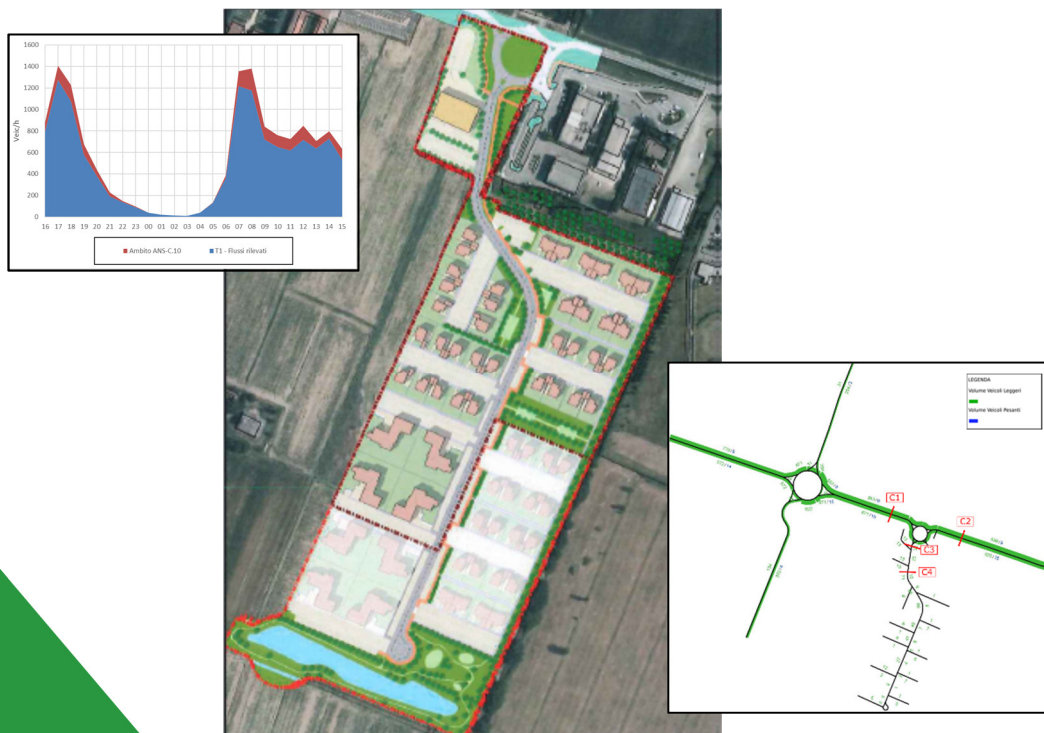


RICHIESTA DI INSERIMENTO DELL'AMBITO ANS-C.10 NEL PRIMO POC DEL COMUNE DI BENTIVOGLIO



Studio del traffico

Committente:
MERCURIO CENTER S.r.l.

Gruppo di lavoro:
Dott. Ing. Francesco Mazza
(coordinatore)

Dott. Ing. Giacomo Nonino
Dott. Ing. Francesco Paolo Nanni Costa



 **AIRIS**
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE

www.airis.it

Gennaio 2019

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO E DEI FLUSSI DI TRAFFICO ATTUALI	2
2.1	<i>CARATTERIZZAZIONE DELL'ASSETTO VIARIO DI RIFERIMENTO</i>	<i>2</i>
2.2	<i>I RILIEVI DI TRAFFICO</i>	<i>4</i>
2.3	<i>I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO ATTUALE.....</i>	<i>6</i>
2.4	<i>I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO ATTUALE</i>	<i>9</i>
2.5	<i>ACCESSIBILITÀ ALL'AREA D'INDAGINE NELLO SCENARIO ATTUALE</i>	<i>11</i>
3	ELEMENTI PRICIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO E STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI NELLO SCENARIO FUTURO.....	14
3.1	<i>CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO AI FINI DELLO STUDIO DEL TRAFFICO</i>	<i>14</i>
3.2	<i>STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO FUTURO.....</i>	<i>17</i>
4	LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE.....	20
4.1	<i>I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO FUTURO</i>	<i>20</i>
4.2	<i>I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO.....</i>	<i>25</i>
4.3	<i>CONFRONTO CON L'ATTUALE E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO</i>	<i>26</i>
5	LA VERIFICA DELL'EFFICIENZA DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO	31
5.1	<i>CONFIGURAZIONE DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO</i>	<i>33</i>
6	SINTESI E CONCLUSIONI.....	37

ALLEGATO 1: Rilievi del traffico

1 PREMESSA

Il contenuto di questo Studio del traffico è finalizzato alla valutazione degli effetti sulla mobilità indotti dall'attuazione del nuovo ambito a destinazione prevalentemente residenziale ANS-C.10, nel territorio del comune di Bentivoglio, provincia di Bologna.

L'analisi vedrà la valutazione della proposta di progetto rispetto alla condizione ante operam, con la quantificazione degli effetti potenziali da parte dell'intervento in termini di variazione dei volumi di traffico veicolare sulla rete stradale.

Il percorso svolto per l'analisi è stato il seguente:

- *ricostruzione delle caratteristiche della rete stradale di riferimento* oggetto di studio, svolta attraverso una ricognizione della situazione attuale al fine di caratterizzare gli archi della rete di riferimento per l'ambito in esame;
- *rilievo del traffico presente nella situazione attuale*, attraverso il conteggio dei flussi di traffico transitati sulle principali sezioni stradali, e in alcune intersezioni, della rete interessata dal progetto; tale campagna di monitoraggio ha consentito di ottenere informazioni complete sui transiti in un giorno feriale di riferimento ai fini della taratura del modello di simulazione del traffico;
- ricostruzione dell'andamento del traffico sui rami del grafo della viabilità per l'ora di punta di un giorno medio settimanale ante operam - **Scenario attuale**-, sia come distribuzione sugli archi della rete che come tipologia di veicoli (leggeri, pesanti), ottenuta attraverso l'impiego di uno specifico modello di simulazione, con l'assegnazione della matrice della domanda attuale, desunta dalle elaborazioni dei dati ottenuti dai rilievi effettuati, alla rete attuale; il modello di simulazione è poi stato calibrato sulla base dei rilievi diretti effettuati;
- stima del traffico nello **Scenario futuro** indotto dall'attuazione della proposta di progetto presentato per l'ambito ANS-C.10;
- simulazione dello **Scenario futuro** di valutazione, nel giorno feriale, che tiene conto delle modifiche alla rete attuale introdotte dal progetto in particolare riguardo:
 - introduzione della rete stradale di distribuzione interna al comparto;
 - inserimento della nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi di accesso all'ambito ANS-C.10 e alla vicina area artigianale.
- **valutazione degli effetti** della realizzazione del progetto attraverso il confronto tra i flussi di traffico e tra i principali indicatori trasportistici per la rete stradale di riferimento nella situazione attuale e di progetto;
- infine, **valutazione dell'efficienza della nuova rotatoria di progetto**, con l'utilizzo di un modello di micro simulazione, determinandone il livello di servizio (LOS) nell'ora di punta del giorno di riferimento dello scenario di progetto.

I risultati ottenuti sono riportati nel dettaglio nei capitoli seguenti.

2 DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO E DEI FLUSSI DI TRAFFICO ATTUALI

2.1 CARATTERIZZAZIONE DELL'ASSETTO VIARIO DI RIFERIMENTO

L'ambito territoriale in cui si colloca la proposta di progetto è situato nel territorio comunale di Bentivoglio, in provincia di Bologna.

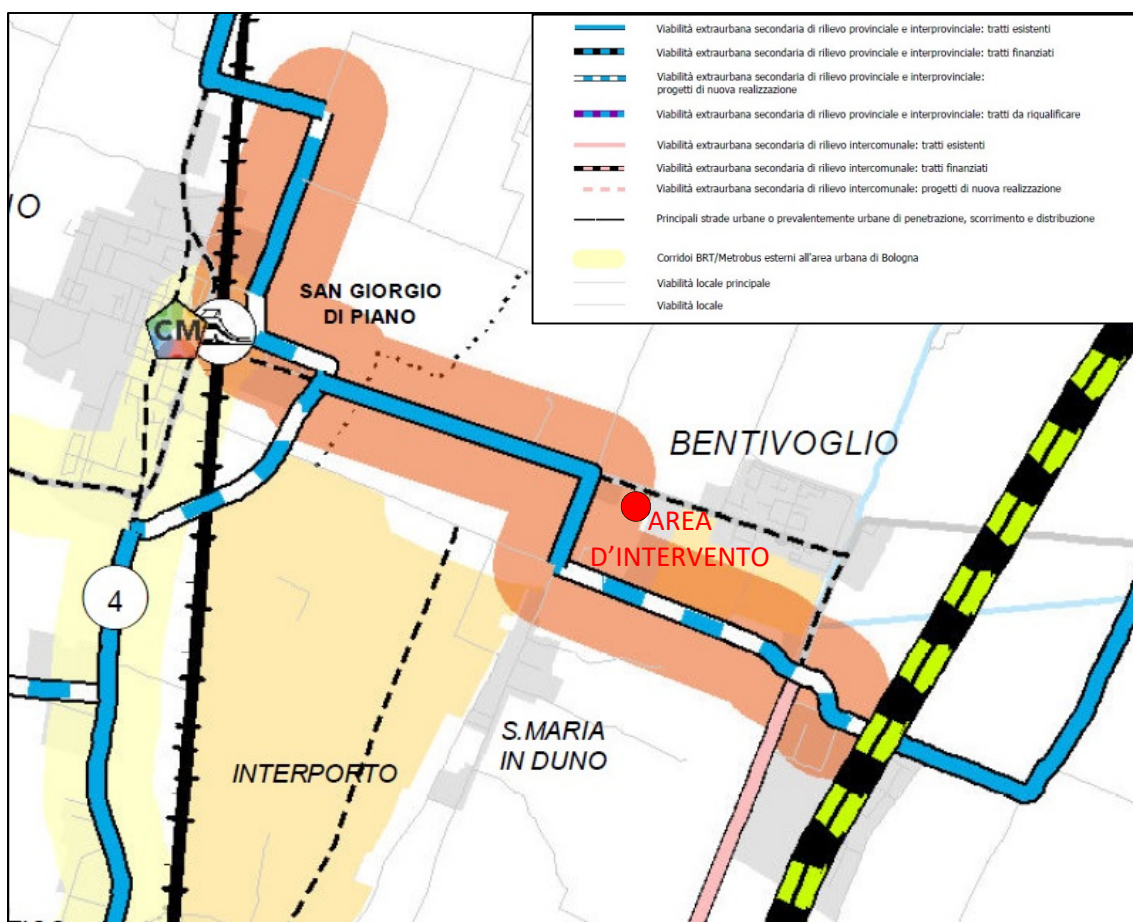
Nell'ambito oggetto di studio, la maglia della viabilità principale è costituita dalla Strada Provinciale S.P. n.44 via Marconi, asse stradale che costeggia il comparto a nord e sul quale sarà previsto il nuovo punto di accesso mediante intersezione a rotatoria all'ambito ANS-C.10.

La S.P. n.44 conduce ad est al centro abitato di Bentivoglio mentre ad ovest si connette mediante l'intersezione a rotatoria Margherita Hack a via Santa Maria in Duno, asse stradale con sviluppo nord- sud.

Img. 2.1 -- Corografia dell'area di studio



Img. 2.2 -- Stralcio cartografico dal Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (P.U.M.S.) della città metropolitana di Bologna, tavola 3A – Rete Stradale (adottato Novembre 2018)



La classificazione funzionale della rete stradale, presente all'interno del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (P.U.M.S.) adottato in data 27/11/2018, dal quale è presa l'immagine sopra esposta (tavola n.3A), mostra la gerarchia della rete e le tipologie di strade presenti sul territorio comunale della Città Metropolitana di Bologna.

La rete stradale che circonda il comparto d'analisi è composta da archi stradali appartenenti a diversi gruppi funzionali.

La S.P. n.44 che si sviluppa all'interno dell'abitato di Bentivoglio come via Marconi, strada sulla quale verrà connesso in nuovo comparto è classificata come "Principali strade urbane o prevalentemente urbane di penetrazione, scorrimento e penetrazione".

Ad ovest dell'intersezione a rotatoria Margherita Hack la S.P. n.44 cambia classificazione e viene definita come "Viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale e interprovinciale", stessa classificazione che viene associata al tratto di via Santa Maria in Duno a sud della rotatoria.

Nelle previsioni di piano, si osserva come il territorio di Bentivoglio sia interessato da futuri interventi infrastrutturali, che andranno a connettere via Santa Maria in Duno con la S.P. n.45 attraverso un nuovo tratto stradale con sviluppo est-ovest, posizionato a sud del centro abitato. La realizzazione di tale intervento, si ipotizza avrà effetti positivi anche sul traffico

circolante sulla S.P. n.44, andando a sottrarre traffico veicolare, che ad oggi transita nell'abitato di Bentivoglio.

2.2 I RILIEVI DI TRAFFICO

Al fine di caratterizzare lo stato attuale del traffico sulla rete stradale, sono stati effettuati dei rilievi di traffico sulle strade di accesso all'ambito di progetto e sulle intersezioni ritenute importanti nella distribuzione dei flussi veicolari.

I rilievi eseguiti su sede stradale sono stati condotti mediante dispositivi automatici, nello specifico si è trattato di radar doppler Compact 1000 JR. I radar doppler sono stati installati ai lati della carreggiata in prossimità della segnaletica verticale e il monitoraggio ha avuto una durata di 24 ore e si è svolto nei giorni 15-16 Gennaio 2019.

La sezione di rilievo è la T1 – S.P. n.44 via Marconi, ad est dell'intersezione a rotatoria Margherita Hack, a doppio senso di marcia.

Al fine di caratterizzare lo stato del traffico sulla rete stradale e ottenere dati aggiornati per la costruzione di una matrice origine-destinazione dei flussi di traffico nelle principali intersezioni della rete, oltre ai conteggi alle sezioni, sono stati effettuati dei monitoraggi nelle ore di punta con il conteggio dei veicoli in svolta, suddivisi in leggeri e pesanti, per l'intersezione a rotatoria Margherita Hack tra via la S.P. n.44 e via Santa Maria in Duno.

Dai flussi della rotatoria è stata ricostruita la matrice degli spostamenti per l'intersezione per i periodi di punta nel giorno feriale.

La foto aerea dell'immagine seguente mostra la localizzazione delle postazioni di rilievo.

Img. 2.3 - Localizzazione della sezione di rilievo e dell'intersezione monitorata



La sezione T1 sulla S.P. n.44 via Marconi presenta flussi giornalieri per direzione pari a 6.094 v/h in direzione est e 6.036 v/h in direzione ovest. La quota di mezzi pesanti nelle 24 ore risulta essere pari al 1,7% in direzione est e al 3,2% in direzione ovest.

