

Politecnico di Milano

Facoltà del Design

Corso di Laurea in Design & Engineering

TRIO

Paraschiena urbano flessibile

Relatore: Dott.ssa Venere Ferraro
Correlatore: Prof. Francesco Trabucco

Candidato: Federico Elli
matricola 750999

Anno Accademico 2011 / 2012

Indice

ABSTRACT	pag.11
INTRODUZIONE	pag.13
1 SICUREZZA STRADALE	pag.16
1.1 Il caso Europeo	pag.16
1.1.2 Dati statistici e Trend	pag.16
1.1.3 Libro Bianco 2001-2010	pag.19
1.1.4 Decade of Action 2011 - 2020	pag.22
1.2 Il caso Italiano	pag.24
1.2.1 Dati statistici e trend incidenti (focus trend moto)	pag.24
1.2.2 La Legislazione	pag.26
2 GLI INCIDENTI MOTOCICLISTICI	pag.29
2.1 MAIDS	pag.29
2.1.1 MAIDS, la metodologia	pag.30
2.1.2 MAIDS, i risultati generali	pag.32
2.1.3 Le dinamiche degli incidenti	pag.38
2.1.4 Conseguenze degli incidenti sul pilota	pag.45
3 LE LESIONI SPINALI	pag.53
3.1 La spina dorsale	pag.53
3.2 Le lesioni	pag.55
3.3 Le conseguenze fisiche	pag.59
3.4 Le conseguenze sociali	pag.61
4 IL MERCATO DEGLI ACCESSORI MOTOCICLISTICI	pag.63
4.1 Gli enti e le normative	pag.63
4.2 Il mercato delle protezioni	pag.72

5	IL CONTESTO DI PROGETTO	pag.91
5.1	Le città e il traffico	pag.92
5.2	I pericoli della città	pag.93
5.3	Il motociclista urbano	pag.95
6	INTEGRAZIONI ALLA RICERCA	pag.97
6.1	Il sondaggio	pag.97
7	DAL CONCEPT AL PROGETTO	pag.107
7.1	Brief di progetto ed utenza di riferimento	pag.107
7.2	La normativa di riferimento e le dimensioni di progettazione	pag.112
7.3	I concept proposti	pag.117
	7.3.1 I paraschiama Airbag	pag.117
	7.3.2 Il concept selezionato, quarta proposta	pag.137
8	IL PROGETTO, “TRIO”	pag.149
8.1	Il percorso progettuale	pag.149
8.2	Trio	pag.171
	8.2.1 Componentistica e funzionamento	pag.172
	8.2.2 I processi produttivi	pag.185
	8.2.3 Dati Tecnici	pag.188
	CONCLUSIONI	pag.194
	Bibliografia	pag.196
	Indice delle pagine web	pag.200

Indice delle Figure

Figura 1:	Manifesto di lancio della Decade of Action	22
Figura 2:	11 Maggio 2011 lancio della Decade of Action	23
Figura 3:	Regioni di indagine MAIDS	30
Figura 4:	Interviste MAIDS ai distributori	31
Figura 5:	Zona di provenienza del veicolo al momento della causa scatenante	42
Figura 6:	Convenzione sugli angoli di impatto	42
Figura 7:	Distribuzione degli angoli di impatto	43
Figura 8:	Primo punto di impatto nel motociclo	44
Figura 9:	Schema del numero delle ferite registrate	46
Figura 10:	Distribuzione degli indumenti indossati dai motociclisti	52
Figura 11:	Vertebra lombare, veduta superiore	53
Figura 12:	Vista generale della Colonna Vertebrale	54
Figura 13:	Fratture da compressione a seguito di un impatto frontale	57
Figura 14:	Meccanismo di lesione da impatto con un oggetto a lato strada	58
Figura 15:	Correlazione zone di infortunio e conseguenze	59
Figura 16:	Apparecchiatura per test di impatto 1621-1	64
Figura 17:	Macchinario per i test di impatto 1621-2	66
Figura 18:	Marchio Airbag Omologato CE	67
Figura 19:	Aree di protezione differenziate EN13595	68
Figura 20:	Macchina per il test di abrasione/impatto in funzione	69
Figura 21:	Test di Scoppio, apparecchiatura e campioni	70
Figura 22:	Sfregamento delle mani durante una caduta in pista	71
Figura 23:	Macchinario test EN13634	71
Figura 24:	Tipologie di caschi (da sinistra) integrale, modulare, jet	73
Figura 25:	Sezione longitudinale di un casco integrale da moto	73
Figura 26:	Targhetta omologazione casco jet	74
Figura 27:	Logo programma Sharp	74
Figura 28:	Giacca Ducati In materiale sintetico ed in pelle	76
Figura 29:	Giacca Spidi H2 Life Rain e Giacca Bmw Boulder 2 Neon	77
Figura 30:	Jeans Alpinestars Idiom Chinos e Spidi Basic Lady	79
Figura 31:	Guanti Dainese Druids e Spidi G-Flash	81
Figura 32:	Fattore di protezione delle calzature	81
Figura 33:	Scarpa Dainese Technical Sneaker e Tcx X-Street WP	83
Figura 34:	Protezioni composite Dainese per spalle e gomiti	83
Figura 35:	Protezioni spalle Knox	84
Figura 36:	Protezioni in D3o	84
Figura 37:	Pittogramma omologazione paraschiena	85

Figura 38:	Paraschiena Clover Back-Pro 4 e Back-Pro 4 Insert	86
Figura 39:	Paraschiena Dainese Wave 12 Air e Ixs Pro Back Skeleron	87
Figura 40:	Paraschiena Spyke Hss Fold Protector	87
Figura 41:	Connessione tramite cavo spiralato del protettore airbag	88
Figura 42:	Gilet Airbag MotoAirbag	89
Figura 43:	Dainese D-Air Street integrato nella giacca	90
Figura 44:	Dainese D-Air Street Informazioni tecniche	90
Figura 45:	Corsie preferenziali per moto “Avanzamoto” a Barcellona	93
Figura 46:	Strisce pedonali e spartitraffico pericolosi in città	94
Figura 47:	Logo del comitato MotoCivismo	94
Figura 48:	Abbigliamento di un motociclista in città	107
Figura 49:	Abbigliamento di alcuni scooteristi in città	108
Figura 50:	Schema dimensionale per paraschiena - Normativa EN 1621-2	112
Figura 51:	Dimensione area di protezione EN1621-2 per un utente alto 175cm	113
Figura 52:	Area di protezione massima possibile in rapporto alla schiena	114
Figura 53:	Sagoma paraschiena maggiorata testata sulle diverse giacche	115
Figura 54:	Misurazione dell’imboccatura della tasca per il paraschiena	116
Figura 55:	Test posizionamento del paraschiena maggiorato nella giacca	116
Figura 56:	Cuscino gonfiabile da campeggio	117
Figura 57:	Sottosella di uno scooter e paraschiena ancora gonfio ripiegato	118
Figura 58:	Differenza di penetrazione del cuscino semi-gonfio	118
Figura 59:	funzionamento di un ammortizzatoree ipotesi per il cuscino	119
Figura 60:	Zona di curvatura della schiena	120
Figura 61:	Paraschiena Spidi AirBack	121
Figura 62:	Gonfiaggio del cuscino durante il moto	122
Figura 63:	Schema del sistema di gonfiaggio del cuscino	123
Figura 64:	Valvola di un materassino	123
Figura 65:	Materassino autogonfiante e sua struttura interna	125
Figura 66:	Bustine di tè con tecnologia Squeezable	126
Figura 67:	Architettura della protezione con sistema “squeezable”	126
Figura 68:	Implementazione del sistema “squeezable” nella giacca	127
Figura 69:	Concept3 - Proposte di architettura delle placche rigide	128
Figura 70:	Architettura di prodotto e componenti del concept proposto	129
Figura 71:	Imbragature del dispositivo airbag utilizzato da Tucano Urbano	129
Figura 73:	Schema d’uso - Fase 2	130
Figura 72:	Schema d’uso - Fase 1	130
Figura 74:	Schema d’uso - Fase 3	131
Figura 75:	Schema d’uso - Fase 4	131
Figura 76:	Schema d’uso - Fase 5	132

Figura 77:	Struttura interna degli elementi che simulano il cuscino d'aria	132
Figura 78:	Prototipo con le placche ravvicinate e con le placche separate	133
Figura 79:	Dettaglio movimento delle placche nel prototipo del concept	133
Figura 80:	Avvicinamento e allontanamento di due punti tramite gonfiaggio	134
Figura 81:	Fogli di Poron Xrd e tessuto Ceraspace	138
Figura 82:	Rogers B-Guard	139
Figura 83:	Geometrie del protettore e pattern Auxetico	140
Figura 84:	Comportamento di un materiale tradizionale e uno auxetico	141
Figura 85:	Materiale auxetico (a sinistra) e una struttura auxetica (a destra)	142
Figura 86:	Strutture 2D auxetiche	142
Figura 87:	Strutture chirali auxetiche	143
Figura 88:	Strutture auxetiche planari a rotazione	143
Figura 89:	Struttura 3D tradizionale e rientrante auxetica	143
Figura 90:	Reticolo interno di una espanso tradizionale e di uno auxetico	144
Figura 91:	Curvatura "anticlastica" e "sinclastica"	144
Figura 92:	Doppia curvatura assunta da una struttura auxetica	145
Figura 93:	Geometria tridimensionale curva da materiale semi-rigido	145
Figura 94:	Test di abrasione su pelle bovina e su Ceraspace	146
Figura 95:	Render e dimensioni della prima sagoma per il paraschiena	149
Figura 96:	Confronto delle geometrie del paraschiena con quelle umane	150
Figura 97:	Sketch generati partendo dall'area minima di protezione	150
Figura 98:	Prima proposta di geometria del protettore per scapole e colonna	151
Figura 99:	Evoluzione delle geometrie del paraschiena	152
Figura 100:	Proposta finale di geometria generale del protettore flessibile	153
Figura 101:	Dimensioni della geometria definitiva del paraschiena	153
Figura 102:	Tessuto ricoperto dal pattern 3D della tecnologia Ceraspace	154
Figura 103:	Langer Lines della parte posteriore del corpo	155
Figura 104:	Studio della distribuzione delle Langer Lines	156
Figura 105:	Vista del protettore con zone di piega secondo le Langer Lines	156
Figura 106:	Componente poliuretanic e segmenti in Ceraspace	157
Figura 107:	Vista degli scavi posteriori	157
Figura 108:	Struttura auxetica ad esagono rientrante.	158
Figura 109:	Varianti geometriche di struttura ad esagono rientrante.	158
Figura 110:	Geometria auxetica ipotizzata per il modulo a esagono rientrante	159
Figura 111:	Trasferimento della geometria auxetica	159
Figura 112:	Modello pattern auxetico con parete 2mm	160
Figura 113:	Prototipo, stampo e modello flessibile del primo pattern auxetico	160
Figura 114:	Prototipo in ABS del pattern auxetico ad esagono rientrante	161
Figura 115:	Schema di studio della geometria chirale auxetica	161

Figura 116:	Prototipo di pattern chirale con spessore di parete di 2mm	162
Figura 117:	Prove di flessibilità del pattern chirale	162
Figura 118:	Modello di paraschiena con pattern auxetico chirale	163
Figura 119:	Prova di flessibilità del pattern chirale modificato	164
Figura 120:	Confronto di adattabilità alle forme della schiena	164
Figura 121:	Studio della geometria del pattern auxetico rotativo	165
Figura 122:	Prove di flessione del prototipo di pattern auxetico rotativo	166
Figura 123:	Prototipo in scala 1:1 e relative prove di flessione	167
Figura 124:	Vista frontale e posteriore del paraschiena con la texture auxetica	168
Figura 125:	Schema di installazione del paraschiena nella giacca	169
Figura 126:	Dispositivi di protezione per le spalle con connessione in Velcro	169
Figura 127:	Bottoni a pressione Plasticlac	170
Figura 128:	Render del paraschiena "Trio"	171
Figura 129:	Vista esplosa delle componenti principali di Trio	172
Figura 130:	Vista frontale dello scudo realizzato in Poron Xrd	172
Figura 131:	Vista delle diverse altezze del componente poliuretano	173
Figura 132:	Vista di dettaglio del pattern auxetico rotativo	173
Figura 133:	Vista di dettaglio della zona di piega superiore	174
Figura 134:	Dettaglio delle zone di piega posteriori	175
Figura 135:	Dettaglio del bordo rastremato del componente principale	176
Figura 136:	Sezione del protettore nella zona di connessione tra i bottoni	176
Figura 137:	Vista di dettaglio degli scarichi intorno alla zona dei bottoni	177
Figura 138:	Vista generale e di dettaglio delle Langer Lines e del logo di Trio	178
Figura 139:	Viste generali dell'imbragatura	179
Figura 140:	Fotografie di un guancialetto interno di un casco da moto	180
Figura 141:	Vista di dettaglio del pattern esagonale sulla placca polimerica	180
Figura 142:	Dettaglio dello scarico di materiale in prossimità del bottone	181
Figura 143:	Sezione del protettore nella zona di connessione della placca	181
Figura 144:	Dettaglio della conformazione delle fasce laterali	182
Figura 145:	Dettaglio della fascia elastica superiore e del passante	183
Figura 146:	Dettaglio della chiusura lampo con sezione catarifrangente	183
Figura 147:	Viste generali del paraschiena assemblato all'imbragatura	184
Figura 148:	Schema del processo produttivo di Iniezione Reattiva	185
Figura 149:	Pressa manuale Prym	186

Indice delle Tabelle

Tabella 1:	Vittime della strada per Paese, Anni 2001-2010	20
Tabella 2:	Numero dei casi analizzati, suddivisi per regione	32
Tabella 3:	Mortalità suddivisa per tipologia di veicolo a due ruote	33
Tabella 4:	Ostacolo colpito dai motociclisti nel primo impatto	33
Tabella 5:	Località degli scontri, divisi per tipologia di veicolo	34
Tabella 6:	Fattori primari di responsabilità dell'incidente	35
Tabella 7:	Frequenza dell'incidentalità suddivisa per cilindrata	37
Tabella 8:	Azioni Pre-crash del motociclista	38
Tabella 9:	Velocità del veicolo a due ruote poco prima dell'impatto	39
Tabella 11:	Tipologie di perdita di controllo del veicolo a due ruote	41
Tabella 10:	Manovre di elusione dei conducenti del veicolo a due ruote	41
Tabella 12:	Post-Crash motion del conducente del veicolo a due ruote	44
Tabella 13:	Cure necessarie ai piloti feriti negli scontri e fatalità	45
Tabella 14:	Numeri relativi alle lesioni spinali divise per regioni corporee	56
Tabella 15:	Frequenza delle lesioni nelle diverse zone toraciche	57
Tabella 16:	Aspettativa di vita di chi subisce lesioni spinali	61
Tabella 17:	Rapporto MAIDS, incidenti divisi per zona	91
Tabella 18:	Risultati dei test effettuati sui prototipi secondo la EN1621-2	136
Tabella 19:	Bill Of Materials Paraschiena Trio	188

Indice dei Grafici

Grafico 1:	Evoluzione delle morti per incidenti stradali divise per categorie	18
Grafico 2:	Evoluzione delle morti per incidenti stradali anni 2001-2008	18
Grafico 3:	Evoluzione delle morti per incidenti stradali anni 2001-2010	19
Grafico 4:	Percentuale di riduzione morti per incidenti stradali 2001-2010	21
Grafico 5:	Riduzioni delle morti per incidenti stradali e valutazione in Euro	21
Grafico 6:	Variazione percentuale del numero dei morti 2002-2010	24
Grafico 7:	Indice di mortalità per categoria di veicolo	25
Grafico 8:	Motociclisti infortunati suddivisi per età e sesso	26
Grafico 9:	Collision partner del motociclista in città o in area rurale	34
Grafico 10:	Errori maggiormente frequenti dei conducenti	36
Grafico 11:	Tipologie di veicoli coinvolti, suddivisi per categorie	37
Grafico 12:	Rapporto Velocità-Fatalità	40
Grafico 13:	Regione del corpo e gravità dell'infortunio	47
Grafico 14:	Lesioni alla testa e oggetto di impatto	48
Grafico 15:	Lesioni al collo e oggetto di impatto	48
Grafico 16:	Lesioni alle braccia e oggetto di impatto	49
Grafico 17:	Lesioni all'addome e oggetto di impatto	49
Grafico 18:	Lesioni alla regione pelvica e oggetto di impatto	49
Grafico 19:	Lesioni alle gambe e oggetto di impatto	50
Grafico 20:	Lesioni alla colonna vertebrale e oggetto di impatto	50
Grafico 21:	Velocità e gravità delle lesioni	51
Grafico 22:	Fattore di protezione delle giacche	76
Grafico 23:	Fattore di protezione dei pantaloni	78
Grafico 24:	Fattore di protezione dei guanti	80

Indice delle Tavole

Tavola 1:	Esplosivo generale Trio	189
Tavola 2:	Vista assonometrica del paraschiena Trio con l'imbragatura	190
Tavola 3:	Vista frontale di Trio con l'imbragatura e quote di massima	191
Tavola 4:	Vista assonometrica di Trio	192
Tavola 5:	Vista frontale di Trio e quote di massima	193

Sommario

Oggetto di questo elaborato è la comprensione delle dinamiche degli incidenti motociclistici, delle cause che li determinano e delle conseguenze a livello personale e sociale, il confronto dell'offerta di dispositivi di protezione presente sul mercato, con le reali esigenze di chi utilizza le due ruote per i propri spostamenti, con lo scopo di sviluppare e proporre un dispositivo di protezione della schiena in grado di soddisfare i requisiti progettuali in termini di protezione, usabilità e valenza estetica.

La ricerca preliminare si avvale di dati statistici aggiornati al 2011 estratti da indagini a livello nazionale ed internazionale, accompagnati da un questionario appositamente realizzato per l'individuazione dei reali bisogni degli utenti che fanno uso delle due ruote.

Il progetto, elaborato "per" ed "intorno" all'utente, si rivolge a motociclisti di tipo cittadino e vuole rispondere alle differenti esigenze degli appartenenti a tale categoria.

I bisogni dei ciclomotoristi sono stati tradotti in caratteristiche di progetto tese a soddisfare le esigenze comuni in termini di: comfort, espresso come flessibilità, leggerezza e traspirabilità; usabilità e comunicazione visiva. Un approfondito studio è stato realizzato riguardo ai materiali ed alle strutture auxetiche, vero e proprio fulcro di progettazione per il concept proposto.

Abstract

Goal of this study is the evaluation and understanding of the dynamic crashes involving motor bikes, their causes and, social and personal consequences. Besides the comparison between protection devices actually available on the market and the real needs of the users, having as final purpose the design of a new back protection device able to satisfy either the safety requirements and the usability and aesthetical needs of the users.

The preliminary study is using statistical data updated to 2011, deriving from national and international researches, completed by a custom made questionnaire aimed at defining the real needs of bikes users.

Target of the project, that has been designed "for" and "around" the user itself, are the "city" users and consequently is addressing to their specific needs.

The needs of scooters and "city" users have been translated into project features aimed at satisfying the common requirements such as: comfort, expressed as flexibility, lightness and breathableness, usability and visual communication.

A significant part of the study has been dedicated to the choice of materials and to the auxetic pattern that are the real fulcrum of the design of the concept here presented.

INTRODUZIONE

La mobilità è un' esigenza irrinunciabile malgrado le nuove tecnologie disponibili, il ciclo economico avverso, lo stress ed il caos del traffico¹. E la mobilità, con la società, sta cambiando con lo scorrere degli anni. Le auto private continuano a crescere in numero, i mezzi pubblici vengono rinforzati per generare una risposta adeguata alla continua evoluzione delle esigenze dei cittadini e sempre più piede prendono i mezzi a due ruote soprattutto nelle città. Guidare una moto è un vero boom in termini di crescita e popolarità data la sua estrema praticità, l'intrinseca economicità e quell'affascinante sensazione di libertà ad essa connessa. La mobilità, negli studi effettuati dalla commissione per i trasporti della comunità europea, sta cambiando e deve cambiare. La comunità europea ha stabilito dei rigidi traguardi da raggiungere per l'anno 2050. L'intero modo di spostarsi delle persone dovrà cambiare, nelle città, ma anche nelle tratte al di fuori di esse. Alcuni degli obiettivi fondamentali del programma sono quelli di dimezzare l'utilizzo nelle città delle automobili a propulsione convenzionale, benzina e derivati, entro il 2030 e addirittura di escluderle totalmente dalla circolazione nei centri entro il 2050. Anche gli spostamenti di maggior entità dovranno essere rivisti in modo da contenere l'impatto economico, ma anche ambientale che provocano. È stato infatti auspicato, e previsto come obiettivo del 2050, di far muovere gli utenti che devono compiere tragitti compresi tra i 200 e i 1000 km su rotaie e non più via aria. La commissione europea per i trasporti ha anche richiesto a tutti gli stati membri di incoraggiare l'uso di mezzi di trasporto più piccoli, leggeri, e a minor impatto ambientale, per poter contribuire in modo sostanziale alla riduzione delle emissioni nocive e al contempo migliorare la mobilità. La mobilità infatti è e continuerà ad essere, uno dei più importanti fattori di salute socio-economica del nostro, e degli altri paesi che fanno parte della comunità europea.

L'insieme di queste considerazioni mette in evidenza come i mezzi a due ruote ben si propongono come effettiva e fattibile alternativa ai mezzi a quattro ruote al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati. Transport&Mobility Leuven ha condotto in Belgio in questi anni uno studio, che ha dimostrato come l'uso del 10% in più di mezzi a due ruote, negli spostamenti urbani, corrisponderebbe ad una effettiva riduzione del 40% degli ingorghi stradali. A tutto ciò va poi aggiunta la considerazione secondo la quale, un modello di mobilità più efficiente, si ripercuote in modo incredibilmente positivo sulla qualità di vita delle persone. Lo stesso studio ha previsto, sempre sul suolo belga, che si risparmierebbero 15.000 ore perse nel traffico ogni giorno, per un risparmio giornaliero di 350.000€.² Già nel "Report 2010" dell'ACEM (Associazione Costruttori Europei di Motoveicoli) vie-

1 A.C.I. - Censis (2010), *XVII Rapporto 2010 Guidare meno, gruidare sempre* [3]

2 A.C.E.M. (2012), *The motorcycle industry in Europe* [2]

ne evidenziato come il numero di moto immatricolate tra il 2001 e il 2008 è passato da 16 a 22 milioni di esemplari, ai quali si devono aggiungere anche le altre tipologie di veicoli a due ruote, di cilindrata inferiore a 50cc, per un complessivo di 33 milioni di esemplari. Un recente studio ha poi calcolato che entro il 2020 circoleranno per le strade di tutta Europa tra i 35 e i 37 milioni di veicoli a due ruote. L'Italia, paese le cui radici nel campo dei motori sono profondamente radicate nella storia, ha fatto registrare nel 2009 il maggior numero di immatricolazioni di mezzi a due ruote (5,9 milioni) in confronto a tutti gli altri Stati europei. Per meglio rendersi conto di questo “fenomeno italiano” basti pensare che il secondo stato per numero di immatricolazioni è la Germania con 3,7 milioni di veicoli³. Le due ruote sono quindi in continua espansione per numero e popolarità nonostante siano, tra tutti i mezzi motorizzati che circolano sulle nostre strade, di gran lunga i più pericolosi. La pericolosità associata alle due ruote dipende da diversi fattori.

Il primo riguarda la natura e la struttura stessa dei veicoli a due ruote. In un'automobile, o comunque in un mezzo a 4 ruote, il guidatore è inserito in una “gabbia” che, in caso di impatto, assorbe la maggior parte della forza generata dall'urto preservando così l'integrità del conducente e dei passeggeri. Un'automobile poi è dotata di numerosi sistemi di sicurezza, attivi e passivi, che incrementano ulteriormente la sicurezza di chi vi si trova all'interno. Quando si guida un mezzo a due ruote tutto questo non è presente. Il conducente non è protetto da nessuna struttura intorno a lui ed è quindi maggiormente esposto. In caso di incidente tutta la forza dell'impatto viene trasmessa al corpo di chi guida il mezzo a due ruote. La stabilità stessa del veicolo è inevitabilmente più precaria rispetto a quella di un veicolo a quattro ruote e le misure di sicurezza applicate a quest'ultima non possono essere applicate anche alle moto perché, come sostenne già nel 1973 Doichi Aoki (rappresentante della JAMA, Japan Automobile Manufacturing Association), “applicando le misure di sicurezza delle automobili ai veicoli a due ruote, si andrebbe a rovinare la natura stessa del veicolo e le caratteristiche per cui è stato costruito, rischiando così di non poter più definire una moto come tale”⁴.

Il secondo fattore di rischio è costituito dalle stesse strade che accolgono i veicoli a due ruote. La consapevolezza e gli studi sulla sicurezza dei conducenti dei motocicli sono relativamente recenti. Inizialmente tutti gli studi in merito alla sicurezza stradale sono stati rivolti al mondo dell'automobile, trascurando in modo spesso imperdonabile, la sicurezza degli altri utenti della strada, sia motociclisti, ma anche ciclisti e pedoni. Per questo città e strade non a misura di motociclista possono essere tanto pericolose, quanto la distrazione, la fretta e la velocità.

Il terzo e fondamentale fattore di pericolosità legato al mondo delle due ruote risiede nel conducente stesso e nei conducenti degli altri veicoli presenti sulle strade.

3 Dekra (2010), *Report sulla sicurezza stradale in moto 2010* [12]

4 Dekra (2010), *Report sulla sicurezza stradale in moto 2010* [12]

La maggior parte degli incidenti sono dovuti a errori derivati dal comportamento degli utenti della strada. La distrazione, la fretta, la velocità, i comportamenti scorretti al di fuori del codice della strada, sono i fattori che più di altri portano al verificarsi di incidenti con conseguenze gravi e spesso fatali.

