

Comune

VERONA

Progetto/Project

**PUA denominato "CORTE ALBERELLE" sito in via Pontara Sandri
in attuazione della Scheda Norma ATO 5 repertorio 160**

Proprietà
Maria Antonietti
Paolo Antonietti

Progettazione architettonica

Studio del traffico

Titolo/Title
STUDIO DEL TRAFFICO

tavola

Data/Date
10.05.2016

Revisione/Review
26.07.2016

T.10a

archingegno

CARLO FERRARI
ALBERTO PONTIROU
architetti

I 37128 Verona
6 via Zenari
T +39.045.8303114
F +39.045.8303116
<http://www.archingegno.info>

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
DENOMINATO "CORTE ALBERELLE" SITO IN VIA PONTARA SANDRI
IN ATTUAZIONE DELLA SCHEDA NORMA ATO 5 REPERTORIO 160

STUDIO DEL TRAFFICO

Relazione degli effetti del nuovo insediamento sulla mobilità e
screening preventivo sull’impatto dell’intervento sulle strutture della mobilità

Sommario

1	PREMESSA	2
2	CONTENUTI DELLO STUDIO E ANTICIPAZIONE DEI RISULTATI	2
3	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	3
3.1	TRAFFICO ATTUALE	4
4	LO SCENARIO DI PROGETTO.....	5
4.1	ANALISI DEL TRAFFICO GENERATO E ATTRATTO NELLO SCENARIO DI PROGETTO	5
4.2	DISTRIBUZIONE	5
5	VERIFICHE DI CAPACITÀ E CALCOLO DEI LIVELLI DI SERVIZIO.....	6
5.1	CRITERI GENERALI DI CAPACITÀ E LIVELLI DI SERVIZIO	6
5.2	INTERSEZIONE VIA PONTARA SANDRI - TANGENZIALE	7
5.3	ACCESSO CORTE ALBERELLE SU VIA PONTARA SANDRI	9

1 Premessa

Il presente **Studio di Traffico** riguarda le analisi e le verifiche dello stato della circolazione collegate al **Piano Urbanistico Attuativo “Corte Alberelle”**, in attuazione della **Scheda Norma n. 160 del P.I.**, sito nell'ATO 5 in Via Pontara Sandri nel Comune di Verona, proposto dai Sigg. Maria e Paolo Antonietti. L'intervento prevede il recupero urbanistico degli edifici della Corte Alberelle, attualmente non abitata, attraverso la **realizzazione di 20 unità residenziali per una superficie complessiva di 4130 mq**, di cui **1890 mq** derivanti da recupero di superficie residenziale esistente, e **2240 mq** ottenuti dal cambio d'uso degli annessi rustici.

L'area di **Corte Alberelle** è localizzata nella parte orientale del territorio comunale di Verona, nei pressi del confine comunale tra Verona e San Martino Buon Albergo. L'accesso della Corte è collocato sulla Via Pontara Sandri nei pressi di un'uscita intermedia del Raccordo Autostradale di Verona Est. L'area di intervento è riportata nella **Figura 3-2**.

Il presente studio si pone come obiettivo l'analisi delle condizioni viabilistiche attuali e di quelle future che verranno a configurarsi con l'intervento edilizio in oggetto e comprende la verifica funzionale del sistema viario limitrofo, corrispondente al tratto di Via Pontara Sandri, all'intersezione con il Raccordo Autostradale di Verona Est e con altri accessi.

2 Contenuti dello studio e anticipazione dei risultati

Le verifiche sono effettuate secondo la vigente normativa stradale **D.M. n. 6792 del 05.11.2001 “Norme Geometriche e Funzionali per la Costruzione delle Strade”** e **D.M. n. 1699 del 19.04.2006 “Norme Geometriche e Funzionali per la Costruzione delle Intersezioni Stradali”** e mediante il software specialistico **SIDRA Intersection**, che implementa le teorie **HCM Highway Capacity Manual** ed in grado di fornire tutti i parametri funzionali e prestazionali degli assi e delle intersezioni.

