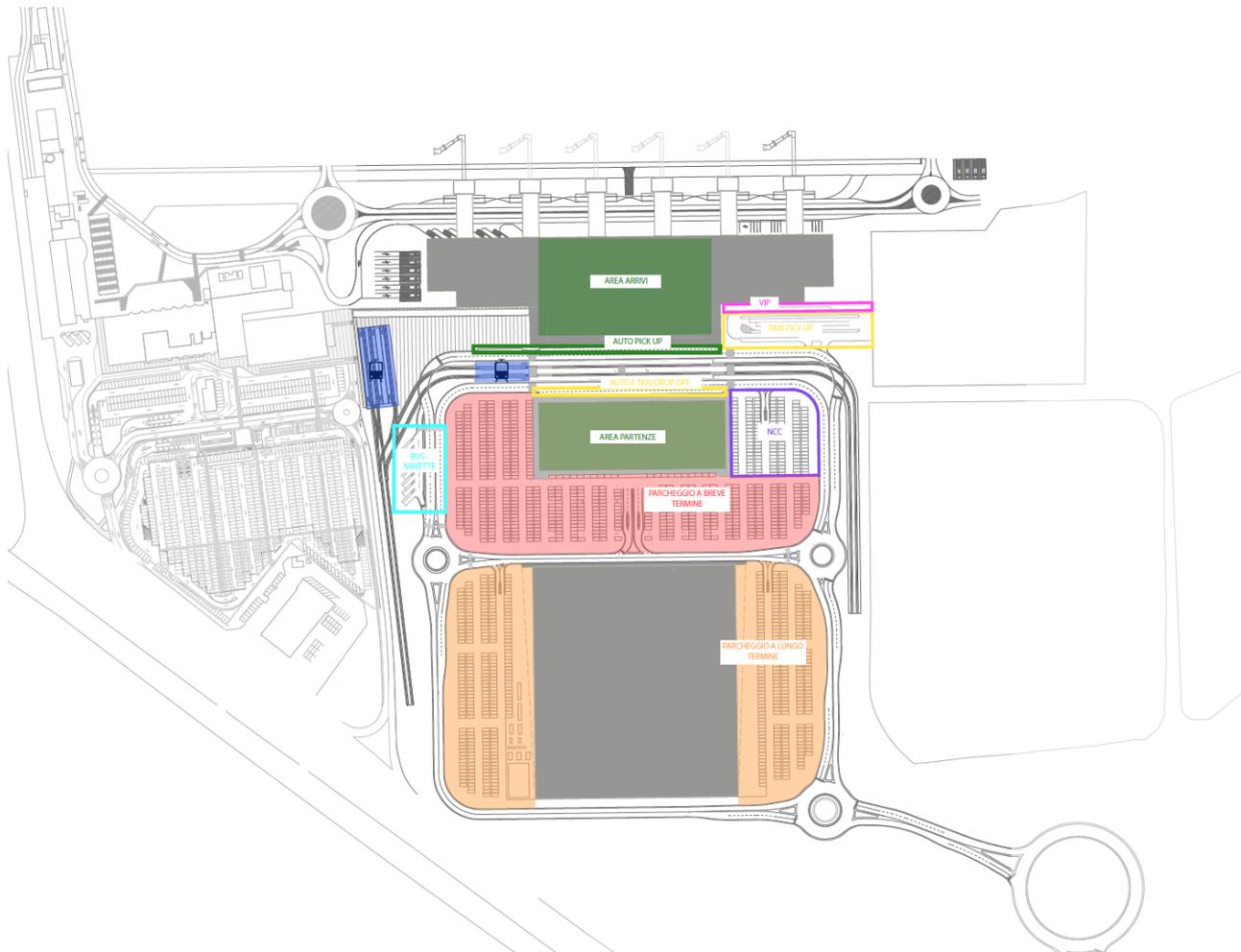


Figura 13: Aree drop off e pick up

Davanti all'ingresso principale del terminal arrivi è stata dedicata una corsia con 20 stalli al pick up passeggeri per auto privata, dimensionata ipotizzando un tempo di sosta di 5 minuti. Per il pick up taxi e per i VIP è stata riservata un'intera area adiacente agli arrivi, in modo da garantire continuità pedonale e prossimità del servizio. Sono state riservate 3 corsie di accumulo per l'attesa dei taxi, 8 stalli per il pick up taxi con un'ampia area pedonale e una corsia riservata agli utenti VIP con 10 stalli.

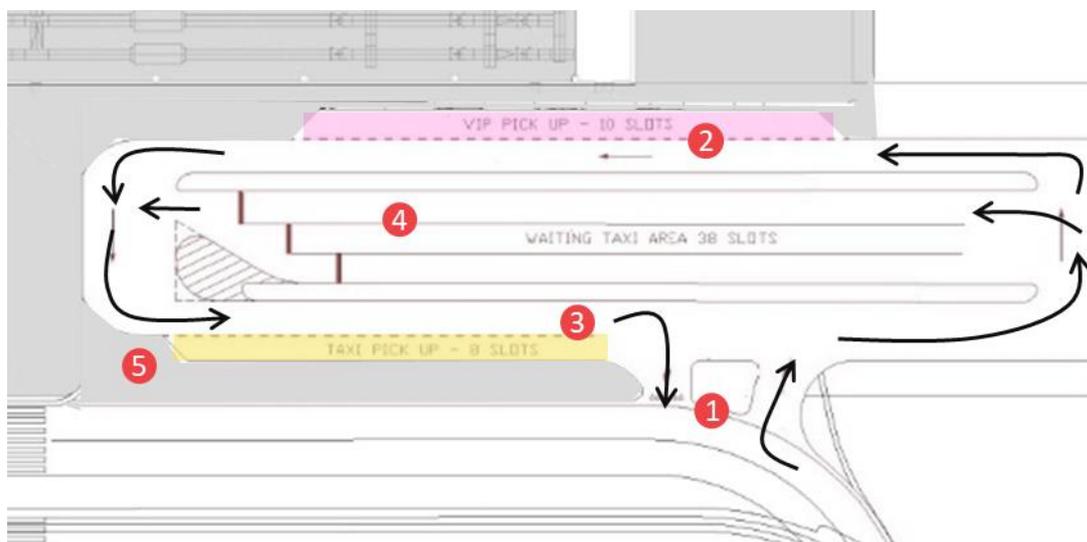


Figura 14: Area taxi e VIP pick up

Di seguito sono riportati gli elementi principali dell'area taxi:

1. Ingresso e uscita separati per permettere che il ramo di uscita sia in rettilineo e non in curva
2. Corsia riservata per VIP e stalli di sosta per il pick up e il drop off
3. Area di pick up per i taxi
4. Corsie di accumulo e attesa per i taxi
5. Area pedonale per l'attesa dei taxi

Il drop off dei taxi, invece, avviene di fronte al terminal partenze, in sede promiscua con le auto private. In totale si contano 22 stalli per drop off auto e taxi in linea con il fabbisogno stimato.

A sinistra dell'edificio delle partenze, è presente l'area riservata ai Bus e alle Navette in cui sono presenti 7 a pettine che hanno accesso dalla viabilità degli arrivi.

4.3 Verifiche geometriche

Gli spazi di circolazione e di sosta sono stati dimensionati con l'utilizzo del software specialistico Autoturn che simula gli spazi di manovra dei veicoli in movimento in funzione della categoria veicolare attesa e della velocità di spostamento.

Di seguito si riportano le categorie veicolari utilizzate per le verifiche dei diversi ambiti.