Le ricerche internazionali e gli studi sulla sicurezza stradale mettono in evidenza la problematica situazione della sicurezza di chi usa un motociclo per i suoi spostamenti. I dati degli ultimi anni hanno registrato, a fronte di campagne per la sicurezza promosse dalla comunità europea, incoraggianti risultati in quasi tutti i paesi facenti parte della comunità europea, con una riduzione media della fatalità degli incidenti stradali del 42%. Se però si entra nel merito di questi studi è importante notare come questi dati positivi riguardino quasi esclusivamente il mondo delle automobili. I numeri riguardanti i veicoli a due ruote sono rimasti pressochè invariati negli anni e qualche volta addirittura peggiorati. La percentuale di fatalità in caso di incidente in cui risulta coinvolta una moto è esponenzialmente più elevata rispetto ad incidenti in cui sono coinvolte solamente autovetture.

In un quadro così complesso e in continua evoluzione, questo elaborato cerca di analizzare e comprendere la situazione attuale di chi utilizza una motocicletta, uno scooter o un qualsiasi veicolo motorizzato a due ruote. L'indagine riguarderà la sicurezza, le caratteristiche degli incidenti e i loro meccanismi, le cause delle fatalità, le tipologie di lesioni e come queste avvengono, i dispositivi di sicurezza e come questi vengono utilizzati al giorno d'oggi. L'intento è quello poi di proporre adeguate soluzioni che tengano conto di tutti questi aspetti, in modo da coniugare in una proposta di prodotto che rispetti le leggi, gli utenti e i processi di produzione.

Il testo è suddiviso in otto capitoli. I primi cinque sono dedicati all'indagine sulla situazione italiana ed europea in merito alla sicurezza stradale. La trattazione affronta poi gli studi internazionali sulle dinamiche degli incidenti stradali in cui vengono coinvolti i veicoli a due ruote, per poi comprendere e descrivere le cause e gli effetti di tali avvenimenti. Un capitolo è dedicato alle conseguenze fisiche, ma anche sociali, che le lesioni alla spina dorsale derivate da incidenti stradali sulle due ruote, portano a chi le subisce. La fase di ricerca si conclude poi con l'analisi del luogo di intervento identificato, la città, e l'utente che lo vive.

Gli ultimi due capitoli sono invece dedicati allo sviluppo progettuale ed alla descrizione specifica del progetto presentato in questo elaborato, il paraschiama flessibile urbano Trio.

1. SICUREZZA STRADALE

La trattazione di questo capitolo è incentrata sull'analisi della situazione aggiornata agli anni 2010 e 2011 in merito alla sicurezza stradale in Europa e in Italia.

Fino a pochi anni fa il reperimento di dati relativi all'incidentalità sulle strade era difficoltoso e i dati che si potevano ottenere e consultare riguardavano quasi esclusivamente il mondo delle automobili.

La nascita di enti appositi e il sempre più grande interesse da parte della Comunità Europea e degli Stati membri ha portato, negli ultimi tempi, alla nascita di differenti commissioni di indagine anche sugli incidenti in cui sono coinvolti anche veicoli a due ruote. Questo ha loro permesso di conoscere come questi scontri avvengono, quali sono le reali dinamiche, le cause, le lesioni e le tipologie di utenti maggiormente vulnerabili.

1.1 Il caso europeo

1.1.1 Dati statistici e trend

In Europa gli incidenti stradali sono una delle prime cause di morte, con più di 120.000 vittime ogni anno. Questo fenomeno accomuna l'Europa alla gran parte dei paesi occidentali, si calcolano infatti circa un milione di morti l'anno sulle strade di tutto il mondo. Le ferite da incidenti di traffico provocano la morte di quasi 350 persone al giorno nella regione europea monitorata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). Almeno 2,4 milioni di persone vengono ferite oppure rese disabili in incidenti stradali ogni anno. Di questi 2 milioni di incidenti stradali annuali, circa il 65% avviene in città e nei paesi.⁵ I dati appena elencati sono stati estratti da un documento redatto negli ultimi mesi del 2010 e riguardano quindi studi effettuati su raccolte dati effettuate nel 2009 e negli anni precedenti. Una statistica provvisoria ma di un anno più recente, datata 5 Luglio 2011, evidenzia come, rispetto all'anno precedente, nel 2010 gli incidenti stradali in Europa siano diminuiti dell'11% circa. Sebbene il dato sia confortante, le statistiche dei singoli paesi evidenziano come il numero di vittime vari sensibilmente a seconda dello stato membro. Quasi tutti i Paesi europei hanno raggiunto una diminuzione di due cifre percentuali del numero di vittime nel corso dell'ultimo anno; gli Stati maggiormente virtuosi sono stati Lussemburgo (33%), Malta (29%), Svezia (26%) e Slovacchia (26%), l'Italia è tristemente in fondo alla classifica, risultando addirittura una delle 5 Nazioni (insieme a Spagna, Francia, Portogallo e Finlandia) a non essere riuscita a raggiungere la doppia cifra percen-

5 Presentazione "Anci Sicurezza Stradale" Novembre 2010

tuale, attestando la propria diminuzione di incidenti al 6%.⁶

Questi dati sono da considerarsi comprensivi di tutti gli scontri che avvengono sulle strade, dove i mezzi di trasporto coinvolti appartengono a tutte le categorie circolanti e quindi non solo ai motocicli.

Per trovare i numeri relativi ad incidenti di conducenti o passeggeri di motocicli bisogna fare riferimento a banche dati europee dove a volte i dati non sono aggiornati per tutti i paesi. Inoltre le statistiche tendono a separare le due principali categorie di veicoli motorizzati a due ruote che possono circolare in strada, rendendo ancora più complesso stabilire l'entità esatta dei risultati. Le due categorie vengono indicate solitamente con le sigle L1 e L3; alla prima appartengono i veicoli a due ruote la cui cilindrata non supera i 50cc e la cui velocità è limitata per legge a 50 km/h, si tratta quindi di tutti quei veicoli che in Italia possono essere condotti anche da ragazzi dai 14 anni in su che hanno conseguito il "patentino". La seconda categoria, L3, comprende invece tutti quei veicoli che hanno una cilindrata superiore a 50cc e che non hanno limitazioni sulla velocità massima raggiungibile, in questa categoria troviamo quindi gli scooter e le moto.

Per meglio comprendere il fenomeno delle fatalità su due ruote metteremo ora a confronto i risultati di statistiche di tre differenti anni, partendo dal 2008 per arrivare al 2010, e sommando i numeri delle due differenti categorie precedentemente elencate.

Nel 2008 nei 24 paesi membri dell'UE sono stati registrati 5.123 decessi nella categoria L3 e 1.454 decessi in categoria L1 per un totale di 6.577 decessi di conducenti o passeggeri di veicoli a due ruote. Se si considera che nel totale del parco veicolare europeo, i motocicli (comprendendo tutte le categorie) rappresentano solamente il 2%, e comparando questi dati con quelli totali sulle fatalità per ferite di strada nello stesso anno, emerge la spaventosa consapevolezza che un motociclista ha una probabilità 18 volte maggiore di incorrere in un incidente mortale rispetto ad un automobilista.⁷

Nell'anno successivo, il 2009, i dati non hanno subito profondi cambiamenti, le fatalità nella categoria L3 sono salite a 5.128 mentre nella categoria L1 sono scese a 1.342, per un totale di 6.470 decessi.

Netto miglioramento si riscontra invece nei risultati dell'anno 2010. Va premesso però che per alcuni paesi i dati non sono stati aggiornati allo stesso anno e che quindi la stima acquisisce un'imprecisione maggiore. Nonostante questo i risultati sono incoraggianti con 4.688 decessi per i ciclomotori di categoria L3 e 1.176 decessi per la categoria L1 con un totale di 5.864 morti. La riduzione risulta quindi del 10% rispetto all'anno precedente.⁸

Nonostante l'incoraggiante miglioramento è importante sottolineare che le morti della categoria di utenti "Non Protetti" della strada (ne fanno parte i pedoni i ciclisti ed i conducenti di veicoli a due ruote) nell'arco di tempo compreso tra il 2001 e il 2009 sono dimi-

6 **European Commission** (2010), *Towards a European road safety area* [16]

7 **Dekra** (2010), *Report sulla sicurezza stradale in moto 2010* [12]

8 "Database CARE EU 24" anni 2008 al 2010

nuite in maniera minore rispetto a quanto è successo per la categoria degli automobilisti. Nel caso particolare dei motociclisti questa riduzione è stata in media solamente del 18% in confronto al 39% dei conducenti di automobili. Quanto appena detto viene mostrato nei grafici sottostanti.(1-2-3)

Sono stati fatti molti progressi, ma ancora molto rimane da fare, la commissione europea per i trasporti si sta infatti muovendo su questa linea.

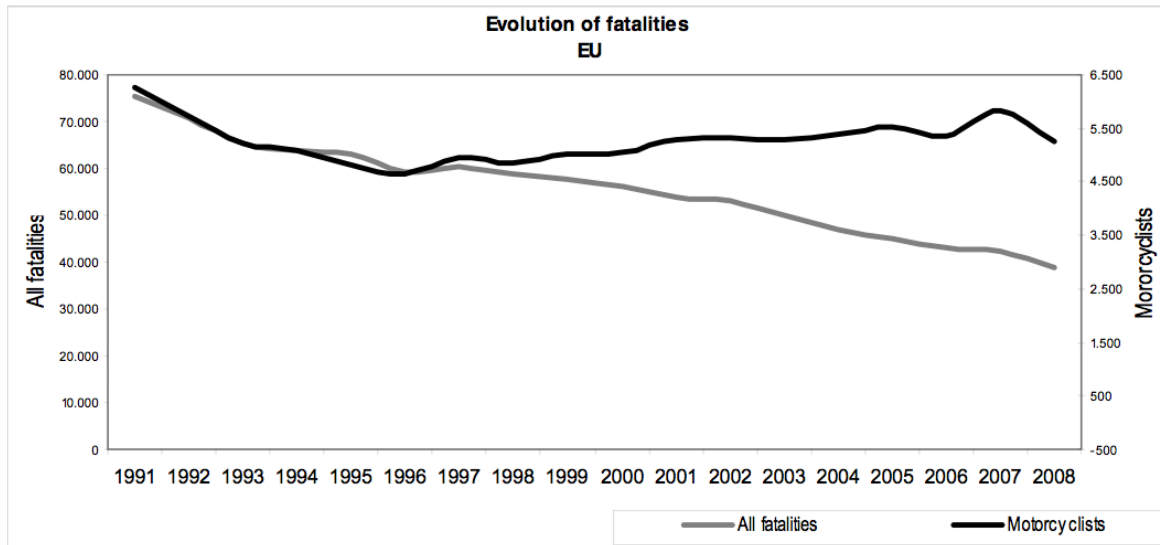


Grafico 1: Evoluzione delle morti per incidenti stradali divise per categorie

European Commission (2010), Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020, Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, Bruxelles [16]

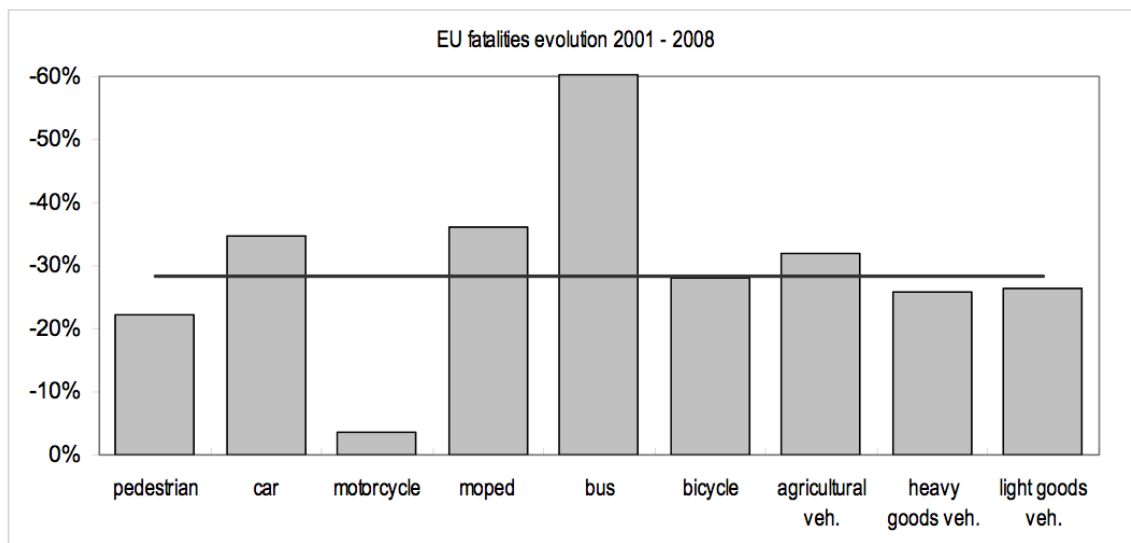


Grafico 2: Evoluzione delle morti per incidenti stradali anni 2001-2008

European Commission (2010), Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020, Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, Bruxelles [16]

1.1.2 - Il Libro Bianco 2001-2010

Il miglioramento appena sottolineato è stato possibile perchè la Commissione Europea ha inserito la sicurezza stradale tra le proprie priorità negli anni appena passati. Nel 2003 infatti è stato lanciato il 3° Programma di Azione Europeo per la Sicurezza Stradale, che ha permesso così di rispettare l'impegno preso dalla commissione in occasione della redazione del Libro Bianco sulla Politica Europea dei Trasporti del 2011.⁹ L'ambizioso obiettivo da raggiungere era quello di dimezzare le morti per incidenti stradali paragonando i dati risalenti al 2001 a quelli ottenuti nel 2010.

Grandi sono stati i progressi fatti dall'Europa. Lettonia, Estonia, Lituania, Spagna, Lussemburgo, Svezia, Francia e Slovenia hanno raggiunto il target preventivato. Il Portogallo si è avvicinato molto alla soglia del 50% di riduzione delle fatalità attestando il proprio risultato a 49,4%, mentre Gran Bretagna, Italia, Slovacchia e Belgio hanno raggiunto una diminuzione inferiore all'obiettivo prefissato ma comunque superiore alla media totale europea che è del 43%. I restanti paesi non hanno raggiunto la soglia prefissata e hanno ottenuto risultati inferiori alla media finale, ma nessuno di essi ha riscontrato un peggioramento della situazione di partenza datata 2001. In media da quell'anno le morti sulla strada sono diminuite del 43% circa.¹⁰

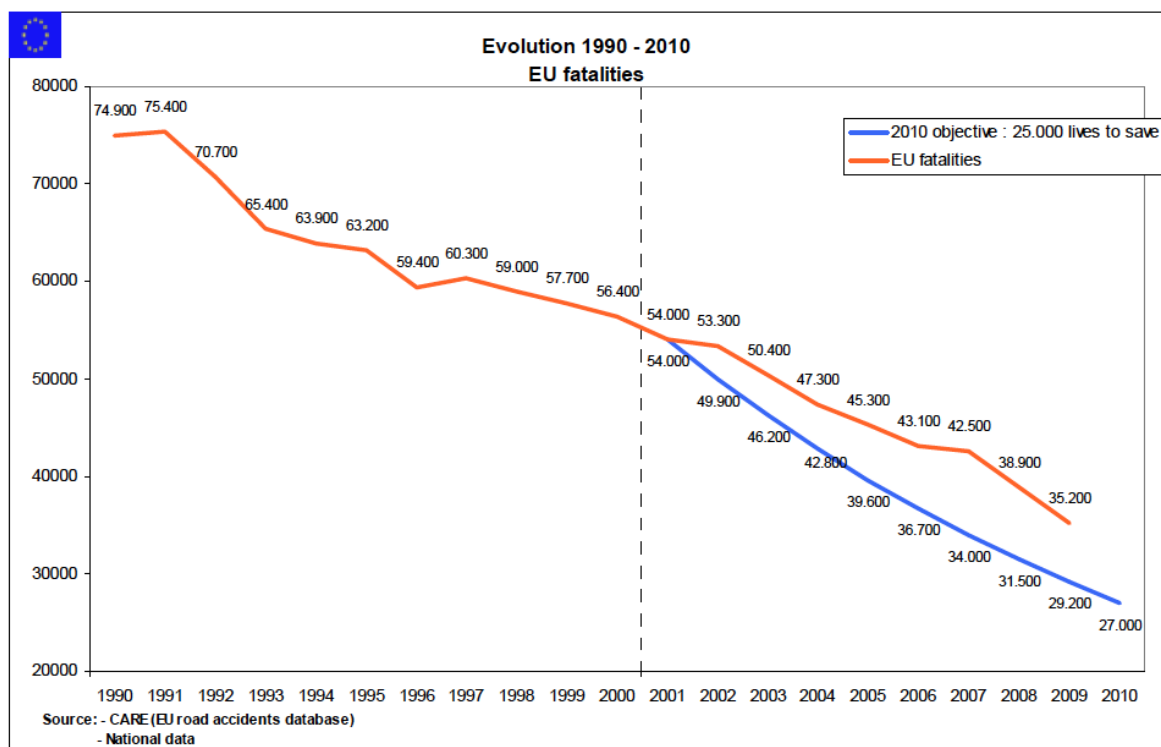


Grafico 3: Evoluzione delle morti per incidenti stradali nella decade 2001-2010
Jost. G., Allsop R., Steriu M., Popolizio M (2010), 2010 road safety target outcome: 100,000 fewer deaths since 2001, 5th road safety PIN report, European Transport Safety Council [19]

9 Presentazione rapporto Anci Sicurezza Stradale 2010

10 Jost. G., Allsop R., Steriu M., Popolizio M (2010), 2010 road safety target outcome [19]

Vittime della strada per paese (per milione di abitanti)

Stato Membro	Numero di vittime per milione di abitanti		Andamento del numero delle vittime	
	2001	2010	2009 - 2010	2001 - 2010
Lettonia	236	97	-14%	-61%
Lituania	202	90	-19%	-58%
Spagna	136	54	-9%	-55%
Svezia	66	28	-26%	-54%
Lussemburgo	159	64	-33%	-54%
Slovenia	114	53	-25%	-53%
Irlanda	107	45	-16%	-51%
Francia	134	62	-7%	-51%
Slovenia	140	68	-19%	-50%
Portogallo	163	79	1%	-49%
Germania	85	45	-12%	-48%
Regno Unito	61	31	-18%	-47%
Paesi Bassi	62	32	-17%	-46%
Belgio	145	76	-12%	-44%
Italia	125	66	-6%	-44%
UE	112	62	-11%	-43%
Austria	119	66	-13%	-42%
Estonia	146	88	20%	-41%
Ungheria	121	74	-10%	-40%
Repubblica ceca	130	76	-11%	-40%
Cipro	140	75	-15%	-39%
Danimarca	81	48	-13%	-39%
Finlandia	84	51	-1%	-36%
Grecia	172	116	-10%	-30%
Polonia	145	102	-15%	-29%
Bulgaria	124	102	-14%	-23%
Malta	41	36	-29%	-6%
Romania	109	111	-15%	-3%

Tabella 1: Vittime della strada per Paese, Anni 2001-2010

Jost. G., Allsop R., Steriu M., Popolizio M (2010), 2010 road safety target outcome: 100,000 fewer deaths since 2001, 5th road safety PIN report, European Transport Safety Council [17]

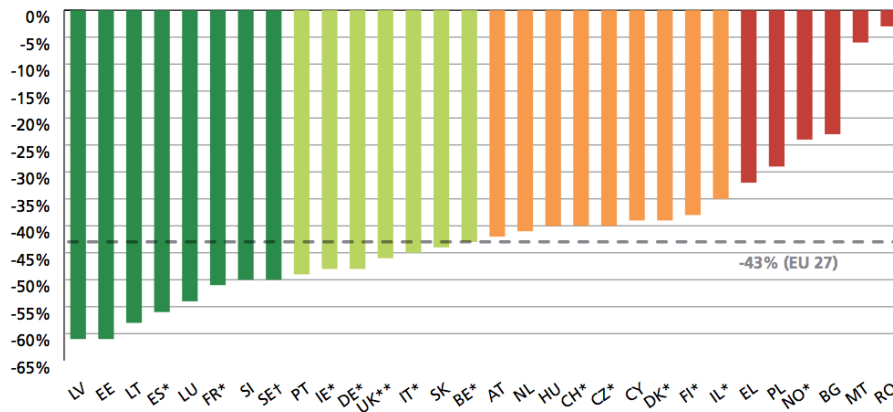


Grafico 4: Percentuale di riduzione delle morti per incidenti stradali anni 2001-2010
 Jost. G., Allsop R., Steriu M., Popolizio M (2010), 2010 road safety target outcome: 100,000 fewer deaths since 2001, 5th road safety PIN report, European Transport Safety Council [19]

L'adozione di un target così restrittivo si è dimostrato un fattore di fondamentale importanza per incoraggiare i paesi a ridurre il numero di persone uccise dalla strada. Qualora tale obiettivo non fosse stato prefissato si è calcolato che ci sarebbero stati circa 100.000 morti in più sulle strade europee nell'arco della decade 2001-2010. Salvare vite ha anche implicazioni sociali che vanno oltre il primo intento di salvare le persone dalla sofferenza fisica. Prevenire gli incidenti vuol dire recuperare delle risorse economiche che si possono quindi destinare ad un uso maggiormente produttivo. Con un sistema di calcolo appositamente preparato dalla commissione dei trasporti della Comunità Europea è stato calcolato che salvare una vita corrisponde a evitare un costo per la società di 1,7 Milioni di Euro. Sulla base di questa stima è stato calcolato che il numero di vite salvate nell'arco di tempo tra il 2001 e il 2010 ha permesso ai paesi europei di risparmiare 176 Miliardi di Euro.¹¹

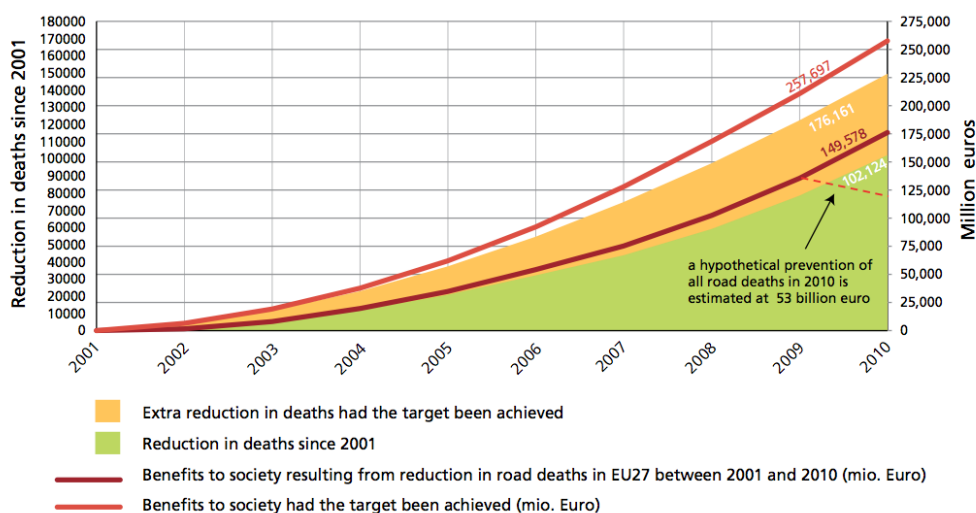


Grafico 5: Riduzioni delle morti per incidenti stradali e valutazione in Euro aggiornata al 2009
 Jost. G., Allsop R., Steriu M., Popolizio M (2010), 2010 road safety target outcome: 100,000 fewer deaths since 2001, 5th road safety PIN report, European Transport Safety Council [19]

11 Jost. G., Allsop R., Steriu M., Popolizio M (2010), 2010 road safety target outcome [19]

1.1.3 Decade of Action 2011-2020

A fronte dei notevoli risultati ottenuti nel decennio appena trascorso, la Commissione Europea per la sicurezza stradale ha deciso di continuare nello sforzo di ridurre drasticamente il numero di vite perse ogni anno sulle strade di tutta Europa. Il programma di azione per la sicurezza stradale presenta un insieme di iniziative incentrate su miglioramenti che possono essere apportati ai veicoli, alle infrastrutture e al comportamento dei conducenti. Gli intenti europei si inseriscono in un progetto di più ampio respiro ideato dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite in merito alla sicurezza stradale e alla riduzione delle vittime in tutto il mondo. Questo programma prende il nome di "Decade of Action for Road Safety".

DECADE LAUNCH.

TIME FOR ACTION

11 MAY 2011



Figura 1: Manifesto di lancio della Decade of Action

Ulteriori sforzi intenzionali sono necessari per evitare che le morti per incidenti stradali non diventino, entro l'anno 2020, la quinta causa di morte in tutto il mondo.¹²

L'obiettivo di ridurre drasticamente le morti sulle strade del mondo sarà ottenuto promuovendo iniziative in differenti campi. I Paesi dovranno:

- aderire alle linee guida in merito alla sicurezza stradale dettate dalle Nazioni Unite
- sviluppare e implementare delle strategie per la sicurezza stradale che siano sostenibili
- porsi un ambizioso obiettivo di riduzioni delle fatalità per incidenti stradali
- migliorare la sicurezza stradale a livello nazionale, regionale e globale
- aumentare la qualità e la quantità dei dati inerenti gli incidenti che ogni anno vengono raccolti
- migliorare l'utilizzo delle risorse destinate al miglioramento delle infrastrutture

12 **European Commission** (2010), *Global plan for the decade of action* [15]

Le attività di ogni singolo Paese dovranno incentrarsi su 5 tematiche principali:

- gestione della sicurezza stradale
- ottenere strade più sicure ed una mobilità generale maggiormente sicura
- generare veicoli di nuova generazione sempre più sicuri
- educare alla sicurezza gli utenti della strada
- migliorare la risposta delle istituzioni e delle infrastrutture in caso di incidente



Figura 2: 11 Maggio 2011 lancio della Decade of Action

Dalle direttive internazionali è scaturito il programma di azione europeo sulla sicurezza stradale. Nell'ottica di creare un'area comune di elevata sicurezza stradale la Commissione europea ha deciso di proseguire con l'intento di dimezzare il numero di vite perse sulle strade anche nella prossima decade. Un obiettivo comune così esigente, soprattutto a fronte dei risultati ottenuti nei precedenti dieci anni di iniziative che non hanno rispettato pienamente gli obiettivi finali imposti, rappresenta un significativo incremento delle ambizioni europee che ben sottolineano quanto realmente si voglia lavorare per ottenere al più presto tali risultati.

