



COMUNE DI NOVARA

Permesso di Costruire e Variante n. 2 al Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica Convenzionato, relativo all'attuazione delle aree produttive e logistiche del quadrante nord ovest della Città di Novara - Ambito T12 (approvato con D.C.C. n° 57 del 14/09/2020) con contestuale Variante SUAP ai sensi dell'art. 17 bis co. 4 L.R. 56/77 e ss.mm. ed ii e dell'art. 8 del D.P.R. 160/2010 e s.m.i



Relazione Viabilistica

RAUM

engineering

RAUM ENGINEERING SRL
via XX settembre 38, 28100 Novara - ITALY
+39.0321.390335
PIVA/CF 02523870034
www.raum-engineering.com

A SEGRO GROUP COMPANY

Prima stesura:
Dicembre 2021

Revisione 1:
Settembre 2022

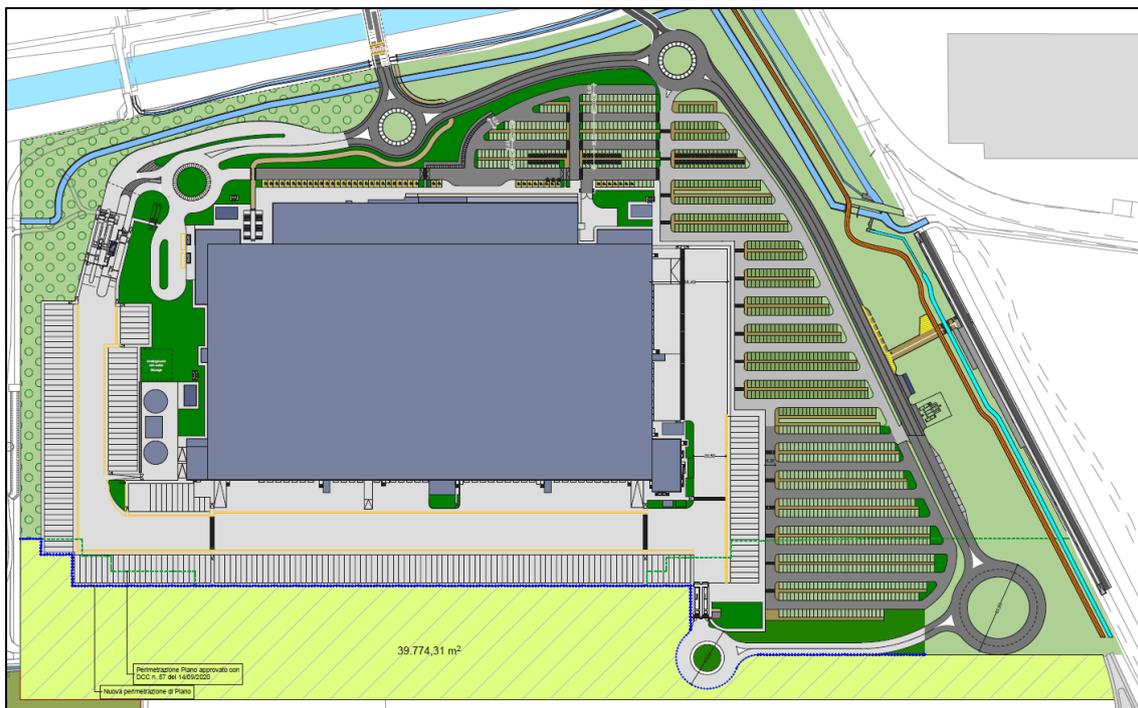
Revisione 2:
Gennaio 2023

Stesura finale:

Consegna:

N

ANALISI DELLA CAPACITA' DI UNA ROTATORIA PROGETTUALE DELLA VIABILITA' INTERNA DEI MAGAZZINI AMAZON NEL COMUNE DI NOVARA



Redatto da



Redatto per:



Piazza IV novembre, 4
20124 Milano (MI)
Tel. 02 00 62 09 18
info@tandem-mi.it

AGOSTO 2022

Gruppo di lavoro:	
Ing. Carlo CARUSO	
Ing. Stefano SAVARESI	
Ing. Fabio VELLATA	

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	SCENARIO DI PROGETTO (SDP).....	4
2.1	Analisi dei flussi	5
3	ANALISI STATICHE DELLA ROTATORIA	6
3.1	Metodologia di analisi per le rotatorie	6
3.2	I risultati delle verifiche funzionali	10
4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	12

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione è riportata l'attività svolta a supporto della Variante Semplificata al P.R.G. vigente art. 17 bis L.U.R. 05/12/1977 n.56 e s.m.i. – Ambito T12 Agognate nel comune di Novara (NO).

L'attività ha l'obiettivo di verificare modellisticamente la capacità di una rotatoria progettuale di smaltire i flussi di traffico previsti nello scenario futuro di progetto.

Tale studio si è articolato sulla base delle informazioni fornite dal cliente in merito sia al numero e alla tipologia di veicoli che circoleranno in tale intersezione sia al layout progettuale.

Nella seguente figura è indicata l'area di riferimento allo stato attuale, ossia i magazzini Amazon nella frazione di Agognate del comune di Novara. Nel cerchio rosso, invece viene indicata, la posizione della rotatoria di progetto.

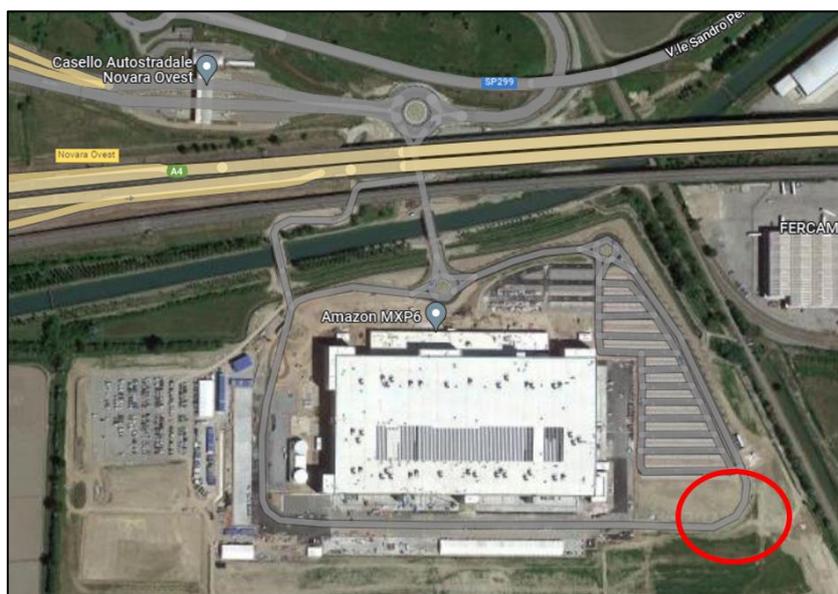


Figura 1 - Inquadramento territoriale

2 SCENARIO DI PROGETTO (SDP)

Lo scenario di progetto che si intende valutare è quello riportato nella figura sottostante, in cui viene realizzata una rotatoria a due braccia (evidenziata con un cerchio giallo). La rotatoria è posta tra l'uscita dei mezzi pesanti dal magazzino (cerchio rosso) e la viabilità interna che permette, tramite un sistema di rotatorie, di ricongiungersi alla viabilità principale a Nord dall'area.

