

**ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELLE STRUTTURE, DEI TRASPORTI,
DELLE ACQUE, DEL RILEVAMENTO, DEL TERRITORIO.*

**LAUREA
IN
COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI M**

**LA SICUREZZA DEI MOTOCICLISTI NEL CIRCUITO DI
SANTAMONICA DI MISANO: INFLUENZA DELLA
GEOMETRIA E DEGLI ELEMENTI MARGINALI**

ELABORATO FINALE DI:

Giancarlo Cortis

RELATORE:

Prof. Ing. Giulio Dondi

CORRELATORI:

*Dott. Ing. Matteo Pettinari
Dott. Ing. Francesco Petretto*

**LA SICUREZZA DEI MOTOCICLISTI NEL CIRCUITO DI
SANTAMONICA DI MISANO: INFLUENZA DELLA
GEOMETRIA E DEGLI ELEMENTI MARGINALI**

Parole chiave:

Elementi marginali

Incidentalità

Motociclisti

Geometria

Sicurezza

Indice

Introduzione	1
Capitolo 1: <i>Analisi degli elementi marginali</i>	5
1.1 Definizione degli elementi marginali	5
1.2 Elementi marginali e di arredo urbano	9
1.2.1 Arginelli e scarpate	9
1.2.2 Cunette e cigli	10
1.2.3 Piazzole di sosta	13
1.2.4 Alberi	14
1.2.5 Cordoli e marciapiedi	16
1.2.6 Dissuasori di sosta	17
1.2.7 Segnaletica verticale	19
1.3 Sicurezza applicata agli elementi marginali	21
1.3.1 Profili del marciapiede	21
1.3.2 Dissuasori e segnaletica verticale	27
1.3.3 Elementi marginali innovativi	29
Capitolo 2: <i>Il Traffic calming nelle infrastrutture viarie</i>	31
2.1 Il Traffic calming	31
2.2 Soluzioni tecniche per la moderazione del traffico	33
2.2.1 Attraversamenti pedonali	33
2.2.2 Dossi	36
2.2.3 Platee rialzate	41
2.2.4 Cuscini berlinesi	43
2.2.5 Avanzamento dei marciapiedi	44
2.2.6 Restringimento carreggiata	46
2.2.7 Chicane	48
2.2.8 Isole salvagente	49
2.2.9 Bande sonore ed ottiche	51
2.2.10 Rotatoria	53

2.3 Il traffic calming dal punto di vista dei motociclisti.....	55
2.4 Conclusioni	58
Capitolo 3: Analisi del quadro normativo	59
3.1 Introduzione	59
3.2 Norme vigenti	60
3.3 Proposte della Comunità Europea	70
3.2 Conclusioni	76
Capitolo 4: Analisi del circuito di Misano.....	77
4.1 Introduzione	77
4.2 Caratteristiche geometriche del circuito	79
4.2.1 Rettilinei.....	80
4.2.2 Curve.....	82
4.2.3 Cordoli	87
4.3 Banchine e vie di fuga.....	89
4.4 Barriere di protezione	93
4.5 Segnaletica	97
4.5.1 Pannelli di distanza	97
4.5.2 Luci di segnalazione.....	98
4.5.3 Segnaletica orizzontale.....	98
4.5.4 Ingressi in pista	99
4.6 Evoluzione della geometria del circuito	100
4.6.1 Circuito dal 1972 al 1992.....	100
4.6.2 Modifiche del 1993	102
4.6.3 Modifiche del 2006	104
4.6.4 Modifiche del 2008	107
4.7 Conclusioni	109

Capitolo 5: Analisi dei dati e modello di incidentalità	111
5.1 Introduzione	111
5.2 Analisi delle velocità	112
5.3 Analisi di incidentalità.....	125
5.4 Modello di incidentalità.....	127
5.5 Conclusioni	133
Conclusioni	137
Bibliografia	141
Allegato A: Norme vigenti	145
A.1 Norme riguardanti l'infrastruttura stradale.....	145
A.2 Normativa sull'educazione stradale.....	152
A.3 Normative europeo per l'omologazione del veicolo a due ruote	155

Introduzione

La sicurezza stradale è un tema d'importanza fondamentale per la società. Nel corso degli anni l'Italia e l'Europa hanno sostenuto importanti programmi di prevenzione dei rischi e di adeguamento delle infrastrutture stradali per ridurre al minimo il numero di incidenti e di morti sulle strade. Però, nonostante il terzo programma di azione europea abbia permesso un notevole salto in avanti in materia di sicurezza, non tutte le utenze hanno avuto un riscontro positivo. Il numero di incidenti, nello specifico quelli con conseguenze fatali, risulta molto minore ma la categoria che non registra miglioramenti rimane quella dei motociclisti con una riduzione di soli quattro punti percentuali (Figura 0.1).

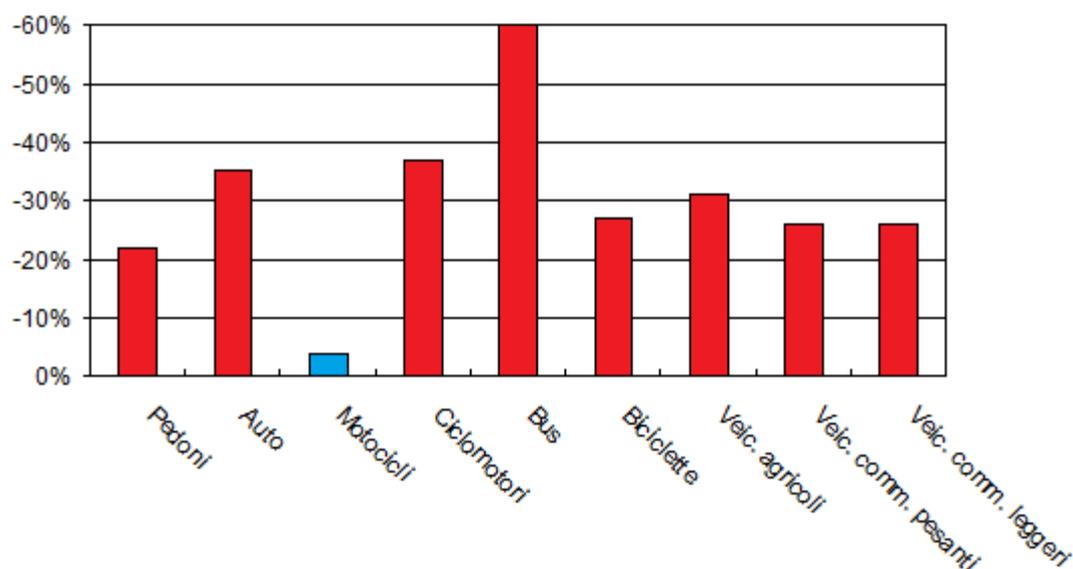


Figura 0.1: Riduzione del tasso di mortalità in Europa nel periodo 2001-2008 per le diverse categorie di utenti della strada [1]

Nel periodo 1991 – 2008 il numero annuale di morti registrato sulle strade europee è passato da circa 75000 a circa 38000 mentre lo stesso dato relativo ai motociclisti è rimasto quasi costante (Figura 0.2).

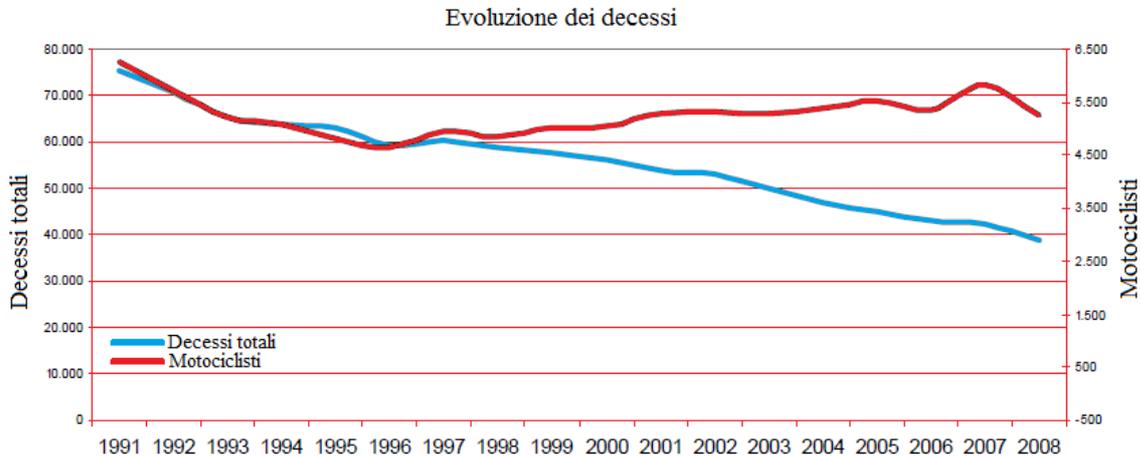


Figura 0.2: Evoluzione temporale dei decessi su strada in Europa dal 1991 al 2008 [1]

Sulla base di questa premessa è stato svolto il seguente lavoro. In particolare si è cercato di studiare il rapporto causa-effetto che lega l'incidentalità degli utenti a due ruote con gli elementi marginali e di arredo, sia sulle strade aperte al traffico, sia sulla pista del circuito di Misano.

La prima parte di questo studio è rivolta agli elementi della strada che influiscono sull'incidentalità del motociclista in ambito urbano ed extra-urbano. In primo luogo saranno analizzati gli elementi marginali, ovvero quelli che si trovano a lato della carreggiata, sia dal punto di vista concettuale della normativa che dal punto di vista del motociclista. Verrà quindi considerato come l'arredo urbano influisce sulle cadute e sulle conseguenze che comporta ad incidente avvenuto. Tenendo conto delle considerazioni fatte, saranno proposte delle soluzioni per migliorare le condizioni antecedenti e successive l'incidente. In secondo luogo verrà preso in esame il concetto di traffic calming e tutti gli elementi facenti parte della suddetta categoria, i benefici che portano in termini di riduzione del traffico

e di incidenti, ma anche il pericolo che possono costituire per i PTW quando non sono installati correttamente. Quindi verranno prese in esame le norme in vigore riguardanti la sicurezza stradale, con particolare riferimento ai motociclisti, e le nuove proposte europee del quarto programma di azione 2010-2020 [1].

La seconda parte di questo studio è invece dedicata all'analisi geometrica e degli elementi che si trovano al margine della pista dell'autodromo di Santamonica di Misano (Figura 0.3). Saranno analizzati tutti i punti caratteristici del circuito, la disposizione delle banchine e delle vie di fuga, le caratteristiche dei cordoli e dei dispositivi di sicurezza, le modifiche geometriche operate tra il 1969 e il 2008. Successivamente, sulla base degli incidenti dei piloti e dei dati della telemetria di diverse moto, si cercherà di costruire un modello che permetta di capire il legame che intercorre tra geometria e incidentalità.

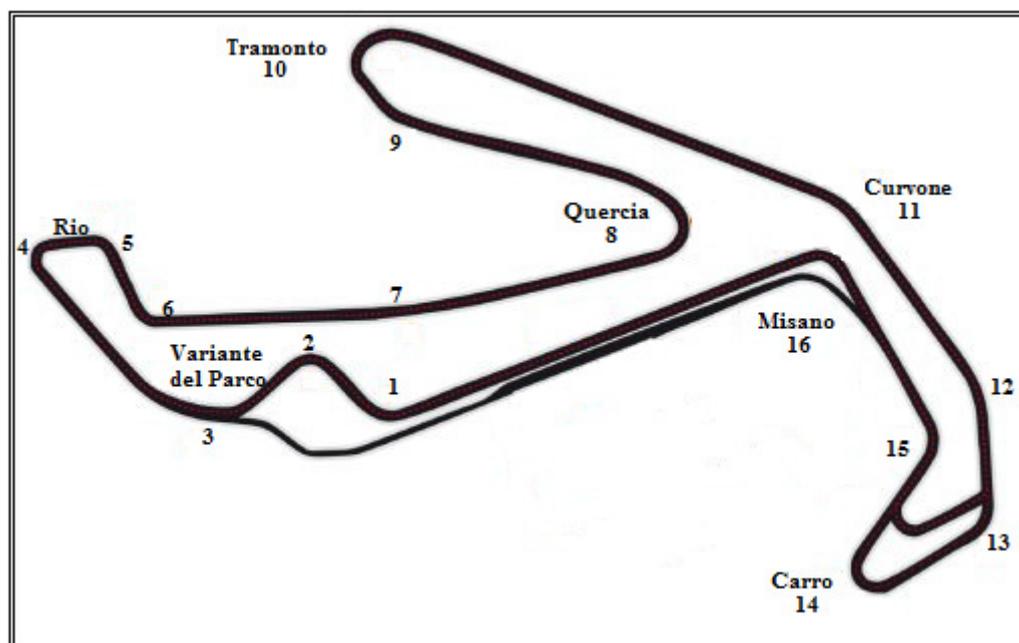


Figura 0.3: Misano World Circuit

Capitolo 1: Analisi degli elementi marginali

1.1 Definizione degli elementi marginali

Si intendono per elementi marginali della piattaforma stradale quegli elementi di raccordo fra la zona pavimentata e le scarpate in corrispondenza dei quali sono installate le barriere di sicurezza, i sostegni della segnaletica e quelli dell'illuminazione (Figura 1.1).

Tali elementi sono dimensionati in funzione della categoria della piattaforma stradale adiacente secondo i valori riportati nella tabella 1.1.

ELEMENTO	DENOMINAZIONE	STRADA	DIMENSIONE
s	striscia di delimitazione	A - B	0,25 m
		C - D - E	0,15 m
		F	0,12 m
m	bordo carreggiata	tutte	$\geq 0,30$ m
i_c	pendenza trasversale carreggiata in rettilineo in curva	tutte	2,5 %
			$\geq 2,5$ %
i_b	pendenza trasversale banchina	tutte	= i_c
c_r	ciglio o arginello in rilevato	A - B - C - D	* $\geq 0,75$ m
		E - F	$\geq 0,50$ m
d	raccordo	ove previsto	1,00 m
c_s	ciglio in scavo	ove previsto	come c_r
i_a	pendenza trasversale c_r e c_s	tutte	4 %
l_c	larghezza cunetta	tutte	$\geq 0,80$ m
p_c	profondità cunetta	tutte	vedi figure
b	banchina		

Tabella 1.1: elementi marginali [2]

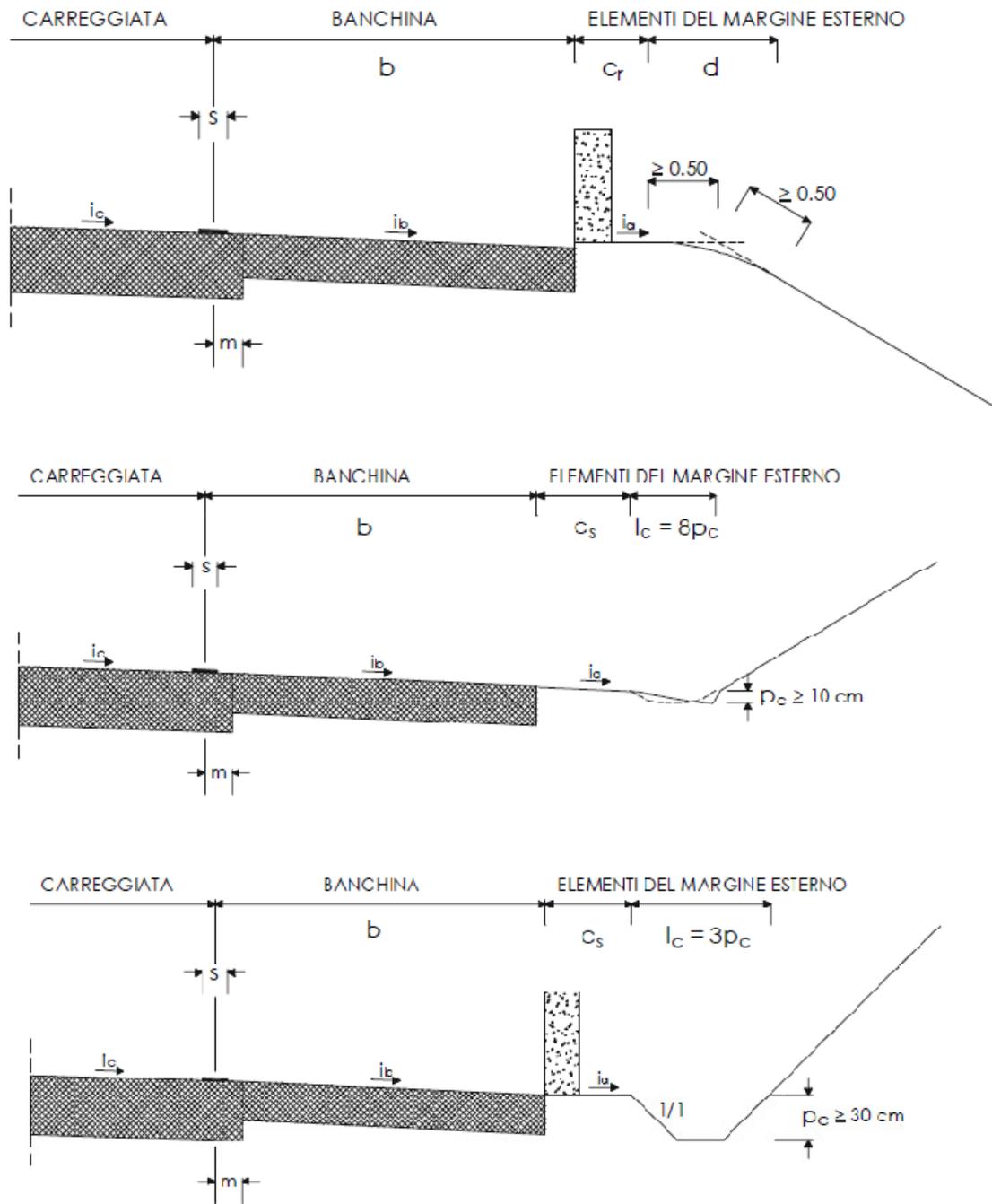


Figura 1.1: Elementi del margine esterno [2]

Per *margine interno* si intende la parte della piattaforma che separa corsie percorse in senso opposto. Nel caso di strade con carreggiate separate distanziate non più di 12 m, all'interno del margine devono essere collocati dispositivi di ritenuta invalicabili.

Le banchine oltre il limite del margine interno della carreggiata, devono essere pavimentate, avere la medesima pendenza della carreggiata stessa e le larghezze indicate nella tabella 1.1. La zona compresa fra le due banchine interne prevede l'inserimento di verde nel caso di margine di larghezza superiore a 4 metri; potrà essere mantenuta a verde pure nel caso di margini di larghezza inferiore. Lo spartitraffico deve essere interrotto, in linea di massima ogni due chilometri, da una zona pavimentata atta a consentire lo scambio di carreggiata.

Analoghi varchi nello spartitraffico devono essere previsti in prossimità degli imbocchi delle gallerie, delle testate di viadotti e ponti di notevole lunghezza. In corrispondenza dei varchi non deve interrompersi la continuità dei dispositivi di ritenuta in modo tale da essere facilmente rimossi in caso di necessità. Nella sistemazione sullo spartitraffico delle siepi anabbaglianti e dei dispositivi di ritenuta, occorre verificare che essi, nelle curve sinistrorse, non costituiscano ostacolo alla visibilità lungo la corsia più interna.

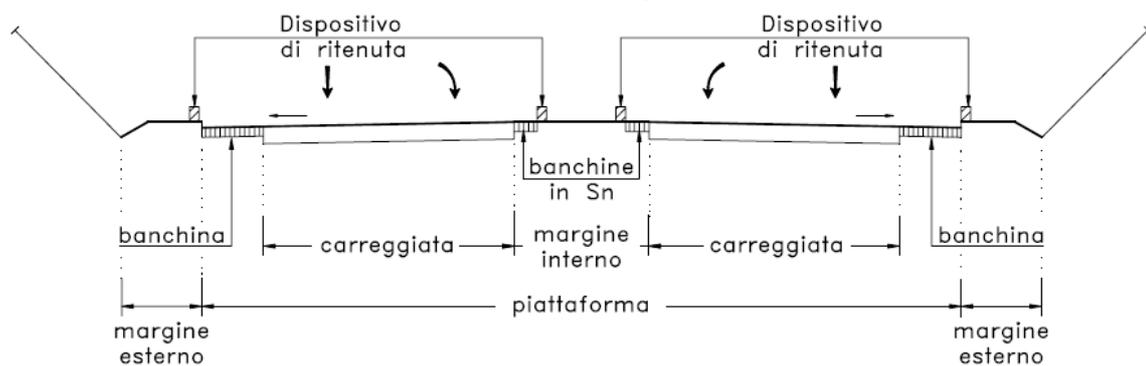


Figura 1.2: Margine interno

Il *marginale laterale* è la parte della piattaforma stradale che separa la carreggiata principale da quella di servizio, ha le stesse caratteristiche del margine interno.

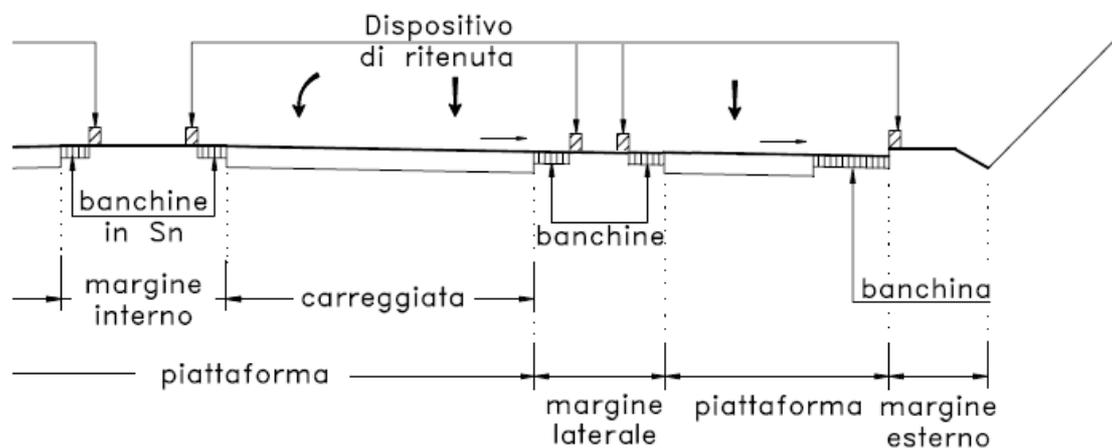


Figura 1.3: Margine laterale

Fanno parte del *marginale esterno* quegli elementi che si trovano esternamente alla piattaforma, ovvero cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti, sostegni, ecc.).

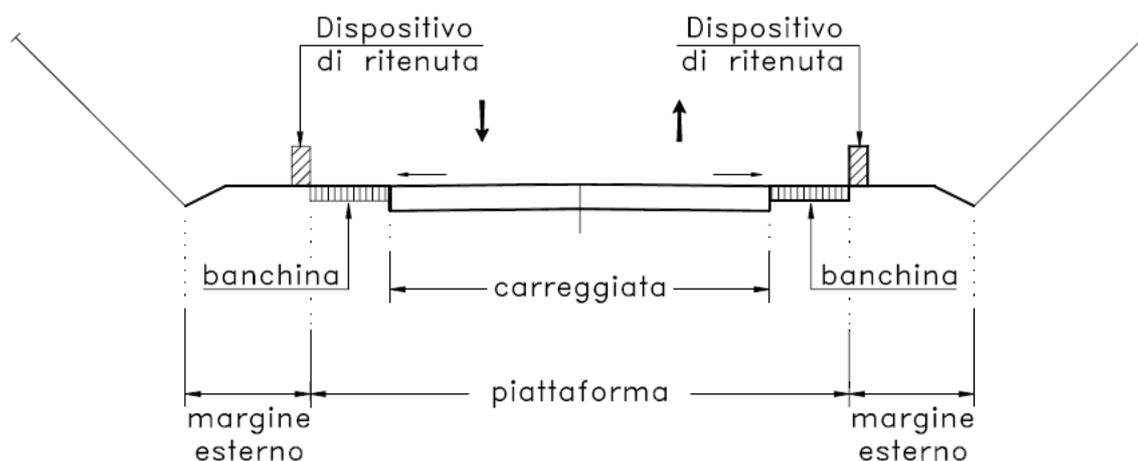


Figura 1.4: Margine esterno

1.2 Elementi marginali e di arredo urbano

1.2.1 Arginelli e scarpate

Gli elementi marginali delle strade extraurbane sono generalmente costituiti da una striscia erbosa e possono essere a raso o sopraelevati di 10-15 cm, in quest'ultimo caso si chiamano *arginelli* (Figura 1.5) [2]; la loro larghezza è di 50 cm per le strade del tipo IV, V, VI, B e C e di 75 cm per tutte le altre. Per il deflusso delle acque meteoriche, in tali arginelli vengono realizzati, ogni 15-20 m, degli sbocchi (bocchette) che, se la piattaforma è in trincea e la pendenza della scarpata è maggiore di 1/3 (uno di base su tre di altezza), devono essere incanalati lungo le scarpate con apposite canaline.

Quando la sede stradale si appoggia per più di 20 m a un muro di sostegno, l'elemento marginale deve essere costituito da un cordolo, largo non meno di 75 cm, posto alla sommità di tale muro con funzione di passaggio di servizio protetto verso la banchina da una barriera, sull'altro lato, da una ringhiera con mancorrente.

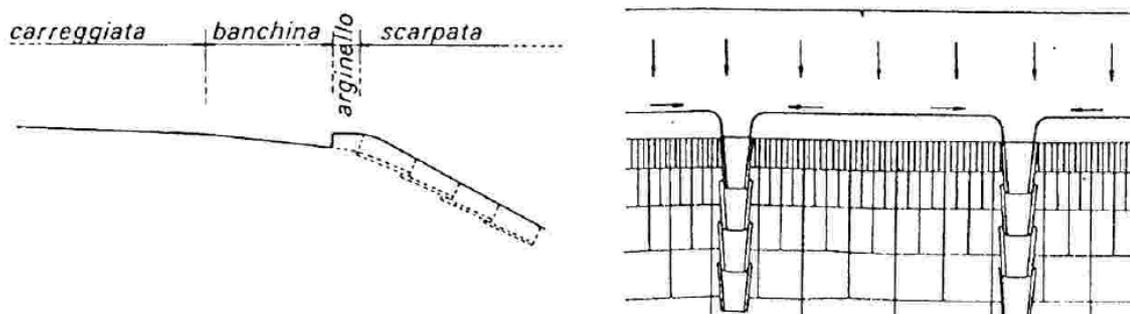


Figura 1.5: Arginello

Per *scarpate* si intendono sia le superfici laterali del terreno di riporto costituente il solido stradale in rilevato, sia le superfici laterali del terreno naturale scavato per realizzare la piattaforma in trincea.

Le scarpate vengono descritte in funzione del valore della propria pendenza: ad esempio una scarpata 3/2 è individuata da un segno in sezione che corrisponde all'ipotenusa di un triangolo rettangolo con base 3 e altezza 2.

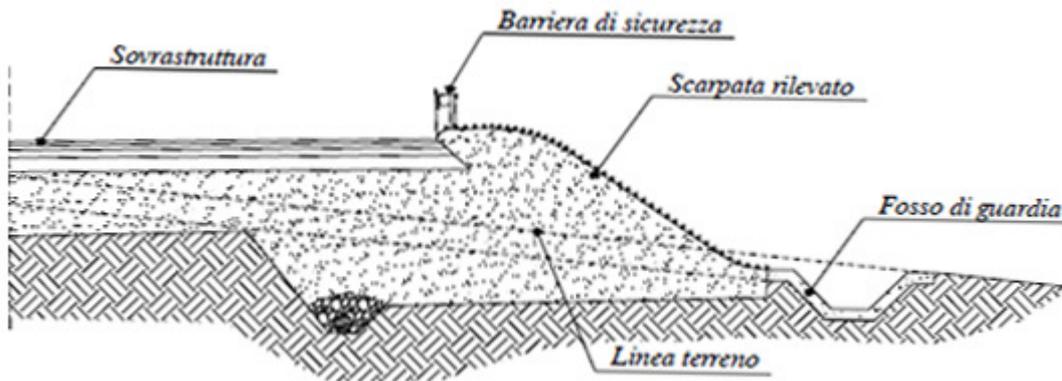


Figura 1.6: Scarpata rilevata

Generalmente si attribuisce alle scarpate un valore di 3/2 se relative a rilevati, mentre per le trincee si utilizzano valori diversi, che variano da 1/1 fino a 1/10 in funzione della natura del terreno.

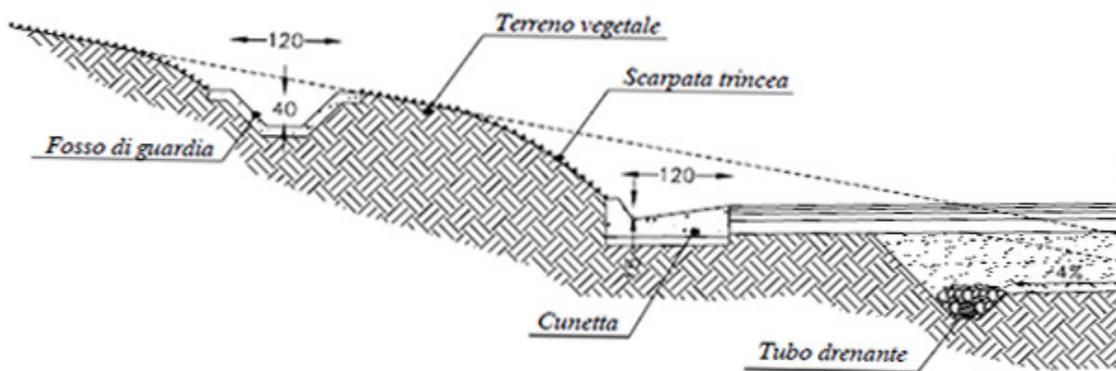


Figura 1.7: Scarpata trincea

1.2.2 Cunette e cigli

Nei tratti in trincea, a raccolta delle acque della piattaforma e delle scarpate, ai margini della banchina viene realizzato un canale, detto *cunetta*, la cui sezione va dimensionata sulla base delle tipologie normalizzate riportate in Figura 1.8 in funzione delle portate e quindi della pendenza. La profondità minima di tali elementi è comunque di 30 cm, così come di 30 cm è la minima larghezza di fondo.

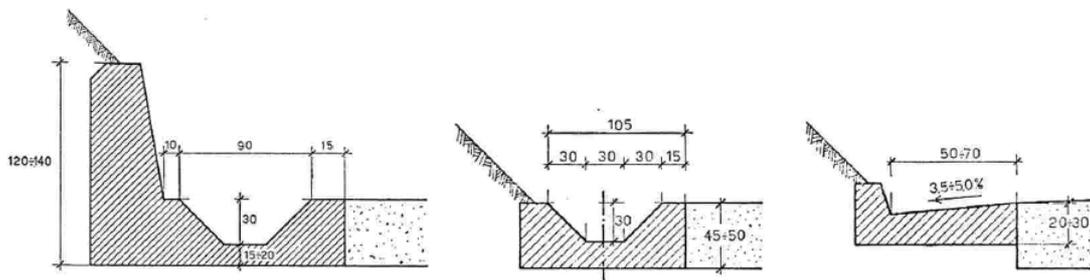


Figura 1.8: Dimensionamento cunette

Le pareti delle cunette sono in generale in terreno naturale non rivestito, quando però la pendenza diventa superiore al 3-5%, allora è opportuno predisporre un rivestimento per evitare l'erosione delle sponde. All'estremo opposto, in presenza di pendenze troppo lievi, può risultare utile rivestire le pareti per ridurre la scabrosità e quindi assicurare la portata necessaria in relazione alla sezione. Nel caso in cui la forma di cunetta adottata consenta di non installare la barriera di sicurezza la banchina può essere raccordata direttamente alla cunetta stessa, senza ricorrere all'interposizione dell'arginello.

A protezione delle scarpate di una trincea è inoltre talvolta opportuno prevedere dei fossi di guardia per la raccolta delle acque provenienti da monte.

Tra le forme più frequenti vi sono:

- la cunetta a sezione triangolare (o *cunetta alla francese*);
- la cunetta trapezoidale (a forma di trapezio);
- la cunetta a sezione quadrata.

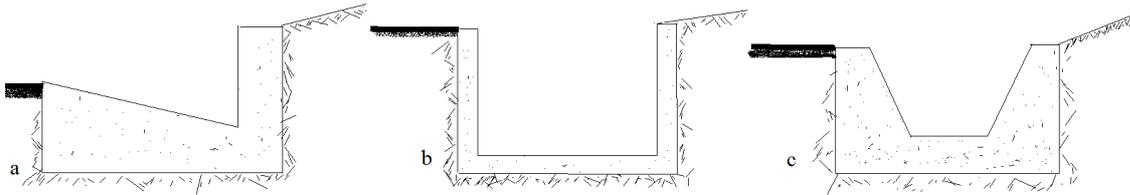


Figura 1.9: a) cunetta alla francese; b) cunetta quadrata; c) cunetta trapezoidale

La *cunetta alla francese* ha una forma triangolare e consente di poter essere percorsa longitudinalmente dai mezzi che si muovono lungo le strade senza eccessivi pericoli. La cunetta trapezoidale è un tipo di canale che ha una sezione trapezia con la base inferiore più stretta di quella superiore. Ha una sezione maggiore rispetto alla cunetta a sezione triangolare ma non è percorribile dai mezzi di trasporto neanche per brevi tratti o per accogliere un'eventuale sosta di emergenza. Risulta molto economica se realizzata con un semplice scavo del terreno ma richiede periodici interventi di ripulitura. La cunetta in terra è molto utilizzata nelle campagne, ai margini dei campi arati, per la raccolta delle acque di scolo. Queste ultime sono anche utilizzate lungo i pendii per la regimentazione delle acque. La cunetta a sezione quadrata è frequentemente realizzata in calcestruzzo, e può essere utilizzata a ridosso dei muri di sostegno per raccogliere l'acqua proveniente dai pendii.



Figura 1.10: Cunette in ambito urbano

1.2.3 Piazzole di sosta

Le strade di tipo B, C e F extraurbane devono essere dotate di piazzole per la sosta ubicate all'esterno della banchina. La norma prevede degli spiazzi per la sosta d'emergenza di almeno 3 m di larghezza e lunghi 65 m, 25 dei quali, posti nel tratto centrale, servono al ricovero dei veicoli, mentre gli altri 20 iniziali e 20 finali sono di raccordo alla viabilità normale (Figura 1.11). Esse devono essere distanziate l'una dall'altra in maniera opportuna ai fini della sicurezza della circolazione ad intervalli di circa 1.000 m lungo ciascuno dei due sensi di marcia.

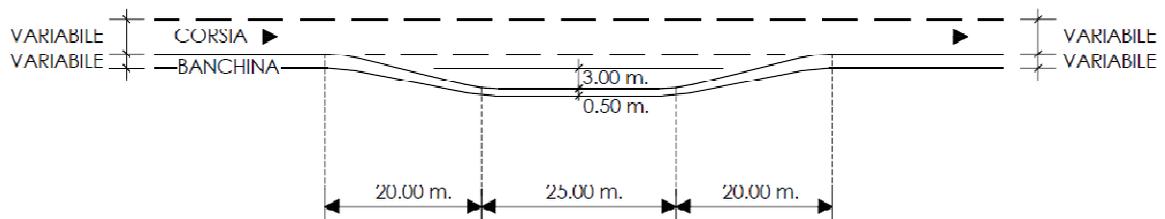


Figura 1.11: Piazzola di sosta [2]

1.2.4 Alberi

Un *albero* viene considerato un ostacolo quando il diametro del suo tronco, in età matura, supera i 10 cm [3]. Ugualmente i ceppi che sporgono da terra più di 20 cm costituiscono un ostacolo. Gli alberi che si trovano invece a bordo della carreggiata rappresentano un vero e proprio pericolo per gli utenti della strada, in particolar modo per il motociclista. L'articolo 26 [4] del regolamento della strada del 1993 prevede che la distanza minima dall'asfalto a cui si può trovare un albero, in ambito extra-urbano, sia sei metri. La Cassazione penale ha di fatto dichiarato fuorilegge migliaia di strade italiane, gli alberi pericolosi, devono essere situati ad almeno sei metri dall'asfalto o in alternativa devono essere protetti da un guardrail. I proprietari o gestori delle strade dovranno osservare maggiore attenzione perché se gli alberi si trovano entro sei metri su tutte le strade extraurbane potrebbero essere considerate non a norma.