In base al PGU di Verona e per gli interventi a destinazione residenziale, sulle strade limitrofe all'area di intervento l'ora di punta del carico veicolare si colloca **tra le 8.00 e le 9.00** dei giorni feriali. I volumi di traffico aggiuntivi dovuti alla realizzazione dell'intervento in oggetto non cambiano l'ora di punta all'interno della giornata. Le verifiche di capacità sono quindi state effettuate per **l'ora di punta OdP 8.00-9.00 del giorno feriale**, nei **due scenari**:

- 1) **Stato di Fatto Ante Operam Mattina Giorno Feriale Medio (8.00-9.00)**
- 2) **Stato di Progetto Post Operam Mattina Giorno Feriale Medio (8.00-9.00)**

I risultati delle verifiche riassunte nelle seguenti Tabelle e riportati in dettaglio nella Relazione, evidenziano che **il traffico aggiuntivo dovuto alla realizzazione dell'intervento in oggetto è del tutto irrilevante nel contesto esaminato e non modifica di fatto lo stato di circolazione esistente.**

I parametri geometrici funzionali delle intersezioni e degli assi stradali afferenti soddisfano la vigente normativa e presentano Livelli di Servizio ottimali sia nello Stato Attuale che di Progetto dopo la realizzazione dell'intervento. La viabilità esistente è quindi perfettamente in grado di sostenere il nuovo insediamento e di garantirne l'accessibilità e la sostenibilità sul piano viabilistico senza necessità di interventi di miglioramento della viabilità pubblica.

Di seguito sono riportate le tabelle riassuntive dei risultati di verifica delle intersezioni nei **due scenari Ante e Post Intervento**; i risultati sono espressi con i valori più alti di Lunghezza massima della coda, e i valori globali di Ritardo Medio per veicolo e Livello di Servizio (Level of Service **LoS**).

	Volume (Veic/h)	Coda (m)	Ritardo (Sec/Veic)	LoS
Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale	823	4	4.8	A

Tabella 2-1: Riassunto verifiche di capacità - Stato di Fatto

	Volume (Veic/h)	Coda (m)	Ritardo (Sec/Veic)	LoS
Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale	832	4	4.9	A
Accesso Corte Alberelle su Via Pontara Sandri	467	0	0.2	A

Tabella 2-2: Riassunto verifiche di capacità - Stato di Progetto

3 Analisi dello stato di fatto

L'intervento in progetto si sviluppa nel comune di Verona all'interno dell'ATO 5, nell'area di **Corte Alberelle** su Via Pontara Sandri, nei pressi del confine comunale tra Verona e San Martino Buon Albergo. Il contesto è di zona agricola, con alcune corti e attività artigianali sparse. Alla distanza di oltre un kilometro si trovano le aree urbanizzate di San Martino Buon Albergo e di Madonna di Campagna.

La rete viaria in tale ambito consiste delle seguenti strade, classificate secondo il **PGTU del Comune di Verona – Classificazione funzionale della viabilità – Marzo 2009**:

- Raccordo Autostradale Verona Est, definita **Tangenziale**
- Via Pontara Sandri, definibile come **Strada locale**

Le direttrici di collegamento verso i quartieri vicini sono:

- **Via Pontara Sandri**, strada a doppio senso di marcia in contesto esterno al centro abitato, senza marciapiedi, con accessi localizzati, è un collegamento secondario tra i comuni di San Martino Buon Albergo (zona Sud-Est) e Verona (zona Madonna di Campagna)
- **Raccordo Autostradale Verona Est**, strada a scorrimento veloce a due corsie per senso di marcia con spartitraffico, è l'asse di collegamento primario tra i quartieri Est di Verona, l'autostrada A4 e la zona industriale di San Martino Buon Albergo

Nelle immediate vicinanze all'area di intervento vi è una connessione tra la carreggiata Sud del Raccordo Autostradale Verona Est e la Via Pontara Sandri. Questa intersezione è regolata da segnale di Stop. Vi sono inoltre altri accessi privati sulla Via Pontara Sandri, a servizio di fondi agricoli o attività artigianali.