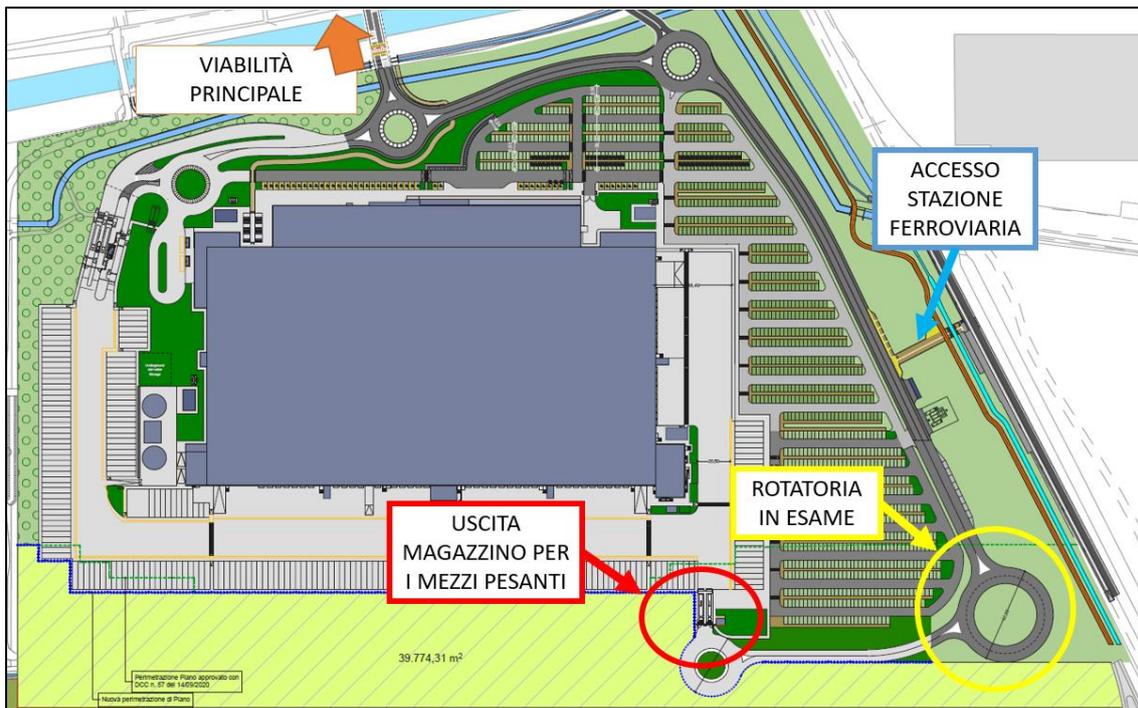


Figura 2 – Planimetria intervento progettuale

La rotatoria su tale viabilità è stata pensata per permettere l'inversione di marcia ai veicoli dei possibili utenti della nuova stazione ferroviaria di Agognate e sovradimensionata ad interferenza dei mezzi pesanti in uscita da Sud dallo stabilimento Amazon. Nella figura precedente viene indicata la collocazione del collegamento pedonale per la stazione ferroviaria sopraccitata.

L'inversione di marcia alla rotatoria per i frequentatori della stazione è giustificata dalla presenza della linea continua sulla viabilità interna per impedire la manovra di accesso ai parcheggi dal lato opposto della strada, data la rilevante presenza dei mezzi pesanti. Di conseguenza, i veicoli che provengono dalla viabilità principale, per usufruire dei parcheggi devono effettuare l'inversione di marcia alla rotatoria di progetto. Nella figura seguente viene mostrato in giallo un possibile percorso di questo tipo.

