

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP

## U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

## ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE

**2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON  
IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA  
TRENO**

NUOVE VIABILITA'

NV03 – Via Leopardi Trexenda

Relazione sulla sicurezza stradale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I V O H 0 2 D 2 6 R H N V 0 3 0 0 0 0 2 A

| Rev. | Descrizione          | Redatto       | Data          | Verificato      | Data          | Approvato    | Data          | Autorizzato Data |
|------|----------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|------------------|
| A    | Emissione definitiva | A. Catani<br> | Febbraio 2022 | L. Stoppini<br> | Febbraio 2022 | G. Fadda<br> | Febbraio 2022 | A. Perego<br>    |
|      |                      |               |               |                 |               |              |               |                  |
|      |                      |               |               |                 |               |              |               |                  |
|      |                      |               |               |                 |               |              |               |                  |

File: IV0H02D26RHN0300002A.doc

## INDICE

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | PREMESSA .....   | 3  |
| 2   | SCOPO DEL DOCUMENTO .....  | 4  |
| 3   | NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....  | 5  |
| 3.1 | PROGETTO STRADALE.....   | 5  |
| 3.2 | BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI.....  | 5  |
| 3.3 | SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE .....  | 6  |
| 3.4 | MANUALE DI PROGETTAZIONE RFI.....  | 7  |
| 3.5 | SICUREZZA STRADALE.....  | 7  |
| 4   | ANALISI STATO ATTUALE .....  | 8  |
| 5   | SOLUZIONE PROGETTUALE .....  | 9  |
| 6   | ANALISI DELLA SICUREZZA .....  | 11 |
| 6.1 | PREMESSA METODOLOGICA.....   | 11 |
| 6.2 | APPLICAZIONE METODOLOGIA HSM .....   | 13 |
| 6.3 | ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO RISPETTO AI REQUISITI DELLA NORMATIVA D'INDIRIZZO ..... | 22 |
| 7   | CONCLUSIONI.....   | 23 |

## 1 PREMESSA

Il PD in oggetto riguarda la seconda fase del progetto di adeguamento e potenziamento dell'impianto di Vado Ligure Zona Industriale.

Il progetto prevede il rinnovo dell'impianto, attivato in fase 1, con l'estensione della giurisdizione a tutti e sei i binari dello scalo e la sistemazione al nuovo Piano Regolatore Generale.

Nel seguito i principali interventi:

- adeguamento a modulo 750 metri del binario III;
- centralizzazione ed elettrificazione di tutti i 6 binari della stazione;
- sistemazione delle radici in ambito raccordi Bombardier e Vernazza (ex Tirreno Power);
- Realizzazione dell'indipendenza della radice dei raccordi Porto ed Esso/Infineum;
- Attrezzaggio del nuovo piazzale ed implementazione del segnalamento alto da treno;
- realizzazione nuovo fabbricato ACC/cabina MT/bT e predisposizione per allacci di moduli abitativi ad uso del personale imprese ferroviarie/imprese manovra;
- adeguamento del sottovia di via Leopardi (WBS NV03) con inserimento di corsie di accumulo e senso unico alternato;
- trasformazione dell'esistente sottopasso carrabile di Via Leopardi (WBS SL02) in ciclopedonale;
- interventi su Rio Lusso: demolizione e ricostruzione opera esistente a seguito di adeguamento PRG;
- attrezzaggio dell'impianto per la gestione delle merci pericolose.



ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE  
2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO

RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IV0H     | 02    | D 26 RH  | NV 03 00 002 | A    | 4 di 23 |

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nell'ambito dell'adeguamento e potenziamento dell'impianto di Vado Ligure zona industriale, IIa Fase del Progetto Definitivo, è prevista la realizzazione di una seconda corsia per i primi 60 m circa del ramo a levante di via Leopardi Trexenda (attualmente a senso unico). La corsia si interrompe prima del sottopasso esistente che viene mantenuto e nel quale la circolazione stradale avverrà a senso unico alternato regolato da impianto semaforico.

Il progetto è completato da un intervento di manutenzione straordinaria del tratto di strada successivo, con rifacimento dello strato di usura della pavimentazione e della segnaletica orizzontale e verticale.

Nel seguito, dopo aver riportato le normative di riferimento e gli interventi progettuali, si procederà ad un'analisi dell'impatto del progetto sulla sicurezza stradale.

### 3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle disposizioni legislative adottate per la definizione geometrico-funzionale della viabilità.

#### 3.1 PROGETTO STRADALE

- Nuovo Codice della Strada di cui al D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e s.m.i.;
- Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992 e s.m.i.;
- C.N.R. 78/80 "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane";
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada" e s.m.i.;
- D.M. 05/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i.;
- D.M. 22/04/2004: "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»" e s.m.i.;
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" e s.m.i.;
- Direttiva 777 del 27/04/2006 del Ministero dei Trasporti.

#### 3.2 BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI

- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. n. 139 del 16.6.95) - barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223 e s.m.i..
- Circolare 9 giugno 1995, n. 2595 (G.U. n. 139 del 16.6.95) - barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223 e s.m.i..