Figura 1.12: Alberi troppo vicini alla carreggiata



Figura 1.13: Filare di alberi lungo la strada

In ambito urbano, considerando le velocità più contenute, è stato dimostrato da un gruppo di ricercatori inglesi che gli alberi sono un ottimo deterrente per limitare la velocità degli utenti. Infatti, la presenza di tronchi a bordo della carreggiata crea un effetto ottico per cui la visuale sembra restringersi inducendo il motociclista a rallentare. Indubbiamente in caso di incidente o di perdita del controllo del mezzo, l'albero rimane un pericolo mortale. Inoltre se trascurati gli alberi possono rivelarsi pericolosi e creare problemi di visuale in quanto le chiome non potate potrebbero coprire i segnali stradali o sporgere sulla carreggiata (Figura 1.14).

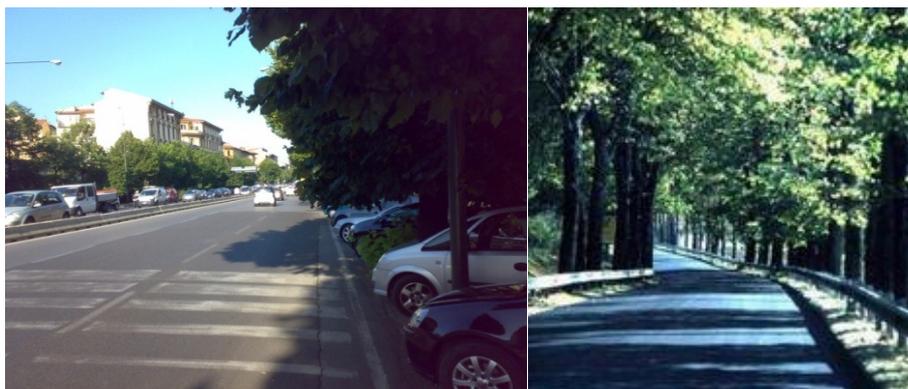


Figura 1.14: Alberi che coprono la visuale

1.2.5 Cordoli e marciapiedi

Il marciapiede è la parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pedoni [2]. Se sulla strada è previsto del traffico pedonale di particolare intensità, oltre le banchine devono essere previsti dei marciapiedi sopraelevati. La larghezza dei marciapiedi va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature, sia di occupazioni di suolo pubblico rilevanti, e, sulle strade urbane in zone commerciali e

turistiche, non deve essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede si possono comunque trovare collocazione alcuni servizi quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale ed eventualmente per cartelloni pubblicitari. Per le strade di tipo D il marciapiede deve essere delimitato da un ciglio sagomato protetto da una barriera invalicabile (Figura 1.15). Nel caso di barriere continue in calcestruzzo tale ciglio può essere eliminato.

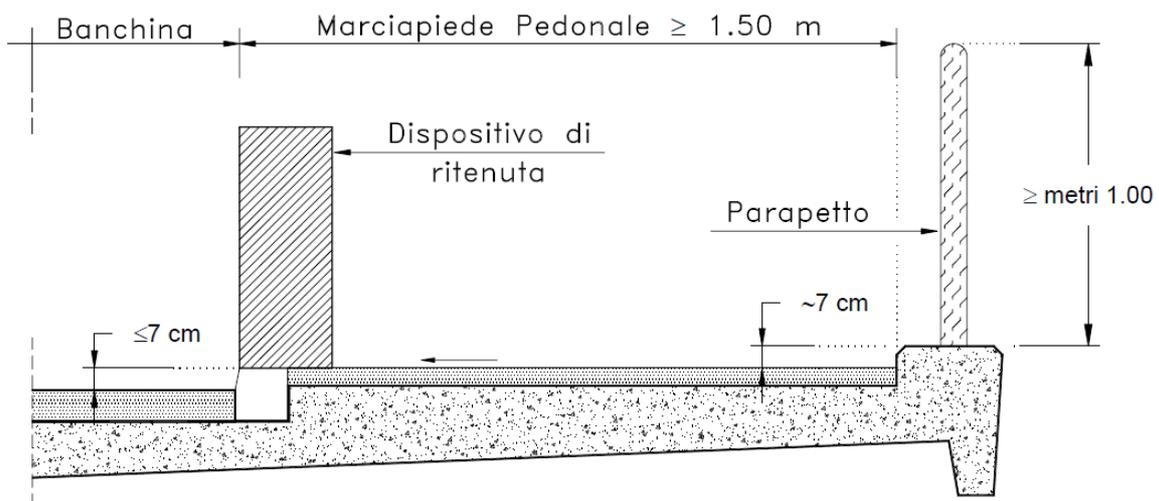


Figura 1.15: Marciapiede per strade di tipo D

Nelle strade tipo E e F in ambito urbano e nelle strade di servizio delle autostrade urbane e delle strade di scorrimento, il marciapiede sarà delimitato verso la banchina da un ciglio non sormontabile sagomato, cordolo nel caso di marciapiede a raso, di altezza non superiore a 15 cm, con parapetto o barriera al limite esterno (Figura 1.16). Nelle strade a carreggiate separate, il marciapiede è collocato sul margine destro.

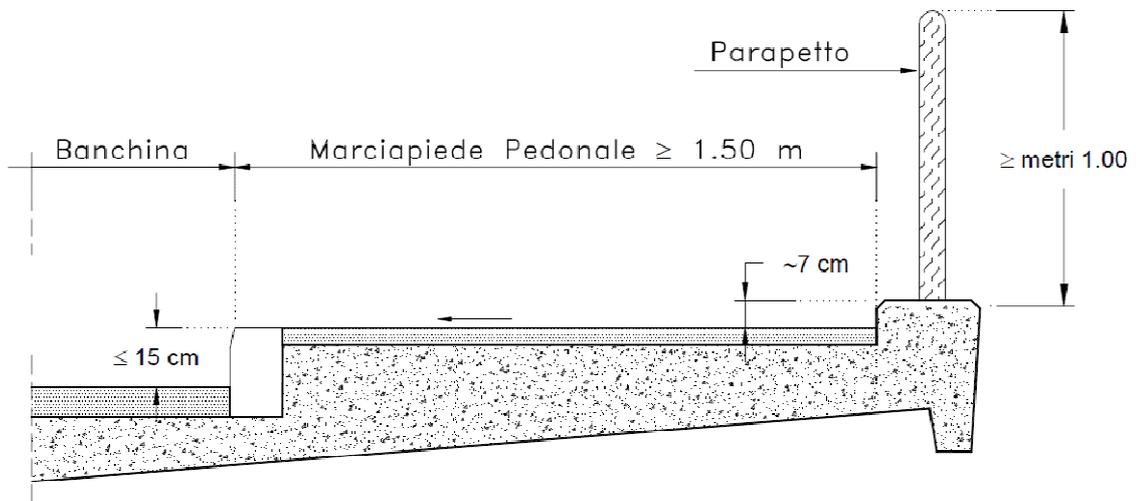


Figura 1.16: Marciapiede per strade di tipo E,F

1.2.6 Dissuasori di sosta

I *dissuasori di sosta* sono dispositivi stradali atti a impedire la sosta di veicoli in aree o zone determinate. Essi possono essere utilizzati per costituire un impedimento materiale alla sosta abusiva. Questi dispositivi devono inserirsi all'interno dell'arredamento urbano e svolgere funzioni complementari come delimitare le zone pedonali, le aree di parcheggio riservate, le zone verdi e gli spazi riservati per altri usi (Figura 1.17).



Figura 1.17: Esempi di applicazione di dissuasori

Ci sono tipologie diverse di dissuasori; l'ente proprietario della strada decide quali siano i più indicati per l'ambiente urbano e per le specifiche necessità. I dissuasori possono essere a forma di pali, paletti, colonne a blocchi, cordolature, cordoni, cassonetti o essere integrati con altri sistemi di arredo.



Figura 1.18: Diverse tipologie di dissuasore

I dissuasori devono esercitare un'azione di reale impedimento al transito sia come altezza sul piano viabile sia come spaziamento tra un elemento e l'altro, se si tratta di componenti singoli disposti lungo un perimetro. Devono essere visibili e non devono, per forma o altre caratteristiche, creare pericolo ai pedoni. I dissuasori di sosta devono essere autorizzati dal ministero dei Lavori pubblici - Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale e posti in opera previa ordinanza dell'ente proprietario della strada.

1.2.7 Segnaletica verticale

Affinché la segnaletica risulti efficace, è necessario che essa sia realizzata e collocata in modo tale da essere facilmente riconoscibile all'utente che deve avere il tempo necessario di comprenderne il contenuto informativo, sia di giorno sia di notte [5]. Per garantire una buona visibilità bisogna evitare che i segnali siano coperti da ostacoli come alberi (Figura 1.19), manufatti, veicoli in sosta. Inoltre segnali vecchi e rovinati e l'impiego di molti cartelli montati sullo stesso sostegno causano difficoltà di comprensione da parte del conducente.



Figura 1.19: Segnaletica poco visibile

La leggibilità è invece dovuta sia a un opportuno dimensionamento delle scritte e dei simboli, che a un corretto posizionamento plano-altimetrico. La segnaletica deve essere posta a una distanza tale da permettere al conducente di recepire il segnale e adeguare il suo comportamento a quanto prescritto. In direzione trasversale invece i segnali collocati sopra la carreggiata devono essere centrati rispetto all'asse della stessa; quelli a lato devono avere il loro bordo verticale interno a 30 cm dal ciglio interno del marciapiede o, in assenza di esso, dal ciglio esterno della banchina. In verticale, infine, i

segnali collocati sui marciapiedi e sulla carreggiata devono essere installati a un'altezza minima pari rispettivamente a 2,20 m e 5,10 m sul piano viabile. Per quest'ultima altezza l'inclinazione del segnale è solitamente compresa tra 3 – 4 ° rispetto al piano viabile.

1.3 Sicurezza applicata agli elementi marginali

Di seguito saranno analizzate e proposte possibili modifiche da applicare agli elementi marginali, descritti in precedenza, al fine di tutelare la sicurezza del motociclista. Questi accorgimenti sono da intendersi dal punto di vista della sicurezza passiva sia la prevenzione delle cadute sia l'attenuazione dei danni.

1.3.1 Profili del marciapiede

In ambito urbano cordoli e marciapiedi possono rivelarsi pericolosi in caso d'incidente. Infatti possono essere causa del sinistro in quanto il motociclista che si avvicina troppo al cordolo, perde il controllo del mezzo urtandolo. Dall'altra parte, in caso di caduta, l'impatto con il cordolo può rivelarsi fatale o con gravi conseguenze per il motociclista. È quindi opportuno introdurre nuovi profili per risolvere questo problema. Di recente è stato prodotto un nuovo cordolo per le finiture di marciapiede e spartitraffico, denominato "Sicur-Bike" (Figura 1.20) che risponde alle indicazioni richieste dalle associazioni europee di motociclisti e della Commissione Europea in materia di sicurezza. Il nuovo profilo non prevede lo spigolo vivo superiore, ma una superficie inclinata di 45° [6].



Figura 1.20: Tipologie di cordolo "Sicur-Bike"

Ciò consente di operare in due direzioni:

- 1- Prevenzione delle cadute: nel caso di urto con la pedalina, curva o sbandamento;
- 2- Attenuazione dei danni: nel caso di urto col corpo a seguito di una caduta.

1. Prevenzione delle cadute

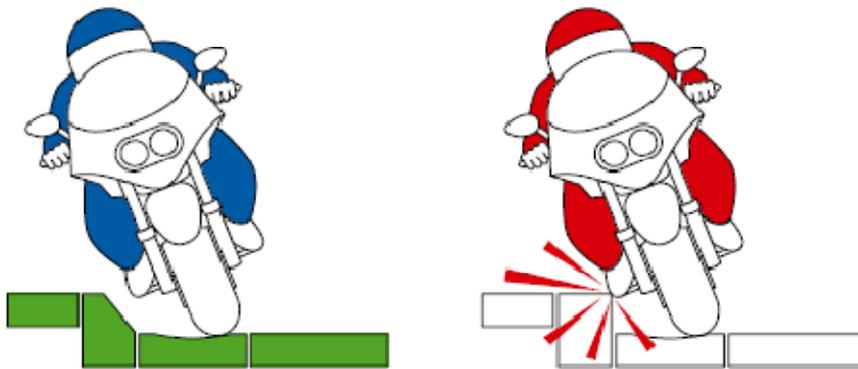


Figura 1.21: Prevenzione cadute

2. attenuazione dei danni

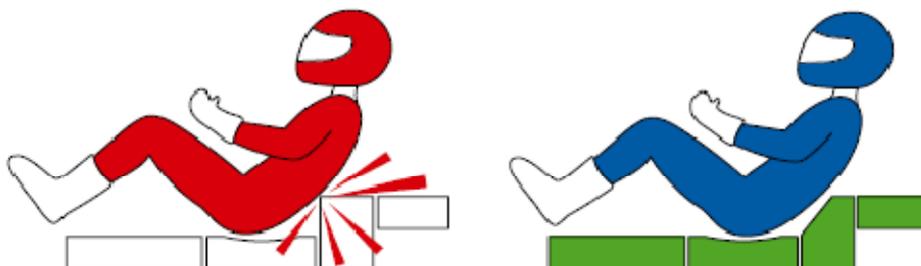


Figura 1.22: Attenuazione danni

Cordolo normale



cordolo SICUR BIKE



Figura 1.23: Applicazione del cordolo SB al marciapiede

Cordolo normale



cordolo SICUR BIKE



Figura 1.24: Cordolo SB applicato a un parcheggio/piazzola di sosta

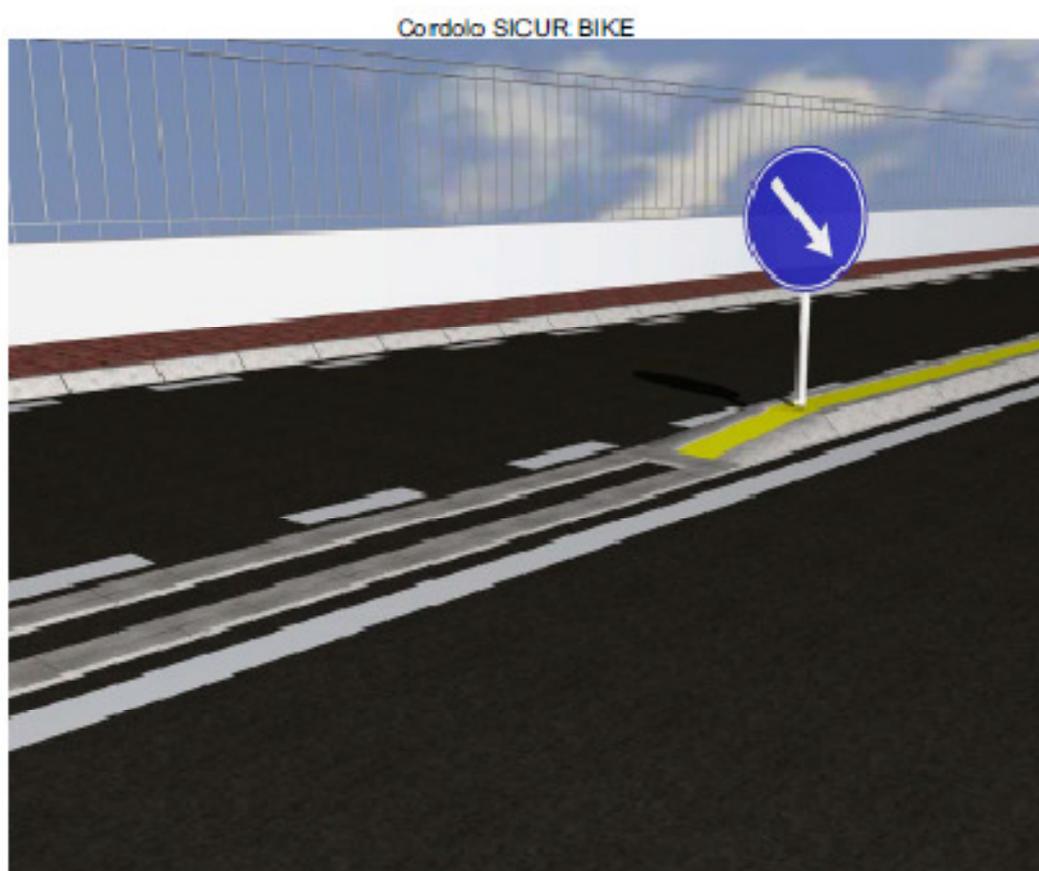
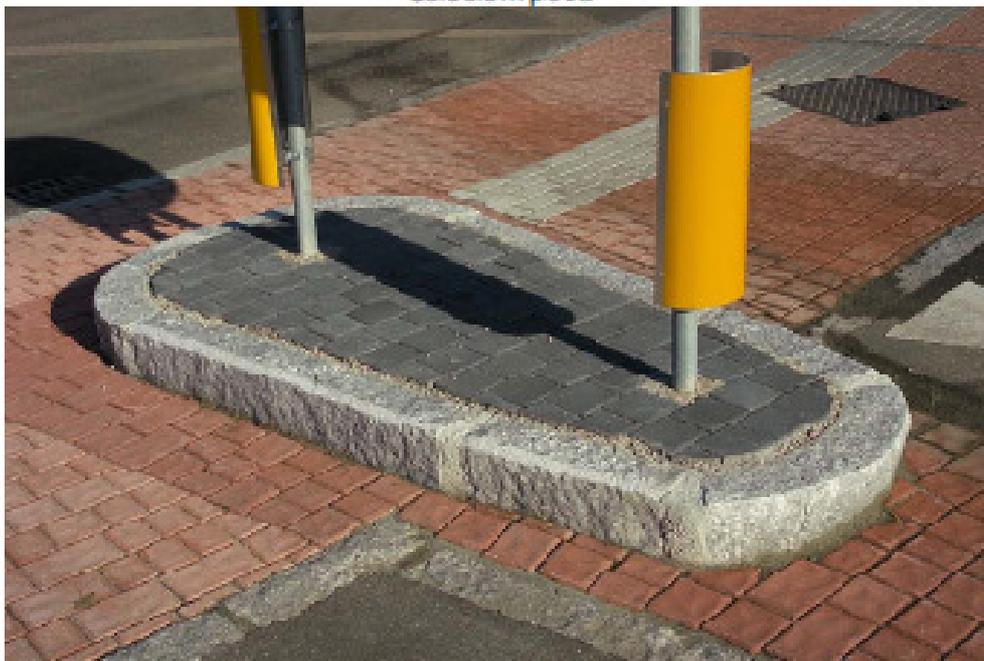


Figura 1.25: Separatori di corsia

Cordolo in pietra



Cordolo SCUR BIKE

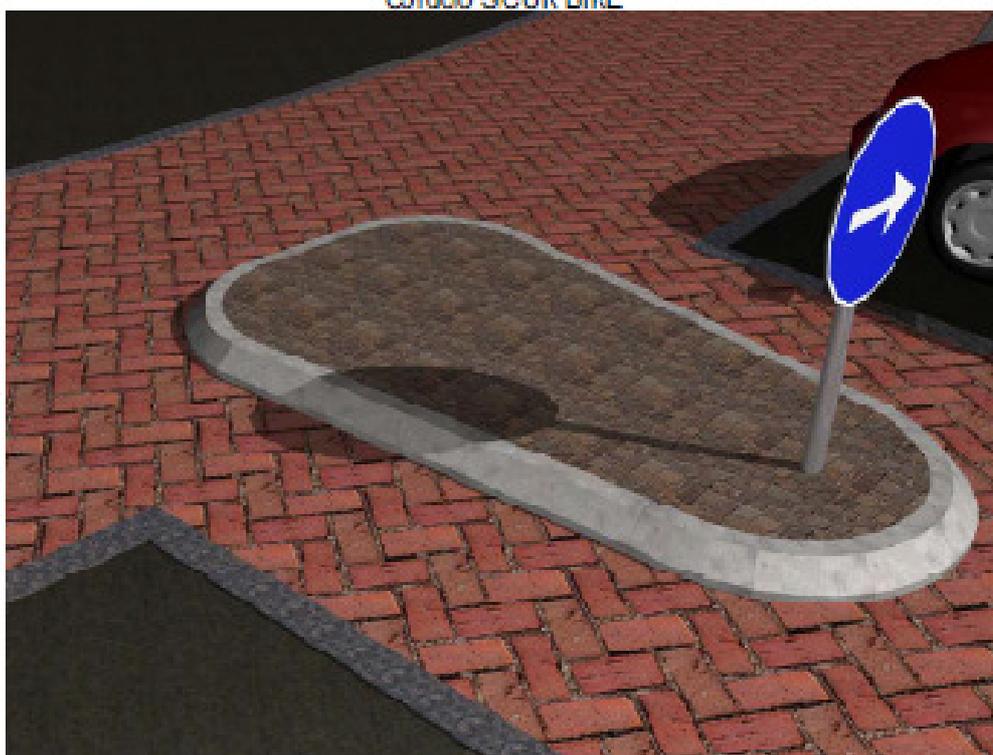


Figura 1.26: Isole spartitraffico

1.3.2 Dissuasori e segnaletica verticale

Un elemento di pericolo è costituito dai sostegni dei cartelli stradali, perché essi rappresentano ostacoli fissi nei quali si concentra la forza d'impatto nel caso in cui siano colpiti. Infatti, anche una collisione a bassa velocità da parte di un motociclista potrebbe risultare fatale. Alcuni accorgimenti da adottare potrebbero essere: installare i pali solo dopo aver valutato che sono strettamente necessari; installarli accuratamente stimando le possibili conseguenze; proteggere ed evidenziare i pali in posizione pericolosa; utilizzare supporti già esistenti.



Figura 1.27: Soluzioni per la segnaletica verticale

Una soluzione alternativa è rappresentata dall'installazione di dissuasori (nel caso specifico dei pali) e di sostegni per la segnaletica con snodo elastico [7]. Se il motociclista tocca a bassa velocità il supporto, non cade perché quest'ultimo non essendo rigido, si flette assorbendo l'energia cinetica. Inoltre il palo dopo aver subito l'urto torna automaticamente in posizione verticale.



Figura 1.28: Dissuasore con snodo elastico



Figura 1.29: Segnaletica verticale con snodo elastico

1.3.3 Elementi marginali innovativi

Un progetto condotto dal Politecnico di Milano in collaborazione con BMW e 2M ha prodotto "i-Ciuffo", un sistema interattivo per la sicurezza dei motociclisti [8]. I-Ciuffo è un sistema che permette di sostituire i dissuasori rigidi alla sosta, con un sistema composto da cilindri in polimero, disposti in serie, che si pone la duplice funzione di prevenire gli incidenti (sicurezza attiva) e limitare i danni ai motociclisti in caso di urto (sicurezza passiva). Per quanto riguarda la sicurezza attiva, i "ciuffi" sono dotati di un sistema d'illuminazione a led, che segnala situazioni di pericolo con un fascio di luce gialla proveniente dalla testa del palo. L'utente della strada può perciò percepire la situazione di rischio (velocità eccessiva o avvicinamento di un altro veicolo) in maniera istintiva e immediata.

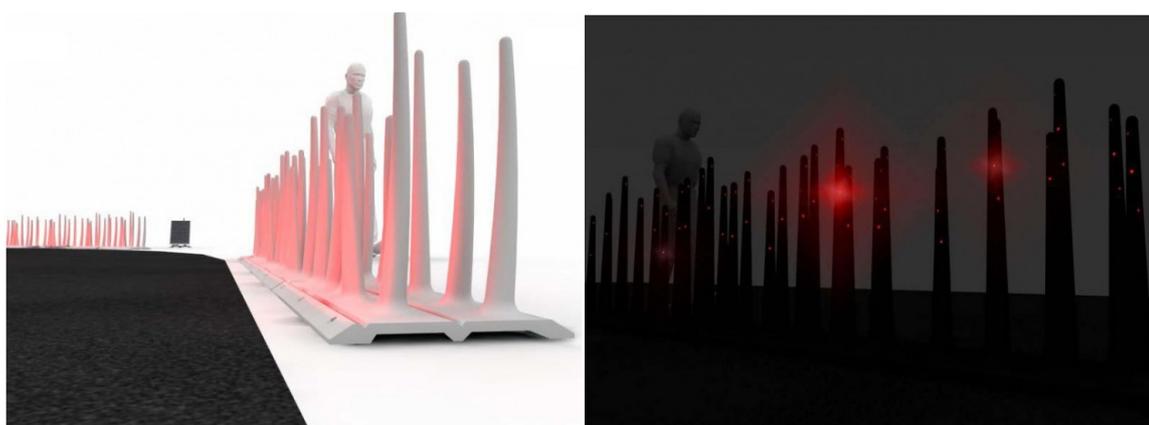


Figura 1.30: Sicurezza attiva (i-Ciuffo)

La sicurezza passiva è invece garantita dalla "flessibilità" del "ciuffo" stesso, o meglio, dalla sua predisposizione a collassare una volta raggiunto un carico che se superato ferirebbe il motociclista. Questo garantisce il raggiungimento del limite di energia assorbibile. Tale energia è però sicuramente inferiore all'energia cinetica del motociclista. Il sistema, infatti, è stato pensato per essere composto da più file di "ciuffi", disposte una vicina all'altra, in modo

da garantire il completo assorbimento dell'energia cinetica del corpo umano che le urta, senza danneggiare lo stesso.

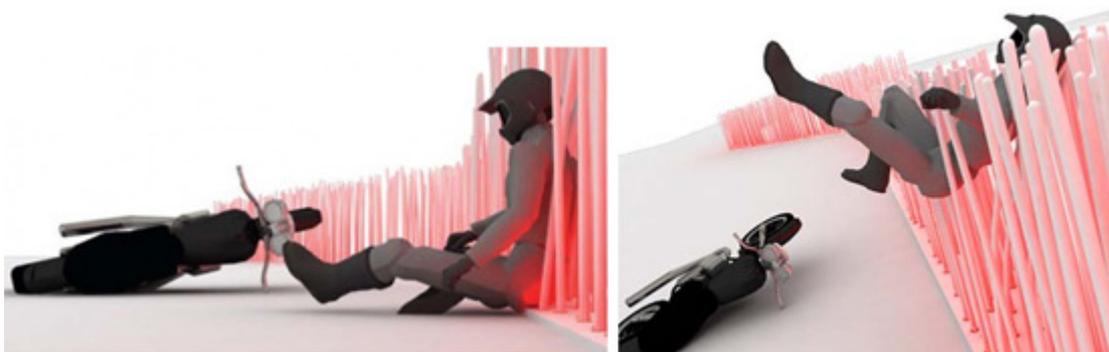


Figura 1.31: Sicurezza passiva (i-Ciuffo)

Capitolo 2: Il Traffic calming nelle infrastrutture viarie

2.1 Il Traffic calming

L'espressione *traffic calming* si traduce in italiano “moderazione del traffico” e indica tutti quegli interventi che consentono di ridurre alcuni degli effetti negativi prodotti dal traffico e dalla velocità dei veicoli. Infatti la maggior parte degli incidenti avviene in ambito urbano e la causa è la velocità dei veicoli [9].



Diagramma 2.1: Dati incidentalità

In alcuni paesi europei, le misure di *traffic calming* sono state attuate attraverso l'installazione di ausili segnaletici e opere stradali con funzione deterrente dell'alta velocità; quasi il 75% degli incidenti automobilistici registratisi nei centri urbani avvengono a causa dell'alta velocità e che i feriti sono oltre il 70% del totale verificatosi; il 97% degli investimenti di pedoni registratisi avviene nei centri urbani e che, per il 52%, le cause dell'investimento sono da ascrivere al conducente del veicolo.

Obiettivo immediato della moderazione del traffico è dunque quello di ridurre la velocità e il volume di traffico a un livello accettabile, attraverso modifiche della geometria stradale, l'installazione di barriere o altri ostacoli fisici che influenzano il comportamento del conducente.

In principio il concetto di traffic calming era nato con l'intento di proteggere le utenze deboli, di diminuire l'inquinamento atmosferico e acustico, infatti il risultato è stato proprio l'aumento della sicurezza dei pedoni e dei ciclisti. Inoltre la riduzione della velocità produce una diminuzione in termini di velocità. Tuttavia gli interventi, che causano una variazione dell'andatura, non tengono in considerazione le diverse condizioni di marcia tra un veicolo a due o a quattro ruote. I dispositivi di moderazione possono rappresentare un pericolo per i motociclisti e le conseguenze causate dalle variazioni possono rivelarsi fatali. Bisogna quindi garantire che l'adozione del traffic calming produce effetti positivi in termini di sicurezza; è quindi opportuno che il motociclista abbia la possibilità di percepire l'ostacolo e reagire adeguatamente.

Di seguito saranno presentati gli elementi che sono considerati "moderatori del traffico", con particolare attenzione a quelli che si possono rivelare pericolosi per il motociclista.

2.2 Soluzioni tecniche per la moderazione del traffico

2.2.1 Attraversamenti pedonali

Per *attraversamento pedonale* s'intende quella parte della carreggiata, opportunamente segnalata ed organizzata, sulla quale i pedoni in transito dall'uno all'altro lato della strada godono della precedenza rispetto ai veicoli [10]. Gli attraversamenti pedonali sono indicati sulla carreggiata da fasce bianche, parallele alla direzione di marcia degli autoveicoli e possono essere distinti in: attraversamenti privi di sistemi di regolazione del traffico e attraversamenti muniti di sistemi di regolazione (semafori). Rispetto ai percorsi pedonali, gli attraversamenti possono essere: *complanari*, se sede pedonale e sede stradale sono sullo stesso piano; *a diversa quota*, se è presente un dislivello non superiore a 15 cm [11].

Dal punto di vista geometrico possono essere (Figura 2.1):

- *attraversamenti ortogonali*, quando la traiettoria di attraversamento è perpendicolare ad entrambi i percorsi pedonali collegati (1-2);
- *attraversamenti obliqui*, quando la traiettoria di attraversamento non è perpendicolare ai percorsi pedonali collegati (3);
- *attraversamenti ad uncino*, quando l'attraversamento è distinto in due fasi indicate da due serie di zebrastrature parallele e sfalsate, collegate ad un rifugio centrale o isola salvagente (4).

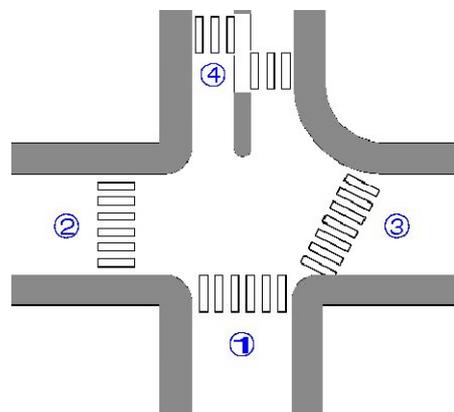


Figura 2.1: Tipologie di attraversamento

Relativamente all'ubicazione è possibile distinguere:

- *attraversamenti lungo la strada o arretrati*, quando sono disposti ad almeno 5 metri dallo spigolo del marciapiede [12];
- *attraversamenti d'angolo*, quando sono posti in corrispondenza o in prossimità delle intersezioni.

È essenziale posizionare gli attraversamenti in modo da garantire una buona visibilità reciproca tra automobilisti e pedoni. Una visibilità ridotta, ad esempio, può impedire ai conducenti di individuare l'eventuale presenza di bambini tra i pedoni che stanno attraversando la carreggiata. In particolare nelle intersezioni la presenza di attraversamenti pone gravi problemi di visibilità tra il pedone e l'automobilista che compie la manovra di svolta.

Quando un attraversamento si trova interposto tra aree a parcheggio, è una buona regola applicare davanti agli stalli di sosta contigui alle strisce pedonali, alcuni dissuasori, allo scopo di prevenire la possibile ostruzione dell'attraversamento da parte dei veicoli parcheggiati (Figura 2.2).

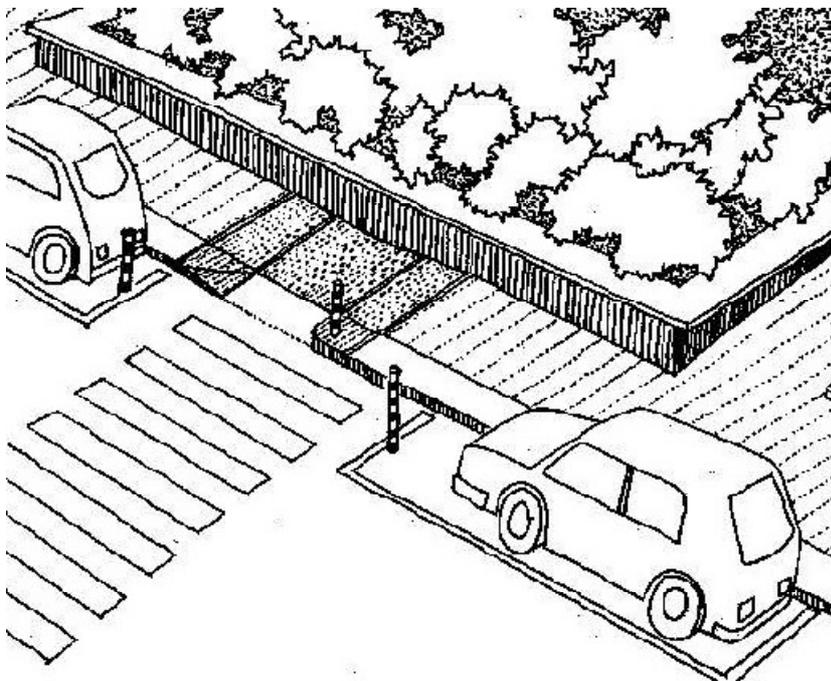


Figura 2.2: Attraversamento pedonale interposto tra aree a parcheggio.

La larghezza dell'attraversamento va commisurata all'entità del flusso pedonale reale o previsto. La verifica dimensionale è indispensabile per gli attraversamenti ubicati in prossimità di attrattori di traffico, quali edifici pubblici, centri commerciali, grandi magazzini, punti di scambio nella rete dei trasporti, ecc. La larghezza dell'attraversamento non deve essere inferiore a 2,50 metri nelle aree urbane e 4 metri nelle altre strade [13]. L'esposizione del pedone al traffico veicolare e al rischio d'incidente, aumenta in funzione della maggiore distanza da coprire. Per i pedoni con deambulazione lenta questo rischio aumenta considerevolmente. In caso di attraversamenti di lunghezza superiore ai 12 m, è sempre opportuno suddividere l'attraversamento in fasi interrotte da isole salvagente (Figura 2.3).



Figura 2.3: Attraversamento con isola salvagente

Nelle ore notturne e nelle ore con luce crepuscolare, gli attraversamenti con intenso volume di traffico pedonale devono essere idoneamente illuminati dall'alto [14], in modo tale da consentire sia agli automobilisti sia ai pedoni di localizzare, da lontano, la presenza dell'attraversamento.

2.2.2 Dossi

I *dossi* sono costituiti da elementi in rilievo prefabbricati o da ondulazioni della pavimentazione a profilo convesso con superficie antisdrucchiolevole (Figura 2.4). La non sussistenza di strette limitazioni formali, per cui i dossi risulterebbero applicabili a tutte le strade urbane, non si traduce ovviamente nella possibilità di installare dossi ovunque, ma restituisce anzi piena responsabilità al progettista di valutare correttamente l'opportunità e la necessità di effettuare tale scelta.