Per la modesta entità dell'intervento, **l'area di studio è stata delimitata all'intersezione con l'uscita del Raccordo Autostradale a Est, e agli accessi delle vicine attività artigianali a Ovest (Figura 3-1).** Come mostrato nei capitoli successivi, la distribuzione dei flussi di traffico aggiuntivi dovuti all'intervento in oggetto si risolvono entro questi limiti. Le altre intersezioni sono molto distanti dall'area di intervento.

L'area di intervento è riportata nella **Figura 3-2**. Nell'area evidenziata di Corte Alberelle prevista la realizzazione dell'intervento urbanistico in oggetto. L'accesso è previsto sulla Via Pontara Sandri, in corrispondenza del passo carrabile esistente.



Figura 3-1: Inquadramento territoriale



Figura 3-2: Area di intervento

3.1 Traffico attuale

Il traffico che attualmente impegna la rete è stato rilevato con un'apposita campagna di indagine nel giorno **Martedì 22 Marzo 2016**, nell'ora di punta mattutina **8.00-9.00**.

In **Figura 3-3** sono indicati i punti di rilievo effettuati con telecamere per la ricostruzione delle Matrici OD delle intersezioni (**cerchio rosso**). Le Matrici OD sono riportate nel paragrafo seguente; i veicoli rilevati in entrata/uscita dalle attività artigianali (**cerchio azzurro**) sono in numero molto esiguo (2-3 veicoli/ora) e sono quindi stati trascurati.

Nell'arco della giornata, in tale ora di punta si colloca il massimo il carico veicolare della rete stradale limitrofa all'area di intervento in relazione al traffico residenziale, destinazione d'uso prevista dal progetto.



Figura 3-3: Ubicazione Rilievi di Traffico

Le matrici OD delle intersezioni in cui sono stati rilevati i flussi di traffico sono espresse in veicoli leggeri, pesanti e totali come indicato nella seguente legenda.

O\D	Ramo Sud		Ramo Est		Ramo Nord		
	0	1	193	1	313		
Ramo Sud	0		194		313		Veicoli Pesanti
Ramo Est	167	0	0	0	40		
	167		0		40		Veicoli Totali
Ramo Nord	354	1	104	1	0		
	355		105		0		

3.1.1 Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale



Figura 3-4: Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale

O\D	Via Pontara Sandri Ovest		Via Pontara Sandri Est		Tangenziale		Totale	
Martedì 22/03/16								
Via Pontara Sandri Ovest			102	0	83	2	185	2
			102		85		187	
Via Pontara Sandri Est	241	1			163	2	404	3
	242				165		407	
Tangenziale	11	4	212	2			223	6
	15		214				229	
Totale	252	5	314	2	246	4	812	11
	257		316		250		823	

Tabella 3-1: Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale - Matrice O/D feriale 8.00-9.00

4 Lo scenario di progetto

L'analisi dello stato di progetto della circolazione stradale è stata effettuata sommando il **carico veicolare esistente sulla rete allo stato attuale (capitolo 3.1)** ai volumi aggiuntivi generati ed attratti dall'intervento in progetto (Tabella 4-1).

L'arco temporale di riferimento è sempre **l'ora di massima punta feriale del mattino OdP 8.00-9.00**.

4.1 Analisi del traffico generato e attratto nello scenario di progetto

L'analisi del traffico generato e attratto dal nuovo intervento è stata effettuata sulla base delle superfici e delle destinazioni d'uso della struttura di progetto. A tale riguardo, esiste una cospicua letteratura ed ampie esperienze e studi in merito al traffico generato dai vari tipi di attività.

La stima del **traffico generato/attratto dall'intervento edilizio** è stata eseguita mediante l'implementazione di un modello di tipo **Trip-Generation** secondo la metodologia e con applicazione di software specialistico dell'ITE *Institute of Transportation Engineer*.

Nel caso in esame **la superficie destinata all'ambito residenziale è di 4130 mq (divisi in 20 unità abitative)**, di cui 1890 mq derivanti da recupero di superficie residenziale esistente, e 2240 mq ottenuti dal cambio d'uso degli annessi rustici. Sono previsti circa 60 stalli di parcheggio nell'area dedicata, esterna agli edifici della corte. L'accesso e l'uscita dall'area di Corte Alberelle sulla viabilità pubblica sono posti sulla Via Pontara Sandri in corrispondenza dell'accesso esistente.