- D.M. 15 ottobre 1996 (G.U. n. 283 del 3.12.96) - Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e s.m.i.
- D.M. 21/06/2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale" e s.m.i.;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" e s.m.i.;
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" e s.m.i..
- D. M. Min. LL. PP. del 11 giugno 1999 - Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante "Aggiornamenti delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza " e s.m.i.
- D.M. 2 agosto 2001 (G.U. n. 301 del 29.12.01) - Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11 giugno 1999, inerente le barriere stradali di sicurezza e s.m.i.
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04) - Barriere stradali di sicurezza. D.M. 21 giugno 2004 e s.m.i.;
- D.M. 01/04/2019 – Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM).

### 3.3 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

- Nuovo Codice della Strada di cui al D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e s.m.i.;
- Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992 e s.m.i.;

- Direttiva n. 1156 del 28 febbraio 1997 "Caratteristiche della segnaletica da utilizzare per la numerazione dei cavalcavia sulle autostrade e sulle strade statali di rilevanza internazionale" e s.m.i..
- DM 777 del 27.04.2006 "Seconda direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione."

### 3.4 MANUALE DI PROGETTAZIONE RFI

- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 ("Ponti e strutture") - RFIDTCSIPSMAlFS001C e s.m.i.
- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 3 ("Corpo stradale") - RFIDTCSICSMAIFS001C e s.m.i.

### 3.5 SICUREZZA STRADALE

Ad integrazione dei riferimenti normativi di cui sopra, sono stati presi in considerazione i contenuti riportati nei seguenti documenti tecnici:

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) – Highway Safety Manual 1st edition – Supplement 2014;
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) – Highway Capacity Manual fourth edition (HCM2000);
- PIARC – World Road Association – Road Safety Manual – Update 2019;
- Autoroads publications and guide – Guide to Road Safety;
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Dipartimento per I trasporti, la navigazione ed I sistemi informative e statistici – Direzione Generale per la Sicurezza Stradale – Monitoraggio del PNSS – Linee Guida per la valutazione dei risultati degli interventi di sicurezza stradale – ID Documento: Rapporto –PA3.3 – Data: 15/05/2012;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade (D.P. CNR N. 13465 del 11/09/1995) – Criteri per la classificazione della rete delle strade esistente ai sensi dell'art.13, comma 4 e 5 del nuovo codice della strada – Roma, 13 marzo 1998.

#### 4 ANALISI STATO ATTUALE

Attualmente via Leopardi Trexenda è una strada costituita da due rami a singola corsia e senso unico che sottopassano con due differenti opere la linea ferroviaria esistente:

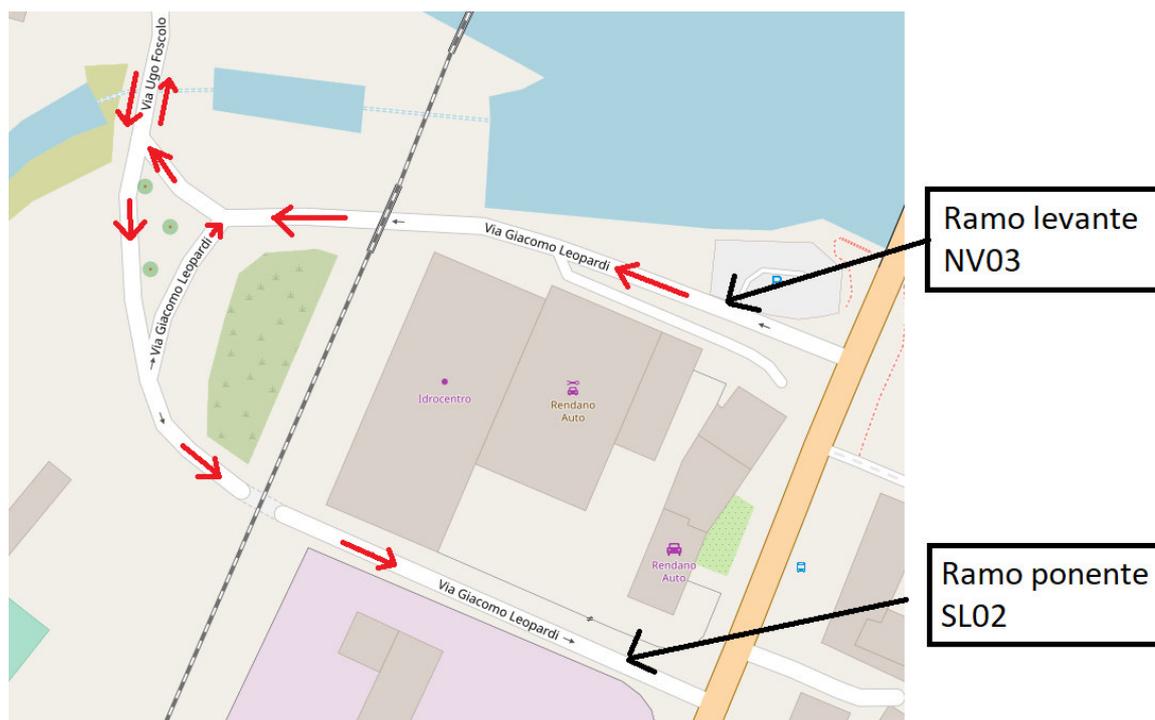


Figura 1 - Viabilità stato attuale

Molte sono le criticità che caratterizzano lo stato attuale e ne rendono limitato il deflusso dei mezzi. Oltre alle condizioni della pavimentazione, molto dissestata specialmente nel ramo di ponente di via Leopardi, i sottopassi accolgono un traffico promiscuo di pedoni, bici e veicoli a motore. Questa situazione è ulteriormente aggravata dalla ridotta larghezza ed altezza del sottopasso citato. Il sottopasso di via Leopardi – ramo levante ha delle dimensioni più consone al flusso veicolare, ma comunque limitate per una viabilità bidirezionale contestuale.

Come riportato nella figura sottostante, la differenza dei franchi dei due sottovia è notevole. Si ha un'altezza veicolare transitabile massima di 2,4m nel ramo di levante contro il 1,7m del ramo di ponente. L'angusta sezione, unita alla mancanza di un marciapiede o di una pista ciclabile necessaria alle utenze deboli transitanti, rende la viabilità della zona molto problematica e con bassi standard di sicurezza.



Figura 2 - Sottopassi attuali

## 5 SOLUZIONE PROGETTUALE

Il tratto di viabilità in progetto è classificato come adeguamento di una strada esistente in accordo con il DM 22/04/2004.

L'intervento prevede:

- progetto stradale di allargamento del ramo a levante di via Leopardi Trenzenda con la realizzazione di una seconda corsia di marcia per i primi 60 m circa.
- manutenzione straordinaria del tratto successivo, con rifacimento dello strato di usura della pavimentazione e della segnaletica orizzontale e verticale.

Nel primo tratto di intervento la sezione scelta è quella di una strada di categoria F in ambito urbano in accordo con il DM 05/11/2001 e presenta una carreggiata di larghezza pari a 6.50 m, con corsie da 2.75 m e 0.50 di banchina per ambo i sensi di marcia. All'estremo destro della carreggiata è previsto un marciapiede di larghezza 1,50 mentre all'estremo sinistro viene mantenuto il marciapiede esistente di larghezza variabile.

Soluzione base a 2 corsie di marcia

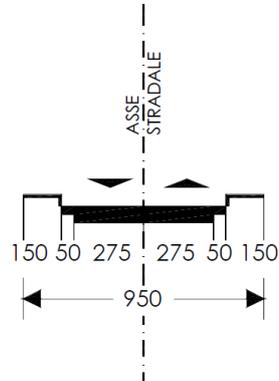


Figura 3 - Sezione tipo

Nel secondo tratto viene mantenuta la sezione stradale esistente.

Il presente progetto definitivo prevede infine il rifacimento dell'opera esistente sul ramo di ponte di via Leopardi Trenzenda e la sua trasformazione in percorso ciclopedonale. Tale intervento è denominato SL02 e per i dettagli si rimanda agli elaborati di tale WBS.

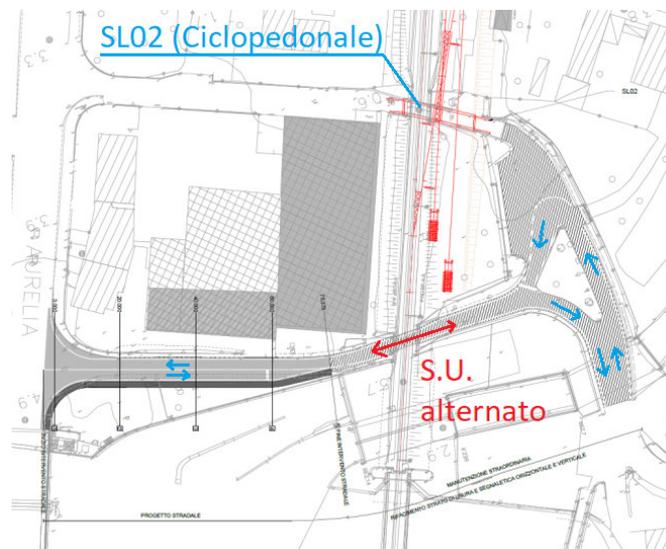


Figura 4 - Inquadramento dell'intero intervento nei due sottopassi

## 6 ANALISI DELLA SICUREZZA

### 6.1 PREMESSA METODOLOGICA

Ai sensi dell'art. 4 del DM 22.04.2004, l'analisi di sicurezza da redigere a corredo del progetto di interventi di adeguamento delle strade esistenti deve analizzare *gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza.*

Questa dimostrazione può avvenire secondo una procedura quantitativa, semi-quantitativa o qualitativa.