In riferimento ai periodi di punta, si osservano due fasce orarie nell'arco della giornata, una la mattina fra le 7 e le 9 e una la sera fra le 17 e le 19. La punta massima assoluta, come somma delle due direzioni si riscontra tra le 17 e le 18 con un totale di 1.275 v/h, mentre nel periodo della mattina si ha una punta massima relativa pari a 1.215 v/h tra le ore 7 e le 8.

Nella Tabella che segue, si riporta una sintesi dei dati di traffico ottenuti dai rilievi con radar doppler per il giorno feriale e nell'ora di punta della sera tra le ore 17 e le 18.

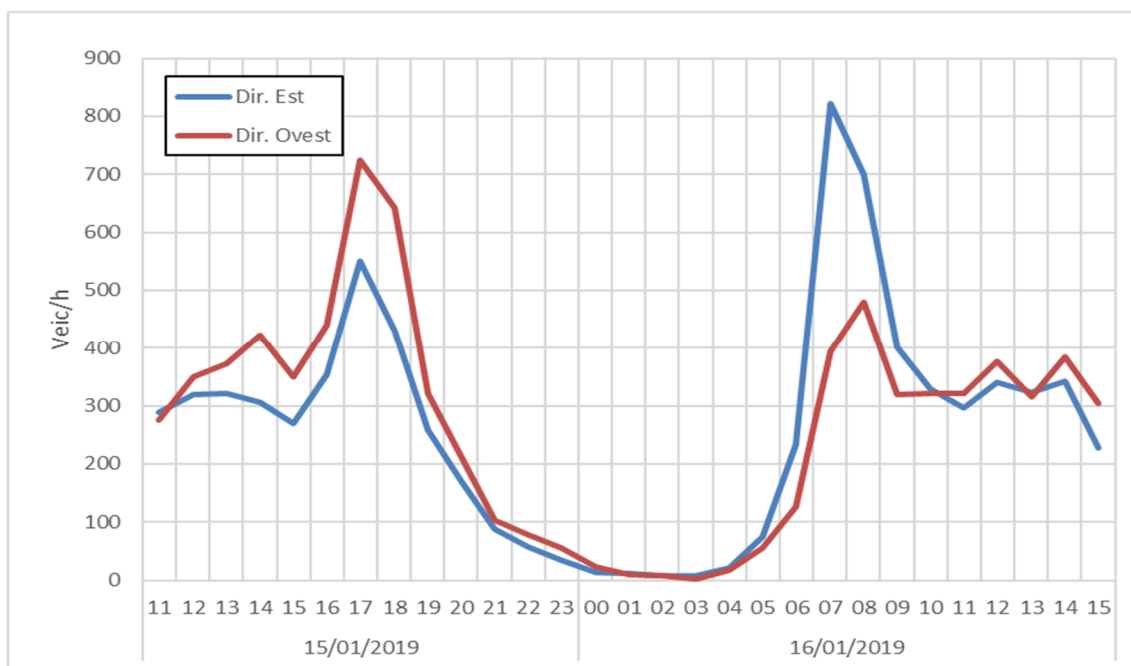
Tab. 2.1 – Flussi di traffico sugli assi della rete stradale di riferimento – situazione attuale giorno feriale – Ora di punta della sera (v/h) e flussi giornalieri

Sez.	Strada	Dir.	Ore 17-18			24 ore		
			Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot
T1	S.P. n.44 via Marconi	E	542	9	551	6.010	84	6.094
		W	709	15	724	5.886	150	6.036

Fonte: rilievi Airis Gennaio 2019

Nelle analisi che seguono, per le valutazioni sulla rete sono state assunti come riferimento i flussi dell'ora di punta della sera tra le ore 17 e le 18 che, come visto, è quella che presenta il maggior numero totale di veicoli in valore assoluto.

Graf. 2.1 - Distribuzione oraria dei flussi totali per direzione rilevati sulla sezione T1 sulla S.P. n.44 Via Marconi



In allegato si riportano le schede di rilievo per ciascuna sezione.

2.3 I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO ATTUALE

Le valutazioni degli effetti conseguenti alla realizzazione degli interventi in progetto richiede una analisi della situazione del traffico su di un'area più estesa rispetto allo stretto intorno del sito di intervento.

Per poter avere un quadro esaustivo dei flussi sulla rete in questo ambito esteso, oltre ai rilievi effettuati su alcune sezioni dei principali archi della rete, è necessario l'utilizzo di un modello di simulazione del traffico, opportunamente aggiornato e calibrato per l'ambito territoriale di interesse, che permetta di passare da rilievi puntuali su sezioni stradali ai flussi presenti sugli archi della rete.

La metodologia impiegata per giungere alla determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale nella situazione attuale è stata dunque la seguente:

1. è stato costruito un modello di simulazione di una sottorete del grafo della viabilità dell'area oggetto di studio, inserendovi tutti gli archi stradali che compongono la rete di riferimento allo stato attuale. Per costruire il modello di simulazioni si è utilizzato il Modello VISUM, della PTV System, in grado di simulare in modo sufficientemente approssimato i parametri che governano l'assegnazione del traffico alla rete stradale, tenendo conto delle caratteristiche dei diversi rami e delle intersezioni tra questi;
2. sulla base dei rilievi effettuati, per lo scenario attuale, sono state stimate le matrici origine/destinazione, dei veicoli leggeri e dei pesanti, per le diverse direttrici individuate per la rete, riferite all'ora di punta della sera tra le ore 17 e le 18;
3. in ultimo è stata eseguita l'assegnazione delle matrici di domanda attuale alla rete, procedendo alla calibrazione dei flussi ottenuti dal modello rispetto a quelli rilevati sulle sezioni; e ottenendo i valori di riferimento del traffico sulla rete stradale che descrive lo stato attuale.

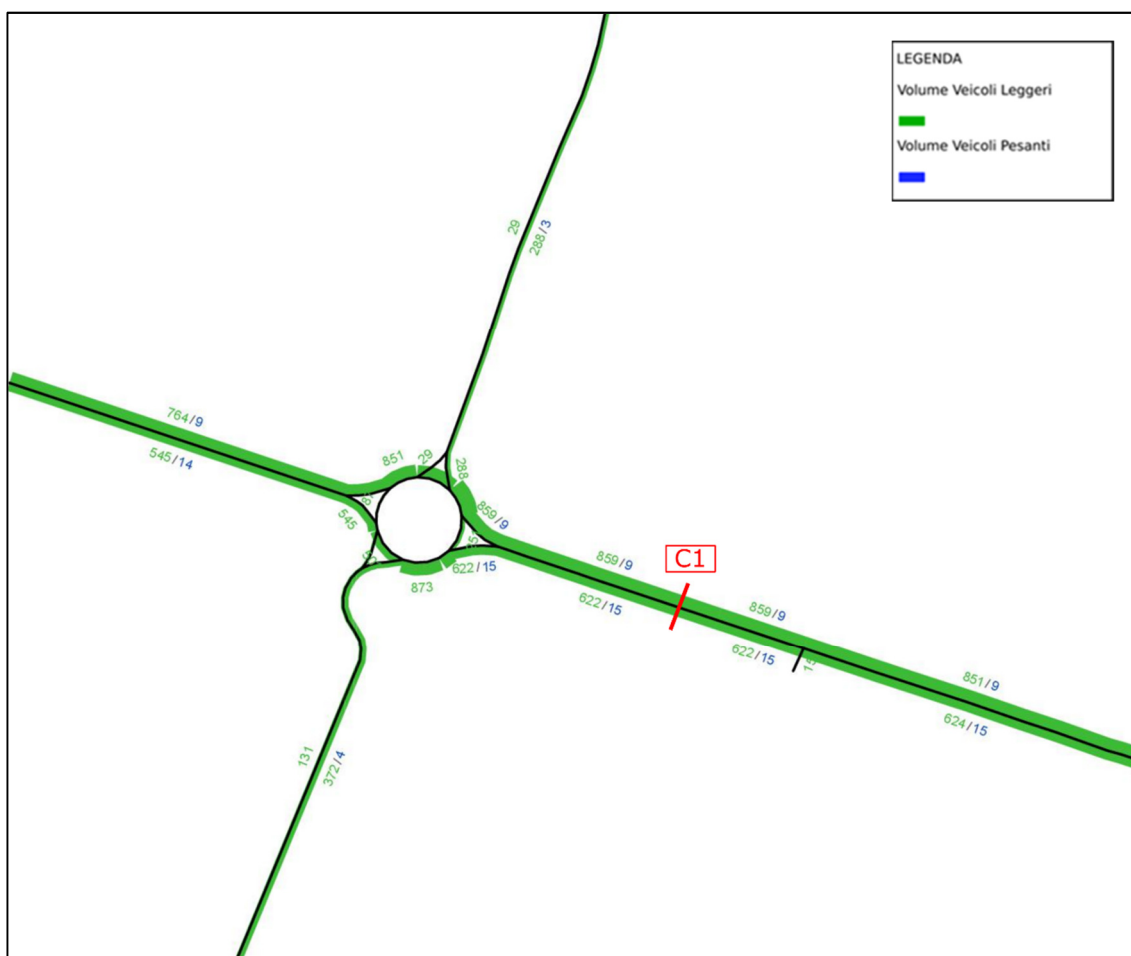
Prima di effettuare le simulazioni il modello è stato tarato utilizzando i dati rilevati con i radar e le telecamere. I due set di dati, ridondanti su alcune sezioni hanno permesso di verificare i rilievi stessi anche in ragione dei diversi margini d'errore appartenenti alle diverse strumentazioni di misure.

I risultati ottenuti dal modello di assegnazione della domanda attuale alla rete sono mostrati nel diagramma di flusso nell'immagine seguente, riferita all'ora di punta della sera (ore 17-18).

La rete è rappresentata con gli archi attivi e con il volume di traffico transitante su ciascun arco nell'ora, suddividendo i veicoli per tipologia in leggeri e pesanti.

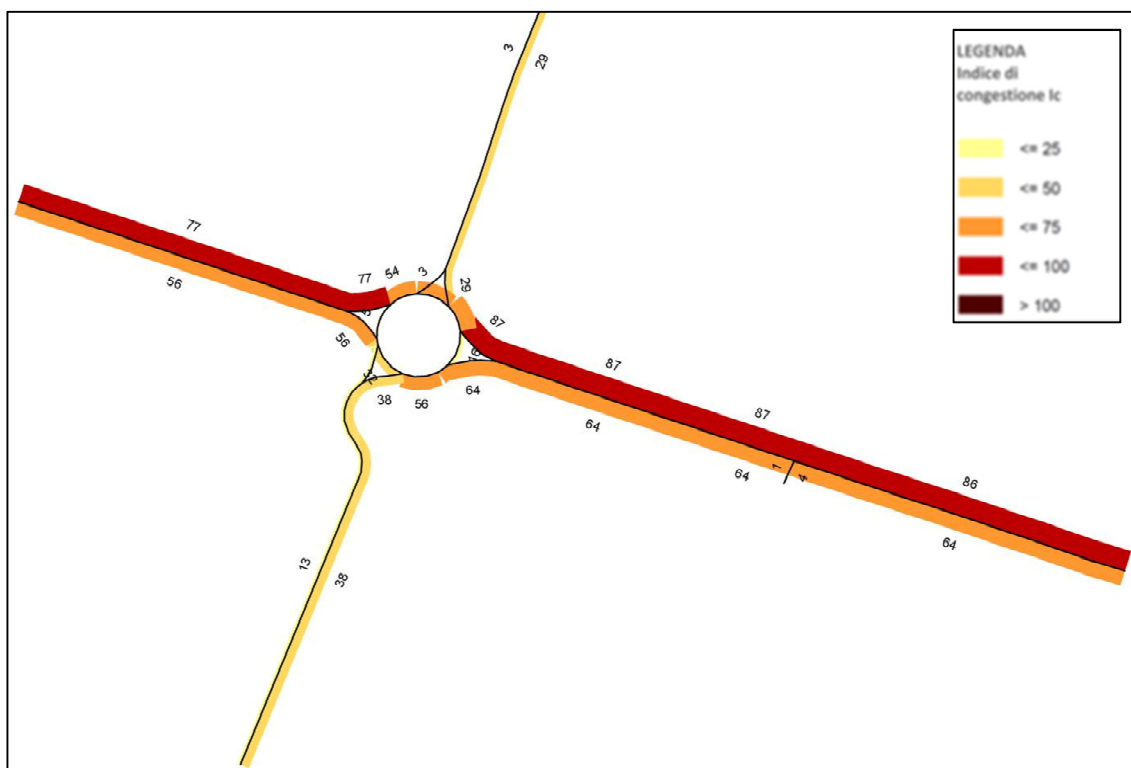
Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i veicoli leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di veicoli; le barre e i numeri di colore blu rappresentano i veicoli pesanti.

Img. 2.4 - Flussi di traffico nello scenario attuale – ora di punta della sera



L'immagine che segue illustra la rappresentazione dell'Indice di congestione ricavato per l'ora di punta della sera, dal modello di assegnazione dello scenario attuale, su ogni arco del grafo interessato da flussi veicolari.

Img. 2.5 – Indice di congestione sugli archi della rete nello scenario attuale – ora di punta della sera



L'analisi dell'indice di congestione per la rete attuale mostra come non ci siano archi in stato di congestione ($I_c > 100$) e solo alcuni tratti della S.P. n 44 in direzione ovest risultino in stato di precongessione ($75 < I_c < 100$).

Sulla base delle caratteristiche dei flussi di traffico assegnati per lo scenario attuale, nell'ora di punta della sera, sono stati calcolati alcuni parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete stessa, utilizzabili come indicatori per il confronto con i risultati che verranno ottenuti nelle simulazioni dello scenario futuro.

Per effettuare la verifica degli effetti del progetto sulla circolazione dei veicoli nella rete, verranno infatti utilizzate due tipologie di parametri: la prima che descrive il traffico simulato su alcune sezioni di controllo poste nell'intorno dell'intervento; la seconda che descrive le "performance" trasportistiche della rete compresa nell'area di studio a partire da alcuni indicatori delle condizioni di circolazione nell'area.

Per avere una prima caratterizzazione del traffico simulato nello scenario attuale, da utilizzare per un confronto diretto con lo scenario futuro, sono state assunte come sezioni "di controllo" quelle utilizzate per i rilievi, poste sui principali archi della rete stradale nell'intorno del sito di intervento.

I flussi di traffico ottenuti dalla simulazione dello scenario attuale per le sezioni di controllo sono riportati nella tabella che segue.

