



# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p>IL PROGETTISTA                  Dott. Ing. F. Colla                  Ordine Ingegneri                  Milano                  n° 20355                  Dott. Ing. E. Pagani                  Ordine Ingegneri Milano                  n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager                  (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA                  Direttore Generale e                  RUP Validazione                  (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA                  Amministratore Delegato                  (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	---

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>PARTE GENERALE STRADALE – OPERE CIVILI</p> <p>ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p>GENERALE</p> <p>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</p>	<p>SS0002_F0</p>
---	---	------------------

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	S	G	S	0	0	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	PRO ITER s.r.l.	F. BERTONI	E. PAGANI



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	3
1 Introduzione .....	5
2 Inquadramento territoriale .....	6
3 Le infrastrutture stradali .....	9
3.1 Indirizzi per la progettazioni .....	9
3.2 Descrizione dell'intervento .....	11
3.2.1 La nuova viabilità "Panoramica" e le viabilità di servizio al Ponte .....	18
3.3 Le sezioni tipo .....	20
3.3.1 Sezione autostradale in rilevato .....	21
3.3.2 Sezione autostradale in trincea .....	23
3.3.3 Sezione autostradale in galleria .....	25
3.3.4 Sezione autostradale in Viadotto .....	25
3.3.5 Rami di svincolo .....	26
3.3.6 Pavimentazioni .....	28
3.3.7 Barriere di sicurezza .....	29
3.4 Criteri normativi seguiti nello studio delle infrastrutture stradali .....	31
3.4.1 La Progettazione dell'Asse Autostradale .....	32
3.4.1.1 Caratteristiche planimetriche .....	32
3.4.1.2 Caratteristiche altimetriche .....	36
3.4.1.3 Analisi di visibilità .....	37
3.4.2 Progettazione Svincoli .....	39
3.4.2.1 Criteri progettuali .....	40
3.4.2.2 Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate .....	42
3.4.3 Distanze di visibilità per l'arresto .....	44
3.5 Progettazione delle Intersezioni a rotatoria .....	45

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p align="center">RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</p>	<p><i>Codice documento</i>  SS0002_F0.doc</p>		<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  20/06/2011</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1 Introduzione

La presente Relazione ha lo scopo di illustrare le nuove infrastrutture stradali che si rendono necessarie al fine di integrare la rete stradale esistente con il ponte sullo stretto di Messina, e pertanto definire un assetto infrastrutturale in grado di soddisfare le molteplici esigenze del territorio attraversato, che possiamo così di seguito sintetizzare:

- Collegare funzionalmente il Ponte con le arterie autostradali esistenti;
- Collegare il Ponte con la rete viaria locale in costruzione e di piano;
- Definire l'ubicazione della barriera di esazione;
- Minimizzare, con opportune scelte plano-altimetriche, l'impatto sull'ambiente e sul paesaggio circostante;
- Rispettare il corridoio riservato, nel P.R.G. di Messina, alle infrastrutture autostradali ed ai servizi.

Pertanto, alla luce di questi obiettivi, la soluzione progettuale sviluppata è stata il frutto di una serie di approfondimenti progettuali che possono essere raggruppati in 3 macro categorie:

1. Ottimizzazioni progettuali ai fini della congruenza del progetto alla normativa sulla progettazione delle infrastrutture stradali, soprattutto per quanto riguarda gli standard di sicurezza richiesti per una nuova viabilità a carattere autostradale.
2. Ottimizzazione progettuali ai fini costruttivi dell'opera, in ragione del fatto che gran parte del tracciato si sviluppa in gallerie e pertanto il tema opere in sotterraneo risulta essere centrale nelle scelte per la fattibilità dell'opera, sia in termini economici, sia in termini di tempi di costruzioni, sia in termini di cantierizzazione delle opere stesse.
3. Ottimizzazioni progettuali al fine di recepire le indicazioni provenienti dal territorio, in quanto, a seguito degli incontri con l'amministrazione comunale di Messina sono emerse una serie di implicazioni territoriali del tracciato proposto in sede di gara, che hanno richiesto una rivisitazione plano-altimetrica dell'asse di stradale in alcuni passaggi significativi.

Nel proseguo della relazione verranno esplicitate le suddette categorie individuando gli ambiti in cui si è operato per giungere alla configurazione definitiva dell'intervento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2 Inquadramento territoriale

Le infrastrutture stradali di collegamento all'opera di attraversamento dello Stretto nella regione Sicilia si sviluppano integralmente nel territorio comunale di Messina.

La nuova infrastruttura a carattere autostradale attraversa l'ambito comunale da nord-est a sud-ovest, interessando le località Ganzirri, Faro Superiore, Curcuraci, Pace, S. Annunziata, realizzando un asse portante di collegamento tra la rete infrastrutturale esistente ed il Ponte sullo stretto.



La principale rete infrastrutturale che attualmente insiste nella fascia di territorio fra la struttura terminale e lo svincolo Giostra, interconnessione tra la rete esistente e la nuova autostrada, è costituita da:

### **A. Autostrada Messina-Palermo (A20)**

Perché il Ponte possa considerarsi operativo è necessario che il collegamento autostradale di progetto arrivi fino allo Svincolo di Giostra, ovvero all'intersezione con l'A20 Messina-Palermo.

Il progetto di questo svincolo fa parte di uno studio più ampio, condotto dal Comune di Messina, definito "Collettore ad Ansa" che prevede un tratto autostradale a doppia carreggiata di circa 3.5 km che unisce gli abitati di Annunziata e Giostra.

Lo studio in questione ha lo scopo di favorire lo smaltimento dei flussi di traffico proveniente dai traghetti e diretti fuori Messina senza che interferiscano con il traffico urbano.

### **B. Autostrada Messina-Catania (A18)**

Questa arteria, importantissima sotto il profilo commerciale, conserverà tale caratteristica e sarà anche essa collegata in futuro al nuovo "Collettore ad Ansa" attraverso una nuova bretella autostradale da Giostra a Tremestieri.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In questo modo il traffico extraurbano, proveniente o diretto al Ponte, potrà bypassare completamente Messina ed allo stesso tempo verrà recuperato al traffico urbano l'attuale tronco autostradale tra Giostra e Tremestieri.

Questa infrastruttura può quindi essere di notevole importanza per la distribuzione del traffico nella zona di Messina.

Tuttavia il collegamento funzionale sarà in ogni caso attuabile attraverso l'esistente collettore autostradale che corre tangenzialmente alla zona urbana a Nord di Messina, tra Tremestieri e Bocchetta (Giostra).

### **C. Strada Panoramica di Messina**

E' tuttora in fase di costruzione ed è collegata con la viabilità locale tramite un'intersezione a raso ubicata nella sua parte terminale,

L'andamento planimetrico previsto nella Variante al P.R.G. di Messina è incompatibile con le opere previste per il Ponte, sia per quanto concerne i collegamenti stradali che per l'interferenza con il blocco di ancoraggio.

Nel progetto è stata sviluppata la proposta avanzate in sede di gara, che realizza la ricucitura del tratto terminale della Panoramica mediante la viabilità locale che discende verso la litoranea (S.S. N. 113), opportunamente potenziata, con la realizzazione di un nuovo collegamento, che si innesta sul raccordo Panoramica-Ganzirri suddetto a metà tracciato, e che passando sotto l'ultima campata del viadotto Pantano riconnette la viabilità locale al cimitero ed alla zona degli impianti sportivi di Capo Faro. Per quanto concerne le implicazioni con i collegamenti stradali, la Panoramica potrà essere collegata con la rete autostradale una volta costruito lo svincolo autostradale di Annunziata. Essa potrà avere, inoltre, altre interconnessioni con la rete stradale locale lungo tutta la zona costiera, come per esempio in corrispondenza dello svincolo di Guardia, ubicato all'uscita della galleria Faro ed in corrispondenza del Viadotto Curcuraci.

### **D. Tratta del Collettore ad "Ansa"**

Il principio motore dello studio del Collettore ad Ansa è di utilizzare per quanto possibile il tracciato esistente tra gli svincoli di Bocchetta e Tremestieri, integrandolo a Nord con gli svincoli di Giostra-Annunziata e fiumara Guardia ed i relativi tronchi di collegamento, e a Sud con il tratto costiero fra Tremestieri e la Stazione Marittima. Considerando che la realizzazione del Collettore costituisce un impegno rilevante sia dal punto di vista tecnico che economico, il Comune di Messina ha previsto di suddividerla in tre fasi:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**I Fase:**

- a) realizzazione degli svincoli Giostra-Annunziata e della relativa tratta di collegamento
- b) costruzione del Collettore costiero.

**II Fase:**

- a) prolungamento del Collettore ad Ansa fino a fiumara Guardia.

**III Fase:**

- a) eventuale realizzazione di un tracciato autostradale di collegamento fra lo svincolo di Guardia e la struttura terminale del Ponte;
- b) realizzazione di un tracciato autostradale a monte del Collettore esistente per collegare direttamente lo svincolo di Giostra con Tremestieri.

Il progetto esecutivo per la realizzazione della Fase I (parte a) è stato già eseguito a cura del Comune di Messina ed è stato recepito quale parte integrante del collegamento funzionale tra il Ponte e l'Autostrada Messina-Palermo.

Sebbene il progetto esecutivo della fase I sia stato eseguito per intero, per ragioni di carattere economico la realizzazione delle infrastrutture è stata suddivisa in fasi. La prima prevede la costruzione delle seguenti opere:

- Svincolo di Giostra dall'Autostrada ME-PA con la città e con il Collettore verso nord;
- Galleria lato valle del collegamento fra Giostra e Annunziata e bretella in uscita dallo svincolo di Annunziata sino all'imbocco della viabilità cittadina. Sia la galleria che la bretella saranno utilizzate a doppio senso di marcia fin quando non sarà realizzata la galleria lato monte del collegamento e completato lo svincolo di Annunziata.
- Lo svincolo di Giostra costituirà lo snodo principale con l'autostrada per Palermo e la sua realizzazione sarà funzionale all'operatività del Ponte.

**E. Rete stradale locale**

Tutta una rete di collegamenti stradali di categoria inferiore attraversa l'asse autostradale di progetto.