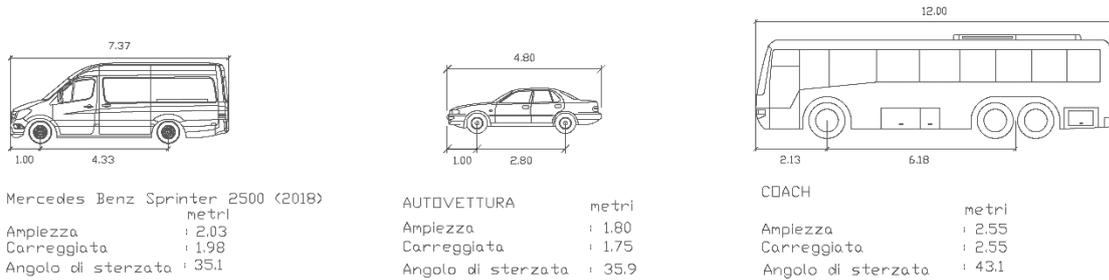


Figura 15: Tipologie veicolari utilizzate per le verifiche di ingombro geometrico

A seguire si riportano i dettagli planimetrici in corrispondenza dei quali sono state eseguite le verifiche. Si osserva che lo spazio a disposizione è sufficiente ad accogliere le diverse tipologie veicolari in movimento a dimostrazione del corretto dimensionamento geometrico delle aree di sosta e della viabilità.

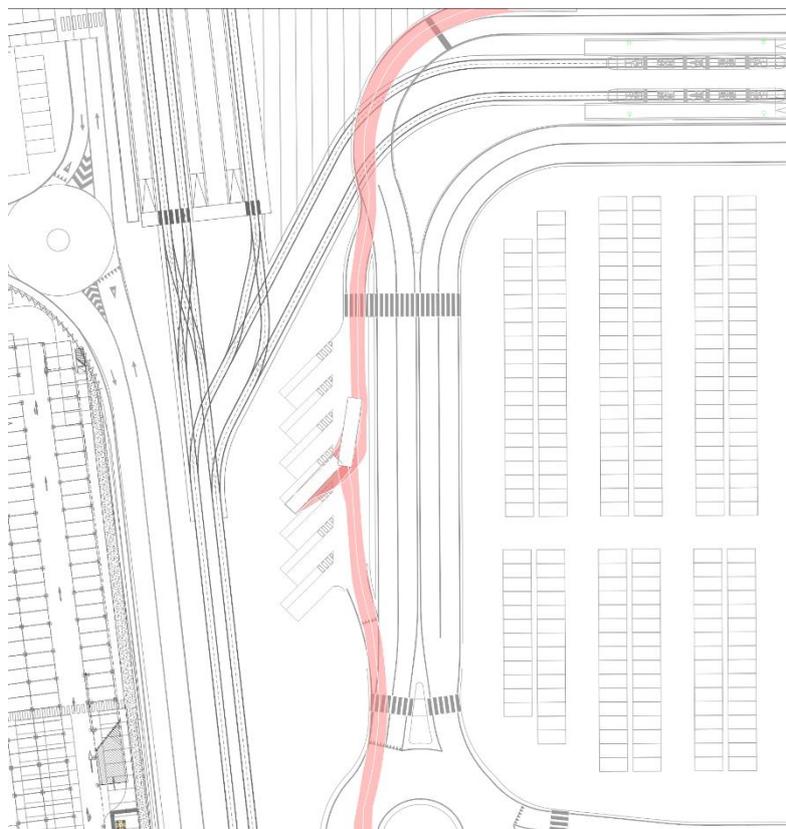


Figura 16: Verifica manovra di ingresso e uscita per i bus nell'area di sosta

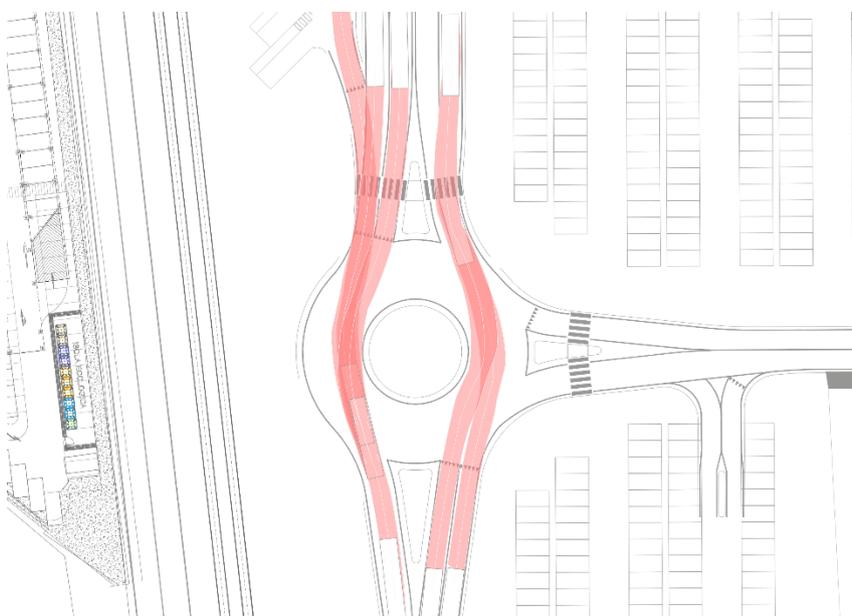


Figura 17: Verifica di iscrizione dei bus nella rotatoria vicino ai terminal

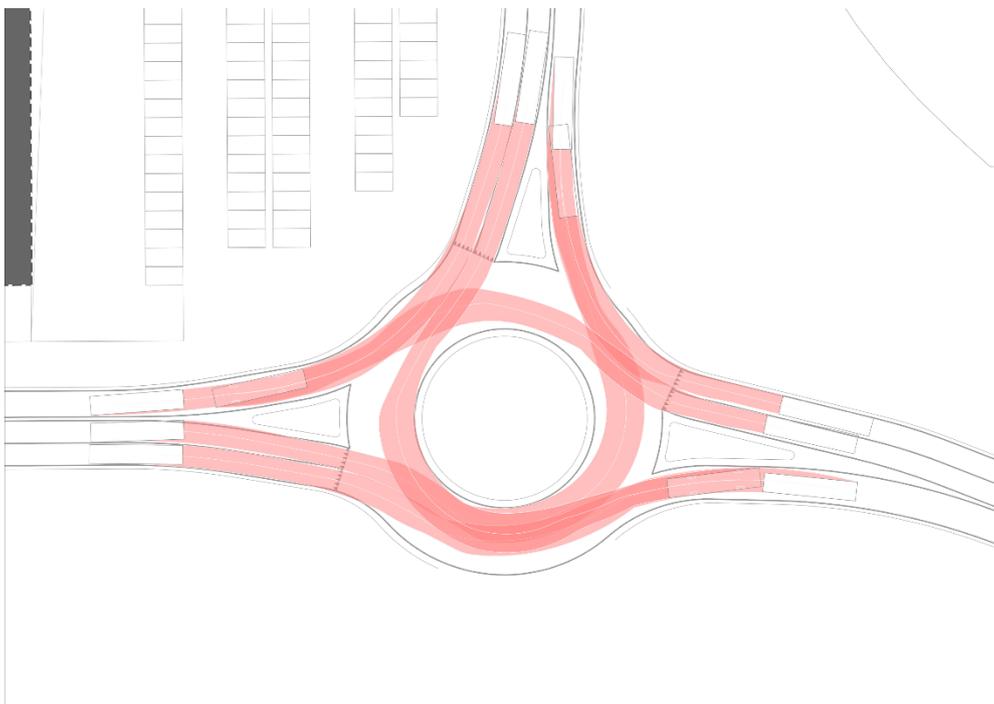


Figura 18: Verifica di iscrizione dei bus nella rotonda di ingresso all'aeroporto