L'analisi quantitativa della sicurezza di un intervento viene comunemente svolta mediante la stima dell'incidentalità attesa nella configurazione di adeguamento proposta in progetto ad un definito orizzonte temporale ed il confronto con l'incidentalità attesa allo stesso orizzonte temporale per la strada nella configurazione esistente.

L'adozione di questa procedura richiede l'uso di opportuni modelli previsionali per la stima dell'incidentalità nella nuova configurazione di progetto, adeguatamente calibrati per consentire il confronto dei dati previsionali con i dati di incidenti osservati sulla rete esistente. In alternativa, è necessario conoscere le caratteristiche geometriche, di traffico e di incidenti storici della rete esistente interessata dall'intervento, per poter operare un confronto su dati previsionali applicati alle due configurazioni infrastrutturali allo studio (rete in progetto e rete esistente).

Uno dei criteri più avanzati per questo tipo di analisi considera l'adozione del metodo pubblicato nel "Highway Safety Manual" americano (HSM, v. § 2), con l'approccio Empirico-Bayesiano (EB).

Tuttavia, il progetto in esame presenta particolari elementi di complessità nell'applicazione di questo criterio, per la necessità d'impiego di modelli previsionali, prevalentemente di origine internazionale e di cui non risulta ancora disponibile una calibrazione a livello nazionale, e per l'assenza di dati diffusi sulle caratteristiche della rete esistente interessata dall'intervento in forma diretta o indiretta.

Tenuto conto di questi elementi, ostanti all'adozione di un approccio di analisi puramente quantitativa, si è optato per un approccio semi-quantitativo, mediante:

- individuazione degli elementi caratterizzanti l'intervento in esame ed individuazione degli effetti attesi sulla sicurezza, sulla base delle evidenze sperimentali riportate nella letteratura tecnica internazionale;
- analisi di dettaglio degli elementi di incongruenza del progetto rispetto alla normativa d'indirizzo, finalizzata ad individuare i fattori di vulnerabilità del progetto, potenzialmente forieri di abbassamento del livello di sicurezza atteso rispetto all'obiettivo cui deve tendere la progettazione;
- individuazione delle possibili misure di mitigazione del rischio utili a contrastare i fattori di vulnerabilità del progetto.

L'analisi al primo punto (trattata al successivo § 6.2) ha lo scopo di verificare che il progetto, nel suo complesso, sia in grado di produrre un innalzamento del livello di sicurezza rispetto alla condizione esistente.

Tale verifica avviene attraverso l'utilizzo di alcuni coefficienti chiamati Fattori di Modificazione degli Incidenti (CMF-Crash Modification Factors) che rappresentano la variazione relativa della frequenza di incidentalità prevista a causa di una variazione di una specifica condizione. Ovvero, i CMF rappresentano il rapporto tra le frequenze di incidentalità di un sito in due condizioni diverse, pertanto un CMF può considerarsi quale stima dell'effetto di una particolare caratteristica geometrica o di controllo del traffico, o come stima dell'efficacia di un particolare trattamento.

Di fatti:

$$CMF = \frac{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione B}}{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione A}}$$

Per cui:

- $CMF = 1 \rightarrow$  La frequenza media di incidenti non cambia;

- $CMF < 1$  → La frequenza media di incidenti diminuisce, quindi la configurazione esaminata rappresenta un miglioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF);
- $CMF > 1$  → La frequenza media di incidenti aumenta, quindi la configurazione esaminata rappresenta un peggioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF).

L'analisi al secondo e terzo punto (trattata al successivo § 7.3) ha lo scopo di evidenziare l'entità del discostamento della soluzione di progetto dalle prestazioni ottenibili con un progetto pienamente aderente ai requisiti della norma d'indirizzo cui deve tendere la progettazione, e le misure di integrazione al progetto, raccomandabili per ridurre o (meglio) annullare questo discostamento.

Conseguentemente è stato previsto un limite amministrativo pari a 30 km/h.

## 6.2 APPLICAZIONE METODOLOGIA HSM

Per quanto rappresentato nel capitolo § 5, l'intervento consiste nella realizzazione della seconda corsia sul ramo a levante di Via Leopardi Trexenda, con adeguamento della sezione stradale e delle dimensioni delle banchine laterali e delle corsie di marcia. Un ulteriore miglioramento è dato dalla modifica della viabilità stradale che, nonostante la rendita a doppio senso di percorrenza, permette di incrementare, per l'utenza diretta verso via Aurelia, il franco sia verticale che orizzontale (che nel sottopasso precedente erano ridotti a tal punto da impedire il transito ad ogni tipo di veicolo di dimensioni superiori ad un'auto di piccola taglia).

Inoltre, per la restante parte della via, l'intervento riguarderà il rifacimento del tappeto di usura e della segnaletica orizzontale e verticale. Pertanto, in questa zona vengono mantenute le sezioni stradali attuali.