Tab. 2.2 – Valori di riferimento per lo scenario attuale - ora di punta della sera

Sez.	Strada	Dir.	Ore 17- 18		
			Leg	Pes	Tot
C1	S.P. n.44 via Marconi	E	622	15	637
		W	859	9	868

2.4 I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO ATTUALE

L'impiego del modello di simulazione del traffico consente, a partire dai risultati dell'assegnazione della domanda di spostamento alla rete stradale, una valutazione di alcuni parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete stessa, utilizzabili come indicatori per il confronto tra scenario attuale e scenari futuri a seguito dell'attuazione del progetto.

Gli indicatori che sono stati assunti in questo caso per la valutazione sono:

- la lunghezza della rete stradale di riferimento, espressa in chilometri, che, oltre a rappresentare l'estensione della rete stessa, nel confronto tra alternative che comportano la realizzazione di diversi elementi stradali, descrive implicitamente, anche se in modo molto elementare, i costi di costruzione ma anche il consumo di suolo;
- la quantità di "veicoli per chilometro", cioè la somma dei prodotti dell'estensione di ciascun elemento stradale per il numero di veicoli che lo percorrono nel tempo di riferimento (ora di punta), che rappresenta il numero di chilometri percorsi dai veicoli che circolano sulla rete e quindi è in stretta correlazione con la domanda servita ma anche con la tortuosità dei percorsi, con la quantità di energia impiegata e parallelamente con la quantità di inquinanti emessi;
- la quantità di "veicoli per tempo", cioè il "tempo di percorrenza totale" dato dalla somma dei prodotti del tempo necessario a percorrere ciascun elemento stradale per il numero di veicoli che lo percorrono nel tempo di riferimento (ora di punta), che rappresenta la quantità di tempo complessiva spesa dagli utenti per muoversi sulla rete soddisfacendo la domanda espressa; questo valore è relazionabile all'efficienza della rete dal punto di vista dell'utenza secondo il parametro tempo;
- il rapporto tra l'estensione dei tratti stradali, e il numero di veicoli che li percorrono, il cui Indice di congestione I_c risulta inferiore allo 75, che possiamo considerare come la soglia di attenzione per la precongestione, oppure si avvicina o supera il valore 100, cioè, per lo scenario simulato e la fascia oraria considerata, si è vicini o si è entrati in situazione di congestione;
- la velocità media tenuta dai veicoli sugli archi della rete di valutazione.

La Tabella che segue mostra i valori assunti dagli indicatori sintetici di valutazione nello scenario attuale, nell'ora di punta della sera, ottenuti dalla relativa simulazione.

Tab. 2.3 - Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario attuale - valori riferiti all'ora di punta della sera

Parametri	Unità di misura	Attuale
Lunghezza totale di rete attiva	km	4,2
Percorrenza totale	veicoli*km	2.058
Tempo totale di viaggio	ore	50
Percentuale di rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$	%	24,9%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$	%	42,7%
Percentuale di rete con $I_c < 75$	%	75,1%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$	%	57,3%
Velocità media	km/h	47,3

Occorre mettere in evidenza che il primo valore sta ad indicare la lunghezza complessiva della rete che è stata percorsa nell'assegnazione da almeno un veicolo. Da questo valore sono perciò esclusi tutti gli archi compresi nell'area di valutazione su cui non è stato assegnato alcun traffico. Pertanto, essa non corrisponde all'estesa chilometrica della rete considerata.

Ricordiamo che l'Indice di congestione I_c esprime il rapporto tra il numero di veicoli che transita nel periodo di riferimento, nel nostro caso l'ora di punta della sera, e la capacità lineare della carreggiata stradale nel senso di marcia considerato; questo parametro non tiene dunque conto delle situazioni di congestione in prossimità delle intersezioni per i perditempo da queste prodotti, che verranno considerati in un successivo capitolo.

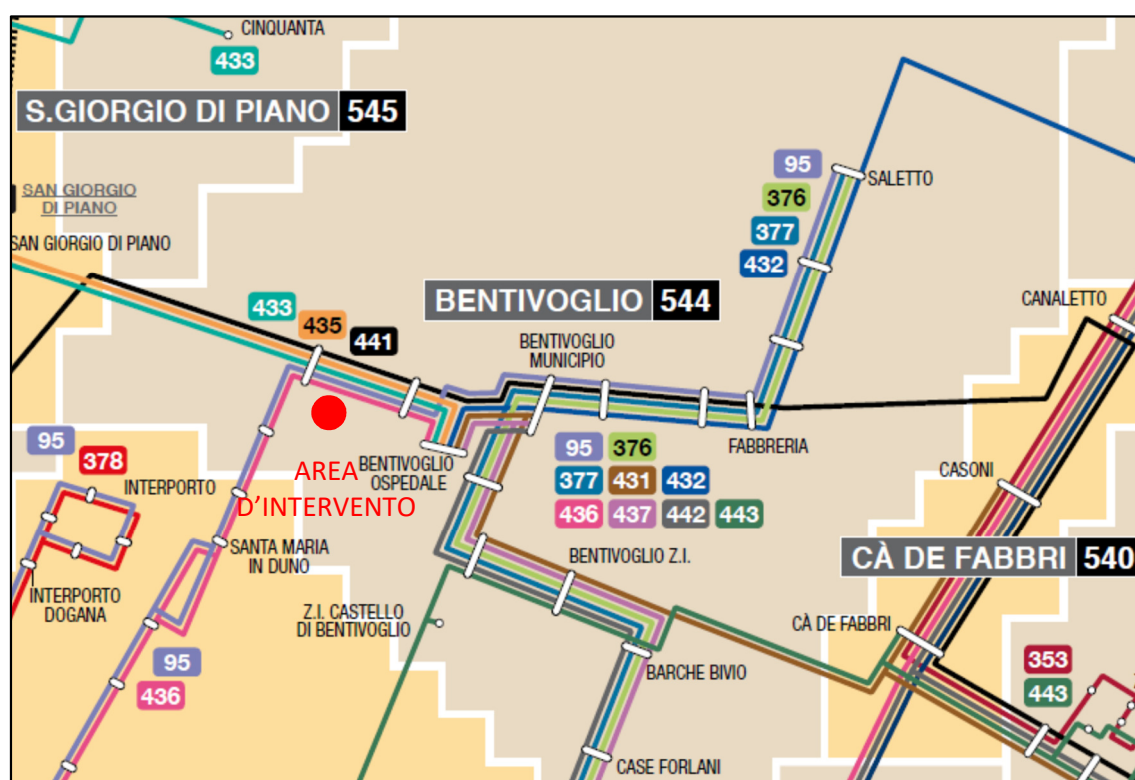
Questi valori verranno confrontati in un successivo paragrafo con quelli ottenuti per lo scenario di progetto.

2.5 ACCESSIBILITÀ ALL'AREA D'INDAGINE NELLO SCENARIO ATTUALE

L'accesso veicolare ai mezzi privati nell'area sede del nuovo comparto si avrà da un unico punto di accesso, posizionato sulla futura intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44; da tale ingresso sarà possibile raggiungere la vicina zona sede di attività terziarie e l'area residenziale contigua.

Per quanto riguarda i trasporti collettivi, la zona in cui è collocato l'intervento è servita dal trasporto pubblico su gomma suburbano ed extraurbano con le fermate più prossime al comparto situate sulla S.P. n.44.

Img. 2.6 – Stralcio cartografico dalle Mappe Zonali del trasporto pubblico suburbano ed extraurbano (fonte TPER Tavola 5A)



La linea 95 – (Bologna)- Funo- Centergross- Interporto-Bentivoglio- (Saletto) è una linea suburbana che collega Bologna con l'interporto di Bologna e la zona industriale Centergross.

La linea 442 – San Marino di Bentivoglio- Castel Maggiore è una linea extraurbana scolastica che svolge servizio nei solo giorni scolastici tra i comuni di Bentivoglio, Funo e Castel Maggiore.

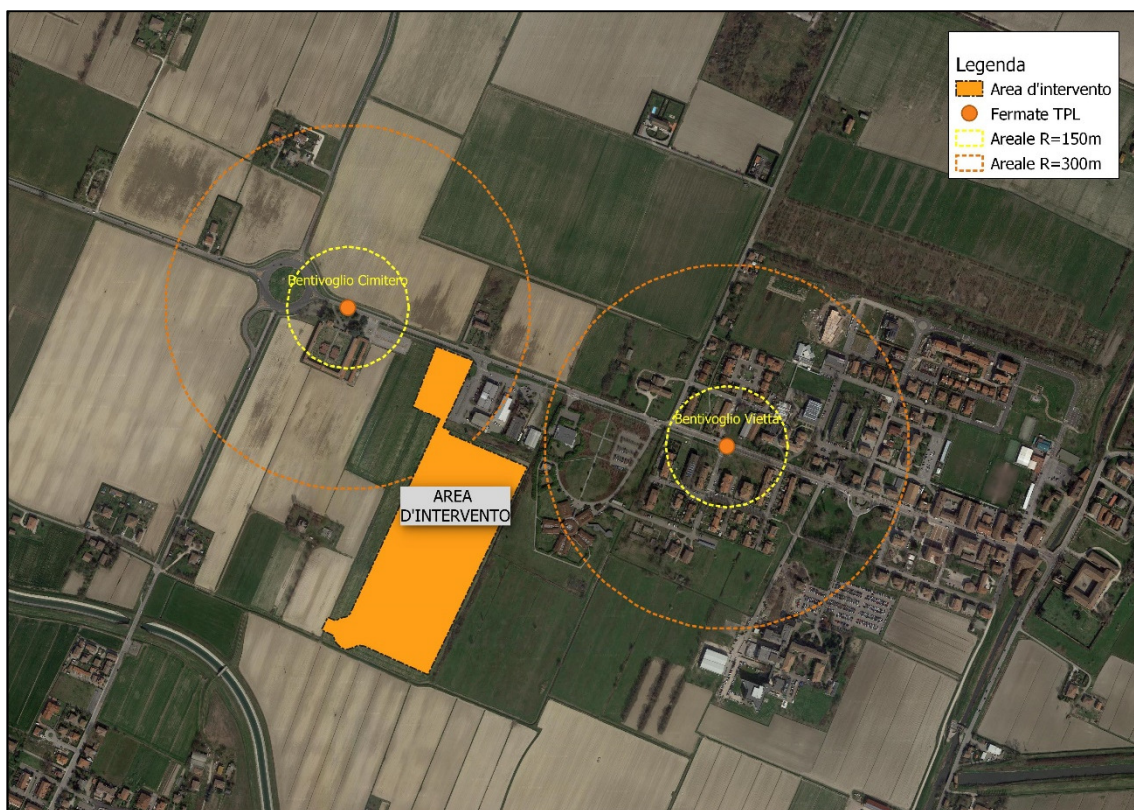
La linea PRONTOBUS 433 – Galliera- San Pietro in Casale- San Giorgio di Piano- Ospedale di Bentivoglio è una linea extraurbana, il tipo di servizio erogato è a chiamata su prenotazione, con orario e percorso predefinito.

La linea PRONTOBUS 435 – Pieve di Cento- Castello d'Argile- San Giorgio di Piano- Ospedale di Bentivoglio è una linea extraurbana, il tipo di servizio erogato è a chiamata su prenotazione, con orario e percorso predefinito.

La linea PRONTOBUS 436 – Castel Maggiore- Funo- Ospedale di Bentivoglio è una linea extraurbana, il tipo di servizio erogato è a chiamata su prenotazione, con orario e percorso predefinito.

L'immagine che segue presenta la localizzazione delle fermate del trasporto pubblico più prossime all'area sede del nuovo comparto, che sono Bentivoglio Cimitero e Bentivoglio Vietta; sono stati inoltre inseriti gli areali di raggio 150m e 300m per rendere più chiaro il grado di accessibilità della nuova struttura commerciale. Come si osserva l'ambito è parzialmente servito dalla fermata Bentivoglio Cimitero.

Img. 2.7 – Particolare fermate TPL e accesso all'area d'analisi



Per quanto riguarda la mobilità ciclabile l'immagine che segue mostra la collocazione del sito di intervento all'interno della rete ciclopeditonale del comune di Bentivoglio.

Come si può vedere, la rete ciclopeditonale esistente si sviluppa sugli archi maggiori come la S.P. n.44 e via Santa Maria in Duno con percorsi prevalentemente su sede separata; tale separazione è finalizzata a evitare interferenze tra i flussi veicolari e quelli ciclopeditonali.

In via Marconi (S.P. n.44) il percorso ciclopeditonale si sviluppa sul lato sud dell'asse stradale connettendo l'abitato di Bentivoglio con il cimitero, posto in prossimità della rotonda Margherita Hack.

Img. 2.8 – Rete ciclopedonale del comune di Bentivoglio (fonte OpenStreetMap)



3 ELEMENTI PRICIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO E STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI NELLO SCENARIO FUTURO

3.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO AI FINI DELLO STUDIO DEL TRAFFICO

La proposta urbanistica di progetto per l'ambito ANS-C.10 prevede l'insediamento di due diverse tipologie di attività all'interno dell'area, con una prevalenza della destinazione d'uso residenziale e una minoritaria di tipo terziaria e di servizio alla persona.

Il comparto, suddiviso in diciassette sub ambiti, vede per i primi sedici una destinazione d'uso residenziale con una superficie utile totale complessiva di 10.223 m² mentre il sub ambito 10 dedicato ad attività terziarie e di servizio alla persona presenta una superficie utile di 1.200 m².

I sub ambiti residenziali con fabbricati dall'altezza di massimo due piani e autorimessa privata prevedono un'offerta di sosta che risulta essere non inferiore a due posti auto per alloggio, globalmente i posti auto pertinenti per l'intero ambito risultano essere 4,42 per alloggio.

I parcheggi pubblici previsti risultano essere una quota significativa e disposti nelle aree P1, P2 e P3 disposti nella area nord del comparto, lungo lo sviluppo dell'arco stradale di distribuzione interna e in prossimità dell'area verde nella zona sud del comparto.

Lo schema di progetto urbanistico è presentato nell'immagine 3.1 che segue.

Il progetto insediativo intende valorizzare l'accessibilità ciclabile e pedonale all'intero comparto e, pertanto, prevede connessioni al tracciato della rete ciclabile oggi esistente. In particolare, i percorsi ciclabili e pedonali interni al comparto permettono di raggiungere tutti i sub ambiti residenziali nonché l'area sede delle attività terziarie situate in prossimità della futura rotatoria di accesso all'area.

I nuovi percorsi ciclopeditoni su sede separata disposti in prossimità della nuova intersezione si sviluppano costeggiando l'anello giratorio con attraversamenti ciclopeditoni in prossimità del ramo di accesso al comparto e al ramo di accesso alle vicine attività artigianali.