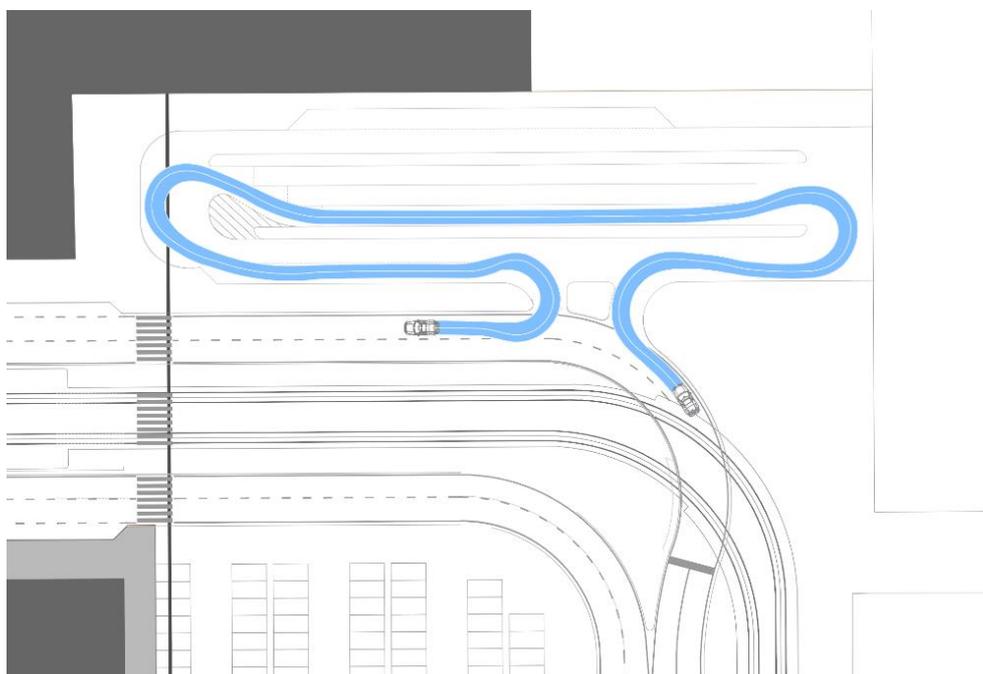


Figura 19: Verifica di iscrizione in curva nell'area taxi/VIP

5 Verifica modellistica

5.1 Premessa metodologica

Come specificato in premessa il modello di simulazione statica è limitato all'analisi della rotatoria principale di accesso all'aeroporto di Firenze, punto di convergenza tra flussi in entrata ed in uscita dal comparto aeroportuale e ai due nodi semaforizzati, posti in corrispondenza dei punti di conflitto con la linea tranviaria. La verifica statica è finalizzata alla validazione delle prestazioni dei nodi in termini di livello di servizio e accodamento.

5.2 Software utilizzato

Il software SIDRA Intersection® (Signalized & unsignalized Intersection Design and Research Aid) permette di valutare e confrontare i livelli di servizio delle intersezioni semaforizzate, a rotatoria e a semplice precedenza partendo da un algoritmo che tiene in considerazione quanto definito nel Highway Capacity Manual (HCM2010).

SIDRA® utilizza modelli analitici del traffico uniti ad un metodo iterativo di approssimazione per fornire le stime della capacità e le statistiche sulle prestazioni delle intersezioni e, in presenza di semaforo, l'ottimizzazione dei parametri di regolazione. Le intersezioni si confrontano generalmente in termini di Livello di Servizio (LOS, Level Of Service).

Il LOS per una intersezione viene calcolato in termini di ritardo medio per veicolo.

Il ritardo dipende da: progressione dei veicoli, durata del ciclo semaforico, rapporto di verde, fasatura, grado di saturazione (rapporto tra flusso e capacità). Il calcolo proposto sarà sviluppato secondo i dettami dell'Highway Capacity Manual (*Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2010) che individua i seguenti sei differenti livelli di servizio in funzione del valore del ritardo medio (espresso in secondi/veicolo) a seconda che si tratti di una intersezione semaforizzata o di una rotatoria.

Livello di Servizio per $v/c < 1$

Ritardo medio per veicolo [sec]

	Intersezione semaforizzata	Intersezione non semaforizzata (rotatoria)
A	≤10	≤10
B	10-20	10-15
C	20-35	15-25
D	35-55	25-35
E	55-80	35-50
F	>80	>50

Tabella 4: Livello di Servizio

5.3 Analisi nei nodi

I nodi presi in considerazione per l'analisi statica sono la rotatoria di accesso all'area aeroportuale e le due intersezioni semaforizzate in corrispondenza dell'attraversamento della linea tramviaria. Di ogni intersezione sono stati valutati il Livello di Servizio, gli accodamenti massimi e medi e il grado di saturazione.