Ogni singolo stato membro è sollecitato a contribuire all'obiettivo comune attraverso la propria strategia di miglioramento della sicurezza stradale, tenendo in considerazione il proprio punto di partenza, le proprie esigenze e circostanze. La Commissione Europea invita gli stati a iniziare i miglioramenti partendo dai propri punti di debolezza.

Gli interventi dovranno essere mirati al raggiungimento di 7 obiettivi principali:

- migliorare l'educazione e la preparazione degli utenti della strada
- aumentare, migliorare e rinforzare le leggi del codice della strada
- migliorare e aumentare la sicurezza delle infrastrutture

- migliorare e rendere maggiormente sicuri i veicoli
- promuovere l'utilizzo delle più moderne tecnologie per aumentare la sicurezza sulle strade
- migliorare i servizi post-incidente e la gestione delle emergenze
- proteggere gli utenti della strada maggiormente vulnerabili

Quest'ultimo punto di intervento è quello che in prima persona riguarda gli utenti della strada che utilizzano veicoli a due ruote.

Il problema della sicurezza di questi utenti della strada può essere affrontato e migliorato incrementando la consapevolezza della loro vulnerabilità da parte degli altri utenti della strada, e incoraggiando la ricerca dei dispositivi di sicurezza sia dei veicoli a due ruote, sia degli accessori per i conducenti di questi mezzi.

1.2 Il caso Italiano

1.2.1 Dati statistici e trend¹³

Nel 2010 sono stati registrati in Italia 211.404 incidenti stradali con lesioni a persone. Il numero dei morti è stato di 4.090 mentre quello dei feriti di 302.735.

Rispetto all'anno precedente si è riscontrata una leggera diminuzione del numero degli incidenti (-1,9%) e dei feriti (-1,5%) e un calo più consistente del numero di morti (-3,5%)

Rispetto all'obiettivo fissato dall'Unione Europea nel Libro Bianco del 2001, l'Italia ha raggiunto una diminuzione del 42,4% del numero di fatalità che si sono verificate sulle sue strade, posizionandosi in linea con la media europea.

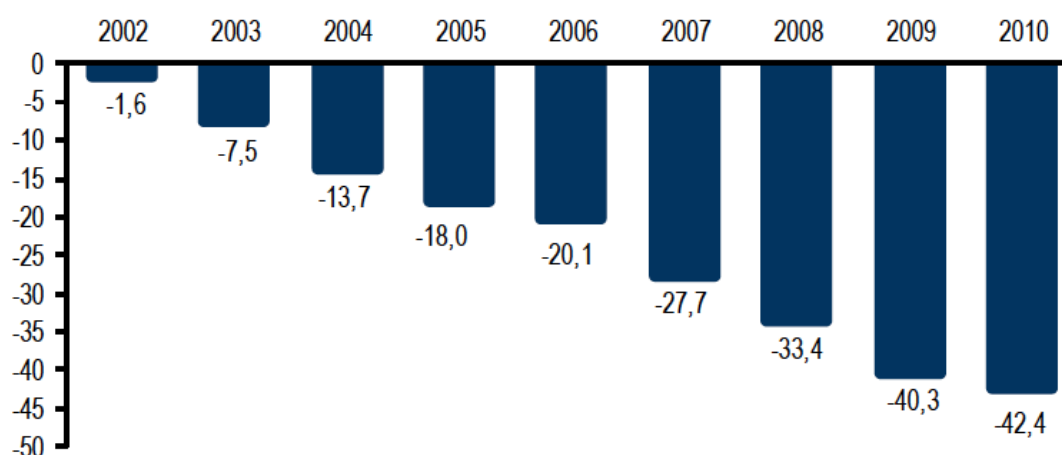


Grafico 6: Variazione percentuale del numero dei morti 2002-2010 (2001=100)

ACI-Istat, Rapporto incidenti stradali - 9 Novembre 2011 [4]

13 Tutti i dati di questo paragrafo sono estratti da **ACI-Istat**, *Rapporto incidenti stradali - 9 Novembre 2011*

Il numero totale degli incidenti che si sono verificati nel 2010 si distribuiscono in maniera differente sulle differenti tratte stradali. Sulle strade urbane si sono verificati 160.049 incidenti con 218.383 feriti e 1.759 morti; sulle autostrade gli incidenti sono stati 12.079, con 20.667 feriti e 376 decessi. Sulle altre strade extraurbane, ad esclusione delle autostrade, si sono verificati 39.276 incidenti, con 63.685 feriti e 1.995 morti.

L'indice di mortalità mostra che gli incidenti più gravi avvengono sulle strade extraurbane (escluse le autostrade), dove si registrano 5 decessi ogni 100 incidenti.

Gli incidenti sulle strade urbane sono meno gravi, con 1,1 morti ogni 100 incidenti.

Va sottolineato che il numero degli incidenti con lesioni a persone è diminuito tra il 2001 e il 2010 del 19,6% a fronte di un aumento del parco veicolare complessivo del 16%.

La categoria di veicolo più coinvolta negli incidenti stradali è costituita dalle autovetture (67,8%), seguono i motocicli (13,2%) e i ciclomotori (5,6%); queste due ultime categorie possono essere considerate nel loro insieme poichè, gli utilizzatori delle due differenti categorie di veicoli a motore a due ruote, affrontano i medesimi rischi nel traffico di ogni giorno. Il dato quindi sale al 18,8%, quasi 1 veicolo su 5 coinvolto in un incidente è un veicolo a due ruote, e anche in questo caso la percentuale aumenta negli incidenti a veicoli isolati. I dati riportati dalle ricerche dell'ACI infatti riguardano solamente gli incidenti intesi come eventi che prevedono l'intervento di ambulanze, forze dell'ordine e la redazione di verbali. Tutti gli incidenti minimi e isolati che si sono verificati per scivolate o a "velocità zero" non vengono registrati e sono quindi esclusi dalle statistiche ufficiali, anche se costituiscono una buona parte degli incidenti che si verificano, soprattutto per la categoria dei veicoli a due ruote.

In ultima analisi è necessario evidenziare che i motocicli pur rappresentando una percentuale più bassa di veicoli coinvolti in incidenti stradali rispetto alle autovetture, sono responsabili del 27,1% dei decessi. Nel 2010 infatti l'indice di mortalità per categoria di veicoli, calcolato come il rapporto tra il numero dei morti e il numero dei veicoli, distinti per categoria, e coinvolti in un incidente stradale (moltiplicato per 100), presenta una diminuzione, rispetto al 2009, per i mezzi pesanti, biciclette e motocicli, mentre è aumentato per quanto riguarda i ciclomotori. Gli indici più elevati rimangono quelli di biciclette e motocicli, entrambi categorie di utilizzatori "non protetti" della strada.

GRAFICO 12. INDICE DI MORTALITÀ PER CATEGORIA DI VEICOLO (a)/(b). Anni 2009 e 2010

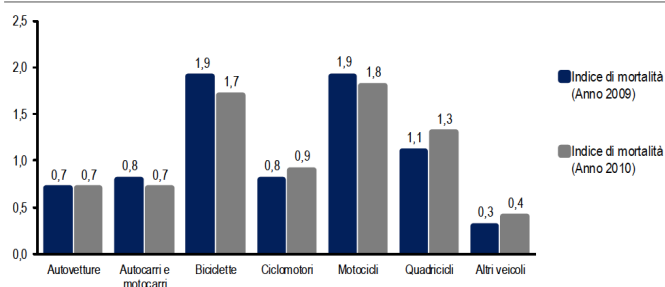


Grafico 7: *Indice di mortalità per categoria di veicolo*

ACI-Istat, Rapporto incidenti stradali - 9 Novembre 2011 [4]

La fascia di età maggiormente a rischio di incidente stradale sulle due ruote è quella dai 30 anni ai 45, essendo questa la fascia di età in cui si concentra il maggior numero di utilizzatori di motoveicoli. L'età matura dei motociclisti infortunati dimostra come la moto sia diventata un mezzo alternativo all'automobile per gli spostamenti sistematici "casa-lavoro".

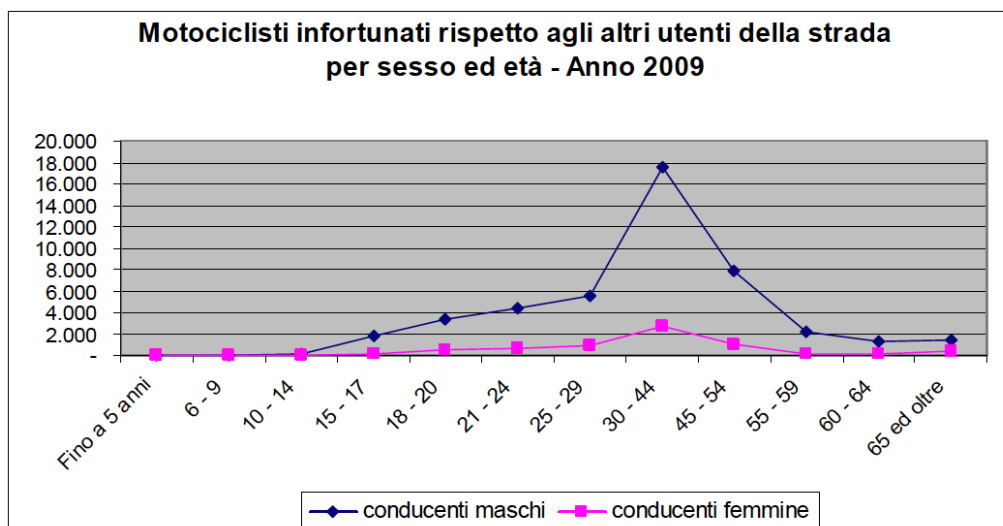


Grafico 8: Motociclisti infortunati suddivisi per età e sesso
ACI-Istat, Rapporto incidenti stradali - 9 Novembre 2011 [4]

1.2.2 La legislazione

L'utilizzo dei veicoli a due ruote sulle nostre strade è regolamentato da alcune specifiche disposizioni del Codice della Strada. Di seguito vengono riportati alcuni stralci dei due articoli, 170 e 171, riguardanti le norme di comportamento di chi conduce veicoli motorizzati a due ruote, che riguardano in parte l'utilizzo di dispositivi di sicurezza, sia per quanto riguarda il puro aspetto protettivo, sia in considerazione della mobilità che essi devono garantire

TITOLO V - NORME DI COMPORTAMENTO

Art. 170. Trasporto di persone e di oggetti sui veicoli a motore a due ruote.

*1. Sui motocicli e sui ciclomotori a due ruote **il conducente deve avere libero uso delle braccia, delle mani e delle gambe, deve stare seduto in posizione corretta e deve reggere il manubrio con ambedue le mani, ovvero con una mano in caso di necessità per le opportune manovre o segnalazioni. Non deve procedere sollevando la ruota anteriore.***

Art. 171. Uso del casco protettivo per gli utenti di veicoli a due ruote.

1. Durante la marcia, ai conducenti e agli eventuali passeggeri di ciclomotori e motoveicoli è fatto obbligo di indossare e di tenere regolarmente allacciato un casco protettivo conforme ai tipi omologati, in conformita' con i regolamenti emanati dall'Ufficio europeo per le Nazioni Unite - Commissione economica per l'Europa e con la normativa comunitaria

Inoltre i motociclisti hanno l'obbligo di tenere i fari accesi anche di giorno. Questo è stato deciso per poter aumentare la visibilità ridotta che ha un motociclo, in modo da poter aumentare la visibilità delle due ruote nel traffico cittadino. Infatti molti degli incidenti nei quali sono coinvolti i motociclisti, sono causati dalla scarsa attenzione dei conducenti di altri veicoli che "non vedono arrivare" la sagoma delle moto.

Per quanto riguarda le patenti di guida dobbiamo considerare separatamente le due categorie di veicoli a due ruote, i ciclomotori e i motocicli.

Per condurre un ciclomotore, cilindrata inferiore a 50cc, è necessario essere in possesso del Certificato di idoneità alla Guida dei Ciclomotori, rilasciato in caso di superamento di un esame per candidati sia minorenni che abbiano compiuto il 14° anno di età sia per i candidati maggiorenni non in possesso della patente di guida.

Per condurre un motociclo bisogna invece disporre della patente di guida di categoria A. Quest'ultima può essere di tre differenti tipologie:

- A1: può essere ottenuta al compimento dei 16 anni di età e consente di guidare motocicli di cilindrata inferiore o uguale a 125cc, con una potenza massima di 11KW (14,8 CV)
- A "limitata" ad accesso graduale: può essere richiesta al compimento dei 18 anni di età. Permette di guidare motocicli con potenza inferiore o uguale a 25 KW (33,5 CV). Dopo due anni dal conseguimento permette di guidare qualsiasi motociclo.
- A ad accesso diretto: conseguibile a 21 anni di età, consente di guidare qualsiasi tipo di motociclo.

Dai testi legislativi sulla conduzione di veicoli a due ruote emerge, come dato discordante in questi tempi sempre più attenti alla sicurezza stradale, il solo obbligo di indossare il casco e non altre protezioni specifiche per la protezione delle parti maggiormente sensibili del corpo umano in caso di incidente.

Alcuni tentativi sono stati fatti per modificare la legislazione sotto questo punto di vista, ma provvedimenti e intenti in generale non hanno mai preso effettivamente piede e mai si sono trasformati in nuove norme da rispettare. Un esempio pratico riguarda un Disegno di Legge - e i suoi emendamenti- che potrebbe cambiare radicalmente il Codice della strada in materia di sicurezza su due ruote. Una voce di questo DDL prevede per chi va anche

su uno scooter da 15 CV, (insomma, un 125 cc) l'uso obbligatorio del casco, ma che sia unicamente un integrale. Altro punto del DDL riguarda il paraschiena da considerarsi "di legge", appena superati i 34 CV di potenza massima della moto, e da inserire e abbinare ad una giacca tecnica. Per condurre una moto che supera i 70 CV, oltre al paraschiena, ai guanti, alla giacca si richiedono anche dei pantaloni tecnici, con le protezioni integrate. Le reazioni in merito a tale provvedimento sono state molteplici e con toni ben differenti. Ciò che sembra maggiormente assurdo e di difficile attuazione è l'entità dei cambiamenti previsti a confronto della situazione attuale, che potrebbero stravolgere il mercato delle due ruote, portando i motociclisti all'abbandono dei loro mezzi a causa di norme eccessivamente restrittive applicate in maniera troppo tempestiva. Un procedimento graduale che porti alla sicurezza dei conducenti di motoveicoli è maggiormente auspicabile, poiché inciderebbe in maniera progressiva sulle spese che case produttrici e utenti dovrebbero affrontare.

2. GLI INCIDENTI MOTOCICLISTICI

La conoscenza e la comprensione delle modalità con le quali gli incidenti motociclistici avvengono, e le conseguenze che ne derivano, è il punto di partenza per poter correttamente individuare le parti del corpo che statisticamente risultano essere le più vulnerabili in caso di impatto, in modo poi da poter sviluppare adeguate strategie che permettano di proteggerle. La necessità di protezione può variare a seconda del veicolo utilizzato, in base, ad esempio, alla presenza o meno di dispositivi integrati direttamente sul motociclo, ma anche in base ai diversi utenti. Per poter meglio indagare questi ambiti si farà riferimento alle più recenti ed aggiornate ricerche internazionali riguardanti gli incidenti motociclistici e ad articoli scientifici che trattano le patologie derivanti da questi avvenimenti.

2.1 MAIDS

In ambito internazionale viene presa come riferimento l'ultima versione di MAIDS (Motorcycle Accidents In Depth Study), uno studio europeo rilasciato nel 2009 dall'ACEM, che ha fornito interessanti dati sulla metodologia e le conseguenze degli incidenti motociclistici.

L'ACEM, Associazione Costruttori Europei di Motocicli, rappresenta l'industria motociclistica europea e costituisce uno dei più importanti gruppi che contribuiscono a definire un programma di azione in ambito motociclistico.

ACEM è costituito da 30 membri, 13 dei quali sono produttori in campo motociclistico e 17 sono associazioni nazionali di industrie del settore. Obiettivi fondanti di questa associazione sono la produzione di una puntuale e chiara informazione sul mercato europeo delle due ruote, la comprensione della complessità di questo settore e il contributo che esso da e può dare alla società.¹⁴

I dati contenuti nel MAIDS report derivano dalla consultazione dei verbali della polizia, dai referti medici, dalla consultazione delle perizie delle assicurazioni ma anche dal contributo di motociclisti che hanno voluto riportare volontariamente la propria esperienza. Questo studio ha come fine quello di creare una conoscenza base e un database consultabile molto particolareggiato, che contenga al suo interno una serie di dati ma anche di impressioni ed esperienze che possa spiegare le dinamiche e le conseguenze degli incidenti motociclistici in modo più dettagliato, evidenziando aspetti e sfumature fino ad oggi non facilmente confrontabili. Ciò che ne scaturisce è un'importante visione generale dei rischi connessi al mondo delle due ruote e la consapevolezza che vi è l'esigenza di continuare

14 Cfr. sito www.acem.eu

ad indagare per meglio determinare quali siano i rischi relativi ed i fattori scatenanti che portano agli incidenti.

Gli obiettivi principali del MAIDS possono essere così riassunti:

- Identificare e indicare le cause e le conseguenze degli incidenti motociclistici osservati in un'area precisa di campionamento
- Confrontare i dati degli incidenti con un campione di popolazione in modo da determinare il rischio associato a specifici fattori
- Utilizzare i risultati come fonte di conoscenze utili a sviluppare una serie di contromisure che possano ridurre la frequenza e la gravità degli incidenti motociclistici

2.1.1 MAIDS, la metodologia

Come detto, l'obiettivo del MAIDS è stato quello di redarre uno studio a livello europeo sugli incidenti motociclistici.

Per tale ragione sono stati selezionati come zona campione 5 Paesi, Italia, Spagna, Francia, Germania e Olanda (Figura 3). Ogni area campione è stata controllata da un team differente per ogni nazione, in Italia se ne è occupata l'Università di Pavia, sotto contratto con l'amministrazione generale dello studio.



Figura 3: Regioni di indagine MAIDS

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Comprendendo tutte e cinque le aree di investigazione sono state effettuate 921 analisi approfondite di incidenti stradali nei quali sono risultati coinvolti veicoli a due ruote. Allo scopo di identificare i potenziali fattori di rischio associati all'uso del motociclo, è stato necessario confrontare i dati sugli incidenti con le caratteristiche dei motociclisti e delle motociclette all'interno di ciascuna area di campionamento. Sostanzialmente è stato condotto, in ogni area di indagine, uno studio parallelo sulla popolazione che rappresenta un campione tipo dell'utente delle due ruote in quell'area, ma che non ha subito incidenti stradali. La comparazione delle statistiche riferite alle caratteristiche di questa popolazione di motociclisti "non incidentati" con quelle dei casi in cui si è verificato un incidente, permette di individuare se un fattore di rischio (come ad esempio una categoria di veicolo o una caratteristica del veicolo) sia sovra-rappresentato o sotto-rappresentato nel database e se la presenza di questo fattore costituisca realmente una circostanza che aumenta la probabilità di incidente.

Dal punto di vista statistico, perchè i dati di confronto fossero validati, è stato necessario raccogliere un "caso di controllo" per ogni incidente analizzato. Differenti metodi sono stati ipotizzati per la raccolta di queste informazioni. In un primo momento si era pensato di sorvegliare con delle telecamere la zona dove si era verificato un incidente per una settimana dopo l'avvenimento di quest'ultimo. Sfortunatamente questo metodo d'indagine permetteva di raccogliere informazioni sui veicoli ma non sui fattori umani che spesso risultano critici per determinare come un incidente si verifichi. Allo stesso modo fermare i motociclisti lungo il tragitto non è stato possibile poichè ritenuto illegale in alcune aree di indagine.

Un alternativo, e altamente efficace, metodo di indagine è stato sviluppato e messo in opera dall'Università di Pavia, ente di riferimento per la ricerca nell'area Italiana. Il metodo prevede di condurre delle interviste ai conducenti di mezzi a due ruote che si fermano a rifornire nelle stazioni di servizio in prossimità delle zone dove si sono verificati gli incidenti (Figura 4). In questo modo è stato possibile, a fronte di 921 casi di incidenti analizzati, avere un campione di controllo di 923 utenti delle due ruote.



Figura 4: Interviste MAIDS ai distributori

L'analisi dettagliata di 921 incidenti stradali ha fatto emergere circa 2000 variabili per ogni singolo caso. L'investigazione include una completa ricostruzione dell'incidente, l'ispezione dei veicoli coinvolti, l'intervista di eventuali testimoni ed in più, ove possibile, la raccolta dei referti medici delle persone ferite. Da questi elementi è stato quindi possibile identificare tutti i fattori umani, d'ambiente, e legati al veicolo, che hanno contribuito al verificarsi degli incidenti.

Dal punto di vista medico è stata redatta una scala di valori per rappresentare al meglio la gravità o meno di una ferita. Tale scala, denominata AIS (Abbreviated Injury Scale), comprende valori da 0 a 6, corrispondenti all'aumentare della gravità: 0=Nulla, 1=Lieve, 2=Moderata, 3=Seria, 4=Grave, 5=Critica, 6=Massima.

Questi elementi permettono di poter meglio comprendere i dati riportati nel prossimo paragrafo.

2.1.2 MAIDS, risultati generali

In questo paragrafo verranno mostrati i risultati generali dello studio. L'obiettivo è quello di focalizzare l'attenzione sulle cause scatenanti, le dinamiche e le conseguenze degli incidenti che sono stati analizzati. Per maggiore comprensione delle tabelle, si ricorda la suddivisione, per tipo di veicolo a due ruote, riconosciuta a livello internazionale; dove la categoria L1 rappresenta tutti i ciclomotori con cilindrata inferiore o uguale a 50cc, mentre la categoria L3 rappresenta tutti i motocicli con cilindrata superiore a 50cc.

Nella prima tabella vengono rappresentati tutti i dati raccolti, suddivisi nelle 5 zone di provenienza.

	Cases	Controls	Total
University of Pavia (Italy)	200	200	400
TNO (Netherlands)	200	200	400
REGES (Spain)	121	123	244
ARU-MUH (Germany)	250	250	500
CEESAR (France)	150	150	300
Total	921	923	1844

Tabella 2: Numero dei casi analizzati, suddivisi per regione

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Sono stati registrati 103 casi, rappresentativi dell'11,2% sul totale, dove si è verificata la morte del conducente o del passeggero del veicolo a due ruote, in seguito all'incidente. Una fatalità viene descritta come la morte del conducente o del passeggero di un veicolo a due ruote, avvenuta al momento dell'impatto o nei 30 giorni successivi.

	Fatal		Not fatal	
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
L1 vehicle	25	6.3	373	93.8
L3 vehicle	78	14.9	445	85.0
Total	103	11.2	818	88.8

Tabella 3: *Mortalità suddivisa per tipologia di veicolo a due ruote*

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

La prossima tabella indica l'oggetto contro il quale il motociclista si è scontrato per primo in occasione dell'incidente. Come possiamo notare le collisioni più frequenti avvengono con le automobili (il 60% delle volte) seguite dalla strada stessa sulla quale si stava muovendo il motociclista, intesa come asfalto, barriere, marciapiedi ecc (9%). Quest'ultimo è il caso più comune negli incidenti isolati, quelli dove rimane coinvolto il solo conducente del mezzo a due ruote. È importante sottolineare come nella tabella sottostante si descrive solamente contro cosa il motociclista ha impattato, e non il perché. Questa sottile precisazione nasce dalla considerazione che un motociclista può ad esempio aver impattato contro un palo posto a lato della strada per evitare un veicolo.

	L1		L3		PTW	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent	Frequency	Percent
Passenger car	262	65.8	291	55.7	553	60.0
Another PTW	36	9.0	28	5.4	64	6.9
Truck/SUV/bus/	37	9.3	40	7.64	77	8.4
Bicycle/pedestrian	8	2.0	11	2.1	19	2.1
Fixed object	15	3.7	59	11.3	74	8.0
Roadway	21	5.3	62	11.9	83	9.0
Parked vehicle	11	2.8	14	2.7	25	2.7
Animal	1	0.3	2	0.2	3	0.3
Other	7	1.8	16	3.1	23	2.5
Total	398	100	523	100	921	100.0

Tabella 4: *Ostacolo colpito dai motociclisti nel primo impatto*

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

La maggior parte delle volte gli incidenti si sono verificati in città, dove i veicoli a due ruote condividono più strettamente la strada con gli altri veicoli.

Considerando le due categorie di veicoli a due ruote, L1 e L3, per entrambe le automobili rimangono l'ostacolo più frequente, sebbene la frequenza sia più alta nei veicoli di categoria L1 (65,8%) in confronto a quelli di categoria L3 (55,7%). Questa differenza è spiegata dal fatto che i veicoli in categoria L1 sono più comuni e utilizzati nelle aree urbane per le loro caratteristiche di compattezza e praticità.

	L1 vehicles		L3 vehicles		Total	
	Frequency	Percent of L1	Frequency	Percent of L3	Frequency	Percent
urban	342	85.9	324	62.0	666	72.3
rural	43	10.8	186	35.6	229	24.9
other	13	3.3	13	2.4	26	2.8
Total	398	100.0	523	100.0	921	100.0

Tabella 5: Località degli scontri, divisi per tipologia di veicolo

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Il grafico successivo evidenzia come circa tre quarti degli incidenti registrati siano avvenuti in un'area urbana, e conferma come in questa zona siano maggiormente coinvolti i veicoli di categoria L1.