Nel tratto più vicino al Ponte essa è costituita principalmente dalle strade che si snodano lungo i bordi delle depressioni naturali "Pantano Grande" e "Pantano Piccolo". Queste strade sono adeguatamente collegate fra loro.

Dalla strada che costeggia la riva sud del Pantano Grande si diparte un'arteria parallela alla costa in località Ganzirri, che interferisce con l'area di fondazione della torre del Ponte.

Anche nel restante tratto sino a Giostra è presente una rete capillare, sebbene non molto estesa, a



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

servizio delle attività lavorative e colturali di interesse locale.

Allo scopo di minimizzare l'effetto di separazione fisica del territorio, gli attraversamenti degli assi stradali di progetto sono stati attuati mediante opportune viabilità, che riconnettono la rete locale minore con la viabilità di ordine superiore.

### 3 Le infrastrutture stradali

#### 3.1 Indirizzi per la progettazioni

Come indicato nell'introduzione alla relazione, la progettazione dell'infrastruttura autostradale è stata impostata nel pieno rispetto del DM 5/11/2001 "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade".

L'infrastruttura è stata studiata con caratteristiche di strada tipo A, autostrada in ambito extraurbano, la cui velocità di progetto varia fra un minimo di 90 km/h ed un massimo di 140 km/h. Conseguentemente gli elementi plano-altimetrici del tracciato sono stati progettati secondo tale intervallo di velocità, ad eccezione dei tratti iniziali e terminale della nuova infrastruttura, e nel dettaglio:

- Nella tratta iniziale, dal viadotto Pantano fino al piazzale di esazione, coerentemente all'impostazione progettuale per l'opera di attraversamento, è stata adottata un limite di velocità di 80 km/h con una  $V_{pmax}$  di progetto pari 90 km/h, al fine conferire un'omogeneità nel regime di circolazione ed orientare l'utenza ad un utilizzo corretto dell'infrastruttura;
- Nella tratta terminale, ovvero dalla curva destrorsa che adduce allo svincolo Annunziata fino a fine intervento, ai fini della sicurezza della circolazione è stato adottato un limite di velocità di esercizio di 100km/h, il che corrisponde ai fini progettuali all'adozione di una  $V_{pmax}$  di 110, in quanto ci si approccia ad una zona di svincolo parzialmente in galleria. Detta scelta risponde ad una precisa richiesta avanzata da parte della Concessionaria e condivisa con li General Contractor

Per tutti gli assi progettati è stato sviluppato **lo studio delle visuali libere** al fine di individuare gli allargamenti necessari da introdurre nella piattaforma stradale per garantire le idonee condizioni di visibilità.

La verifica delle visuali libere è da considerarsi **condizione inderogabile** per la sicurezza della circolazione, di cui citato decreto ne stabilisce le modalità di verifica.

Di fatto la legge definisce i criteri progettuali finalizzati al conseguimento di un ottimale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

coordinamento plano-altimetrico del tracciato, affinché l'utente abbia una corretta percezione del tracciato stesso e possa commisurare la propria velocità e comportamento alla guida in funzione degli input visivi che gli provengono dalla strada

Tali distanze sono funzione della geometria longitudinale e trasversale dell'infrastruttura oltre che ovviamente della velocità di percorrenza.

In particolare per i tratti in sotterraneo l'ostacolo planimetrico alla visuale è rappresentato dal piedritto della galleria, congiuntamente alla presenza delle barriere di spartitraffico nei tratti di approccio agli imbocchi.

Pertanto, in ragione degli importanti tratti in cui la nuova autostrada si sviluppa in galleria, è stata data importanza particolare al tema **opere in sotterraneo**, conducendo un attento studio plano-altimetrico dell'asse autostradale che individuasse le idonee geometrie in grado di contenere l'entità di detti allargamenti per le visuali libere nei tratti in galleria.

Le azioni intraprese per giungere ad un tracciato in grado di perfezionare gli aspetti inerenti il progetto e di conseguenza la realizzazione delle gallerie, hanno riguardato anche **l'ubicazione plano-altimetrica degli imbocchi**, nonché la verifica delle **corrette coperture di terreno** nei tratti in naturale per consentire un rapido avanzamento del fronte di scavo.

Ne è conseguito un abbassamento generale del profilo di progetto al fine di aumentare le coperture delle gallerie e quindi procedere per tratti più lunghi in Naturale, riducendo il ricorso alle gallerie artificiali, che avrebbero comportato la realizzazione di importanti opere provvisorie per l'apertura dello scavo.

L'abbassamento del profilo ha inoltre determinato una riduzione del numero e sviluppo dei viadotti di linee nei tratti all'aperto, con effetti positivi sia in termini di geometrie degli svincoli (la riduzione delle quote da raccordare ha permesso di definire schemi di svincolo rispondenti ai criteri progettuali contenuti nel DM 19/04/2006 "Norme Funzionali e geometriche per la costruzione delle Intersezioni stradali), sia in termini statici per le sottostrutture (minore elevazione delle pile e spalle).

Tutti i ragionamenti svolti dal punto di vista tecnico dell'opera sono andati di pari passo con l'analisi delle problematiche territoriali da risolvere quali:

- il passaggio in località Pace, area nella quale esiste un impianto di smaltimento rifiuti urbani per il quale ne è previsto un potenziamento, nonché una vicina struttura ospedaliera dedicata allo smaltimento dei rifiuti;
- il passaggio in località santissima Annunziata, al fine di ridurre l'interferenza della nuova infrastruttura con il nuovo polo universitario.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Relativamente al progetto degli svincoli, la progettazione definitiva ha preso a riferimento il DM 19/04/2006 “Norme funzionali e Geometriche per la Costruzioni delle intersezioni stradali” per la geometrizzazione degli svincoli, finalizzando lo studio al rispetto dei criteri geometrico-funzionali definiti dalla normativa vigente, ed in particolare:

- verifica delle corrette geometrie d’asse delle rampe;
- progetto altimetrico delle rampe coerente con le pendenze massime indicate;
- verifica delle visuali li bere ed inserimento dei necessari allargamenti in curva per ristabilire le condizioni ottimali di visibilità nei casi in cui detto intervento si rendesse necessario.
- Dimensionamento delle corsie di immissione e diversione dal tracciato autostradale;
- Progetto delle rotatorie secondo i criteri di coordinamento dimensionale dei vari elementi costituenti l’intersezione, definiti in funzione della dimensione esterna della rotatoria valutata come raggio esterno dell’anello di circolazione.

Oltre agli aspetti di carattere normativo il progetto ha cercato di armonizzare le geometrie dello svincolo all’orografia del territorio, puntando ad il contenimento dei movimenti materia ed ad un minor consumo di territorio mediante forme più compatte dell’impianto di intersezione.

### **3.2 Descrizione dell’intervento**

Per semplicità di esposizione la descrizione della nuova autostrada verrà articolata nel senso delle progressive crescenti dall’opera di attraversamento verso Messina, riferendosi per le geometrie dell’asse di progetto alla carreggiata direzione Messina.

L’inizio dell’intervento concernente i collegamenti stradali e ferroviari in corrispondenza della dell’asse della Torre nord dell’opera di attraversamento. Questi sono la somma della campata laterale di scarico del ponte che appoggia su una struttura “a cavalletto” detta Terminale. L’asse della pila del “cavalletto” rappresenta quindi il km 0+000.00 del presente intervento.

Il Pantano è una struttura imponente lunga circa 440 m e composta di 6 campate di 77 m circa.

Allo stesso modo che sul Ponte, anche sul Viadotto Pantano le due carreggiate stradali sono separate dalla linea ferroviaria, pur viaggiando alla stessa quota.

Diversamente da quanto dal progetto preliminare e dalla proposta presentata in sede di gara, le carreggiate autostradali non sono più con posizionamento “all’inglese”, cioè con le corsie di emergenza verso l’interno (lato ferrovia) e quindi con la stessa direzione di marcia per autoveicoli e treni, ma bensì ci si è riportati ad una configurazione più classica, ovvero con regime di marcia in destra.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

La soluzione del progetto preliminare derivava dall'impostazione del progetto di massima del Ponte sullo Stretto di Messina del 1992, quando la piattaforma stradale era composta da 3 corsie + emergenza e quest'ultima era ubicata nella zona centrale del Ponte, su una fascia di impalcato grigliata per motivi aeraulici. La riconsiderazione dell'organizzazione della piattaforma stradale, con lo sviluppo della soluzione a 2 corsie + emergenza ed eliminazione della fascia grigliata (sostituita da una fascia vuota), recepita dal Progetto Preliminare 2002, non ha modificato la soluzione di circolazione "invertita" sul Ponte per una serie di motivi legati principalmente a considerazioni di sicurezza della circolazione sul Ponte, così riassumibili:

- A. disponibilità nella zona centrale dell'Opera di attraversamento di una fascia centrale di servizio – emergenza costituita dalle due corsie di emergenza e dagli slarghi in corrispondenza dalle 4 piazzole di sosta realizzati nella fascia centrale vuota;
- B. possibilità di realizzare sul Ponte piazzole di sosta per il ricovero di veicoli in panne, poste nell'area interclusa tra la carreggiata stradale e la sede ferroviaria;
- C. distanziamento dei treni dalle corsie sede del traffico stradale, particolarmente da quelle percorse a maggiore velocità (corsia di sorpasso);
- D. verso concorde di marcia tra treni e autoveicoli per ridurre gli effetti di abbagliamento reciproco.

Le condizioni in cui è maturata la scelta progettuale di circolazione "invertita" sul Ponte risentivano di una concezione della circolazione stradale e ferroviaria ancorata ad un sistema di controllo ancora incentrato sulle capacità di autogestione dei guidatori dei mezzi stradali o del macchinista del treno, anche se la coscienza delle potenzialità offerte delle nuove tecnologie che andavano sviluppandosi negli anni '90 era ben presente fin dalle prime elaborazioni progettuali del Ponte.