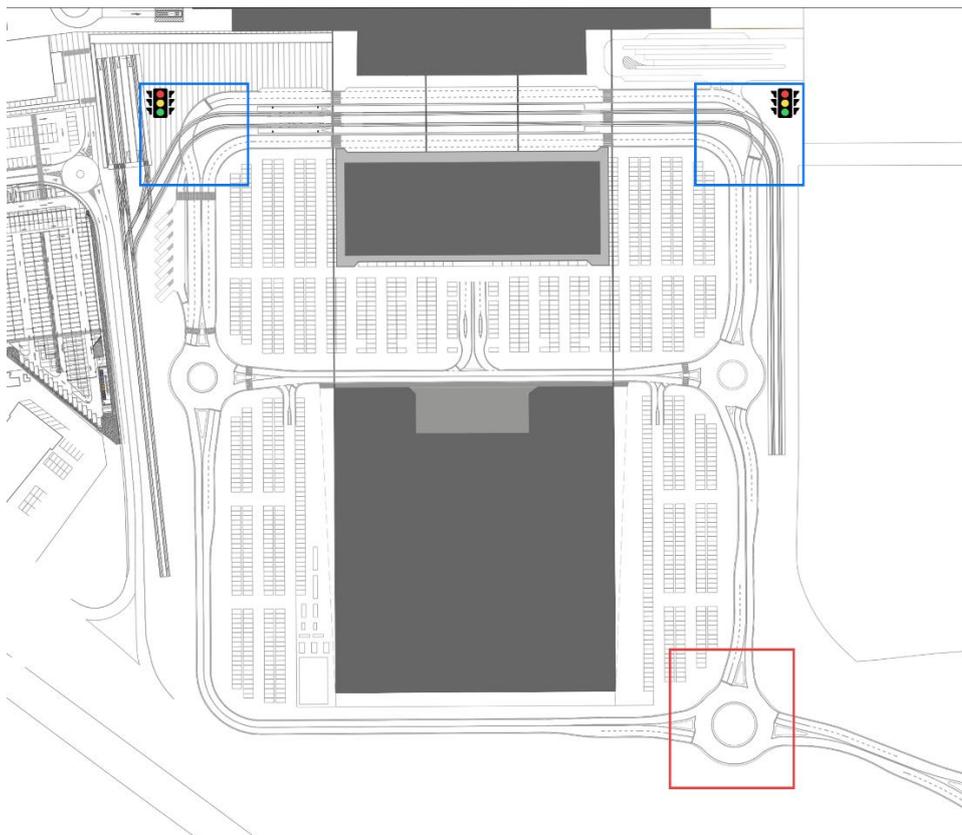


Figura 20: Nodi presi in considerazione per l'analisi statica

5.3.1 Intersezione a rotatoria

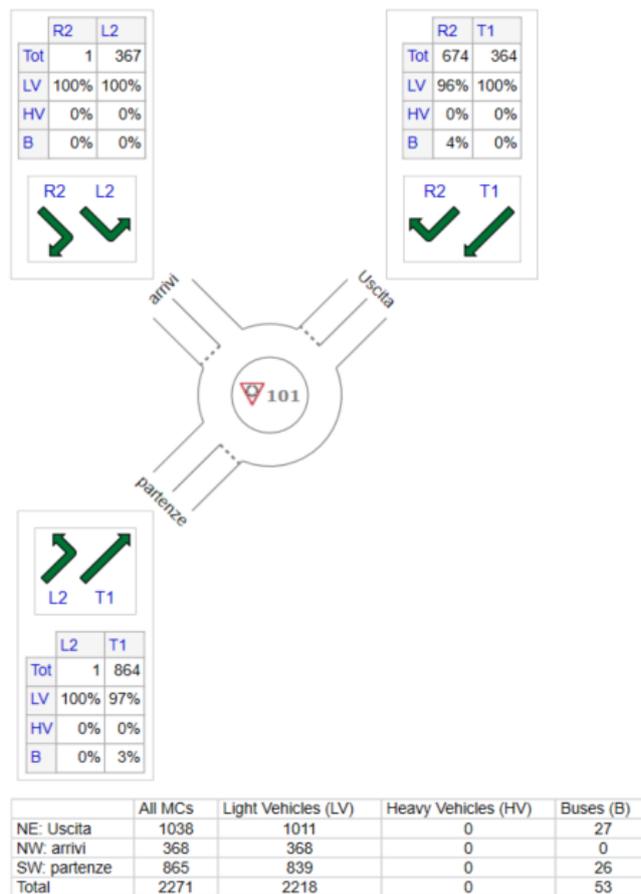
5.3.1.1 Scenario BASE

Il primo nodo studiato è la rotatoria posta a sud est dell'area aeroportuale. Nell'immagine sotto sono riportati i flussi veicolari orari per ogni manovra che interessano la rotatoria. Le diverse categorie veicolari sono state raggruppate in veicoli leggeri e bus.

APPROACH MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Approach Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)
Site: 101 [Rotatoria Firenze (Site Folder: General)]
Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

New Site
Site Category: (None)
Roundabout



SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:59:29
Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MODI\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 21: Flussi veicolari orari in rotatoria (scenario BASE)

Di seguito si riportano le risultanze dell'analisi statica della rotatoria. L'intersezione in oggetto non presenta particolari criticità, infatti come si osserva dall'immagine seguente il livello di servizio medio del nodo è ottimo (LOS A) e tutte le manovre rispondono con un LOS A, quindi nell'intersezione non si generano fenomeni di congestione o eccessivi accodamenti.

L'accodamento massimo che si verifica in rotatoria è di 24 metri ed è sul ramo di ingresso all'area aeroportuale, per la svolta in destra; il ramo proveniente dagli arrivi presenta un accodamento massimo di 12 metri per la svolta in sinistra e il ramo proveniente dalle partenze ha un accodamento massimo di 17 metri.

L'accodamento medio sul ramo di ingresso all'area aeroportuale è di 10 metri ed è minore sugli altri due rami, 5 metri su quello degli arrivi e 7 metri su quello delle partenze.

Per lo scenario BASE l'analisi statica dimostra che il nodo in oggetto non presenta criticità che influiscono sul corretto funzionamento dell'intersezione e dell'intera rete e riesce a sostenere i flussi veicolari in ingresso e uscita.

DELAY - AVERAGE (STOP-LINE)

Average stop-line delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

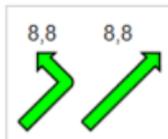
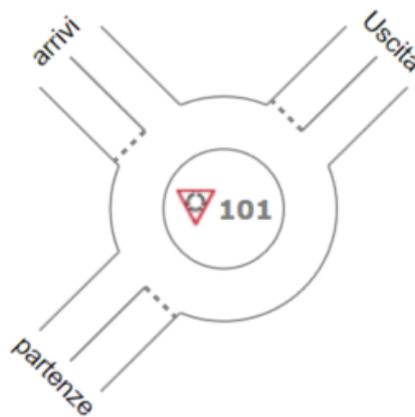
▼ Site: 101 [Rotatoria Firenze (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

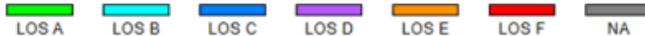
New Site
Site Category: (None)
Roundabout

All Movement Classes (*)

	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
Delay (Control)	4,9	7,1	8,8	6,7
LOS	A	A	A	A



Colour code based on Level of Service



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.
Site Level of Service (LOS) Method: Delay (SIDRA). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Options tab).
Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control
Delay Model: HCM Delay Formula (Stopline Delay: Geometric Delay is not included).

Approach values are flow-weighted average values for vehicle movements (pedestrian delays not included).

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:59:29
Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 22: Livello di Servizio della rotatoria (scenario BASE)

QUEUE DISTANCE (PERCENTILE)

Largest 95% Back of Queue Distance for any lane used by the vehicle movement (metres)

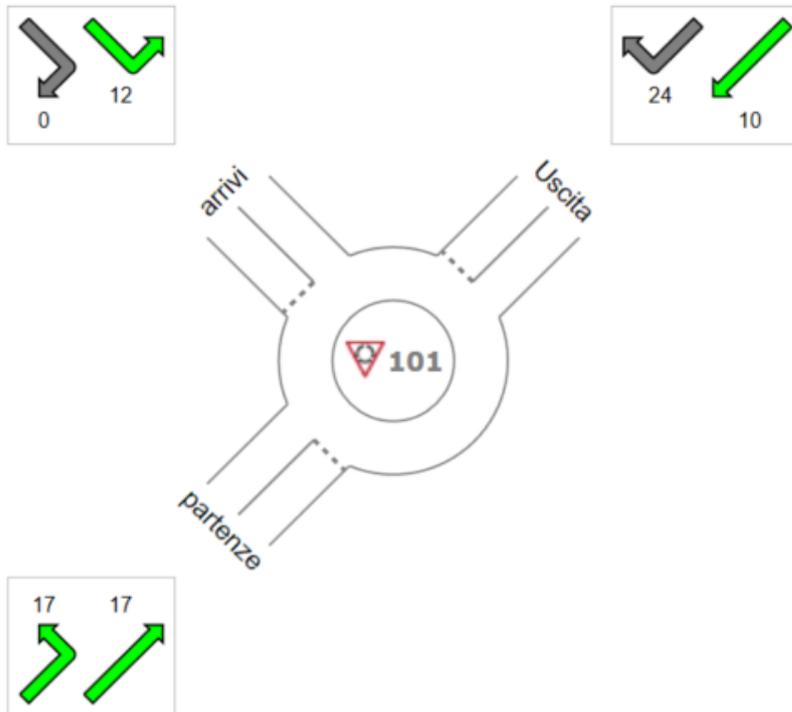
▼ Site: 101 [Rotatoria Firenze (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

New Site
Site Category: (None)
Roundabout

All Movement Classes (*)

	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
Vehicle Queue (%ile)	24	12	17	24



Colour code based on Queue Storage Ratio
 [< 0.6] [0.6 - 0.7] [0.7 - 0.8] [0.8 - 0.9] [0.9 - 1.0] [> 1.0] NA

NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class. Queue Model: SIDRA queue estimation methods are used for Back of Queue and Queue at Start of Green.

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:59:29
 Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 23: Accodamenti massimi in approccio alla rotatoria (scenario BASE)

QUEUE DISTANCE (AVERAGE)

Largest Average Back of Queue Distance for any lane used by the vehicle movement (metres)

▼ Site: 101 [Rotatoria Firenze (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

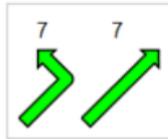
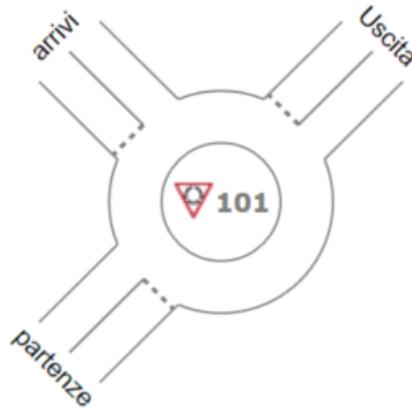
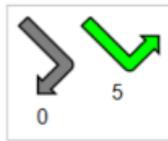
New Site

Site Category: (None)

Roundabout

All Movement Classes (*)

Queue Distance (Aver)	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
Queue Distance (Aver)	10	5	7	10



Colour code based on Queue Storage Ratio



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.
Queue Model: SIDRA queue estimation methods are used for Back of Queue and Queue at Start of Green.