Dal punto di vista delle opere stradali, oltre alla realizzazione di tutto il sistema circolatorio interno con limite di velocità a 30km/h, gli aspetti più rilevanti previsti dalla proposta di progetto sono le seguenti:

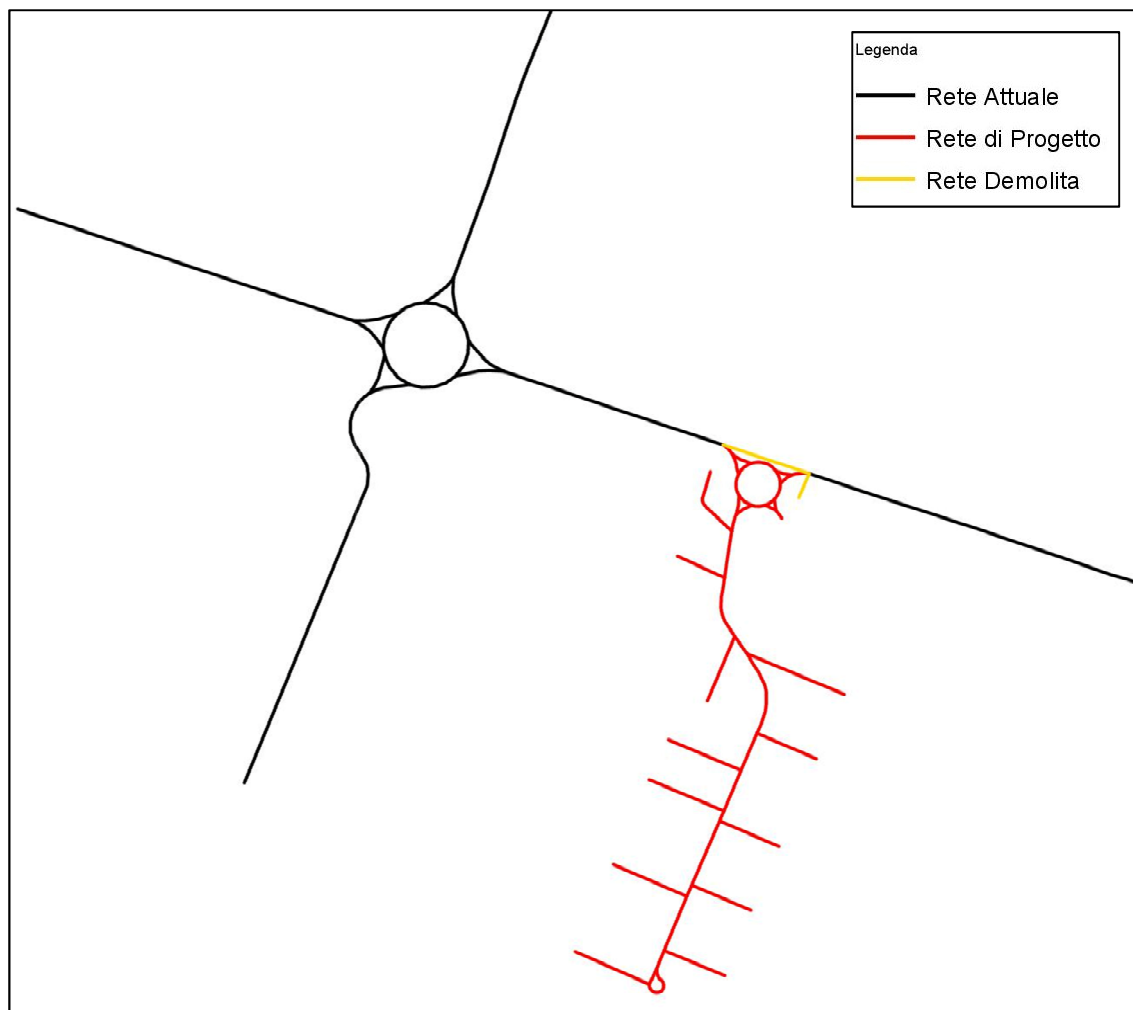
- l'inserimento di una nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi atta a garantire l'accessibilità al nuovo comparto e alle attività artigianali già esistenti situate ad est dell'area del comparto.

Il grafo della rete utilizzato per l'analisi della circolazione, riportato nell'immagine 3.2 che segue, mostra in colore nero gli archi della rete attuale, in rosso sono rappresentati i nuovi archi previsti dalla proposta di progetto e in colore giallo gli archi demoliti.

Img. 3.1 – Planimetria generale della proposta di progetto



Img. 3.2 – Grafo della rete negli scenari di riferimento



3.2 STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO FUTURO

La costruzione di uno scenario futuro ha lo scopo di consentire la verifica degli effetti conseguenti l'attuazione della proposta di progetto nell'ambito di un quadro complessivo che tenga conto anche della situazione nell'area urbana in cui esso si inserisce.

In questo caso si assumerà che lo scenario futuro di riferimento sia costituito dal contesto esistente che sarà completato/modificato dalle previsioni del progetto urbanistico in analisi descritte nel precedente paragrafo.

Il calcolo del carico urbanistico e dei flussi di traffico generati e attratti nel nuovo scenario sono stati effettuati considerando il potenziale di attrazione delle attività di cui si prevede l'insediamento, sotto forma di movimenti giornalieri e nell'ora di punta, che abbiano come origine o destinazione tali attività.

In particolare, il calcolo è stato effettuato considerando un orizzonte temporale nel quale esso possa ritenersi attuato e gli effetti conseguenti stabilizzati, consentendo nello stesso tempo di ritenere accettabili le stime effettuate.

Il carico urbanistico complessivo è stato stimato a partire dalle previsioni insediative in termini di superfici che saranno destinate in parte ad uso residenziale e in parte allo svolgimento di attività terziarie e di servizio alla persona.

Per quanto riguarda i flussi di traffico generati e attratti, sulla base dei dati del carico urbanistico, utilizzando opportuni coefficienti rapportati alle diverse destinazioni d'uso, sono stati stimati gli spostamenti complessivi (utenti, addetti, conferitori-prelevatori), generati e attratti nel giorno medio di riferimento.

Successivamente, in relazione ai diversi soggetti ed alle motivazioni che stanno alla base dei loro spostamenti, sono stati introdotti opportuni coefficienti per tener conto della utilizzazione del mezzo privato rispetto agli altri mezzi di trasporto e dell'occupazione media del veicolo.

Nella stima del traffico veicolare indotto si è mantenuto uno standard alto nell'uso del mezzo privato sia per i residenti che per gli utenti ed addetti delle attività terziarie e di servizio alla persona, anche in ragione della limitata offerta del trasporto pubblico su gomma.

La tabella che segue mostra il risultato del carico urbanistico espresso in unità/giorno ottenuto dalle stime effettuate e i veicoli generati-attratti nel giorno medio di riferimento e nell'ora di punta serale.

Tab. 3.1 - Carico urbanistico e flussi di traffico per la nuova struttura commerciale prevista nello scenario futuro

	Carico urbanistico giornaliero (unità)					Veic./g	Veic./hp 17-18
	Residenti	Addetti	Utenti	Conf.-Prel.	TOT CU		
Residenziale	353	0	0	0	353	344	82
Terziario/Servizi alla persona	0	24	648	7	679	485	51
Totale	353	24	648	7	1.032	829	133

Complessivamente il carico urbanistico giornaliero stimato per tutte le attività interne al comparto, residenziali e terziarie/di servizio alla persona, previste per lo scenario futuro ammonta a circa 1.032 unità.

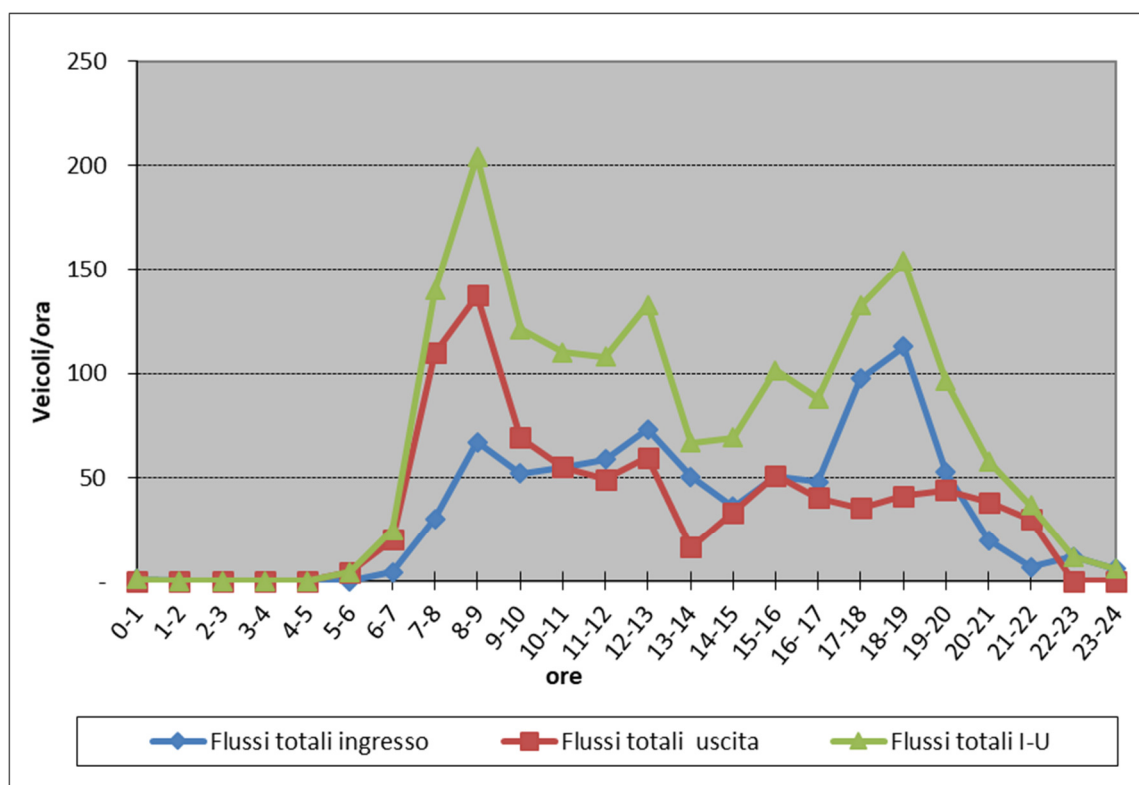
La stima dei flussi veicolari generati/attratti per questo scenario è pari a circa 829 v/g.

La distribuzione oraria nel giorno di riferimento mostra un andamento con fasce orarie di punta in ingresso e in uscita, tra le ore 7 e le 9 del mattino e tra le 17 e le 19 del pomeriggio-sera, con una punta assoluta alla mattina tra le ore 8 e le 9 di 204 v/h, di cui 114 v/h legati alle attività terziarie e 90 v/h ai residenti.

L'incidenza del traffico pesante nei flussi prodotti da queste strutture risulta nulla, si ipotizza che i conferitori/prelevatori a servizio delle attività terziarie e di servizio alla persona, utilizzino unicamente veicoli commerciali leggeri.

Nel grafico che segue viene mostrato l'andamento orario dei veicoli in ingresso e uscita dal comparto di progetto nello scenario futuro.

Graf. 3.1 - Distribuzione oraria dei flussi veicolari in ingresso-uscita dal comparto



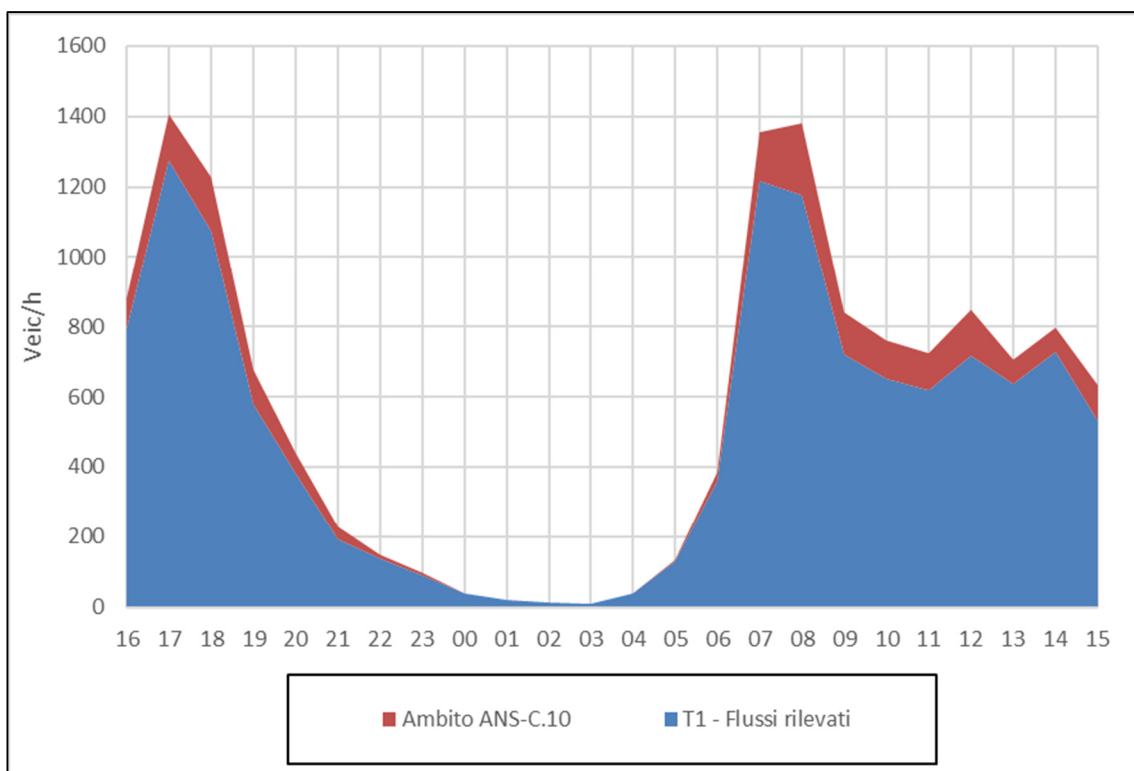
Al fine di valutare gli effetti dei flussi veicolari sulla rete indotti dall'ambito ANS-C.10, e definire l'ora del giorno per la quale l'impatto del carico urbanistico è maggiore, in relazione ai flussi attuali rilevati sulla S.P. n.44 via Marconi, si è sommato il contributo dei veicoli attratti/generati dal comparto ai veicoli rilevati presso la sezione T1 di via Marconi.

Nell'immagine che segue è presentata la distribuzione oraria della sezione T1 come somma delle due direzioni in colore blu, alla quale è stato aggiunto il contributo del carico dei veicoli attratti/generati dalle nuove attività insediate.