Le evoluzioni che nel settore si sono avute negli ultimi anni ed i progetti dimostrativi attivati hanno consentito di maturare la certezza che oggi giorno le tecnologie di controllo del traffico e di comunicazione ed informazione all'utenza sono utilmente impiegabili a livello operativo, a servizio di un sistema stradale e ferroviario indirizzato, in linea di tendenza, verso una condizione di gestione real time, in remoto, permettendo di considerare oggi con minor preoccupazione gli elementi di criticità che hanno indotto, a suo tempo, la decisione di prevedere sul Ponte la circolazione stradale "invertita".

Oltre a questi aspetti riguardanti le modalità di controllo dell'esercizio, nel frattempo si è andnato modificando lo scenario normativo di riferimento, ed in particolare:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- l’emanazione del DM 26.04.2006 sulle Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle intersezioni stradali, che impongono nuove regole per incrementare la sicurezza di questi punti nodali del sistema infrastrutturale;
- l’emanazione del D.Lgs. 264/2006 che prescrive, per la rete di infrastrutture principali TERN, l’introduzione di nuovi criteri di gestione delle emergenze e di mitigazione del rischio in galleria.

Tutti questi elementi di novità hanno indotto a riconsiderare la possibilità di ricondurre la circolazione stradale sul Ponte a quanto previsto dal Codice della Strada, che all’art. 143 comma 4 recita “quando una strada è divisa in due carreggiate, si deve percorrere quella di destra”, e di introdurre questa nuova condizione di circolazione stradale nella nuova soluzione infrastrutturale studiata per adeguare il progetto alle mutate situazioni al contorno

Questa scelta ha permesso, per quanto attiene il lato Siciliano delle opere di collegamento al Ponte, di eliminare l’incrocio piano-altimetrico degli assi autostradali che doveva essere previsto appena superato il viadotto Pantano

Di fatto nella precedente configurazione al fine di garantire:

- il normale funzionamento della Barriera di esazione;
- la complanarità e il parallelismo delle due carreggiate prima dell’inizio della galleria Faro Superiore
- la realizzazione dei bypass pedonali e carrabili previsti dalle norme di sicurezza in galleria.

Le due carreggiate prendevano subito quota, sovrappassando la ferrovia, realizzando nel contempo lo sfalsamento altimetrico per permettere ad una delle due carreggiate di sovrappassare l’altra prima della barriera.

La nuova configurazione, ovvero con le carreggiate in regime di marcia a destra, definisce un impianto progettuale più lineare, con una viabilità che si sviluppa completamente all’aperto senza opere particolarmente complesse in sotterraneo. Questo comporta sicuramente un miglior grado di sicurezza intrinseco dell’infrastruttura, nonché una più facile gestione delle fasi costruttive.

Superato il viadotto Pantano il tracciato piega a sinistra con una curva di raggio 1100 lungo l’asse direzione Messina (1000 per quello interno in direzione Reggio Calabria), portandosi progressivamente in trincea profonda lungo la cresta dei Peloritani, e si orienta secondo la corretta giacitura piano-altimetrica per la realizzazione dell’imbocco della prima galleria dell’intervento, denominata Faro Superiore.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Poco prima dell'imbocco di detta galleria, alla progressiva 1+925 per la direzione Messina, è ubicata la barriera di esazione, composta da 11 porte, di cui 3 centrali reversibile e 2 esterne da 6 metri, 1 per senso di marcia, per il transito dei trasporti eccezionali.

A monte e valle della barriera, sono previste due aree di sosta per i mezzi pesanti, che consentiranno gli opportuni controlli di sicurezza da parte degli organi preposti: l'area di sosta prevista lungo la carreggiata direzione Reggio Calabria verrà attrezzata con un parcheggio destinato alla clientela della Concessionaria, la quale potrà accedere agli uffici mediante un camminamento pedonale in quota.

A completamento della sistema "piazzale di esazione" è stata studiata una viabilità bidirezionale (tipo F-extraurbana locale), che si sviluppa in fregio all'autostrada e, sovrappassando l'autostrada in corrispondenza del Fornice della galleria Faro Superiore al fine di ridurre l'impatto territoriale, realizza il collegamento tra alle due carreggiate.

Nell'ottica del sistema viabilistico generale detta strada riveste un ruolo di primaria importanza in quanto assolve diverse funzioni:

- consentire agli addetti della barriera di esazione ed alla manutenzione di raggiungere il posto di lavoro senza dover percorrere l'autostrada e in tempi brevi.
- in situazioni di emergenza consente l'uscita dal sistema autostradale degli utenti: per esempio nel caso di chiusura *completa* del Ponte per eventi eccezionali ed improvvisi, chi si trova sulla carreggiata in dir. Reggio Calabria può uscire senza dover pagare e raggiungere la viabilità ordinaria.

Analogamente, in caso di chiusura della carreggiata RC nel tratto tra lo svincolo di Curcuraci ed il piazzale (corrispondente sostanzialmente alla galleria Faro Superiore) la nuova viabilità sarà utilizzata per riportare il traffico in direzione RC dalla Panoramica sull'autostrada prima del piazzale di esazione.

Lo stesso dicasi per la carreggiata direzione Messina, la cui utenza in caso di chiusura per incidente o altro della galleria Faro, dopo aver pagato il pedaggio per il transito sull'opera di attraversamento dello Stretto, potrà uscire immediatamente a valle della barriera ed instradarsi lungo la Panoramica fino alla svincolo di Curcuraci;

Dette funzioni verranno regolamentate: l'accesso alla strada di servizio per l'uscita dalla carreggiata direzione Messina e l'immissione sulla carreggiata direzione Reggio Calabria sarà regolamentato mediante una sbarra, normalmente chiusa ed apribile solo dal personale di servizio o in caso di eventi eccezionali.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per le altre due relazioni, ovvero l'immissione in autostrada in direzione Messina e l'uscita dalla carreggiata direzione Reggio Calabria, verrà mantenuto il libero accesso senza controllo.

Detta scelta risponde alla necessità di accogliere una precisa richiesta da parte del Comune di Messina di conferire un ruolo territoriale alla viabilità di servizio, di consentire alcune relazioni dirette tra il sistema autostradale e la viabilità locale, costituendo di fatto un piccolo svincolo ossia.

In questo modo la popolazione residente nelle dirette vicinanze della barriera di esazione potrà godere del vantaggio di accedere in direzione Messina ed uscire dalla direzione Reggio Calabria senza pagare il Pedaggio.

Da questo punto in poi, l'infrastruttura è caratterizzata da una successione di tratti in galleria e viadotto, a causa della morfologia complessa caratterizzata da rilievi collinari e da incisioni torrentizie. Queste ultime formano un sistema a pettine, con la linea portante rappresentata dalla costa ed i denti costituiti dalle fiumare che attraversano l'infrastruttura stradale riversandosi poi in mare.

Dopo l'area di esazione, le due carreggiate entrano nella galleria Faro Superiore (lunghezza pari a 3400m circa) circa al km 2+182.

Le due carreggiate rimangono per la maggior parte del tracciato parallele, con distanza tra i due assi di tracciamento (la linea bianca continua di demarcazione che separa la corsia di emergenza dalla corsia di marcia normale) pari a 35m, sviluppando tutto un tratto in curva di raggio 1800.

Altimetricamente i due assi presentano con scostamenti minimi al fine di compensare il delta quota tra i cigli dovuto alla variazione della pendenza trasversale in curva.

Questa cura nello studio dell'altimetria dei profili delle carreggiate autostradali permette l'applicazione delle norme di sicurezza per i tratti in galleria (bypass pedonali ogni 300 m e carrabili ogni 900), ed il contenimento entro i limiti imposti dalla normativa vigente le pendenze dei collegamenti tra le canne, siano essi carrabili o pedonali.

In uscita dalla galleria si giunge allo svincolo di Curcuraci, che permetterà di raggiungere la Panoramica tramite la viabilità ordinaria che segue la Fiumara di Curcuraci e che collega Messina con gli agglomerati urbani dell'entroterra.

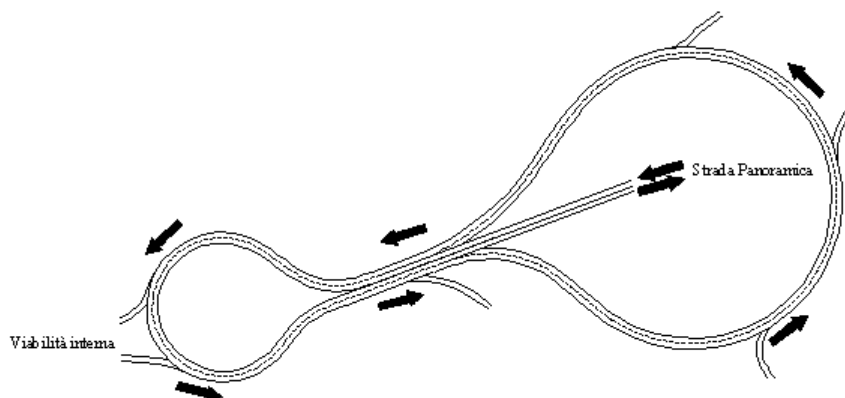
Lo schema previsto è quello proposto in sede di gara da parte dell'RTI, riconducibile a quello "a losanga", con la differenza di non presentare, in corrispondenza degli innesti sull'asta di svincolo, manovre di svolta a sinistra (con stop), ma solo svolte a destra ed una circolazione rotatoria ottenuta realizzando due rotatorie compatte ( $R_e=25$  m) a monte ed a valle.

Detto schema risulta avere indubbi vantaggi rispetto all'impostazione del progetto preliminare, che prevedeva un impianto molto complesso, organizzato con 2 anelli sui quali confluiscono o



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

divergono le rampe di collegamento con i due tronchi autostradali: di seguito si riporta lo schema funzionale di detta soluzione.



La funzionalità dei collegamenti che lo svincolo garantisce, il posizionamento degli anelli rende particolarmente complesse le manovre tra la carreggiata Nord (Messina - Reggio Calabria) dell'Autostrada e la Strada Panoramica. Entrambe le manovre, infatti, pur essendo teoricamente svolte dirette, devono essere effettuate attraverso un percorso che prevede la circolazione su entrambi gli anelli.