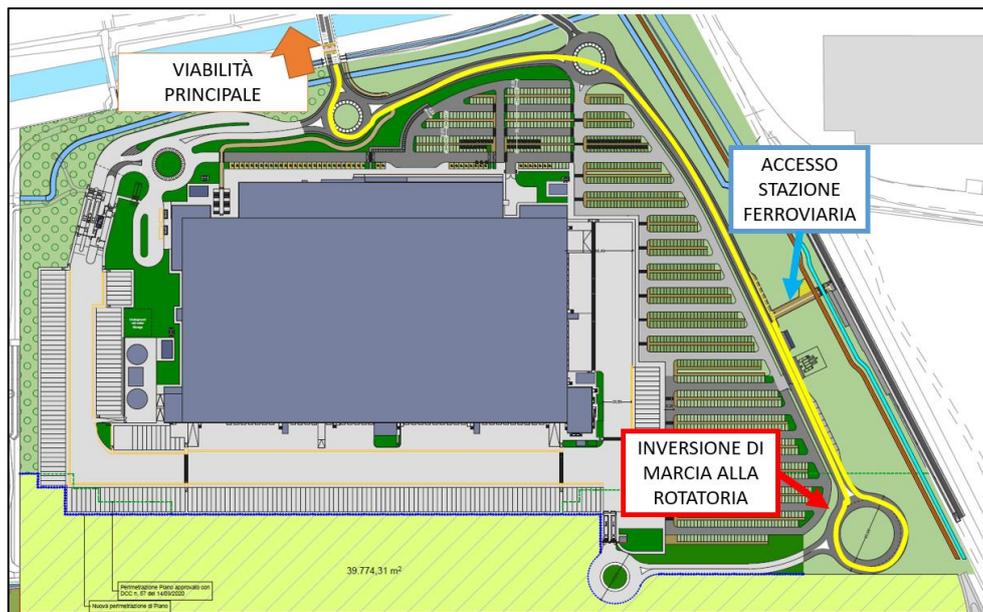


Figura 3 – Percorso veicoli leggeri con destinazione stazione ferroviaria

La rotatoria di progetto avrà, infine, le seguenti dimensioni: diametro esterno con misura pari a 61m, diametro dell'isola centrale pari a 40m e larghezza della corona giratoria pari a 10.5m.

2.1 Analisi dei flussi

Dai dati forniti direttamente dal cliente sono stati previsti i seguenti indotti su base giornaliera:

- 139 veicoli pesanti, che sono i mezzi in uscita dal magazzino Amazon, cerchiato in rosso nella Figura 2, mentre l'ingresso avviene a Nord dell'area e non interessa la rotatoria in esame; si tenga presente che il magazzino funziona su tre turni giornalieri che coprono le 24 ore, di conseguenza i veicoli pesanti sono distribuiti in tutto l'arco della 24 ore della giornata.
- 160 veicoli leggeri, che rappresentano i possibili utenti della nuova stazione ferroviaria di Agognate. Dato che non sono previsti, nelle vicinanze di questo accesso pedonale alla stazione, stalli per la sosta a lungo termine (quelli presenti in figura saranno utilizzati per una sosta di breve termine), si ipotizza che tali veicoli possano essere dei potenziali accompagnatori o anche taxi.

Dato che lo scenario è ancora in definizione (soprattutto per quanto riguarda i dati della stazione ferroviaria), risulta di difficile individuazione l'ora di punta da simulare per le verifiche statiche alla rotatoria, di conseguenza per questa verifica preliminare si ipotizza di concentrare tutti gli indotti giornalieri in un'ora di punta. Ovviamente tale ipotesi è fortemente cautelativa, ma si ritiene che una volta definito con più precisione lo scenario complessivo potrà essere condotta un'analisi più precisa. Comunque, la verifica di capacità che si propone, se soddisfatta, ha validità nell'indicare se la rotatoria è in grado di smaltire i flussi circolanti di progetto.

3 ANALISI STATICHE DELLA ROTATORIA

In questo capitolo sono presentate le analisi statiche compiute sulla rotatoria di progetto posta tra l'uscita dei magazzini dei mezzi pesanti e la viabilità interna dell'area.

3.1 Metodologia di analisi per le rotatorie

Per quanto riguarda le rotatorie indicate si è deciso di svolgere l'analisi statica del livello di saturazione delle stesse con il software trasportistico GIRABASE, basato su studi svolti sulle rotatorie, in Francia dalla fine degli anni Settanta, e successivamente sviluppato come software certificato da parte del Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU) e del Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), due importanti enti che si occupano di pianificazione e progettazione delle infrastrutture di trasporto.

GIRABASE consente di testare progetti di rotatorie in termini di capacità e di adattarne le caratteristiche geometriche sulla base delle previsioni di traffico. Le rotatorie considerate prevedono che il flusso sull'anello abbia precedenza sui flussi in ingresso in rotatoria. L'obiettivo prioritario di GIRABASE è quello di verificare e diagnosticare, per ciascuna rotatoria, la capacità di smaltire il traffico previsto e l'eventuale presenza di capacità residua.