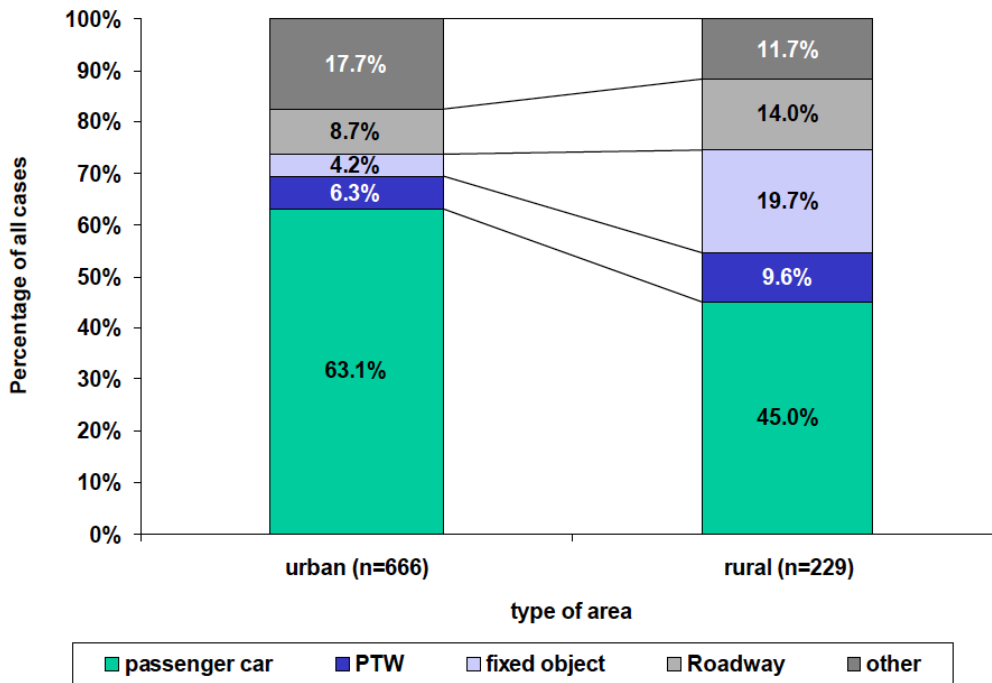


Grafico 9: Collision partner del motociclista in città o in area rurale

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Per meglio descrivere la reale dinamica degli impatti va precisato che, il contesto urbano, risulta essere maggiormente pericoloso poichè, in seguito al primo impatto, è più facile che il conducente o il passeggero del veicolo a due ruote possano subire altri impatti, detti secondari, con oggetti presenti sulla strada, come auto o barriere e cartellonistica, che in questo contesto è più facile trovare.

Alla fine di ogni analisi, i team di ricerca hanno individuato la causa primaria che ha portato all'incidente. I fattori primari di generazione dell'impatto che più frequentemente sono stati rilevati sono quello umano, gli altri veicoli e l'ambiente.

La tabella seguente contiene l'insieme di queste categorie individuate come primarie nel generare l'impatto. Il fattore umano, quindi l'errore del conducente del veicolo a due ruote o dell'altro veicolo, è quello che maggiormente ha portato allo scontro, col 87,9% dei casi. È importante sottolineare che nel 50,5% dei casi, la causa dell'incidente è da imputare al veicolo contro il quale si è venuto a scontrare il conducente del motociclo, mentre è più raro che la causa scatenante sia il conducente del motociclo stesso (37,4%).

	Frequency	Percent
Human – PTW rider	344	37.4
Human – OV driver	465	50.5
Vehicle	3	0.3
Environmental	71	7.7
Other failure	38	4.1
Total	921	100.0

Tabella 6: Fattori primari di responsabilità dell'incidente

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Il fattore in base al quale si verificano più spesso gli incidenti è quindi quello umano. Per comprendere meglio le varie tipologie di errori umani possibili, è stato sviluppato un codice che descrive le differenti azioni errate.

- **Errore di percezione:** il motociclista o il guidatore dell'altro veicolo coinvolto non hanno percepito una situazione pericolosa. Ad esempio: un automobilista dimentica di guardare negli specchietti prima di cambiare corsia, ed urta così un motociclista che sopraggiunge.
- **Errore di comprensione:** uno dei guidatori coinvolti, pur percependo una situazione di pericolo, non ha capito il reale rischi associato ad essa. Ad esempio: un motociclista vede in lontananza un'ambulanza in emergenza che viaggia verso di lui, ma non capisce che deve rallentare perchè questa sta per girargli immediatamente davanti.
- **Errore di decisione:** il guidatore commette un errore tentando di evitare una situazione di pericolo. Ad esempio: il motociclista vede i segnali di pericolo lungo la strada ma prosegue comunque alla stessa velocità decidendo di affrontare l'incrocio pericoloso senza adeguare la velocità.
- **Errore di reazione:** uno dei guidatori ha reagito al pericolo commettendo un errore. Ad esempio: viaggiando su strade sporche di sabbia e frenando eccessivamente in relazione all'aderenza limitata offerta dal manto stradale.

Nel prossimo grafico si evidenzia come il fattore di contribuzione primaria all'incidente è l'errore di percezione da parte dell'autista dell'altro veicolo.

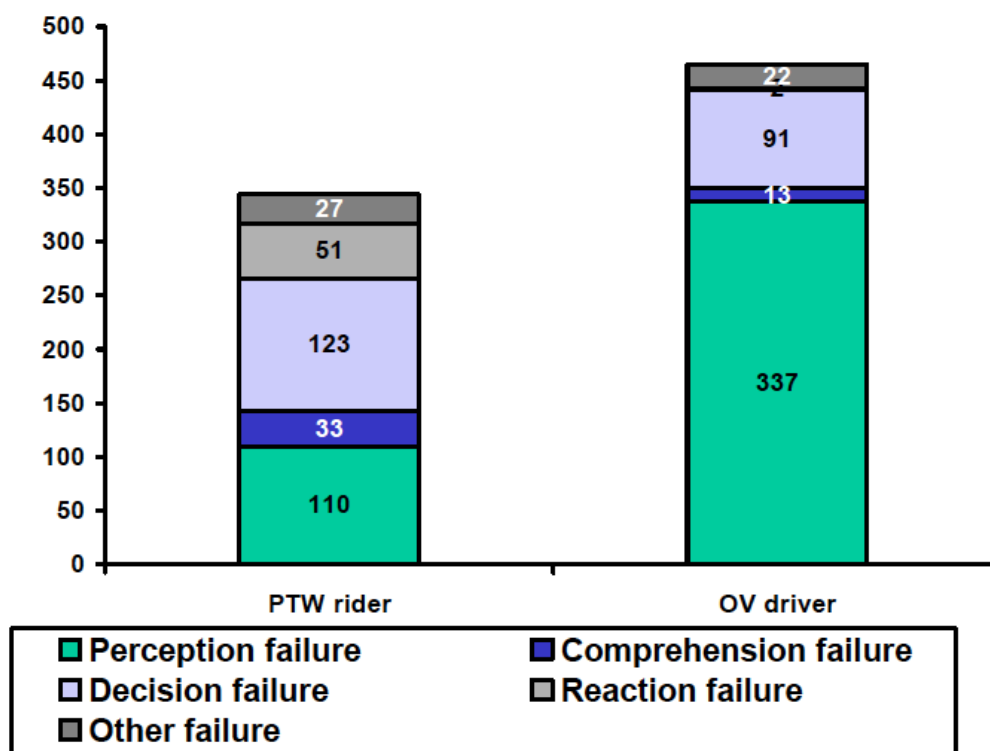


Grafico 10: Errori maggiormente frequenti dei conducenti, divisi per categorie
A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report
2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

I dati indicano che nel 36,6% dei casi il fattore che genera l'incidente è la mancata percezione da parte dell'autista dell'altro veicolo, della presenza del motociclista. La seconda causa più frequente, con il 13%, è l'errata decisione da parte del motociclista su come affrontare la situazione di pericolo. La terza causa, in ordine di frequenza, è la mancata percezione del pericolo da parte del motociclista, con il 12% dei casi.

Altro importante fattore da analizzare è la tipologia di veicolo a due ruote coinvolto in un incidente. Grazie ai dati raccolti è stato possibile realizzare il Grafico 10, è possibile vedere la percentuale di veicoli coinvolti negli incidenti in base alla categoria del veicolo stesso. È ben evidente che la categoria di mezzo a due ruote maggiormente rappresentata nel grafico sia quella degli scooter, con il 73% dei casi. Ciò spiega, ancora una volta, come l'ambiente urbano, dove questa tipologia di veicolo è di gran lunga la più diffusa, risulti essere il più pericoloso. All'interno della categoria L3 il tipo di veicolo che più frequentemente incorre in uno scontro sono le moto sportive.

È altresì interessante notare, sommando tutti i veicoli L1 e quelli L3, come non vi sia una maggiore pericolosità dell'una o dell'altra categoria.

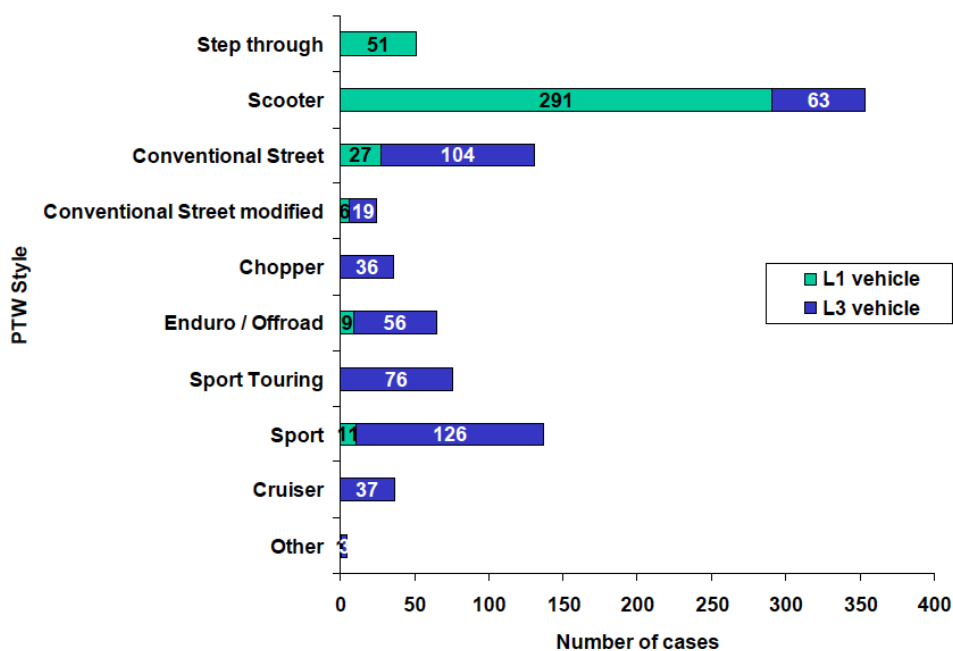


Grafico 11: Tipologie di veicoli coinvolti, suddivisi per categorie
A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report
2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

In ultima analisi è bene considerare nella ricerca, l'incidenza delle diverse cilindrata dei veicoli a due ruote, all'interno dei casi presi in esame. I veicoli presenti in percentuale maggiore sono quelli di cilindrata 50cc, con il 42,7% del totale, seguita dalla categoria delle moto di cilindrata compresa tra i 500cc e i 750cc (22,4%). Questi numeri sono molto importanti poichè sottolineano le fasce di utenza maggiormente a rischio. Infatti i veicoli con cilindrata pari a 50cc sono per lo più condotti da ragazzi di età compresa tra i 14 e i 18 anni. Si può quindi presumere che in questi casi gli incidenti possono scaturire dall'inesperienza di piloti alle prime armi. Allo stesso modo, la fascia di motocicli con cilindrata tra i 500cc e i 750cc, viene considerata quella dei veicoli adatti a chi, ormai adulto, vuole introdursi nel mondo delle due ruote. Anche qui probabilmente è l'inesperienza a mietere il maggior numero di vittime.

Table 5.3: Engine displacement

	Accident data		Exposure data	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent
up to 50 cc	394	42.7	367	39.8
51 to 125 cc	89	9.7	86	9.3
126 to 250 cc	37	4.0	32	3.5
251 to 500 cc	56	6.1	50	5.4
501 to 750 cc	206	22.4	193	20.9
751 to 1000 cc	80	8.7	107	11.6
1001 or more	58	6.3	88	9.5
Unknown	1	0.1	0.0	0.0
Total	921	100.0	923	100.0

Tabella 7: Frequenza dell'incidentalità suddivisa per cilindrata

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report
2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

2.1.3 Le dinamiche degli incidenti

In questa sezione verranno presentate le dinamiche degli incidenti registrati dallo studio MAIDS per meglio capire qual è la dinamica che più spesso si verifica e per comprendere quale sia stato il comportamento del motociclista nei casi analizzati.

Ognuno dei 921 incidenti stradali sui quali ha indagato lo studio MAIDS sono stati ricostruiti per poter determinare i movimenti, le direzioni, le velocità dei mezzi coinvolti sia pre-scontro, che al momento dello scontro e le relative posizioni finali. Ciò è stato possibile effettuando una scrupolosa analisi sia dei veicoli coinvolti, sia dell'ambiente nel quale lo scontro è avvenuto e considerando anche le testimonianze di chi ha assistito all'accaduto. L'analisi dei veicoli è risultata necessaria per poter determinare la velocità pre e post scontro dei veicoli coinvolti.

Come già detto in precedenza gli ostacoli contro i quali più frequentemente vanno a impattare i veicoli a due ruote sono le automobili, la strada e le sue strutture.

Allo stesso modo è stato sottolineato come la causa scatenante uno scontro sia, nella quasi totalità delle volte (88%), l'errore umano. Se nelle azioni primarie è l'automobilista ad avere commesso l'errore più frequentemente (50,5%), è stato possibile anche determinare che è invece il motociclista che, nel 43,7% dei casi, ha interpretato e reagito in modo sbagliato ad una situazione di pericolo. Si può dire quindi che i motociclisti siano per lo più i maggiori responsabili degli incidenti che li vedono coinvolti: nello specifico chi guida uno scooter tende a non accorgersi della situazione di pericolo, mentre che guida una moto tende a reagire in modo errato dopo aver avvertito tale situazione.

La tabella che segue mostra le azioni che il conducente del veicolo a due ruote stava compiendo immediatamente prima di incorrere nello scontro.

Table 5.7: PTW pre-crash motion prior to precipitating event

	Frequency	Percent
Stopped in traffic, speed is zero	26	2.8
Moving in a straight line, constant speed	452	49.1
Moving in a straight line, throttle off	39	4.2
Moving in a straight line, braking	22	2.4
Moving in a straight line, accelerating	108	11.7
Turning right, constant speed	7	0.8
Turning right, throttle off	1	0.1
Turning right, accelerating	1	0.1
Turning left, constant speed	6	0.7
Turning left, throttle off	3	0.3
Turning left, braking	3	0.3
Turning left, accelerating	2	0.2
Stopped at roadside, or parked	1	0.1
Making Y-turn left	1	0.1
Changing lanes to left	9	1.0
Changing lanes to right	10	1.1
Merging to left	1	0.1
Entering traffic from right shoulder, median, or parked	2	0.2
Passing manoeuvre, passing on right	3	0.3
Passing manoeuvre, passing on left	53	5.8
Travelling wrong way, against opposing traffic	8	0.9
Stripe-riding, filtering forward between lanes, longitudinal motion	1	0.1
Filtering forward between lanes, both longitudinal and lateral motion	3	0.3
Collision avoidance manoeuvre to avoid a different collision	7	0.8
Negotiating a bend, constant speed	111	12.1
Negotiating a bend, throttle off	10	1.1
Negotiating a bend, braking	12	1.3
Negotiating a bend, accelerating	14	1.5
Other	5	0.5
Total	921	100.0

Tabella 8: Azioni Pre-crash del motociclista

È interessante notare come nel 67,4% dei casi il conducente del motoveicolo stava viaggiando in linea retta. Azioni con un'alta frequenza sono anche la percorrenza di una curva a gas costante, con il 12,1% dei casi, e il sorpasso sulla sinistra, 5,8% dei casi.

Un altro importante dato è la velocità che i veicoli a due ruote avevano poco prima dell'impatto come mostrato nella Tabella 9.

Table 5.14: PTW impact speed (all accidents)

	Frequency	Percent
0 km/h	14	1.5
10 km/h	44	4.8
20 km/h	124	13.4
30 km/h	194	21.1
40 km/h	185	20.1
50 km/h	128	13.9
60 km/h	70	7.6
70 km/h	45	4.9
80 km/h	40	4.3
90 km/h	25	2.7
100 km/h or higher	50	5.4
Unknown	2	0.2
Total	921	100.0

Tabella 9: Velocità del veicolo a due ruote poco prima dell'impatto

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Dai dati della tabella è si nota come ben il 74,8% degli incidenti avviene ad una velocità, da parte del veicolo a due ruote, pari o inferiore ai 50 km/h, sottolineando ancora una volta che è l'ambiente urbano quello in cui si verificano la maggior parte dei incidenti motociclistici. Considerazione ulteriormente confermata anche dalle velocità rilevate per gli altri veicoli coinvolti, che nel 73,8% dei casi era pari o inferiore a 40 km/h.

Il numero di impatti registrati a velocità pari o superiori a 100 km/h è molto ridotto e nella quasi totalità di questi casi si tratta di incidenti cosiddetti "isolati" cioè dove l'incidente coinvolge solamente il motociclo.

Un fattore di rilevante importanza è la mortalità legata alle diverse velocità di impatto. Il grafico che segue presenta il numero di casi registrati, in relazione alla velocità, e ne indica in valore assoluto i casi in cui si sono o non si sono verificati decessi dei conducenti dei motoveicoli. Ciò che emerge è un indice di mortalità che aumenta all'aumentare della velocità. Gli incidenti a velocità di codice per i centri abitati sono infatti molto più frequenti ma anche molto meno violenti e pericolosi, mentre quelli a grande velocità sono più rari, ma quando avvengono sono più spesso causa della morte del motociclista.

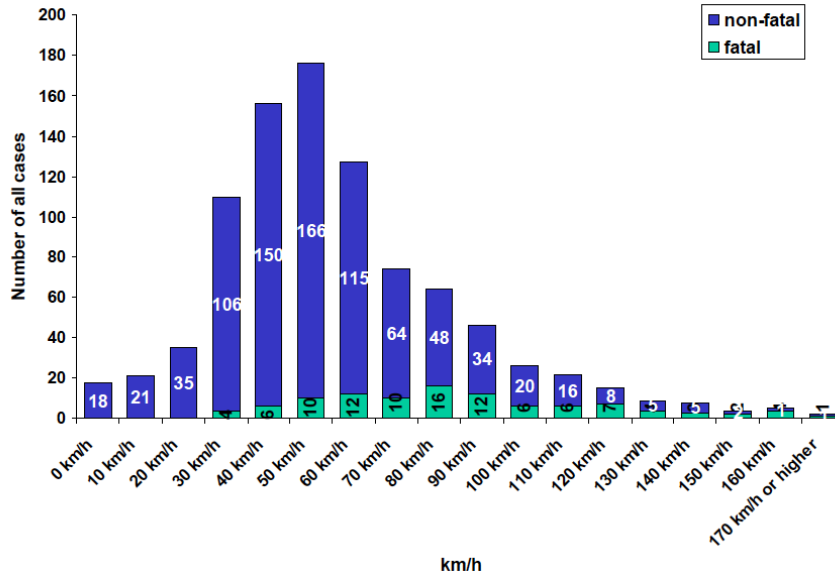


Grafico 12: Rapporto Velocità-Fatalità

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Parte della dettagliata ricostruzione delle dinamiche degli incidenti è stata dedicata alla ricostruzione delle azioni compiute dal conducente del veicolo a due ruote poco prima dell’impatto e del suo movimento post-impatto. Queste informazioni sono state ottenute da una dettagliata ispezione e ricostruzione della scena, dalla scrupolosa ispezione dei veicoli incidentati, ad esempio identificando tracce di scivolata sugli pneumatici, e completando la ricerca interrogando tutte le persone coinvolte nell’incidente e quelle che ad esso hanno assistito. La tabella successiva mostra i dati riguardanti le manovre compiute dal motociclista nel tentativo di evitare la collisione.

I dati indicano che la manovra che più volte è stata tentata risulta essere la frenata, eseguita nel 49,3% dei casi. In altre situazioni il conducente ha provato a evitare lo scontro deviando bruscamente dalla traiettoria originale (16,2% dei casi totali). In altre situazioni, ma molto meno frequentemente, il pilota ha provato ad accelerare, suonare il clacson, lampeggiare con le luci o addirittura saltare dalla moto. In quasi un caso su tre il motociclista non ha provato a evitare la collisione con nessun tipo di manovra. Questo potrebbe derivare da qualche errore da parte del motociclista o, ancora più probabilmente dall’insufficiente tempo intercorso tra il momento di percezione del pericolo e il momento dell’impatto. La Tabella 10 mostra quanto appena esplicitato.

(Note that frequency total > 921 because of multiple responses)

	Frequency	Percent
No collision avoidance attempted	362	26.9
Braking	664	49.3
Swerve	218	16.2
Accelerating	17	1.3
Use of horn, flashing headlamp	18	1.3
Drag feet, jump from PTW	9	0.7
Other	32	2.4
Unknown	26	1.9
Total	1346	100.0

Tabella 10: Manovre di elusione tentate dai conducenti del veicolo a due ruote
A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report
2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

A completamento dell'analisi degli incidenti, gli ispettori hanno saputo determinare se nell'effettuare le manovre elusive i conducenti dei veicoli a due ruote hanno in qualche modo perso il controllo del veicolo. Nella Tabella 11 si trovano i numeri relativi a queste situazioni, nel 68,1% dei casi le manovre tentate dai motociclisti non hanno determinato la perdita di controllo del mezzo. Quando invece la perdita di controllo si è verificata, questa è risultata come conseguenza delle frenate e del successivo cambio di comportamento dinamico del mezzo.

	Frequency	Percent
No loss of control	626	68.1
Capsize, or fall over	49	5.3
Braking slide-out, low side	94	10.2
Braking slide-out, high side	27	2.9
Cornering slide out, low side	27	2.9
Cornering slide out, high side	2	0.2
Ran wide on turn, ran off road, under cornering	45	4.9
Lost wheelie	1	0.1
Low speed wobble	4	0.4
High speed wobble	5	0.5
Weave, no pitch	1	0.1
Pitch weave, low speed	3	0.3
Pitch weave, high speed cornering	1	0.1
End-over, endo, reverse wheelie	6	0.7
Continuation, no control actions	7	0.8
Other	15	1.6
Unknown	8	0.9
Total	921	100.0

Tabella 11: Tipologie di perdita di controllo del veicolo a due ruote
A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report
2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Nelle diverse ricostruzioni effettuate è stato possibile determinare la posizione relativa dei veicoli coinvolti nello scontro, poco prima che questo avvenisse. Dalle indagini è emerso che nell'89,6% dei casi, al momento del verificarsi del fattore primario che ha portato all'incidente, la posizione del veicolo o dell'ostacolo contro il quale si scontrò solitamente il mezzo a due ruote è risultata essere nel cono di visione frontale del conducente di quest'ultimo. Solamente nel 10,5% dei casi l'ostacolo non può essere visto dal pilota del motociciclo poichè proveniente dalla zona posteriore o laterale.

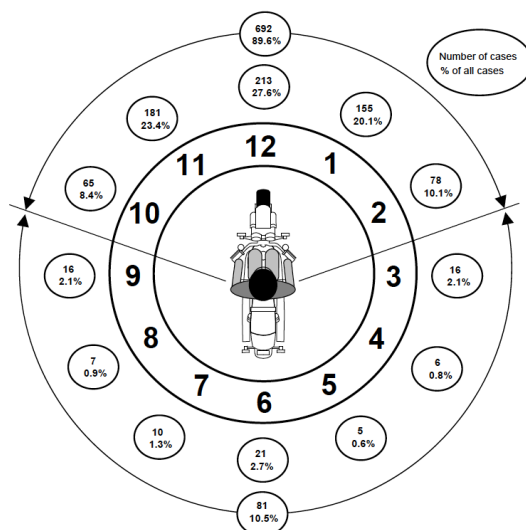


Figura 5: Zona di provenienza dell'altro veicolo al momento della causa scatenante
A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Per poter poi stabilire la configurazione di ogni incidente e il reale orientamento del veicolo a due ruote e dell'altro veicolo, si è cercato di determinare l'angolo relativo tra i due mezzi. Per meglio comprendere i risultati che verranno mostrati è necessario specificare che l'angolo tra i due veicoli viene considerato come positivo in senso orario a partire dalla verticale del veicolo a due ruote. Tale convenzione è rappresentata nella Figura 6.

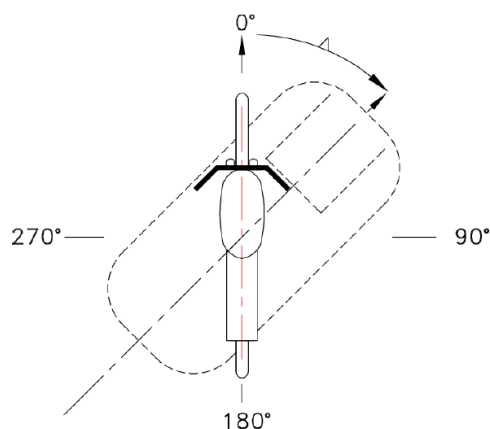


Figura 6: Convenzione sugli angoli di impatto

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

La Figura 7 mostra la distribuzione degli angoli di impatto tra i due veicoli. C'è una grande varietà di angoli differenti distribuiti abbastanza equamente nelle diverse direzioni. L'angolazione più comune è quella compresa tra i 337,5 e i 22,5 gradi, che descrive un maggior numero di scontri avvenuti nella zona frontale per il veicolo a due ruote e nella zona frontale-laterale per l'altro veicolo o ostacolo coinvolto nello scontro. L'angolazione di impatto seconda per frequenza è quella compresa tra 67 e 112 gradi, situazione che descrive invece uno scontro a parti invertite rispetto all'esempio precedente.