La soluzione sviluppata nel progetto definitivo, e che risulta funzionalmente analoga a quanto presentato in sede di gara dal RTI, consente di definire un assetto molto più compatto dello svincolo con un minor consumo di territorio, nonché migliorare la percorribilità delle rampe, riportandole tutte a conformazione di rampe dirette, e riducendone nel contempo i tempi di percorrenza per le diverse relazioni servite.

Inoltre nell'ambito delle ottimizzazioni introdotte, è stato possibile ricondurre le geometrie di svincolo nell'ambito dei criteri progettuali del DM 19/04/2006

Nell'approfondimento progettuale è stata introdotta un'importante modifica al progetto presentato in sede di offerta dal RTI: tutti gli stacchi dei rami di svincolo dal tracciato principale sono stati portati al di fuori degli imbocchi delle gallerie, mantenendo di fatto all'aperto le cuspidi delle rampe di svincolo.

Questa ottimizzazione comporta un miglioramento degli standard di sicurezza dell'infrastruttura, in termini di lettura da parte dell'utenza del tracciato e dei punti di immissione e diversione dall'autostrada, ed in termini costruttivi, in quanto non è più necessario procedere all'allargamento della sezione di galleria.

In approccio alla svincolo è stato necessario procedere ad un deciso sfalsamento altimetrico dei



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

due assi autostradali, realizzando un delta quota di circa 5 metri, al fine di avvicinare maggiormente al terreno la carreggiata di Valle (direzione Reggio Calabria) e rendere compatibili le geometrie autostradali con il sistema di rampe dello svincolo.

Di fatto, al fine della messa a norma delle geometrie di svincolo secondo quanto prescritto dal D.M 19/04/2006, è necessario contenere le pendenze longitudinali per le rampe in salita entro il 7.0% e per quelle in discesa entro l'8%, che, in ragione della configurazione compatta dello svincolo e il contenuto sviluppo planimetrico degli assi stradali comporta necessariamente una riduzione delle quote da raccordare.

Lasciandosi alle spalle l'area di svincolo di Curcuraci si imbecca la galleria Balena, di lunghezza circa 1200 metri, che adduce al viadotto Pace, la cui lunghezza è stata considerevolmente ridotta in seguito alle ottimizzazioni plano-altimetriche apportate, passando da 176,00 m a 60 metri per entrambe le carreggiate.

Ci troviamo nell'area presso l'impianto di smaltimento dei rifiuti citato nella premessa alla relazione: il passaggio delle carreggiate autostradali è stato oggetto di un'approfondita analisi che ha preso in considerazioni diverse alternative possibili, anche in funzione della richiesta del Comune di Messina di ridurre l'impatto ambientale del tracciato autostradale sulla successiva area del Nuovo Polo Universitario.

È evidente che lo spostamento del tracciato a ovest per aggirare il complesso universitario ha determinato un aggiustamento dell'asse di progetto in tutto il tratto di approccio.

La soluzione definita prevede il passaggio dell'autostrada a sud-est dell'inceneritore e della futura area di espansione della stessa struttura mediante una curva destrorsa di raggio 2000, al fine di orientare correttamente l'asse per il passaggio in corrispondenza dell'università; mediante una controcurva in sinistra di raggio 1800 metri l'autostrada piega a Sud approcciandosi allo svincolo Annunziata ed al sistema di gallerie dell'interconnessione con l'autostrada A20.

In questa tratta, tra il viadotto Pace e lo svincolo Annunziata, il tracciato si mantiene in sotterraneo con la realizzazione della Galleria "Le Fosse", la più lunga di tutto l'intervento con i suoi 2800 metri circa di sviluppo.

In uscita dalla Galleria, in relazione all'abbassamento generale del profilo delle due carreggiate autostradali ed alla conseguente allungamento della galleria "le Fosse", è stato eliminato il viadotto Ciccia e ridotto il viadotto Annunziata portando a 15 metri dagli originali 197 metri del progetto preliminare.

Il successivo vincolo "Annunziata" è stato mantenuto con schema Trombetta, come da progetto preliminare, ma compattandone le forme e rigeometrizzandone gli assi delle rampe nel rispetto dei

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

criteri progettuali della normativa vigente per il progetto delle aree di svincolo ( DM 19/04/2006 ).  
L'assetto così definito, come per lo svincolo di Curcuraci, a permesso di mantenere all'aperto i tratti di immissione e diversione delle rampe dal tracciato principale, con implicazioni positive sulla sicurezza della circolazione.

Superando l'area di svincolo, l'asse piega a destra mediante una curva di raggio 1800 metri, allineandosi con il nuovo collegamento autostradale tra lo svincolo di Giostra sulla A20 e lo svincolo Annunziata, intervento denominato "Collettore Nord" previsto dal Comune di Messina.

### **3.2.1 La nuova viabilità "Panoramica" e le viabilità di servizio al Ponte**

Nel tratto iniziale dell'intervento la nuova autostrada interferisce con la strada panoramica, nell'attuale punto terminale, con una rotonda da cui si diramano sia la strada di accesso all'area cimiteriale ed agli impianti sportivi di capo faro, sia quella di collegamento alla litoranea (s.s. N. 113), costituita da una strada in forte pendenza, e con una piattaforma larga 5-6 m.

Detta criticità non era di fatto stata affrontata e risolta in maniera compiuta dal Progetto preliminare a Base di gara, in quanto la Panoramica viene semplicemente ricollegata alla strada del cimitero di Capo Faro, che non ha sbocco sul litorale, interrompendo senza soluzioni sostitutive la attuale discesa su Ganzirri.

Inoltre, per operare tale ricucitura parziale, è prevista un'opera di scavalco delle carreggiate autostradali che, sebbene non meglio descritta negli elaborati progettuali, è costituita inevitabilmente da un viadotto ed eventuali muri, posti in posizione tale da fornire un forte impatto visuale ed ambientale.

Connessa con la riorganizzazione della viabilità esistente che si attesta sulla Panoramica si inserisce il tema della viabilità di servizio al Ponte che deve trovare un punto di relazione con la rete locale in quanto deve poter svolgere il proprio ruolo sia di accesso ai mezzi di manutenzione, sia in caso di eventi eccezionali che possono coinvolgere il ponte sullo Stretto.

Allo scopo di fornire soluzioni alle problematiche evidenziate, sono stati concepiti diversi interventi puntuali, ma tra loro correlati; la variante comprende:

- il raccordo tra la Strada Panoramica dello Stretto e la viabilità esistente, tramite variante – per la maggior parte in sede – della strada che attualmente collega il terminale della Panoramica alla provinciale n. 43 nell'abitato di Ganzirri;
- una nuova strada di collegamento alla zona del cimitero di Capo Faro, in sostituzione della soluzione prevista nel preliminare a base di gara;
- la realizzazione di una viabilità monodirezionale di servizio al Ponte connessa direttamente alla viabilità locale così come ridefinita dal progetto.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In primo luogo, conformemente alla raccomandazione del CIPE, è stata ristudiata la sistemazione del tratto terminale della Panoramica, individuando una soluzione che consente di ripristinare il collegamento sia con la litoranea: la soluzione prevede di ripristinare detto collegamento tramite il potenziamento della strada esistente che discende a Ganzirri, la cui sezione viene adeguata a quella prevista dalle Norme per le strade di quartiere (2 corsie di 3,50 m, banchine da 0,50 m e marciapiedi da 1,50 m).

Il raccordo inizia in prosecuzione dell'asse della panoramica, previa riduzione da due a una corsia per senso di marcia (come già nel progetto preliminare); nel tratto iniziale, la nuova strada di collegamento Panoramica – Ganzirri è prevista in variante planimetrica rispetto all'esistente, e corre affiancata all'autostrada, dalla quale, data la differenza di quota, sarà divisa da opere di contenimento del terreno.

A metà tracciato è inserita una rotatoria, sulla quale si innesta la nuova strada di quartiere proposta per collegarsi alla strada sommitale esistente tra il cimitero e gli impianti sportivi di Capo Faro in sostituzione del collegamento previsto più a monte nel progetto preliminare.

Tale strada attraversa l'autostrada passando sotto l'ultima campata del viadotto Pantano, anziché con un'opera di scavalco come era previsto invece nel Progetto a base di gara, e si raccorda alla viabilità esistente che fronteggia il cimitero.

Su questo nuovo impianto stradale si innesta la viabilità di servizio al ponte, che in ragione della nuova configurazione del tratto di raccordo tra l'opera di attraversamento ed i collegamenti infrastrutturali terrestri, ovvero con l'inversione dei sensi di marcia da regime di circolazione all'inglese a sinistra ad un regime normale con circolazione a destra, prende nel progetto definitivo un nuovo assetto.

Di fatto sul Viadotto Pantano, in continuità all'opera di attraversamento, sono previste - ai lati esterni delle due carreggiate stradali e separate da barriera di sicurezza - due strade monocorsia per il transito dei mezzi di servizio e manutenzione di larghezza 3.00 metri.

In corrispondenza della fine del Pantano, queste due strade scendono per andare ad inserirsi sulla viabilità esistente: in condizione di normale esercizio l'accesso sarà consentito solo al personale di servizio, mentre in condizioni di emergenza potranno essere utilizzate anche come via d'esodo, in quanto, per un tratto dell'ultima campata del viadotto Pantano, è prevista la possibilità di deviare il traffico dalla piattaforma ordinaria a tali rampe di servizio/emergenza.

La viabilità di servizio è stata studiata con caratteristiche di strada monodirezionale con sezione da 5.50 che si rastrema a 3.00 in corrispondenza del collegamento alle due strade di servizio poste ai

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

lati del viadotto Pantano: per ragioni di sicurezza in condizioni di emergenza, il tracciato delle due rampe è stato ristudiato in modo da non avere pendenze longitudinali eccessive.

Detta viabilità si collega alla nuova viabilità locale per l'accesso alla zona di Faro Superiore al fine di permettere l'accesso al ponte dalla viabilità ordinaria.

Infine, un altro sottovia all'autostrada è previsto al km 0+964 della carreggiata dir. Messina per permettere il passaggio dei mezzi bimodali del servizio antincendio delle FS.

L'ubicazione del manufatto è dettata dal nuovo assetto plano-altimetrico dell'autostrada rispetto al progetto preliminare, ed alla realizzazione del collegamento Panoramica-Ganzirri mediante adeguamento plano-altimetrico e di sezione della viabilità esistente.