GIRABASE considera una rotatoria come una serie di incroci a T (la disposizione dei rami influenza i calcoli); per ogni ramo, il traffico massimo in entrata (Capacità) dipende dal traffico generato a destra dell'ingresso, secondo una curva esponenziale decrescente di tipo Siegloch. Il traffico generato a destra del ramo è a sua volta funzione del traffico che circola sull'anello a destra del ramo e del traffico uscente nel ramo stesso.

La formula che ne deriva è la seguente:

$$C = \frac{e^{-qg(tg - \frac{tf}{2})}}{tf}$$

C = capacità, espresso in veicoli al secondo

tg = intervallo critico, espresso in secondi

tf = intervallo complementare, espresso in secondi

Questo modello di calcolo dei veicoli che entrano in rotatoria, si basa sulle seguenti assunzioni:

- nessun veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo inferiore all'intervallo critico tg ;
- ogni veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo compreso tra tg e $tg+tf$;
- N veicoli di una corrente secondaria si inseriscono in una corrente principale in un tempo compreso tra $tg+tf_{(N-1)}$ e $tg+tf_N$.

A partire dalle caratteristiche geometriche della rotatoria e dalla matrice completa della rotatoria (veicoli per ciascuna coppia di rami), GIRABASE calcola per ciascun ramo in ingresso:

- la riserva di capacità in percentuale e in veicoli/ora;
- i tempi medi e totali di attesa;
- la lunghezza media e massima della coda di veicoli.

Per utilizzare GIRABASE servono una serie di informazioni per ciascuna rotatoria in esame. In particolare vengono forniti i seguenti dati, classificati come qui di seguito riportato.

Dati preliminari = vengono forniti una descrizione della rotatoria e dei diversi rami in ingresso e uscita, nonché un ambito di localizzazione, tra i seguenti valori:

- extraurbano;
- periurbano;
- urbano.

Tale ambito influenza i valori degli intervalli critici **tg** e **tf**.

Dati geometrici = per ciascun ramo della rotatoria occorre fornire:

- numero di direttrici;
- angoli di confluenza;
- raggio interno (R);
- larghezza della banda interna sormontabile (Bf);
- larghezza dell'anello centrale (LA);
- larghezza delle corsie di entrata (LE) e uscita (LS);
- dimensione delle isole spartitraffico (LI);
- pendenza in casi superiori al 3%;
- presenza di svolta a destra continua.

In Figura 4 sono riportate alcune delle grandezze geometriche richieste.