Figura 2.4: Dosso stradale

Pur essendo abbastanza usati, se ne sconsiglia l'utilizzo in favore di altri sistemi di moderazione della velocità, in quanto, non favorendo un'andatura costante, obbligano i veicoli a continue frenate e successive accelerazioni (cosiddetto andamento "stop and go"), causando in tal modo maggiori emissioni di gas di scarico e una notevole rumorosità.

In alcuni paesi europei all'applicazione dei dossi si è preferito utilizzare sistemi di moderazione della velocità differenti come i cuscini berlinesi. In Svizzera, da qualche anno, i dossi sono addirittura vietati.

Sulle strade dove vige un limite di velocità inferiore o uguale ai 50 km/h si possono adottare dossi artificiali evidenziati mediante zebraure gialle e nere parallele alla direzione di marcia, di larghezza uguale sia per i segni che per gli intervalli visibili sia di giorno che di notte.

I dossi artificiali possono essere posti in opera solo su strade residenziali, nei parchi pubblici e privati, nei residence, ecc.; possono essere installati in serie e devono essere presegnalati. Ne è vietato l'impiego sulle strade che costituiscono itinerari preferenziali dei veicoli normalmente impiegati per servizi di soccorso o di pronto intervento.

Nelle strade interessate dal passaggio di biciclette, dove non esiste una infrastruttura ciclabile, nei punti di particolare pericolosità o dove sia necessario separare, anche per un breve tratto, il traffico ciclabile da quello veicolare (per esempio: in prossimità di una scuola), i dossi possono essere posizionati interessando una larghezza minore della carreggiata. In questo caso è consigliabile che i percorsi ciclabili siano delimitati da un cordolo separatore (anziché dalle semplici strisce bianca e gialla) al fine di evitare l'invasione da parte delle auto (Figura 2.5).



Figura 2.5: Dosso su strada con passaggio di biciclette

In prossimità di un'intersezione o comunque dove sia necessario rallentare i veicoli, è possibile applicare i dossi. In figura 2.6, il dosso è posizionato in modo da garantire una corsia preferenziale per i ciclisti che si possono posizionare allo STOP, davanti ai veicoli.

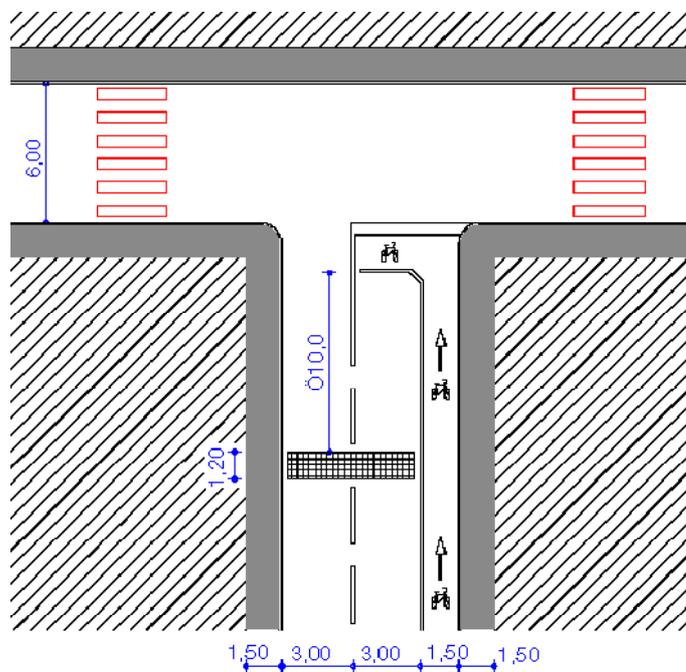


Figura 2.6: Dosso in prossimità di un'intersezione

I dossi, in funzione dei limiti di velocità vigenti sulla strada interessata hanno le seguenti dimensioni (Figura 2.7):

a) per limiti di velocità pari od inferiori a 50 km/h larghezza non inferiore a 60 cm e altezza non superiore a 3 cm;

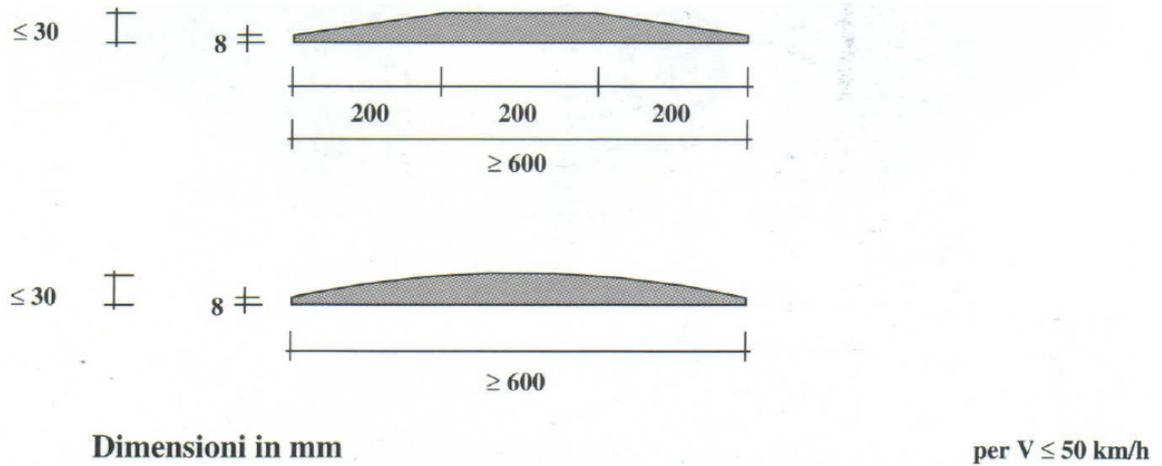


Figura 2.7 a

b) per limiti di velocità pari o inferiori a 40 km/h larghezza non inferiore a 90 cm e altezza non superiore a 5 cm;

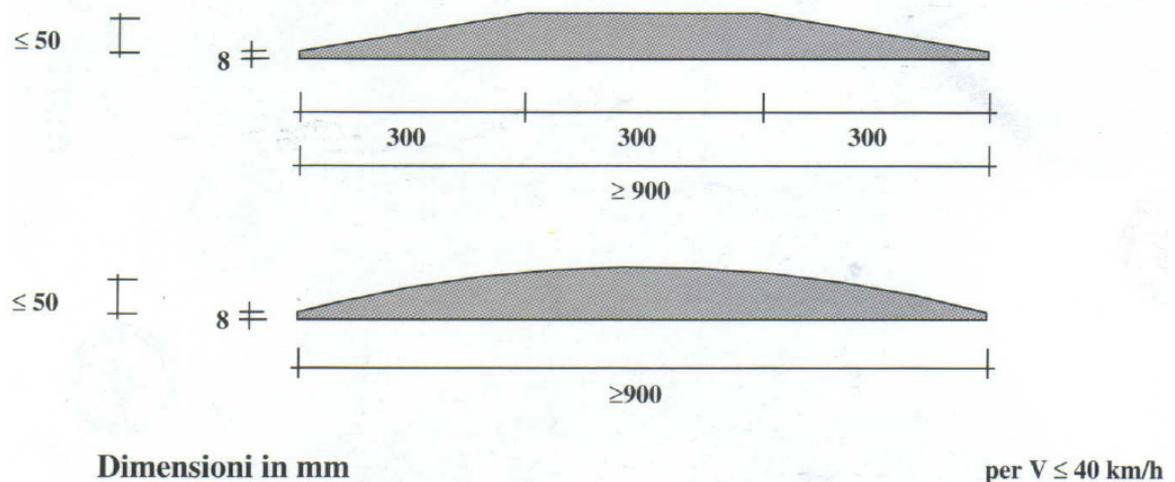


Figura 2.7 b

c) per limiti di velocità pari o inferiori a 30 km/h larghezza non inferiore a 120 cm e altezza non superiore a 7 cm.

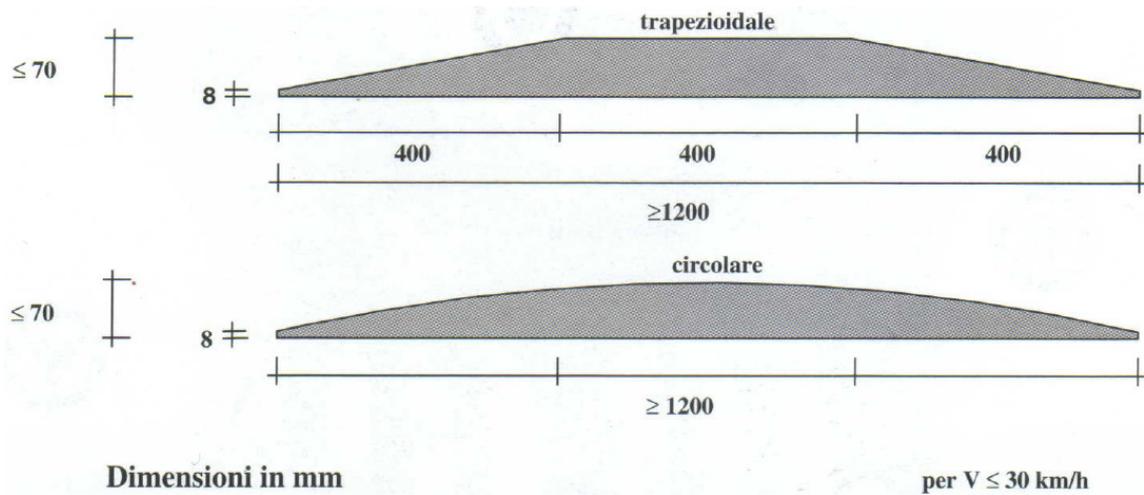


Figura 2.7 c

I tipi a) e b) devono essere realizzati in elementi modulari in gomma o materiale plastico, il tipo c) può essere realizzato anche in conglomerato.

I rallentatori di velocità prefabbricati devono essere fortemente ancorati alla pavimentazione, onde evitare spostamenti o distacchi dei singoli elementi o parte di essi, e devono essere facilmente rimovibili. La superficie superiore dei rallentatori deve essere antisdrucciolevole.

2.2.3 Platee rialzate

Un'importante applicazione dei dispositivi rallentatori basati sulla tecnica dello sfalsamento altimetrico è rappresentata dai cosiddetti *attraversamenti rialzati* e dalle *platee* di incrocio. Un caso particolare di attraversamento rialzato è quello ottenuto dando continuità ai marciapiedi in corrispondenza di intersezioni minori, assimilando tali accessi a una sorta di “passi carrai” .

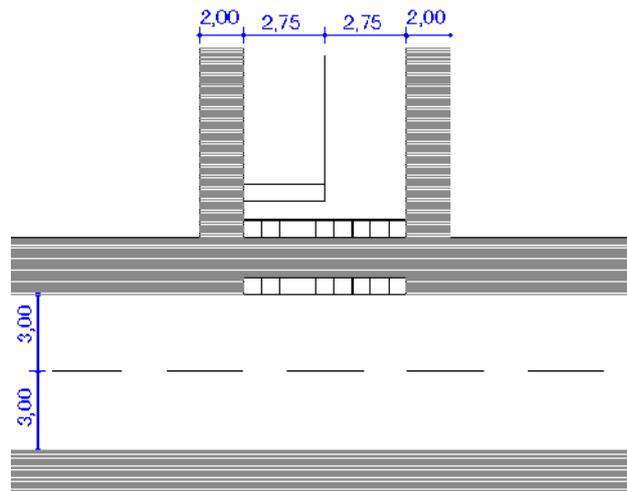


Figura 2.8: Attraversamento rialzato

Il rialzamento della carreggiata viene utilizzato anche per realizzare attraversamenti pedonali lungo strade urbane di quartiere e strade locali, facilitando gli spostamenti dei pedoni con difficoltà motorie e rallentando la velocità veicolare (Figura 2.9).



Figura 2.9: Platea rialzata per attraversamento

Il dimensionamento della piattaforma rialzata deve essere fatto in funzione della domanda e del tipo di attraversamento, se concentrato o diffuso. Inoltre per garantire la continuità del percorso pedonale è opportuno utilizzare materiali di forma e colore uguali a quelli del marciapiede; mentre deve essere dedicata attenzione alle rampe che devono essere segnalate chiaramente, sia attraverso l'uso di vernici sia con l'impiego di materiali diversi dal tappeto di conglomerato bituminoso, per evidenziare la variazione di pendenza.



Figura 2.10: Esempio di platea rialzata

2.2.4 Cuscini berlinesi

Si tratta di un rialzo stradale, di forma generalmente quadrata, sperimentato per la prima volta a Berlino, e successivamente utilizzato in altri paesi nord-europei. Il *cuscino berlinese* è un strumento utile, da impiegare soprattutto nelle strade a traffico misto, in quanto consente diverse modalità di passaggio:

- i mezzi pesanti, pur rallentando, possono evitarlo avendo un asse maggiore della larghezza del cuscino;
- gli autoveicoli, dovendo passare con almeno una ruota sopra, sono costretti a moderare la velocità;
- i mezzi a due ruote transitano tranquillamente ai lati del rallentatore.

I cuscini berlinesi (Figura 2.11) sono generalmente preferibili ai dossi, in quanto, data la particolare conformazione, consentono ai veicoli che li affrontano il solo rallentamento, senza costringerli alla frenata e ripartita. Il cuscino berlinese, che può essere realizzato con l'uso di materiali diversi (in conglomerato bituminoso, in gomma o più comunemente con pavimentazione di colore contrastante con la superficie stradale), copre solo la parte centrale della carreggiata con un'altezza limitata a 5-8 cm e con scivoli di raccordo.



Figura 2.11: Cuscino berlinese

2.2.5 Avanzamento dei marciapiedi

L'utilizzo di questo strumento, che consiste nell'estensione dei *marciapiedi* verso la carreggiata, favorisce gli attraversamenti dei pedoni con tragitti più brevi e permette una migliore visibilità reciproca tra pedone e motociclista.

Il restringimento della sede stradale, crea inoltre un “effetto porta” che induce il motociclista a ridurre la velocità e a cedere la precedenza al pedone. Questa applicazione è particolarmente interessante quando viene utilizzata in situazioni in cui si hanno parcheggi accostati ai marciapiedi lungo l'intero asse stradale, in quanto l'avanzamento dei marciapiedi, impedendo la sosta impropria, garantisce sempre il passaggio libero per i pedoni. Lo strumento in questione deve essere realizzato, possibilmente, con l'inserimento di una rampa, in modo da facilitare l'accesso anche ai portatori di handicap. Le dimensioni degli avanzamenti dei marciapiedi variano in funzione della sezione della strada, della velocità di marcia, del flusso pedonale (Figura 2.12).



Figura 2.12: Avanzamento marciapiedi

Alcune esperienze europee suggeriscono di colorare o di pavimentare il fondo delle strisce pedonali con colori o materiali a contrasto con la superficie dello strato d'usura, in modo da evidenziare ulteriormente il restringimento.

Per garantire una buona sicurezza ai pedoni è essenziale che gli utenti della strada possano vedersi gli uni con gli altri. L'introduzione di un avanzamento del marciapiede in prossimità degli attraversamenti (Figura 2.13) garantisce:

- una totale visibilità da parte dei pedoni;
- una riduzione, in termini di lunghezza, dello spazio da attraversare;
- la realizzazione della rampa per disabili.

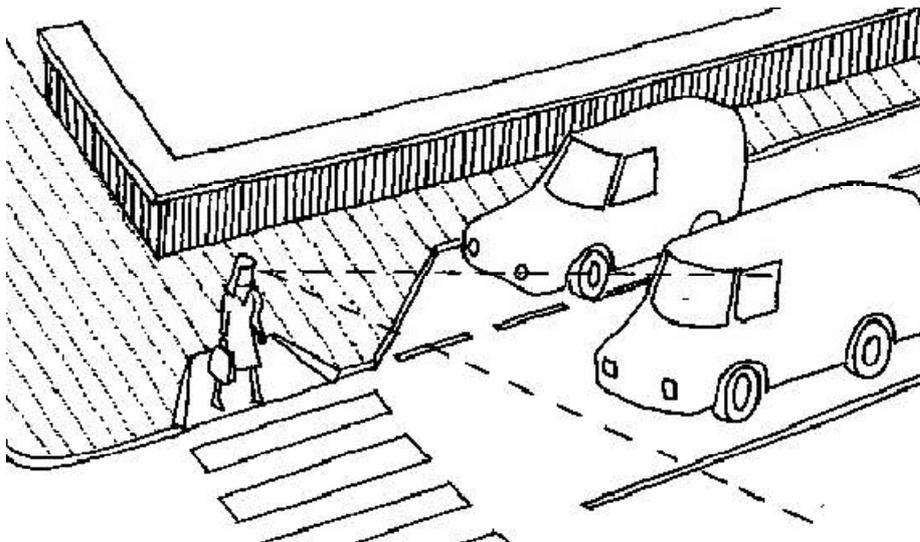


Figura 2.13: Migliore visibilità dovuta all'avanzamento del marciapiede

2.2.6 Restringimenti carreggiata

Il *restringimento* è certamente una delle misure più efficaci per contenere la velocità dei veicoli, in quanto, creando un elemento di differenziazione sul percorso, ottenuto riducendo la sezione stradale, eleva la soglia di attenzione del conducente. Tale intervento, che si traduce sostanzialmente in un disassamento orizzontale della strada, è ottenuto tramite l'estensione dei marciapiedi verso la carreggiata in modo da ridurla alla dimensione desiderata (Figura 2.14).



Figura 2.14: Restringimento carreggiata

Il restringimento può essere realizzato, con cadenza prestabilita, lungo la carreggiata, in modo da favorire una velocità moderata e costante dei veicoli, necessaria per attrezzare gli attraversamenti pedonali e per realizzare sensi unici alternati.

I sensi unici alternati devono essere previsti soltanto su strade con traffico contenuto e non devono superare 50 metri. Il dispositivo di restringimento della carreggiata non necessita di segnalazione a meno che esso non costituisca pericolo per la circolazione o sia inferiore ai 2,75 metri.

Qualora il restringimento sia realizzato in modo tale da consentire solo un passaggio alternato dei veicoli (il pinch-point anglosassone) e risulti pertanto inferiore alle misure previste dal Codice per una strada a doppio senso di marcia (5,50 metri), occorrerà installare il segnale di Dare la precedenza nei sensi unici alternati (Figura 2.15).



Figura 2.15: Pinch point anglosassone

Restringimenti inferiori ai minimi previsti dalle Norme in vigore (5,50/6,00 metri per strade a doppio senso e inferiori a 3,50 metri per strade a senso unico) possono essere adottati solo nelle strade residenziali o su strade locali con volume di traffico molto contenuto.

2.2.7 Chicane

Per *chicane* si intende un disassamento della carreggiata, ovvero la modifica di una traiettoria rettilinea in un percorso tortuoso, che impone agli automobilisti in transito una guida più attenta e un'andatura più lenta. Spesso infatti gli automobilisti, in presenza di una chicane, sono obbligati a fermarsi per lasciar passare il veicolo che giunge nel senso opposto, devono fare alcune manovre per curvare e non hanno un'ampia prospettiva in profondità. L'applicazione di questa misura, adatta ad aree residenziali e a zone a traffico moderato, induce gli automobilisti a cercare altre strade maggiormente trafficabili, deviando una parte del traffico di attraversamento.

Esistono differenti tipologie di chicane (Figura 2.16):

- chicane con l'introduzione di isole centrali, che hanno la funzione di imporre la direzionalità del percorso e di impedire la tendenza dei veicoli a tagliare la curva, spostandosi nella corsia opposta;
- chicane realizzate attraverso l'avanzamento alternato dei marciapiedi;
- chicane realizzate attraverso la costruzione di restringimenti puntuali laterali;
- chicane realizzate mediante la semplice disposizione alternata di parcheggi ai lati della strada.



Figura 2.16: Chicane

2.2.8 Isole salvagente

L'*isola salvagente* è quella parte della strada, rialzata o opportunamente delimitata e protetta, destinata al riparo ed alla sosta dei pedoni, realizzata in corrispondenza di attraversamenti pedonali o di fermate dei trasporti collettivi [15].

L'isola salvagente (Figura 2.17), che permette la suddivisione dell'attraversamento in due fasi, riduce il tempo di esposizione dei pedoni al flusso veicolare ed offre un rifugio nel punto in cui il pedone si sente maggiormente vulnerabile: la mezzeria della sede stradale. Tale intervento non ha solo lo scopo di proteggere il pedone, ma di rendere più accessibile l'attraversamento agli utenti con mobilità ridotta..

Le isole salvagente dovrebbero essere realizzate soprattutto nei seguenti casi:

- attraversamenti di lunghezza superiore a 12 m;
- attraversamenti con più corsie per senso di marcia .



Figura 2.17: Isola salvagente

Nel primo caso, l'isola salvagente è particolarmente vantaggiosa per le persone anziane e quelle con mobilità ridotta. Nel secondo caso, il rifugio centrale semplifica l'attraversamento, visto che il pedone deve controllare un unico flusso di traffico alla volta anziché due.

L'isola salvagente, la cui funzione può essere anche quella di interrompere la continuità visiva dell'asse, deve risultare ben visibile in distanza e deve presentare una divergenza abbastanza pronunciata in modo da obbligare l'automobilista a decelerare. L'isola pedonale ad uncino è una particolare tipologia di isola utilizzata in prossimità di intersezioni complesse o dalle geometrie irregolari, per convogliare i flussi pedonali verso punti di attraversamento sicuri (Figura 2.18).

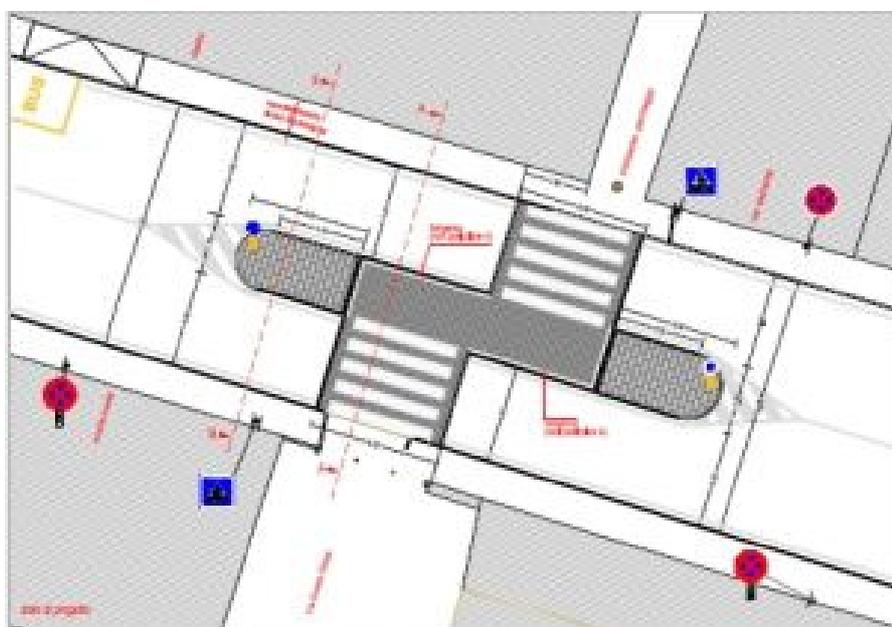


Figura 2.18: Isola pedonale ad uncino

2.2.9 Bande sonore ed ottiche

Tra i sistemi di rallentamento proposti dal Codice della Strada vi sono le bande sonore ed ottiche. Tali dispositivi a nastro vengono realizzati sulla pavimentazione, trasversalmente al senso di marcia, con forma, disposizione e colore tali per cui possono essere facilmente percepite dagli automobilisti. Il funzionamento delle bande sonore ed ottiche è analogo: basa la propria efficacia sul fatto di rappresentare un'anomalia lungo il tracciato stradale, provocando un riflesso psicologico nell'automobilista, che presta così maggior attenzione.

Le bande di rallentamento ad effetto ottico (Figura 2.19) sono strisce dipinte direttamente sulla superficie stradale, posizionate in serie di almeno quattro strisce bianche rifrangenti, con larghezza crescente nel senso di marcia e distanziamento decrescente. Presentano un'efficacia molto ridotta ma non causano problemi dovuti al rumore e sono di economica realizzazione.

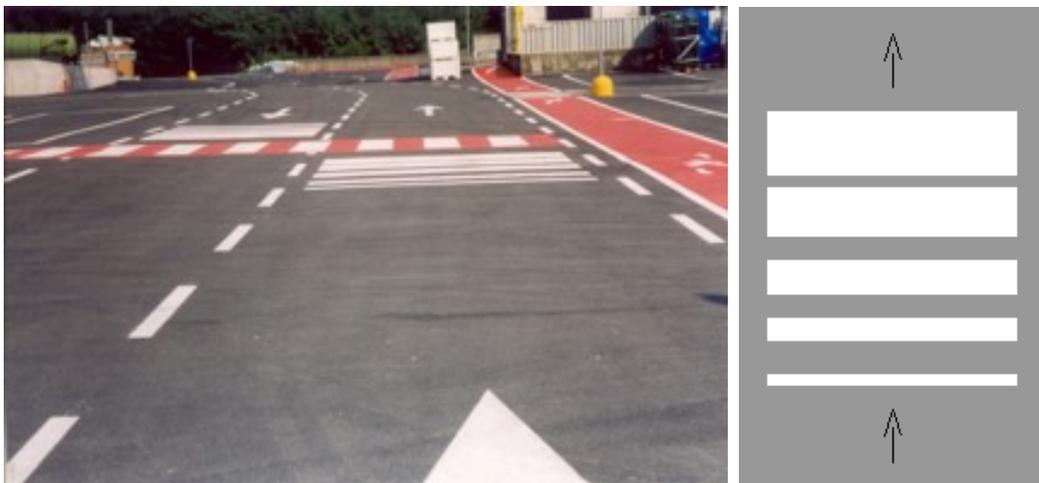


Figura 2.19: Bande di rallentamento ad effetto ottico

Le bande di rallentamento sonore (Figura 2.20) sono realizzate invece mediante irruvidimento della pavimentazione stradale, ottenuta da scarificazione o incisione superficiale della stessa o con l'applicazione di strati sottili di materiale in rilievo in aderenza, eventualmente integrato con

dispositivi rifrangenti [16]. Tali dispositivi che determinano effetti vibratori di lieve intensità, presentano l'inconveniente di essere rumorosi; per questo motivo l'utilizzo di tale sistema è da consigliarsi soprattutto nelle aree extraurbane.

Le bande trasversali possono anche essere realizzate mediante il contrasto tra le pavimentazioni; ad esempio conglomerato bituminoso-porfido, garantendo così sia l'effetto sonoro sia quello visivo. L'applicazione di questo strumento non presenta alti livelli di efficacia ed è generalmente ignorato dagli automobilisti.



Figura 2.20: Bande di rallentamento sonore

2.2.10 Rotatoria

La rotatoria è un tipo particolare di intersezione a raso che nasce con la funzione di moderazione e smaltimento del traffico. Innanzitutto le rotatorie eliminano la manovra dell'attraversamento tra veicoli, considerata la più pericolosa tra quelle possibili nei nodi stradali, e se affrontate correttamente obbligano i conducenti a moderare la velocità dei veicoli che raggiungono il nodo, riducendo così il numero degli incidenti e la gravità delle loro conseguenze [17]. Per questo motivo devono essere progettate correttamente. La rotatoria racchiude in se caratteristiche sia dell'intersezione sia della curva, infatti valgono le stesse considerazioni fatte in precedenza. In particolar modo l'aspetto dell'aderenza è importante e il suo ripristino; per evitare rischiose discontinuità è buona norma che eventuali lavori di rifacimento della pavimentazione non terminino proprio in corrispondenza di una rotatoria. È opportuno che una rotonda venga segnalata con un certo margine così che conducenti possano adeguare velocità e direzione del veicolo in modo appropriato. Per esempio un leggero tratto curvilineo prima dell'immissione e un restringimento della sezione d'entrata (Figura 2.21) permetterebbero una riduzione di velocità e il giusto inserimento nel senso di marcia.



Figura 2.21: Accesso idoneo di una rotatoria

Anche in questo caso vale il discorso dell'eliminazione degli elementi di disturbo in prossimità e, a maggior ragione, all'interno della rotonda. Infatti per evitare che una banale caduta dal veicolo non abbia conseguenze troppo gravi, è necessario ridurre il più possibile gli ostacoli presenti in prossimità della rotatoria. Spesso nell'isola centrale della rotatoria si trovano vari tipi di installazioni con funzione estetica come opere artistiche (Figura 2.22) e vegetazione, che sarebbe opportuno rimuovere. Mentre le opere artistiche risultano estremamente pericolose nel caso di impatto con le stesse, la vegetazione all'interno della rotatoria limita la visuale degli accessi e dei veicoli che sopraggiungono.



Figura 2.22: Installazioni artistiche

2.3 Il traffic calming dal punto di vista dei motociclisti

Dopo aver analizzato le diverse soluzioni tecniche, occorre fare un'importante distinzione tra i veicoli a due e a quattro ruote (Figura 2.23). Per prima cosa bisogna considerare che il campo visivo non è lo stesso a causa della postura di guida. Infatti il motociclista varia la propria postura affrontando le diverse situazioni di marcia e di conseguenza cambia il suo campo visivo già limitato dal casco. Questo comporta uno spazio di frenatura maggiore senza considerare le condizioni atmosferiche e le condizioni superficiali dell'infrastruttura.

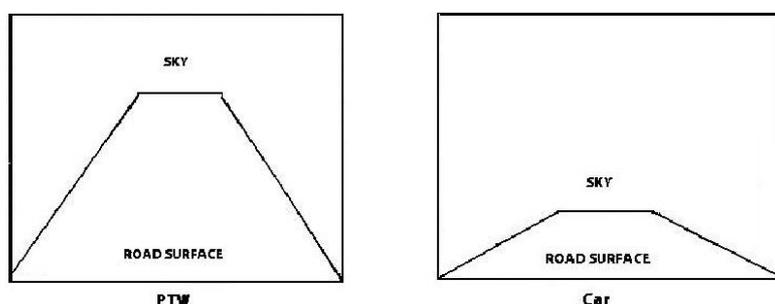


Figura 2.23: Confronto visuale PTW e utente a quattro ruote

In secondo luogo un PTW ha solo due punti di appoggio sulla superficie e quindi necessita di un'ulteriore forza per rimanere in equilibrio.

Per questi motivi i dossi possono essere estremamente pericolosi se percorsi a velocità elevate. È quindi opportuno che vengano segnalati adeguatamente e con una distanza appropriata in modo tale che il motociclista possa superarli senza perdere il controllo. È inoltre possibile ottimizzare questa categoria di traffic calming adottando dei profili di tipo sinusoidale in gomma (Figura 2.24).



Figura 2.24: Profilo sinusoidale

La particolare conformazione permette di attenuare l'accelerazione verticale mentre il materiale assorbe parzialmente la velocità cinetica del motociclo. Gli stessi criteri possono essere usati con le platee rialzate che si rivelano comunque meno pericolose dei dossi, in quanto causano variazioni altimetriche minori, inoltre la sezione longitudinale è molto maggiore. I cuscini berlinesi invece non sortiscono alcun effetto negativo sui motociclisti poiché l'accelerazione verticale che procurano è molto bassa, ma allo stesso tempo costituiscono un ostacolo alla guida e rallentano il moto (Figura 2.25).



Figura 2.25: Cuscini berlinesi

Un altro aspetto pericoloso per i PTW, per quanto riguarda gli interventi di moderazione, è la variazione della curvatura. Il motociclista che sta per effettuare la curva, modera la velocità ed equilibra il suo veicolo in modo da percorrere la traiettoria corretta. La variazione di curvatura, come nel caso della chicane può rivelarsi pericolosa, perché il motociclista, cercando di adeguare la sua velocità e la sua traiettoria, può compiere una manovra brusca e cadere.

Analogamente la presenza di attraversamenti in zone con scarsa visibilità, come nei pressi di una curva (Figura 2.26), può costituire un pericolo per le

due ruote sia per la frenata improvvisa che per il cambiamento di aderenza in caso di pioggia. Poiché lo spazio di frenatura richiesto da un veicolo a due ruote è circa doppio rispetto a quello di un veicolo a quattro ruote, è necessario che la segnaletica fornisca informazioni adeguate e sia disposta ad una distanza tale da permettere al PTW di proseguire in sicurezza.

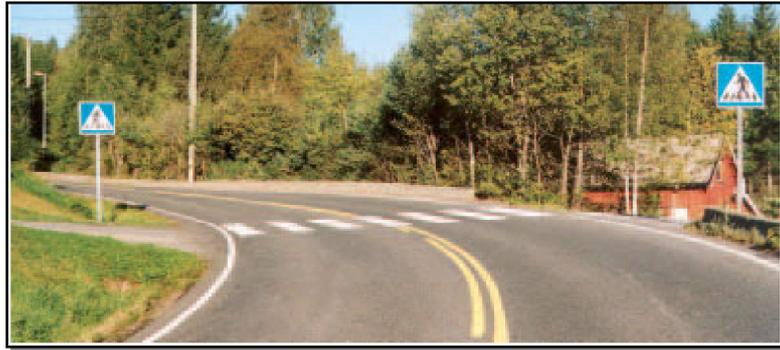


Figura 2.26: Attraversamento in una zona pericolosa (curva con scarsa visuale)



Figura 2.27: Attraversamento con dosso non adeguatamente segnalato

2.4 Conclusioni

Gli interventi di moderazione del traffico si pongono come obiettivi principali: ridurre il traffico nelle zone commerciali e residenziali convogliandolo sulle arterie principali, ridurre la velocità dei veicoli e creare un ambiente stradale tale da favorire gli utenti deboli. Uno studio [18] dimostra inoltre che gli interventi di traffic calming riducono discretamente gli incidenti. È statisticamente dimostrato che dopo l'attuazione di un piano di moderazione gli incidenti con infortunati si sono ridotti del 15–25 % e gli incidenti con soli danni del 25-30%.

Alcuni interventi possono rivelarsi più pericolosi che utili per gli utenti a due ruote: è il caso dei dossi e delle platee rialzate, infatti possono trasformarsi in un trampolino, per il motociclista che sopraggiunge con velocità, con conseguenze tragiche. La normativa fornisce indicazioni precise riguardo la dimensione, i materiali e le zone di installazione dei dossi. Nonostante queste prescrizioni si trovano frequentemente dossi fuorilegge che possono essere più alti, più corti, non segnalati, fabbricati con materiali non idonei o posizionati in luoghi non appropriati.

È quindi opportuno che le amministrazioni locali si attengano alla normativa per tutelare la sicurezza dei motociclisti.

Capitolo 3: *Analisi del quadro normativo*

3.1 Introduzione

Questo capitolo è focalizzato sull'analisi del quadro normativo in merito alla sicurezza stradale.

Quando si tratta questo argomento bisogna tener conto di tre fattori principali: la strada, il mezzo e l'utente. Infatti è opportuno che l'infrastruttura stradale sia concepita, progettata, costruita e mantenuta in modo tale da prevenire rischi e non essere causa di incidenti. Il mezzo, nel caso specifico i veicoli a due ruote, deve essere omologato secondo specifici criteri raccomandati dalle direttive. Infine un punto cruciale è l'educazione dell'utente, il fattore più debole in una strategia di sicurezza poiché soggetto all'errore.

Di seguito vengono prese in esame la normativa vigente, sia quella introdotta nel terzo programma di azione 2001-2010 per la sicurezza stradale, con particolare riferimento ai motociclisti, sia quella già esistente. Inoltre verranno analizzate le nuove proposte del 20 luglio 2011 della Commissione Europea nel corso del quarto programma di azione 2010-2020 [1].

3.2 Norme vigenti

Il Nuovo Codice della Strada, approvato con decreto legislativo (n° 285) il 30 aprile 1992, è sicuramente il principale documento che racchiude tutte le prescrizioni riguardanti l'infrastruttura stradale, i veicoli e gli utenti. Si compone di sette titoli ed è suddiviso in 245 articoli riguardanti la costruzione e la manutenzione delle strade, la guida dei veicoli, le norme di comportamento e le sanzioni relative alle trasgressioni. Il Nuovo Codice della Strada è entrato in vigore il 1° gennaio 1993, ma nel corso degli anni ha subito modifiche volte all'adeguamento delle norme alle direttive europee e il rafforzamento della sicurezza stradale [5].