### 3.3 Le sezioni tipo

La sezione tipo adottata dal progetto rientra nella categoria A, autostrada in ambito extraurbano, della classificazione contenuta nelle "norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. 5/11/2001.

La pendenza trasversale della piattaforma è prevista pari al 2.5% in rettilo, mentre in curva si raggiunge la pendenza massima consentita dalla normativa del 7.0 % lungo tutte le curve dell'asse autostradale.

Come anticipato nella descrizione del tracciato, la sezione tipo adottata è a due corsie per senso di marcia, con organizzazione delle carreggiate come seguente:

- corsie da 375 cm ciascuna, per sorpasso e marcia normale;
- margine laterale con corsia di emergenza da 3.00 m
- margine interno risulta variabile, in relazione alle esigenze costruttive delle gallerie, e gestito nella sua configurazione minima da 4.00 metri come di seguito descritto:
  - a) spartitraffico minimo da 2.60
  - b) banchine pavimentate da 0,70 per i tratti in rettilo mentre nei tratti in curva, le banchine saranno variabili al fine di garantire le corrette visuali libere e la corretta percezione visiva del tracciato; il margine interno viene quindi aumentato garantendo sempre e comunque uno spartitraffico minimo di 2.60 m funzionale alla corretta installazione delle barri eredi sicurezza.

La piattaforma pavimentata come descritta viene mantenuta inalterata per tutte le varie tipologie della sede stradale: rilevato, trincea, viadotto, galleria naturale e galleria artificiale.

In caso di corsie di accelerazione e decelerazione sempre in destra alla singola carreggiata è

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

prevista l'aggiunta di una o due corsie da 3.75 m con eliminazione della corsia di emergenza e realizzazione di una banchina pavimentata da 2.50.

In presenza di piazzola di sosta si prevede l'allargamento della piattaforma di ulteriori 3,50 m oltre la corsia di emergenza. Planimetricamente le piazzole sono previste con una distanza massima di 1000 m per senso di marcia e presentano uno sviluppo pari a 65 m di cui 25 m a larghezza costante e 2x20 m a larghezza variabile di raccordo alla piattaforma tipo.

Le fasce di pertinenza dell'autostrada vengono delimitate verso l'esterno da una rete di recinzione per tutto lo sviluppo dell'opera; nell'ambito di tali fasce vengono altresì allocate le eventuali opere di mitigazione (dune in terra e fasce di vegetazione) per la minimizzazione degli impatti conseguenti all'intrusione visiva ed all'inquinamento acustico ed atmosferico.

Nelle aree private ricadenti al di là del confine stradale, così materializzato, vengono infine istituite fasce di rispetto vincolate alla realizzazione di altre opere, aventi larghezze definite ai sensi degli artt. 26, 27, 28 del DPR 495/92; al riguardo risultano allegati al presente progetto adeguati elaborati cartografici atti ad individuare le aree impegnate, le relative fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguarda, così come prescritti al comma 3 art 3 del D. Lgs. 20 agosto 2002 n° 190 (all. 9.1 – 9.8).

Ne conseguono le seguenti situazioni tipologiche per i tracciato principale.

### **3.3.1 Sezione autostradale in rilevato**

I rilevati stradali verranno realizzati con scarpate impostate con inclinazione 4/7 ed inserimento di banche di larghezza 2 metri ogni 5 metri di sviluppo in altezza del corpo stradale.

Lungo le scarpate è prevista la stesa di uno strato di terreno vegetale dello spessore minimo di 30 cm con inerbimento superficiale; non sono previsti embrici in quanto il sistema di drenaggio delle acque meteoriche è di tipo chiuso.

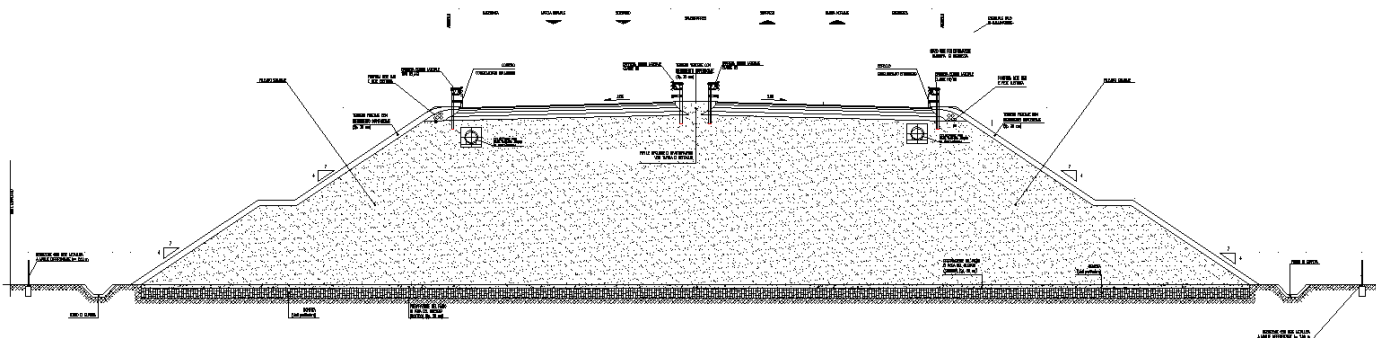
L'arginello è previsto da 150 cm, dei quali 20 cm di cordolo in bituminoso e 130 cm di zona inerbata, munito di dispositivo di ritenuta tipo guard-rail laterale, infisso nel terreno.

Sempre in corrispondenza dell'arginello ed a tergo del montante della barriera di sicurezza trova possono trovare alloggiamento una polifora dedicata alla rete dati ed all'alimentazione elettrica degli impianti di linea (impianto di illuminazione, PMV, colonnine S.O.S. ecc.)

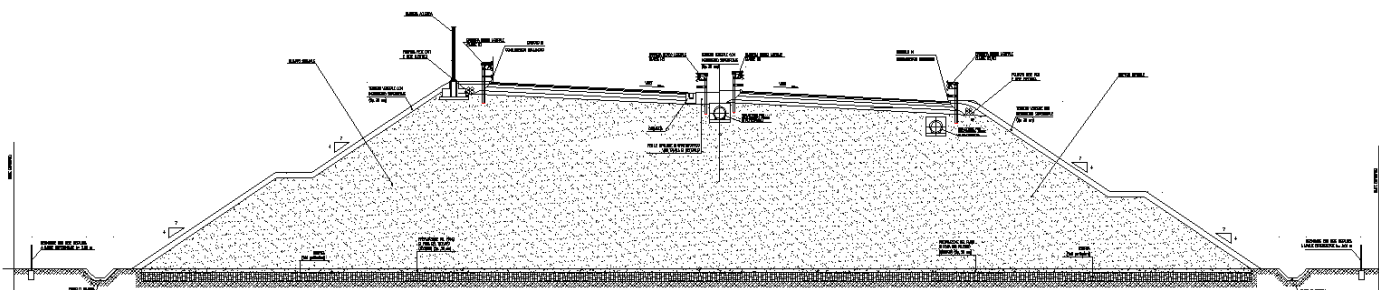
Lo smaltimento acque, come anticipato, è previsto con sistema chiuso, ovvero mediante caditoie

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

poste in emergenza nei tratti in rettilineo e tubazione corrente per il conferimento al recettore finale delle portate d'acqua captate.



Per i tratti in curva per la carreggiata esterna al senso di percorrenza della curva, il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma prevede l'inserimento di canaletta lungo il margine interno, collegata puntualmente ad una tubazione posta in spartitraffico che funge da collettore delle portate.



Nelle situazioni in cui, per limitare l'ingombro a terra del corpo autostradale, sia necessario prevedere muri di sostegno, questi verranno impostati tenendo conto della larghezza di funzionamento della barriera di sicurezza, ed in particolare, come nel caso illustrato nella figura seguente, in testa muro si debba installare una barriera acustico od altro elemento vincolante lo spostamento della barriera di sicurezza in caso di urto veicolare.

Per le situazioni in cui si sufficiente ricorrere ad un muro di sottoscarpa (lato destro della figura) in testa muro verrà inserita una canaletta per la raccolta delle acque di ruscellamento sulla scarpata, al fine di mantenere pulito il paramento del muro.