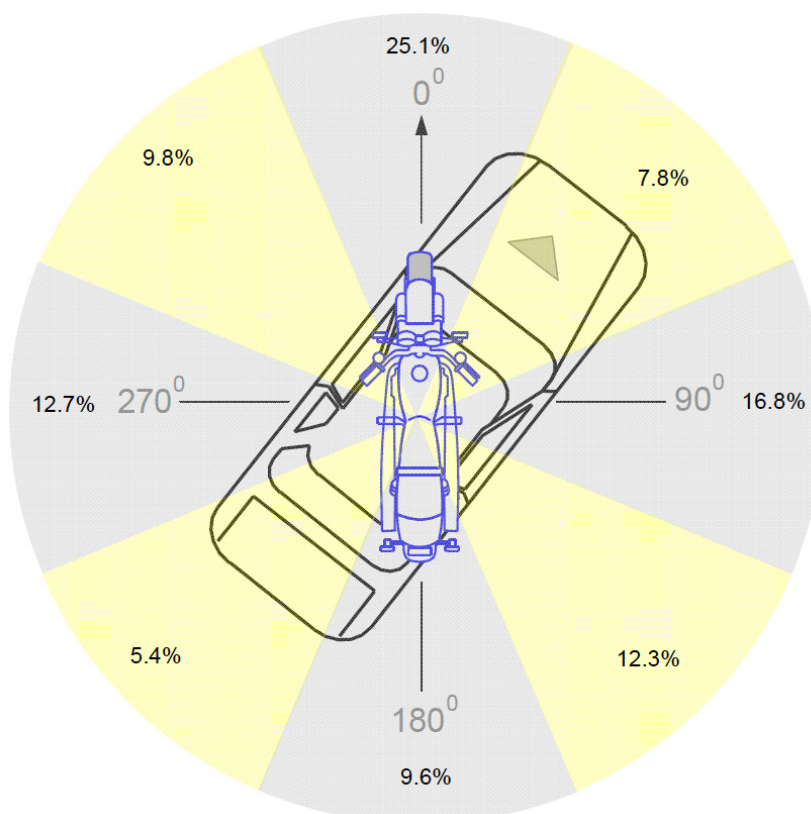


Figura 7: Distribuzione degli angoli di impatto

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Ne consegue una mappa rappresentante il primo punto di collisione tra il motociclo e la vettura. La distribuzione di questi punti di contatto viene rappresentata nella prossima immagine. I dati mostrano come il primo punto di collisione è, nella maggior parte dei casi, la zona frontale del veicolo a due ruote (28,9% dei casi). Le successive zone a maggior frequenza sono quelle frontali-laterali, rispettivamente quella frontale destra con il 16,9% dei casi e quella laterale-sinistra con il 16,5% dei casi. Ne può derivare la conclusione che in qualche modo il pilota della moto abbia cercato di compiere una manovra per evitare lo scontro, esponendo così all'impatto una zona leggermente differente a quella impotizzabile dalla direzione di marcia.

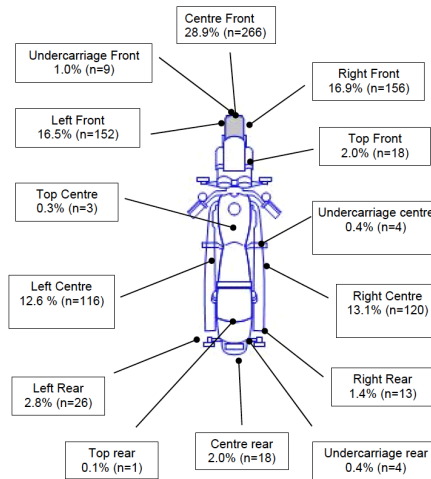


Figura 8: Primo punto di impatto nel motociclo

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

L'indagine sulle dinamiche dell'incidente si sono infine concentrate sull'analisi di ciò che è accaduto al pilota del veicolo a due ruote subito dopo lo scontro. I dati raccolti mostrano che molti piloti sono stati disarcionati dal veicolo nel punto di impatto (nelle tabelle POI= Point Of Impact) hanno poi impattato contro la superficie stradale per poi rotolare o scivolare per diversi metri fino al punto in cui si sono fermati (nelle tabelle POR=Point Of Rest). Spesso sono stati riscontrati impatti secondari con gli oggetti costituenti le infrastrutture della strada, quali lampioni, cartellonistica, guard-rail ecc.. La tabella seguente mostra quanto appena detto e delinea i diversi scenari che è stato possibile ricostruire. Queste considerazioni sono, all'interno della ricerca, fondamentali per poter sviluppare una conoscenza di base che possa permettere lo sviluppo di un concept di progetto per una protezione cosiddetta "passiva", cioè che protegge il pilota, non attivamente evitando uno scontro, ma passivamente riducendo le cause da esso derivanti.

	Frequency	Percent
Stopped at POI; POR and POI coincide	18	2.0
Stopped within 2 m of POI	78	8.5
Tumbled and rolled from POI to POR	116	12.6
Tumbled and rolled from POI, then impacted object at POR	11	1.2
Slid from POI to POR	154	16.8
Slid from POI, then impacted other object at POR	40	4.3
Vaulted above ride height from POI, then rolled to POR	80	8.7
Vaulted above ride height from POI, then slide to POR	110	11.9
Vaulted above ride height from POI, then impacted other object At POR	30	3.3
Run over at POI	2	0.2
Run over, dragged from POI to POR	5	0.5
Caught by or landed on OV; carried to POR	41	4.5
Entangled with OV; POR same as OV POR	13	1.4
Did not separate from PTW, rode from POI to POR; POR same as PTW POR	98	10.6
Hit and run, departed scene immediately after collision	11	1.2
Other	62	6.7
Unknown	52	5.6
Total	921	100.0

Tabella 12: Post-Crash motion del conducente del veicolo a due ruote

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

2.1.4 - Conseguenze degli incidenti sul pilota

Nei paragrafi precedenti sono stati fornite informazioni sulle collisioni, sulle loro configurazioni e su ciò che le ha causate. Il paragrafo attuale concentrerà l'attenzione sulla protezione del pilota e verranno fornite dettagliate descrizioni sia delle ferite riportate dai conducenti dei veicoli a due ruote nei casi presi in esame, sia dell'abbigliamento tecnico da essi indossato. Le ferite sono state raccolte e catalogate secondo il codice 1998 AIS.

In molti casi il conducente del motoveicolo è stato ricoverato in ospedale per ricevere le adeguate cure. La Tabella 13 contiene i dati in riferimento ai ricoveri effettuati e alla durata degli stessi. Solamente 22 piloti hanno ricevuto le prime cure direttamente sul luogo dell'incidente e non hanno avuto necessità di essere ricoverati. La quasi totalità dei piloti, 785, ha invece avuto necessità di essere ricoverata per poter ricevere le necessarie cure in modo da rimediare alle ferite subite, per poi essere rilasciata dopo un adeguato numero di giorni. La nota maggiormente dolente riguarda la morte di ben 100 piloti come conseguenze degli scontri avvenuti, si tratta di più del 10% dei caso totali.

	Frequency	Percent
No trauma	3	0.3
First aid only	22	2.4
Disabled	4	0.4
Hospital treatment up to 8 days	522	56.8
Hospital treatment more than 8 days	121	13.1
Hospital treatment, unknown number of days	142	15.4
Fatal (within 30 days)	97	10.5
Fatal, unknown number of days	2	0.2
Deceased after 30 days	1	0.1
Unknown	7	0.8
Total	921	100.0

Tabella 13: Cure necessarie ai piloti feriti negli scontri e fatalità

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Sono state registrate un totale di 3644 ferite su 921 piloti e 79 passeggeri. È importante notare che il numero delle ferite per una data regione del corpo può superare il numero dei piloti, ciò è dato dal fatto che si sono registrati molti casi in cui il pilota, o il passeggero, ha riportato più di una ferita nella medesima zona.

Sommando tutti i dati sulle ferite ne emerge che la regione del corpo maggiormente colpita è quella degli arti inferiori con ben 1159 ferite riportate, che si traduce nel 31,8% sul numero totale delle ferite registrate. La seconda regione del corpo a risultare maggiormente colpita è quella degli arti superiori con 871 ferite (23,9% sul totale) seguita da 683 casi di lesioni alla testa. Questi dati sono riassunti graficamente nella Figura 9.

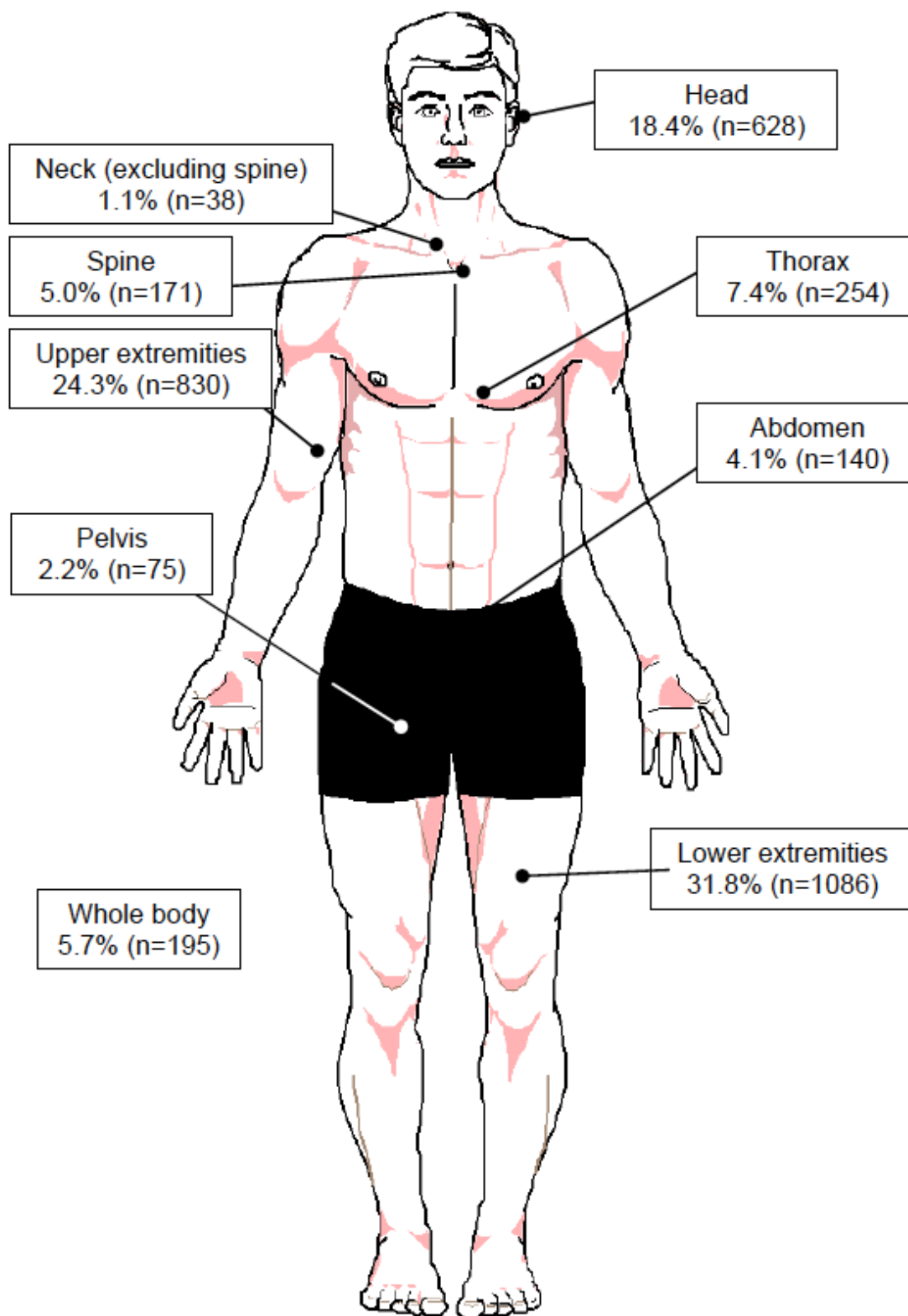


Figura 9: Schema del numero delle ferite registrate

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Come detto precedentemente nel paragrafo 2.1.1, tutte le ferite registrate sono state codificate secondo il codice AIS che prevede sei differenti livelli di gravità. Per comodità vengono qui nuovamente riportati. Livello 0=Nulla, 1=Lieve, 2=Moderata, 3=Seria, 4=Grave, 5=Critica, 6=Massima. Le lesioni di livello 6 sono le più gravi ma non necessariamente fatali. Per ogni caso e per ogni regione del corpo è stato possibile identificare la lesione più grave per quella zona. Questa ferita viene considerata la MAIS (Maximum AIS) per quella particolare regione.

Il Grafico 12 mostra la distribuzione delle ferite, e della loro gravità, riportate dai conducenti dei veicoli a due ruote in nove diverse regioni del corpo.

Ciò che emerge dai dati è che la maggior parte delle lesioni alla testa e al collo (parlando di collo si esclude volontariamente la sezione cervicale della colonna vertebrale) sono state catalogate come AIS 1 o 2 quindi lievi o moderate. La metà delle lesioni in zona toracica (anche qui la spina dorsale è esclusa) erano di livello 1, per lo più abrasioni e lacerazioni, mentre il 90% delle ferite agli arti superiori si divide tra lacerazioni e abrasioni di livello 1 e fratture catalogate come livello 2.

Il 53,5% delle lesioni agli arti inferiori sono risultati essere lievi (livello 1), il 23,3% di moderata entità (livello 2) mentre ben 143 casi, cioè il 21% sul totale, è risultato di seria

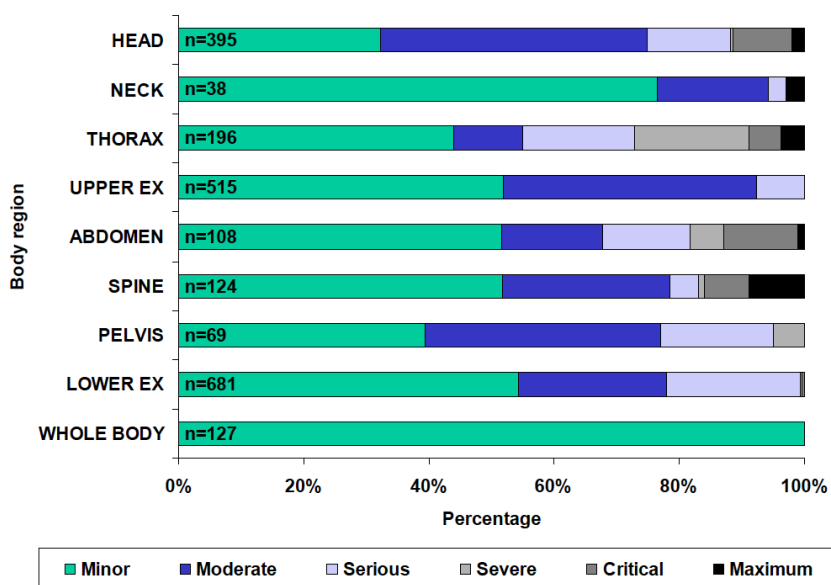


Grafico 13: Regione del corpo e gravità dell'infortunio
A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report
2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

entità (livello 3).

Le lesioni spinali riportate sono per lo più di lieve e modesta entità, ma sono stati registrati 15 casi di lesioni spinali, catalogati in severe, critiche e massime. Queste lesioni includono gravi fratture spinali e gravi traumi e lesioni del midollo spinale. La lesione più grave registrata è caratterizzata da una gravissima e vasta distruzione dell'intera spina dorsale. Questa zona del corpo risulta, attraverso l'analisi dei dati, una delle regioni maggiormente sensibili agli impatti, se non la più sensibile in assoluto e, come si vede, è

anche quelle che, se danneggiata, porta le conseguenze più gravi.

Vengono ora riportati dei grafici nei quali i vari casi di infortunio e ferite nelle diverse regioni del corpo sono messi in relazione con l'oggetto o la superficie contro i quali si sono scontrati e che hanno determinato la lesione. Gli oggetti che provocano la lesione sono stati codificati nelle cinque seguenti categorie: Other Vehicle (altro veicolo), PTW (Powered Two Wheelers cioè la moto stessa), Road/Roadside (strada e le sue infrastrutture), Helmet (casco), Animal or Pedestrian (animale o pedone).

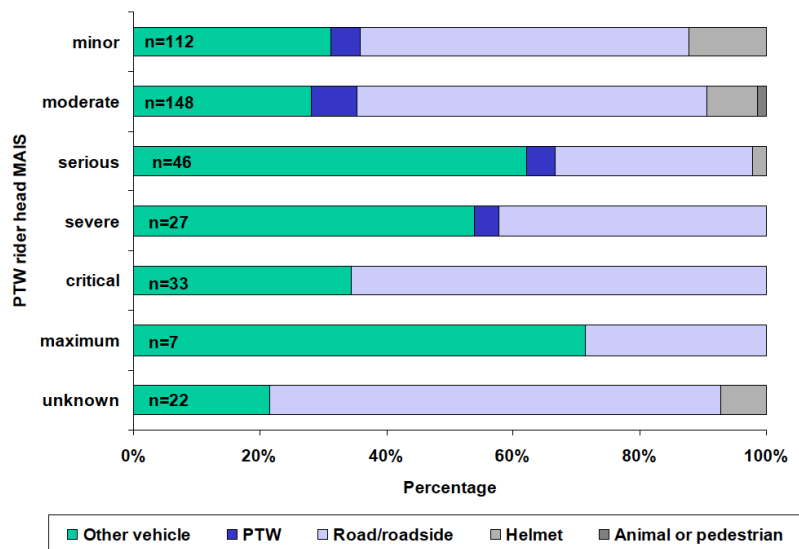


Grafico 14: Lesioni alla testa e oggetto di impatto

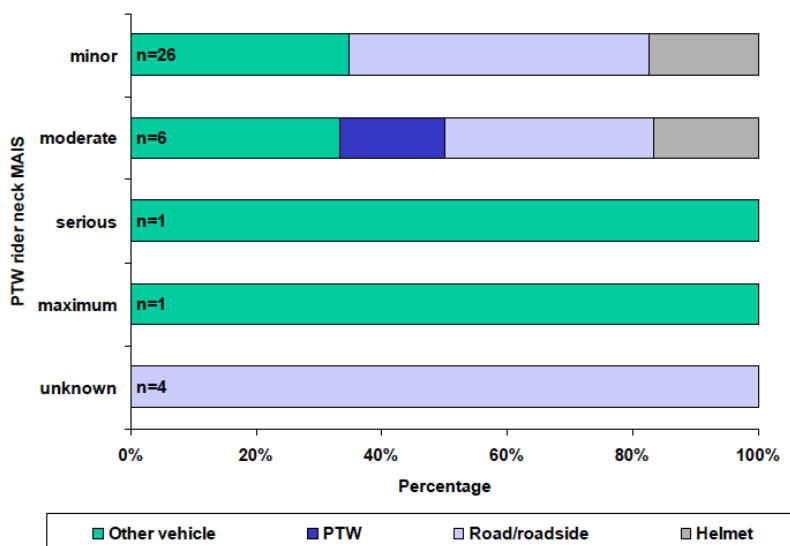


Grafico 15: Lesioni al collo e oggetto di impatto

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

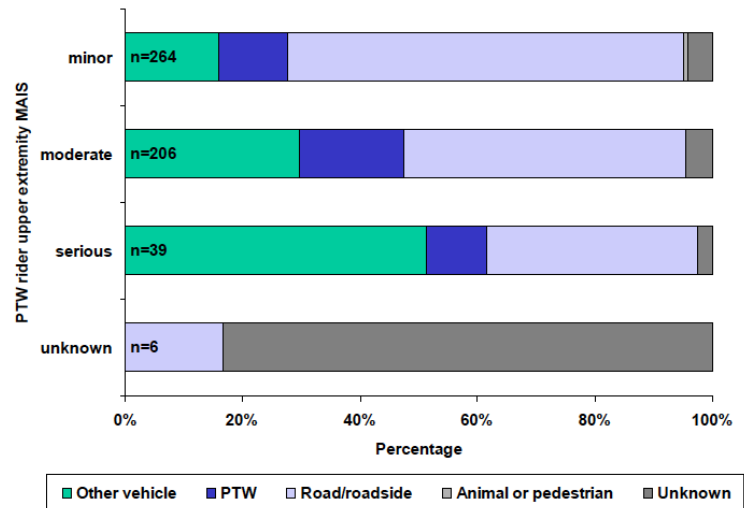


Grafico 16: Lesioni alle braccia e oggetto di impatto

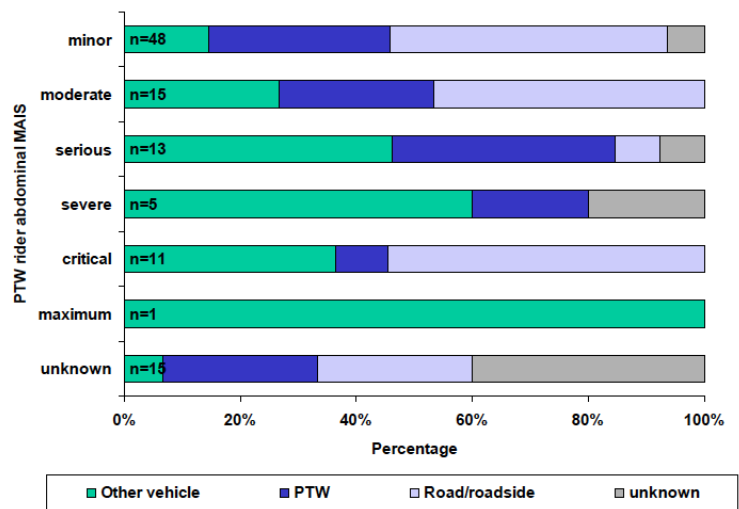


Grafico 17: Lesioni all'addome e oggetto di impatto

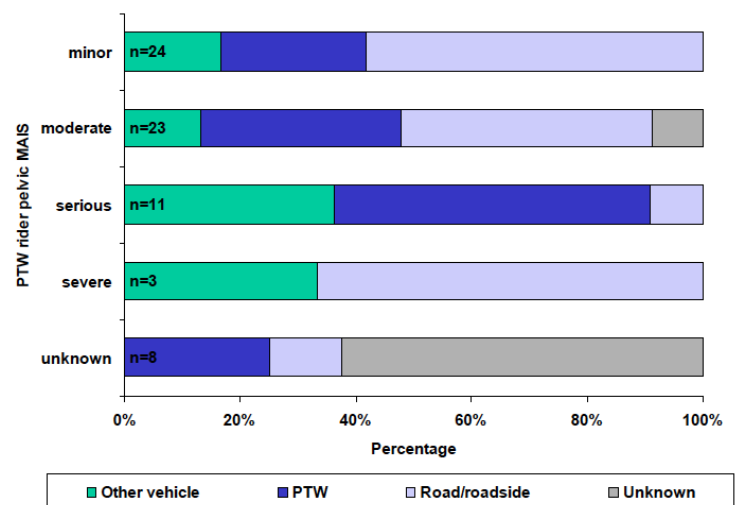


Grafico 18: Lesioni alla regione pelvica e oggetto di impatto

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

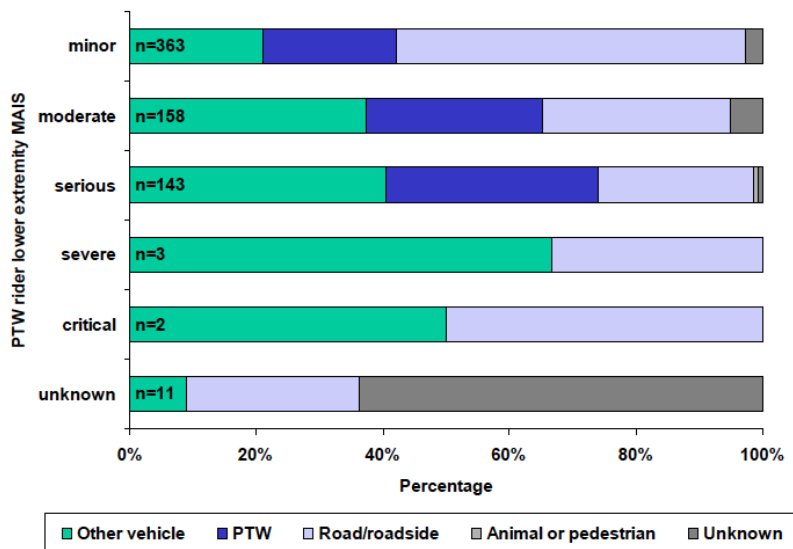


Grafico 19: Lesioni alle gambe e oggetto di impatto

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Nella trattazione si vuole dare particolare attenzione alla zona del corpo di maggior interesse; la spina dorsale. L'analisi effettuata nello studio MAIDS evidenzia come la quasi totalità (97%) delle lesioni alla colonna vertebrale siano dovute all'impatto con il veicolo e con la strada e le sue infrastrutture. Delle 15 lesioni di grave entità, ben 12 sono state causate dall'impatto con questi due elementi. Risulta evidente come il rapporto n° di lesioni/gravità si maggiore per questa regione del corpo rispetto a quelle precedentemente analizzate.