Il progetto di una nuova strada o l'adeguamento di una esistente, deve rispettare determinate norme funzionali e geometriche come prescritto all'articolo 13 del CdS. Questa sezione contiene le definizioni fondamentali, la classificazione delle strade, i criteri compositivi della piattaforma, l'organizzazione della sede stradale e la geometria dell'asse, ovvero i canoni da adottare in fase progettuale.

RETE	STRADE CORRISPONDENTI SECONDO CODICE	
	in ambito extraurbano	in ambito urbano
a - rete primaria (di transito, scorrimento)	autostrade extraurbane strade extraurbane principali	autostrade urbane strade urbane di scorrimento
b - rete principale (di distribuzione)	strade extraurbane principali	strade urbane di scorrimento
c - rete secondaria (di penetrazione)	strade extraurbane secondarie	strade urbane di quartiere
d - rete locale (di accesso)	strade locali extraurbane	strade locali urbane

Figura 3.1: Classificazione delle strade

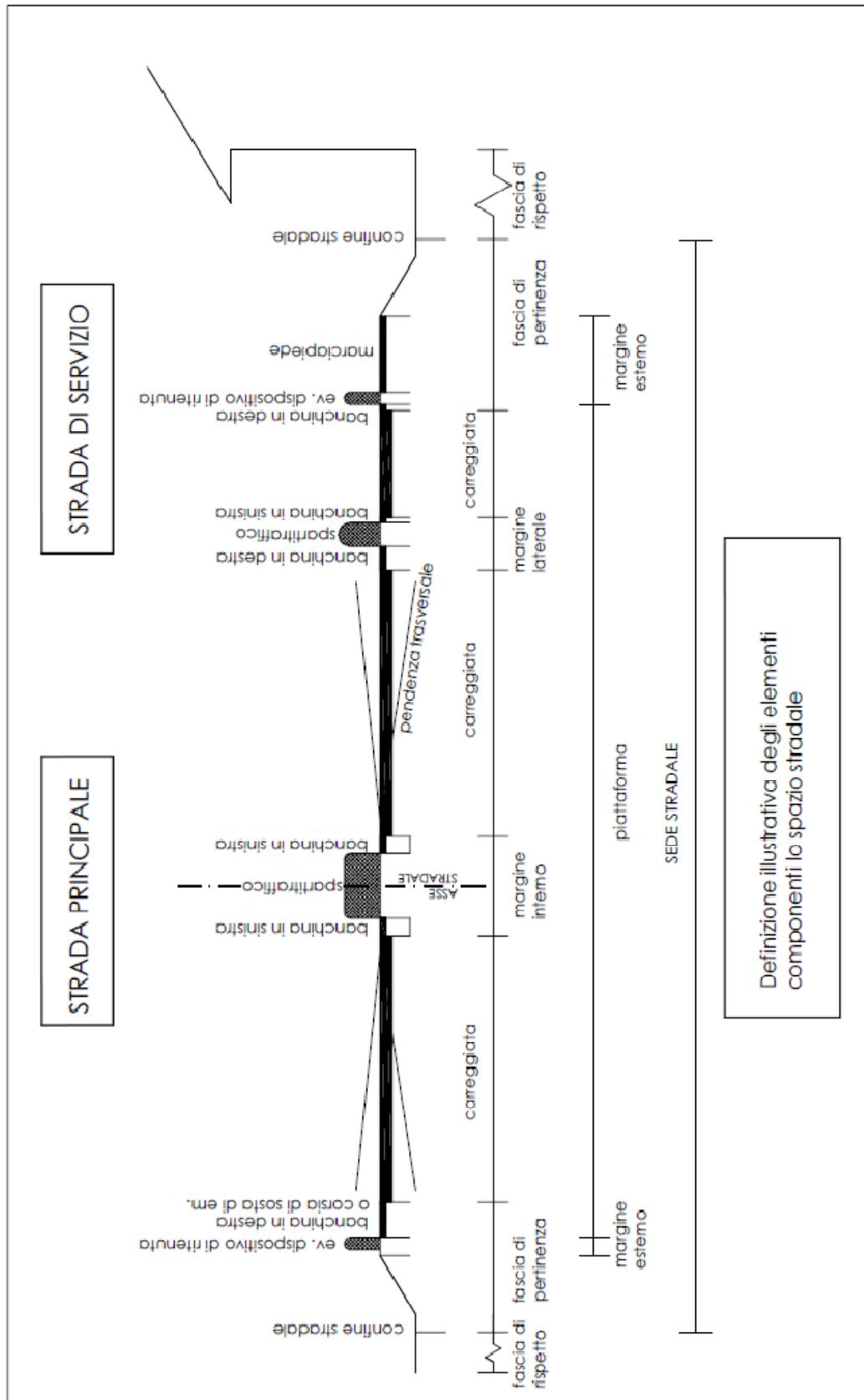


Figura 3.2: Definizione degli elementi della strada [2]

Poiché la strada deve essere inserita in un determinato contesto, il progetto deve essere sviluppato in modo tale da ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente [19]. Secondo l'articolo 22, della legge 340 del 2000 [20], l'inserimento di una strada deve essere compatibile con il Piano urbano di mobilità, istituito al fine di soddisfare i fabbisogni di mobilità della popolazione, assicurare l'abbattimento dei livelli di inquinamento acustico [21] e atmosferico, la riduzione dei costi energetici, l'aumento dei livelli di sicurezza e la moderazione del traffico.

In merito alle valutazioni e alle contromisure tecniche per la sicurezza la normativa italiana si atteneva a quanto indicato nel "Piano di sicurezza stradale". Successivamente con la direttiva del Parlamento Europeo del 19 novembre 2008, in seguito recepita dalla legge n ° 96 del 4 giugno 2010 [22], sono cambiate le modalità di valutazione; infatti la direttiva introduce i concetti di:

- Road Safety Assessment (RSAS): la valutazione di impatto sulla sicurezza per le nuove tratte ovvero per possibili interventi di miglioramento di tratte esistenti;
- Road Safety Audit (RSA); la valutazione dei progetti di nuove tratte;
- Road safety Inspection (RSI): l'analisi di sicurezza, periodica e scadenzata, sulle tratte già in esercizio.

Il testo della direttiva non cita il Road Safety Review (RSR), probabilmente in quanto trattasi di una analisi della sicurezza "una tantum", quindi, non rientrante in quella logica di continuità e programmazione della sicurezza, che accompagna tutto il ciclo di vita dell'infrastruttura, dalla fase progettuale a quella di esercizio e manutenzione (ordinaria e straordinaria). In definitiva, un vero e proprio sistema di Road Safety Management. Le diverse analisi fanno riferimento a liste di controllo che permettono di riconoscere gli eventuali problemi che insorgono ai diversi livelli di progettazione. Tali liste rappresentano il punto di partenza per sviluppare il giudizio globale sul

progetto e formulare, così, le eventuali raccomandazioni per le situazioni di rischio potenziale rilevate. Analizzando le liste di controllo emerge però che l'attenzione rivolta ai motociclisti, in termini di sicurezza è quasi inesistente.

PROGETTO ESECUTIVO - Lista di controllo 8 - UtENZE deboli	
Effetti di rete	
1	Crea il progetto effetti indiretti negativi sugli esistenti percorsi pedonali e ciclabili?
Attraversamenti pedonali	
2	Sono gli attraversamenti pedonali ben visibili da parte del traffico motorizzato?
3	E' il traffico motorizzato ben visibile da parte dei pedoni?
4	E' adeguata l'illuminazione notturna?
5	Sono gli attraversamenti pedonali ben coordinati con i percorsi pedonali?
6	Sono gli attraversamenti pedonali in posizione e distanza sufficiente a scoraggiare i pedoni ad attraversare in altri punti?
7	E' adeguato il tipo di attraversamento pedonale alla larghezza della carreggiata (con presenza di isole spartitraffico, etc)?
8	E' compatibile la velocità del flusso con il tipo di attraversamento pedonale?
9	Sono necessari limiti di velocità ridotti in corrispondenza degli attraversamenti?
10	Sono necessari interventi di moderazione del traffico per ridurre le velocità in corrispondenza degli attraversamenti?
11	E' sufficiente lo spazio pedonale per attendere in corrispondenza degli attraversamenti?
12	La durata del verde è sufficiente a consentire l'attraversamento anche agli anziani e ai disabili?
13	Sono presenti inviti nei marciapiedi per i disabili?
14	Sono presenti strisce tattili per i non vedenti?
15	Sono presenti strisce tattili per i non vedenti?
16	Sono previsti attraversamenti in prossimità delle fermate dei mezzi pubblici?
Percorsi pedonali	
17	Sono presenti marciapiedi nelle zone con flusso pedonale apprezzabile?
18	E' sufficiente la larghezza dei marciapiedi a consentire il flusso pedonale senza invasione della piattaforma stradale?
19	Sono presenti ostacoli (pali per illuminazione, pali per segnaletica e cartellonistica, le attrezzature per le fermate dei mezzi pubblici, ecc.) che impediscono il corretto flusso pedonale sui marciapiedi?
20	Vi sono attività commerciali che intralciano il corretto flusso pedonale?
21	Vi sono canali e dispositivi di drenaggio che intralciano il flusso dei pedoni?
22	E' garantita la continuità dei percorsi pedonali?
23	Sono necessarie restrizioni al traffico motorizzato?
24	Sono necessari interventi di moderazione del traffico?
25	La pendenza longitudinale consente il regolare deflusso dei pedoni?
Ciclisti	
26	E' sufficiente la larghezza delle banchine a consentire il flusso dei ciclisti senza invasione della carreggiata?
27	L'entità del flusso ciclistico è tale da richiedere piste ciclabili?
28	E' adeguata la segnalazione delle piste ciclabili?
29	Sono sufficientemente larghe le piste ciclabili?
30	E' garantita la continuità dei percorsi ciclabili?
31	Sono adeguati i percorsi ciclabili nelle intersezioni?
32	E' adeguata la pavimentazione dei percorsi ciclabili?
Motociclisti	
33	Sono presenti elementi che potrebbero costituire pericolo per i veicoli a due ruote?

Tabella 3.1: Lista di controllo (progetto esecutivo)

Gli articoli del CdS che riguardano gli utenti a due ruote sono pochi e non molto comprensibili. Le ultime modifiche apportate al codice sono finalizzate al rafforzamento della sicurezza, mediante il chiarimento di alcune norme tecniche e l'inasprimento delle sanzioni. È stato eliminato il limite di velocità di 60 Km/h durante il trasporto di bambini fino a 12 anni, in ogni caso è vietato trasportare bambini di età inferiore a 5 anni. Il rischio aumenta esponenzialmente con la velocità e i bambini non possiedono una corretta percezione del rischio. Inoltre è stata cancellata la norma che prevedeva l'uso di seggiolini per il trasporto di bambini fino ai 12 anni di età, dato che non erano chiare le caratteristiche tecniche dei dispositivi in questione. Sono raddoppiate tutte le pene per chi provoca incidenti dopo aver fatto uso di alcool o droghe: divieto assoluto di bere per chi ha meno di 21 anni oppure meno di 3 anni di patente, divieto assoluto di fare uso di qualsiasi sostanza alcolica o stupefacente anche per i conducenti di mezzi atti al trasporto di persone o cose per motivi professionali. Le lenti diventano obbligatorie anche per i possessori del "*certificato di idoneità alla guida dei ciclomotori*", ovvero il "*patentino*". Sono state introdotte multe più pesanti per chi vende ciclomotori truccati, da 1.000 a 4.000 euro per i fabbricanti o distributori; da 779,00 a 3.119,00 euro per chi apporta le modifiche. Chi circola con un motorino truccato viene sanzionato con una multa da 389,00 a 1.559,00 euro (contro i 38,00 – 55,00 precedenti). Mentre chi circola con la targa del motoveicolo in condizioni non ottimali è soggetto alla sanzione da 78,00 fino a 311,00 euro (contro i precedenti 23,0 – 92,00). Per quanto riguarda i giovani utenti che devono conseguire il patentino sono previsti corsi di funzionamento del ciclomotore obbligatori, nuovo comma introdotto nell'articolo 116 del CdS [23]. Il corso è breve, infatti la durata minima prevista è di solo un'ora. Inoltre chiunque voglia dotarsi di patentino dovrà sostenere anche una prova pratica di guida del motorino. La norma però non è molto chiara in quanto non è specificato se questa prova riguarda anche le

minicar o meno. quindi per ottenere il certificato di idoneità alla guida del ciclomotore la nuova normativa prevede che vi siano corsi di preparazione pratici e teorici, riguardanti le norme del codice e le specifiche del mezzo.

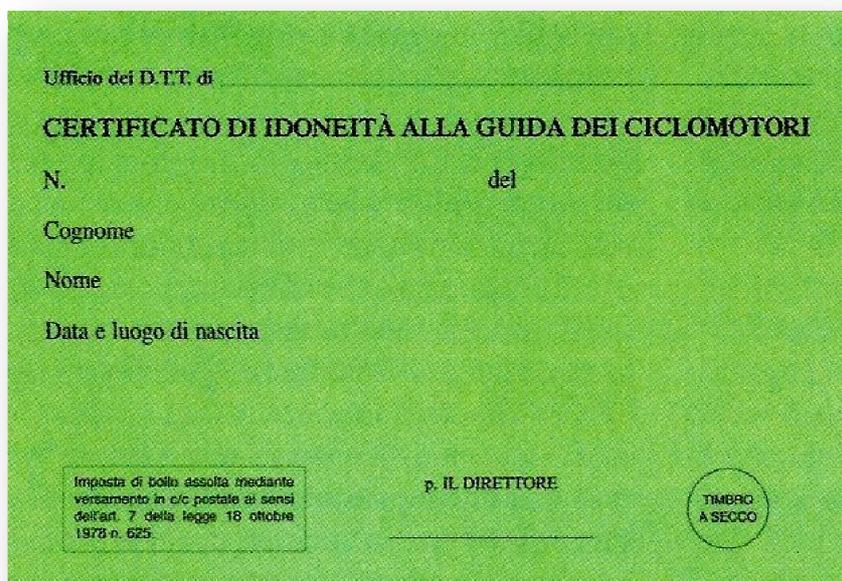


Figura 3.3: Il “patentino”

Per chi invece vuole conseguire la patente per la guida dei motocicli sono previsti test antidroga. Il certificato sarà rilasciato dopo esami clinici, con spese a carico del richiedente. Allo stesso modo sono state introdotte pene più severe per chi viene sorpreso alla guida in stato di ebbrezza che è diventata giusta causa di licenziamento. Il limite rimane di 0,5 g per litro di sangue per chi ha la patente da più di tre anni, il limite per i neopatentati è zero. Infine la vendita di alcolici e super alcolici in autostrada è stata vietata dalle 22 alle 6. È stata riscritta in parte la norma che introduce lezioni di educazione stradale nelle scuole di tutti i livelli (anche materna). Rispetto alla versione precedente è stato stabilito un periodo certo per l'inizio di queste attività: l'anno scolastico 2011 – 2012 [24]. Si fa inoltre presente che

i costi di queste lezioni devono essere soddisfatti con i fondi già a disposizione delle scuole.

Per la sicurezza dei motociclisti è stata approvata la sperimentazione del casco elettronico. Il funzionamento dovrebbe essere garantito da un sistema di sensori e trasmettitori, ognuno con una specifica funzione. Il casco elettronico è dotato di:

- **Rilevatore di posizione GPS.** Funziona come il ricevitore di un normale navigatore GPS per auto/moto. È utile a tracciare la posizione del motociclista per poterla inviare nel momento del bisogno tramite il prossimo elemento della lista;

- **Trasmettitore GPRS.** Esattamente come un cellulare moderno, è in grado di effettuare collegamenti digitali per inviare la posizione GPS, comunicazioni voce e altre informazioni di emergenza;

- **Trasmettitore Bluetooth.** Serve a connettere il casco con la centralina della moto per bloccare/sbloccare l'avviamento del motore;

- **Sensore di onde elettromagnetiche.** Rileva la presenza della testa nel casco. Se non risulta, quindi non è indossato, blocca l'avviamento del motore tramite il trasmettitore bluetooth;

- **Sensore di contatto.** Per rilevare che il cinturino sottogola del casco sia allacciato. Diversamente blocca l'avviamento del motore;

- **Accelerometro.** Abbinato agli altri sensori è in grado di determinare se il motociclista è stato vittima di un incidente. Si basa su parametri come l'inclinazione e gli urti;

- **Microfono.** Serve per l'eventuale comunicazione telefonica con l'operatore. Questo sistema è quindi dotato di e-call che rileva l'eventuale incidente tramite la combinazione dei sensori e l'accelerometro. Se il casco si trova a terra dopo un urto e risulta ancora indossato, attiva una telefonata tra il motociclista e un operatore. Se non c'è risposta alla telefonata parte automaticamente il contatto con i soccorsi ai quali verrà trasmessa anche la

posizione GPS. Questo è il sistema è stato denominato **e-call**. Agisce in modo automatico grazie all'accelerometro o in modo manuale con la pressione di un tasto (“funzione panico”).



Figura 3.4: Sistema e-call

Il disegno di legge n° 1720 per la modifica del Codice della Strada ha posto l'accento sulla sicurezza, argomento preoccupante visto che nemmeno l'introduzione della patente a punti e l'inasprimento delle sanzioni per la guida in stato di ebbrezza o sotto l'effetto di stupefacenti sono riuscite a ridurre in modo drastico incidentalità e decessi sulle nostre strade.

Le novità coinvolgeranno anche gli utenti delle due ruote e in maniera piuttosto drastica. A motociclisti e scooteristi interessa in particolare l'articolo 171, che attualmente riporta l'obbligatorietà del casco. Il titolo non sarà più “Uso del casco protettivo per gli utenti di veicoli a due ruote” ma “Dotazione di sicurezza per la conduzione di veicoli a due ruote”, un'innovazione che abbraccia tutta la gamma di abbigliamento tecnico protettivo specifico per il motociclista. Ferma restando l'obbligatorietà del casco, vengono poi declinati i vari tipi di casco da usare, a seconda della potenza del veicolo, e l'obbligo di indossare giacche, guanti e protezioni. Ma ecco nel dettaglio il testo emendato proposto dal Senato relativamente all'articolo 171 del C.d.S:

"Art. 171 – Comma 1. Durante la marcia, ai conducenti, e agli eventuali passeggeri, di ciclomotori e motoveicoli è fatto obbligo di indossare indumenti e di tenere regolarmente allacciato un casco protettivo di tipo omologato, in conformità con i regolamenti emanati dall'ufficio europeo per le Nazioni Unite - Commissione economica per l'Europa e con la normativa comunitaria."

"Art. 171 – Comma 2. Ai fini di cui al comma 1: a) per i veicoli fino a 11 Kw è obbligatorio l'utilizzo del casco integrale; b) per i veicoli da 11 Kw a 25 Kw è obbligatorio l'utilizzo di un casco integrale, di guanti per la protezione delle mani, e di giacca tecnica con protezioni per spalle e gomiti; c) per i veicoli da 25 Kw a 52 Kw è obbligatorio l'utilizzo di un casco integrale, di guanti per la protezione delle mani, e di giacca tecnica con paraschiena integrale e con protezioni per spalle e gomiti; d) per i veicoli oltre 52 kw è obbligatorio l'utilizzo di un casco integrale, di guanti per la protezione delle mani e di una tuta tecnica o di una giacca tecnica con paraschiena integrale e con protezioni per spalle e gomiti e di pantaloni tecnici con protezioni per fianchi e ginocchia."

I successivi commi dal 3 al 6 prevedono le esenzioni (per veicoli a 3 o 4 ruote con carrozzeria chiusa e a 2 o 3 ruote con cellula di sicurezza), le sanzioni amministrative (da 74 a 299 Euro per il mancato uso e da 779 a 3.119 Euro per la produzione e importazione di indumenti non omologati, rispetto ai quali è previsto anche sequestro e confisca).

I veicoli a motore a due o a tre ruote devono essere omologati secondo le specifiche tecniche proposte dalla Comunità Europea. In particolare esse riguardano:

- identificazione di comandi, spie e indicatori dei veicoli a motore a due o tre ruote"[25];
- Velocità massima per costruzione nonché alla coppia massima e alla potenza massima netta dei motori dei veicoli a due o tre ruote" [26];

- “Elementi o caratteristiche dei veicoli a motore a due o a tre ruote” [27].

La presente direttiva ed il relativo allegato si applicano:

- ai pneumatici;
- ai dispositivi di illuminazione e di segnalazione luminosa;
- alle sporgenze esterne;
- ai retrovisori;
- alle misure contro l'inquinamento atmosferico;
- ai serbatoi di carburante;
- alle misure contro la manomissione;
- alla compatibilità elettromagnetica;
- al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scarico;
- ai dispositivi di attacco e di agganciamento;
- agli ancoraggi delle cinture di sicurezza e alle cinture di sicurezza;
- ai vetri, ai tergicristalli e lavacristalli nonché ai dispositivi di sbrinamento e di disappannamento.

Inoltre include disposizioni relative a:

- controllo manomissione;
 - controllo e omologazione;
 - proposte x migliorare;
 - incentivi contro inquinamento.
- “Installazione dei dispositivi di illuminazione e di segnalazione luminosa sui veicoli a motore a due o a tre ruote” [28];
 - “Iscrizioni regolamentari dei veicoli a motore a due o tre ruote” [29].

3.3 Proposte della Comunità Europea

La Commissione europea ha adottato il 20 luglio 2011 il quarto Programma di azione sulla sicurezza stradale 2010-2020, che ha l'obiettivo di dimezzare il numero delle vittime della strada entro i prossimi dieci anni [1].

Il programma definisce una serie di iniziative, a livello europeo e a livello nazionale, intese essenzialmente a migliorare la sicurezza del veicolo, la sicurezza dell'infrastruttura e il comportamento degli utenti della strada.

Gli obiettivi strategici indicati sono sette:

1. Miglioramento dell'educazione stradale e della preparazione degli utenti della strada

L'utente della strada è il fattore più debole in un piano di sicurezza, in quanto più incline all'errore. La Commissione collaborerà con gli Stati membri al fine di sviluppare una strategia comune per l'istruzione e la formazione in materia di sicurezza stradale. A livello dell'UE ciò significherà innanzi tutto migliorare il sistema di formazione e di rilascio delle patenti, in particolare ampliando la direttiva sulla patente di guida UE, in modo da:

- Definire criteri minimi per gli istruttori di guida.
- Inserire, nella fase precedente il rilascio della patente, un periodo di tirocinio/guida accompagnata (concordando con i paesi che hanno scelto di utilizzare questo sistema età minima, esperienza e condizioni).
- Esaminare la possibilità di introdurre periodi di prova dopo l'esame di guida (durante i quali i neopatentati sono oggetto di controlli più rigorosi).
- Esaminare la possibilità di introdurre la guida ecologica fra le prove teoriche e pratiche, per una guida più sicura e meno inquinante.

2. Rafforzamento dell'applicazione della normativa stradale

L'efficacia delle politiche di sicurezza stradale dipende in larga misura dall'intensità dei controlli e dal rispetto delle prescrizioni in materia di

sicurezza. L'applicazione delle norme è determinante perché si creino le condizioni per una netta riduzione del numero di morti e feriti. La velocità, l'alcool e il mancato utilizzo delle cinture di sicurezza continuano ad essere considerate le tre principali cause di morte sulla strada. Le misure per rafforzare i controlli a livello nazionale e nell'intera UE includeranno:

- Lo sviluppo da parte degli Stati membri di piani nazionali di attuazione (ad esempio obiettivi per quanto riguarda le questioni prioritarie e l'intensità dei controlli a livello nazionale).

- Campagne di sensibilizzazione in tutta l'UE

- Per la guida in stato di ebbrezza le multe dovrebbero essere accompagnate da misure di

prevenzione. Ad esempio, la Commissione studierà misure legislative intese ad imporre l'utilizzo obbligatorio di sistemi alcolock per casi specifici, come gli autobus scolastici, o nel quadro di programmi di riabilitazione (per conducenti professionisti e non professionisti) dopo la contestazione di infrazioni per guida in stato di ebbrezza.

- La Commissione darà la priorità all'adozione di misure legalmente vincolanti sullo scambio transfrontaliero di informazioni nel campo della sicurezza stradale per permettere l'identificazione dei trasgressori stranieri e l'imposizione agli stessi di sanzioni per le infrazioni che hanno ripercussioni sulla sicurezza stradale (mancato utilizzo delle cinture di sicurezza, l'eccesso di velocità, la guida in stato di ebbrezza, ecc).

3. Miglioramento della sicurezza delle infrastrutture stradali

- Potranno beneficiare di fondi europei soltanto le infrastrutture conformi alle direttive sulla sicurezza stradale e sulla sicurezza nelle gallerie. Questo avviene già per il finanziamento delle TENT; la Commissione vuole estendere questa prassi come principio generale da rispettare per qualsiasi finanziamento dell'UE, per esempio nell'ambito del Fondo di coesione.

- Si esamineranno i principi della normativa UE esistente sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture, estendendoli alle strade rurali degli Stati membri. In base a questa legislazione quando si realizza un'infrastruttura, nel processo di pianificazione, in fase preprogettuale e progettuale, occorre tenere conto dei requisiti in materia di sicurezza. Sono inoltre previsti audit di sicurezza per l'infrastruttura, l'identificazione dei punti pericolosi e controlli. L'estensione di questi principi alle strade rurali potrebbe avvenire sulla base di uno scambio di buone pratiche da parte degli Stati membri.

4. Miglioramento della sicurezza dei veicoli

Nel periodo 2001-2010 si è lavorato molto sui dispositivi di sicurezza “passivi” per i veicoli, come le cinture di sicurezza e gli airbag. Tra il 2011 e il 2020 entrerà in vigore una serie di nuove misure di "sicurezza attiva" per i dispositivi di sicurezza che comprenderà:

- Controllo elettronico obbligatorio della stabilità (per automobili, autobus ed autocarri) per ridurre il rischio di perdita di stabilità o di ribaltamento.
- Sistemi obbligatori di avviso di uscita di corsia (per autocarri e autobus).
- Sistemi automatici obbligatori di frenaggio di emergenza (per autocarri e autobus).
- Dispositivi obbligatori che ricordano di allacciare la cintura di sicurezza (automobili ed autocarri).
- Limitatori di velocità obbligatori per veicoli commerciali/furgoni leggeri (già obbligatori per gli autocarri).
- Per i veicoli elettrici, la Commissione proporrà un pacchetto di misure concrete che
fisseranno norme tecniche per la sicurezza.

- La Commissione esaminerà la possibilità di estendere l'applicazione di sistemi avanzati di assistenza alla guida, come i sistemi di allarme anticollisione, adattandoli ai veicoli commerciali e/o privati
- Dal 2003 la normativa dell'UE è stata rafforzata al fine di ridurre il rischio di lesioni per gruppi vulnerabili come i pedoni e i ciclisti, ad esempio rendendo obbligatori frontali di veicoli che assorbono l'energia dell'impatto e specchietti anti-angolo morto. Occorrerà esaminare ulteriori interventi tecnologici nel settore.
- La Commissione rafforzerà la legislazione dell'UE sui controlli tecnici al fine di istituire un riconoscimento reciproco di tali controlli, in modo che quelli effettuati in uno Stato membro siano riconosciuti in un altro Stato membro.

5. Promozione dell'uso delle moderne tecnologie per migliorare la sicurezza stradale

- La Commissione proporrà nuove specifiche tecniche, nel quadro della direttiva ITS (direttiva sui sistemi di trasporto intelligenti), in modo da facilitare lo scambio di dati e di informazioni tra veicoli e tra veicoli e infrastruttura (ad esempio, per permettere la trasmissione in tempo reale di informazioni su limiti di velocità, flussi di traffico, congestione, riconoscimento di pedoni).
- La Commissione accelererà l'introduzione del sistema elettronico di chiamata di emergenza (e-Call) e ne studierà l'estensione ai motociclisti, ai veicoli commerciali pesanti e agli autobus

6. Miglioramento dei servizi di emergenza e assistenza post-incidente

La riduzione del numero di feriti sarà un'azione prioritaria molto importante per l'Europa nei prossimi dieci anni. La Commissione definirà gli elementi di

una strategia di azione globale riguardante i feriti della strada e il primo soccorso che comprenderà:

- L'adozione di definizioni comuni delle lesioni gravi e di quelle meno gravi per individuare degli obiettivi al fine di stabilire poi un obiettivo comune a livello UE da inserire negli orientamenti in materia di sicurezza stradale 2010-2020.
- Promuovere lo scambio di buone pratiche tra gli Stati membri sulla risposta del servizio di emergenza agli incidenti, provvedendo altresì ad organizzare in tutta l'UE la raccolta e l'analisi dei dati sui feriti.
- Esaminare il valore aggiunto che comporterebbe la realizzazione e l'installazione, in particolare sui veicoli professionali, di registratori di dati relativi ad eventi incidentali (le cosiddette "scatole nere"), al fine di migliorare le indagini tecniche e l'analisi degli incidenti.

7. Protezione degli utenti vulnerabili della strada

La Commissione concentrerà in particolare la sua attenzione sui motocicli e su altri "veicoli a due ruote a motore" (PTW). Mentre per altri tipi di trasporto su veicoli nel corso del tempo si è registrata una sensibile riduzione delle vittime e dei feriti, per gli utenti di PTW la riduzione è stata molto inferiore o addirittura non c'è stata affatto.

Saranno proposte misure a livello europeo per i veicoli a due ruote a motore al fine di:

- introdurre una serie di misure funzionali per la sicurezza del veicolo, come ad esempio l'obbligo di installare sistemi di frenatura avanzati, sistemi di sicurezza *Automatic Headlamp On* e misure aggiornate contro la manomissione per determinate categorie di PTW (in modo che non possano essere rimossi i limitatori di velocità);

- elaborare norme tecniche sui dispositivi di protezione individuale come gli indumenti e studiare la fattibilità di installare sui motocicli airbag e/o di integrare l'airbag nell'indumento protettivo;
- estendere la normativa UE sulle ispezioni/ controlli tecnici alle motociclette e ad altri veicoli a due ruote a motore (al momento assente).

3.4 Conclusioni

Le proposte del nuovo programma europeo di azione e le modifiche del Codice della Strada, pongono finalmente un accento sul problema della sicurezza dei motociclisti. L'introduzione di nuove tecnologie permette di monitorare ed agire immediatamente per evitare le conseguenze più gravi degli incidenti. Il casco elettronico potrebbe essere un ottimo strumento di sicurezza che però resta, al momento, a discrezione dell'utente. Le soluzioni che tutelano i motociclisti riguardano solamente la sicurezza passiva, infatti nonostante ci si ponga come obiettivo la possibilità di offrire una strada il più sicura possibile, ad oggi non ci sono parametri tecnici o norme funzionali che tengano in considerazione i motociclisti. Sebbene siano state introdotte analisi di sicurezza efficienti come il Road Safety Audit e il Road Safety Review, esaminando le liste di controllo emerge che l'attenzione rivolta ai motociclisti è veramente scarsa, pur essendo utenti deboli.

È dunque importante continuare ad agire in questa direzione aumentando gli sforzi per migliorare la sicurezza degli utenti a due ruote.

Capitolo 4: *Analisi del circuito di Misano*

4.1 Introduzione

Il Misano World Circuit, denominato fino al 2006 “Circuito Internazionale Santa Monica”, è un autodromo di motociclismo che si trova nel comune di Misano Adriatico, in provincia di Rimini. Dal 2007 in questo autodromo si è svolto il campionato mondiale della Superbike, il Gran Premio di San Marino e della Riviera di Rimini del Motomondiale [30].

L'autodromo è stato progettato nel 1969 dall'ingegnere Cavazzuti con la supervisione, nella fase di realizzazione, di Enzo Ferrari. Nel 1970 iniziarono i lavori e già nel 1972, precisamente il 4 agosto, l'autodromo venne collaudato avendo un ottimo riscontro da parte dei giornali dell'epoca. Tra il 1980 e il 1993 il circuito ha ospitato Gran Premi motociclistici validi inizialmente come Gran Premi motociclistici delle Nazioni, mentre dal 1985 al 1987 “di San Marino” e come Gran Premio motociclistico d'Italia [31]. Nel corso degli anni l'impianto ha subito numerosi interventi di ampliamento e di ammodernamento. L'autodromo di Santamonica è anche l'unico tra quelli italiani ad essere illuminato anche di notte per ospitare gare come la “6 ore Misano notturna”. Inoltre, dal 2007, si svolge annualmente una tappa del motomondiale, il Gran Premio di San Marino, per il quale il circuito è stato modificato e rimesso a nuovo, cambiando qualche curva e invertendo il senso di marcia. Si gira infatti in senso orario per una lunghezza complessiva di 4226 metri. Ospita oggi fino a 60.000 persone, distribuite su diverse tribune, alcune delle quali sono coperte, sul prato e sui posti VIP affacciati sulla griglia di partenza.

Dopo la scomparsa di Marco Simoncelli, su suggerimento dei tifosi, l'amministrazione di Santamonica ha deciso di associare il nome del circuito di Misano a quello del pilota romagnolo.

Il seguente capitolo è incentrato sull'analisi del circuito di Santamonica. Saranno presi in considerazione gli aspetti tecnici riguardanti il tracciato, gli elementi che si trovano oltre il margine della pista e i dispositivi di protezione, in relazione alle disposizioni e ai criteri di omologazione richiesti dalla FIM. Verrà inoltre fatta un'analisi dell'evoluzione geometrica in base alle modifiche che il circuito ha subito negli anni.

4.2 Caratteristiche geometriche del circuito

Attualmente il circuito di Misano (Figura 4.1) si sviluppa per una lunghezza complessiva di 4226 metri. Il senso di marcia dal 2007 è orario e la pista è composta di 10 curve a destra e 5 a sinistra. La larghezza della pista è 12 metri ad esclusione del rettilineo di partenza che è largo 14 metri [31]. La massima pendenza trasversale è del 5% mentre quella longitudinale massima è del 1.91%.



Figura 4.1: Pianta del circuito

La pista rientra nei parametri di omologazione FIM. Infatti la lunghezza deve essere compresa tra 1.5 e 10 km. La larghezza minima di una pista è di 9 m. Se la pista si allarga o si restringe la variazione di larghezza deve avvenire in maniera graduale nella proporzione di: 1 m ogni 20 m per gli allargamenti; 1 m ogni 40 m per i restringimenti. Le pendenze longitudinali massime ammesse sono: 15 % in salita 10 % in discesa. La pendenza in curva è invece unilaterale ed è funzione del raggio di curvatura con un valore massimo del 10%.

4.2.1 Rettilinei

Secondo il regolamento la linea di partenza deve trovarsi su un rettilineo di lunghezza minima 250 metri e ad almeno 200 metri dalla prima curva. Il rettilineo dei box è lungo oltre 500 metri (Figura 4.2), mentre la larghezza della sezione trasversale è 14 metri [32].