Dall'osservazione del grafico risulta che la combinazione delle distribuzioni dei flussi indotti dal nuovo comparto flussi rilevati su T1 definiscano l'ora tra le 17 e le 18 come l'ora di punta assoluta, per la quale verranno svolte successive simulazioni dello scenario di progetto.

Una seconda punta giornaliera si ha al mattino tra le 7 e le 8 con valori prossimi a quelli della punta serale.

Grf. 3.2 - Incremento dei flussi veicolari sulla rete indotti dal carico urbanistico calcolato



I flussi generati e attratti dal comparto nello scenario futuro sono stati distribuiti sulla rete adottando la stessa direzionalità per zone ottenuta per le matrici origine-destinazione derivate dai rilievi effettuati nelle ore di punta del giorno.

4 LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE

4.1 I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO FUTURO

La metodologia impiegata per giungere alla determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale nello scenario futuro è simile a quella utilizzata per la costruzione dello scenario attuale.

Il modello di simulazione utilizzato per lo scenario di progetto è quello elaborato per lo scenario attuale modificato per tener conto della realizzazione della nuova viabilità di accesso al comparto.

Per la costruzione dello scenario futuro di progetto sono stati utilizzati i seguenti elementi:

- la rete futura – viene utilizzata la rete dello scenario attuale, apportandovi le modifiche previste dal progetto:
 - inserimento della nuova viabilità interna al comparto con limite di velocità per i veicoli a motore pari a 30 km/h;
 - inserimento della nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi atta a garantire l'accesso al nuovo comparto e alle vicine attività artigianali preesistenti;
- le matrici future di domanda –le matrici O/D della domanda di spostamenti assunte (leggeri e pesanti) sono quelle ottenute per lo scenario attuale, modificate in funzione della generazione/distribuzione dei veicoli prodotti dalle nuove attività insediate sull'are del comparto.

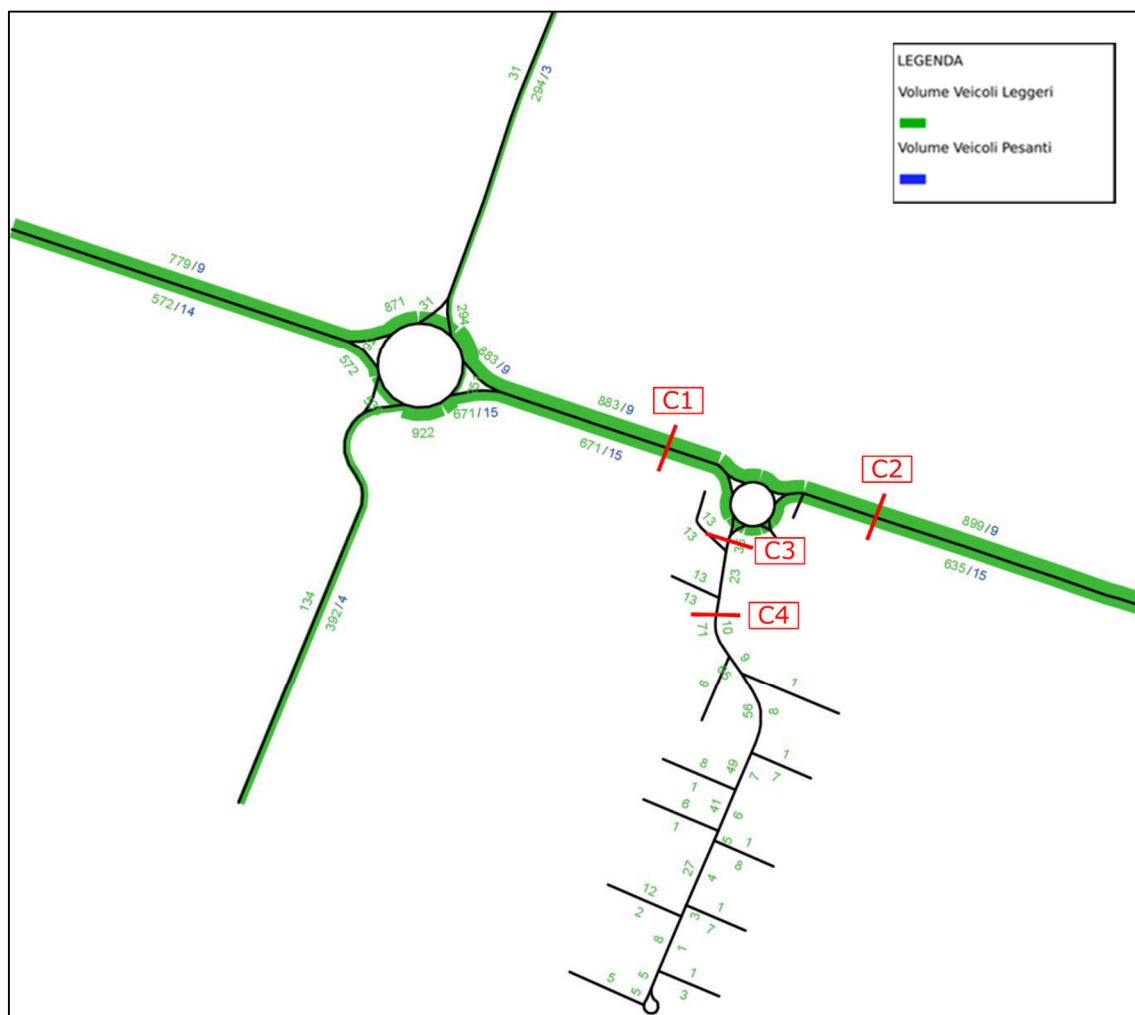
I risultati ottenuti dal modello di assegnazione, per lo scenario futuro simulato, sono riportati nell'Immagine 4.1, per l'ora di punta della sera e suddivisi per tipologia veicolare.

Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i veicoli leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di veicoli; le barre e i numeri di colore blu scuro rappresentano i veicoli pesanti.

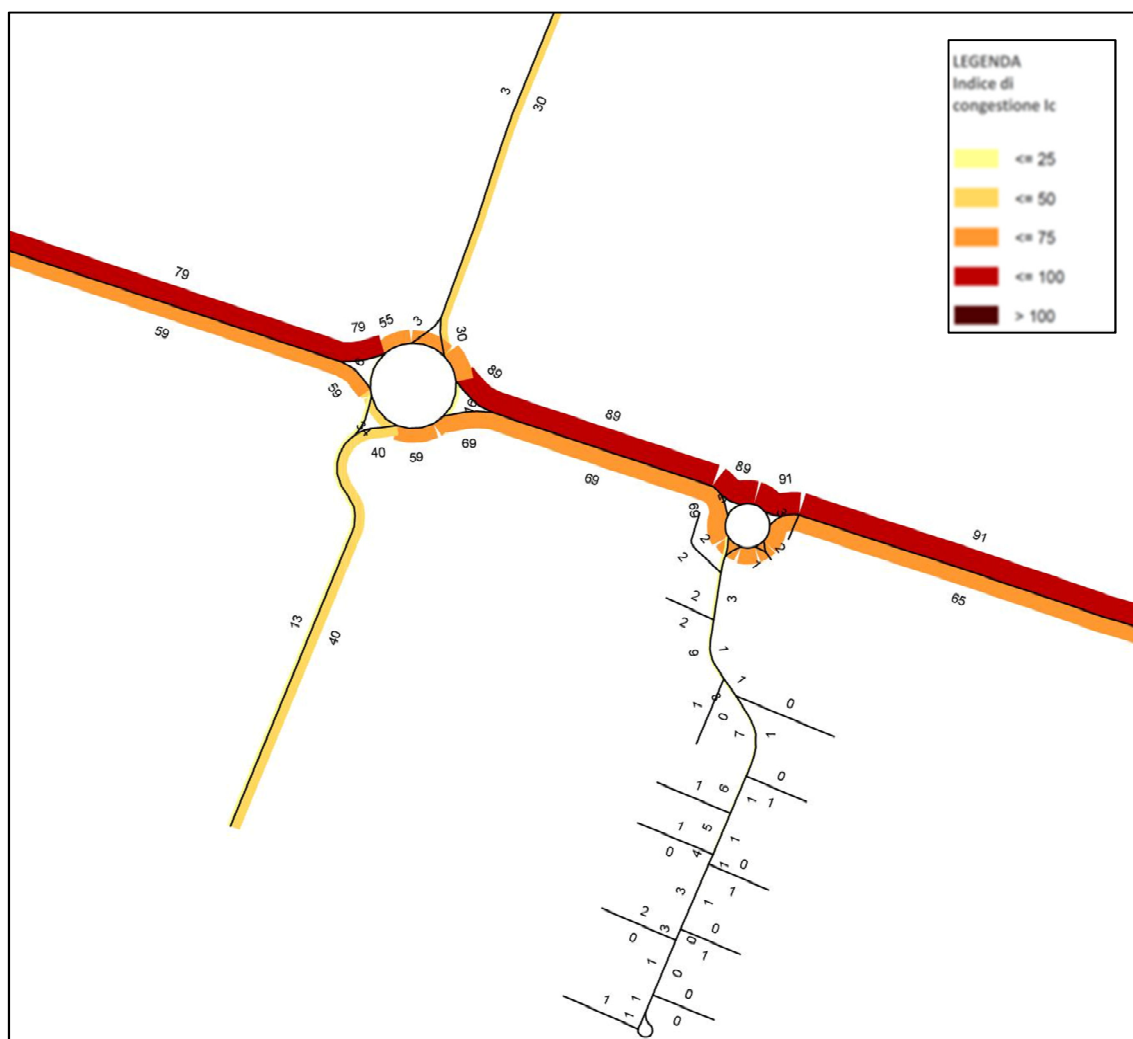
L'Immagine successiva mostra l'indice di congestione ricavato, nell'ora di punta della sera, dal modello di assegnazione nello scenario futuro di progetto, rappresentando gli archi in congestione con barre dal colore più scuro.

La simulazione dello scenario futuro di progetto è stata svolta per l'ora di punta della sera tra le 17 e le 18 che, come si è visto, rappresenta l'ora di maggior carico sulla rete nello scenario attuale, al quale è stata sommato il massimo contributo in termini di veicoli attratti/generati dall'ambito ANS-C.10.

Img. 4.1 - Flussi di traffico nello Scenario futuro di Progetto - ora di punta della sera



Img. 4.2 – Indice di congestione sugli archi della rete nello Scenario futuro di Progetto - ora di punta della sera



Riguardo all'Indice di congestione, per lo scenario futuro di progetto si vede come non vi si hanno sostanziali differenze con la rete nello scenario attuale, si osserva un generico aumento degli indici per effetto dei nuovi flussi veicolari legati al carico urbanistico, che ad ogni modo risultano essere limitati.

Non ci sono archi della rete in stato di congestione e solamente per alcuni tratti della S.P. n.44 in direzione ovest si osserva uno stato di precongestione ($75 < Ic < 100$).

Nel caso delle intersezioni, tuttavia, l'indicatore Ic ricavato dalla macrosimulazione di rete non è significativo e per la nuova intersezione a rotatoria in ingresso al comparto sarà oggetto di una verifica più approfondita con l'impiego di un più appropriato modello di microsimulazione, in un prossimo capitolo.

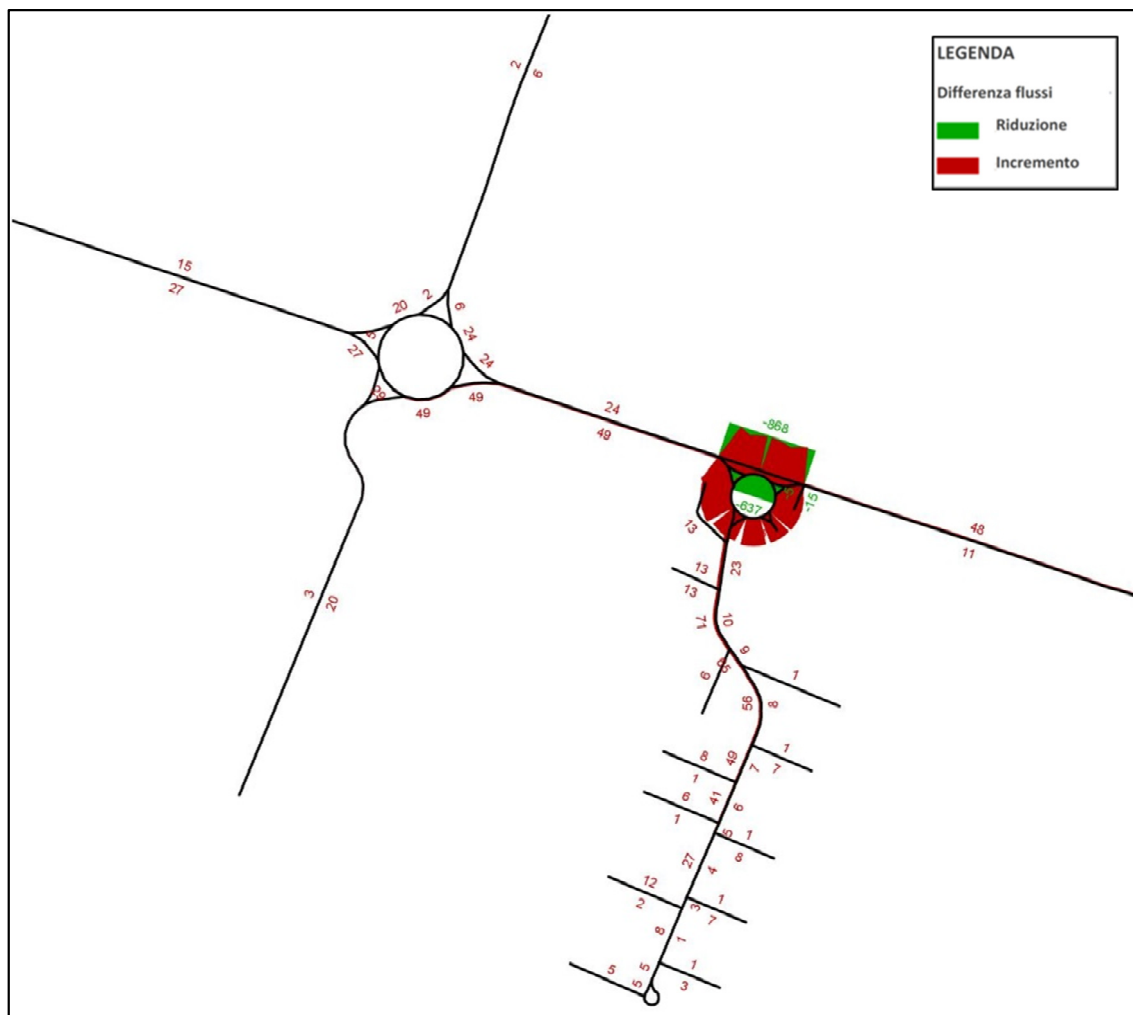
L'immagine che segue mostra il confronto tra i due scenari di riferimento simulati, attuale e progetto, e consente di evidenziare visivamente oltre alle modifiche al grafo della rete, anche gli aumenti o diminuzioni dei flussi veicolari

Si nota un aumento generalizzato dei flussi veicolari, legati al nuovo carico urbanistico insediato, inoltre la nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi risulta essere

interessata oltre che dai flussi indotti dal comparto anche dai flussi di attraversamento in direzione est- ovest ed ovest est.