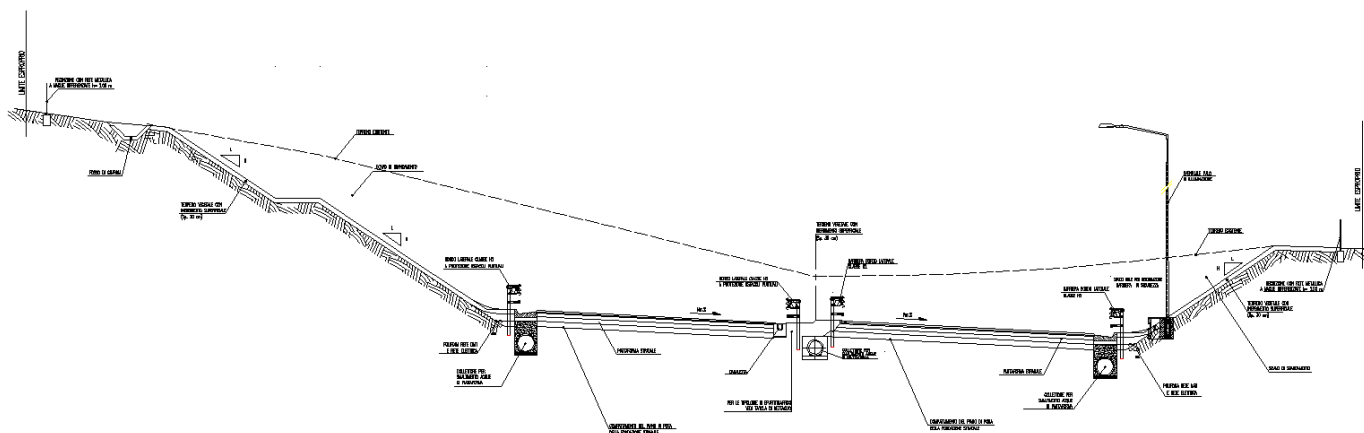




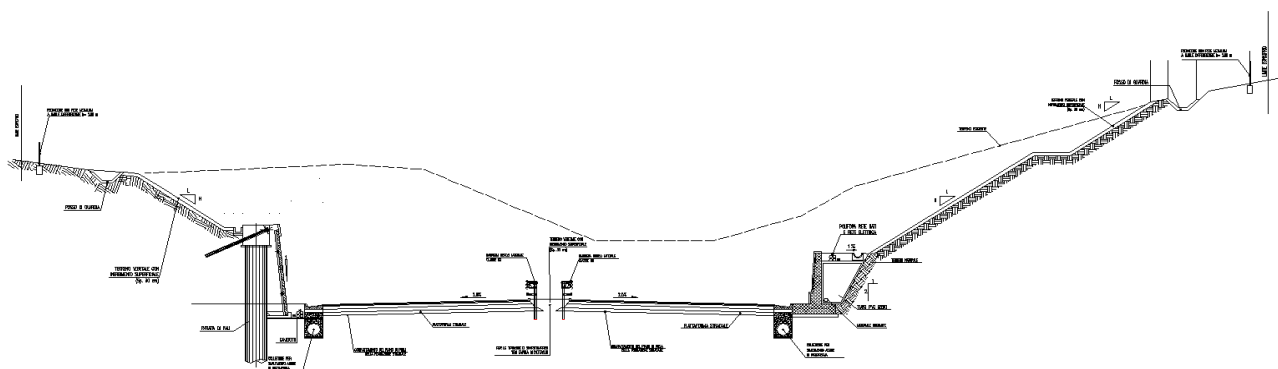
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

caditoie poste in corrispondenza della cunetta laterale nei tratti in rettilineo e tubazione corrente per il conferimento al recettore finale delle portate d'acqua captate.

Per i tratti in curva lo smaltimento acque segue lo stesso schema del caso in rilevato, ovvero con canaletta lungo il margine interno della carreggiata esterno curva, collegata puntualmente ad una tubazione posta in spartitraffico che funge da collettore delle portate.



Per le situazioni in cui sono presenti opere di sostegno, siano esse paratie o muri, la cunetta laterale viene ridimensionata e portata a 103 cm, alla quale segue una zona di riposo di circa 100 cm che precede il paramento dell'opera, in genere abbattuto con inclinazione 1/10



In testa all'opera di sostegno è previsto l'inserimento di una canaletta per la raccolta delle acque di ruscellamento supprficiale sulla scarpata, al fine di mantenere pulito il paramento a vista.

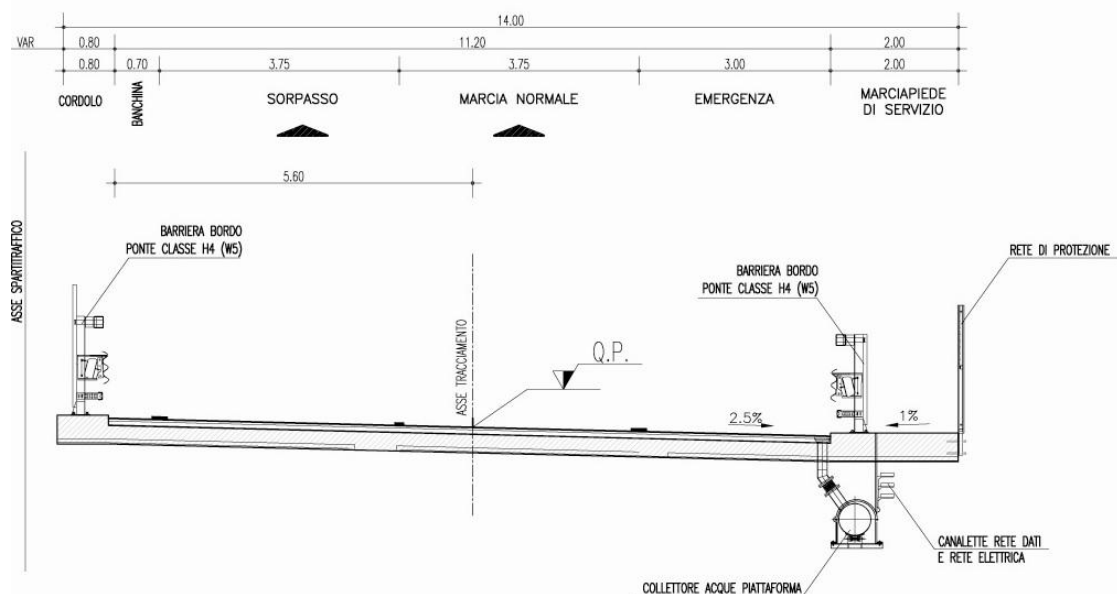




		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

manutenzione. Sullo stesso cordolo verrà installata sia la barriera di sicurezza bordo ponte in fregio alla carreggiata, e la rete di protezione sul lato esterno dello sbalzo.

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma verrà esteso per tutto lo sviluppo del viadotto, realizzato da un tubo appeso mediante appositi supporti all'impalcato sul quale si innestano i raccordi con le griglie di presa.



### 3.3.5 Rami di svincolo.

In merito alle dimensioni trasversali degli elementi che compongono le rampe, si riporta la seguente tabella del D.M. 2006. I valori indicati sono da considerarsi minimi, e si riferiscono alle sezioni standard in assenza di allargamenti per la visibilità.

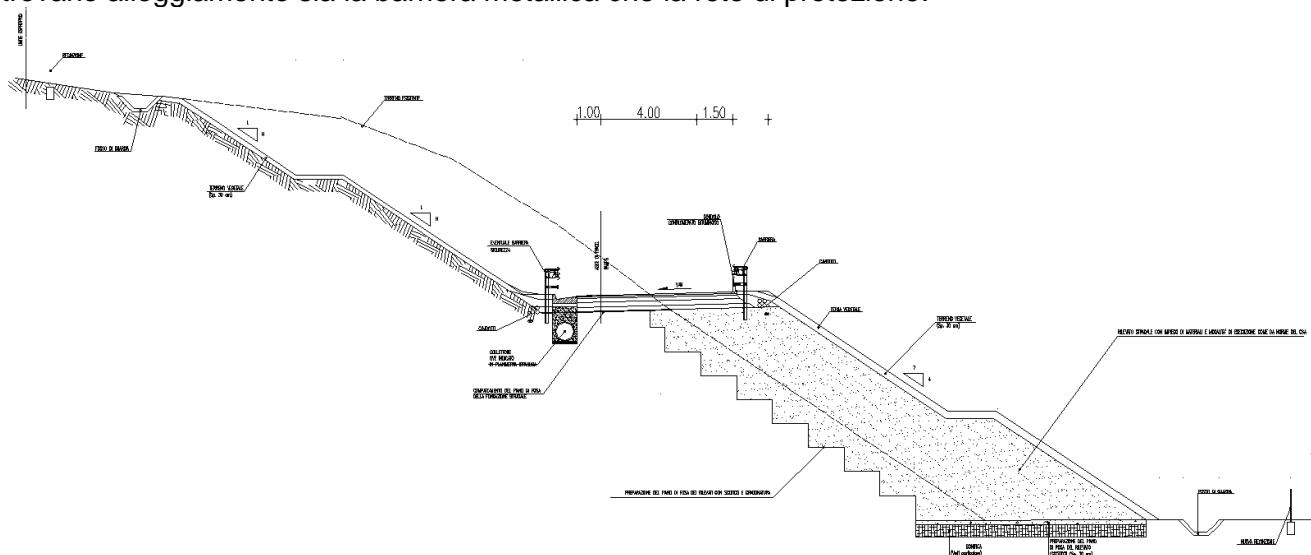
<b>Strade extraurbane</b>				
<b>elemento modulare</b>	<b>Tipo di strada principale</b>	<b>Larghezza corsie (m)</b>	<b>Larghezza banchina in destra (m)</b>	<b>Larghezza banchina in sinistra (m)</b>
Corsie specializzate di uscita e di immissione	<b>A</b>	3,75	2.50	-
	<b>B</b>	3,75	1.75	-
Rampe monodirezionali	<b>A</b>	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
	<b>B</b>	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
Rampe bidirezionali	<b>A</b>	1 corsia: 3,50	1.00	-
	<b>B</b>	1 corsia: 3,50	1.00	-

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per le diverse rampe di progetto sono state utilizzate, per ciascun elemento stradale, dimensioni analoghe o maggiori rispetto a quelle previste in tabella.

**RAMPA MONOSENSO A UNA CORSIA:** La piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 6.50 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.50 m. Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.50 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Nei tratti in trincea con scarpata a pendenza naturale, viene posizionata una cunetta in cls di larghezza pari a 1.00 m atta alla raccolta e al convogliamento delle acque meteoriche di piattaforma; la stessa risulta affiancata da una zona di riposo di larghezza pari a 1.25 m dove trovano posto gli impianti e l'eventuale barriera di sicurezza metallica.

In corrispondenza dei viadotti è mantenuta la sezione trasversale corrente, con l'inserimento di due cordoli laterali di larghezza pari a 0.80 m e di altezza pari a 5.00 cm dal ciglio bitumato, su cui trovano alloggiamento sia la barriera metallica che la rete di protezione.



**RAMPA BISENSO:** la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 9.00 m costituita da due corsie da 3.50 m ciascuna affiancata da una banchina da 1.00 m. Per quanto riguarda gli elementi marginali su sede naturale e opera d'arte si sono adottati gli stessi criteri e geometrie esposti per la sezione della rampa monosenso.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- usura chiusa sp. 6 cm

Sulle opere d'arte la pavimentazione ha uno spessore pari a 12 cm, così suddiviso:

- binder di collegamento sp. 6 cm
- usura drenante con bitume modificato sp. 6 cm

Per la pavimentazione della **viabilità locale interferita oltre che della viabilità di servizio ed emergenza** lo spessore totale è pari a 72 cm, così suddiviso:

- sottofondazione in misto granulare stabilizzato sp. 30 cm
- fondazione in misto cementato sp. 25 cm
- strato di base in conglomerato bituminoso sp. 7 cm
- binder di collegamento sp. 6 cm
- usura chiusa sp. 6 cm

Sulle opere d'arte la pavimentazione ha uno spessore pari a 12 cm, così suddiviso:

- binder di collegamento sp. 6 cm
- usura sp. 4 cm

Nel caso dei tratti in sede naturale, la sovrastruttura poggerà direttamente sul fondo del cassonetto, adeguatamente compattato. Per le opere d'arte il pacchetto strutturale si limiterà ai soli strati superficiali (usura e binder), al di sotto dei quali verranno stese guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere (spessore 1 cm, circa), a garanzia dell'impermeabilizzazione della struttura sottostante.