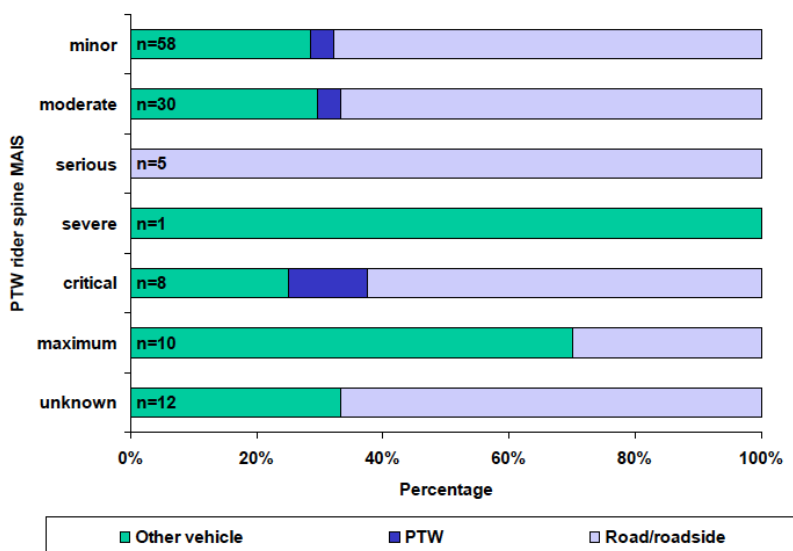


Grafico 20: Lesioni alla colonna vertebrale e oggetto di impatto

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Un importante fattore che contribuisce all'aumentare della gravità dei danni è la velocità. I dati indicano infatti che all'aumentare di quest'ultima aumenta anche la frequenza con cui le lesioni gravi, critiche e massime si presentano. Gli stessi dati però evidenziano come anche a velocità inferiori a 30 km/h possono verificarsi ferite gravi, critiche o massime. Da ciò ne conviene che indossare opportune protezioni è più che mai una necessità in ambito motociclistico, indipendentemente dalla tipologia di veicolo, e dalla sua destinazione d'uso.

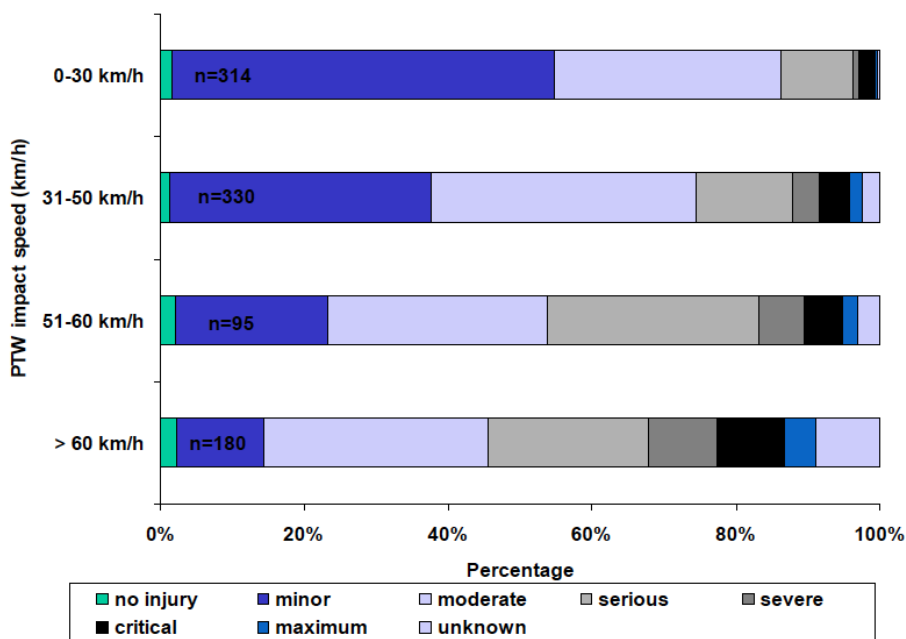


Grafico 21: Velocità e gravità delle lesioni

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

Un'importante parte di studio infatti si è occupata di capire le proprietà degli abiti tecnici e delle protezioni indossate dai motociclisti, per capire in che modo hanno aiutato a prevenire infortuni di maggiore gravità.

Il più importante dispositivo di sicurezza indossato dai conducenti delle due ruote è risultato essere il casco. Il 90,4% dei motociclisti al momento dell'impatto risultava indossare il casco, è bene inoltre evidenziare che in tutte e cinque le regioni europee di indagine il casco è obbligatorio per legge. Al momento dell'impatto 73 persone sono risultate sprovviste di questo dispositivo personale di sicurezza. Comparando i casi di incidente con il campione di controllo è emerso come l'uso del casco sia ormai diffuso alla quasi totalità di chi usa un veicolo a due ruote, sebbene non si sia riscontrato che l'utilizzo del casco diminuisca la possibilità di incorrere in un incidente. Se si differenziano poi le categorie di veicolo emerge come per chi utilizza un motociclo, quindi un veicolo di categoria L3, è naturale indossare il casco (98,7% dei casi), mentre è pratica meno diffusa per chi guida uno scooter o una moto di piccola cilindrata (non indossava il casco il 17% dei centauro di questa categoria).

Le indagini hanno dimostrato che nei casi in cui il pilota non ha riportato danno alla testa, il merito è da attribuire al corretto funzionamento del casco, mentre qualora il casco fosse presente si è dimostrato come questo abbia ridotto la possibile entità del danno. In definitiva viene stimato che nel 68,7% dei casi il casco sia stato in grado di evitare danni alla testa o di ridurne l'entità.

Le medesime analisi effettuate sul casco sono state effettuate sulle altre tipologie di abbigliamento tecnico e protezioni delle altre parti del corpo. I dati dimostrano che nel 64,6% dei casi l'abbigliamento tecnico per la parte superiore del corpo (giacche e giubbotti con o senza protezioni per spalle e gomiti) ha prevenuto o ridotto di entità le lesioni di livello 1. Palese ne è la controprova; 58 casi in cui l'abbigliamento non era indossato si sono sempre verificate lesioni di varia entità.

Allo stesso modo le protezioni e l'abbigliamento per la regione inferiore del corpo ha prevenuto o ridotto di entità le lesioni di livello 1 nel 61,3% dei casi. Ci sono stati 109 casi in cui questo tipo di abbigliamento non ha sortito alcun effetto, ma sono imputabili a situazioni dove l'altro veicolo coinvolto nell'incidente ha investito e schiacciato il motociclista.

Ci sono 41 casi in cui anche se le calzature sono risultate presenti non sono riuscite a ridurre o evitare la gravità delle lesioni di livello 1. Questo è imputabile al fatto che tali calzature non erano di tipo tecnico ma normali scarpe non ad uso motociclistico.

I guanti si sono dimostrati molto efficaci nel 43,5% dei casi, dove hanno salvato o diminuito i danni rilevati sulle mani dei motociclisti. È importante rilevare che nel 35% dei casi le lesioni rilevate sulle mani non derivano dall'impatto primario, ma dallo sfregamento sull'asfalto che si verifica in un secondo momento. Nella figura sottostante viene indicato l'abbigliamento indossato dai motociclisti.

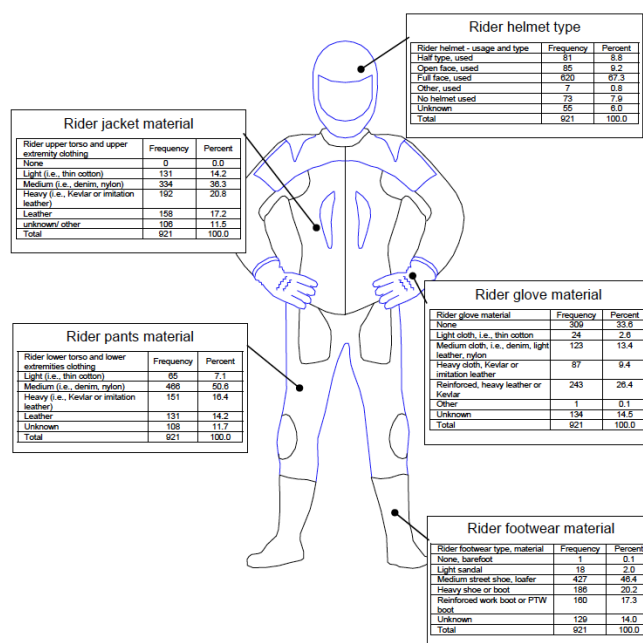


Figura 10: Distribuzione degli indumenti indossati dai motociclisti

3. LE LESIONI SPINALI

Dopo aver descritto le cause degli incidenti e le loro dinamiche, in questo capitolo verrà focalizzata l'attenzione sulle lesioni che questi avvenimenti causano alla schiena. L'obiettivo è quello di determinare la diffusione delle lesioni spinali negli incidenti motociclistici, mostrare le significative conseguenze di tali lesioni e i risvolti sociali che ne conseguono e identificare i meccanismi che portano ai diversi tipi di ferite. Basandosi sulla consultazione di articoli scientifici scritti in merito, si evidenzia come i motociclisti subiscano lesioni spinali con devastanti conseguenze su loro stessi, soprattutto in presenza di una lesione midollare. Deve quindi essere compreso in questo capitolo come un protettore possa limitare queste lesioni per evitarne le disastrose conseguenze.

3.1 La spina dorsale

La colonna vertebrale è una delle parti di maggiore importanza vitale del corpo, supporta tutto il tronco e permette di compiere tutti i movimenti di cui siamo capaci.

La colonna vertebrale è costituita da ossa corte chiamate vertebre. Ogni vertebra è costituita da un corpo vertebrale che, insieme all'arco vertebrale, delimita il cosiddetto "foro vertebrale" il quale insieme agli altri fori, per sovrapposizione delle vertebre, costituisce il canale vertebrale all'interno del quale è contenuto il midollo spinale. Il corpo vertebrale è caratterizzato da una superficie articolare superiore che si congiunge alla superficie articolare inferiore della vertebra posta al di sopra, entrambe le superfici sono depresse al centro e rialzate ai bordi e, affinché vi sia una perfetta connessione, tra di esse è interposto un disco di tessuto fibro-cartilagineo chiamato "disco intervertebrale"; questi dischi sono i punti più delicati e vulnerabili ai traumi diretti.

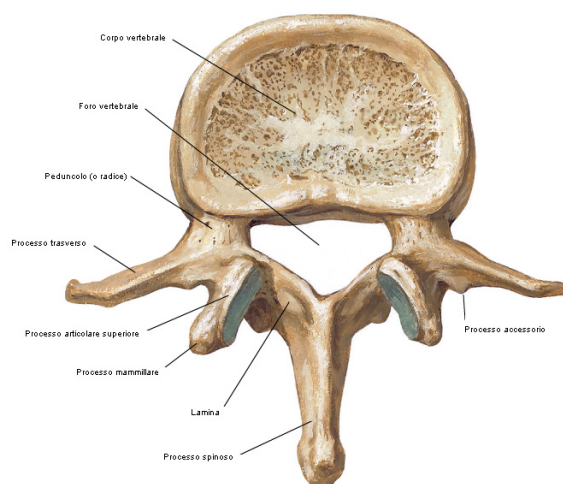


Figura 11: Vertebra lombare, veduta superiore

La colonna vertebrale è costituita in tutto da 33 vertebre, è suddivisa in 3 aree principali delimitate dalla naturale curvatura della colonna vertebrale, la curvatura cervicale (posta nella zona del collo), la curvatura toracica e la curvatura lombare. Le sezioni cervicali e lombari curvano in avanti, queste curve vengono definite “lordosi”, che si dividono in lordosi cervicale e di lordosi lombare. La curva assunta dalla colonna nella zona toracica è in direzione opposta, e provoca la “cifosi” toracica.

La zona cervicale è costituita da 7 vertebre nominate C1-C7.

La zona toracica è costituita da 12 vertebre nominate T1-T12.

La zona lombare è costituita da 5 vertebre nominate L1-L5.

L’intera colonna è poi sorretta dalle 5 vertebre sacrali e dalle 4 coccigee.

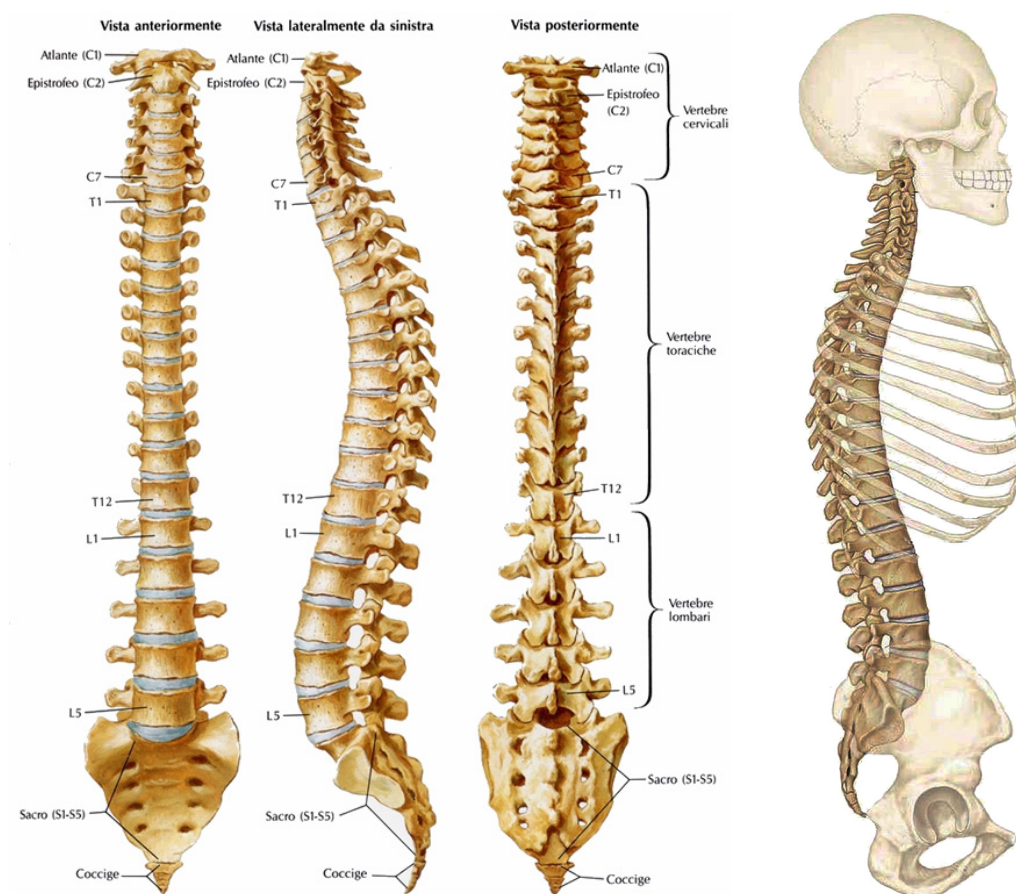


Figura 12: Vista generale della Colonna Vartebrale

Da ciascun segmento che è stato elencato si diramano i nervi che controllano le differenti parti del corpo.

I nervi spinali cervicali controllano i segnali diretti alla parte posteriore della testa, al collo, alle braccia alle mani e al diaframma.

I nervi toracici controllano i muscoli del busto, alcuni muscoli della schiena e parte dell’addome.

I nervi spinali dell’area lombare controllano i segnali della zona pelvica, le natiche, i genitali e parte delle gambe.

I nervi della zona sacrale sono collegati alla parte inferiore delle gambe, ai piedi, alla maggior parte dei genitali esterni e alla zona dell'ano.

Infine i nervi coccigei trasportano le informazioni sensoriali della pelle della parte posteriore e inferiore del corpo.

Il midollo spinale si estende per due terzi circa della lunghezza totale della colonna vertebrale. È lungo 40cm circa e trasporta tutte le informazioni da e per il cervello. Midollo e cervello costituiscono il sistema nervoso centrale che controlla la maggior parte delle reazioni corporee.

3.2 Le lesioni¹⁵

Una lesione spinale è una delle peggiori ferite nelle quali si può incorrere a seguito di un incidente motociclistico. Stranamente, da molti studi effettuati in Europa e in altre parti del mondo, le lesioni alla colonna vertebrale a seguito di un incidente motociclistico si presentano con una frequenza minore rispetto ad altre ferite. Nonostante questo il peso sociale di questi traumi è elevato, basti pensare che i trattamenti medici a seguito di una lesione al midollo spinale risultano essere al secondo posto per i costi sostenuti negli ospedali degli Stati Uniti. I costi associati a queste lesioni sono enormi, vengono stimati tra i 5 e i 10 miliardi di euro l'anno per la regione europea.

Spesso chi subisce una lesione spinale non presenta solo questa ferita come conseguenza di un incidente. Anche per questo motivo queste ferite sono di difficile diagnosi, ciò aggrava ancora di più la situazione poichè per contenere i danni provocati dalle lesioni spinali è fondamentale intervenire tempestivamente.

Generalmente le zone di transizione cervicotoracica e quella toracicolombare sono quelle che più frequentemente sono soggette a lesioni. Le lesioni sono determinate da sovraccarichi, dovute ad un colpo improvviso, che possono svilupparsi assialmente o determinare un'eccessiva flessione della colonna.

In alcune ricerche condotte negli Stati Uniti e in Gran Bretagna è emerso come la zona ad essere più colpita è quella toracica rispetto a quella cervicale e lombare. Sebbene la frequenza di danni anche al midollo spinale sia ridotta, la conseguenza di questo tipo di lesione è la disabilità permanente. La regione di colonna vertebrale che più frequentemente registra danni anche a livello neurologico che portano alla disabilità è quella toracica. D'altro canto, se le lesioni in zona toracica portano più frequentemente alla disabilità, quelle nella zona cervicale risultano essere le più fatali. Nella tabella che segue si evidenzia quanto appena detto. I numeri riportati sono estratti da tre differenti studi effettuati

15 *Zulkipli Z. H., Manap A. R. A., Paiman N. F., Voon W. S. (2009), Spinal injuries among motorcyclist in road traffic collisions [34]*

nell'arco di 13 anni da tre diversi studiosi, Robertson, Ankarath e Kupferschmid, in Gran Bretagna, risulta evidente come le lesioni spinali nella zona toracica sono le più diffuse e sono quelle che più frequentemente portano a danni permanenti a livello neurologico.

Reference	Total number of spinal injuries	Spinal injuries by body parts (%)	Complete neurological deficit
Robertson <i>et al.</i> (2002)	126	Cervical 22(17.4) Thoracic 69(54.8) Lumbar 37(29.4)	4 9 1
Ankarath <i>et al.</i> (2002)	129	Cervical 15(11.6) Thoracic 87(67.4) Lumbar 17(13.2)	*2 paraplegia
Kupferschmid <i>et al.</i> (1989)	19	Cervical 4(21.1) Thoracic 13(68.4) Lumbar 2(10.5)	- 8 paraplegia -

Note: *specific spinal segment unknown

Tabella 14: Numeri relativi alle lesioni spinali divise per regioni corporee

Zulkipli Z. H., Manap A. R. A., Paiman N. F., Voon W. S. (2009), Spinal injuries among motorcyclist in road traffic collisions: literature review, Malaysian institute of road safety research review report [31]

Il meccanismo delle lesioni spinali è complesso e molte volte include molti aspetti cinematici differenti. Nel 2006 Uwe Heimann e Michael Freud hanno diviso i meccanismi di lesione in 4 categorie: lesioni da flessione, lesioni da estensione, lesioni da rotazione e lesioni di taglio. Vediamo ora i meccanismi di lesione di ogni singola zona della colonna vertebrale.

Lesioni spinali nella zona cervicale

Da uno studio del 2005 è emerso che i motociclisti spesso subiscono lesioni alla parte bassa della zona cervicale; le vertebre C4 e C5 e il giunto intervertebrale C5-C6 sono le zone che più frequentemente subiscono dei traumi. Lo schema delle lesioni mostra che le ferite riguardano il più spesso delle volte la parte scheletrica e più raramente i tessuti molli di questa zona, ciò probabilmente è dovuto ad una scarsità di casi analizzati e di risorse disponibili, infatti uno studio condotto in Thailandia nel 2003 ha dimostrato che un terzo dei motociclisti deceduti in incidenti stradali aveva riportato lesioni ai tessuti molli della zona cervicale.

Il meccanismo di lesione nella zona cervicale è complesso e determinato dalle diverse dinamiche conseguenti da un incidente. Riprendendo la classificazione dei meccanismi di infortunio precedentemente descritta, emerge che le lesioni in questa zona sono per lo più determinate da meccanismi di flessione ed estensione. Il meccanismo di flessione si è riscontrato maggiormente negli impatti frontali mentre quello di estensione negli impatti provenienti dalle spalle del conducente.

Lesioni spinali nella zona toracica

Nello studio effettuato nel 2002 dal dott. Robertson emerge che la sezione toracica maggiormente sensibile ai traumi è quella delimitata dalle vertebre T5-T7. Dividendo la regione toracica in 3 sotto-regioni emerge che la zona di mezzo è quella maggiormente colpita durante gli incidenti motociclistici.

Reference	Total thoracic spinal injury cases	Upper thoracic injuries (T1-T4)	Mid-thoracic spinal injuries (T5-T8)	Lower thoracic injuries (T9-T12)
Robertson <i>et al.</i> (2002)	69	15	51	31
Kupferschmid <i>et al.</i> (1989)	13	9	19	3
Daffner <i>et al.</i> (1987)	14	9	16	2

Tabella 15: Frequenza delle lesioni nelle diverse zone toraciche

Zulkipli Z. H., Manap A. R. A., Paiman N. F., Voon W. S. (2009), Spinal injuries among motorcyclist in road traffic collisions: literature review, Malaysian institute of road safety research review report [34]

L'elevato numero di lesioni nella parte bassa della zona toracica che si riscontrano nello studio di Robertson, suggeriscono quest'area come la seconda a subire più frequentemente danni a seguito degli incidenti.

Le lesioni toraciche causano frequentemente dei deficit neurologici. Nello studio di Kupferschmid del 1989 il 69% dei motociclisti incidentati hanno sviluppato una completa paraplegia. Le conseguenze neurologiche sono da imputare a lesioni generate nella zona superiore della sezione toracica. Questo avviene perchè in questa regione il canale di passaggio per il midollo spinale è più stretto rispetto alla sezione cervicale, rendendolo così molto più sensibile agli urti che si verificano in tale zona.

Nell'immagine che segue si vede una rappresentazione di una ferita generata dal disarcionamento del motociclista dalla moto a seguito di un impatto frontale. La freccia nell'immagine indica la direzione della forza causata dall'impatto, essa si sviluppa assialmente lungo la colonna vertebrale, generando fratture multiple dovute alla compressione.

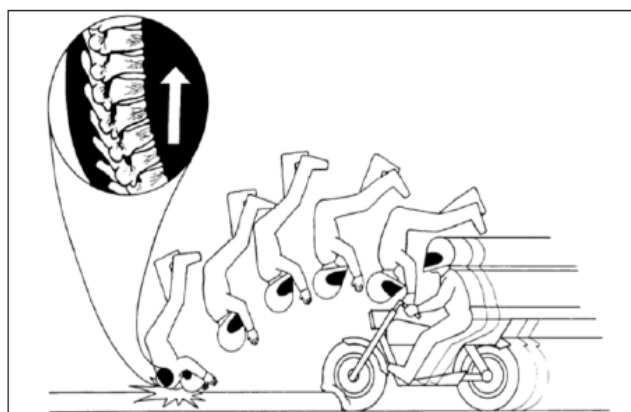


Figura 13: Fratture da compressione a seguito di un impatto frontale

Zulkipli Z. H., Manap A. R. A., Paiman N. F., Voon W. S. (2009), Spinal injuries among motorcyclist in road traffic collisions: literature review, Malaysian institute of road safety research review report [34]

In quest'altra immagine si vede invece quale sia il meccanismo di lesione che più frequentemente interessa la regione toracica superiore della spina dorsale.



Figura 14: Meccanismo di lesione dovuto all'impatto con un oggetto a lato strada

Zulkipli Z. H., Manap A. R. A., Paiman N. F., Voon W. S. (2009), Spinal injuries among motorcyclist in road traffic collisions: literature review, Malaysian institute of road safety research review report [34]

Le lesioni nella zona toracica si verificano più frequentemente con meccaniche di impatto che generano carichi di flessione o assiali. Questi meccanismi si verificano quando il pilota viene catapultato oltre il manubrio a seguito di un urto frontale o per impatti contro oggetti presenti nelle vicinanze.

Nella parte di transizione dalla zona toracica a quella lombare si verificano più frequentemente dei meccanismi di lesione dovuti alla rotazione.

Lesioni spinali nella zona lombare

Gli infortuni alla colonna vertebrale nella zona lombare non provocano la morte, ma le conseguenze spesso portano le persone che le subiscono a perdere le loro capacità lavorative e peggiorano la loro qualità di vita. In questa sezione della spina dorsale sono le vertebre L1 e L2 le più colpite, e spesso vengono coinvolte anche le vertebre T11 e T12 della sezione toracica. Gli studi citati precedentemente si sono occupati di questa particolare regione spinale e ciò che ne emerge è che a seconda dei diversi meccanismi di infortunio si riscontrano differenti patologie. Ad esempio in un impatto laterale la colonna subisce una compressione e una flessione laterale che causano un dislocamento a livello della vertebra L1, spesso accompagnato dal danneggiamento del midollo spinale.

3.3 Le conseguenze fisiche

La spina dorsale può subire diverse tipologie di infortunio fisico. Come tutte le ossa del corpo le vertebre possono lussarsi e fratturarsi. Ciò che aggrava notevolmente il rischio di infortunio è la possibilità di ledere il midollo spinale situato nelle vertebre.

Come detto sono molteplici i meccanismi di lesione, in particolare l'iperflessione, l'iperestensione e l'iperflessione laterale possono causare fratture di compressione. Le azioni di taglio possono invece produrre la dislocazione delle vertebre senza fratture, mentre le rotazioni della testa possono combinarsi con gli altri movimenti causando lesioni ai legamenti e ai nervi. Questo rischio, noto col nome di lesione traumatica consiste nel danneggiamento del tessuto nervoso contenuto all'interno della colonna vertebrale.

Le lesioni possono interessare qualsiasi punto della spina dorsale, ma ad ogni segmento della colonna e alla gravità della lesione è possibile associare l'area del corpo che vedrà compromesse le proprie funzioni.