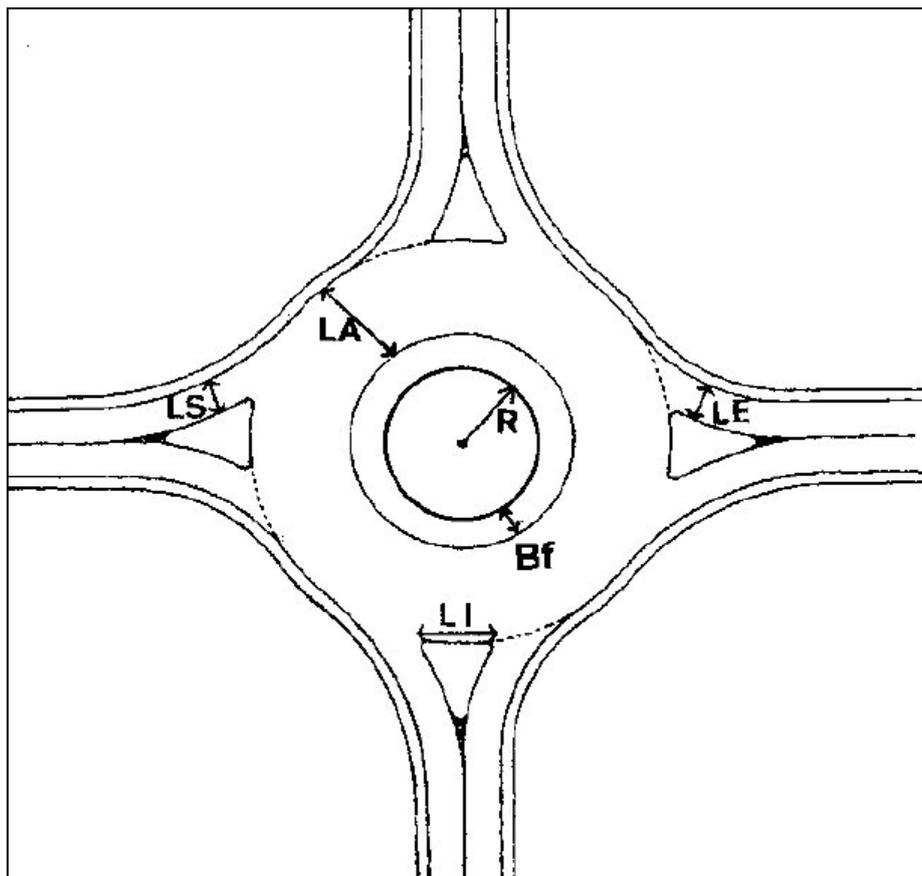


Figura 4 - I dati geometrici di una rotatoria

Dati di traffico = viene fornita la matrice del nodo, indicando il numero di veicoli entranti da ciascun ramo, disaggregati in funzione del ramo di uscita. Per gestire le diverse categorie di veicoli, GIRABASE suggerisce questi coefficienti di equivalenza:

- autovetture, pari a 1;
- veicoli commerciali leggeri, pari a 1
- veicoli commerciali pesanti, pari a 2;
- due ruote (ciclomotori e moto) pari a 1.

In funzione dei suddetti dati, GIRABASE calcola la capacità di un ramo in ingresso, considerando il disturbo provocato da coloro che escono nello stesso ramo (in quanto il conducente non sempre arriva a determinare se i veicoli sull'anello intendono lasciare la rotatoria), dagli attraversamenti pedonali e soprattutto dai veicoli che circolano nell'anello davanti al loro ingresso, cui devono dare la precedenza. Oltre alla riserva di capacità, vengono calcolati i tempi di attesa e le lunghezze delle code.

GIRABASE suggerisce anche come interpretare i dati forniti dal modello. Innanzitutto, valutando la riserva di capacità di ciascun ramo, espressa in percentuale, si considera che:

- se la riserva di capacità è superiore all'80% per tutti i rami in ingresso, la rotatoria non è giustificata;

- se tutti i rami hanno una riserva di capacità superiore al 50%, la dimensione dell'anello della rotatoria può essere ridotto;
- se la riserva di capacità per un ramo è superiore al 50%, è possibile ipotizzare un sovradimensionamento dello stesso;
- se la riserva di capacità per un ramo è compresa tra il 5% ed il 25%, è prevedibile la formazione di code, più o meno lunghe. In questo caso è importante verificare se tali code possano propagarsi ad intersezioni vicine (inferiori ai 100 m), rendendo critica anche l'uscita da tali intersezioni;
- se la riserva di capacità per un ramo è inferiore al 5% o addirittura negativa, è presumibile la formazione di code importanti, di saturazione e di progressivo blocco della rotatoria, e di conseguenza è richiesta una riprogettazione della rotatoria.

Tra gli interventi suggeriti vi sono:

- allargamento del ramo di ingresso, ad esempio mediante la realizzazione di doppi attestamenti;
- allargamento dell'isola spartitraffico, che quanto meno riduce la perturbazione dei veicoli che escono nello stesso ramo in analisi;
- allargamento della larghezza dell'anello, che consente un più facile inserimento in rotatoria.

Per quanto riguarda i tempi di attesa, questi indicano se la durata della fermata degli automobilisti rimane accettabile, e, come somma, forniscono il tempo speso dalla collettività a causa della rotatoria, consentendone anche una valutazione economica.