L'incremento della sicurezza per i pedoni e le utenze deboli è ottenuta tramite la realizzazione di un nuovo marciapiedi sul ciglio destro. La modifica del sottopasso SL02 a ciclopedonale contribuisce all'incremento della sicurezza in questa nuova viabilità dal momento che le utenze deboli avranno un nuovo collegamento protetto per passare da un lato all'altro della ferrovia.

Infine, ulteriori incrementi sulla sicurezza per tutte le componenti di traffico sono garantiti da:

- rifacimento della pavimentazione;

- rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale.

Lo studio che seguirà sulla sicurezza stradale della nuova viabilità di progetto andrà a considerare l'intero sistema viabilistico comprendente entrambi i sottopassi esistenti e la possibilità per tutte le categorie di veicoli di deflusso e attraversamento del rilevato ferroviario.

Al fine di analizzare gli effetti attesi sulla sicurezza da parte degli interventi di progetto, di seguito sono riportati i CMF indicati dall'HSM che risultano essere più significativi per stimare il generale incremento della sicurezza dato dagli interventi di progetto rispetto alle condizioni esistenti.

Tutti i CMF introdotti di seguito sono il risultato di analisi ed esperimenti rivolti all'ambito urbano.

- **CMF Segnaletica orizzontale:**

Per valutare gli effetti in termini di sicurezza stradale della condizione di progetto, che prevede l'utilizzo di segnaletica orizzontale con standard qualitativi idonei alla normativa di settore, si considera il CMF relativo alla condizione installazione di strisce di margine e striscia centrale, contenuto nell'HSM, e riportato nella seguente tabella.

**Table 13-40.** Potential Crash Effects of Installing Edgelines, Centerlines, and PMDs (8)

| Treatment                                | Setting<br>(Road Type)                        | Traffic Volume | Crash Type<br>(Severity) | CMF         | Std. Error |
|--|---|----------------|--------------------------|-------------|------------|
| Install edgelines, centerlines, and PMDs | Urban/Rural<br>(Two-lane/multilane undivided) | Unspecified    | All types<br>(Injury)    | <b>0.55</b> | <b>0.1</b> |

Base Condition: Absence of markings.

Il CMF in esame nelle condizioni di progetto assume perciò un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

- **CMF Pavimentazione:**

All'interno dell'Highway Safety Manual non si fa riferimento a CMF applicabili a miglioramenti della pavimentazione. Tuttavia, la metodologia dell'HSM rimanda alla letteratura tecnica di settore e studi di ricerca per tematiche non affrontate nell'attuale versione del manuale. In tali casi, l'HSM autorizza l'utilizzo di CMF derivanti da studi pubblicati su "CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal".

|   |   |                  |             |                     |                           |           |
|---|---|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE<br>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO |                  |             |                     |                           |           |
|   | RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE  | COMMESSA<br>IV0H | LOTTO<br>02 | CODIFICA<br>D 26 RH | DOCUMENTO<br>NV 03 00 002 | REV.<br>A |

Per tener conto del miglioramento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione previsto negli interventi di progetto, in considerazione alla tipologia di strada esaminata, si è considerato un valore di CMF riportato di seguito.

$$\text{CMF} = 0.799$$



## CMF / CRF DETAILS

CMF ID: 2259

### IMPROVE PAVEMENT FRICTION (INCREASE SKID RESISTANCE)

**DESCRIPTION:**

PRIOR CONDITION: SECTIONS OF PAVEMENT WITH BOTH A HIGH PROPORTION (35-40%) OF WET-ROAD CRASHES AND LOW FRICTION NUMBERS (< 32).

CATEGORY: ROADWAY

STUDY: SAFETY EFFECTS OF A TARGETED SKID RESISTANCE IMPROVEMENT PROGRAM, LYON AND PERSAUD, 2008

|   |       |
|---|-------|
| Star Quality Rating: ★★★★★ [VIEW SCORE DETAILS] |       |
| <b>Crash Modification Factor (CMF)</b>          |       |
| Value:  | 0.799 |
| Adjusted Standard Error:                        | 0.028 |
| Unadjusted Standard Error:                      | 0.028 |

Figura 5 - CMF pavimentazione

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

- **CMF Marciapiedi:**

Per tener conto del miglioramento delle caratteristiche prestazionali in termini di sicurezza per gli incidenti tra veicoli e pedoni, previsto negli interventi di progetto, in considerazione alla tipologia di strada esaminata, si

|   |   |                  |             |                     |                           |           |
|---|---|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE<br>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO |                  |             |                     |                           |           |
|   | RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE  | COMMESSA<br>IV0H | LOTTO<br>02 | CODIFICA<br>D 26 RH | DOCUMENTO<br>NV 03 00 002 | REV.<br>A |

assume un valore di CMF riportato di seguito, ottenuto sfruttando l'autorizzazione dell'HSM all'utilizzo di CMF derivanti da studi pubblicati su "CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal".