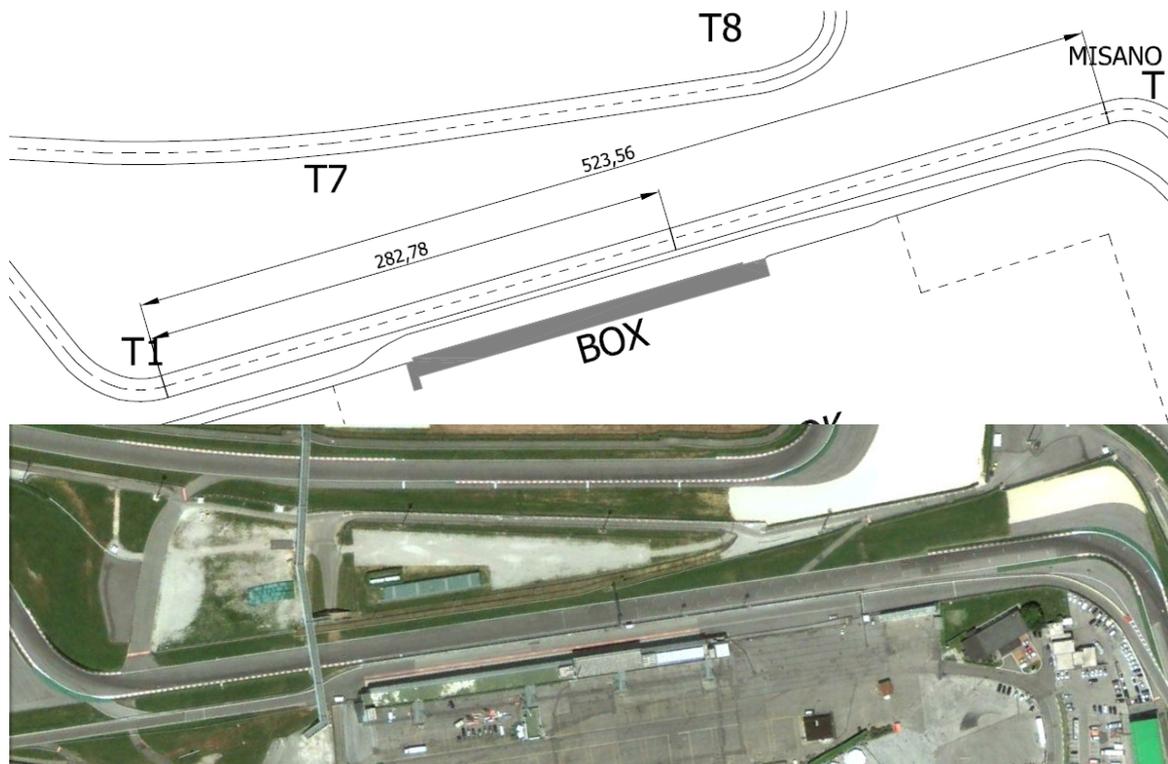


Figura 4.2: Rettilineo dei box (autocad-satellite)

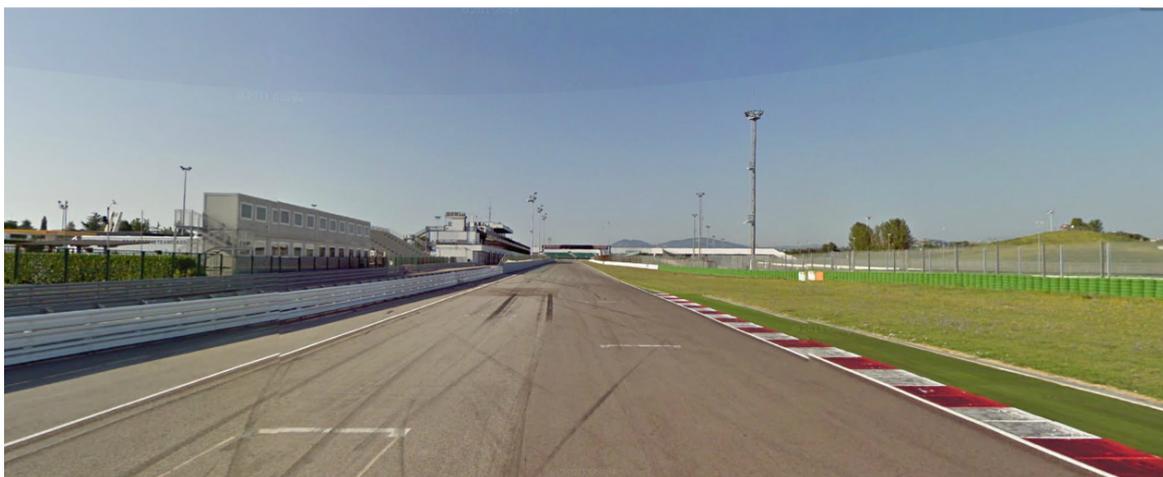


Figura 4.3: Rettilineo dei box (vista trasversale)

I tratti che consentono di raggiungere le velocità maggiori sono:

- Il rettilineo dopo la curva 6;



Figura 4.4: Rettilineo opposto a quello dei box

- Il rettilineo tra il Tramonto (curva 8) e il Curvone (curva 9).



Figura 4.5: Rettilineo tra le curve 8 e 9

4.2.2 Curve

Il circuito comprende 10 curve a destra e 5 a sinistra. Poiché il rettilineo opposto a quello dei box devia leggermente a sinistra viene considerato a livello geometrico una curva, di conseguenza le curve sono in totale 16.

Le curve si presentano in quest'ordine:

- T1: curva destrorsa a raggio variabile ($R_1 = 48.636$ m, $R_2 = 55.045$ m) di lunghezza 60 metri



Figura 4.5: Curva T1

- T2: curva sinistrorsa a raggio costante ($R = 36.348$ m) di lunghezza 48.50 metri



Figura 4.6: Curva T2

- T3: curva destrorsa a raggio variabile ($R_1=58.78$ m, $R_2=154.756$ m) di lunghezza 149.66 metri



Figura 4.7: Curva T3

- T4: curva destrorsa a raggio costante ($R=25.972$ m) di lunghezza 43.76 metri



Figura 4.8: Curva T4

- T5: curva destrorsa a raggio costante ($R=26.245$ m) di lunghezza 70 metri



Figura 4.9: Curva T5

- T6: curva sinistrorsa a raggio costante ($R=39.311$ m) di lunghezza 126.49 metri



Figura 4.10: Curva T6

- T5: curva destrorsa a raggio costante ($R=1036.56$ m) di lunghezza 158.60 metri. È più simile ad un rettilineo che ad una curva ma, poiché l'asse subisce una variazione nel piano longitudinale, è da considerarsi come tale.



Figura 4.11: Curva T7

- T8: curva sinistrorsa a raggio variabile ($R1=37.83$ m, $R2=37.81$) di lunghezza 181.12 metri

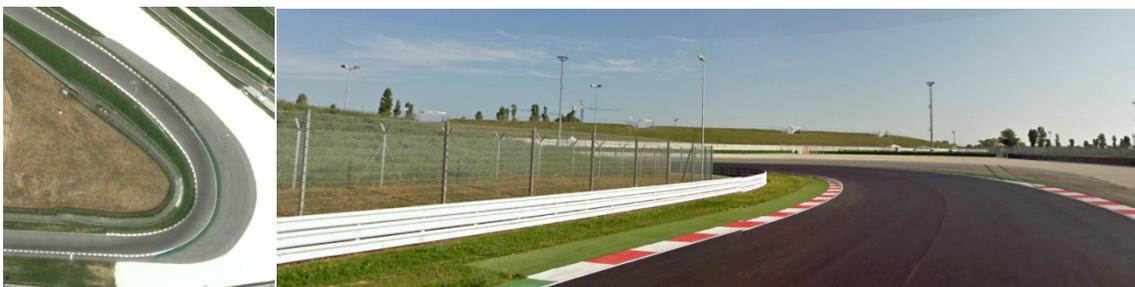


Figura 4.12: Curva T8

- T9: curva destrorsa a raggio costante ($R=505.922$ m) di lunghezza 146.93 metri



Figura 4.13: Curva T9

- T10: curva destrorsa a raggio variabile ($R_1=38.133$ m, $R_2=60.956$ m) di lunghezza 139.28 metri



Figura 4.12: Curva T10

- T11: curva destrorsa a raggio costante ($R=111.991$ m) di lunghezza 65.47 metri



Figura 4.13: Curva T11

- T12: curva destrorsa a raggio costante ($R=141.506$) di lunghezza 82.50 metri



Figura 4.14: Curva T12

- T13: curva sinistrorsa a raggio costante ($R=53.817$ m) di lunghezza 44.62 metri



Figura 4.15: Curva T13

- T14: curva destrorsa a raggio variabile ($R1=37.568$ m, $R2=27.995$ m) di lunghezza 73 metri



Figura 4.16: Curva T14

- T15: curva sinistrorsa a raggio costante ($R=49.049$ m) di lunghezza 48.24 metri



Figura 4.17: Curva T15

- T16: curva sinistrorsa a raggio costante ($R=40.886$ m) di lunghezza 53.41 metri



Figura 4.18: Curva T16

Le pendenza trasversale delle curve varia tra 0 e 5% in conformità alle direttive della FIM. Le curve con pendenza maggiore sono quelle a raggio minore: T4, T5, T6, T8, T14 e T16.

4.2.3 Cordoli

I cordoli sono quegli elementi di margine che delimitano le curve. Sono posizionati esternamente in entrata e in uscita, internamente a centro curva per consentire al pilota di seguire la traiettoria ideale. I cordoli di Misano sono costruiti secondo i criteri dettati dalla Federazione Internazionale [32] e

si compongono di lastre di conglomerato cementizio di dimensione 80 x 100 cm (Figura 4.19).

Le lastre sono affiancate ad una distanza di 25 mm con lo spigolo esterno opposto al senso di marcia ribassato di 25 mm. Il cordolo inizia e termina con un triangolo in cemento di base 12 m e altezza 1 m, il lato lungo della piastra. L'alternanza dei colori permette al pilota di percepire meglio lo spazio che sta percorrendo.

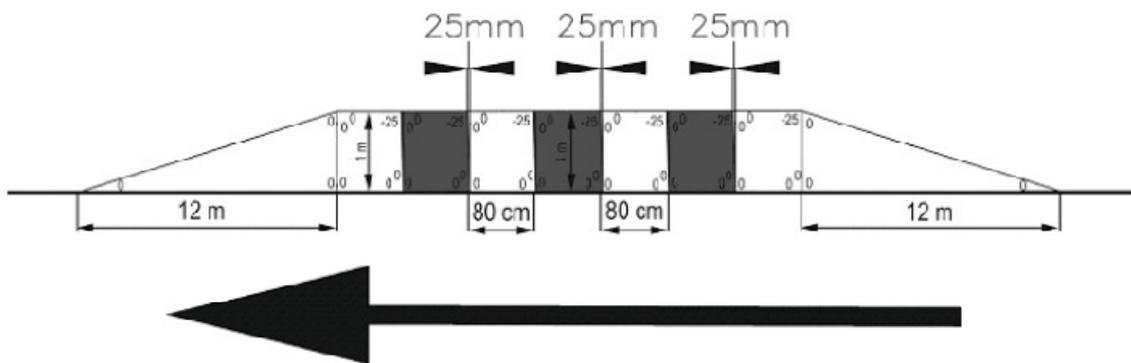


Figura 4.19: Cordolo FIM



Figura 4.20: Cordolo Misano

4.3 Banchine e vie di fuga

Le banchine e, all'esterno delle curve, le vie di fuga costituiscono le parti esterne del profilo trasversale della pista [32]. Contribuiscono ad aumentare la sicurezza poiché migliorano la visibilità e l'utilizzazione della pista su tutta la sua larghezza. La larghezza minima delle banchine è di 1,5 m. Tale valore può essere ridotto ad 1 m nei rettilinei in cui la traiettoria di percorrenza ideale della pista non sia tangente al bordo della pista sul lato dove viene effettuata la riduzione.

Le banchine e le vie di fuga devono essere libere da qualsiasi detrito o pietre e devono essere possibilmente seminate ad erba. Il limite della banchina verso la pista deve avere la stessa quota del bordo pista (o del cordolo) e la sua superficie deve essere il più possibile piana. Le banchine presenti sul tracciato sono prevalentemente in erba sintetica e si trovano all'interno della curva tra il cordolo e l'erba, o all'esterno tra il cordolo e la via di fuga. L'esterno della curva è sicuramente il posto più pericoloso in cui collocare l'erba sintetica perché questa ha un'aderenza inferiore all'asfalto; come conseguenza si ha che il pilota che transita sull'erba sintetica rischia di perdere il controllo della moto e rientrare nella traiettoria degli altri piloti.



Figura 4.21: Disposizione dell'erba sintetica

Il circuito di Misano è dotato di ampie vie di fuga, in prossimità delle curve con forti decelerazioni si trovano quelle con area maggiore per permettere al pilota di rallentare senza colpire le barriere. All'esterno del cordolo sono installate in ordine le vie di fuga in cemento e i letti di ghiaia.



Figura 4.22: Disposizione vie di fuga (Tramonto)

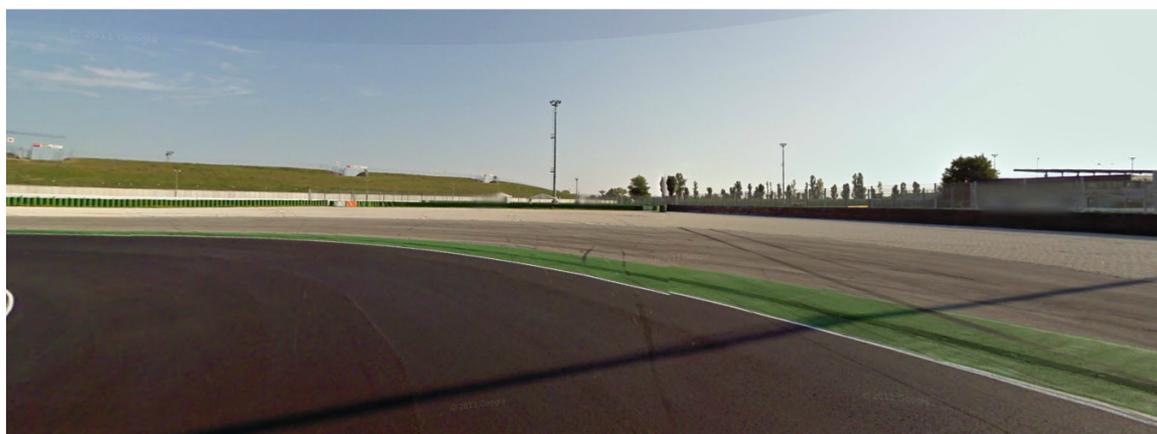


Figura 4.23: Via di fuga curva 8 (Quercia)

La superficie dei letti di ghiaia deve essere completamente piatta senza ondulazioni e complanare con il resto dell'area costituente la zona di fuga. Per mantenere l'efficacia del letto di ghiaia, esso deve essere arato e successivamente livellato prima di ogni manifestazione e comunque quando

superi un certo grado di compattamento. La ghiaia deve essere a grani tondi e scevra di pietre. Tra il bordo della pista ed il letto di ghiaia è buona norma lasciare una banchina della larghezza di almeno 1 m per evitare che la ghiaia invada la pista.



Figura 4.24: Stesura complanare del letto di ghiaia

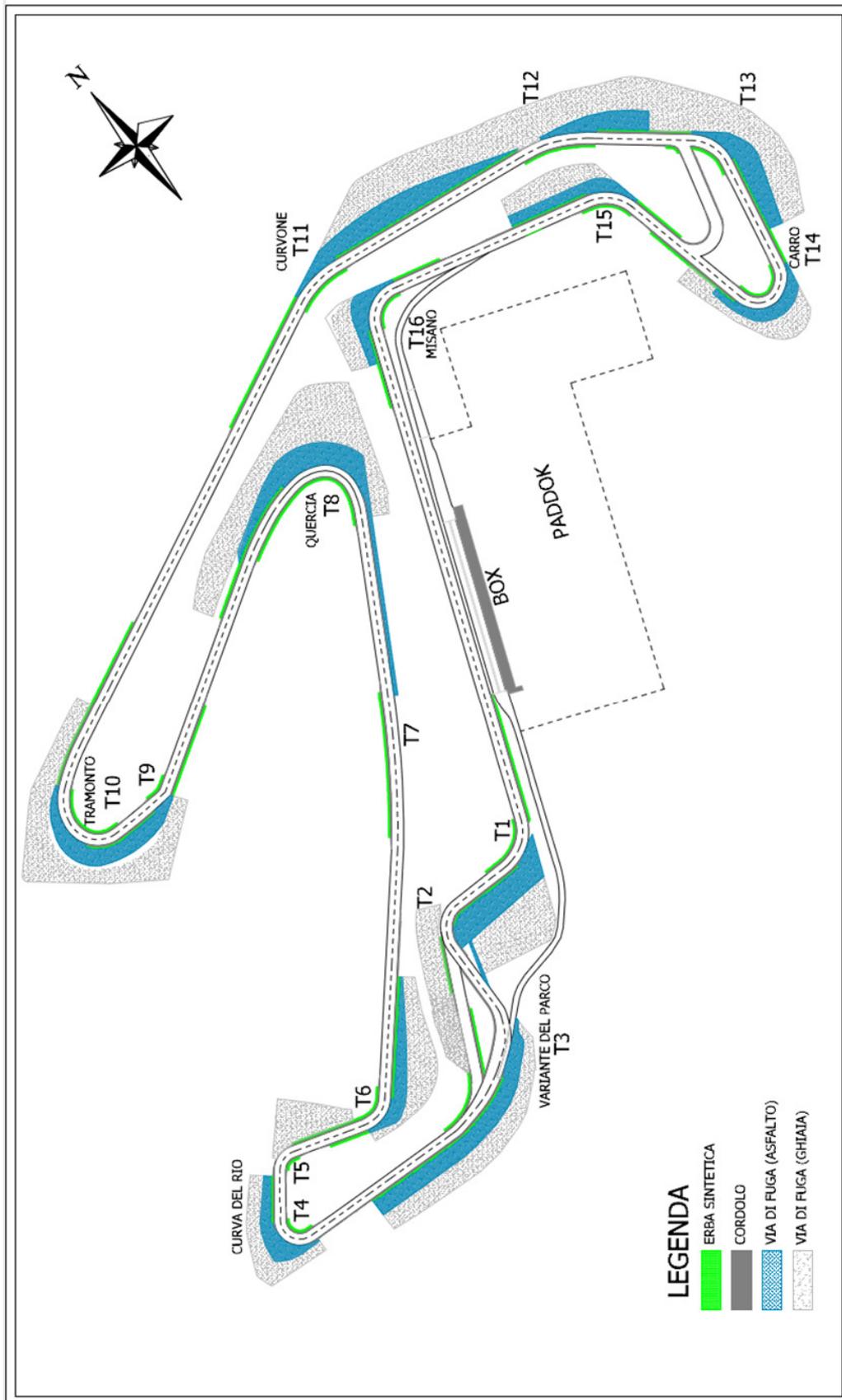


Tavola 4.1: Disposizione degli elementi marginali nel circuito

4.4 Barriere di protezione

Le opere accessorie di protezione devono essere usate permanentemente o provvisoriamente a protezione di ostacoli che per la loro rigidità possono costituire un pericolo per i piloti che fuoriescono dalla pista [32]. Esse devono essere poste in opera direttamente contro l'ostacolo rigido senza spazio tra di gli elementi costitutivi la barriera di protezione e tra la barriera e l'ostacolo da proteggere. Deve essere disponibile ad ogni evento non solo la quantità di materiale sufficiente a coprire tutti gli ostacoli presenti ma anche uno stock di sistemi del Tipo C in grado di coprire almeno 100 m di ostacolo.

Sono omologati i seguenti sistemi:

TIPO A) Airfence Type IS, Airfence Type IIS, Airfence Bike, Alpina Air-Module, Alpina Air-Module AA, Alpina Superdefender, Alpina Superdefender 2, PKS Modelle 1 Recticel Safeguard Barrier 1, Recticel Safeguard RR, Bridgestone Module 1000 e 1300, SPM AirPADS, SPM Energy Absorber Type A, Trackcare Inflatable Barrier, Trackcare Hi-Lite;

TIPO B) Airfence Type I, Airfence Bike B Alpina Defender Barrier, Recticel Safeguard Barrier 2;

TIPO C) Balle di paglia inserite in involucro resistente al fuoco, Alpina Synthetic Bales, Filling Italian Protection System (ONDA 27/33 E 20/26), PKS Modelle 5, Balle di schiuma sintetica omologate, Recticel Safeguard Barrier 3 e 4, Trackcare Barrier;

TIPO D) Barriere di pneumatici coperti con una nastro di collegamento;

TIPO E) Barriere di pneumatici.

Il sistema di protezione utilizzato all'interno del circuito è la barriera di pneumatici, disposta su due o quattro file, in base alla pericolosità del tratto da coprire. Le gomme sono disposte in modo tale da coprire i muri e i guardrail che delimitano il perimetro del circuito. I punti del tracciato in cui le gomme di protezione sono disposte su quattro file sono: quelli dove si registra una velocità molto maggiore della media (T11, T12), quelli dove le vie di fuga non sono ampie (T3, T4, T10). I tratti restanti sono coperti con barriere di gomme su due file perché le vie di fuga sono molto estese (T1 – Figura 4.25, T8 – Figura 4.26) o la velocità di percorrenza è molto bassa (T14, T16 – Figura 4.29).



Figura 4.25: Guardrail e barriera di gomme curva 1 (vista corsia dei box)



Figura 4.26: Particolare barriere alla Quercia



Figura 4.27: Disposizione barriere alla Quercia



Figura 4.28: Guardrail e barriere



Figura 4.29: Particolare barriere alla curva Misano

4.5 Segnaletica

4.5.1 Pannelli di Distanza

Le curve sono segnalate da pannelli (Figura 4.30) posti ad intervalli di 50 m a partire dall'inizio della curva geometrica indietro fino al di là del punto di decelerazione. Le dimensioni minime devono essere 55 x 156 cm per i pannelli verticali e 160 x 64 cm per i pannelli orizzontali come prescritto dalla FIM [32]. Le dimensioni minime delle cifre devono essere 30 x 40 cm e dovranno essere di colore nero o blu scuro su fondo bianco. I pannelli devono essere visibili per i piloti che si trovino ad almeno 100 m dai pannelli stessi e da qualsiasi punto della pista essi si trovino. Qualora i pannelli vengano installati davanti alla prima linea di protezione, essi dovranno essere realizzati con materiali estremamente morbidi e non infiammabili, ad esempio il poliestere.

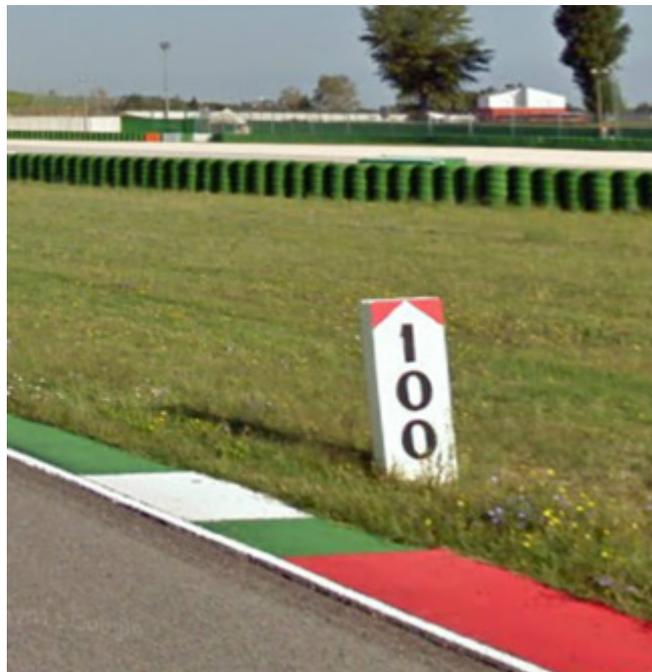


Figura 4.30: Segnaletica verticale

4.5.2 Luci di segnalazione

Le luci di segnalazione sono posizionate lungo il tracciato in modo tale da essere ben visibili e, per evitare i riflessi del sole, sono coperte nella parte superiore [32]. Il semaforo di partenza prevede tre luci: verde, rossa e gialla. Le luci di segnalazione poste sulla corsia di uscita dai box sono di colore rosso, verde e blu lampeggiante; esse regolano l'ingresso in pista dei motocicli.

4.5.3 Segnaletica Orizzontale

I bordi della pista (Figura 4.31) sono chiaramente indicati con una linea continua di pittura bianca della larghezza di 10-15 cm lungo tutto il tracciato con l'eccezione della corsia di ingresso ed uscita dai box nei quali la striscia è tratteggiata. Le strisce direzionali lungo l'asse della pista sono vietate. La vernice che viene utilizzata per la delimitazione del bordo pista, la griglia di partenza ed ogni altra segnalazione sull'asfalto è di tipo antiderapante omologato [32]. Attualmente sono omologati i seguenti tipi di vernici antiderapanti:

- LUMBURGER LACKFABRIK – Limboroute LW 48;
- SAR – Agripp Trophy;
- VERNICE AUTODROMO – 85500502;
- KYALAMI SUPERPAINT FUCD 02/10 – Kyalami superpaint thflps.



Figura 4.31: Segnaletica orizzontale con vernice antiderapante



Figura 4.32: Segnaletica orizzontale con vernice antiderapante

4.5.4 Ingressi in pista

Le interruzioni nella prima linea di protezione che vengono realizzate per permettere l'ingresso in pista ai mezzi di soccorso e ai commissari sono segnalate mediante la colorazione in verde a strisce oblique bianche della parte terminale della barriera che precede l'accesso per una lunghezza di almeno 2 m o con un segno di colore arancione fluorescente dipinto sulla prima linea di protezione o sulle protezioni aggiuntive (Figura 4.33) [32].



Figura 4.33: Ingresso soccorsi

4.6 Evoluzione della geometria del circuito

4.6.1 Circuito dal 1972 al 1992

Il primo progetto di Santamonica risale al Marzo del 1969, il circuito è di tipo stradale permanente per gare automobilistiche e motociclistiche. Sono previste quattro possibili configurazioni e la lunghezza della pista variava tra 3955 e 1955 metri di lunghezza [33]. Dopo la presentazione del progetto originale si discute a lungo perché il tracciato sembra poco adatto alle gare automobilistiche. Successivamente vengono comprati altri terreni e il 16 giugno 1969 viene presentato un progetto completamente rinnovato ad opera dell'ingegnere Piero Taruffi [34]. Il senso del circuito è antiorario e si sviluppa per una lunghezza di 2500 metri, ma l'aspetto di alcune curve è ancora da definire con precisione. Il progetto definitivo è proposto dall'ingegner Cavazzuti nell'aprile del 1970, la configurazione è ormai quella definitiva, l'unica differenza rispetto al circuito è nella lunghezza leggermente ridotta (3333 m) [35]. I lavori di costruzione iniziano nel novembre 1970 con la speranza di poter inaugurare il tracciato entro sei o sette mesi, mentre in realtà è stato aperto circa un anno dopo. Il circuito (Tavola 4.3) viene inaugurato il 6 agosto 1972. La lunghezza totale è 3488 metri e i punti caratteristici sono Esse / Esse Misano; Curva del Carro / Curva Cattolica; Curvone / Curva Bellaria; Curva Tramonto / Curva Cesenatico; Curva Quercia / Curva Riccione; Curva Brutapela / Curva Rimini. Nell'autunno del 1983 cambiano i nomi delle curve per far promozione ai paesi della Riviera Romagnola. Sparisce quindi il nome "Curva Brutapela", dal soprannome del contadino che aveva il campo da quelle parti. Nel 1984 è ufficialmente proposto per la prima volta di allungare la pista, ma le chiacchiere e i progetti si trascinano per anni. All'inizio del 1990 la Esse Misano (subito dopo il traguardo) viene sostituita da un ampio curvone e vengono rifatti i box. Nel marzo 1984 viene presentato il progetto di allungamento della pista fino a circa 4,5 km. È

inoltre previsto il rifacimento di box e paddock, nonché, della strada di accesso al circuito e la costruzione di nuove tribune. L'obiettivo è quello di ospitare un GP di F.1, in sostituzione o in aggiunta dei due già ospitati a Imola e Monza, ma mai raggiunto. Nella primavera del 1986 viene riproposto di allungare la pista di 750 metri, l'inaugurazione è prevista per l'autunno 1986. Il progetto è ripresentato nell'agosto del 1989 con l'aspettativa di una nuova inaugurazione nella primavera del 1990, i lavori iniziano ma si concludono solo nel 1993 [30].

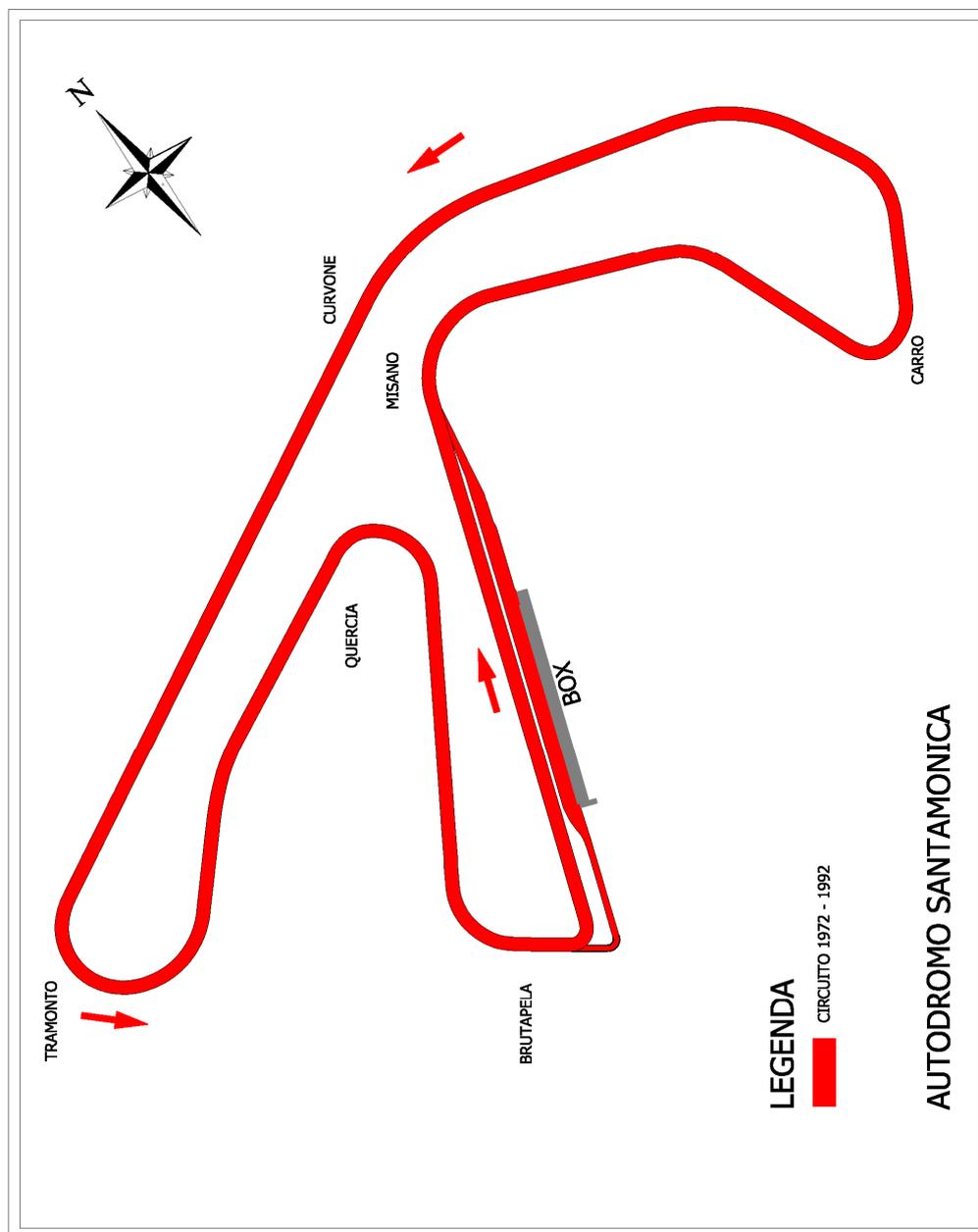


Tavola 4.3: Circuito 1972 – 1992

4.6.2 Modifiche del 1993

Nel 1993 finalmente viene inaugurata la nuova configurazione più lunga (Figura 4.34), praticamente identica alla proposta del 1986. Il nuovo progetto prevede l'allungamento del circuito, rispettando il senso antiorario, con l'introduzione di nuove curve (la Variante Arena, la curva del Rio e la Variante del parco), per una lunghezza complessiva di 4060 metri [30].

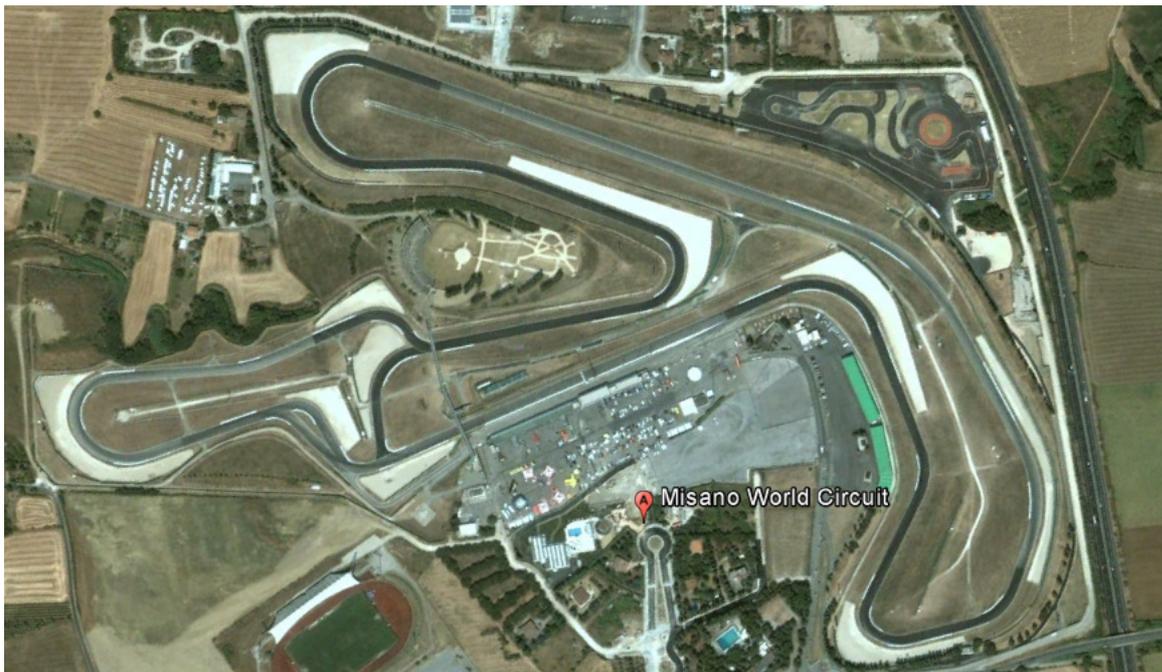


Figura 4.34: Pianta circuito 1993

Le vie di fuga restano inalterate e ne vengono introdotte nuove nei tratti aggiuntivi, è quindi possibile utilizzare il circuito sia nella versione corta (precedente al 1993) che in quella lunga.