La struttura nello stato di progetto è quindi inquadrata nella categoria **“Residential Condominium / Townhouse (230)”** nella lista delle destinazioni d'uso utilizzate nel software **Trip-Generation** precedentemente descritto. I parametri significativi utilizzati come variabili di input del software sono **il numero di unità abitative (Dwelling Units)**, pari a 20, di cui 9 già attualmente destinate ma non abitate.

Secondo questo metodo (Tabella 4-1), il traffico generato/attratto dal nuovo intervento nell'ora di punta feriale mattutina 8.00-9.00 è stimato in 2 Entrata + 12 Uscita = 14 veicoli/ora di punta e quindi valori del tutto irrilevanti ai fini del loro apporto sulla rete stradale afferente.

Summary of Average Vehicle Trip Generation For 20 Dwelling Units of Residential Condominium / Townhouse						
Land Use	Size		24 Hour	AM Pk Hour		PM Pk Hour
			Two-Way Volume	Enter	Exit	Enter Exit
Residential Condominium/Townhouse	20	Dwelling Units	116	2	12	11 5
Total Driveway Volume			116	2	12	11 5
TRIP GENERATION BY MICROTRANS						

Tabella 4-1: Traffico Generato e Attratto (ITE Trip Generation)

4.2 Distribuzione

Il traffico in entrata / uscita accede dal passo carrabile posto su Via Pontara Sandri e si distribuisce su tale strada e sulle strade limitrofe in base a percentuali che tengono conto dei dati di traffico attuali e della configurazione del bacino territoriale esistente. La distribuzione del traffico totale generato ed attratto dal nuovo intervento è riassunta nella **Tabella 4-2**.

Direttrice	Generato	Attratto
Via Pontara Sandri Ovest (Verona)	4	1
Via Pontara Sandri Est (San Martino Buon Albergo)	4	1
Raccordo Autostradale Ovest (Verona)	–	0
Raccordo Autostradale Est (San Martino Buon Albergo)	4	–
TOTALE	12	2

Tabella 4-2: Distribuzione del traffico generato e attratto

5 Verifiche di capacità e calcolo dei Livelli di Servizio

5.1 Criteri generali di capacità e livelli di servizio

Il calcolo dei **Livelli di Servizio (LoS)** e le **verifiche di capacità** delle intersezioni con diritto di precedenza è stato eseguito con l'ausilio del software specialistico **Sidra Intersection** che implementa le moderne procedure della Teoria e Tecnica della circolazione. Tra i modelli implementati si è fatto riferimento alla teoria del Gap Acceptance (H.C.M. 2000) e alle modificazioni introdotte da Akcelik e Troutbeck in ordine al calcolo della capacità, del tempo di ritardo, delle lunghezze di coda e per la stima dei parametri operativi consentendo una più significativa verifica della capacità. Si riassumono di seguito i concetti a base del calcolo.

INTERSEZIONI CON PRECEDENZA: Capacità

La capacità che compete ad ogni ramo in ingresso all'intersezione vale:

$$Q_e = \max[f_{HVe} Q_g, Q_m]$$

$$Q_g = \frac{q_m e^{-q_m \alpha / 3600}}{1 - e^{-q_m \alpha / 3600}} \text{ per } q_m > 0$$

$$Q_g = \left(3600 / \beta \right) \text{ per } q_m = 0$$

$$Q_m = \min(q_{al}, 60 n_m)$$

q_m = Flusso della corrente principale di ogni ramo con obbligo di precedenza

α = Intervallo critico medio

Δ_m = distanziamento tra i platon nel della corrente principale per il ramo in ingresso

φ_m = quota di veicoli "liberi" nel flusso della corrente principale

INTERSEZIONI CON PRECEDENZA: Tempo di ritardo

Il ritardo complessivo per un ramo in ingresso all'intersezione è dato dalla somma di due contributi:

- **Control delay:** ritardo dovuto ai veicoli in coda (d_1) più il contributo del ritardo conseguente alla fermata e partenza (d_2).
- **Geometric delay:** ritardo che compete ad un veicolo in transito in assenza di altri veicoli dovuto esclusivamente alla geometria dell'intersezione

$$d_m = \frac{e^{\lambda(\alpha - \Delta_m)} - \alpha - \frac{1}{\lambda}}{\varphi_m q_m} + \frac{\lambda \Delta_m^2 - 2\Delta_m + 2\Delta_m \varphi_m}{2(\lambda \Delta_m + \varphi_m)}$$

LIVELLO DI SERVIZIO

Il tempo di ritardo è il parametro di riferimento per il calcolo del **Livello di Servizio LoS** della intersezione. Il LoS corrisponde ad una misura delle condizioni operative dell'intersezione ed indica, in pratica, l'insieme di vari parametri oggettivi di circolazione e di funzionamento dell'insieme strada-veicolo così come vengono percepiti dall'utente. Il manuale Sidra Intersection definisce, con alcune

differenze rispetto al H.C.M., sei **LoS** contraddistinti da una lettera dell'alfabeto e ad essi assegna uno specifico intervallo del tempo di ritardo (vedi **Tabella 5-1**).

Il LOS A indica una situazione ottimale ed un tempo di ritardo minimo (<10 sec), il LOS F corrisponde invece alla situazione più gravosa definendo scenari di congestione e ritardi superiori a 50-80 secondi. Occorre sottolineare che la valutazione di efficienza di un'intersezione non deve essere fatta esclusivamente sulla base del livello di servizio del singolo ramo/i e di quello dell'intersezione nel suo complesso (Average Approach Control Delay) ma anche sulla base di altri parametri indicatori quali il rapporto portata/capacità (v/c), la riserva di capacità, la lunghezza di eventuali code, nonché di parametri indicatori della sicurezza. Le intersezioni caratterizzate da elevati tempi di ritardo = bassi Livelli di servizio non sono sicure in quanto l'utente, in seguito al perdurare del tempo di attesa, può decidere di accettare intervalli critici al di sotto della soglia di sicurezza.

	Semafori	Rotatorie	Precedenza e Stop
Livello di Servizio (LOS)	d = tempo di ritardo (sec/veic)	d = tempo di ritardo (sec/veic)	d = tempo di ritardo (sec/veic)
A	<10	<10	<10
B	>10 e <20	>10 e <20	>10 e <15
C	>20 e <35	>20 e <35	>15 e <25
D	>35 e <55	>35 e <50	>25 e <35
E	>55 e <80	>50 e <70	>35 e <50
F	>80	>70	>50

Tabella 5-1: Sidra Intersection User Guide Table 5.14.1: Delay method for LOS definitions

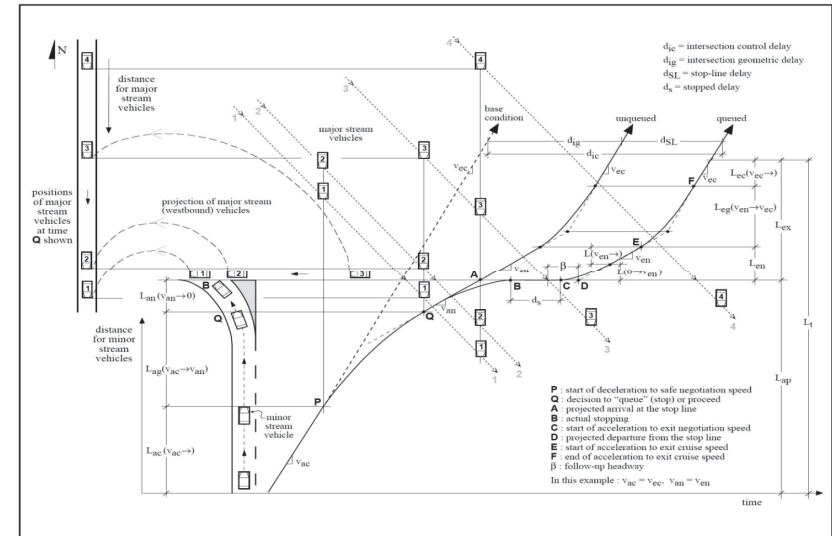


Figura 5-1: Rappresentazione grafica del ritardo

5.2 Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale

L'intersezione allo stato attuale si configura come **intersezione a T** regolata da segnale di Stop per l'uscita della Tangenziale (Raccordo autostradale Verona Est) (Figura 5-2).