- **CMF = 0.41**



## CMF / CRF DETAILS

CMF ID: 9240

### INSTALL SIDEWALK

DESCRIPTION:

PRIOR CONDITION: NO SIDEWALK PRESENT

CATEGORY: PEDESTRIANS

STUDY: [STATEWIDE ANALYSIS OF BICYCLE CRASHES, ALLURI ET AL., 2017](#)

|                                 |  |  |
|---------------------------------|--|--|
| Star Quality Rating:            |  |  <a href="#">[VIEW SCORE DETAILS]</a> |
| Rating Points Total:            |  | 50   |
| Crash Modification Factor (CMF) |  |  |
| Value:                          |  | 0.41   |

Figura 6 - CMF marciapiedi

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

- **CMF Larghezza Corsia:**

Il CMF relativo all'aumento della larghezza della corsia è stato utilizzato sia poiché nel primo tratto della viabilità si è aumentata la larghezza della carreggiata prendendo a riferimento una strada urbana di tipo F a doppio senso di percorrenza, sia perché gli utenti diretti verso via Aurelia potranno utilizzare il sottopasso di levante con sezione più larga rispetto a quello esistente di ponente. Si assume il valore di CMF riportato di

|   |   |                  |             |                     |                           |           |
|---|---|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE<br>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO |                  |             |                     |                           |           |
|   | RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE  | COMMESSA<br>IV0H | LOTTO<br>02 | CODIFICA<br>D 26 RH | DOCUMENTO<br>NV 03 00 002 | REV.<br>A |

seguito, ottenuto sfruttando l'autorizzazione dell'HSM all'utilizzo di CMF derivanti da studi pubblicati su "CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal".

- **CMF = 0.72**


CRASH MODIFICATION FACTORS CLEARINGHOUSE

[ABOUT THE CLEARINGHOUSE](#) | [USING CMFs](#) | [DEVELOPING CMFs](#) | [ADDITIONAL RESOURCES](#)

## CMF / CRF DETAILS

CMF ID: 3936

### INCREASE LANE WIDTH

DESCRIPTION: NONE

PRIOR CONDITION: UNKNOWN

CATEGORY: ROADWAY

STUDY: [A COMPARATIVE FULL BAYESIAN BEFORE-AND-AFTER ANALYSIS AND APPLICATION TO URBAN ROAD SAFETY COUNTERMEASURES IN NEW JERSEY, YANMAZ-TUZEL AND OZBAY, 2010](#)

|  |      |
|--|------|
| Star Quality Rating: <span style="font-size: 1.2em;">★ ★ ★ ★</span> <a href="#">[VIEW SCORE DETAILS]</a> |      |
| Rating Points Total:   | 45   |
| Crash Modification Factor (CMF)  |      |
| Value:   | 0.72 |
| Adjusted Standard Error:   |      |
| Unadjusted Standard Error:   |      |

Figura 7 – CMF Larghezza corsia

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

- **CMF Pista Ciclabile:**

Un'ulteriore questione di rilevanza è ricoperta dall'assenza nello stato attuale di una vera e propria sede protetta per utenze deboli. Il progetto della zona, con la realizzazione del sottopasso SL02, permette di

|   |   |                  |             |                     |                           |           |
|---|---|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE<br>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO |                  |             |                     |                           |           |
|   | RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE  | COMMESSA<br>IV0H | LOTTO<br>02 | CODIFICA<br>D 26 RH | DOCUMENTO<br>NV 03 00 002 | REV.<br>A |

convogliare l'intero flusso ciclopedonale in questa nuova opera, liberando la nuova viabilità sul ramo di levante. Si è quindi considerato anche il CMF relativo all'inserimento di una pista ciclabile protetta il cui valore è riportato di seguito, ottenuto sfruttando l'autorizzazione dell'HSM all'utilizzo di CMF derivanti da studi pubblicati su "CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal".

- **CMF = 0.37**


CRASH MODIFICATION FACTORS CLEARINGHOUSE

[ABOUT THE CLEARINGHOUSE](#) | [USING CMFs](#) | [DEVELOPING CMFs](#) | [ADDITIONAL RESOURCES](#)

## CMF / CRF DETAILS

CMF ID: 2134

### INSTALL BICYCLE TRACKS

DESCRIPTION: BICYCLE TRACKS ARE ABOUT 2-2.5 METERS WIDE.

PRIOR CONDITION: NO BIKE FACILITIES

CATEGORY: BICYCLISTS

STUDY: BICYCLE TRACKS AND LANES: A BEFORE-AFTER STUDY, JENSEN, 2008

|  |       |
|--|-------|
| Star Quality Rating: <span style="font-size: 1.2em;">★ ★ ★ ★ ★</span> <a href="#">[VIEW SCORE DETAILS]</a> |       |
| Rating Points Total:   | 50    |
| Crash Modification Factor (CMF)  |       |
| Value:   | 0.37  |
| Adjusted Standard Error:   |       |
| Unadjusted Standard Error:   | 0.061 |

Figura 8 - CMF Pista ciclabile

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore molto minore di 1, per cui è rappresentativo di una sensibile riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

|   |   |                  |             |                     |                           |           |
|---|---|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE<br>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO |                  |             |                     |                           |           |
|   | RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE  | COMMESSA<br>IV0H | LOTTO<br>02 | CODIFICA<br>D 26 RH | DOCUMENTO<br>NV 03 00 002 | REV.<br>A |

• **Analisi sicurezza senso unico alternato:**

Un'ulteriore considerazione va fatta sull'introduzione del tratto di senso unico alternato gestito tramite regolazione semaforica in sostituzione dei due rami a senso unico esistenti. In prima battuta si potrebbe arrivare all'affrettata considerazione che si possa diminuire la sicurezza stradale dell'infrastruttura. In effetti, il CMF che considera l'inserimento di una nuova intersezione in un sistema esistente assume la forma riportata nell'immagine sottostante.