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:59:29
Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 24: Accodamenti medi in approccio alla rotatoria (scenario BASE)

DEGREE OF SATURATION

Ratio of Arrival Flow to Capacity, v/c ratio per movement

Site: 101 [Rotatoria Firenze (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

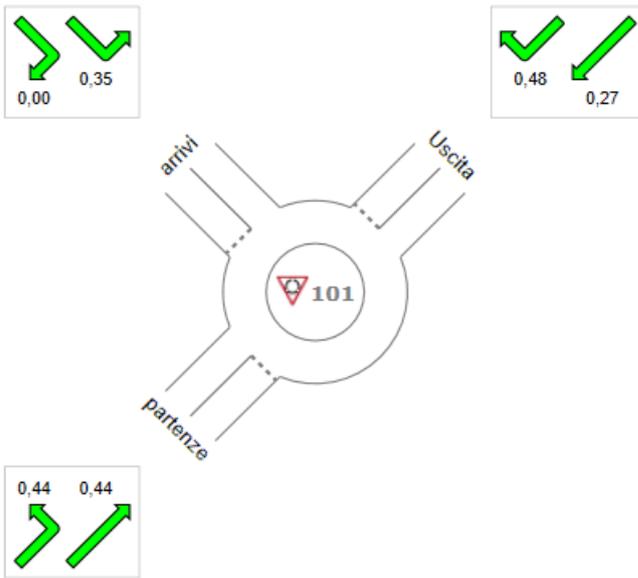
New Site

Site Category: (None)

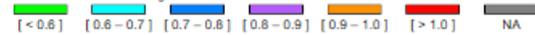
Roundabout

All Movement Classes (*)

Degree of Saturation	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
Degree of Saturation	0,48	0,35	0,44	0,48



Colour code based on Degree of Saturation



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.

SIDRA INTERSECTION 5.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidraolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 17:44:16
 Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 25: Grado di saturazione della rotatoria (scenario BASE)

5.3.1.2 Scenario SENSITIVITY +20%

Si propone uno scenario Sensitivity con aumento dei flussi dei mezzi leggeri del 20% per riprodurre l'incremento della domanda veicolare a lungo termine e per simulare uno scenario in cui i parcheggi di breve e lungo termine abbiano un'occupazione maggiore di quella dello scenario Base.

Nell'immagine sotto si riportano i flussi veicolari totali orari in approccio alla rotatoria, divisi per singola manovra.

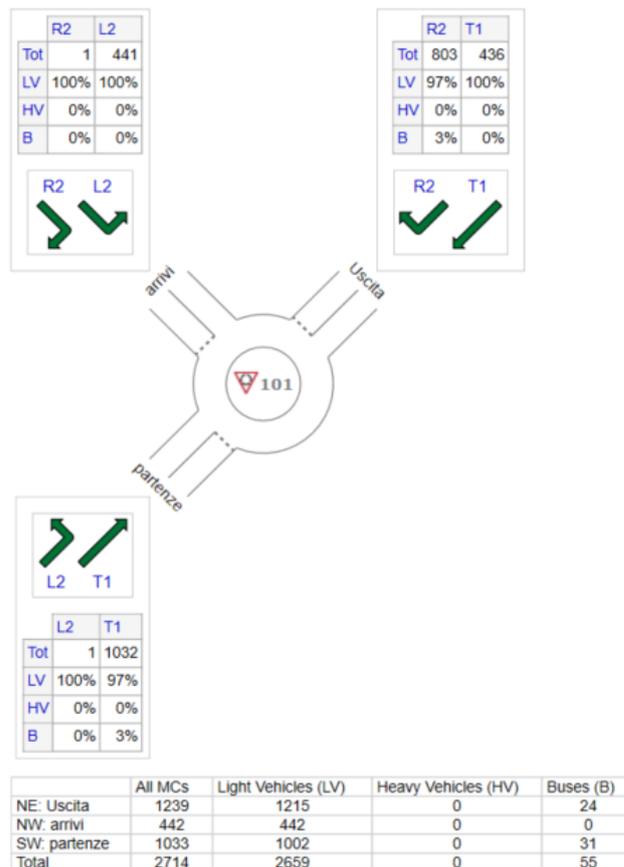
APPROACH MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Approach Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [Rotatoria Firenze - sensitivity (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

New Site
Site Category: (None)
Roundabout



SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:36:44
Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 26: Flussi veicolari orari in rotatoria (scenario SENSITIVITY)

Dalle risultanze dello scenario Sensitivity, si osserva che la rotatoria presenta un LOS medio A, quindi buono per il nodo; solamente le manovre del ramo proveniente dalle partenze mostrano un LOS B, che risulta sempre buono per l'intersezione perché gli accodamenti sono contenuti e il grado di saturazione inferiore a 0,6. L'accodamento massimo su questo ramo è di 33 metri e quello medio è di 13 metri. Sugli altri rami gli accodamenti sono minori: il ramo degli arrivi presenta un accodamento massimo di 18 metri e un accodamento medio di 7 metri, invece sul ramo di ingresso all'aeroporto si osserva una coda massima di 34 metri per la svolta in destra e di 12 metri per la manovra in direzione partenze, le code medie sono più contenute, rispettivamente 14 metri e 5 metri.

Anche il grado di saturazione è ottimo, sempre inferiore a 0,6 per tutte le manovre, quindi il nodo in oggetto ha una buona capacità e non presenta particolari criticità che possono influire sul corretto funzionamento della rete.

DELAY - AVERAGE (STOP-LINE)

Average stop-line delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

▼ Site: 101 [Rotatoria Firenze - sensitivity (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

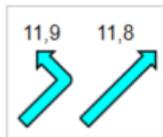
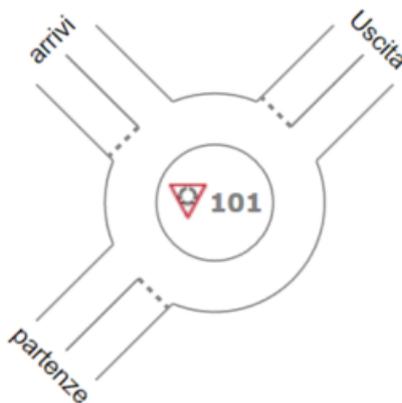
New Site

Site Category: (None)

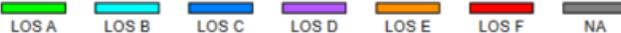
Roundabout

All Movement Classes (*)

	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
Delay (Control)	5,3	8,9	11,8	8,3
LOS	A	A	B	A



Colour code based on Level of Service



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.

Site Level of Service (LOS) Method: Delay (SIDRA). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Options tab).

Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control

Delay Model: HCM Delay Formula (Stopsign Delay: Geometric Delay is not included).

Approach values are flow-weighted average values for vehicle movements (pedestrian delays not included).