5.2.1 Stato di Fatto

La matrice OD dell'intersezione allo Stato di Fatto e riportata in **Tabella 5-2**.

L'intersezione non presenta criticità con **Livelli di Servizio ottimali LoS = A** (Figura 5-3). I ritardi sono minimi, dovuti quasi esclusivamente all'arresto e al rallentamento per la svolta, e la lunghezza delle code è irrilevante. I flussi di domanda tengono conto del **Fattore dell'ora di punta PHF = 0,8**, sono quindi aumentati di circa 25% rispetto alla Matrice OD.

5.2.2 Stato di Progetto

La matrice OD dell'intersezione allo Stato di Progetto e riportata in **Tabella 5-3**.

L'intersezione non presenta criticità con **Livelli di Servizio ottimali LoS = A** (Figura 5-4). I ritardi sono minimi, dovuti quasi esclusivamente all'arresto e al rallentamento per la svolta, e la lunghezza delle code è irrilevante. I flussi di domanda tengono conto del **Fattore dell'ora di punta PHF = 0,8**, sono quindi aumentati di circa 25% rispetto alla Matrice OD.



Figura 5-2: Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale

O\D SDF 8.00-9.00	Via Pontara Sandri Ovest		Via Pontara Sandri Est		Tangenziale		Totale	
Via Pontara Sandri Ovest			102	0	83	2	185	2
			102		85		187	
Via Pontara Sandri Est	241	1			163	2	404	3
	242				165		407	
Tangenziale	11	4	212	2			223	6
	15		214				229	
Totale	252	5	314	2	246	4	812	11
	257		316		250		823	

Tabella 5-2: Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale
Matrice O/D Stato di Fatto Ora di Punta feriale 8.00-9.00

O\D SDP 8.00-9.00	Via Pontara Sandri Ovest		Via Pontara Sandri Est		Tangenziale		Totale	
Via Pontara Sandri Ovest			106	0	87	2	193	2
			106		89		195	
Via Pontara Sandri Est	242	1			163	2	405	3
	243				165		408	
Tangenziale	11	4	212	2			223	6
	15		214				229	
Totale	253	5	318	2	250	4	821	11
	258		320		254		832	

Tabella 5-3: Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale
Matrice O/D Stato di Progetto Ora di Punta feriale 8.00-9.00