### 3.3.7 Barriere di sicurezza

Lungo i tracciati di progetto sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni. In particolare, l'infrastruttura in

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

oggetto ha caratteristiche assimilabili ad un'autostada in ambito extraurbano classe A secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada", **con classe di traffico di tipo III**, in funzione del TGM direzionale ed alla percentuale di veicoli pesanti (VP) previsti in progetto.

Il D.M. 21.06.2004 fornisce le classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella seguente tabella relativamente alle sole autostrade e strade extraurbane principali.

		Destinazione barriere		
Tipo di strada	Traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
		a	b	c
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)
(1)		Per ponti e viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 m; opere di luce minore sono equiparate		
(2)		La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista.		

*classi minime di barriere per autostrade e strade extraurbane principali*

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche dei dispositivi di ritenuta previsti per le diverse destinazioni: spartitraffico, bordo laterale ed in corrispondenza delle opere d'arte. Per maggiori dettagli circa i criteri progettuali, le modalità di installazione e gli altri aspetti riguardanti la progettazione dei dispositivi di ritenuta si rimanda alla relazione tecnica del progetto delle barriere di sicurezza e ai relativi elaborati grafici.

La tipologia delle barriere da prevedersi per il bordo laterale, ad eccezione delle barriere di classe N2 utilizzate nelle aree tecniche di pedaggio, è quella di barriere metalliche a nastri con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia; i dispositivi dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A.

Le barriere bordo ponte e in spartitraffico devono essere caratterizzate preferibilmente da classe di severità A, ma potranno essere adottata in progetto barriere con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili al momento della costruzione dell'infrastruttura dispositivi della classe e del materiale previsti e con caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientranti nella classe A.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Con riferimento alla categoria dell'infrastruttura in progetto (autostrada extraurbana), la tipologia e classe di barriere previste per le diverse destinazioni, spartitraffico, bordo laterale ed in corrispondenza delle opere d'arte sono le seguenti:

- per lo spartitraffico lungo gli assi autostradali (affiancamenti alle carreggiate dell'autostrada A3 Sa-RC) si prevedono barriere metalliche di classe H4 in configurazione bifilare di tipo spartitraffico e di tipo bordo ponte su opera d'arte;
- per il bordo laterale in rilevato sono previste barriere metalliche di classe H2 o H3 in base all'altezza dello stesso rilevato (H2 se compresa tra 1 e 3m e H3 se maggiore di 3m) e a protezione di ostacoli laterali, quali portali della segnaletica, PMV, pile o spalle di opere in sovrappasso, barriere acustiche, impianti di illuminazione;
- in trincea le barriere sono previste solo a protezione degli ostacoli laterali (portali della segnaletica, PMV, pile o spalle di opere in sovrappasso, barriere acustiche, impianti di illuminazione), in questi casi la barriera utilizzata è quella corrente;
- in corrispondenza di opere d'arte sono impiegate barriere metalliche con installazione su cordolo in c.a. di classe H2, H3 e H4 rispettivamente per opere con luce inferiore a 10 m, compresa tra 10 e 25 m o in sovrappasso di altre strade, maggiore di 25 m: in quest'ultimo caso la transizione con la barriera corrente su bordo laterale è progettata con l'interposizione di un adeguato tratto di barriera H4 a paletti infissi.

Per quanto riguarda l'installazione in spartitraffico, ai sensi degli art. 3.3 e 4.3.7 del D.M. 6792/2001, i dispositivi di sicurezza dovranno avere una deformazione permanente minore o uguale alla larghezza dello spartitraffico, e una larghezza di funzionamento contenuta nel margine interno; gli stessi dispositivi non dovranno inoltre costituire ostacolo alla visibilità lungo la corsia più interna delle curve sinistrorse. Con riferimento ai dispositivi da bordo laterale, questi dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale, quali barriere acustiche, pali di illuminazione, montanti di segnaletica verticale.

La progettazione degli svincoli autostradali ha seguito gli stessi criteri adottati per il corpo autostradale.

### **3.4 Criteri normativi seguiti nello studio delle infrastrutture stradali**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Di seguito vengono illustrati i criteri progettuali seguiti per la geometrizzazione plano-altimetrica degli assi, nonché il dimensionamento degli elementi costituenti le aree di svincolo che hanno consentito di definire un impianto progettuale rispondente in ogni suo aspetto alla normativa di progettazione cogente.

### 3.4.1 La Progettazione dell'Asse Autostradale

#### 3.4.1.1 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

- a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta pari 339 metri nel caso di autostrade urbane

- b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettilineo (L) che la precede:

$$\text{per } L < 300 \text{ m} \quad R \geq L$$

$$\text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R \geq 400 \text{ m}$$

- c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive.

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma;

- d) Lunghezza massima dei rettilinei:

$$L_{\max} = 22 \cdot V_{p,\max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità del progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

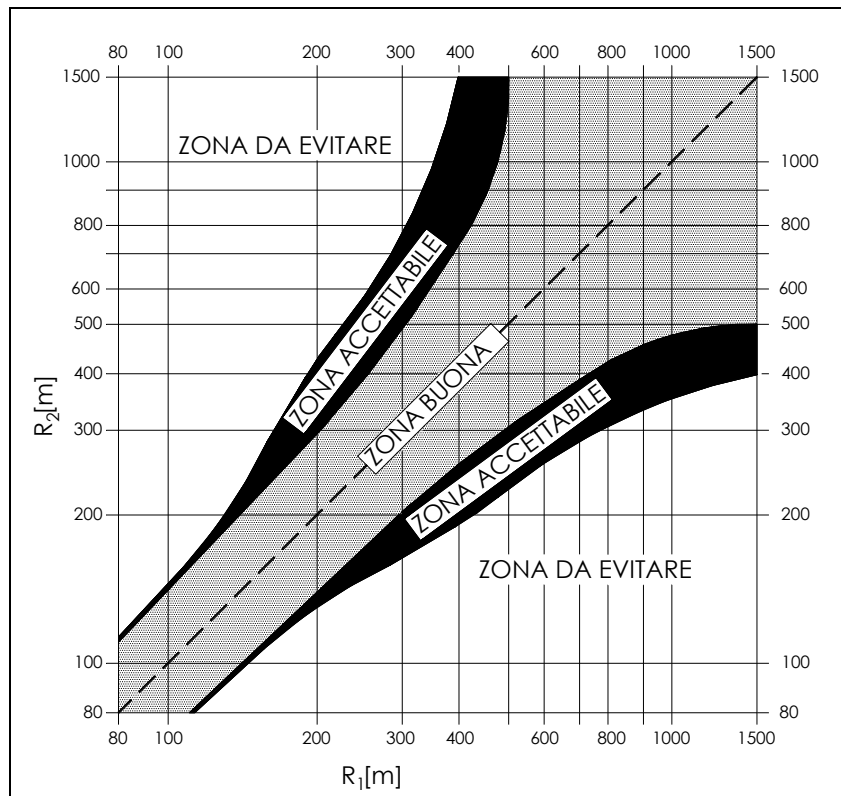
- e) Lunghezza minima dei rettilinei.

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata di seguito; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettilineo considerato.

$V_p$ [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$L_{\min}$ [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

*Lunghezza minima dei rettilinei in relazione alla velocità*





Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

- *Congruenza del diagramma delle velocità.* La norma prevede che per  $V_{p,max} \geq 100$  km/h (e quindi per autostrade) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{p,max}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h ( $f_1$ ). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di  $V_{p1} > V_{p2}$ ) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h ( $f_2$ ).
- *Lunghezza minima delle curve circolari.* La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2.5 \cdot v_p$$

con  $v_p$  in m/s ed  $L_{c,min}$  in m.

**(h) Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)**

Critério 1 (Limitazione del contraccollo)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccollo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccollo;
- v = **massima velocità (m/s)**, desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q<sub>i</sub> = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q<sub>f</sub> = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo  $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$  si ottiene:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

**Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)**

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

- $B_i$  = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- $\Delta i_{\max}$  (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;
- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$  dove  $i_{ci}$  = pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$  con  $i_{cf}$  = pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$  è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_f| - |q_i|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

### *Criterio 3 (Ottico)*

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione :

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove  $R_1$  è il raggio minore ed  $R_2$  il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto  $A_E/A_U$  delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto  $A_1/A_2$  tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

### 3.4.1.2 Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

**(i) Pendenze longitudinali massime**

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo A (autostrade extraurbane), è pari al 5% (in galleria 4%).

**(j) Raccordi verticali convessi**

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

- se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

- dove:
- $R_v$  = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- $\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- $h_1$  = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]
- $h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma  $h_1 = 1.10$  m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone  $h_2 = 0.10$  m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone  $h_2 = 1.10$  m.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**(k) Raccordi verticali concavi**

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

- se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale concavo [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

$\vartheta$  = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma  $h = 0.5$  m e  $\vartheta = 1^\circ$ .

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per a verifica dei raccordi verticali convessi.