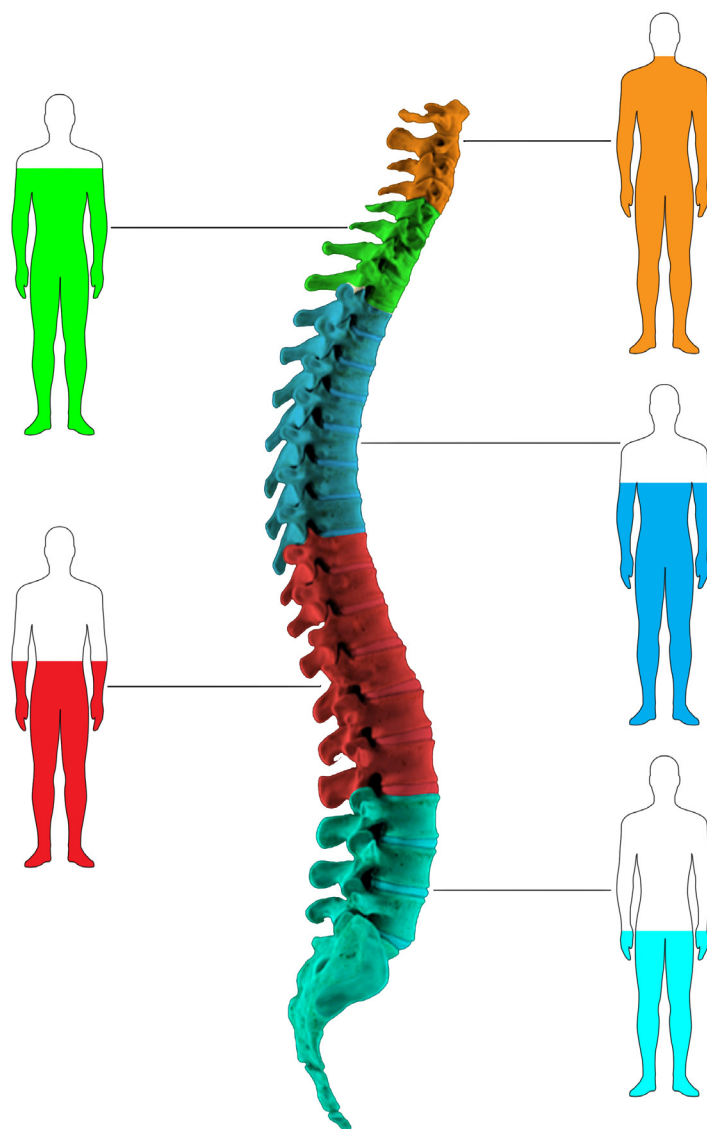


Figura 15: Correlazione zone di infortunio e conseguenze

La conseguenza più seria e che viene riscontrata con maggior frequenza è la paralisi di differenti parti del corpo. Paraplegia nel caso di paralisi alle gambe, tetraplegia quando la paralisi interessa anche le braccia. La frequenza di queste patologie è distribuita secondo le seguenti percentuali:

- 31,2% Quadriplegia incompleta
- 28,2% Paraplegia completa
- 23,1% Paraplegia incompleta
- 17,5% Quadriplegia completa

Si parla di lesione completa quando si verifica una lesione che descrive un danno assoluto. Questa lesione causa una perdita completa e permanente dell'abilità di inviare impulsi nervosi e sensoriali al corpo, si ha quindi una perdita definitiva di tutte le funzioni che si trovano al di sotto del punto di ferimento della colonna vertebrale.

Con paraplegia completa si descrive la totale perdita di abilità nell'inviare impulsi nervosi motori e sensoriali ai muscoli e alle funzioni corporee che sono controllate dai nervi che fuoriescono dalla colonna vertebrale dalla vertebra T1 in giù. Risulteranno quindi paralizzate le gambe e il busto, mentre verrà mantenuta l'abilità di muovere le braccia.

La tetraplegia completa è ancor più debilitante poiché coinvolge nella paralisi anche le braccia. Ciò si verifica se il trauma colpisce la zona cervicale della colonna vertebrale.

Con lesione incompleta si indica un danno non assoluto i cui effetti possono variare da caso a caso e dipendono dal reale meccanismo di lesione della spina dorsale. Con una lesione incompleta alcune funzioni sensoriali e motorie rimangono: le persone colpite possono percepire alcune sensazioni ma non potersi muovere, oppure viceversa. Si possono verificare differenti sindromi:

Sindrome anteriore: può privare la persona dell'abilità di provare il dolore, di percepire la temperatura e il tatto al di sotto della lesione mentre vengono preservate la percezione della pressione e del contatto.

Sindrome posteriore: preserva una buona forza muscolare ma ostacola la coordinazione dei movimenti degli arti

Sindrome Bown-Sequard: coinvolge un lato del midollo e come conseguenza si perde la funzionalità del lato del corpo corrispondente al midollo lesionato.

Tutte queste patologie, complete o incomplete portano l'uomo a trovarsi in situazioni che stravolgono la propria vita sotto molteplici punti di vista.

3.4 Le conseguenze sociali

Dalle statistiche sugli incidenti motociclistici, riportate nei paragrafi precedenti, è evidente che le lesioni alla colonna vertebrale non sono così frequenti come quelle alle gambe, alle braccia ed alla testa. Se fosse però solamente analizzata la frequenza, si potrebbe incappare nell'errore di sottovalutare i risvolti che queste lesioni portano. Infatti sebbene ci siano molti casi in cui vengono riscontrate ferite alle gambe dei piloti, raramente queste portano alla morte o a conseguenze permanenti negli stessi. Dall'altra parte le lesioni spinali risultano meno frequenti ma hanno un indice di mortalità o di paralisi permanente molto più elevato.

La mortalità correlata alle lesioni spinali è aumentata nel corso degli anni, si fa riferimento non solo a lesioni provocate da incidenti motociclistici ma anche a ferite determinate da attività sportive o lavorative che implicino un'alta velocità o comunque il pericolo di cadere e battere la schiena contro il suolo. Nel 2008 il Centro Nazionale di Statistica dell'università dell'Alabama, ha pubblicato uno studio secondo il quale l'aspettativa di vita, in termini di anni, di un soggetto che subisce una lesione spinale cambia drasticamente rispetto ad una persona che non presenta lesioni, il cambiamento è correlato alla gravità della ferita. I risvolti di queste situazioni sono stravolgenti per chi le subisce e per chi le condivide con lui.

Age at injury	Normal	Paraplegia	Quadriplegia	
			(Partial)	(Total)
20 years	56.0	32.7	30.5	22.1
40 years	37.2	17.4	15.7	10.3
60 years	20.4	6.1	4.8	2.3

Tabella 16: *Aspettativa di vita di chi subisce lesioni spinali*

Zulkipli Z. H., Manap A. R. A., Paiman N. F., Voon W. S. (2009), Spinal injuries among motorcyclist in road traffic collisions: literature review, Malaysian institute of road safety research review report [34]

Le lesioni spinali generano costi di diversa tipologia. Dal punto di vista economico le lesioni spinali rappresentano una delle cause primarie di costi per gli ospedali e per i centri che curano le persone che le hanno subite. Per gli ospedali le spese sono correlate ai lunghi periodi di ricovero legati alla cura delle lesioni spinali e alle terapie riabilitative. Ma i costi più ingenti devono essere sostenuti dalle persone e dalle famiglie. È stato infatti dimostrato che, oltre alla sofferenza fisica e psicologica del paziente e a quella psicologica dei familiari e delle persone a lui vicine, le conseguenze determinate dalle lesioni spinali riguardano molti aspetti della vita di chi le subisce. Ad esempio è stato dimostrato come sia più difficile, per chi vive con paralisi conseguenti da incidenti stradali, essere assunti o riprendere il lavoro che si svolgeva precedentemente all'incidente. Tutti ciò si ripercuote sulle finanze degli stati che devono garantire il sostentamento di queste persone.

Chi presenta queste patologie è poi costretto, alle volte, a vivere in centri appositamente progettati perche possano essere correttamente assistiti con quanto necessario.

A conclusione di questo paragrafo emerge come il problema legato alle lesioni spinali non sia confinato alla sola dimensione personale, ma si allarga fino a comprendere l'intera società. Risulta quindi sempre più importante riuscire a prevenire questi infortuni proteggendo adeguatamente gli utilizzatori delle due ruote dai pericoli che minacciano la loro salute.

4. IL MERCATO DEGLI ACCESSORI MOTOCICLISTICI

L'equipaggiamento protettivo personale può essere di valido aiuto a motociclisti, scooteristi e ciclomotoristi per ridurre le conseguenze degli incidenti. In questo capitolo verranno rese note gli enti e le normative che regolamentano la produzione e la distribuzione dell'abbigliamento e degli accessori motociclistici. Verrà inoltre dedicato un intero paragrafo alla sintetizzazione dell'offerta commerciale odierna dei dispositivi di protezione individuale per motociclisti presente sul mercato. La trattazione non concentrerà l'attenzione su una particolare area del corpo ma le comprenderà tutte, in modo da garantire una visione di più ampio spettro sulle soluzioni adottate e sviluppate negli anni, per generare così una conoscenza del settore utile ai fini progettuali.

4.1 Gli enti e le normative

Nel campo delle protezioni e dell'abbigliamento per motociclisti gli standard europei sono ad oggi i più avanzati e severi e vengono presi come riferimento da tutto il mercato motociclistico mondiale. È infatti vietato, per un produttore di dispositivi di protezione ad uso motociclistico, vendere prodotti che non siano stati certificati e muniti di marchio CE oppure vendere un capo di abbigliamento definito come protettivo se è solo dotato di protezioni CE ma non testato anch'esso.

Gli standard europei stabiliscono in modo chiaro ed inequivocabile, tramite dati ricavabili in modo scientifico, quali prodotti possono essere considerati protettori ad uso motociclistico e quali no. In base a quanto appena detto possiamo quindi trovare tre differenti tipologie di abbigliamento protettivo:

- **Non protettivo.** È il caso in cui l'abbigliamento costituisce solo una barriera verso gli agenti atmosferici ma non verso gli impatti con oggetti estranei
- **Non protettivi ma dotati internamente di protettori omologati.** Ne fanno parte i capi d'abbigliamento dotati al loro interno di dispositivi di protezione omologati secondo le normative CE ma che non sono omologati a loro volta. Spesso in modo scorretto e ingannevole questi capi presentano anch'essi la targhetta riportante il marchio europeo
- **Protettivi.** Fanno parte di questa categoria tutti quei prodotti, giacche, pantaloni, guanti, calzature, tute, testati secondo lo standard europeo e recanti il marchio CE che ne certifica le prestazioni. Tutti questi capi devono a loro volta contenere dispositivi di protezione omologati

Questa distinzione è molto importante per garantire al consumatore l'acquisto di un prodotto sicuro e valido. Ciò che spesso accade è però differente. L'utente infatti potrebbe acquistare un prodotto che solo apparentemente è omologato e sicuro, come ne caso della seconda categoria appena elencata, ma che in realtà lo è solamente nelle zone dove sono

inseriti i dispositivi di protezione omologati. Questo fenomeno è dovuto principalmente da due fattori: la scorretta o incompleta conoscenza delle normative da parte dell'utente e, molto più frequentemente, dalla volutamente ingannevole comunicazione del valore e della sicurezza di un capo d'abbigliamento da parte del marchio produttore.

Secondo la legge tutti i dispositivi di protezione individuali ad uso motociclistico marchiati CE devono essere accompagnati da una scheda tecnica dettagliata riguardante la cura e la manutenzione del capo, deve descrivere le modalità in cui il prodotto è stato testato, i valori espressi e la conseguente comparazione con gli standard stabiliti, deve comprendere le istruzioni su come rimuovere e reinserire correttamente le protezioni nel capo. Di seguito verranno riportate sinteticamente le principali normative e test corrispondenti riguardanti l'abbigliamento protettivo.

EN 1621-1

Motorcyclists' protective clothing against mechanical impact

Pubblicato la prima volta nel 1997 e rivisto nel 1998, questa normativa descrive i requisiti, in termini di assorbimento dell'impatto, necessari per l'omologazione di una protezione ad uso motociclistico e i test con i quali verificarli. Da quando è entrata in vigore questa normativa si è registrato un boom di proposte sul mercato di protezioni per spalle, gomiti, ginocchia e stinchi da inserire nei capi d'abbigliamento predisposti ad accoglierle o da usare indipendentemente.

Il macchinario per l'esecuzione del test consiste in una torretta montata su una base di acciaio della massa di una tonnellata, alla quale viene applicata una cella di carico per il calcolo delle forze residue generate dall'impatto. Il componente da testare viene fissato su un'apposita forma che rappresenta la regione anatomica che si intende proteggere, che a sua volta viene ancorata alla cella di carico. Al di sopra della protezione viene posizionata una massa sospesa che, quando rilasciata da una certa altezza, simula l'impatto dovuto ad un'ipotetica caduta sull'asfalto o contro qualsiasi ostacolo un pilota possa incontrare a seguito di un incidente. La cella di carico registra le forze trasmesse dalla protezione, determinando la validità e l'omologabilità di quest'ultima.

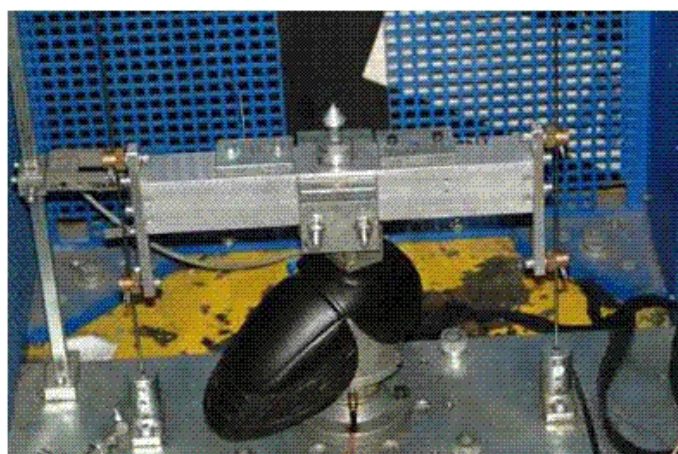


Figura 16: Apparecchiatura per test di impatto 1621-1

La normativa specifica l'entità dell'energia di impatto applicata al provino e la forza massima trasmessa che viene accettata per l'omologazione. Il test prevede un impatto con energia di 50 Joule (l'equivalente di un mattone da 2,5 Kg che cade a terra da un'altezza di 2m) e la forza residua risultante trasmessa dalla protezione sulla cella di carico non deve eccedere i 35 kN.

EN 1621-2

Motorcyclists' back protectors

La normativa 1621-2 riguarda i parametri per l'omologazione dei protettori per la schiena. La versione più aggiornata risale al 2003 e nel 2005 e nel 2006 è stata in minima parte rivista.

Come per lo standard precedente anche in questa normativa vengono descritti i metodi di test e i requisiti necessari perchè si possano omologare i protettori per la schiena che li soddisfano. Il test al quale il provino viene sottoposto è esattamente lo stesso che è stato descritto in precedenza come procedura e energia applicata. Una variazione risiede nel supporto metallico posto al di sotto della protezione, infatti essendo la zona da proteggere ergonomicamente differenti da quelle della normativa 1621-1, è differente la geometria dell'incudine che regge la protezione. Essa risulta maggiormente piatta e con una superficie più estesa. Se l'energia di impatto rimane invariata non rimangono però invariati i valori di energia trasmessa che la cella di carico deve rilevare. I protettori infatti possono essere omologati se otterranno risultati compresi nei 18 kN, per i protettori di livello 1 (quelli con fattore di protezione minore), e di 9 kN per i protettori di livello 2 (quelli con maggiore capacità di protezione). Questa variazione sottolinea come la schiena e gli organi che la compongono, siano molto delicati e necessitino di una protezione ancora maggiore rispetto alle altre parti del corpo. Nonostante ciò nel corso degli anni si sono sollevate molteplici critiche da parte del mondo medico che giudica eccessivamente elevati i valori di forza tollerati dalla normativa, e citano i risultati delle ricerche automobilistiche dalle quali emergerebbe che la soglia critica sarebbe ben al di sotto attestandosi sui 4 kN, meno della metà del valore necessario per l'omologazione a livello 2. Tale valore, 4 kN, è adottato ad esempio per i protettori utilizzati nelle arti marziali e nell'equitazione; le industrie in campo motociclistico non hanno ancora adattato i loro standard a questo valore che sembrerebbe essere medicalmente tollerabile e suggerito. Le motivazioni possono essere molteplici, certamente i costi di produzione sono uno di questi, ma probabilmente parte dell'inerzia deriva dalle difficoltà che si avrebbero nell'ottenere il risultato utilizzando materiali che al contempo garantiscano anche il giusto comfort e mobilità all'utente. Questi obiettivi, che sembrano essere secondari a quello di ottenere la massima protezione possibile, sono invece di primaria importanza in quanto, se mancassero, renderebbero inutilizzabile o comunque non accettabile da parte dell'utente l'utilizzo del dispositivo di protezione vanificando così qualsiasi sforzo per aumentare la sicurezza dei

motociclisti ed esponendoli di fatto al maggiore dei rischi.

Al fine di garantire un adeguato compromesso tra protezione e comfort la normativa descrive l'area minima da proteggere in rapporto all'altezza dell'utente calcolata come distanza tra la vita e la spalla (waist to shoulder, WTS). Generata la geometria sul campione standard di un uomo di altezza 178cm con WTS 50cm, le misure per utenti di altezza differente vengono ricavate con il rapporto di misura tra WTS e altezza.

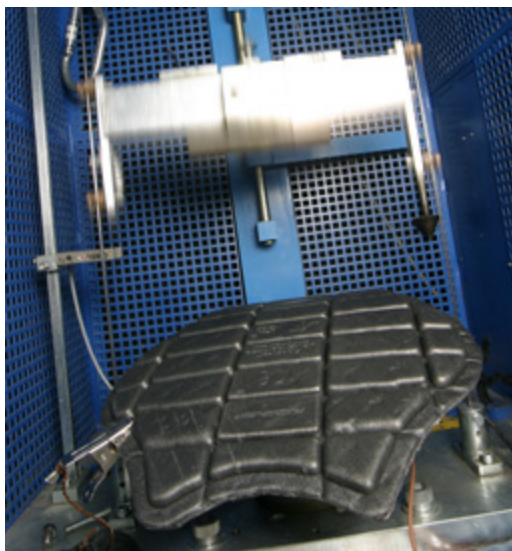


Figura 17: Macchina per i test di impatto 1621-2 delle protezioni per la schiena

prEn1621-4

Motorcyclists' Airbag

Nel 2009, data la loro comparsa sul mercato e la rapida evoluzione ed espansione, a livello europeo si è deciso di introdurre una nuova parte della normativa 1621 riguardante gli airbag per motociclisti. Attualmente, come si può notare anche nel nominativo di questo standard, si è ancora in fase di definizione di tutte le specifiche necessarie e la normativa si presenta come provvisoria. Le ultime indiscrezioni a riguardo dicono però che la stesura del testo è stata completata negli ultimi mesi del 2011 e attende solo di essere approvato nei primi mesi del 2012.

La nuova normativa dovrà regolamentare una serie di caratteristiche proprie degli airbag che differiscono notevolmente da quelle dei paraschiene rigidi tradizionali. Attualmente la normativa si riferisce solamente agli airbag con attivazione meccanica e non a quelli con attivazione elettronica, poichè quest'ultimi sono prodotti ancora acerbi e l'efficacia dei loro sistemi di attivazione e protezione deve essere ancora testata. La normativa certificherà le seguenti proprietà:

- Tenuta allo strappo del cavetto di attivazione
- Il mantenimento della pressione minima di gonfiaggio per almeno 10 secondi, un airbag che si sgonfia troppo rapidamente risulterebbe infatti inutile per prevenire i danni da impatti secondari
- Il tempo di attivazione inferiore o uguale a 0,2 secondi (200 millisecondi)

Analizzando in maniera critica tali specifiche si potrebbe ritenere eccessivamente elevato il tempo di attivazione del dispositivo. È stato infatti dimostrato che un tempo maggiormente idoneo sarebbe intorno ai 100 millisecondi o addirittura meno, circa 85 ms. Questo poichè un'apertura ritardata dell'airbag potrebbe vanificarne il fattore protettivo se non addirittura aumentare i danni. Tale obiettivo non risulterebbe nemmeno troppo azzardato visto che sul mercato esistono già prodotti in grado di soddisfarlo, come il protettore sviluppato da Motoairbag, il cui tempo di apertura è di 80 millisecondi cioè 0,08 secondi. Come avviene per i protettori rigidi tradizionali, anche per gli airbag sono previsti due livelli differenti di protezione. Il primo, più standard, sarà utilizzato per omologare quegli airbag che faranno registrare forze medie trasmesse non superiori a 4,5 kN con picchi massimi di 6 kN; il livello 2 servirà per omologare i dispositivi più performanti, che dovranno far registrare una media di 2,5 kN trasmessi con picchi non superiori ai 3 kN. Come si può notare sono valori di tutto rispetto, in particolare, se si confronta con quanto detto nel capitolo precedente, gli airbag di livello due dovrebbero garantire performances in grado di soddisfare anche le più restrittive esigenze di protezione suggerite dai medici che già sono state ottenute in campo automobilistico. Di seguito viene riportato il marchio CE provvisorio che dovrà essere esposto sui protettori gonfiabili omologati.

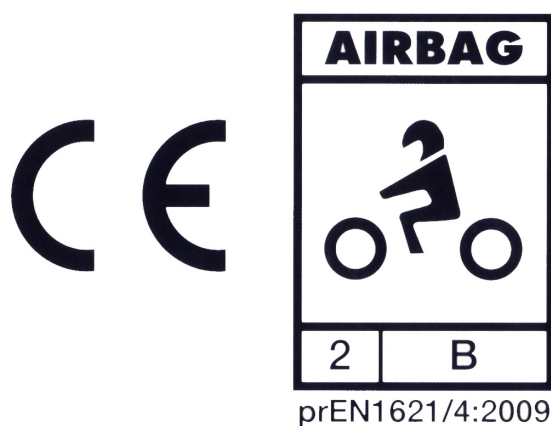


Figura 18: Marchio Airbag Omologato CE

EN13595 1-4

Protective clothing for professional motorcyclists

Scopo di questa norma è definire le caratteristiche dei soli indumenti utilizzati dai motociclisti professionisti, ovvero tutti coloro che praticano uno sport motociclistico a livello professionale. In questa categoria rientrano i piloti professionisti, ma anche le forze dell'ordine che utilizzano motocicli e tutti coloro che svolgono un'attività lavorativa che richieda un uso prolungato di un mezzo motorizzato a due ruote.

La normativa è composta da quattro differenti parti che specificano quanto segue:

Parte 1: requisiti generali

Vengono qui stabiliti i materiali utilizzabili e i criteri per l'assemblaggio. Ad esempio i capi non possono contenere sostanze chimiche dannose per la salute di chi li indossa o materiali le cui prestazioni vengono diminuite dall'umidità o dal contatto prolungato con la pelle. Vengono anche normati i principi di design dei capi d'abbigliamento, in particolare vengono individuate diverse zone del corpo che vanno protette in maniera differenziata in base ai presunti differenti livelli di forze che dovranno sopportare in caso di impatto e scivolata su superfici abrasive. La Figura 19 mostra la disposizione delle aree di pericolo sul corpo differenziate per livelli di protezione richiesti, le zone contrassegnate dalla texture n°1 sono quelle maggiormente a rischio, il pericolo diminuisce nelle zone con numeri superiori.

Le zone a livello 1 considerate a maggior rischio di impatto, abrasione e scoppio sono le natiche, i gomiti, le ginocchia e le spalle. Tali indicazioni sono valide principalmente per i professionisti che possono incappare in un incidente su piste asfaltate dove il primo impatto è seguito, nella quasi totalità dei casi, da uno scivolamento prolungato; nelle strade urbane, per i professionisti su due ruote, verificandosi incidenti a velocità inferiori sono invece più pericolosi e frequenti gli impatti principali e quelli secondari contro ostacoli fissi piuttosto che le scivolate.

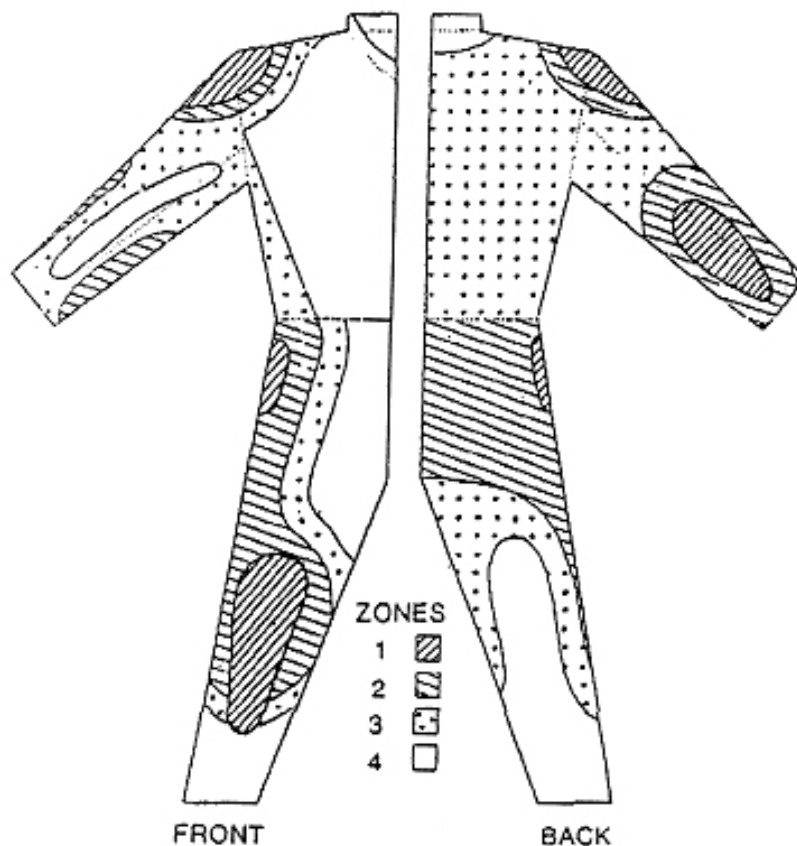


Figura 19: Aree di protezione differenziate EN13595

Si testano anche altre caratteristiche dei capi d'abbigliamento come ad esempio la resistenza all'arrotolamento. In particolare viene testato se, in caso di scivolata o urto, le estremità del capo (caviglia, vita e polso) non si ritirano, lasciando così esposte queste parti al contatto con la strada.