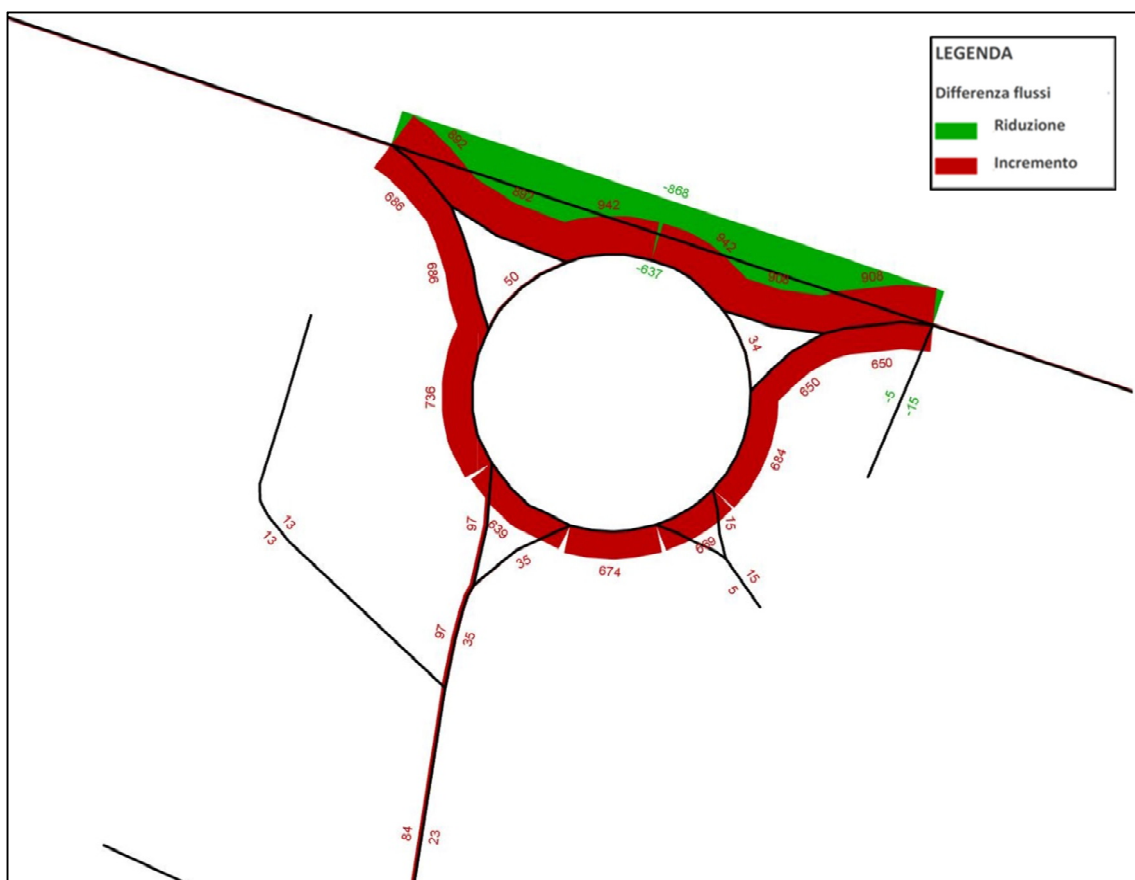
In questa immagine infatti, con uno spessore in rosso sono riportati gli incrementi di traffico su archi esistenti o i flussi di traffico sui nuovi archi, in modo proporzionale al valore della differenza.

Img. 4.3 - Differenza tra i flussi di traffico nello scenario futuro di Progetto e quelli dello scenario Attuale per l'ora di punta della sera



L'immagine che segue presenta un dettaglio della nuova intersezione a rotatoria e dei flussi circolanti su di essa, si osserva come tra gli archi demoliti, oltre al tratto della S.P. n.44 sostituito dalla rotatoria, anche l'ingresso alla vicina area artigianale, sia stato sostituito da un nuovo accesso sulla rotatoria.

Img. 4.4 - Differenza tra i flussi di traffico nello scenario futuro di Progetto e quelli dello scenario Attuale per l'ora di punta della sera – Particolare nuova Rotatoria



Per avere una migliore caratterizzazione del traffico simulato nello scenario futuro, si riportano nella tabella che segue i valori di flusso sulle sezioni di controllo con i valori dei flussi veicolari nello scenario futuro, per l'ora di punta della sera.

Tab. 4.1 – Flussi veicolari sulle sezioni di controllo nello scenario futuro -veicoli nell'ora di punta della sera

Sez.	Strada	Dir.	Ore 17- 18		
			Leg	Pes	Tot
C1	S.P. n.44 via Marconi Ovest	E	671	15	686
		W	883	9	892
C2	S.P. n.44 via Marconi Est	E	635	15	650
		W	899	9	908
C3	Strada Comparto Nord	N	35	0	35
		S	97	0	97
C4	Strada Comparto Sud	N	10	0	10
		S	71	0	71

4.2 I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO

Sulla base delle caratteristiche geometriche della rete e dei flussi di traffico assegnati nello scenario futuro di progetto, nell'ora di punta della sera, si è condotta la quantificazione dei parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete di riferimento, utilizzabili come indicatori per il confronto con lo scenario attuale, i cui valori sono stati riportati precedentemente, e per la valutazione degli effetti relativi.

Gli indicatori assunti per la valutazione sono quelli già descritti nel precedente paragrafo 2.4:

- la lunghezza della rete stradale di riferimento, espressa in chilometri;
- la quantità di veicoli per chilometro sulla rete di riferimento;
- la quantità di veicoli per tempo, cioè il tempo di percorrenza totale dei veicoli sulla rete;
- il rapporto in percentuale tra l'estensione dei tratti stradali, e il numero di veicoli che li percorrono, il cui Indice di congestione I_c risulta inferiore o superiore a 75 (precongestione), oppure supera il valore 100 (congestione);
- la velocità media tenuta dai veicoli sugli archi della rete di valutazione.

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario futuro sono riportati nella Tabella 4.2.

Tab. 4.2 – Valori degli indicatori per la valutazione dello scenario futuro di progetto - valori riferiti all'ora di punta della sera

Parametri	Unità di misura	Scenario di Progetto
Lunghezza totale di rete attiva	km	6,9
Percorrenza totale	veicoli*km	2218,5
Tempo totale di viaggio	ore	56,0
Percentuale di rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$	%	0,0%
Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$	%	15,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$	%	41,3%
Percentuale di rete con $I_c < 75$	%	84,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$	%	58,7%
Velocità media	km/h	40,4

4.3 CONFRONTO CON L'ATTUALE E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO

Come si è visto nei paragrafi precedenti, attraverso l'uso del modello di simulazione del traffico, sulla base delle caratteristiche geometriche della rete e dei flussi di traffico assegnati nell'ora di punta della sera, si è condotta la quantificazione dei parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete di riferimento, utilizzabili come indicatori per il confronto tra gli scenari, e per la valutazione degli effetti relativi.

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario attuale e lo scenario futuro di progetto sono riportati nella Tabella 4.3, mentre nella successiva Tabella 4.4 vengono riportate le variazioni percentuali degli indicatori e i relativi numeri indice, dove il valore dell'indicatore nello scenario attuale è stato posto uguale a 100.

Occorre ricordare che le valutazioni sono state eseguite sulla rete effettivamente utilizzata dai volumi assegnati all'interno dell'area di valutazione (porzione di rete con flussi non nulli), non considerando quindi nella formazione dei parametri i valori di rete (lunghezza e velocità media) corrispondenti agli archi con volume nullo.

Tab. 4.3 -Valori assoluti degli indicatori per la valutazione dello scenario futuro di progetto rispetto allo scenario attuale - valori riferiti all'ora di punta della sera

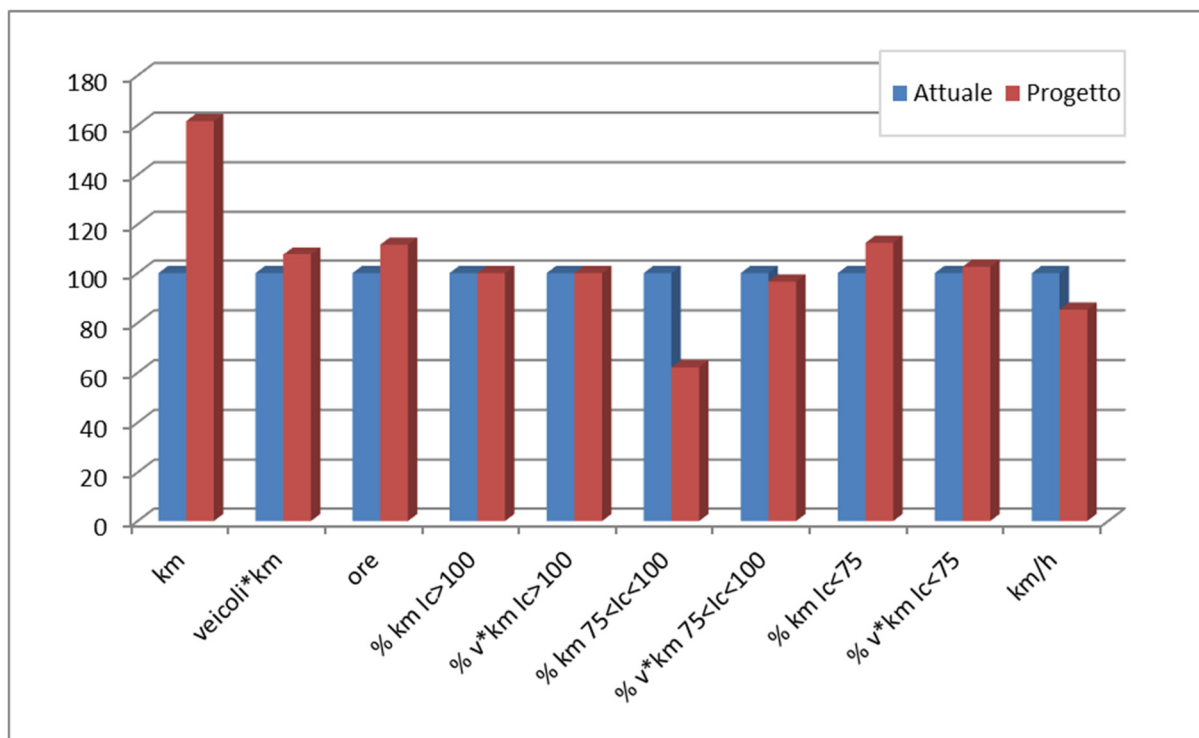
Parametri	Unità di misura	Scenario Attuale	Scenario Progetto
Lunghezza totale di rete attiva	km	4,2	6,9
Percorrenza totale	veicoli*km	2.058	2218,5
Tempo totale di viaggio	ore	50	56,0
Percentuale di rete con $l_c > 100$	%	0,0%	0,0%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	%	0,0%	0,0%
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	%	24,9%	15,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	%	42,7%	41,3%
Percentuale di rete con $l_c < 75$	%	75,1%	84,5%
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$	%	57,3%	58,7%
Velocità media	km/h	47,3	40,4

Tab. 4.4 - Variazioni percentuali degli indicatori dal confronto tra lo scenario futuro di progetto e lo scenario attuale e Numeri indice dei valori degli indicatori (100 = scenario attuale)

Parametri	Ora di punta della sera	
	Scenario Attuale	Scenario di Progetto
Lunghezza totale di rete attiva	100	162
Percorrenza totale	100	108
Tempo totale di viaggio	100	112
Percentuale di rete con $l_c > 100$	100	100
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$	100	100
Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$	100	62
Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$	100	97
Percentuale di rete con $l_c < 75$	100	113
Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$	100	103
Velocità media	100	85

Il grafico dell'immagine seguente evidenzia le variazioni dei numeri indice di confronto tra i parametri ottenuti per i due scenari di riferimento.

Graf. 4.1 - Grafico dei numeri indice dei valori degli indicatori presentati in tabella 4.4 per lo scenario attuale e futuro di progetto



Come si osserva dalla lettura dei dati esposti, dal confronto tra lo scenario futuro di progetto e quello attuale, per l'ora di punta della sera sulla rete stradale dell'area di studio, nel passaggio tra i due scenari si ha un incremento del traffico, espresso dal totale dei veicoli per chilometro dovuto all'incremento dei flussi della matrice di domanda come conseguenza del maggior carico urbanistico previsto per l'ambito di analisi. Si passa infatti dai circa 2.058 ai circa 2.219 chilometri percorsi sulla rete di riferimento nell'ora di punta della sera (+7,8%).

La rete attiva percorsa da almeno un veicolo aumenta da 4,2 km a 6,9 km (+61,6%) in ragione dei nuovi interventi infrastrutturali previsti, rappresentati dalla viabilità interna all'ambito e alla nuova intersezione a rotatoria.

A fronte di questi incrementi della rete attiva e dei chilometri percorsi, si riscontra un incremento del tempo di viaggio sulla rete (+11,8%), da correlarsi prevalentemente all'incremento della domanda.

La velocità media sulla rete diminuisce passando da 47,3 km/h dello scenario attuale ai 40,4 km/h dello scenario di progetto (-14,7%) tale significativa diminuzione non è da imputare all'aumento dei flussi veicolari sulla rete, ma bensì al limite di velocità imposto di 30 km/h ai nuovi archi della rete interna al comparto. L'incremento della rete attiva (+61,6%) e la limitata velocità su tali archi, ha di fatto contribuito alla diminuzione della velocità media di tutta la rete.

In termini di congestione sulla rete, in nessuno dei due scenari di riferimento sono presenti archi in stato di congestione ($I_c > 100$).

Nello scenario attuale si riscontrano archi in stato di precongessione sulla S.P. n.44 in direzione ovest, archi per i quali anche nello scenario di progetto si riscontra un leggero aumento dettato dai flussi veicolari del carico indotto dall'ambito ANS-C.10.