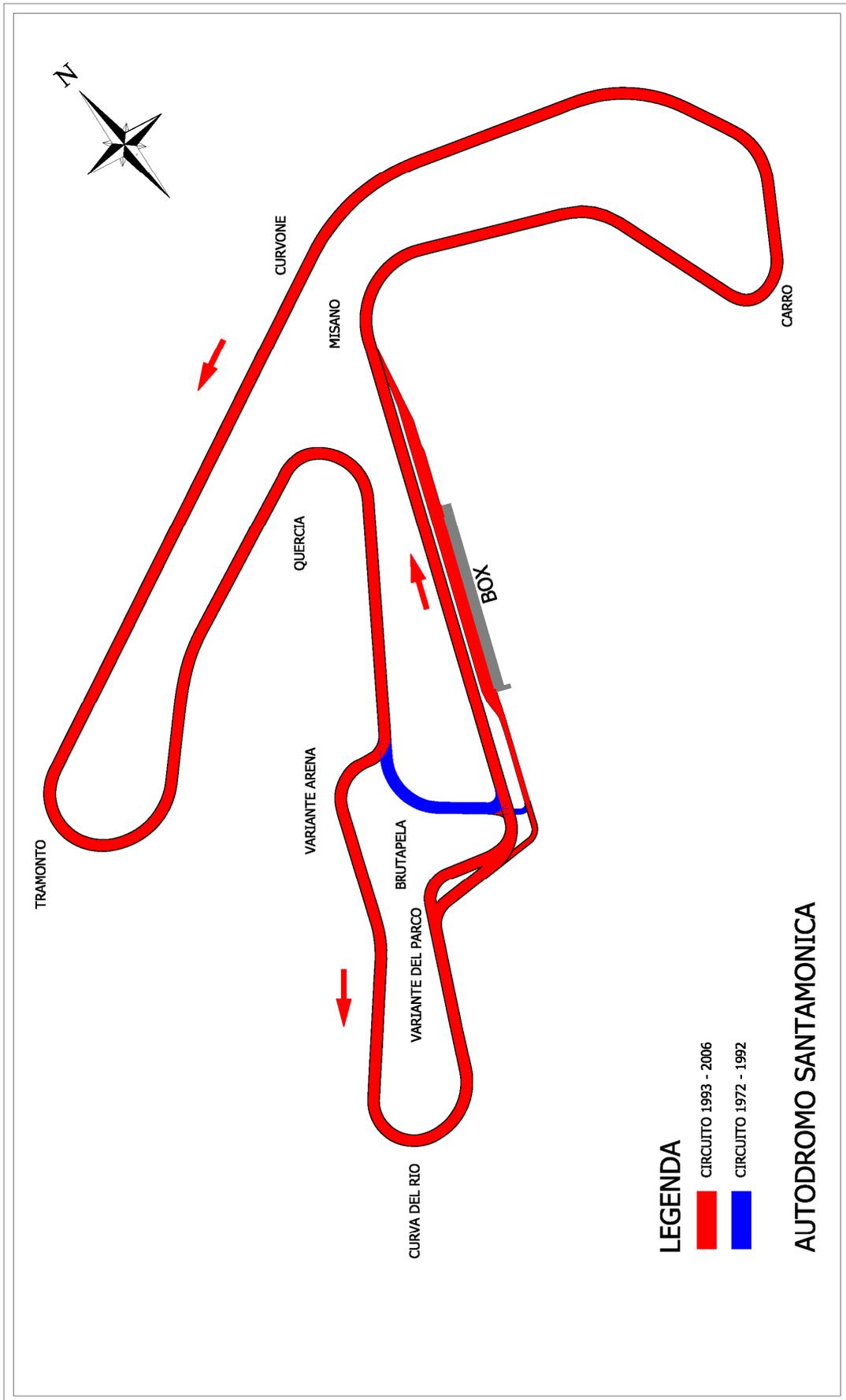


Tavola 4.4: Modifiche del 1993

4.6.3 Modifiche del 2006

All'inizio del 2006 è stato presentato un progetto di rinnovamento del circuito. L'obiettivo è quello di riottenere una gara MotoGP (assente dal 1993), come GP San Marino. Per adeguare le vie di fuga è necessario invertire il senso di marcia, rifare le Curve del Rio, Quercia, Carro e il Curvone [36]. Sparisce la via di fuga alla fine del rettilineo lato box e viene modificata la corsia d'uscita, aumenta anche notevolmente l'area del letto di ghiaia alla Variante del Parco (Figura 4.35).



Figura 4.35: Modifiche alla Variante del Parco

La curva del Rio viene completamente ridisegnata con ampie vie di fuga e vengono introdotte tre nuove curve (Figura 4.36).



Figura 4.36: Modifiche alla curva del Rio

Scompare la Variante Arena e le relative vie di fughe che vengono sostituite da una curva ad ampissimo raggio. La curve della Quercia e del Tramonto vengono ridotte in modo tale da ampliare considerevolmente le vie di fuga (Figura 4.37).



Figura 4.37: Modifiche alla Quercia e al Tramonto

Il rettilo dopo il Curvone viene allontanato dagli spalti di circa 30 metri e viene predisposta una via di fuga molto ampia. Vengono ridotte anche le curve del Carro e di Misano e modificate le vie di fuga a causa della variazione del senso di marcia (Figura 4.38). La lunghezza complessiva del tracciato diventa 4180 metri.



Figura 4.38: Modifiche al Curvone, al Carro e alla Curva Misano

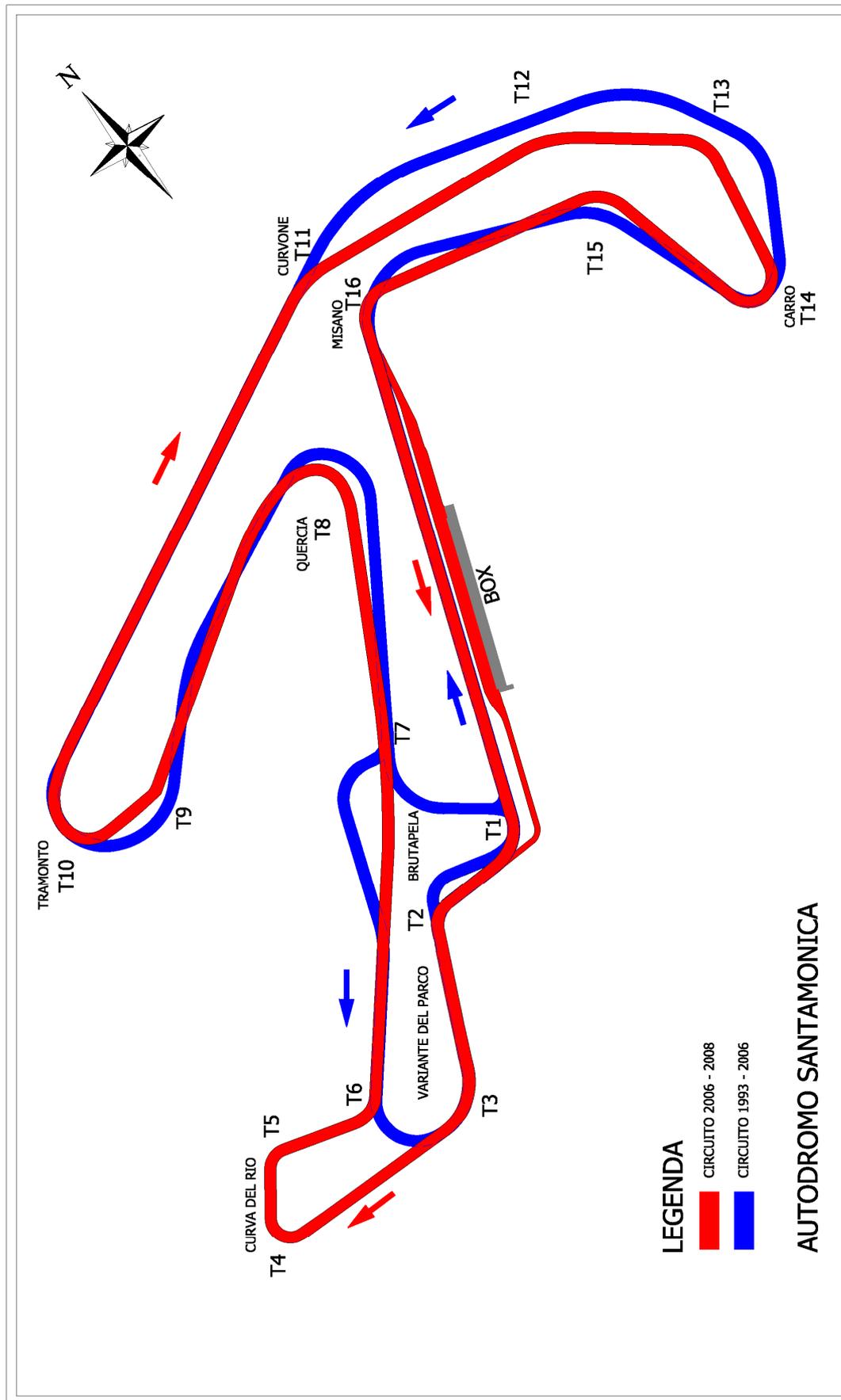


Tavola 4.5: Modifiche del 2006

4.6.4 Modifiche del 2008

Nel 2007 il circuito cambia nome e diventa “Misano World Circuit”. All'inizio del 2008 viene realizzata una nuova corsia di uscita dai box, lunga circa 250 metri e che si estende parallelamente alla pista subito dopo la prima curva del Rio e quindi un nuovo ingresso in pista. I lavori hanno richiesto una modifica della Variante del Parco, ora più accentuata (Figura 4.39) [37]. Attualmente il circuito misura 4226 metri e con quest'ultima modifica il circuito diventa ancor più spettacolare, poiché la chicane inserita aggiunge un nuovo punto di sorpasso per auto e moto.



Figura 4.39: Modifiche alla corsia dei box e alla Variante del Parco

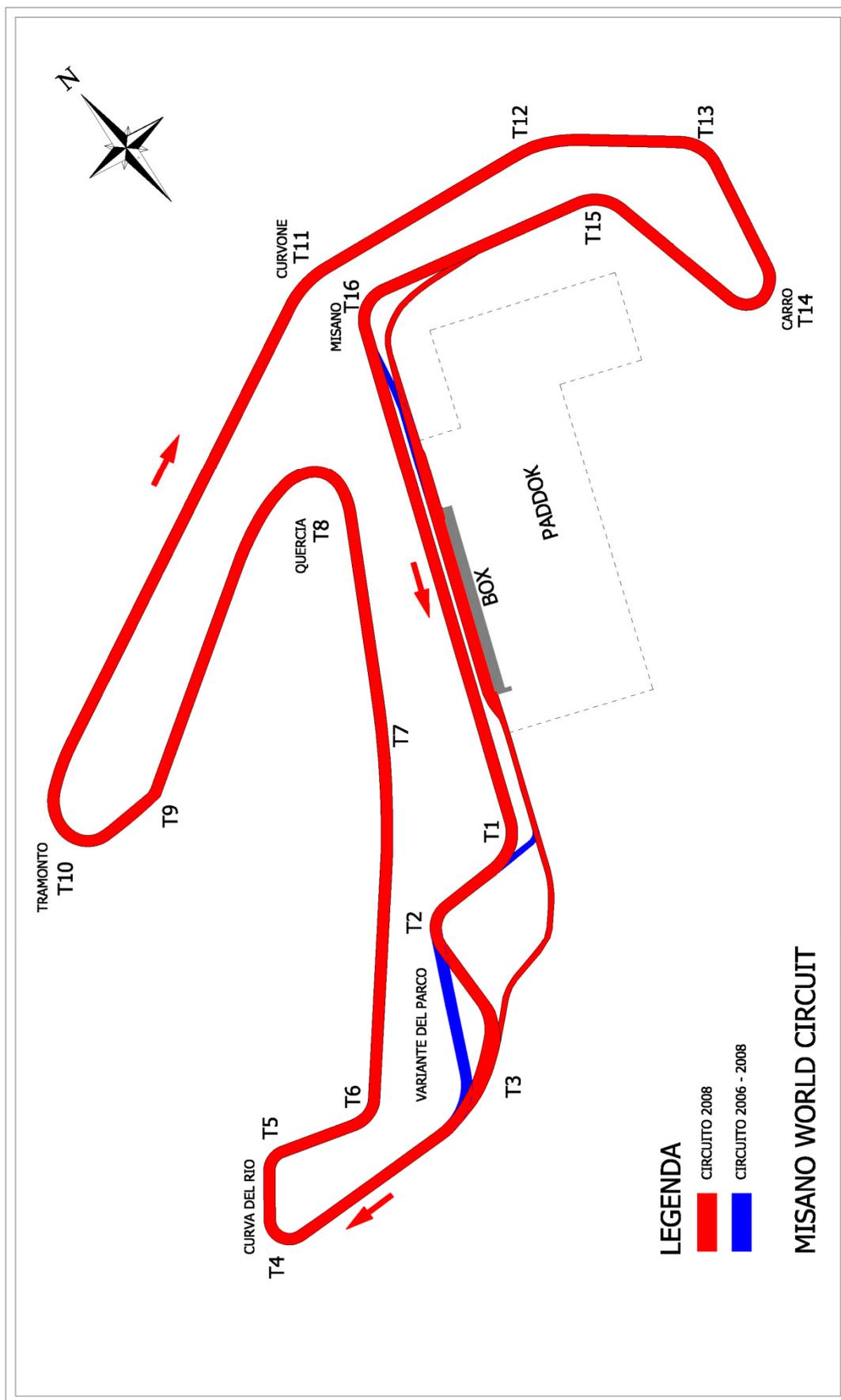


Tavola 4.6: Modifiche del 2008

4.7 Conclusioni

Il circuito di Misano si sviluppa per un massimo di 4226 metri con una geometria variegata tra curve e varianti con 14 cambi di direzione, è quindi un tracciato molto tecnico e allo stesso tempo veloce per la presenza dei tre rettilinei. I dispositivi di sicurezza sono costituite da barriere di gomme a protezione dei guardrail e dei muri che delimitano il perimetro dell'impianto. Gli elementi di margine permettono al pilota il recupero, in caso di errore, in sicurezza, infatti le vie di fuga e i letti di ghiaia sono molto ampi. L'unico pericolo per la sicurezza è costituito dall'erba sintetica in entrata all'esterno della curva (es. Curvone), che viene appunto installata per non permettere ai piloti di utilizzare la pista oltre il cordolo. La segnaletica invece, sia verticale sia orizzontale, è posta in modo tale da essere vista in condizioni di alta velocità o di piega e da non costituire un pericolo per il pilota in condizioni non ottimali (vernici antiderapanti).

Il circuito ha subito diversi interventi geometrici negli anni che hanno permesso l'aumento dello spettacolo ma anche della sicurezza; questo è testimoniato dall'ampliamento delle vie di fuga e dal distanziamento della pista dal muro di protezione. Nel prossimo capitolo sarà analizzata l'incidentalità in funzione delle variazioni geometriche del tracciato.

Capitolo 5: *Analisi dei dati e modello di incidentalità*

5.1 Introduzione

Nel seguente capitolo verranno trattati gli aspetti che riguardano la velocità e l'incidentalità nel circuito di Misano, al fine di elaborare un modello che possa correlare la geometria della pista con le cadute dei piloti.

La prima analisi è incentrata sulle velocità, in particolare sulle differenze di velocità, che si registrano punto per punto con l'ausilio di diversi software per il rilievo e lo studio della telemetria. Con questi dati verranno poi tracciati i diagrammi delle velocità delle moto a disposizione, per capire quali siano i punti caratteristici del circuito. Successivamente verranno presentati i numeri riguardanti gli incidenti, forniti dal centro medico dell'autodromo con i relativi codici di gravità, nel periodo 2005-2006 (vecchia geometria) e 2007-2011 (nuova geometria).

L'obiettivo di questo studio sarà quindi legare i parametri della pista (geometria e ΔV) all'incidentalità, costruendo un modello che possa essere applicato anche ad altri tracciati.

5.2 Analisi delle velocità

Dopo aver valutato la geometria del circuito si è cercato di capire quali potevano essere le velocità di percorrenza del tracciato e la variazioni di velocità nelle curve. Questo è stato possibile mediante l'utilizzo di alcuni programmi di telemetria e di alcuni dati telemetrici in formato Excel. Il materiale a disposizione riguarda una Yamaha R6 600SS, due diverse Honda CBR 1000RR e un'Aprilia RSV 1000. Sulla base di questi dati sono stati costruiti i relativi diagrammi delle velocità che hanno permesso di evidenziare i tratti della pista in cui il pilota è soggetto ad accelerazioni o decelerazioni più o meno pronunciate.

Il primo diagramma è stato costruito sfruttando il software per l'analisi della telemetria *SpeedFix PC* (Figura 5.1) e riguarda una Yamaha con un motore 600 [38]. Il rilievo è avvenuto in condizioni di asciutto.

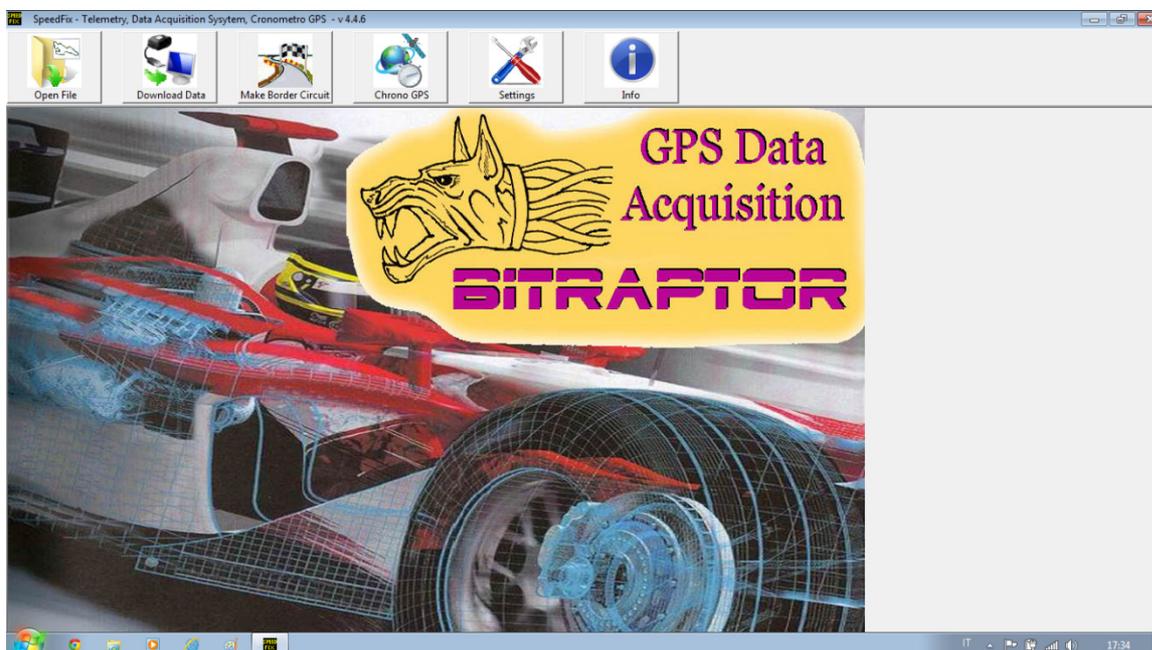


Figura 5.1: Software SpeedFix PC [42]

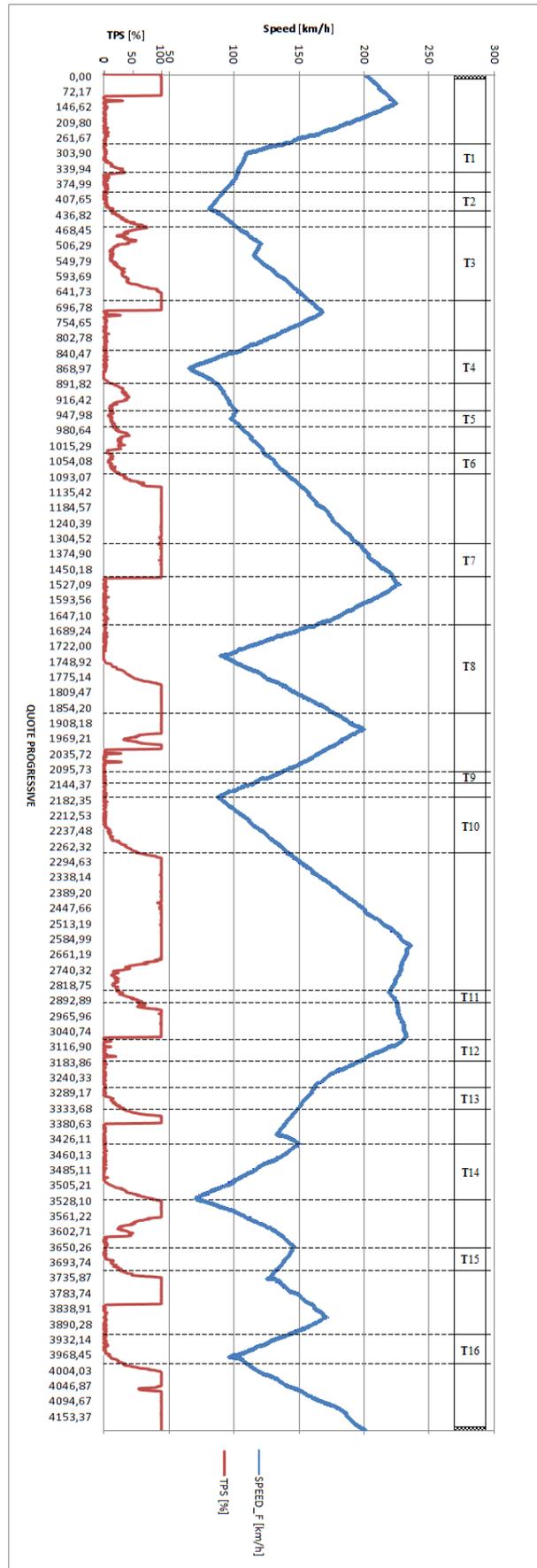


Diagramma 5.1: Diagramma della velocità Yamaha R6 600SS [38]

Nel diagramma sono riportati i valori puntuali della velocità e l'apertura del gas in ordinata e le quote progressive in ascissa. Si è dunque ricavato la velocità di approccio e di percorrenza delle singole curve e le relative variazioni. I valori sono riportati nella tabella 5.1:

Curva	Vel. Approccio [Km/h]	Vel. Percorrenza [Km/h]	ΔV [Km/h]
T1	227	109	118
T2	110	82	28
T3	121	114	7
T4	168	67	101
T5	101	97	4
T6	114	114	0
T8	231	89	142
T9	202	148	54
T10	148	87	61
T11	237	221	16
T12	232	204	28
T13	204	135	69
T14	150	71	79
T15	146	129	17
T16	165	98	67

Tabella 5.1: ΔV curve Yamaha 600SS

Il diagramma delle velocità e la tabella 5.1 hanno messo in evidenza che le curve in cui i piloti sono soggetti a staccate più violente e quindi esposti ad un rischio maggiore di caduta, sono la T1 subito dopo il rettilineo, la prima del Rio (T4), la curva della Quercia (T8) e la curva del Carro (T14). La velocità di approccio più alta si registra invece alla curva T11 (Curvone).

La seconda moto presa in esame è una Honda CBR 1000RR in configurazione superbike, il giro è stato effettuato in condizioni di bagnato in gara. I dati della telemetria sono stati elaborati con il software *RS2Analysis* (Figura 5.2), il quale ha prodotto istantaneamente un diagramma delle velocità e ha permesso di calcolare più agevolmente i ΔV nelle curve.

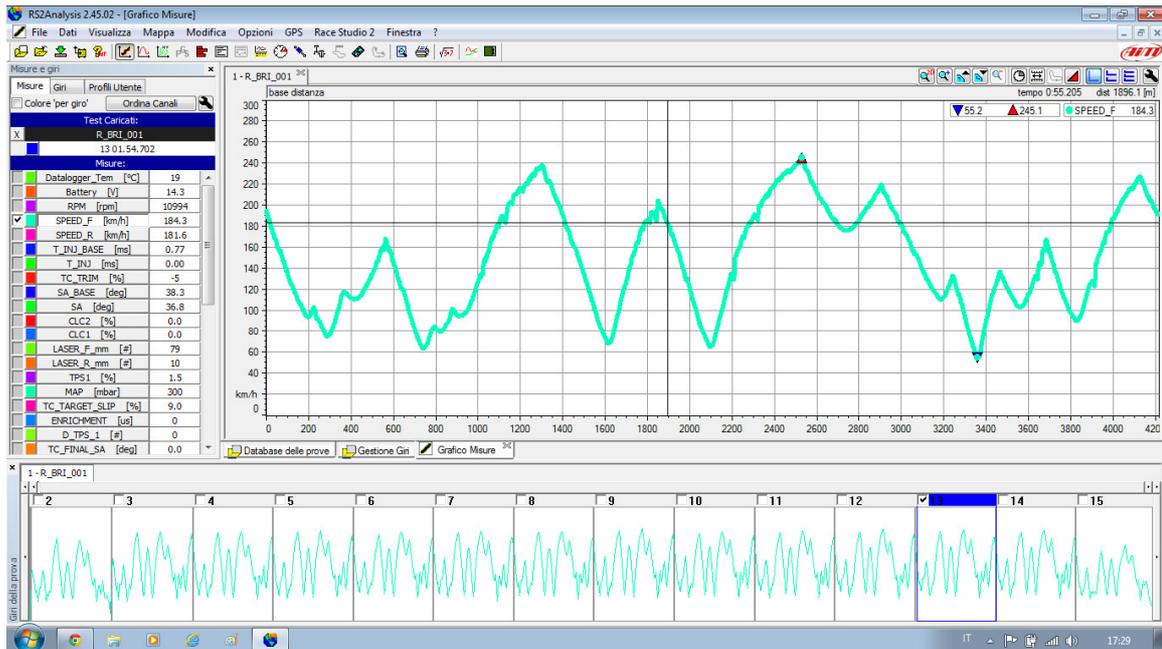


Figura 5.2: Software per l'analisi della telemetria RS2Analysis [43]

Il software permette di rilevare tutti i parametri relativi alla moto come l'apertura del gas, lo stato dei freni le velocità e le temperatura. Si è deciso di plottare solamente la velocità dell'anteriore del giro 13 effettuato in 1.54.702.

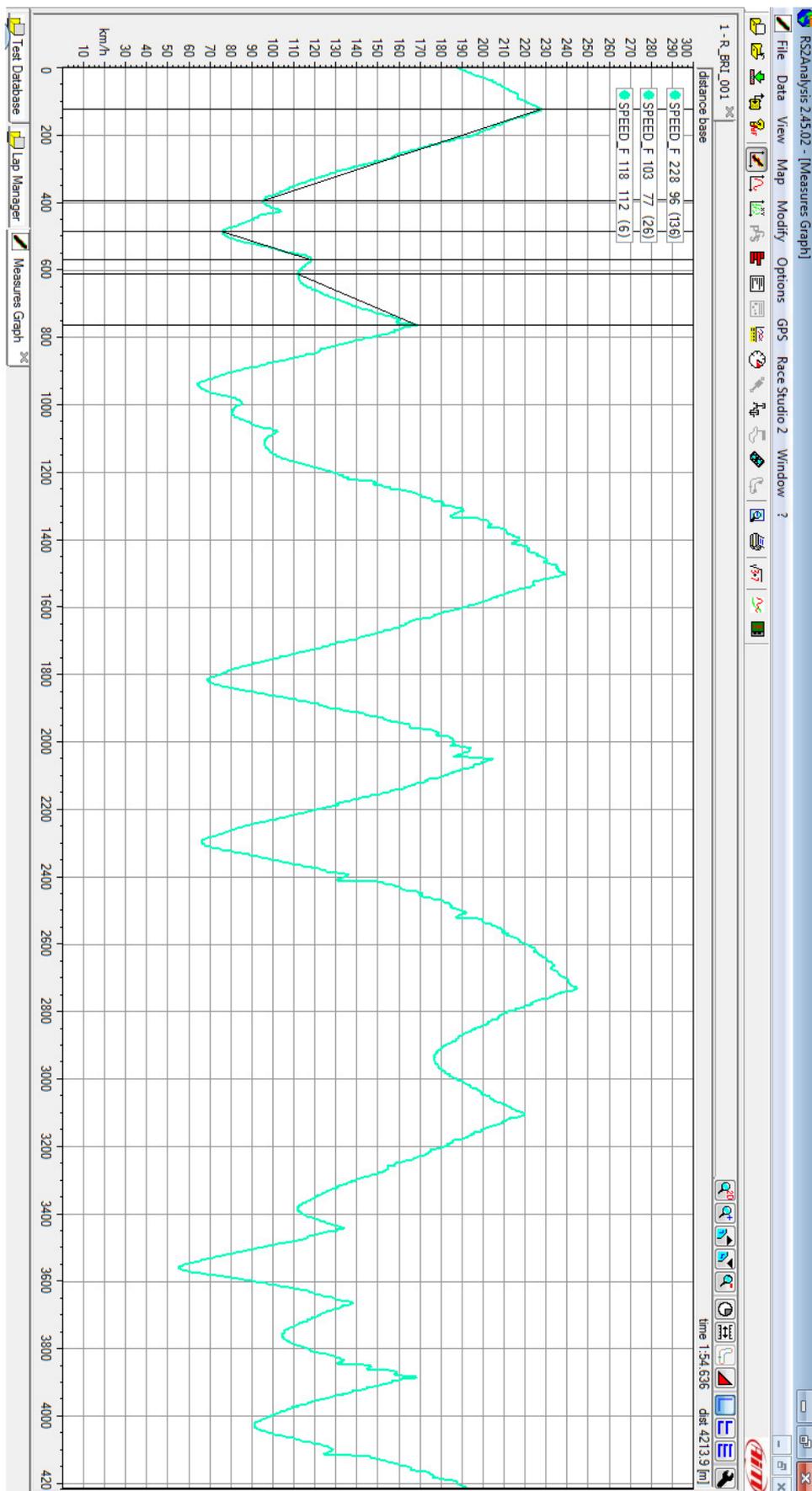


Diagramma 5.2: Diagramma della velocità Honda CBR 1000RR

Il diagramma permette di calcolare punto per punto la velocità e mediante la funzione “Delta” anche le variazioni di velocità per i punti desiderati come si può vedere in Figura 5.3. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 5.2.

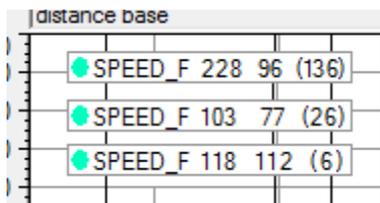


Figura 5.3: Funzione Delta del programma

Curva	Vel. Approccio [Km/h]	Vel. Percorrenza [Km/h]	ΔV [Km/h]
T1	228	96	132
T2	103	77	26
T3	118	112	6
T4	170	67	103
T5	85	79	6
T6	100	98	2
T8	238	68	170
T9	202	155	47
T10	155	68	87
T11	241	177	64
T12	221	157	64
T13	159	112	47
T14	134	55	79
T15	138	104	34
T16	168	91	77

Tabella 5.2: ΔV curve Honda CBR 1000RR

Come nel diagramma precedente si può notare che i punti con decelerazioni più forti rimangono gli stessi anche per una moto con cilindrata e configurazione diversa da quella precedente.

Nei prossimi due diagrammi (Diagramma 5.3a, 5.3b) verranno messe a confronto le risposte di un'altra CBR 1000 in condizioni di asciutto e di bagnato.

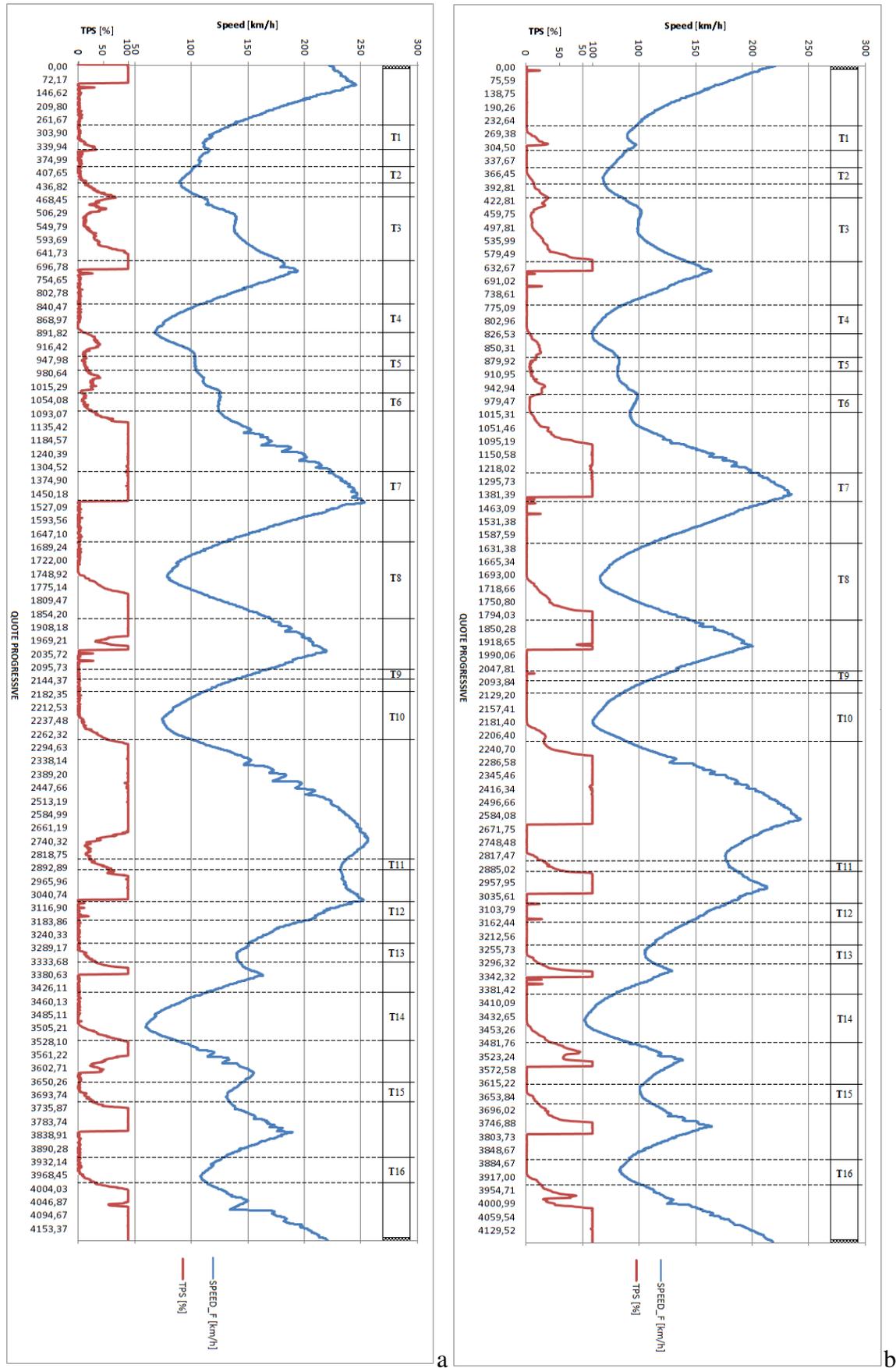


Diagramma 5.3a: CBR 1000 asciutto b: CBR 1000 bagnato

Dal confronto dei due diagrammi emergono dati molto interessanti. Trascurando che la velocità media e di punta in condizioni di bagnato è decisamente minore rispetto a quella in condizioni di asciutto, si può notare come il tempo di apertura del gas sia maggiore in condizioni ottimali. Questo fatto testimonia che in condizioni di pista umida il pilota apre il gas con più moderazione quando si trova in condizioni di piega e quindi non in equilibrio stabile. Di seguito le tabelle riportano le velocità misurate nelle diverse condizioni.

Curva	Vel. Approccio [Km/h]	Vel. Percorrenza [Km/h]	ΔV [Km/h]
T1	245	111	134
T2	116	90	26
T3	140	137	3
T4	192	68	124
T5	111	109	2
T6	126	124	2
T8	253	78	175
T9	219	162	57
T10	162	74	88
T11	256	232	24
T12	252	209	43
T13	209	142	67
T14	161	61	100
T15	155	132	23
T16	189	109	80

Tabella 5.3: ΔV curve Honda CBR 1000RR asciutto

Curva	Vel. Approccio [Km/h]	Vel. Percorrenza [Km/h]	ΔV [Km/h]
T1	196	96	100
T2	102	79	23
T3	118	112	6
T4	169	65	104
T5	85	80	5
T6	102	86	16
T8	238	69	169
T9	203	155	48
T10	155	66	89
T11	243	177	66
T12	220	158	62
T13	158	112	46
T14	134	56	78
T15	138	104	34
T16	169	91	78

Tabella 5.4: ΔV curve Honda CBR 1000RR bagnato

Confrontando le tabelle si può notare che i ΔV nelle curve considerate precedentemente si riducono, in particolare nelle curve T1 e T4 la differenza è di circa 20 – 30 chilometri orari. Questo correlato alle velocità ridotte e all'apertura del gas dimostra che in condizioni di bagnato lo spazio di frenatura si riduce notevolmente. Per quanto riguarda le due CBR, entrambe in condizioni di bagnato, non si notano particolari differenze se la velocità di approccio alla prima curva, dovuta probabilmente ad un errore di valutazione del pilota per le condizioni della pista.