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:36:44

Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 27: Livello di Servizio della rotatoria (scenario SENSITIVITY)

QUEUE DISTANCE (PERCENTILE)

Largest 95% Back of Queue Distance for any lane used by the vehicle movement (metres)

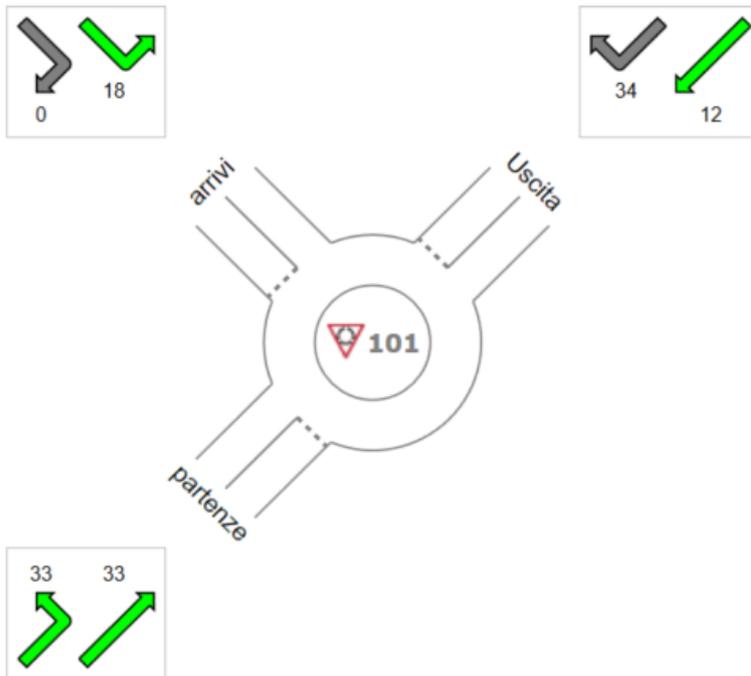
▼ Site: 101 [Rotatoria Firenze - sensitivity (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

New Site
Site Category: (None)
Roundabout

All Movement Classes (*)

Vehicle Queue (%ile)	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
	34	18	33	34



Colour code based on Queue Storage Ratio
 [< 0.6] [0.6 - 0.7] [0.7 - 0.8] [0.8 - 0.9] [0.9 - 1.0] [> 1.0] NA

NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.
 Queue Model: SIDRA queue estimation methods are used for Back of Queue and Queue at Start of Green.

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:36:44
 Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 28: Accodamenti massimi in approccio alla rotatoria (scenario SENSITIVITY)

QUEUE DISTANCE (AVERAGE)

Largest Average Back of Queue Distance for any lane used by the vehicle movement (metres)

▼ Site: 101 [Rotatoria Firenze - sensitivity (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

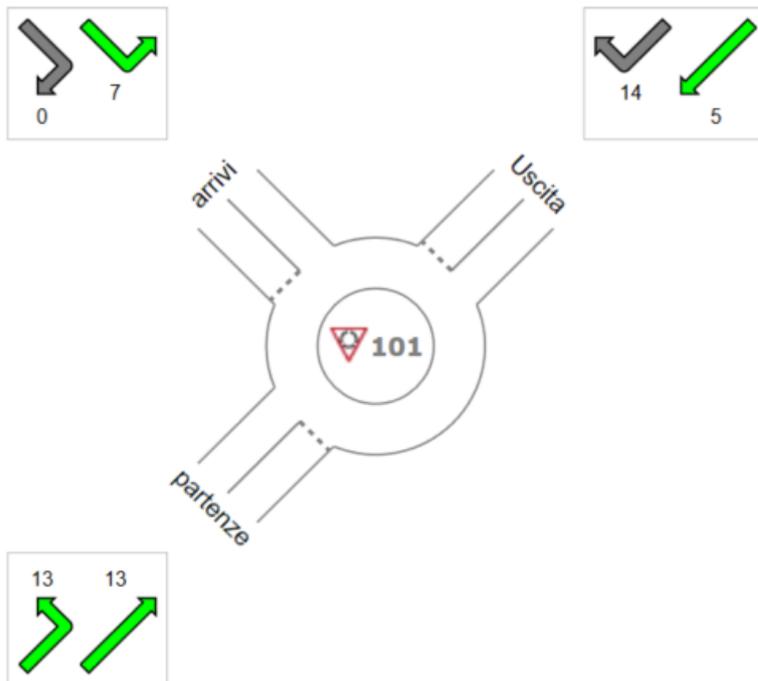
New Site

Site Category: (None)

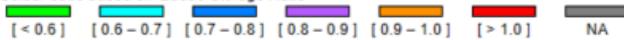
Roundabout

All Movement Classes (*)

Queue Distance (Aver)	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
	14	7	13	14



Colour code based on Queue Storage Ratio



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class. Queue Model: SIDRA queue estimation methods are used for Back of Queue and Queue at Start of Green.

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:36:44
Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 29: Accodamenti medi in approccio rotatoria (scenario SENSITIVITY)

DEGREE OF SATURATION

Ratio of Arrival Flow to Capacity, v/c ratio per movement

▼ Site: 101 [Rotatoria Firenze - sensitivity (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

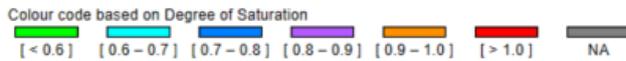
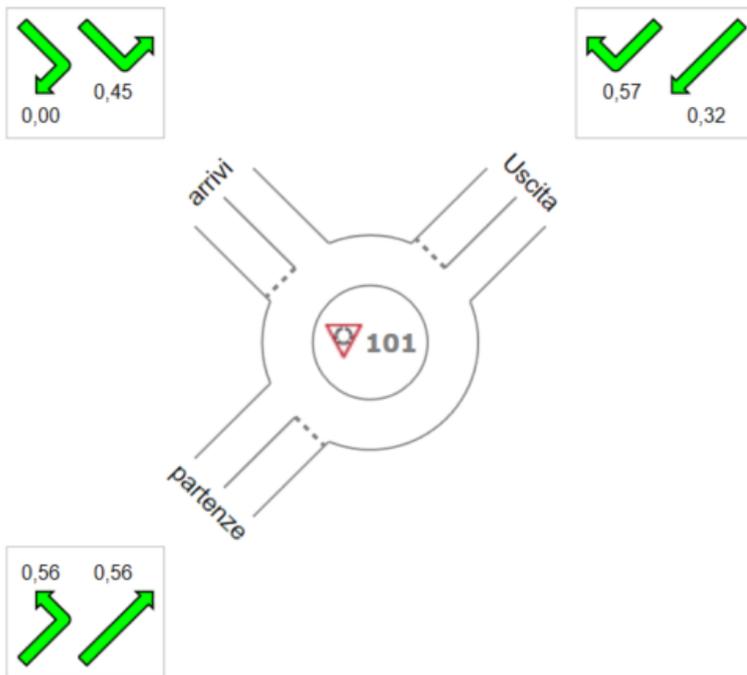
New Site

Site Category: (None)

Roundabout

All Movement Classes (*)

Degree of Saturation	Approaches			Intersection
	Northeast	Northwest	Southwest	
Degree of Saturation	0,57	0,45	0,56	0,57



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 09:36:44
Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\240314_Rotatoria.sip9

Figura 30: Grado di saturazione della rotatoria (scenario SENSITIVITY)

5.3.2 interferenza percorso veicolare – tramvia

Sono state studiate anche le due intersezioni semaforizzate di interferenza tram – veicolo. In particolare questi due nodi interessano il flusso veicolare degli arrivi, i taxi e i bus/navette.

Secondo le previsioni il tram avrà una frequenza di 8 minuti. Per garantire la sicurezza dei veicoli e la continuità del percorso tranviario, sono stati predisposti due impianti semaforici attuati che prevedono al passaggio del tram uno stop di 30 secondi (tempo complessivo di giallo + rosso) per i veicoli in transito sulla viabilità veicolare.

Nell’immagine di seguito si riporta il flusso veicolare che interferisce con la tramvia. Il flusso veicolare di 815 veh eq/ora comprende le auto private, i taxi e i bus/navette che sono stati inseriti nel flusso con un coefficiente di equivalenza pari a 2,5, calcolato come media tra il coefficiente di equivalenza dei bus pari a 4 e quello delle navette pari a 1,5.