**3.4.1.3 Analisi di visibilità**

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, con la Distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

La verifiche di visibilità per l'arresto consiste nel confrontare le distanze di visuale libera per

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato sia in corsia di sorpasso che in corsia di marcia lenta adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m e collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia) con le distanze di visuale libera per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale)

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal D.M. 5/11/2001 (e precisati nello stesso testo della norma stessa, vedi anche tabella seguente), riferito a condizioni di strada bagnata.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
$f_l$ Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

**DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente**

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[ f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

dove:

$D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$

$D_2$  = spazio di frenatura

$V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

$V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]

$i$  = pendenza longitudinale del tracciato [%]

$\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

$g$  = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

$Ra$  = resistenza aerodinamica [N]

$m$  = massa del veicolo [kg]

$f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

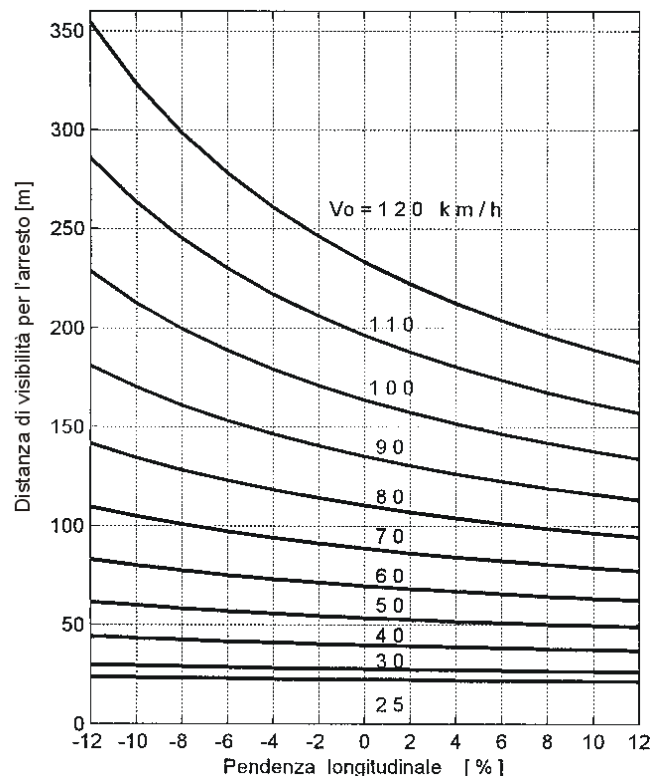
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.



### 3.4.2 Progettazione Svincoli

Le caratteristiche stradali delle rampe sono state definite a partire dagli intervalli di velocità indicati nella tabella del paragrafo 4.7.1 del D.M. 19/04/2006 e riportati per completezza nella tabella seguente:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

tipi di rampe	Intersezione Tipo 1, escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezione Tipo 2, e B/B, D/D, B/D, D/B	
Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h	
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello gerarchico superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello gerarchico superiore	30 km/h

*Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe*

Per le rampe indirette il valore indicato nella tabella precedente rappresenta la velocità minima di progetto mentre la velocità di progetto massima è assunta pari a quella della corrispondente rampa semidiretta.

### 3.4.2.1 Criteri progettuali

La normativa, di riferimento per l'adeguamento delle intersezioni esistenti e cogente per interventi di nuova realizzazione, richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

- geometria degli elementi modulari delle rampe ;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate;
- distanze di visibilità per l'arresto.

Per quanto riguarda l'analisi delle distanze di visibilità e il dimensionamento delle corsie specializzate si rimanda ai relativi paragrafi nel seguito della presente relazione.

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari si è fatto riferimento alle indicazioni contenute alla tabella 9 del paragrafo 4.7.3 del D.M. 19/04/2006 che relativamente al caso di strade extraurbane fornisce le indicazioni riportate nella tabella seguente.

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in	Larghezza banchina in



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	principale		destra (m)	sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
	B	3.75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
	B	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-
	B	1 corsia: 3.50	1.00	-

*Larghezze degli elementi modulari*

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", di seguito sono riportate le verifiche prese in considerazione:

- raggi minimi planimetrici;
- parametri minimi e massimi delle clotoidi;
- pendenze longitudinali massime;
- raggi altimetrici minimi (raccordi concavi);
- raggi altimetrici minimi (raccordi convessi).

**(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.**

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 19/04/2006 che risulta funzione della velocità minima dell'intervallo di progetto (vedi tabella seguente).

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250

*Raggi minimi delle rampe in funzione della velocità di progetto minima*

**(b) Parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)**

Per l'inserimento di curve a raggio variabile, si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001, trattati in precedenza nel capitolo dedicato al progetto dell'asse autostradale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**(c) Pendenze longitudinali massime**

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 19/04/2006, è funzione della velocità di progetto come riportato nella tabella seguente.

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Pendenza massima in salita	(%)	10	7.0		5.0		
Pendenza massima in discesa	(%)	10	8.0		6.0		

*Pendenze massime delle rampe*

**(d) Raccordi verticali convessi**

Per l'inserimento di raccordi verticali convessi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 e si rimanda al 3.4.1.2 (j)

**(e) Raccordi verticali concavi**

Per l'inserimento di raccordi verticali concavi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 e si rimanda al 3.4.1.2 (k)

**3.4.2.2 Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate**

Il dimensionamento delle corsie specializzate di immissione e diversione è stato effettuato con riferimento ai criteri contenuti nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

**Corsie di immissione (o di entrata)**

Con riferimento allo schema seguente la lunghezza del tratto di accelerazione  $L_{a,e}$  è calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- $v_1$  (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per  $v_1$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- $v_2$  (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a  $0,80 \cdot v_p$  (velocità di progetto

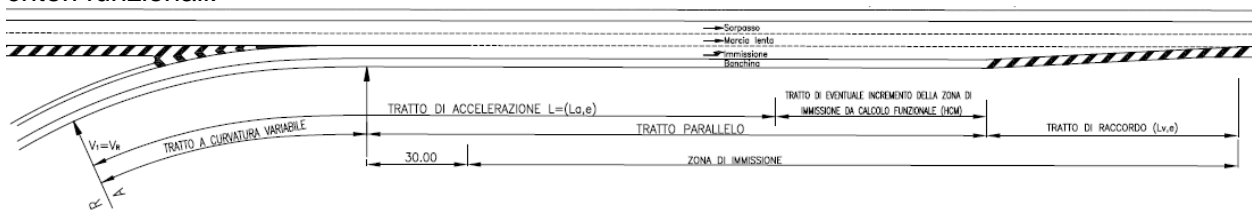
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità)

- $a$  ( $m/s^2$ ) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a  $1 m/s^2$ .

Il tratto di raccordo  $L_{v,e}$  ha una lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h ( $L_{v,e} = 50$  metri per velocità di progetto minori o uguali a 80km/h).

La zona di immissione corrisponde alla lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata in cui è ammessa la manovra di immissione (tratto con linea tratteggiata pari alla somma del tratto parallelo, a meno dei primi 30 metri, e del tratto di raccordo), da verificare con procedure basate su criteri funzionali.



*Schema planimetrico corsia di immissione*

### **Corsie di diversione (o di uscita)**

Con riferimento al caso di configurazione parallela la lunghezza del tratto di decelerazione  $L_{d,u}$  (avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita, coincidente con il punto di inizio della clotoide) è correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione  $L_{d,u}$  viene calcolata pertanto mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

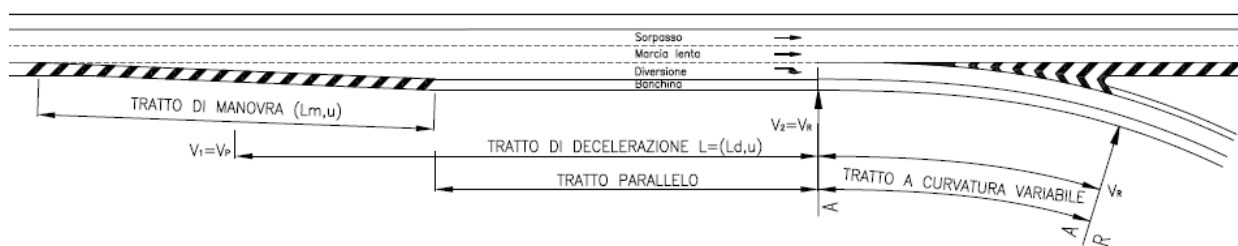
dove:

- $L_{d,u}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- $v_1$  (m/s) è la velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- $v_2$  (m/s) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per  $v_2$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);
- $\alpha$  (m/s<sup>2</sup>) è la decelerazione assunta per la manovra pari a 3 m/s<sup>2</sup> per le strade tipo A, B e 2,0 m/s<sup>2</sup> per le altre strade.

Il tratto di manovra  $L_{m,u}$  ha una lunghezza dipendente dalla velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia: 90 metri per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiore ai 120 km/h e di 75 metri per velocità pari a 100 km/h.



schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

### 3.4.3 Distanze di visibilità per l'arresto

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (DM 19/04/2006), deve essere verificata rispetto alla velocità di progetto l'esistenza, lungo le rampe, di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001 e ciò comporta che lungo il tracciato stradale della rampa la distanza di visuale libera deve essere confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo dell'intero tracciato della rampa.

Il progetto ha verificato:

- la sussistenza delle opportune distanze di visibilità altimetriche in corrispondenza dei raccordi convessi.
- L'esistenza delle corrette visibilità planimetriche per l'arresto, condotte adottando la procedura prevista dal D.M. 05/11/2001, procedendo in caso di verifica negativa al ripristino delle condizioni mediante l'arretramento dell'ostacolo limitante la visibilità

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE GENERALE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> SS0002_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.5 Progettazione delle Intersezioni a rotatoria

In tabella si riportano le larghezze degli elementi modulari, come definite dal D.M. 19.04.2006:

ELEMENTO MODULARE	DIAMETRO ESTERNO DELLA ROTATORIA (m)	LARGHEZZA CORSIE (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 14 e 25	7.00 – 8.00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9.00
	< 40	8.50 – 9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia
		6.00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50

(\*) : deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(\*\*) : organizzati al massimo con due corsie.

La norma non fornisce indicazioni relativamente alle dimensioni delle banchine da prevedere nella corona rotatoria.

Per quanto riguarda la banchina esterna questa dovrebbe essere di larghezza variabile tra 1.00 e 1.50 m, da adeguare in funzione delle dimensioni delle banchine delle strade che confluiscono in rotatoria. Per la banchina interna dovranno essere utilizzate dimensioni minime (comprese tra 0.30 e 0.50 m), incrementabili se necessario ai fini della funzionalità della rotatoria in relazione agli ingombri dei veicoli pesanti, previa verifica del rispetto degli angoli di deflessione.