**CMF / CRF DETAILS**

CMF ID: 3954

**CHANGE NUMBER OF 3-LEG INTERSECTIONS FROM X TO Y**

DESCRIPTION: STUDY RELATES NUMBER OF CRASHES IN SMALL GEOGRAPHIC AREA (CENSUS BLOCK GROUP) TO NUMBER OF 3-LEG INTERSECTIONS IN THE SAME AREA.

PRIOR CONDITION: EXISTING NUMBER OF 3-LEG INTERSECTIONS IN THE STUDY AREA IS X.

CATEGORY: ACCESS MANAGEMENT

STUDY: DESIGNING FOR THE SAFETY OF PEDESTRIANS, CYCLISTS, AND MOTORISTS IN URBAN ENVIRONMENTS, DUMBAUGH AND LI, 2011

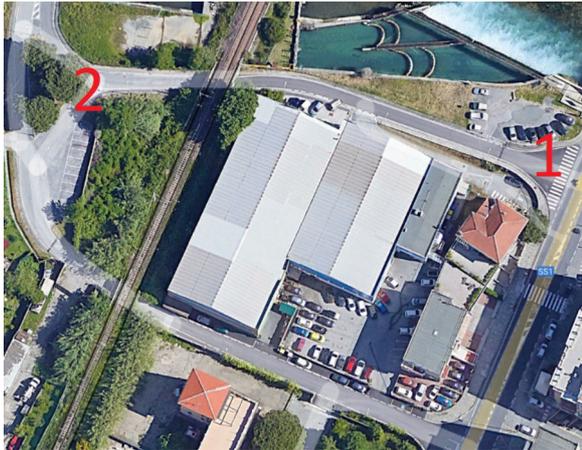
|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Star Quality Rating: | ★★★★☆ [VIEW SCORE DETAILS] |
| Rating Points Total: | 75                         |

| Crash Modification Factor (CMF) |                  |
|---------------------------------|------------------|
| Value:                          | $e^{0.002(Y-X)}$ |
| Adjusted Standard Error:        |                  |
| Unadjusted Standard Error:      |                  |

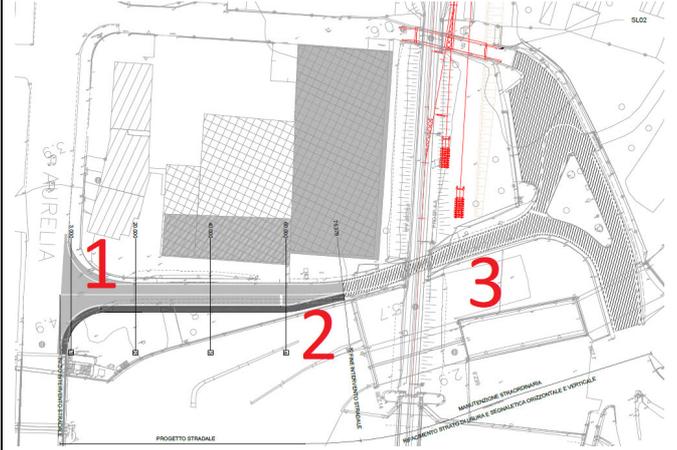
Figura 9 - CMF Inserimento intersezione

Questo caso considera la variazione del numero di intersezioni a 3 rami, rispetto alla situazione esistente. Nella funzione “Y” rappresenta il nuovo numero di intersezioni (3: l'intersezione con stop su via Aurelia e i due capi del senso unico alternato, assimilabili a intersezioni a 3 rami) e “X” quello di partenza (2: l'intersezione con stop su via Aurelia e l'intersezione con segnale di dare la precedenza in uscita dal parcheggio di via Leopardi-Trexenda).

**STATO ATTUALE - X=2**



**STATO DI PROGETTO - Y=3**



In questo modo, sviluppando la formula si avrebbe un valore superiore all'1 (indice di peggioramento della situazione attuale).

Pur inserendo un doppio senso gestito da lanterna semaforica però le intersezioni non regolamentate scendono dalle 2 attuali ad una sola (quella su via Aurelia). L'introduzione della lanterna semaforica nelle intersezioni regolamentate solo dalla segnaletica, produce un effetto positivo sull'incidentalità, come mostrato dal valore del CMF seguente.