APPROACH MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Approach Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

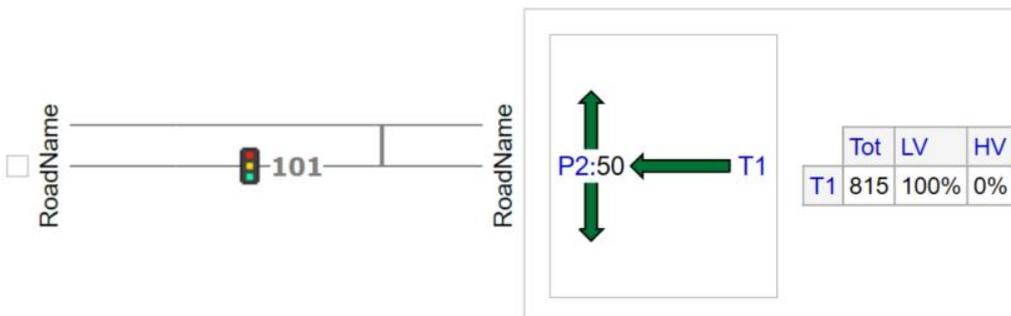
Site: 101 [Attraversamento Tram - Copy (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

New Site

Site Category: (None)

Signals - EQUISAT (Fixed-Time/SCATS) Isolated Cycle Time = 232 seconds (Site User-Given Phase Times)



	All MCs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
E: RoadName	815	815	0
Total	815	815	0

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / IPC | Processed: mercoledì 20 marzo 2024 16:17:15
 Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MODI\SIDRA\220523_Attraversamento tram.sip9

Figura 31: Flusso veicolare orario che interferisce con la tramvia

Anche queste due intersezioni rispondono con un LOS A. L'accodamento massimo delle auto è di 61 metri e quello medio è di 37 metri.

La capacità dell'intersezione in oggetto è ottima e l'interferenza del tram con la rete aeroportuale non crea disagi alla viabilità.

LEVEL OF SERVICE

Lane Level of Service

Site: 101 [Attraversamento Tram - Copy (Site Folder: General)]

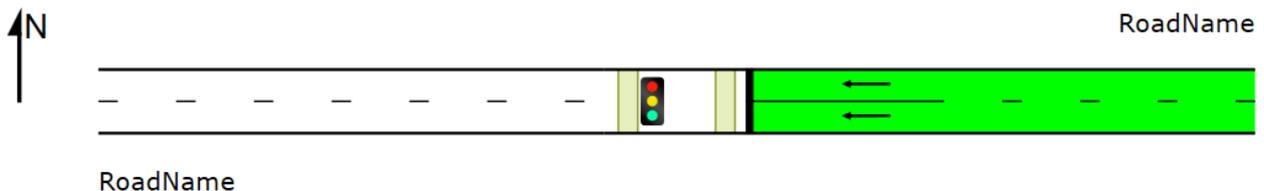
Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.3.210

New Site

Site Category: (None)

Signals - EQUISAT (Fixed-Time/SCATS) Isolated Cycle Time = 232 seconds (Site User-Given Phase Times)

	Approaches East	Intersection
LOS	A	A



Colour code based on Level of Service



Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 6). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Options tab).

LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).

Delay Model: HCM Delay Formula (Stopline Delay: Geometric Delay is not included).

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 17:59:26

Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\220523_Attraversamento tram.sip9

Figura 32: Livello di Servizio intersezione semaforizzata

QUEUE DISTANCE (PERCENTILE)

Largest 95% Back of Queue Distance for any lane used by the vehicle movement (metres)

Site: 101 [Attraversamento Tram - Copy (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

New Site

Site Category: (None)

Signals - EQUISAT (Fixed-Time/SCATS) Isolated Cycle Time = 232 seconds (Site User-Given Phase Times)

All Movement Classes (*)

	Approaches	Intersection
Vehicle Queue (%ile)	61	61



Colour code based on Queue Storage Ratio



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.
 Queue Model: HCM Queue Formula.

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: mercoledì 20 marzo 2024 16:17:15
 Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\220523_Attraversamento tram.slp9

Figura 33: Accodamento massimo dell'intersezione semaforizzata

QUEUE DISTANCE (AVERAGE)

Largest Average Back of Queue Distance for any lane used by the vehicle movement (metres)

📍 Site: 101 [Attraversamento Tram - Copy (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.4.221

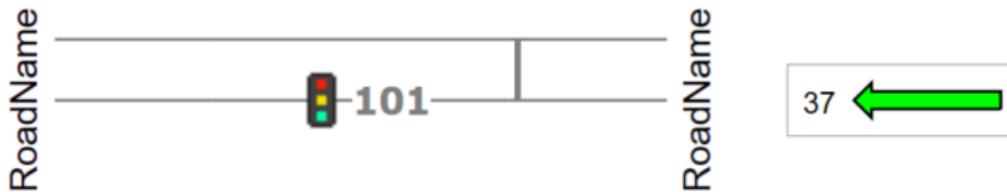
New Site

Site Category: (None)

Signals - EQUISAT (Fixed-Time/SCATS) Isolated Cycle Time = 232 seconds (Site User-Given Phase Times)

All Movement Classes (*)

	Approach es East	Intersection
Queue Distance (Aver)	37	37



Colour code based on Queue Storage Ratio



NA: The movement only runs in short lanes and these are not included in determining Queue Storage Ratio, or the movement has zero volume for the selected Movement Class.
Queue Model: HCM Queue Formula.

SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: mercoledì 20 marzo 2024 16:17:15

Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\220523_Attraversamento tram.sip9

Figura 34: Accodamento medio dell'intersezione semaforizzata

DEGREE OF SATURATION

Ratio of Arrival Flow to Capacity, v/c ratio per lane

Site: 101 [Attraversamento Tram - Copy (Site Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.3.210

New Site

Site Category: (None)

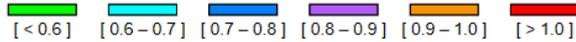
Signals - EQUISAT (Fixed-Time/SCATS) Isolated Cycle Time = 232 seconds (Site User-Given Phase Times)

	Approaches	Intersection
	East	
Degree of Saturation	0,24	0,24



RoadName

Colour code based on Degree of Saturation



SIDRA INTERSECTION 9.1 | Copyright © 2000-2023 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: SYSTEMATICA SRL | Licence: PLUS / 1PC | Processed: giovedì 21 marzo 2024 17:59:26

Project: M:\22P0070g_Aeroporto di Firenze\07_MOD\SIDRA\220523_Attraversamento tram.sip9

Figura 35: Grado di saturazione dell'intersezione semaforizzata

6 Conclusioni

L'obiettivo del presente studio, che consiste in un aggiornamento e approfondimento delle analisi trasportistiche condotte in fase di PFTE, è stato quello di definire degli schemi di circolazione interni tali da ottimizzare l'accessibilità all'infrastruttura aeroportuale, con particolare attenzione all'interazione tra le diverse modalità di trasporto pubblico, privato e pedonale. Lo scopo fondamentale dello studio è stato quello di garantire dei percorsi funzionali e fruibili per tutte le categorie veicolari, diretti, sicuri e facilmente comprensibili per le diverse categorie di utenza.

L'analisi si articola in tre attività analitiche interconnesse e sequenziali: stima della domanda, reperimento della sosta e definizione dello schema di circolazione e, per ultimo, validazione tramite analisi statica delle principali intersezioni.