Sostanzialmente è dunque possibile affermare che la realizzazione della proposta di progetto, in base ai risultati ottenuti dalle simulazioni di rete, pur in presenza di un incremento di traffico sulla rete dovuto all'insediamento delle nuove attività interne all'ambito, non dà luogo a fenomeni congestione sugli archi della rete.

Nella tabella che segue vengono mostrati i valori dei flussi veicolari sulle sezioni di controllo nello scenario futuro di progetto e in quello attuale, per l'ora di punta della sera.

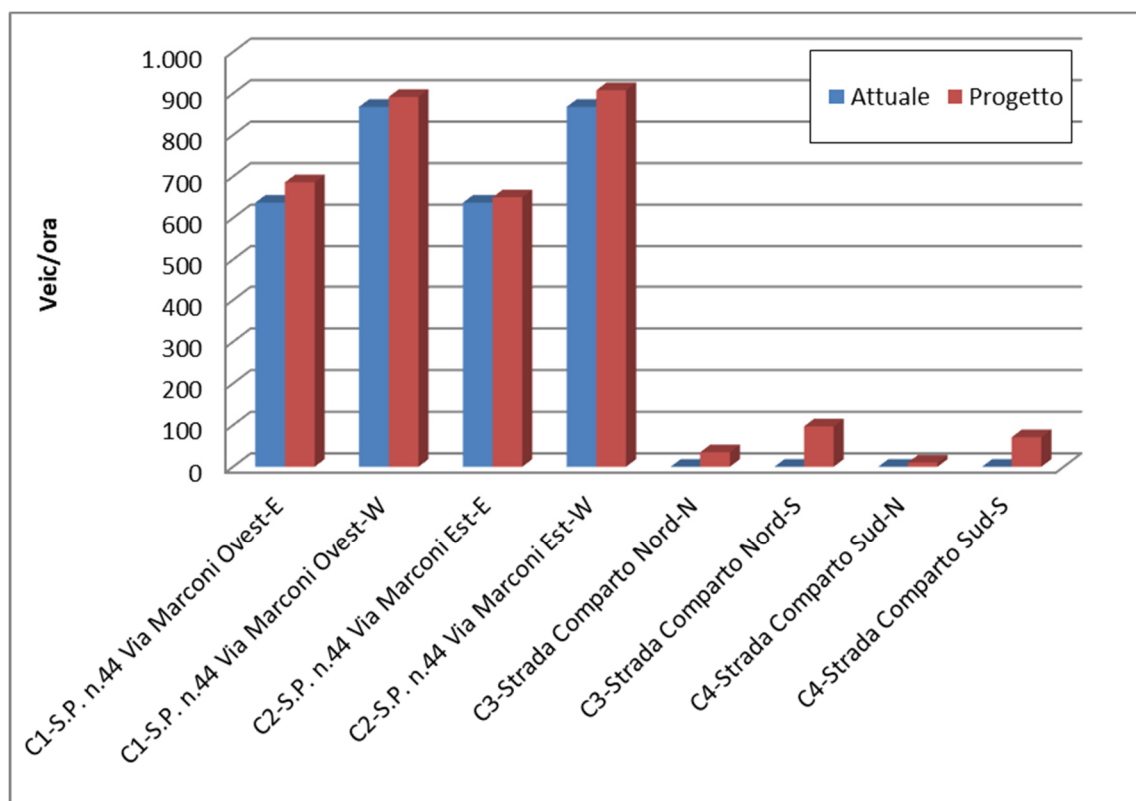
Il grafico successivo presenta il confronto tra i flussi veicolari sulle sezioni di controllo prese in considerazione nei due scenari di riferimento.

La presenza dei mezzi pesanti nei due scenari è pressoché costante, in quanto i flussi veicolari indotti dalle attività presenti all'interno dell'ambito ANS-C.10 non presentano componenti pesanti.

Tab. 4.5 - Flussi veicolari sulle sezioni di controllo nello scenario futuro e nello scenario attuale (veicoli totali nell'ora di punta della sera)

Sez.	Strada	Dir.	Attuale			Progetto		
			Leg	Pes	Tot	Leg	Pes	Tot
C1	S.P. n.44 via Marconi Ovest	E	622	15	637	671	15	686
		W	859	9	868	883	9	892
C2	S.P. n.44 via Marconi Est	E	622	15	637	635	15	650
		W	859	9	868	899	9	908
C3	Strada Comparto Nord	N	-	-	-	35	0	35
		S	-	-	-	97	0	97
C4	Strada Comparto Sud	N	-	-	-	10	0	10
		S	-	-	-	71	0	71

Graf. 4.2 - Flussi di traffico simulati sulle sezioni di controllo nello scenario futuro di progetto e nello scenario attuale (ora di punta della sera)



Anche da questi dati si conferma che a seguito della realizzazione del progetto, l'effetto di maggiore evidenza è un contenuto incremento dei flussi veicolari su tutte le sezioni di controllo.

Gli incrementi quantitativamente maggiori, nell'ora di punta serale, si hanno sulle sezioni della S.P. n.44 via Marconi in particolare sulla sezione C1 in direzione est (+8%) e sulla sezione C2 in direzione ovest (+5%); aumenti determinati dai nuovi flussi in ingresso al comparto, mentre sulle direzioni opposte gli incrementi sono più contenuti, (+3%) per la sezione C1 in direzione ovest e (+2%) per la sezione C2 in direzione Est.

Le due sezioni C3 e C4 presenti sulla nuova strada di accesso al comparto vedono valori modesti, in termini assoluti, dei flussi veicolari indotti dalle nuove attività interne all'ambito ANS-C.10; la sezione C3 presenta flussi, nell'ora di punta serale, pari a 97 v/h in direzione sud e 35 v/h in direzione nord, tali flussi sono sia legati sia alle attività terziarie che ai residenti. La sezione C4 situata più a sud presenta 71 v/h in direzione sud e 10 v/h in direzione nord, in questo caso i flussi sono solamente legati ai sub ambiti residenziali.

5 LA VERIFICA DELL'EFFICIENZA DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO

Venendo agli effetti di scala più ridotta, che riguardano il funzionamento dell'assetto viabilistico contenuto nel progetto, è stata eseguita una valutazione della nuova intersezione a rotatoria quale punto di accesso all'ambito ANS-C.10 e alla vicina area artigianale.

La verifica è stata effettuata attraverso il programma di microsimulazione dinamica Vissim della PTV System; questo software è in grado di tener conto oltre che dell'effettiva geometria dell'intersezione e delle diverse tipologie di veicoli, anche del comportamento dei conducenti, che si influenzano reciprocamente, adeguandone le traiettorie e le velocità di marcia, da buone garanzie per una soddisfacente rappresentazione del fenomeno reale della circolazione nell'intersezione.

Attraverso il modello di microsimulazione, sulla base della geometria dell'intersezione, dei flussi di traffico afferenti e della descrizione delle manovre di svolte, si ottengono i principali parametri trasportistici che caratterizzano l'intersezione al fine di verificare la performance del progetto dell'intersezione e metterle a confronto fra i vari scenari di riferimento.

I parametri utilizzati per la valutazione tecnico-trasportistica degli scenari in esame nel presente studio, ottenuti direttamente come output dal modello di simulazione sono i seguenti.

- *Numero di veicoli defluiti (n. Veic)*

Questo numero indica il numero di veicoli defluiti da una sezione di controllo assunta come riferimento per le valutazioni. Il parametro, che in sé ha valore in quanto permette di definire un rapporto tra domanda e offerta in uno scenario, fornisce un parametro di confronto tra due scenari alternativi in quanto permette di stabilire la migliore o peggiore attitudine dello scenario al deflusso reale, e non teorico.

- *Tempo di percorrenza (TdP)*

È il tempo reale impiegato da ogni veicolo per percorrere il tragitto assegnatogli e misurato in sezioni di rilievo collocate sugli itinerari.

- *Tempo di ritardo in secondi (Ritardo)*

Questo parametro fornisce, il ritardo totale per ogni veicolo che completa la sezione del tempo di percorrenza sottraendo il tempo di percorrenza teorico dal tempo di percorrenza reale. Il tempo di percorrenza teorico è il tempo che verrebbe raggiunto se nella rete non ci fossero altri veicoli.

- *Lunghezza media e massima della coda in metri (LCode)*

L'importanza di questo parametro è duplice, prima di tutto perché aiuta nella calibrazione del modello in fase di simulazione dello stato attuale (la massima coda ottenuta per ogni intersezione deve essere per lo meno simile a quella che realmente si forma), e poi perché in fase di simulazione degli scenari di progetto permette di individuare i punti critici sulla

rete per quel che riguarda la regolarità del deflusso veicolare e quindi di studiare gli interventi di ottimizzazione.

- *Tempo di ritardo in coda in secondi ($t_{TotRitCoda}$)*

Questo parametro fornisce, per intervalli di tempo stabiliti, il tempo medio e massimo di attesa in coda dei veicoli che attraversano le sezioni di controllo. Minore è questo valore, maggiore è la capacità dell'intersezione di lasciar defluire i veicoli sulla rete senza attese in coda. Il confronto dei parametri relativi a due scenari alternativi fornisce la possibilità di individuare quello con maggiore permeabilità al passaggio dei veicoli.

Inoltre, dal tempo di ritardo si ottiene il Livello di servizio (LOS) dell'intersezione quantificato secondo la definizione dell'HCM per intersezioni non semaforizzate.

Bisogna ricordare che il Livello di Servizio LOS descrive sinteticamente la qualità della percorrenza dello specifico ramo dell'intersezione con sei livelli espressi dalle lettere da A - situazione migliore - alla E - situazione peggiore -, mentre con la lettera F è identificato un ultimo livello di servizio, più scadente, caratterizzato da flussi di traffico che si muovono a singhiozzo (congestione).

La tabella seguente sintetizza i valori di riferimento e l'immagine seguente mostra la curva di deflusso con la separazione dei livelli di servizio.

Tab. 5.1 -- Livello di servizio per intersezioni non semaforizzate (HCM 2010)

Livello di servizio	Ritardo medio tot (sec/veic)	
A	< 10	
B	>10 e <15	
C	>15 e < 25	
D	> 25 e < 35	
E	> 35 e < 50	
F	> 50	

Per la nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n44, le verifiche sono state condotte nell'ora di punta della sera tra le 17 e le 18, determinata sulla base dei rilievi effettuati e sull'impatto dell'ambito ANS-C.10 in termini di attratti/generati.

5.1 CONFIGURAZIONE DELLA NUOVA INTERSEZIONE A ROTATORIA DI ACCESSO ALL'AMBITO ANS-C.10 NELLO SCENARIO DI PROGETTO

La proposta di progetto per l'ambito ANS-C.10 prevede tra gli interventi infrastrutturali un punto di connessione alla rete stradale esistente al fine di garantire l'accessibilità a tutti i sub ambiti presenti; tale connessione sarà realizzata mediante l'introduzione di una nuova rotatoria che andrà a interessare la S.P. n.44 via Marconi e la vicina area artigianale.

La geometria della nuova rotatoria presenta un diametro esterno di 48 m con un anello giratorio di larghezza pari a 7 m e un'isola centrale di 34 m di diametro.

Il posizionamento della nuova rotatoria è previsto a sud del tracciato dell'esistente S.P. n.44 via Marconi, i due rami della strada provinciale sono dunque costretti a una deflessione del tracciato in direzione sud al fine di immettersi correttamente nella rotatoria. Tra i rami d'ingresso alla rotatoria è previsto un nuovo accesso per la vicina area artigianale e il nuovo arco stradale a servizio delle attività presenti all'interno dell'ambito ANS-C.10; è presente un quinto ramo a nord, di accesso ad una singola proprietà privata che tuttavia non è stato inserito nelle microsimulazioni in quanto ininfluenza in termini di flusso.

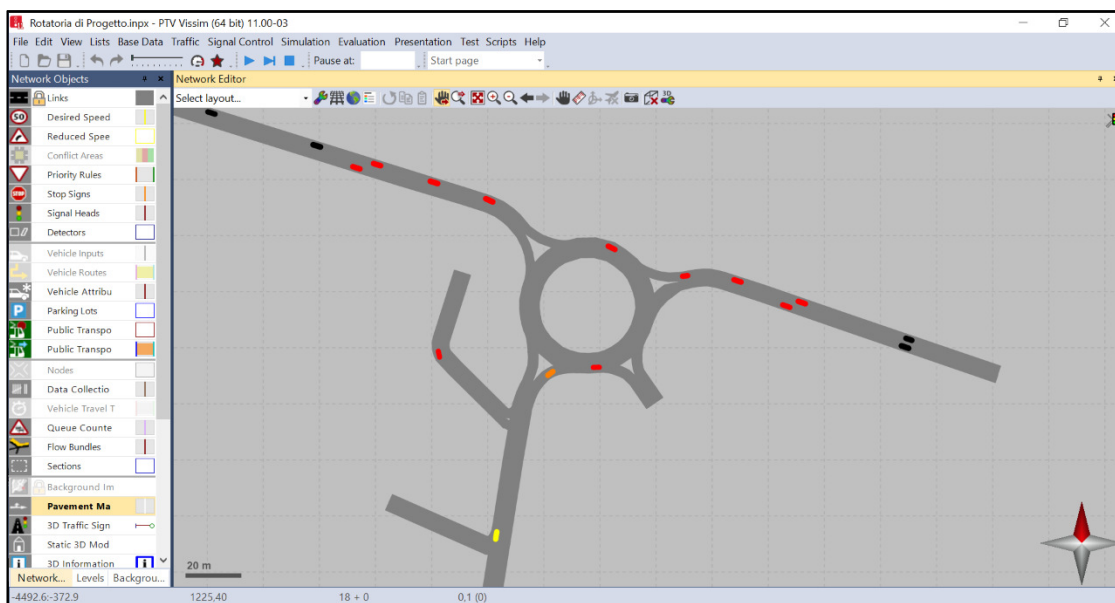
I quattro rami della nuova rotatoria, presentano tutti l'isola spartitraffico rialzata per separare i flussi d'ingresso da quelli d'uscita e tutte le immissioni sono configurate con attestamento a singola corsia.

Img. 5.1 - Nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi, la strada di accesso all'ambito ANS-C.10 e l'accesso alla vicina area artigianale



L'immagine che segue mostra il modello di microsimulazione costruito per l'intersezione nello scenario di progetto.

Img. 5.2 - Il modello di microsimulazione per la nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi, la strada di accesso all'ambito ANS-C.10 e l'accesso alla vicina area artigianale



Le tabelle 5.2 e 5.3 mostrano i parametri ottenuti nella simulazione per i rami dell'intersezione nello scenario di progetto per l'ora di punta della sera.

I risultati in tabella sono stati ottenuti come media di dieci iterazioni indipendenti della simulazione.