Di seguito vengo riportati gli ultimi due diagrammi di velocità relativi a due giri effettuati dallo stesso pilota con un'Aprilia RSV 1000 in condizioni di asciutto, con i tempi di 1.40.100 e di 1.41.150.

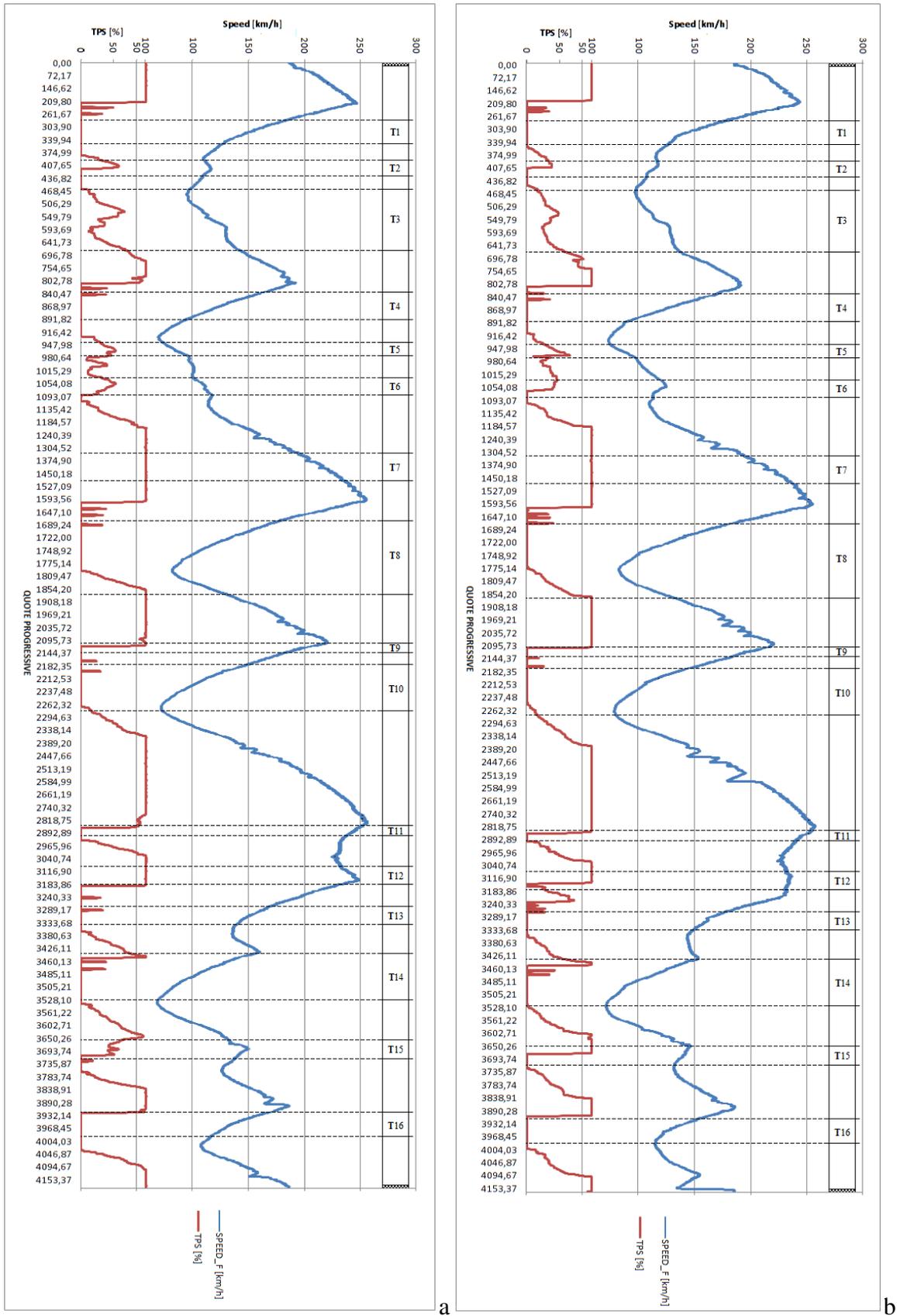


Diagramma 5.4: Diagramma della velocità Aprilia RSV 1000 [39]

Il diagramma 5.4 a è relativo al giro più veloce in 1.40.100 mentre il 5.4b al giro 1.41.150. Di seguito in tabella 5.5 e 5.6 sono riportate le velocità e i ΔV :

Curva	Vel. Approccio [Km/h]	Vel. Percorrenza [Km/h]	ΔV [Km/h]
T1	248	113	135
T2	123	92	31
T3	139	139	0
T4	190	68	122
T5	102	98	4
T6	119	115	4
T8	258	82	176
T9	222	171	51
T10	171	74	97
T11	254	235	19
T12	250	212	38
T13	212	144	68
T14	162	65	97
T15	152	131	21
T16	186	109	77

Tabella 5.5: ΔV curve Aprilia RSV 1000 (1.40.100)

Curva	Vel. Approccio [Km/h]	Vel. Percorrenza [Km/h]	ΔV [Km/h]
T1	248	118	130
T2	123	98	25
T3	136	132	4
T4	187	72	115
T5	109	106	3
T6	123	115	8
T8	257	83	174
T9	222	170	52
T10	170	79	91
T11	257	236	21
T12	241	215	26
T13	215	147	68
T14	158	70	88
T15	149	136	13
T16	184	117	67

Tabella 5.6: ΔV curve Aprilia RSV 1000 (1.41.150)

Confrontando i risultati della RSV 1000 e della CBR 1000, in condizioni di asciutto, è possibile ottenere una media delle velocità di percorrenza (Tabella 5.8) e delle variazioni di velocità (Tabella 5.7) in ogni curva e standardizzarle per la categoria a cui esse appartengono.

Curva	ΔV [Km/h] CBR	ΔV [Km/h] RSV 1	ΔV [Km/h] RSV 2	Media ΔV [Km/h]
T1	134	135	130	133,0
T2	26	31	25	27,3
T3	3	0	4	2,3
T4	124	122	115	120,3
T5	2	4	3	3,0
T6	2	4	8	4,7
T8	175	176	174	175,0
T9	57	51	52	53,3
T10	90	97	91	92,7
T11	24	19	21	21,3
T12	43	38	26	35,7
T13	67	68	68	67,7
T14	100	97	88	95,0
T15	23	21	13	19,0
T16	80	77	67	74,7

Tabella 5.7: Media ΔV curve

Dalla tabella 5.7 emerge che le curve con i ΔV sono la T1, la prima curva del Rio, la Quercia, il Tramonto il Carro. Considerando che queste sono le curve in cui si presentano le staccate più violente e quindi dove il pilota tenta il sorpasso, è plausibile che in questi punti della pista si verificheranno il maggior numero di incidenti e di cadute.

Curva	Vel. Percorrenza CBR [Km/h]	Vel. Percorrenza RSV 1 [Km/h]	Vel. Percorrenza RSV 2 [Km/h]	Vel. media di Percorrenza [Km/h]
T1	111	113	118	114,0
T2	90	92	98	93,3
T3	137	139	132	136,0
T4	68	68	72	69,3
T5	109	98	106	104,3
T6	124	115	115	118,0
T8	78	82	83	81,0
T9	162	171	170	167,7
T10	74	74	79	75,7
T11	232	235	236	234,3
T12	209	212	215	212,0
T13	142	144	147	144,3
T14	61	65	70	65,3
T15	132	131	136	133,0
T16	109	109	117	111,7

Tabella 5.8: Velocità media di percorrenza di ogni curva

5.3 Analisi di incidentalità

Grazie al supporto della direzione dell'autodromo di Misano è stato possibile reperire i dati relativi all'incidentalità del circuito. I dati riguardano le prove libere e fanno riferimento agli incidenti registrati dal centro medico tra il 2007 e il 2011. Nella tabella 5.9 vengono riportati gli incidenti totali per ogni curva e per ogni anno.

Curva	Incidenti 2011	Incidenti 2010	Incidenti 2009	Incidenti 2008	Incidenti 2007
T1	68	85	91	83	70
T2	98	54	109	97	77
T3	48	39	58	44	49
T4	113	108	115	103	105
T5	90	97	108	123	103
T6	63	78	81	79	94
T8	79	77	93	78	80
T9	7	9	3	8	8
T10	72	78	85	91	80
T11	37	34	14	36	6
T12	3	14	10	13	7
T13	45	47	24	54	51
T14	93	101	107	111	115
T15	56	37	73	47	53
T16	71	79	93	45	79

Tabella 5.9: Incidentalità 2007 – 2011 [40]

Come era prevedibile le curve T2, T4, T5 e T14 sono le più pericolose, infatti si registra un alto numero di incidenti.

Oltre agli incidenti totali sono stati forniti i dati che riguardano i piloti che sono passati al medical center per cure mediche. Ad ogni incidente viene assegnato un codice da 1 a 4 in base alla gravità dello stesso. È quindi possibile definire quali sono i tratti della pista che, in caso di caduta, si rivelano i più dannosi per il pilota. Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati.

Curva	Incidenti 2011	Incidenti 2010	Incidenti 2009	Incidenti 2008	Incidenti 2007
T1	11	26	25	9	17
T2	18	9	24	22	14
T3	29	22	35	26	12
T4	19	8	10	14	20
T5	5	7	13	10	11
T6	24	29	24	18	9
T8	26	24	22	24	18
T9	6	6	3	8	8
T10	16	11	9	11	8
T11	18	12	5	9	6
T12	1	7	8	6	3
T13	6	6	3	8	2
T14	28	19	20	45	27
T15	10	7	5	6	6
T16	12	6	13	9	9

Tabella 5.10: Incidenti trattati [41]

Curva	Gravità	COD. 1	COD. 2	COD. 3	COD. 4
T1		69	17	2	0
T2		69	18	0	0
T3		96	26	2	0
T4		50	18	3	0
T5		36	8	2	0
T6		80	23	1	0
T8		91	23	0	0
T9		27	4	0	0
T10		42	12	1	0
T11		35	14	1	0
T12		18	7	0	0
T13		19	6	0	0
T14		93	38	6	0
T15		25	8	1	0
T16		37	11	0	1

Tabella 5.11: Gravità incidenti nel periodo 2007-2011 [41]

Dall'analisi dei dati emerge che molti piloti hanno riportato danni di lieve entità alle curve T3, T6, T8 e T14. Le stesse curve risultano essere le più pericolose in quanto i soggetti di un discreto numero di cadute hanno riportato danni di media/grave entità. Un'eccezione è data dal decesso registrato a seguito di un incidente alla curva T16.

5.4 Modello di incidentalità

Dopo aver raccolto e analizzato i dati relativi alla geometria del circuito, agli incidenti, alle velocità e alle variazioni di velocità in curva, si è cercato di capire quale legame intercorre tra l'incidentalità e i parametri del tracciato. In prima battuta si è costruito un grafico che mette in relazione il numero di incidenti, in ordinata, e l'inverso del raggio, in ascissa. Il grafico è a dispersione e i dati di ogni anno sono riportati con un simbolo diverso, inoltre per ogni anno è possibile tracciare una linea di tendenza (Grafico 5.1). Di questa retta vengono riportati l'equazione e il coefficiente di correlazione R^2 che identifica il grado di attendibilità della regressione lineare con un numero che varia tra 0 e 1: quando è 0 il modello utilizzato non spiega per nulla i dati; quando è 1 il modello spiega perfettamente i dati.

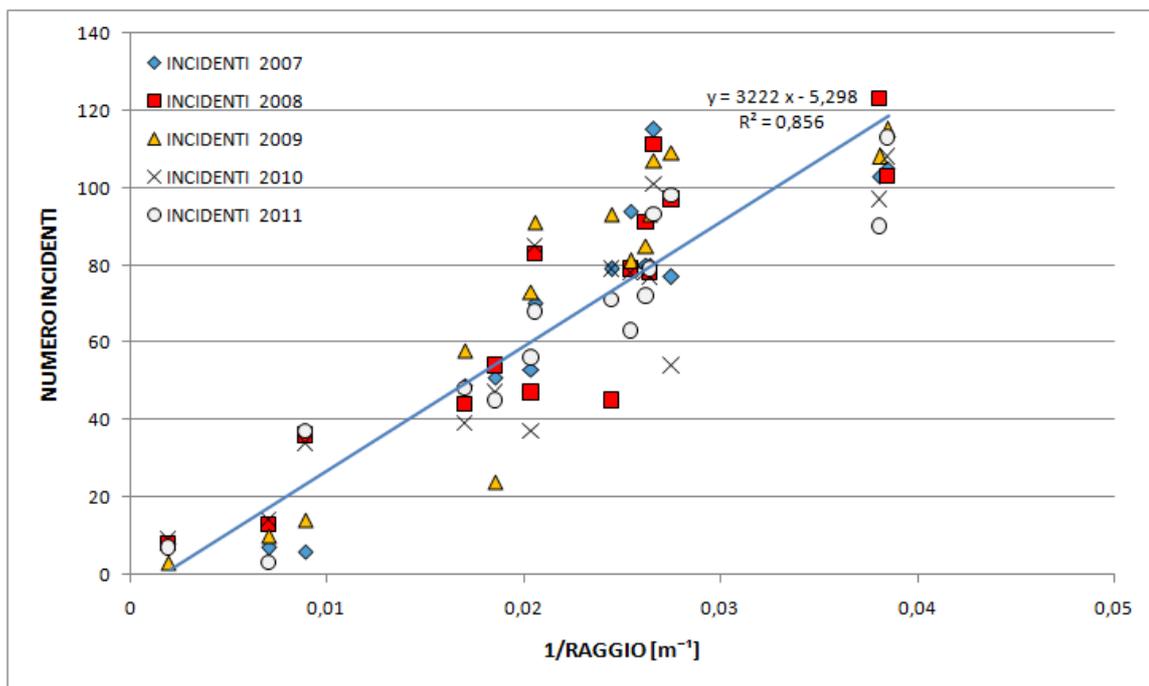


Grafico 5.1: Relazione tra incidenti totali e inverso del raggio, con linea di tendenza relativa al 2007

Analizzando il grafico si può notare che c'è una certa dipendenza tra il raggio della curva e il numero di incidenti: il numero di cadute aumenta al diminuire del raggio. La geometria del circuito influenza dunque l'incidentalità dei piloti. È possibile quindi identificare tre categorie di curve in base alla grandezza del raggio: a piccolo, medio e ampio raggio (Grafico 5.2).

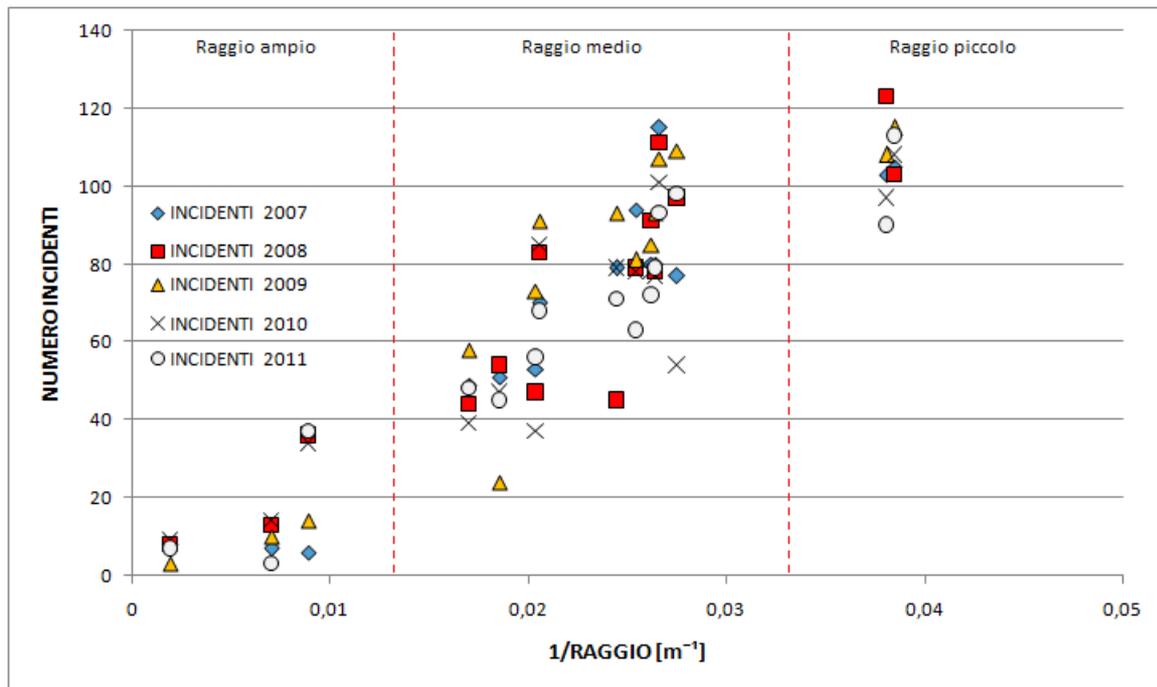


Grafico 5.2: Distinzione curve in base al raggio

Le curve che registrano il maggior numero di incidenti sono la T4 e la T5, quelle col raggio minore. Tenendo come riferimento la linea di tendenza riguardante il 2007, è possibile valutare la variazione del numero di cadute nel corso degli anni presi in esame confrontando le relative rette di regressione. Nei seguenti grafici si può osservare come, dopo la modifica alla Variante del Parco del 2008 che ha ridotto il raggio delle curve T2 e T3, l'inclinazione della retta sia aumentata con l'aumento degli incidenti (Grafico 5.4).

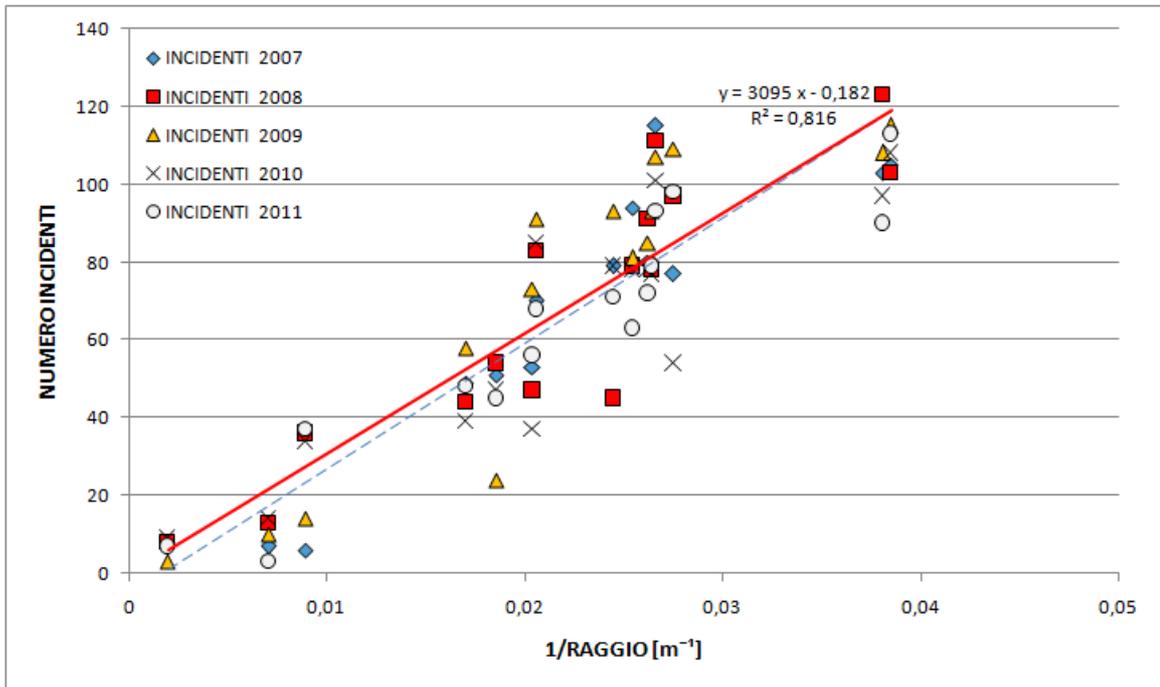


Grafico 5.3: Confronto tra 2007 e 2008

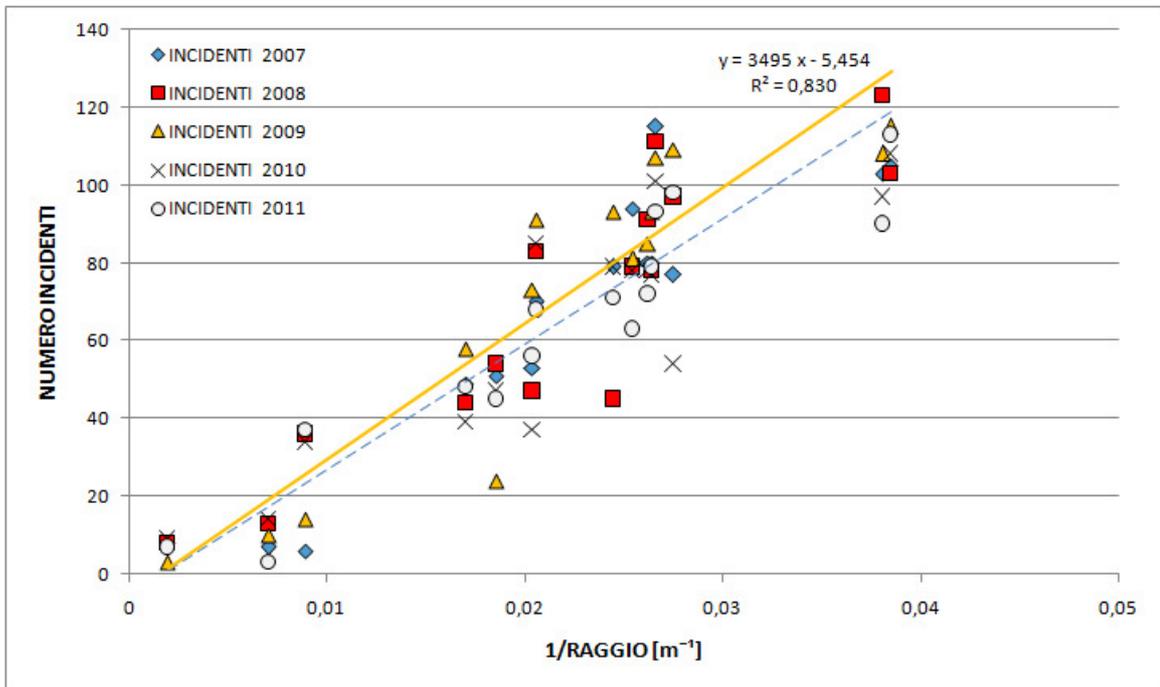


Grafico 5.4: Confronto tra 2007 e 2009

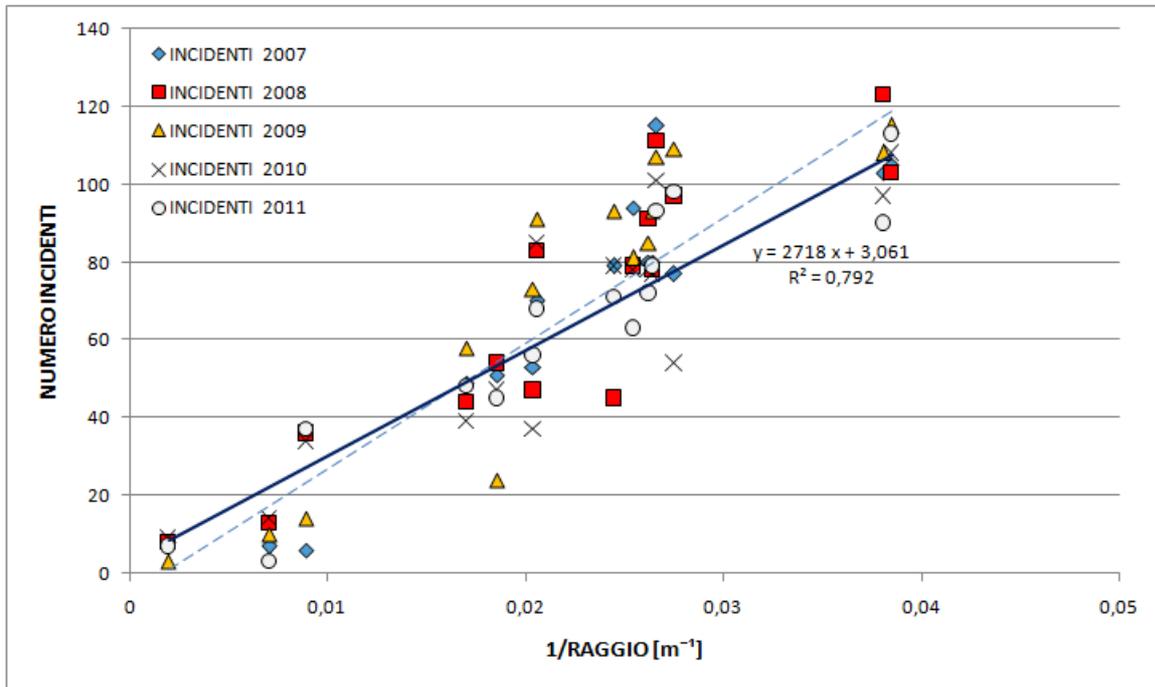


Grafico 5.5: Confronto tra 2007 e 2010

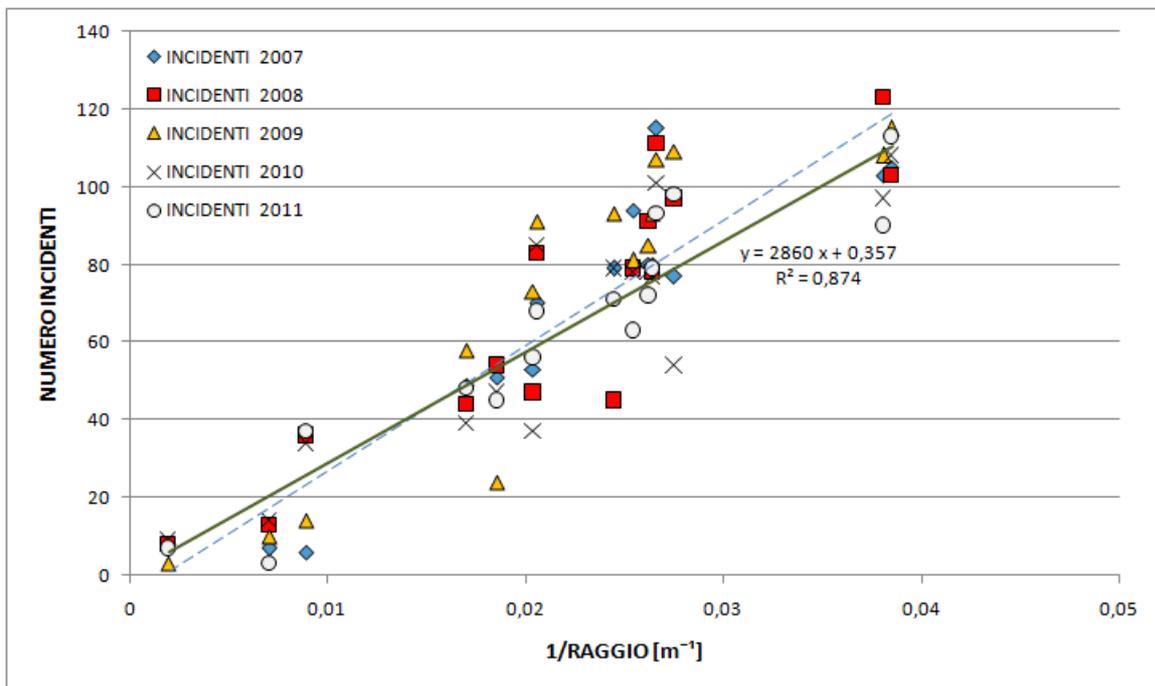


Grafico 5.6: Confronto tra 2007 e 2011

Dai grafici 5.5 e 5.6 emerge che dopo il 2009 c'è stato un netto miglioramento in termini di sicurezza e di incidentalità, si può infatti apprezzare come diminuisca l'inclinazione delle linee di tendenza.

Si possono ottenere risultati interessanti anche mettendo in relazione il numero di incidenti con la variazione di velocità nelle curve. Per costruire questo modello si fa ai dati ottenuti in precedenza e riportati nella tabella 5.7, ovvero i ΔV medi per ogni curva. In base al materiale a disposizione si è scelto di calcolare la medie delle moto più simili sia per classe sia per condizioni esterne, CBR 1000 e RSV 1000 in condizioni di pista asciutta, ottenendo un modello da estendere generalmente alla suddetta categoria (Grafico 5.7).

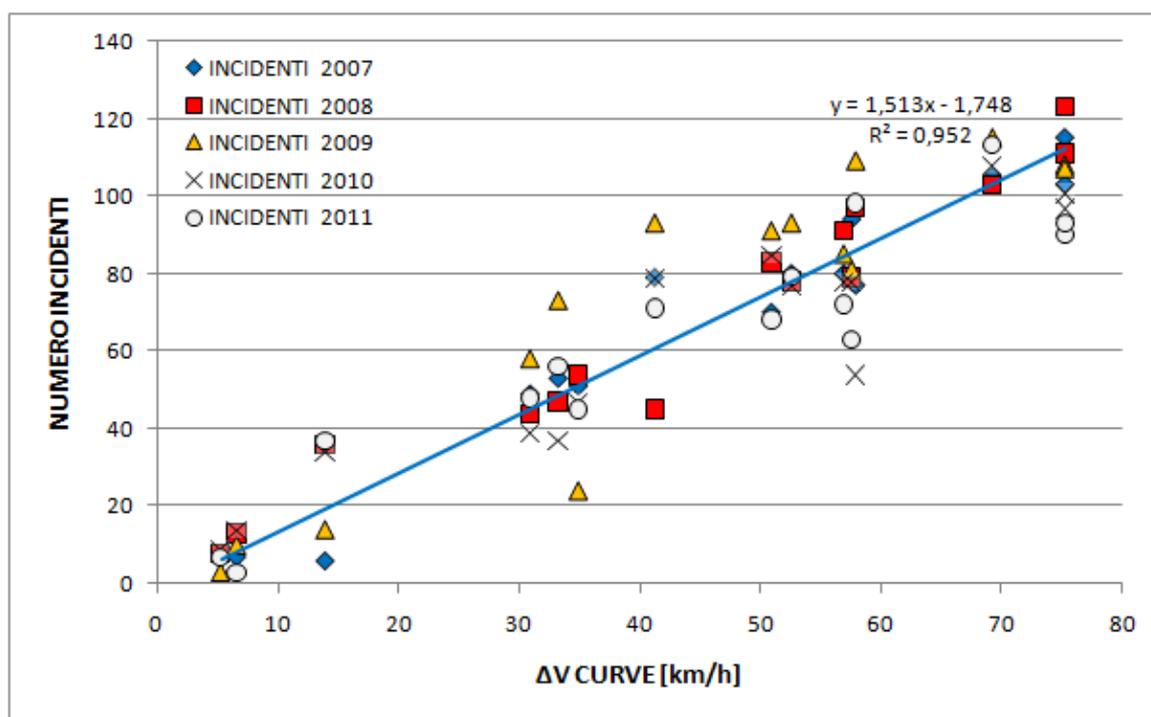


Grafico 5.7: Relazione tra incidenti totali e inverso del raggio, con linea di tendenza relativa al 2007

Nel grafico 5.7 si può osservare che il numero di incidenti è correlato alle variazioni di velocità in curva, a forti decelerazioni corrispondono un numero di cadute maggiori. Inoltre i risultati ottenuti sono in linea con quelli ottenuti nei grafici precedenti come si può vedere nel grafico 5.8.

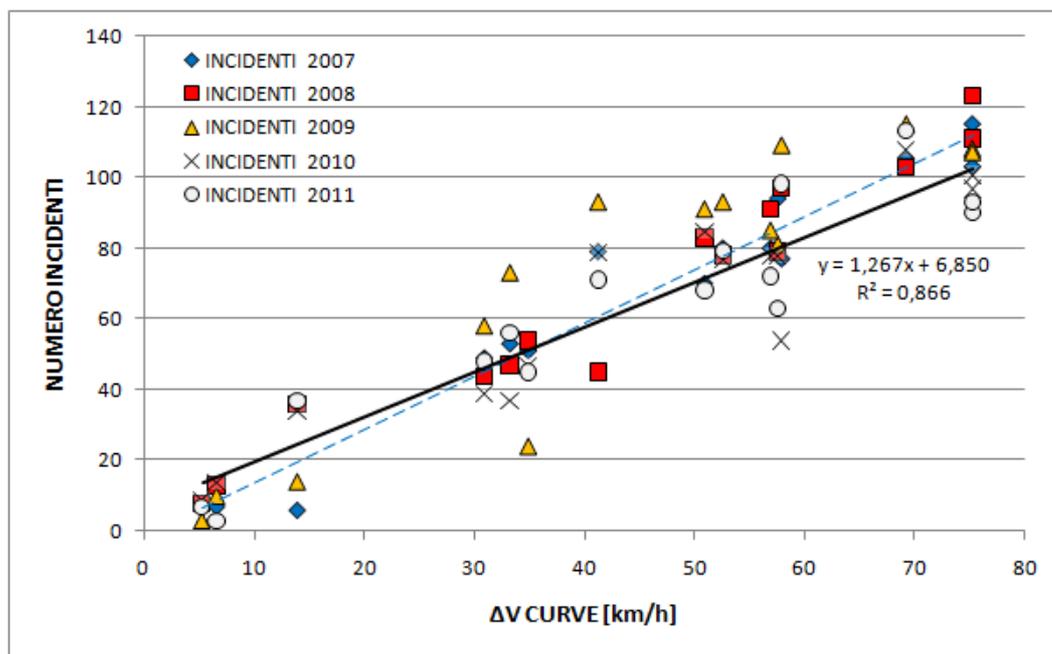


Grafico 5.8: Confronto tra 2007 e 2011

Come per il modello precedente è possibile identificare tre distinte famiglie di curve (Grafico 5.9): quelle con basse decelerazioni, T9, T11, T12; quelle con medie decelerazioni, T1, T2, T3, T6, T8, T10, T13, T15, T16; quelle con alte decelerazioni T4, T5, T14.

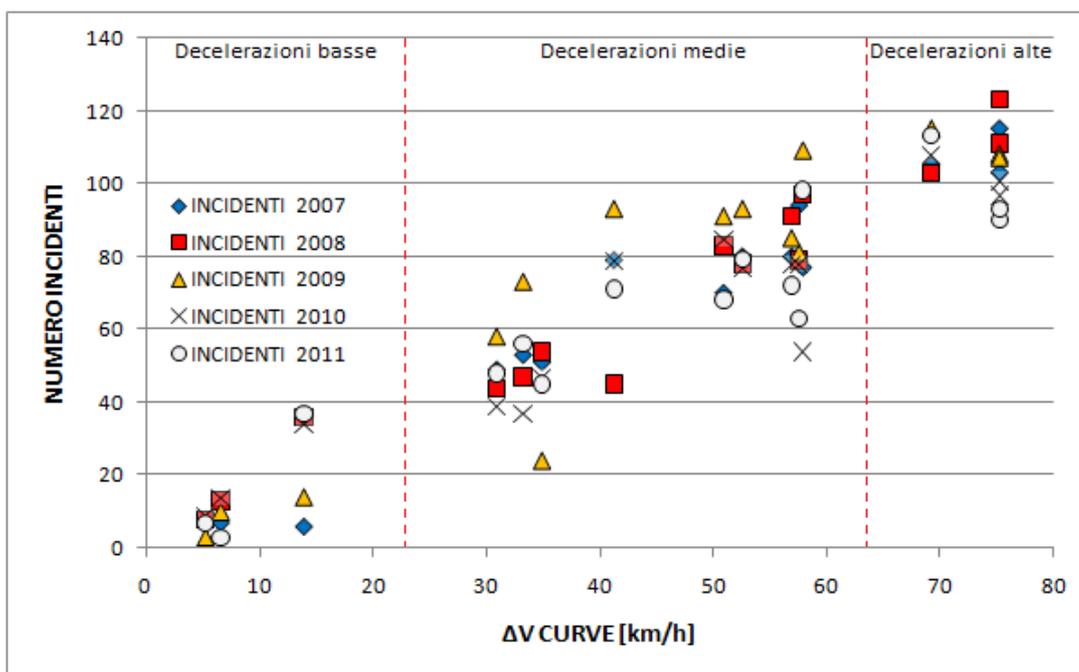


Grafico 5.9: Distinzione curve in base al ΔV

5.5 Conclusioni

I dati raccolti hanno permesso di dimostrare che l'incidentalità dei piloti è strettamente legata alla geometria del tracciato e alle variazioni di velocità a cui essi sono soggetti. Il modello costruito risulta valido perché lo si può applicare anche ad altri tracciati, ottenendo i medesimi risultati. Si analizza ad esempio il circuito di Misano prima del 2007, il tracciato ha una geometria diversa con 10 curve e senso di marcia antiorario (Figura 5.4).