Infine, per quanto riguarda la lunghezza delle code, l'informazione è importante soprattutto al fine di verificare l'eventuale influenza che una coda su una rotatoria può avere su ulteriori intersezioni a monte della stessa. In questo caso, l'ambito di localizzazione può consentire di migliorare l'interpretazione dei risultati, secondo quanto di seguito riportato:

- in ambito urbano è più tollerabile la formazione di code, soprattutto nelle ore di picco, e non sempre è possibile aumentare la capacità della rotatoria;
- in ambito perturbano, la formazione di code con una certa regolarità risulta meno accettabile che in ambito urbano;
- in ambito extraurbano, la formazione di code, anche se occasionale, può costituire un pericolo per i veicoli in avvicinamento ed è quindi ancora meno accettabile.

3.2 I risultati delle verifiche funzionali

In questo capitolo vengono riportati i risultati delle rotatorie precedentemente descritte. In particolare, vengono illustrati i dati geometrici necessari per la verifica funzionale ed i risultati di tale verifica riferiti a ciascun ramo in termini di:

- riserva di capacità in veicoli/ora (Réserve de Capacité en uvp/h);
- riserva di capacità percentuale (capacità - veicoli entranti)/capacità (Réserve de Capacité en %);
- lunghezza media di accodamento veicoli (Longueur de Stockage moyenne);
- lunghezza massima di accodamento veicoli, imputati nel modello (Longueur de Stockage maximale);
- tempi medi di attesa (Temps d'Attente moyen);
- tempi totali di attesa (Temps d'Attente total).

Rotatoria ROT1

Il layout della rotatoria con cui si effettuerà la verifica è differente da quello presentato nel capitolo precedente: si tratta di una configurazione a 4 rami. La ragione di tale scelta è determinata dal fatto che il software GIRABASE garantisce un miglior funzionamento con soluzioni standard a 3 o 4 rami.

Ovviamente la soluzione che si presenta è peggiorativa rispetto al layout a due rami, di conseguenza, se la verifica della rotatoria a quattro rami darà esiti positivi essi valgono a maggior ragione anche per la soluzione a due rami. In questa configurazione, concordata con il cliente, i rami A e D (rami aggiuntivi) non presentano flussi in ingresso e in uscita, mentre i flussi circolanti sugli altri due rami sono quelli definiti nel capitolo precedente.