La stima della domanda prende avvio dai dati forniti da Toscana Aeroporti S.p.A. in termini di previsioni di traffico all'orizzonte di progetto 2035 e di ripartizione modale attesa, con particolare attenzione allo spostamento modale previsto verso il trasporto pubblico locale, grazie all'attuazione della linea tramviaria di progetto. Successivamente, per ciascuna categoria veicolare, è stata stimata una domanda di sosta per le ore di punta giornaliere attraverso opportuni parametri di occupazione veicolare e turnazione accordati e validati da TAE.

Il passaggio analitico successivo è stato quello di revisionare ed aggiornare i percorsi di circolazione e le aree di sosta per ciascuna modalità di traffico prevista, attenzionando il corretto dimensionamento degli spazi di stazionamento per le attività di drop-off e pick-up e il livello di accessibilità da e per i terminali delle partenze e degli arrivi e la relazione tra le diverse modalità di trasporto.

La validazione funzionale del sistema proposto, basata sull'analisi statica di tre nodi, la rotatoria di accesso all'area aeroportuale e le due interferenze semaforizzate tram-veicolo, ha permesso di offrire una prima valutazione funzionale del sistema proposto.

L'implementazione della nuova linea di trasporto pubblico su ferro mitiga il traffico veicolare atteso e, nonostante la viabilità degli arrivi sia intercettata in due punti dalla linea tramviaria proprio in prossimità del terminal, questo non rappresenta una criticità. Le analisi sviluppate con il software SIDRA Intersection® evidenziano che gli accodamenti in corrispondenza dell'interferenza tram-veicolo sono contenuti e si verificano solo in corrispondenza del passaggio del tram; anche il Livello di Servizio della rotatoria è ottimo sia per lo scenario BASE sia per il SENSITIVITY, che riproduce un aumento di traffico pari al 20% di quanto considerato nello scenario base. Tutte le aree riservate e le corsie di drop off e pick up, con differenti tempi

di sosta, offrono un adeguato livello di funzionalità e gli stalli predisposti sono sufficienti per soddisfare la domanda. Infine, i percorsi pedonali connettono in maniera adeguata l'area arrivi e l'area partenze garantendo un sufficiente livello di confort agli utenti.

Infine si vuole sottolineare come l'analisi statica ha l'obiettivo di verificare il corretto funzionamento del nodo a rotatoria e dell'interferenza tram-veicolo con riferimento al loro livello di servizio, agli accodamenti e al grado di saturazione. Tuttavia si evidenzia come questa analisi non sia in grado di prevedere e replicare comportamenti alla guida non conformi alla segnaletica stradale che potrebbero influenzare la rete interna ed esterna all'aeroporto. Se non si adotta un adeguato sistema di indirizzamento e di controllo delle norme di circolazione e sosta, c'è il rischio che i nodi presentino un livello di servizio differente da quanto valutato a causa di rallentamenti dovuti all'incertezza nella scelta dei percorsi o a manovre illecite da parte dell'utenza.

Pertanto, per evitare ciò, si suggerisce di adottare un buon sistema di wayfinding, soprattutto in approccio alla rotatoria di ingresso ma anche all'interno dell'area di studio, così come un sistema di controllo e ticketing in ingresso all'area aeroportuale e un sistema di tariffazione della sosta che regolamenti il corretto utilizzo dell'infrastruttura.

Indice delle figure

FIGURA 1: PROFILO ARRIVI E PARTENZE.....	7
FIGURA 2: RIPARTIZIONE MODALE ATTESA SCENARIO 2035 – FONTE TOSCANA AEROPORTI S.R.L.	8
FIGURA 3: RIPARTIZIONE MODALE ATTESA SCENARIO 2035 – OTTIMIZZAZIONE SYSTEMATICA	9
FIGURA 4: SCHEMA PLANIMETRICO VIABILITÀ E SOSTA DI PROGETTO	11
FIGURA 5: ROTATORIA DI PROGETTO DI ACCESSO ALLA RETE AEROPORTUALE	12
FIGURA 6: DETTAGLIO PLANIMETRICO STRADA A NORD	13
FIGURA 7: DETTAGLIO PROGETTUALE DEL PARCHEGGIO TAXI E VIP	13
FIGURA 8: SISTEMA DI CIRCOLAZIONE	14
FIGURA 9: PERCORSI PER L'AREA BUS/NAVETTE E NC	16
FIGURA 10: SISTEMA DI CIRCOLAZIONE PER TAXI E VIP	17
FIGURA 11: PERCORSI IN ENTRATA E USCITA AI PARCHEGGI.....	18
FIGURA 12: CIRCOLAZIONE PEDONALE	19
FIGURA 13: AREE DROP OFF E PICK UP.....	20
FIGURA 14: AREA TAXI E VIP PICK UP	21
FIGURA 15: TIPOLOGIE VEICOLARI UTILIZZATE PER LE VERIFICHE DI INGOMBRO GEOMETRICO	22
FIGURA 16: VERIFICA MANOVRA DI INGRESSO E USCITA PER I BUS NELL'AREA DI SOSTA	23
FIGURA 17: VERIFICA DI ISCRIZIONE DEI BUS NELLA ROTATORIA VICINO AI TERMINAL.....	23
FIGURA 18: VERIFICA DI ISCRIZIONE DEI BUS NELLA ROTATORIA DI INGRESSO ALL'AEROPORTO.....	24
FIGURA 19: VERIFICA DI ISCRIZIONE IN CURVA NELL'AREA TAXI/VIP.....	24
FIGURA 20: NODI PRESI IN CONSIDERAZIONE PER L'ANALISI STATICA	26
FIGURA 21: FLUSSI VEICOLARI ORARI IN ROTATORIA (SCENARIO BASE).....	27
FIGURA 22: LIVELLO DI SERVIZIO DELLA ROTATORIA (SCENARIO BASE)	29
FIGURA 23: ACCODAMENTI MASSIMI IN APPROCCIO ALLA ROTATORIA (SCENARIO BASE)	30
FIGURA 24: ACCODAMENTI MEDI IN APPROCCIO ALLA ROTATORIA (SCENARIO BASE)	31
FIGURA 25: GRADO DI SATURAZIONE DELLA ROTATORIA (SCENARIO BASE)	32
FIGURA 26: FLUSSI VEICOLARI ORARI IN ROTATORIA (SCENARIO SENSITIVITY).....	33

FIGURA 27: LIVELLO DI SERVIZIO DELLA ROTATORIA (SCENARIO SENSITIVITY)	35
FIGURA 28: ACCODAMENTI MASSIMI IN APPROCCIO ALLA ROTATORIA (SCENARIO SENSITIVITY)	36
FIGURA 29: ACCODAMENTI MEDI IN APPROCCIO ROTATORIA (SCENARIO SENSITIVITY)	37
FIGURA 30: GRADO DI SATURAZIONE DELLA ROTATORIA (SCENARIO SENSITIVITY)	38
FIGURA 31: FLUSSO VEICOLARE ORARIO CHE INTERFERISCE CON LA TRAMVIA	39
FIGURA 32: LIVELLO DI SERVIZIO INTERSEZIONE SEMAFORIZZATA	40
FIGURA 33: ACCODAMENTO MASSIMO DELL'INTERSEZIONE SEMAFORIZZATA	41
FIGURA 34: ACCODAMENTO MEDIO DELL'INTERSEZIONE SEMAFORIZZATA	42
FIGURA 35: GRADO DI SATURAZIONE DELL'INTERSEZIONE SEMAFORIZZATA	43

Indice delle tabelle

TABELLA 1: TOTALE PASSEGGERI NELL'ORA DI PUNTA – FONTE TAE	6
TABELLA 2: STIMA DEL TRAFFICO VEICOLARE ATTESO NELL'ORA DI PUNTA CONSIDERATA	9
TABELLA 3: STIMA DEL NUMERO DI STALLI RICHIESTO PER OGNI COMPONENTE VEICOLARE	10
TABELLA 4: LIVELLO DI SERVIZIO	26