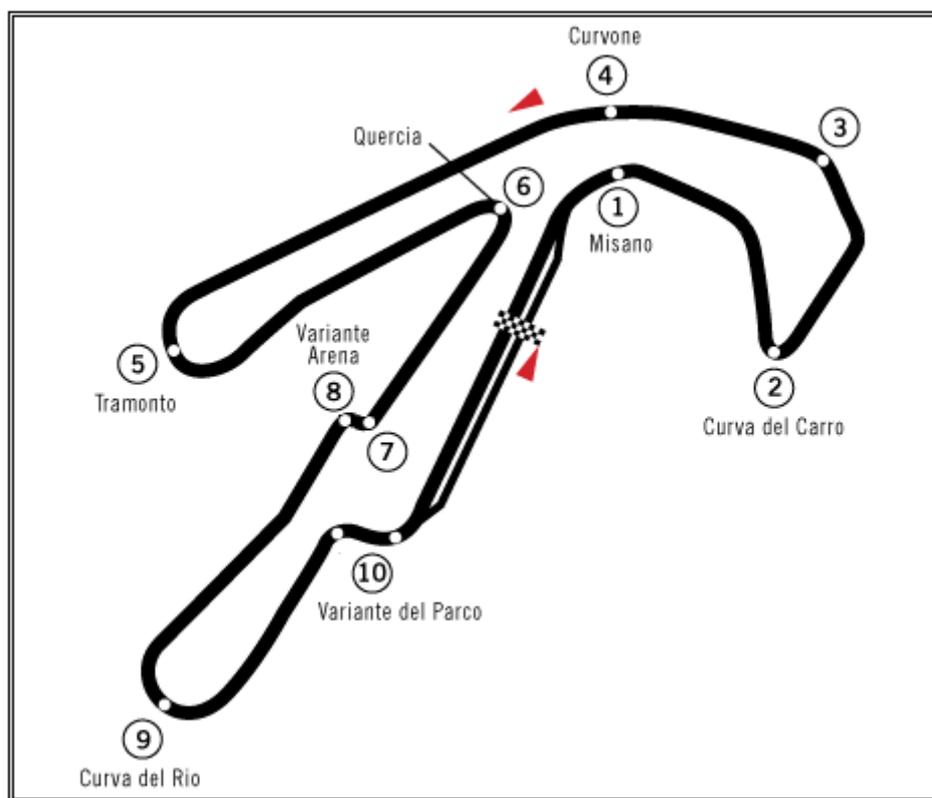


Figura 5.4: Circuito di Misano prima del 2007

Si dispone delle cadute avvenute nel 2005 e nel 2006 e si conoscono i raggi delle curve (tabella 5.12), non ci sono altri dati disponibili, per cui si può applicare il modello in cui si valuta l'incidentalità in funzione dell'inversa del raggio.

Curva	Raggi Curve [m]	Incidenti 2005	Incidenti 2006
T1	69,79	58	89
T2	39,53	133	129
T3	140,85	69	75
T4	213,40	51	63
T5	60,24	79	84
T6	36,45	134	137
T7	21,58	153	178
T8	50,37	79	98
T9	34,94	123	144
T10	53,00	91	96

Tabella 5.12: Raggi curve e incidenti 2005 – 2006

Applicando il modello al vecchio circuito, è possibile fare come in precedenza un confronto tra gli incidenti negli anni esaminati, nel caso specifico nel 2006 si è riscontrato un peggioramento rispetto al 2005.

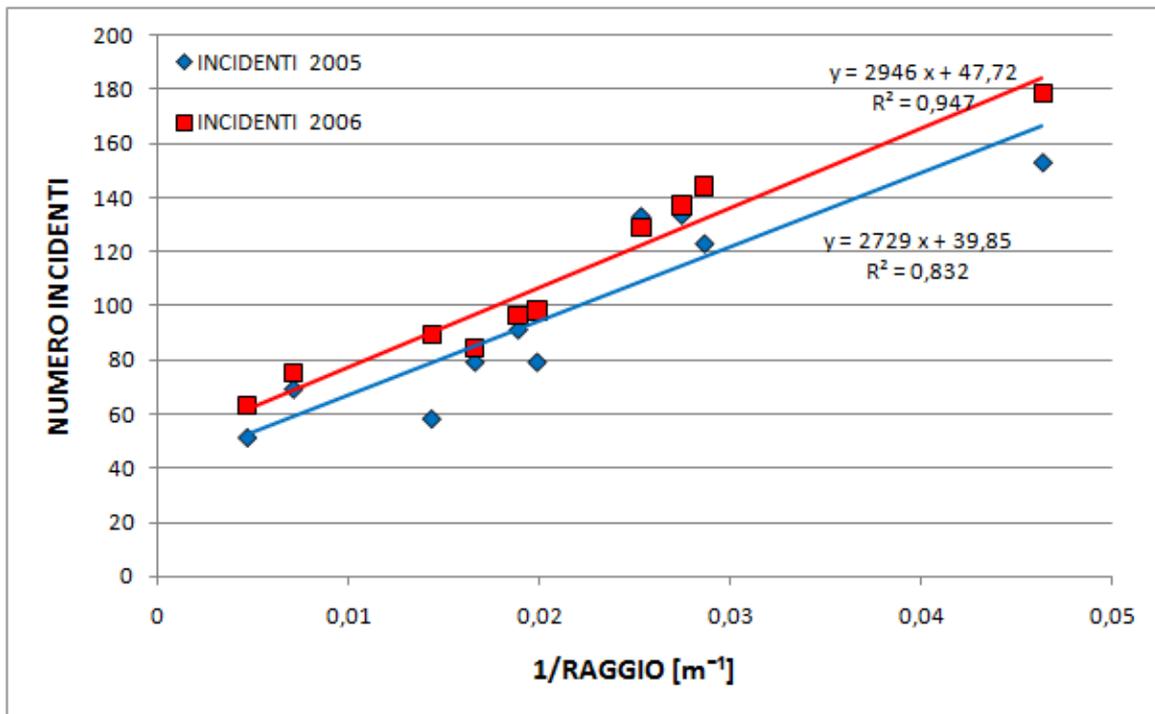


Grafico 5.10 Confronto tra 2005 e 2006

Infine, analizzando i risultati, sono state individuate quattro categorie di curve in funzione del raggio: come ci si poteva aspettare il valore della media di incidentalità di ogni categoria aumenta al diminuire del raggio (Grafico 5.11).

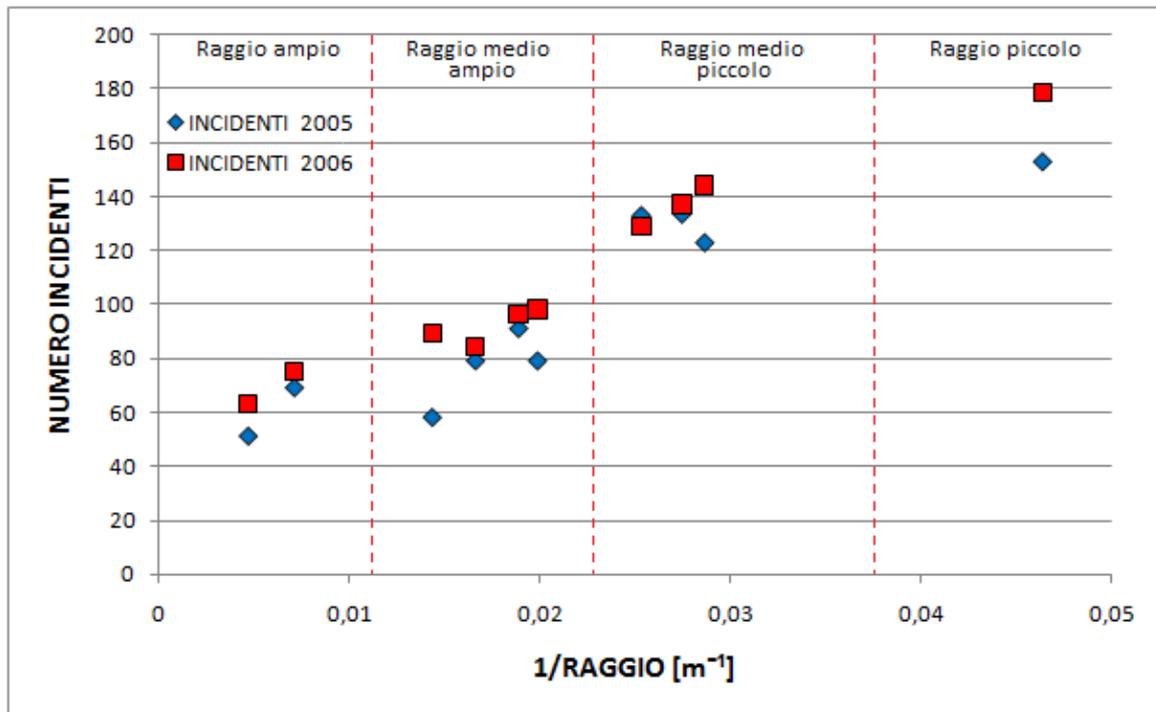


Grafico 5.11: Classificazione curve vecchio circuito

Conclusioni

L'obiettivo di questo elaborato è lo studio dell'influenza della geometria e degli elementi di margine sull'incidentalità degli utenti a due ruote, da due punti di vista differenti: la strada e la pista.

Nei primi due capitoli si sono analizzate diverse categorie di elementi marginali e dispositivi di traffic calming. La disamina dei diversi elementi ha evidenziato che le installazioni oltre la linea che delimita la carreggiata possono rivelarsi causa di incidenti per i PTW. Poiché non è possibile agire su tutti gli elementi, sono state proposte soluzioni per alcuni di essi; è il caso del cordolo SicurBike che elimina il profilo a spigolo vivo introducendo una soluzione con superficie inclinata di 45°. Questo accorgimento offre vantaggi sia perché riduce il rischio di caduta sia perché attenua i danni in caso di impatto con lo stesso. Gli utenti a due ruote, nelle situazioni di traffico, tendono ad adottare un atteggiamento scorretto e imprevedibile, effettuando lo slalom tra gli altri veicoli o sorpassando sulla destra molto vicino al margine. Come conseguenza anche i sostegni verticali della segnaletica e i dissuasori possono essere causa di incidente. In questo caso si potrebbe pensare all'installazione di supporti verticali a snodo elastico che, come nel caso precedente, si rivelano efficienti dal punto di vista della sicurezza attiva e passiva. Il problema dei paletti rigidi si potrebbe risolvere introducendo il sistema i-Ciuffo, un arredo urbano tecnologico con la funzione di dissuasore di sosta e di protezione dei motociclisti (Figura 6.1).



Figura 6.1: Accorgimenti tecnici per la sicurezza dei PTW

Non solo gli elementi di margine ma anche quelli posti sulla carreggiata, se non adeguati, sono causa di sinistri. Tra i dispositivi di traffic calming vi sono infatti i dossi: dissuasori di velocità e allo stesso tempo trampolini mortali per i motociclisti. Il pericolo principale costituito dai dossi stradali è l'accelerazione verticale che essi producono quando vengono attraversati con una certa velocità. Molto spesso si trovano dossi troppo alti, con materiali non adeguati e non opportunamente segnalati: questo perché non esiste una normativa che tuteli i motociclisti nonostante essi siano un'utenza debole. I PTW oltre ad avere una visuale ridotta dovuta al casco, necessitano di uno spazio di frenatura maggiore. Quindi per tutelare l'incolumità di tutti gli utenti della strada è consigliabile che dossi, rotatorie, attraversamenti pedonali e tutti i dispositivi che necessitano di particolare attenzione, siano segnalati adeguatamente e ad una distanza opportuna. In figura 6.2 sono riportate delle soluzioni non adeguate per la sicurezza.



Figura 6.2: Segnalazioni non adeguate

Nella seconda parte di questo elaborato si è preso in considerazione il circuito di Misano. Sono state studiate la geometria, la disposizione degli elementi di margine, delle barriere di protezione e delle vie di fuga, la segnaletica e le modifiche fatte dal 1969 a oggi. Le modifiche del circuito più importanti sono l'allungamento nel 1993, la ristrutturazione con inversione del senso di marcia nel 2006 e le modifiche alla Variante del Parco nel 2008. L'attuale geometria, tra curve, varianti e rettilinei, rende il circuito molto tecnico e richiede una certa abilità da parte dei piloti. L'evoluzione del tracciato negli ultimi anni e la conseguente ridisposizione degli elementi marginali, ha consentito un incremento notevole in termini di sicurezza, per i piloti che tendono sempre a superare il limite. I dispositivi di sicurezza si compongono di ampie vie di fuga in cemento, letti di ghiaia e barriere di gomme disposte su due o quattro file in relazione alla difficoltà della frenata. Un ulteriore elemento di margine è costituito dall'erba sintetica, posta all'esterno del cordolo per indurre i piloti a non transitare oltre il limite consentito. Successivamente lo studio dei dati telemetrici di alcune moto, ha permesso di tracciare i diagrammi delle velocità per identificare i punti caratteristici della pista. Infine incrociando i dati degli incidenti delle prove libere, fornite dal centro medico, e i parametri geometrici del tracciato, è stato costruito modello che permette di valutare la sicurezza del circuito. Un aspetto interessante emerso da questo studio è che l'incidentalità dei motociclisti è strettamente correlata alla geometria del circuito, in particolare il numero di cadute aumenta man mano che il raggio della curva diminuisce (Grafico 6.1).

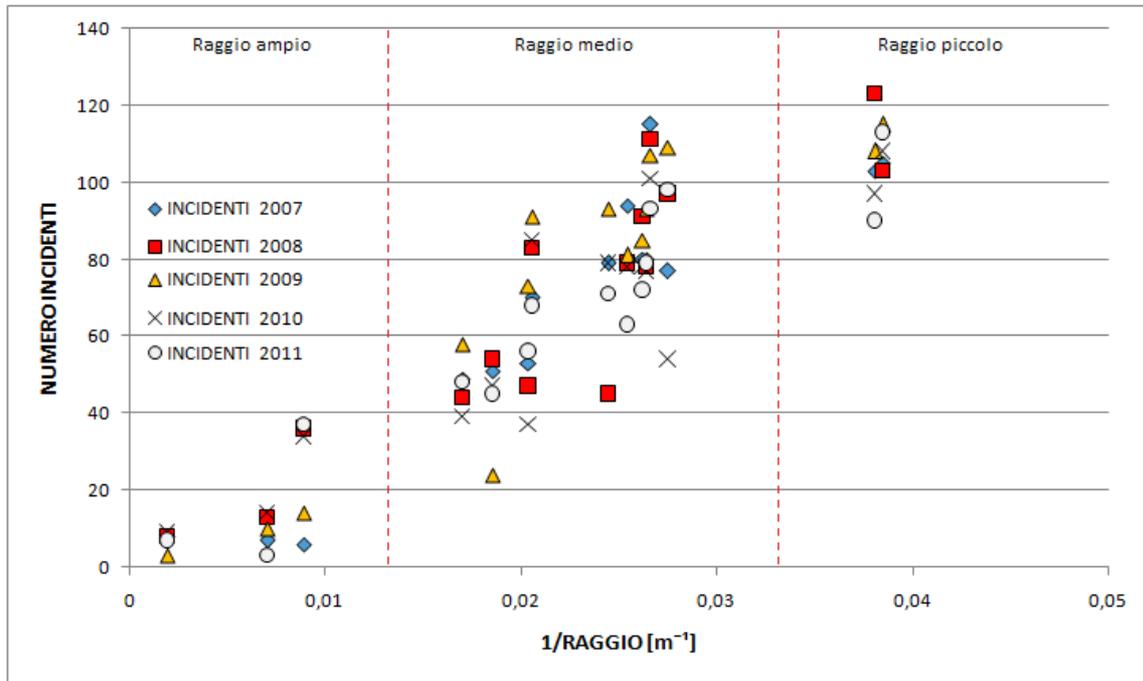


Grafico 6.1: Incidentalità in funzione del raggio della curva

Il modello si è dimostrato valido, infatti applicandolo al vecchio circuito, con una conformazione completamente diversa, ha confermato che le curve più incidentate sono quelle con raggio minore: è quindi possibile applicarlo ad altri tracciati. Dopo aver definito una linea di tendenza di riferimento, il modello permette di valutare il livello di sicurezza raggiunto: può dunque rivelarsi uno strumento utile per i tutti i circuiti.

Bibliografia

- [1] *European Commission (2010) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020. COM (2010) 389 final, Brussels, 20.7.2010.*
- [2] *D.M. Infr. e Trasp. 5 Novembre 2001, n. 6792 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*
- [3] *Tecniche per la sicurezza in ambito urbano, PROGETTAZIONE E GESTIONE DEGLI SPAZI ESTERNI ALLA CARREGGIATA, Egaf 2008*
- [4] *D.P.E. 16 dicembre 1992, n.495 Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada*
- [5] *D.L. 30 aprile 1992, n. 285, Nuovo codice della strada*
- [6] *Linea cordoli SicurBike*
- [7] *Nuovo paletto dissuasore Slim, SISTEMA UNICO, 2009*
- [8] *Progetto i-Ciuffo, Politecnico di Milano con BMW Motorrad, 2009*
- [9] *Experimental survey to test traffic calming measures effectiveness in urban area, University of Catania, 2008*
- [10] *Cds, art 8/3*
- [11] *D.P.R. 503/96, art 5*
- [12] *CdS, art 154/3*
- [13] *CdS, art 145/1*
- [14] *D.P.R. 503/96, art 6/1*

[15] *CdS, art 3/45*

[16] *Rumble Stripes, NZ TRANSPORT AGENCY, March 2009*

[17] *Rotatorie stradali come dispositivi di traffic calming, Sascia Canale, Salvatore Leonardi, Giuseppina Pappalardo*

[18] *Dati Elvik, 2004*

[19] *CEE 3 aprile 1997, n.337 Direttiva del Consiglio Europeo del 27 giugno 1985 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (85/337/CEE)*

[20] *Legge 340/2000*

[21] *D.P.R. del 30 marzo 2004 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447*

[22] *Legge del 4 giugno 2010, n.96*

[23] *D.M. 1 marzo 2011, n.81*

[24] *Legge 29 luglio 2010, n.120 "Disposizioni in materia di sicurezza stradale"*

[25] *Direttiva 93/29/CEE DEL CONSIGLIO del 14 giugno 1993*

[26] *Direttiva 95/1/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 2 febbraio 1995*

[27] *Direttiva 97/24/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 17 giugno 1997*

[28] *Direttiva 2009/67/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 luglio 2009*

[29] *Direttiva 2009/139/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 25 novembre 2009*

[30] *www.misanocircuit.com*

[31] *www.gdecarli.it*

[32] *FIM Standards for Road Racing Circuits (S.R.R.C.) 2010.*

[33] *Autosprint 12/1969*

[34] *Autosprint 25/1969*

[35] *Autosprint 48/1970*

[36] *Autosprint 6/2006*

[37] *Autosprint 4/2008*

[38] *Dati BitRaptor SpeedFix, 2008.*

[39] *Archivio telemetria 2010-2011, Team Nuova M2 Racing.*

[40] *Report ufficiali prove libere Circuito Santamonica di Misano, elenco incidentalità 2007-2011.*

[41] *Archivio referti medici Misano Medical Center, elenco piloti trattati 2007-2011.*

Software utilizzati

[42] *SpeedFix: acquisizione dati sviluppato da BitRaptor GPS Telemetry System.*

[43] *Race Studio Analysis 2: sistema di acquisizione dati per competizioni sportive, AIM.*

Allegato A Norme vigenti

AI Norme riguardanti l'infrastruttura stradale

- L. dell'8 luglio 1986, n. 349

Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale.

- D.P.C.M. del 10 agosto 1988, n. 377

Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349 (2), recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale (2/a) (1/circ).

Il testo del decreto comprende:

- categorie di opere;
- norme tecniche sulla comunicazione dei progetti;
- norme tecniche integrative;
- vigilanza;
- pubblicità;
- istruttoria;
- norma transitoria;
- entrata in vigore.

- D.P.C.M. del 27 dicembre 1988

Norme tecniche per la redazione degli studi d'impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377

Il decreto comprende:

- finalità;

- documentazione degli studi d'impatto;
- quadro di riferimento programmatico; quadro di riferimento progettuale;
- quadro di riferimento ambientale;
- istruttoria per il giudizio di compatibilità ambientale;
- requisiti di trasparenza del procedimento e atti successivi;
- disposizioni attuative del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377; entrata in vigore. Inoltre sono presenti due allegati riguardanti componenti, fattori ambientali e loro caratterizzazione ed analisi.

- CEE 3 aprile 1997, n.337

Direttiva del Consiglio Europeo del 27 giugno 1985 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (85/337/CEE)

- D.M. Ambiente 16 marzo 1998

Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

Il presente documento include: campo di applicazione, strumentazione di misura, modalità di misura del rumore, entrata in vigore.

- D.P.R. del 30 marzo 2004

Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447

All'interno del decreto sono presenti:

- definizioni;
- campo di applicazione;
- fascia di pertinenza acustica;

- limiti d'immissione per infrastrutture stradali di nuova realizzazione;
- limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti;
- interventi per il rispetto dei limiti;
- interventi diretti sul ricettore; interventi di risanamento acustico a carico del titolare;
- verifica dei limiti di emissione degli autoveicoli; monitoraggio; disposizioni finali.

- D. LGS. del 3 Aprile 2006, n. 152

Testo Unico Ambientale dopo la Legge 101/2008 di conversione del decreto legge 59/2008

Questo documento si divide in sei parti:

- parte prima: "DISPOSIZIONI COMUNI E PRINCIPI GENERALI";
- parte seconda: "PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA (VAS), PER LA VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE (VIA) E PER L'AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA (IPPC)";
- parte terza: "NORME IN MATERIA DI DIFESA DEL SUOLO E LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE, DI TUTELA DELLE ACQUE DALL'INQUINAMENTO E DI GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE";
- parte quarta: "NORME IN MATERIA DI GESTIONE DEI RIFIUTI E DI BONIFICA DEI SITI INQUINATI";
- parte quinta: "NORME IN MATERIA DI TUTELA DELL'ARIA E DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA";
- parte sesta: "NORME IN MATERIA DI TUTELA RISARCITORIA CONTRO I DANNI ALL'AMBIENTE".

- D.M. LL.PP. 1 giugno 2001

Modalità di istituzione ed aggiornamento del Catasto delle Strade, ai sensi dell'art. 13, comma 6, del Decreto Legislativo 30 aprile 1992, n. 285 e successive modificazioni

Il documento include:

- inquadramento normativo;
- caratteristiche del catasto delle strade;
- codifica dei dati per il catasto;
- modalità di acquisizione dei dati;
- specifiche informatiche della struttura del database.

- D.L. 30 aprile 1992, n.285

Nuovo Codice della Strada

È il documento più importante e si compone di 245 articoli. È accompagnato da un regolamento di attuazione che comprende 408 articoli e 19 appendici.

Il Codice della Strada è entrato in vigore il 1° gennaio 1993 e si compone di sette titoli:

- TITOLO I - DISPOSIZIONI GENERALI
- TITOLO II - COSTRUZIONE E TUTELA DELLE STRADE
- TITOLO III - DEI VEICOLI
- TITOLO IV - GUIDA DEI VEICOLI E CONDUZIONE DEGLI ANIMALI
- TITOLO V - NORME DI COMPORTAMENTO
- TITOLO VI - DEGLI ILLECITI PREVISTI DAL CODICE DELLA STRADA E DELLE RELATIVE SANZIONI
- TITOLO VII - DISPOSIZIONI FINALI E TRANSITORI

- D.P.E. 16 dicembre 1992, n.495

Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada

- Circolare del Min. LL.PP. 6 dicembre 1999, n.7938

Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano materiali pericolosi.

- D.M. LL.PP. 5 giugno 2001

Sicurezza nelle gallerie stradali

- D.M. Infr. e Trasp. 14 Settembre 2005

Norme d'illuminazione delle gallerie stradali

- D.L 5 ottobre 2006, n.264

Attuazione della Direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea

- ANAS Direzione Centrale Progettazione, Novembre 2006

Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali

- D.M. Infr. e Trasp. 5 Novembre 2001, n. 6792

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

- D.M. Infr. e Trasp. 22 Aprile 2004

Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»

- Bozza al 21 marzo 2006

Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti

- D.M. Infr. e Trasp. 19 Aprile 2006

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali

- Direttiva Min. LL.PP. G.U. n. 146 - 24 giugno 1995

Direttive per la redazione, adozione e attuazione dei Piani Urbani del Traffico (Art. 36 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, Nuovo codice della strada)

La direttiva comprende:

- definizioni;
- obiettivi ed indicatori fondamentali;
- strategie generali d'intervento;
- articolazione e contenuti progettuali;
- modalità procedurali.

In allegato sono presenti direttive in materia di: criteri generali e particolari di progettazione, analisi quantitative fondamentali, indagini e rilevazioni.

- Min. Infr. e Trasp. 14 ottobre 2002

I Piani Urbani della Mobilità: Linee Guida

Requisiti minimi dei contenuti dei Piani Urbani della Mobilità (PUM).

- Ministero dei Lavori Pubblici - Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, Febbraio 2000

Piano Nazionale della Sicurezza Stradale – Indirizzi generali e linee guida di attuazione

- Ministero dei Lavori Pubblici - Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, 2001

Linee guida per la redazione dei Piani della sicurezza stradale urbana.

- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici, 8 giugno 2001, n.3699

Linee guida per l'analisi di sicurezza delle strade.

- Commissione delle Comunità Europee, 2006/0182 (COD), 5 ottobre 2006

Proposta di Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali

- Direttiva 2008/96/CE Del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008

in seguito recepita dalla legge del 4 giugno 2010, n.96

La direttiva introduce i concetti di:

- Road Safety Assessment (RSAS) è la valutazione di impatto sulla sicurezza per le nuove tratte ovvero per possibili interventi di miglioramento di tratte esistenti
- Road Safety Audit (RSA) è la valutazione dei progetti di nuove tratte
- Road safety Inspection (RSI) è l'analisi di sicurezza, periodica e scadenzata, sulle tratte già in esercizio.

A2 Normativa educazione stradale

Legge 30 ottobre 2008, n. 169

"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 1° settembre 2008, n.137, recante disposizioni urgenti in materia di istruzione e università"

La legge prevede programmi di educazione stradale nelle scuole.

- Legge 15 luglio 2009, n.94

“Disposizioni in materia di sicurezza pubblica”

Il testo della legge comprende disposizioni relative a:

- ritiro sospensione o revoca del certificato di idoneità alla guida;
- requisiti morali per ottenere il rilascio del certificato di idoneità alla guida;
- tempi di applicazione;
- disposizioni economiche per una campagna di sensibilizzazione dell'utente e per la ricerca contro la guida in stato di alterazione;
- aumento delle sanzioni per guida in stato di ebbrezza in particolare nelle ore 22-7, il ricavato viene versato nel Fondo contro l'incidentalità;

Legge 29 luglio 2010, n.120

“Disposizioni in materia di sicurezza stradale”

- Il limite di 0,5 g per litro di sangue si azzerà per alcune categorie di utenti: tasso alcolemico pari a zero per i conducenti con meno di 21 anni, e per chi ha la patente da meno di 3 anni. Gli stessi dovranno sostenere un test antidroga e nei primi tre anni non dovranno bere prima di mettersi al volante.

- Vengono decuplicate le sanzioni per chi produce e commercializza ciclomotori che superano i 45 km/h (si rischieranno fino a 4.000 euro di multa) e per le officine che truccano i motocicli (multe fino a 3.119 euro).
- Nelle aree di servizio autostradali è vietata la vendita e la somministrazione di bevande superalcoliche dalle 22 alle 6.
- È un obbligo per tutti i locali che proseguono l'attività dopo le ore 24, essere forniti di un apparecchio per la rilevazione volontaria del tasso alcolemico e di tabelle illustrative dei danni causati dall'alcol.
- Dall'anno scolastico 2011-2012, il ministero dell'Istruzione predispone programmi di educazione stradale.
- La revoca della patente disposta a seguito di guida sotto l'influsso di alcool diventa giusta causa di licenziamento.
- I punti persi sulla patente possono essere riacquistati dopo il superamento di una prova d'esame.

- D.M. 1 marzo 2011, n.81

Il testo del decreto riguarda:

- il conseguimento del certificato di idoneità alla guida del ciclomotore;
- l'autorizzazione per esercitarsi alla guida;
- le modalità di esercitazione alla guida;
- il possesso dei documenti nelle esercitazioni alla guida;
- l'entrata in vigore (1 aprile 2011).

- D.M. 23 marzo 2011, n. 10

Il seguente decreto include disposizioni relative a:

- corsi di preparazione alla prova di controllo delle cognizioni;
- modalità di svolgimento dei corsi di preparazione alla prova di controllo delle cognizioni;
- prova di controllo delle cognizioni;
- prova pratica di guida;
- abrogazione norme (30/6/2003 - 18/12/2003);
- disposizioni transitorie (prima del 31/3/2011 si fa riferimento alla norma precedente);
- entrata in vigore (31/3/2001);
- possibili situazioni di emergenza col ciclomotore;
- registro per la frequenza dei corsi;
- attestato di frequenza;
- programma per la prova pratica.

A3 Direttive europee per l'omologazione dei veicoli a due ruote

- Direttiva 92/61/CEE DEL CONSIGLIO del 30 giugno 1992

“Omologazione dei veicoli a motore a due o a tre ruote”

Il testo comprende:

- campo di applicazione e definizioni;
- procedura per la concessione dell'omologazione e dell'approvazione;
- condizioni per la libera circolazione dei veicoli e disposizioni transitorie;
- procedura per l'adeguamento al progresso tecnico.

- Direttiva 93/29/CEE DEL CONSIGLIO del 14 giugno 1993

“identificazione di comandi, spie e indicatori dei veicoli a motore a due o tre ruote”

- Direttiva 93/33/CEE DEL CONSIGLIO del 14 giugno 1993

“Dispositivi di protezione contro un impiego non autorizzato dei veicoli a motore a due o tre ruote”

- Direttiva 95/1/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 2 febbraio 1995

“Velocità massima per costruzione nonché alla coppia massima e alla potenza massima netta dei motori dei veicoli a due o tre ruote”

PRESCRIZIONI RELATIVE AL METODO DI MISURAZIONE DELLA VELOCITÀ MASSIMA PER COSTRUZIONE:

- tipo di veicolo;
- condizioni atmosferiche;

- prove;
- determinazione della velocità media;
- determinazione del coefficiente di correzione relativo alla pista di velocità;
- scheda informativa sulle caratteristiche essenziali del tipo di veicolo che influenzano la velocità massima per costruzione.

PRESCRIZIONI RELATIVE AI METODI DI MISURAZIONE DELLA COPPIA MASSIMA E DELLA POTENZA MASSIMA NETTA DEI MOTORI:

- determinazione della coppia massima e della potenza massima netta dei motori ad accensione comandata dei ciclomotori;
- determinazione della coppia massima e della potenza massima netta dei motori ad accensione comandata dei motocicli e dei tricicli;
- determinazione della coppia massima e della potenza massima netta dei motori ad accensione spontanea dei veicoli a due o tre ruote.

- Direttiva 97/24/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 17 giugno 1997

“Elementi o caratteristiche dei veicoli a motore a due o a tre ruote”

La presente direttiva ed il relativo allegato si applicano:

- ai pneumatici;
- ai dispositivi di illuminazione e di segnalazione luminosa;
- alle sporgenze esterne;
- ai retrovisori;
- alle misure contro l'inquinamento atmosferico;
- ai serbatoi di carburante;
- alle misure contro la manomissione;
- alla compatibilità elettromagnetica;
- al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scarico;

- ai dispositivi di attacco e di agganciamento;
- agli ancoraggi delle cinture di sicurezza e alle cinture di sicurezza;
- ai vetri, ai tergicristalli e lavacristalli nonché ai dispositivi di sbrinamento e di disappannamento.

Inoltre include disposizioni relative a:

- controllo manomissione;
- controllo e omologazione;
- proposte x migliorare;
- incentivi contro inquinamento.

- Direttiva 2000/7/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 20 marzo 2000

“Tachimetro per i veicoli a motore a due o a tre ruote e che modifica la direttiva 92/61/CEE del Consiglio relativa all’omologazione dei veicoli a motore a due o a tre ruote”: Variazione dei parametri per l’omologazione del tachimetro.

- Direttiva 2002/24/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 18 marzo 2002

“Omologazione dei veicoli a motore a due o tre ruote e che abroga la direttiva 92/61/CEE del Consiglio”

Il testo della direttiva prevede:

- campo di applicazione e definizioni;
- procedura per la concessione dell'omologazione e dell'approvazione;
- condizioni per la libera circolazione dei veicoli e disposizioni transitorie;
- procedura per l'adeguamento al progresso tecnico.

- Direttiva 2002/51/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 luglio 2002

“Riduzione del livello delle emissioni inquinanti dei veicoli a motore a due o a tre ruote e che modifica la direttiva 97/24/CE”

- Direttiva 2009/62/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 luglio 2009

“Alloggiamento per il montaggio della targa posteriore d'immatricolazione dei veicoli a motore a due o tre ruote”

- Direttiva 2009/67/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 luglio 2009

“Installazione dei dispositivi di illuminazione e di segnalazione luminosa sui veicoli a motore a due o a tre ruote”

- Direttiva 2009/78/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 luglio 2009

“Cavalletti dei veicoli a motore a due ruote”

- Direttiva 2009/79/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 luglio 2009

“Dispositivo di ritenuta per passeggeri dei veicoli a motore a due ruote”

- Direttiva 2009/80/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 luglio 2009

“Identificazione di comandi, spie e indicatori dei veicoli a motore a due o tre ruote”

- Direttiva 2004/86/CE della Commissione, del 5 luglio 2004,

“Modifica, per adeguarla al progresso tecnico, della direttiva 93/93/CEE del Consiglio concernente le masse e le dimensioni dei veicoli a motore a due o tre ruote”

- Direttiva 2009/139/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 25 novembre 2009

“Iscrizioni regolamentari dei veicoli a motore a due o tre ruote”

Ringraziamenti

Desidero innanzitutto ringraziare il Professor Giulio Dondi per i preziosi consigli e per le numerose ore dedicate alla mia tesi.

Inoltre, ringrazio sentitamente il Dr Matteo Pettinari ed il Dr Francesco Petretto che sono stati sempre disponibili a chiarire i miei dubbi durante la stesura di questo lavoro.

Intendo poi ringraziare la dirigenza e lo staff dell'autodromo Santamonica di Misano, sottolineando la particolare disponibilità del Dr Trevi, e il centro medico, nella persona del Dr. Berardi, per avermi fornito dati indispensabili per la realizzazione della tesi.

Inoltre, vorrei esprimere la mia sincera gratitudine a tutti i miei amici, in particolare Giacomo, per aver condiviso questo percorso.

Infine, ho desiderio di ringraziare con affetto i miei genitori e mia sorella per il sostegno ed il grande aiuto che mi hanno dato economicamente e umanamente, e per essermi stati vicini ogni momento durante questi anni di lavoro.