Tab. 5.2 - Rotatoria – Scenario di progetto - Tempi di percorrenza, perditempo e LOS
(ora di punta della sera)

	Origine	Destinazione	n.Veic.	TdP (s)	Ritardo (s)	TdP*veic	Rit*veic	LOS
1	S.P. n.44 Est	Zona Artigianale	3	11	0,8	34	2	LOS A
	S.P. n.44 Est	Strada Ambito ANS-C.10	49	10	0,8	484	38	LOS A
	S.P. n.44 Est	S.P. n.44 Ovest	853	9	1,0	7.924	810	LOS A
	S.P. n.44 Est		905			8.442	851	
	Media ramo					9,3	0,9	LOS A
2	Zona Artigianale	S.P. n.44 Est	5	11	2,8	56	14	LOS A
	Zona Artigianale	Strada Ambito ANS-C.10	0	0	0,0	0	0	-
	Zona Artigianale	S.P. n.44 Ovest	9	16	2,5	141	22	LOS A
	Zona Artigianale		14			197	36	
	Media ramo					14,0	2,6	LOS A
3	Strada Ambito ANS-C.10	S.P. n.44 Est	11	14	2,7	154	30	LOS A
	Strada Ambito ANS-C.10	Zona Artigianale	0	0	0,0	0	0	-
	Strada Ambito ANS-C.10	S.P. n.44 Ovest	25	19	2,3	463	57	LOS A
	Strada Ambito ANS-C.10		36			617	87	
	Media ramo					17,1	2,4	LOS A
4	S.P. n.44 Ovest	S.P. n.44 Est	632	12	0,7	7.609	417	LOS A
	S.P. n.44 Ovest	Zona Artigianale	2	8	0,4	16	1	LOS A
	S.P. n.44 Ovest	Strada Ambito ANS-C.10	51	7	0,4	333	21	LOS A
	S.P. n.44 Ovest		685			7.959	439	
	Media ramo					11,6	0,6	LOS A
	Totale intersezione		1.640			17.214	1.413	
	Media intersezione					10,5	0,9	LOS A

Tab. 5.3 - Rotatoria – Scenario di progetto - Ritardi e lunghezze code (ora di punta della sera)

		n.Veic	tTotRitCoda (s)		Lcode (m)		
			Medio	Medio * veic	Med	Max	N. Stop
1	S.P. n.44 Est	905	0,94	851,00	0,09	24,07	0,00
2	Zona Artigianale	14	2,60	36,46	0,03	7,69	0,70
3	Strada Ambito ANS-C.10	36	2,40	86,56	0,06	7,61	0,60
4	S.P. n.44 Ovest	685	0,64	438,89	0,01	12,87	0,00
	Totale	1.640		1.412,91			
	Media		1,65	0,86	0,05	13,06	0,33

Il funzionamento della rotatoria, nello scenario di progetto e nell'ora di punta della sera risulta caratterizzato da una domanda di circa 1.640 veic/h e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 0,9 s, con un livello di servizio ampiamente entro il LOS A.

Per tutti i rami della rotatoria si ha un comportamento simile con ritardi contenuti, tutti con un livello di servizio all'interno del range del LOS A; i ritardi medi dal ramo di accesso all'ambito ANS-C.10 e dal ramo di accesso alla zona artigianale risultano essere rispettivamente pari a 2,4 s e 2,6 s. Tali ritardi, maggiori rispetto a quelli riscontrati sui rami della S.P. n.44 est ed ovest, sono imputabili agli ingenti flussi provenienti da questi ultimi che ostacolano l'immissione in rotatoria dai nuovi rami.

Riguardo alla formazione di code, nell'ora simulata, la lunghezza delle code medie per i diversi rami presenta valori prossimi a zero; mentre per i valori di lunghezza massima della coda, questa si osserva per il ramo della S.P. n.44 via Marconi Est con un valore pari a 24,07m.

Osservando le tabelle presentate con i valori riscontrati di accodamento massimo e medio, si nota come, in generale per tutti i rami della rotatoria, il valore di coda media sia molto distante dal valore di coda massima; questo denota come il fenomeno di accodamento che interessa la nuova rotatoria abbia una frequenza di accadimento piuttosto bassa.

6 SINTESI E CONCLUSIONI

Il contenuto di questo Studio del traffico è finalizzato alla valutazione degli effetti sulla mobilità dell'attuazione dell'ambito ANS-C.10 a destinazione residenziale/terziario posizionato nel territorio comunale di Bentivoglio in provincia di Bologna.

La proposta urbanistica di progetto prevede l'insediamento di due diverse tipologie di attività all'interno dell'area, con una prevalenza della destinazione d'uso residenziale e una minoritaria di tipo terziaria e di servizio alla persona.

Il comparto, suddiviso in diciassette sub ambiti, vede per i primi sedici una destinazione d'uso residenziale con una superficie utile totale complessiva di 10.223 m² mentre il sub ambito 10 dedicato ad attività terziarie e di servizio alla persona presenta una superficie utile di 1.200 m².

La proposta di progetto oltre ai sub ambiti residenziali e terziari/ di servizio alla persona prevede anche la realizzazione delle seguenti opere di urbanizzazione:

- viabilità interna al comparto atta a garantire l'accessibilità a tutti i sub ambiti presenti;
- inserimento di una nuova intersezione a rotatoria sulla S.P. n.44 via Marconi, punto d'accesso al nuovo ambito ANS-C.10 e alla vicina zona artigianale.

L'accessibilità per i veicoli a motore all'intero ambito ANS-C.10, sarà garantita dalla nuova rotatoria sulla quale sarà innestato il nuovo arco stradale di distribuzione interna in direzione nord-sud che servirà l'area terziaria/ di servizio della persona a nord, l'area residenziale e l'area verde a sud.

Il progetto insediativo intende valorizzare l'accessibilità ciclabile e pedonale all'intero comparto e pertanto, prevede connessioni al tracciato della rete ciclabile oggi esistente. In particolare, i percorsi ciclabili e pedonali interni, presenti ambo i lati della strada di distribuzione interna, garantiscono il raggiungimento di tutti i sub ambiti.

Lo Studio del traffico è partito dalla ricostruzione dell'andamento del traffico sui rami del grafo della viabilità interessata dall'intervento per un giorno ferial medio - *scenario attuale*-, ottenuta attraverso l'impiego di uno specifico modello di simulazione e l'assegnazione della matrice della domanda attuale, desunta dalle elaborazioni dei dati di rilievo. Il modello di simulazione è poi stato calibrato sulla base dei rilievi diretti effettuati.

Con il modello del traffico è stata successivamente effettuata la simulazione dello scenario futuro di progetto, in cui alla rete attuale sono stati aggiunti gli interventi infrastrutturali previsti dalla proposta di progetto, in particolare la nuova intersezione a rotatoria di connessione alla rete esistente e la viabilità interna di distribuzione all'ambito ANS-C.10.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni è stata svolta la valutazione degli effetti della realizzazione della proposta di progetto, attraverso il confronto fra i flussi di traffico e i principali indicatori trasportistici per la rete stradale di riferimento nella situazione attuale e quelli dello scenario futuro.

Il confronto è stato effettuato per l'ora di punta della sera tra le 17 e le 18 che risulta essere la fascia oraria per la quale la combinazione dei flussi veicolari attuali e dei flussi indotti dall'ambito ANS-C.10 genera il maggior impatto sulla rete.

Per l'ora di punta della sera sulla rete stradale dell'area di studio, nel passaggio tra i due scenari si ha un incremento del traffico, espresso dal totale dei veicoli per chilometro e dovuto principalmente all'incremento dei flussi della matrice di domanda.

La rete attiva, vista l'implementazione della viabilità interna all'ambito nello scenario di progetto, aumenta considerevolmente (+61,6%), analogamente ma con tassi inferiori aumentano anche i veicoli chilometro percorsi che passano da circa 2.058 ai circa 2.219 sulla rete di riferimento nell'ora di punta della sera (+7,8).

Si ha di conseguenza un incremento del tempo di viaggio sulla rete (+11,8%), da correlarsi sia all'incremento della domanda che ad una riduzione della velocità media di percorrenza degli archi della rete (- 14,7%).

In entrambi gli scenari di riferimento non si riscontrano situazioni di congestione sugli archi della rete con un indice di congestione che si mantiene inferiore a 100; sono tuttavia presenti alcuni tratti stradali della S.P. n.44 in direzione ovest che presentano uno stato di precongestione durante l'ora di punta della sera.

Sostanzialmente è dunque possibile affermare che la realizzazione della proposta di progetto, in base ai risultati ottenuti dalle simulazioni, porta ad un incremento di traffico sulla rete dovuto all'insediamento delle nuove attività interne all'ambito, ma limitato se confrontato con i volumi di traffico già presenti sulla rete osservata.

Nello studio è stata inoltre valutata l'efficienza della nuova intersezione a rotatoria sulla S.P.n.44 via Marconi, che garantisce l'accesso all'ambito ANS-C.10 e alla vicina zona artigianale.

La verifica è stata svolta con l'utilizzo di un modello di micro-simulazione (VISSIM), determinandone il livello di servizio (LOS) e la lunghezza potenziale della formazione di code sui rami di accesso, nell'ora di punta della sera. I risultati ottenuti sono stati calcolati su una media di 10 simulazioni singole per lo scenario futuro di progetto.

Il funzionamento della rotatoria, nello scenario di progetto e nell'ora di punta della sera risulta caratterizzato da una domanda di circa 1.640 veic/h e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 0,9 s, con un livello di servizio ampiamente entro il LOS A.

Per tutti i rami della rotatoria si ha un comportamento simile con ritardi contenuti, tutti con un livello di servizio all'interno del range del LOS A; i ritardi medi dal ramo di accesso all'ambito ANS-C.10 e dal ramo di accesso alla zona artigianale risultano essere rispettivamente pari a 2,4 s e 2,6 s. Tali ritardi, maggiori rispetto a quelli riscontrati sui rami della S.P. n.44 est ed ovest, sono imputabili agli ingenti flussi provenienti da questi ultimi che ostacolano l'immissione in rotatoria dai nuovi rami.

Riguardo alla formazione di code, nell'ora simulata, la lunghezza delle code medie per i diversi rami presenta valori prossimi a zero; mentre per i valori di lunghezza massima della coda, questa si osserva per il ramo della S.P. n.44 via Marconi Est con un valore pari a 24,07m.

Osservando le tabelle presentate con i valori riscontrati di accodamento massimo e medio, si nota come in generale per tutti i rami della rotatoria il valore di coda media sia molto distante dal valore di coda massima; questo denota come il fenomeno di accodamento che interessa la nuova rotatoria abbia una frequenza di accadimento piuttosto bassa.

Complessivamente è dunque possibile ritenere che gli effetti della realizzazione della proposta di progetto sul traffico stradale, siano da considerare accettabili in considerazione del carico urbanistico insediato e dei risultati ottenuti sia per le analisi sulla rete generale che per le verifiche di dettaglio sulla nuova intersezione a rotatoria.

ALLEGATO 1: Rilievi del traffico

Monitoraggio del Traffico "Compact 1000 JR"



	Alimentazione: 12 V _{dc}		Tipo di alimentazione: 12V _{dc} batteria 18Ah		Dimensioni massimo ingombro: 33,5 x 30 x 16 cm
	Interfaccia di comunicazione: RS232, bluetooth		Sensore: radar doppler K-Band apertura orizzontale 12 ° apertura verticale 25 ° alimentazione 20 dBm		Peso: 2,9 kg
	Consumo: massimo: 0,065 A				Temperatura: -20 °C - +85 °C



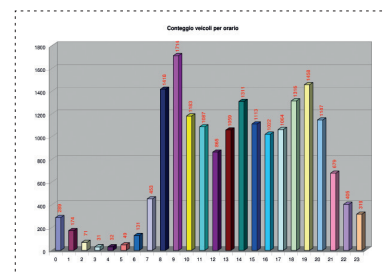
Descrizione:

Il Compact 1000 JR è un dispositivo utilizzato per il monitoraggio e la classificazione del flusso del traffico. La tecnologia radar rende il dispositivo facile da utilizzare e da installare. Grazie al sensore radar Doppler, il dispositivo può essere applicato su ogni tipo di supporto. Il Compact 1000 JR può

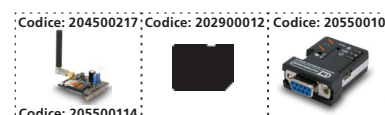
monitorare fino a due marcie di corsia con direzioni opposte, i dati sono memorizzati nel file CSV, accessibile rimuovendo la memory card (SD-Card). Il consumo ridotto del dispositivo ed un'elevata capacità della batteria garantiscono una durata di rilevamento fino a 235 ore.

Operating Description:

Il Compact 1000 JR è in grado di generare dati contenenti: data, tempo, velocità e lunghezza dei veicoli passanti. I files sono semplici da elaborare garantendo una totale libertà per il trattamento degli stessi a fini statistici.



Code	Description
203000005	110W photovoltaic kit
200200019 / 200200018	Public network power supply kit (18Ah) / Public network power supply kit (40Ah)
204500217 / 205500114	GSM module / GSM module antenna
202900012	SD card
205500103	Blue tooth adapter



Configurazione Software:

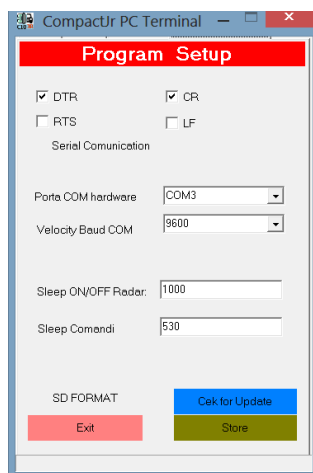
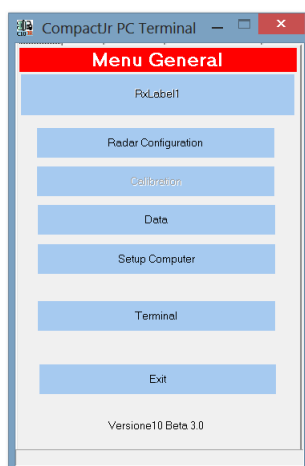
Descrizione:

Insieme al sistema Compact1000JR viene fornito un software, Compact Config per la configurazione dei parametri e dei relativi messaggi. Il software è disponibile sia per sistemi operativi Microsoft Windows® che per sistemi Android®. La connessione può avvenire via cavo USB o Rs232 oppure con apposito modulo di comunicazione WIFI o Bluetooth® (opzionale).

Attraverso un normalissimo NetPc oppure con un Tablet Android è possibile configurare in maniera semplice e sicura il dispositivo



Configurazione Software Windows per NetPc



Configurazione Software Windows per NetPc e Smart phone Tablet