Stato di Fatto

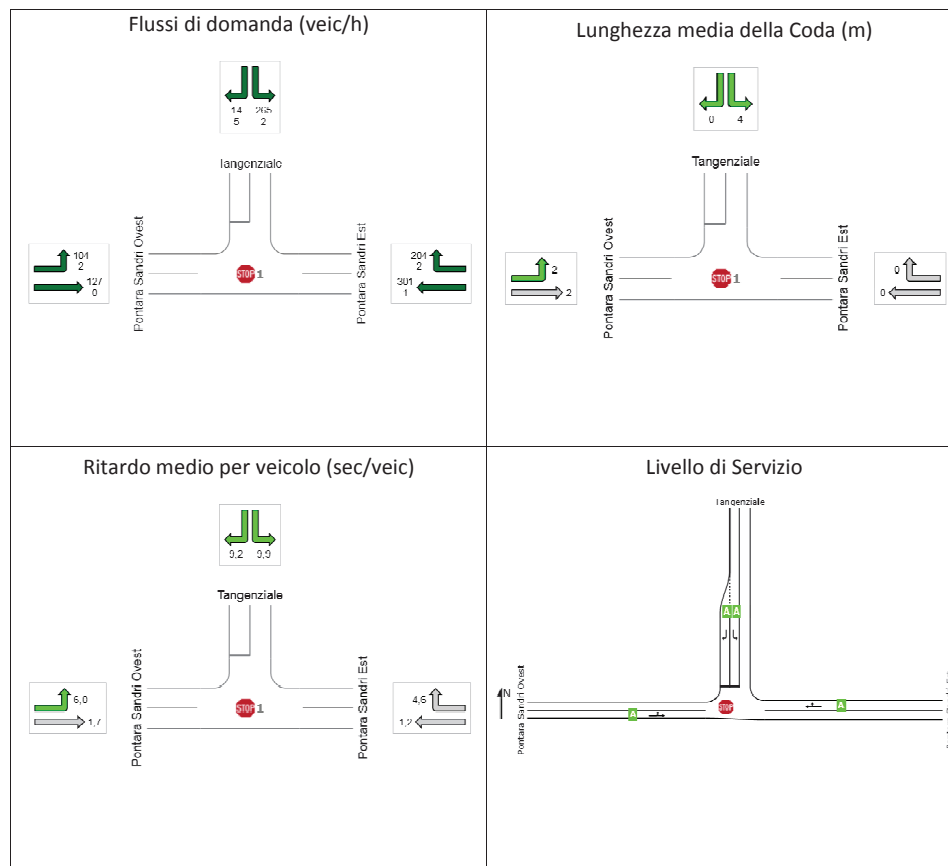


Figura 5-3: Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale
Risultati delle verifiche di capacità - Stato di Fatto Ora di Punta ferialle 8.00-9.00

Stato di Progetto

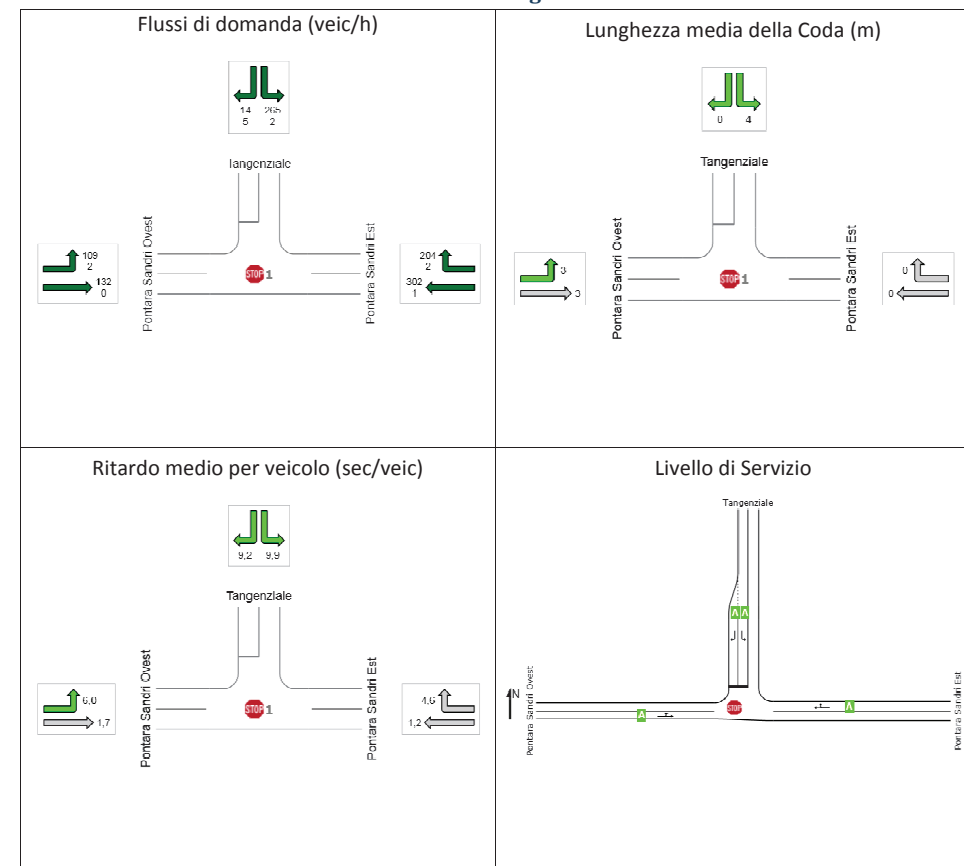


Figura 5-4: Intersezione Via Pontara Sandri - Tangenziale
Risultati delle verifiche di capacità - Stato di Progetto Ora di Punta ferialle 8.00-9.00

5.3 Accesso Corte Alberelle su Via Pontara Sandri

L'intersezione allo stato attuale, mantenuta nello stato di progetto, si configura come **intersezione a T** regolata da segnale di Stop per l'accesso carrabile alla Corte Alberelle (**Figura 5-5**).