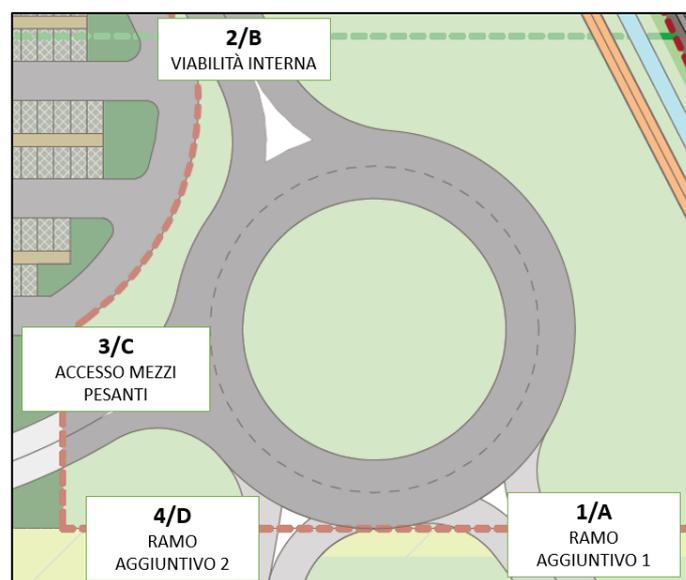


Figura 5 - Layout rotatoria

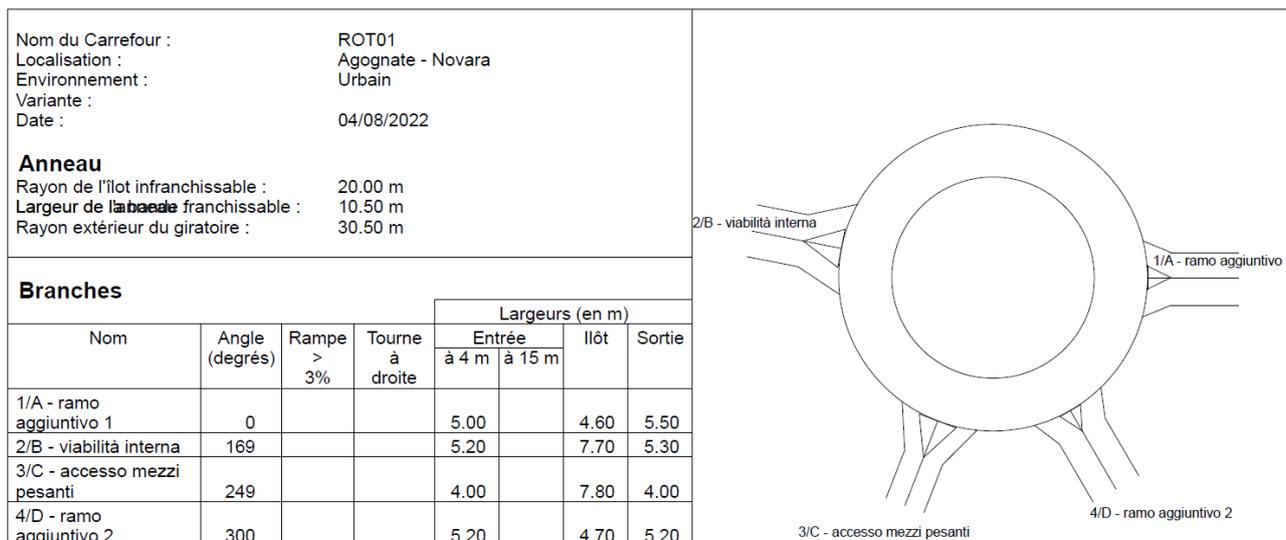


Figura 6 - Layout rotatoria girabase

	1	2	3	4	Total Entrant
1	0	0	0	0	0
2	0	160	0	0	160
3	0	278	0	0	278
4	0	0	0	0	0
Total Sortant	0	438	0	0	438

Tabella 1 - Matrice dei veicoli equivalenti della ROT1 nello scenario SDP nell'ODP mattutina del giorno feriale medio

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
A - accesso programmatico 1	2057	100%	0vh	2vh	0s	0.0h
B - accesso mezzi leggeri	2640	94%	0vh	2vh	0s	0.0h
C - accesso mezzi pesanti	1749	86%	0vh	2vh	0s	0.0h
D - accesso programmatico 2	2127	100%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 2 - Risultati relativi alla rotatoria nello scenario SDP nell'ODP mattutina del giorno feriale medio

Tale rotatoria non presenta criticità: infatti, nello scenario analizzato per tutti i rami si hanno riserve di capacità superiori all' 85%.

4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio condotto si è posto come obiettivo quello di verificare la capacità di una rotatoria progettuale inserita nella viabilità interna dei magazzini Amazon ad Agognate frazione del comune di Novara.

L'analisi è stata condotta a partire dalle informazioni fornite dal cliente. Per quanto riguarda il layout la rotatoria analizzata presenta 2 rami, uno in direzione Nord e uno in direzione Sud-Ovest. I flussi circolanti, invece, sono stati ipotizzati pari a 139 veicoli pesanti in uscita dai magazzini e 160 veicoli leggeri derivanti dall'apertura di un collegamento pedonale tra la viabilità di studio e la nuova stazione ferroviaria di Agognate. I flussi descritti sono giornalieri ma dato che lo scenario è in definizione si è preferito, in via del tutto cautelativa, concentrarli come se fossero riferiti all'ora di punta.

La verifica della rotatoria, eseguita tramite software GIRABASE, quindi, è stata effettuata considerando i suddetti flussi e un layout di verifica a 4 rami, concordato con il cliente. L'analisi non ha rilevato alcuna criticità infatti tutti i rami presentano riserve di capacità superiori all'85%. Dato che sia i flussi che il layout considerato sono peggiorativi rispetto allo scenario progettuale ipotizzato (soluzione a due rami), a maggior ragione anche in questo scenario la rotatoria risulta senza criticità.

Dall'analisi condotta si può concludere che la rotatoria progettuale è in grado di smaltire correttamente i flussi di traffico circolanti.