- **CMF = 0.33**

## CMF / CRF DETAILS

CMF ID: 320

### INSTALL A TRAFFIC SIGNAL

DESCRIPTION:

PRIOR CONDITION: *NO PRIOR CONDITION(S)*

CATEGORY: INTERSECTION TRAFFIC CONTROL

STUDY: NCHRP REPORT 491: CRASH EXPERIENCE WARRANT FOR TRAFFIC SIGNALS, MCGEE ET AL., 2003

|  |  |
|--|--|
| Star Quality Rating:                   | ★★★★★ <a href="#">[VIEW SCORE DETAILS]</a> |
| Rating Points Total:                   | 140  |
| <b>Crash Modification Factor (CMF)</b> |  |
| Value:                                 | 0.33                                       |
| Adjusted Standard Error:               | 0.24                                       |
| Unadjusted Standard Error:             | 0.2  |

Figura 10 - CMF Semaforo

L'introduzione del semaforo quindi mitiga molto l'incremento dell'incidentalità dovuta all'aumento del numero delle intersezioni.

Inoltre, il progetto prevede l'eliminazione del traffico legato alle utenze deboli dal sottopasso stradale e la conseguente eliminazione degli incidenti con bici e pedoni.

In sintesi, quindi si può concludere che l'introduzione del senso unico alternato non porta ad un decadimento della sicurezza, rispetto allo stato attuale.



ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE  
2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO

RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IV0H     | 02    | D 26 RH  | NV 03 00 002 | A    | 22 di 23 |

### 6.3 ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO RISPETTO AI REQUISITI DELLA NORMATIVA D'INDIRIZZO

#### Verifica di rispondenza del progetto ai requisiti della normativa d'indirizzo

L'intervento in progetto, come detto in premessa, è un adeguamento di strada esistente, e pertanto la norma cogente è il DM 22.04.2004. Ciò consente, sotto controllate condizioni, di potersi discostare dalle indicazioni della norma valida per la costruzione di nuove strade, rappresentata dal DM 5.11.2001, con l'unico vincolo di raggiungere comunque un miglioramento della sicurezza della strada esistente. Il progetto è stato sottoposto a verifica ed esaminato sotto il punto di vista della sicurezza della circolazione stradale, ed è rispondente con le indicazioni del DM 5.11.2001.

Data la brevità dell'intervento e tenendo conto delle caratteristiche della strada e la presenza di intersezioni prima e dopo e di una precedenza semaforica, la velocità di progetto massima adottata, in accordo con il diagramma delle velocità, è pari a 32 km/h a cui consegue un limite amministrativo pari a 30 km/h.

Resta il fatto che la coerenza delle prestazioni di sicurezza della strada in progetto con lo standard definito dal DM 5.11.2001 dipende dal rispetto da parte degli utenti del limite di velocità e che questo è in linea con le strade di ambito urbano.

Nelle fasi successive si potrà inoltre valutare la possibilità di adottare segnaletica orizzontale con rallentatori ottici di velocità ai sensi dell'art. 179 commi da 1 a 3 del regolamento di attuazione del Codice della strada e un ulteriore rafforzamento della segnaletica orizzontale e verticale.

|   |  |                     |                             |                                   |                   |                            |
|---|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|
|  | <p>ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE</p> <p>2^ FASE - PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO</p> |                     |                             |                                   |                   |                            |
| <p>RELAZIONE SULLA SICUREZZA STRADALE</p>   | <p>COMMESSA<br/>IV0H</p>   | <p>LOTTO<br/>02</p> | <p>CODIFICA<br/>D 26 RH</p> | <p>DOCUMENTO<br/>NV 03 00 002</p> | <p>REV.<br/>A</p> | <p>FOGLIO<br/>23 di 23</p> |

## 7 CONCLUSIONI

L'analisi di sicurezza del progetto nel suo insieme ha valutato tutti gli interventi facendo emergere che il progetto è in grado di produrre, nel suo complesso, un netto miglioramento delle condizioni di sicurezza della rete viaria oggetto d'intervento rispetto alla configurazione esistente, sulla base delle evidenze sperimentali riportate in letteratura.

L'analisi di dettaglio ha verificato che gli elementi geometrici planimetrici e altimetrici dell'asse interessato dal progetto stradale sono conformi ai requisiti del DM 5.11.2001 (che costituisce normativa d'indirizzo per il progetto in esame).

Inoltre, l'introduzione di un doppio senso alternato regolato da semaforo non è peggiorativa rispetto alla situazione attuale poiché compensata dall'aumento della sezione stradale nel primo tratto e dall'eliminazione, oltre che di una intersezione non regolamentata, anche del traffico delle utenze deboli, che potranno utilizzare un nuovo collegamento dedicato (SL02).

Questi interventi, accompagnati da quelli sulla segnaletica, sulla nuova pavimentazione, oltre che dall'aumento dei franchi verticale ed orizzontale per la viabilità diretta verso via Aurelia, contribuiscono complessivamente a un netto miglioramento della sicurezza stradale, in ossequio a quanto richiesto dall'art. 1 del DM 22.04.2004.