5.3.1 Stato di Progetto

La matrice OD dell'intersezione allo Stato di Progetto e riportata in **Tabella 5-4**.

L'intersezione non presenta criticità con Livelli di Servizio ottimali **LoS = A** (**Figura 5-6**). I ritardi sono minimi, dovuti quasi esclusivamente all'arresto e al rallentamento per la svolta, e la lunghezza della coda è irrilevante. I flussi di domanda tengono conto del **Fattore dell'ora di punta PHF = 0,8**, sono quindi aumentati di circa 25% rispetto alla Matrice OD.



Figura 5-5: Accesso Corte Alberelle su Via Pontara Sandri

Stato di Progetto

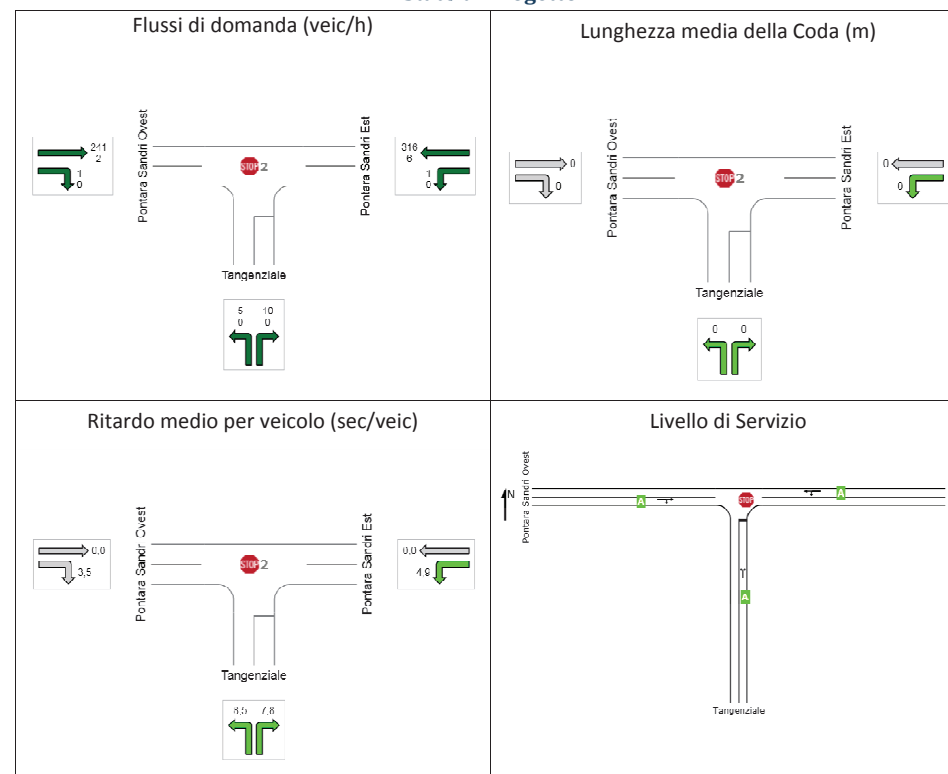


Figura 5-6: Accesso Corte Alberelle su Via Pontara Sandri
Risultati delle verifiche di capacità - Stato di Progetto Ora di Punta feriale 8.00-9.00

O\D	Via Pontara Sandri Ovest		Accesso Corte Alberelle		Via Pontara Sandri Est		Totale	
Via Pontara Sandri Ovest			1	0	193	2	194	2
Accesso Corte Alberelle	4	0			8	0	12	0
Via Pontara Sandri Est	253	5	1	0			254	5
Totale	257	5	2	0	201	2	460	7

Tabella 5-4: Accesso Corte Alberelle su Via Pontara Sandri
Matrice O/D Stato di Progetto Ora di Punta feriale 8.00-9.00