I capi normati secondo la normativa 13595 possono essere omologati con due differenti livelli di protezione. I capi di livello 1 vengono definiti come vestiario pensato per dare una certa protezione garantendo la massima leggerezza e vestibilità, mentre quelli di livello 2 sono maggiormente protettivi a scapito del comfort. Traducendo queste considerazioni nella pratica, si può affermare che i capi di livello 1 sono adeguati per un utilizzo cittadino dove gli incidento avvengono a velocità moderate, mentre quelli di livello 2 sono adatti ad un uso maggiormente impegnativo ed agonistico.

Parte2: test per la determinazione della resistenza all'abrasione/impatto

Il test di impatto viene realizzato utilizzando un macchinario appositamente sudiato composto da un nastro di carta abrasiva, il cui coefficiente di abrasione è regolamentato, che si muove ad una velocità costante di 8 metri al secondo, circa 30 km/h, sul quale viene appoggiato il materiale da testare. Il campione di tessuto è montato su un braccio metallico che viene fatto cadere sul nastro in movimento. Da quel momento parte un timer che fermerà il conteggio del tempo solamente una volta che il campione sarà stato attraversato da parte a parte. Per l'attivazione e lo stop del timer, vengono posizionati sul campione due fili di rame, uno sulla superficie esterna, che una volta reciso farà partire il timer, ed uno (che possiamo vedere nella foto sottostante) sulla superficie interna, che una volta reciso porrà fine al test. I valori ottenuti vengono confrontati con quelli espressi nella prima parte della normativa, determinando così il livello di protezione del materiale.



Figura 20: Macchina per il test di abrasione/impatto in funzione

Parte 3: Test per la determinazione della resistenza allo scoppio

Il test si effettua su un campione circolare ricavato dal capo d'abbigliamento. Esso viene montato su di un cilindro di acciaio tramite due piastre imbullonate che lo tengono saldamente in posizione. Al di sotto del campione si trova una membrana che può essere gonfiata con acqua sotto pressione; il rigonfiamento della membrana esercita una pressione sul campione fino all'eventuale rottura dello stesso. Per determinare la resistenza allo scoppio del materiale viene considerato il valore di pressione dell'acqua nell'istante della rottura. Come nel caso precedente i valori di riferimento sono specificati nella prima parte della normativa.

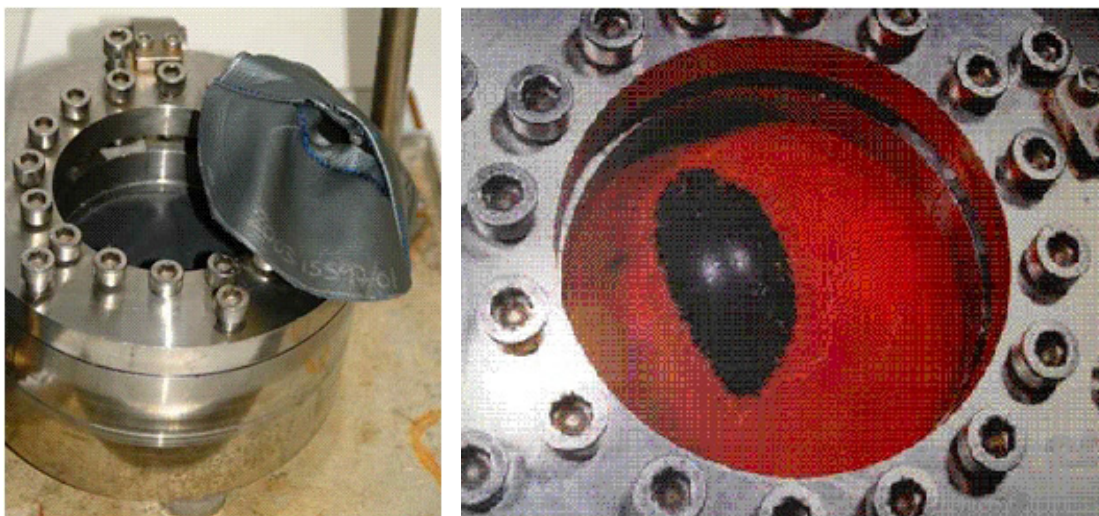


Figura 21: Test di Scoppio, apparecchiatura e campioni

Parte 4: metodo per la determinazione della resistenza al taglio

Alcuni materiali possono fornire buoni risultati nel test di abrasione/impatto ma essere scarsi nella resistenza al taglio. Una volta incisi, infatti, possono cedere di schianto a causa della lesa integrità strutturale, dimostrando così un comportamento fragile e non tenace assimilabile a quello di una nastro di scotch per pacchi.

Il test fornisce così un doppio riscontro sulle prestazioni del materiale. La prova viene effettuata facendo cadere una lama standardizzata sul campione da un'altezza predefinita. Ciò che viene misurato è la profondità della penetrazione del corpo metallico.

EN13594

Protective gloves for professional motorcycle riders

Anche i materiali che compongono i guanti e le metodologie di assemblaggio per la realizzazione di quest'ultimi sono oggetto di una normativa, la EN13594. Essa stabilisce che il guanto deve protendersi per 50mm al di sopra del polso e che non deve sfilarsi durante la caduta. Inoltre qualsiasi componente rigido utilizzato per irrigidirne la superficie deve essere fissato allo strato esterno del prodotto e deve essere isolato dalla mano del pilota da un secondo strato interno. Sono poi posti dei vincoli sulla resistenza all'abrasione e allo strappo. Tali specifiche vengono testate secondo le modalità descritte nella precedente

normativa, mentre la resistenza delle cuciture e la resistenza al taglio vengono normate secondo gli standard dei guanti per il lavoro industriale.

I requisiti appena descritti sono richiesti ed applicati nei prodotti destinati ad uso professionale; il mercato degli accessori moto, e soprattutto i motociclisti, hanno però già da tempo percepito l'importanza della protezione di una così delicata e importante parte del corpo, tanto che sul mercato non è difficile trovare prodotti le cui caratteristiche siano strettamente derivate da quelle dei guanti per uso professionale.



Figura 22: Sfregamento delle mani durante una caduta in pista

EN13634

Protective footwear for professional motorcycle riders

La norma 13634, proposta nel 2002 e modificata nel 2010, descrive i requisiti per le calzature ad uso motociclistico professionale. Basata sulle regolamentazioni delle calzature per uso industriale è stata completata con specifiche appositamente pensate per incontrare le esigenze di un uso ad alta velocità. L'altezza della calzatura è regolamentata a 160mm, misurata dall'interno dello stivale all'estremità ultima del collo. Vengono testate la resistenza della giunzione tra la suola e la parte superiore, la resistenza all'abrasione e all'impatto della tomaia secondo le specifiche della normativa 13595-2 e la capacità della suola di subire deformazioni senza generare pericolose torsioni sul piede e la caviglia.



Figura 23: Macchinario test EN13634

4.2 Il mercato delle protezioni

L'equipaggiamento protettivo personale può essere di valido aiuto a motociclisti, scooteristi e ciclomotoristi per ridurre le conseguenze degli incidenti. Tuttavia, i vantaggi offerti dall'abbigliamento protettivo per motociclisti vengono spesso sottovalutati. Specialmente i ciclomotoristi e i pendolari che vivono nei paesi caldi tendono ad ignorare i vantaggi in termini di sicurezza e comfort. In questo paragrafo sarà illustrata in maniera sintetica ma completa l'offerta commerciale di questi prodotti. Ove possibile la trattazione inizierà con l'evidenziazione dell'efficacia delle protezioni in caso di impatto, grazie a grafici ricavati dalle statistiche risultanti dall'indagine MAIDS.¹⁶

Il Casco

Il casco è l'elemento più importante dell'equipaggiamento protettivo. Non a caso l'uso del casco è obbligatorio nei paesi dell'Unione Europea. Secondo le statistiche, come dimostrato anche nei capitoli precedenti, le lesioni alla testa sono la causa principale di morte o invalidità tra i motociclisti. La sua efficacia è stata più volte dimostrata nel corso della storia e la vita di ogni giorno conferma questa affermazione.

Un casco ha molteplici funzioni; prima di tutto serve per proteggere la testa del motociclista. Per farlo agisce in molti modi: la calotta esterna resiste alla penetrazione e all'abrasione, la fodera ad assorbimento d'urto all'interno della calotta assorbe gli impatti cedendo leggermente durante una collisione. La fodera interna in tessuto morbido aumenta il comfort e fa aderire perfettamente il casco alla testa aumentandone l'efficacia. Il casco svolge anche la funzione di protezione dagli agenti esterni non solo in caso di urto. La visiera ad esempio protegge gli occhi e il volto del motociclista da piccoli oggetti sollevati da altri veicoli o dagli insetti incontrati sul proprio tragitto. Allo stesso tempo questo componente deve permettere al motociclista di avere la massima visibilità esterna per un corretto comfort e sicurezza di guida. Le fodere interne oltre ad attutire gli impatti, smorzano anche i suoni provenienti dalla moto stessa e dall'ambiente esterno, evitando pericolose distrazioni e fastidi al pilota. Infine il casco isola dagli agenti atmosferici, pioggia, vento e sole, permettendo a chi lo indossa di condurre il proprio veicolo a due ruote in sicurezza. Esistono tre differenti tipologie di caschi per l'uso motociclistico: il casco integrale, cioè un casco con calotta esterna completa di mentoniera per la protezione della parte bassa del volto, il casco modulare/apribile, dove la zona della mentoniera è incernierata su un perno che ne permette l'apertura verso l'alto, ed infine i caschi "Jet" che sono caratterizzati dall'assenza della mentoniera. Quest'ultimi hanno un coefficiente di protezione evidentemente inferiore e vengono indossati prevalentemente in contesti

16 "Equipaggiamento protettivo per motociclisti", Pubblicazione Acem-Ancma, 2011 [6]



Figura 24: Tipologie di caschi (da sinistra) integrale, modulare, jet

urbani.

Per capirne il funzionamento è bene sapere com'è composto un casco. Essenzialmente è costituito da tre elementi: una calotta esterna, cioè uno strato superficiale che può essere realizzato con differenti materiali (PC e Kevlar sono i più utilizzati) e spessori, una struttura interna per l'assorbimento delle forze d'urto, generalmente realizzata in polistirene espanso ad alta densità, e infine un insieme di componenti che permettono di indossarlo correttamente. Nella Figura 25 possiamo vedere il posizionamento di questi elementi gra-

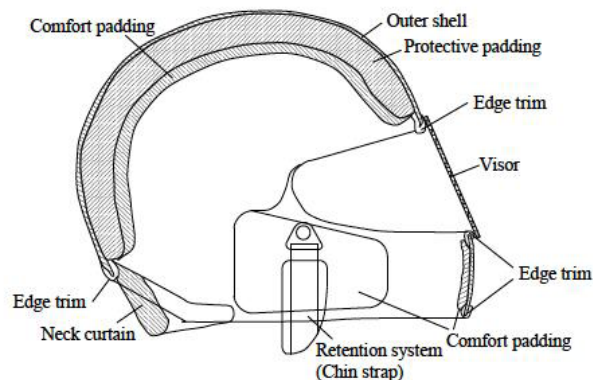


Figura 25: Sezione longitudinale di un casco integrale da moto

zie ad una sezione longitudinale di un casco integrale da moto.

Nel corso degli ultimi decenni questo dispositivo di protezione individuale ha acquisito significati differenti. Oltre ad essere un oggetto per la salvaguardia della salute, è diventato un simbolo, un accessorio estetico in grado di generare moda e comunicazione. Ne sono esempio i cataloghi dei produttori di caschi, i quali forniscono innumerevoli livree a seconda del modello. Si possono trovare caschi decorati con le repliche delle grafiche dei piloti, caschi con decorazioni astratte, ma anche caschi totalmente monocromatici o con una gestione del colore minimalista.

I caschi per essere commercializzati all'interno dell'Unione Europea devono essere muniti di una targhetta identificativa che ne accerta l'omologazione secondo gli standard europei imposti dalla direttiva ECE 22-05. In particolare l'etichetta si compone di segni grafici,

numeri e lettere che ne identificano: lo stato di immatricolazione, nella foto indicato dal codice “E13”, il numero di omologazione, quello di sinistra nella foto, il numero di produzione, sulla destra, e una lettera al centro che ne indica la tipologia, “J” per i caschi privi



Figura 26: Targhetta omologazione casco jet

di mentoniera, “NP” per i caschi con mentoniera non protettiva e “P” per i caschi integrali. Dal 2007 è stato introdotto, partendo dal Regno Unito, un nuovo standard denominato Sharp (Safety Helmet and Assessment Rating Programme). È un nuovo programma che ha come obiettivo quello di fornire a tutti i motociclisti, una valutazione assolutamente indipendente sulla sicurezza di molti dei caschi oggi in commercio sul mercato inglese. Il sistema di valutazione SHARP, che va da 1 (Min.) a 5 (Max.) stelle, si basa sui risultati ottenuti da una serie di test condotti in laboratorio. Secondo quanto emerso da questa ricerca, la vita di oltre 50 motociclisti potrebbe essere salvata ogni anno se venissero utilizzati caschi con punteggi più elevati nella classifica SHARP.¹⁷

Infine è bene ricordare che un casco è efficace solamente se ben allacciato e delle corrette dimensioni. Altre importanti precauzioni vanno prese per il suo mantenimento in buono stato, è inoltre bene ricordare che in caso si caduta una casco va sempre sostituito poichè lo strato espanso intermedio può subire dei danni, non visibili esternamente, che se trascurati potrebbero portare alla notevole diminuzione del fattore protettivo in caso di un secondo impatto.



Figura 27: Logo programma Sharp

17 Cfr. sito www.direct.gov.uk/sharp

La Giacca

Le giacche non sono importanti solo per definire lo stile di un motociclista ma anche per proteggerlo nell'eventualità di un incidente. Nella scelta di una giacca occorre considerare come prima cosa l'aspetto sicurezza invece di focalizzare l'attenzione sullo stile o il look. Come nel casco, una giacca non ripara solamente in caso di incidente, ma dona protezione anche dagli agenti atmosferici. Per tale motivo è possibile parlare di giacche come capo protettivo, ma anche di giacche come capo "tecnico". A differenza del casco non esiste una normativa a livello europeo o nazionale locale che preveda l'obbligo di indossare una giacca durante l'utilizzo di un mezzo motorizzato a due ruote. Nonostante questo sul mercato si possono trovare innumerevoli modelli di giacche pensate per l'utilizzo con le due ruote. La differenziazione principale che può essere fatta è tra giacche "omologate" e giacche "non homologate". Le prime sono state testate secondo le normative esposte nel paragrafo precedente e, a fronte del superamento dei test, hanno ottenuto l'omologazione europea. In particolare negli ultimi anni, anche grazie a numerose campagne di sensibilizzazione rivolte agli utenti delle due ruote, sempre più case di abbigliamento motociclistico hanno deciso di portare a livello di omologazione le prestazioni dei propri indumenti per conferirgli un notevole valore aggiunto. Le giacche non omologate sono capi d'abbigliamento che possono essere realizzati in differenti tipologie di materiali che presentano caratteristiche e comportamenti eterogenei tra di loro. Questi indumenti non sono da ritenere inadeguati per l'utilizzo in moto nonostante non abbiano un livello di prestazione paragonabile agli indumenti omologati. La scelta del capo più adatto rimane quindi a discrezione dell'utente. Alcune buone regole per una corretta scelta della giacca prevedono che questa abbia le seguenti caratteristiche:

- Deve avere zone con colori brillanti o catarinfrangenti per un'ottima visibilità da parte degli altri utenti della strada
- Deve essere confortevole ma sufficientemente aderente da proteggere in caso di impatto
- Deve essere scelta in base all'impiego e delle condizioni atmosferiche in cui si intende usarla
- Deve presentare chiusure ai polsi che impediscano alle maniche di risalire in caso di scivolata

Che si tratti di giacche omologate o non, o di giacche leggere o pesanti una sola cosa è certa, indossare una giacca pensata per l'uso sulle due ruote protegge notevolmente il pilota in caso di incidente. Quanto appena detto è maggiormente valido se la giacca viene dotata dei dispositivi di protezione per spalle, gomiti e schiena. L'immagine che segue dimostra quanto appena detto, come esplicitato a inizio paragrafo le statistiche e i dati sono estratti dal rapporto MAIDS.

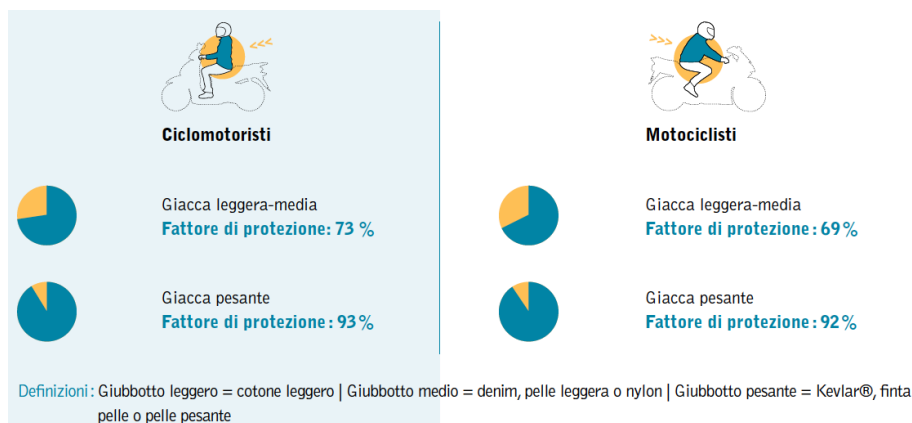


Grafico 22: Fattore di protezione delle giacche

A.N.C.M.A (2011), Equipaggiamento protettivo per motociclisti, eSUM European Safer Urban Motorcycling [6]

È possibile suddividere le giacche con diversi criteri. Il primo prende in esame il materiale di cui esse sono costituite. In commercio troviamo due grandi filoni: le giacche realizzate in pelle e quelle in materiali sintetici ad alte prestazioni. La pelle è il materiale usato da più tempo, con essa sono stati realizzati i primi modelli e tutt'ora si dimostra un materiale dalle eccellenti qualità di resistenza all'abrasione, sicuramente migliore rispetto alle fibre sintetiche. Solitamente vengono utilizzate pelli di provenienza bovina per i capi di livello intermedio, mentre per garantire prestazioni superiori viene utilizzata pelle di canguro. Di questo materiale sono realizzate le tute dei piloti che corrono su pista poichè, insieme alla grande resistenza, la pelle di canguro ha ottime proprietà impermeabili. In commercio troviamo anche capi realizzati in tessuti sintetici. Questi indumenti sono studiati per garantire il massimo compromesso tra comfort e resistenza. I tessuti possono essere "calibrati" per realizzare capi adatti alle diverse stagioni. Uno dei materiali più utilizzati è il poliestere. Molti capi ad oggi utilizzano un particolare nylon 6,6 prodotto dall'Invista il cui nome è diventato un marchio a se stante, la Cordura. Questo materiale ha un ottimo compromesso tra economicità e resistenza all'abrasione, che lo rende particolarmente adatto per la realizzazione di capi per uso sportivo e quindi anche per capi ad uso motociclistico.



Figura 28: Giacca Ducati In materiale sintetico (a sinistra) ed in pelle (a destra)

Un altro criterio per differenziare l'offerta commerciale è individuare quali giacche al momento dell'acquisto hanno già inserite le protezioni per spalle e gomiti e quali invece non le hanno. Tra queste ultime possiamo poi individuare giacche predisposte per accoglierle in un secondo momento o giacche che non potranno essere integrate con le protezioni. I modelli che non possono essere completati con i dispositivi di protezione per spalle e gomiti sono da considerarsi solamente capi tecnici in grado di proteggere dalle intemperie e non capi ad uso motociclistico. Sempre più spesso però le case produttrici cercano di rendere omologati i propri capi per fare leva sulla voglia di protezione di un mercato sempre più attento alla sicurezza.

Questa tendenza verso una più estesa omologazione è ancora più evidente nelle collezioni 2012 di alcuni marchi noti, in Italia Spidi è sicuramente il primo che si è cimentato in questo, tanto che sono stati realizzati capi che vanno a rispettare non solo normative per la sicurezza passiva ma anche regolamentazioni sulla visibilità per prevenire attivamente la possibilità di incidente. Un esempio è l'antipioggia H2 Life Rain di Spidi che soddisfa le normative EN340-EN471 che regolamenta l'abbigliamento per gli operatori della strada. Questo capo infatti risulta visibile al buio già ad una distanza di 150m, mentre un indumento nero solamente a 20m.



Figura 29: Giacca Spidi H2 Life Rain (a sinistra) e Giacca Bmw Boulder 2 Neon (a destra)

I Pantaloni

I pantaloni costituiscono una parte fondamentale della protezione del motociclista in quanto le gambe sono la parte del corpo maggiormente soggetta ad impatto in caso di collisione. I danni alle gambe che vengono registrati non sono però di grave entità, e spesso indossare un paio di pantaloni appositamente studiati per l'utilizzo sulle due ruote rende tali lesioni quasi trascurabili. I dati riportati nel grafico seguente sono emblematici a riguardo.

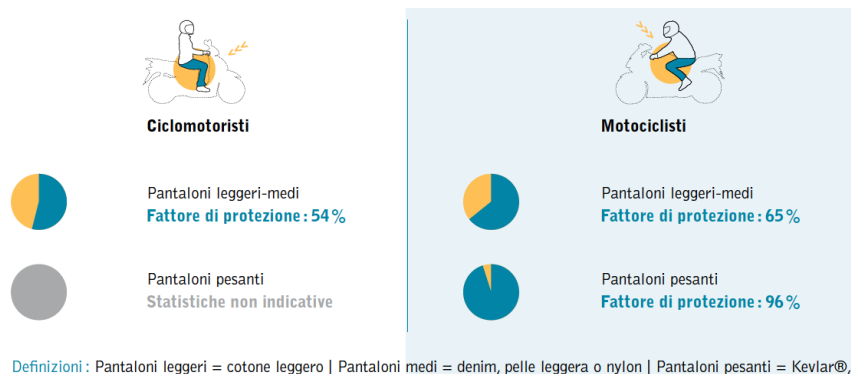


Grafico 23: Fattore di protezione dei pantaloni

A.N.C.M.A (2011), Equipaggiamento protettivo per motociclisti, eSUM European Safer Urban Motorcycling [6]

I materiali utilizzati per la realizzazione dei pantaloni da moto sono tendenzialmente gli stessi utilizzati per la produzione delle giacche. In aggiunta a questi troviamo una vasta gamma di jeans rinforzati con fibre di diverso tipo che garantiscono prestazioni non immaginabili per questo tipo di prodotto fino a pochi anni fa.

Il mercato attuale ha quasi visto la scomparsa degli articoli realizzati in pelle. In questo materiale vengono ormai prodotti: i pantaloni che completano le tute adatte ad un uso prevalentemente extraurbano, oppure gli inserti, nelle zone a maggiore usura, nei capi realizzati in materiali sintetici.

Veri protagonisti del mercato sono invece i pantaloni in materiali sintetici e i jeans. I primi sono declinati in numerose varianti che si adattano a differenti usi. Spesso non sono composti da un solo strato ma da più layers, dando la possibilità di rimuovere quelli interni per adattare il capo alle condizioni atmosferiche delle diverse stagioni. Come nelle giacche, anche nei pantaloni uno dei materiali più utilizzati è la Cordura grazie al buon compromesso in termini di sicurezza e comfort. Data la possibilità che i materiali sintetici non offrano un'adeguata resistenza all'abrasione, spesso questi indumenti sono dotati di protezioni omologate CE per le ginocchia e la tibia alloggiata dentro a tasche opportunamente ricavate nei pantaloni.

I jeans in cotone naturale sono stati protagonisti di una grande e veloce evoluzione nel corso degli ultimi anni che gli ha permesso ora di occupare gran parte del mercato. I motociclisti sono stati a lungo convinti che un normale paio di jeans fosse sufficiente per garantire un'adeguata protezione in caso di caduta e scivolata. Questa convinzione è del tutto erronea in quanto il cotone non è un materiale che resiste all'abrasione e ha il grave difetto di fondere con la pella a causa del calore. Data la grande diffusione nella vita di tutti i giorni e la loro comprovata comodità ha spinto diverse aziende a cimentarsi nel tentativo di realizzare un jeans altrettanto comodo ed al contempo più sicuro. La soluzione utilizzata da più produttori prevede l'utilizzo di un denim dal peso maggiore rispetto a quello dei jeans per tutti i giorni, in accoppiata con fibre di Kevlar. Il Kevlar è noto per le sue buone caratteristiche meccaniche e di resistenza al calore ma non per quelle antiabrasive. Questo risultato però viene ottenuto tessendolo insieme ad altre fibre quali quelle di

cotone. A seconda delle composizioni utilizzate dai diversi produttori alcuni modelli hanno prodotto interessanti risultati ai test di abrasione della normativa EN 13595-1. Anche per i jeans è prevista la possibilità di inserire protezioni omologate CE sulle ginocchia e sulle tibie, e molti dei modelli ne sono già provvisti al momento dell'acquisto.



Figura 30: Jeans Alpinestars Idiom Chinos e Spidi Basic Lady

I Guanti

Istintivamente le mani sono la prima parte del corpo che si poggia a terra in caso di caduta. Per questo motivo le mani sono particolarmente esposte al pericolo di ferirsi in caso di incidente. I piloti professionisti conoscono molto bene questo problema e adottano delle tecniche di caduta che permettono loro di salvaguardare il più possibile questa importante parte del corpo, raggomitandosi o stringendo le mani e gli avambracci al petto durante una caduta. Per questo motivo una delle prime regole da osservare per un ciclomotorista o un motociclista è indossare sempre i guanti quando si usa il proprio mezzo a due ruote. I dati presentati nel grafico della pagina seguente mostrano come l'efficacia dei guanti sia stata notevole nei casi registrati di incidenti stradali. Le differenze tra il fattore di protezione riscontrato nei ciclomotoristi e quello più elevato riscontrato nei motociclisti, risiede nel fatto che i ciclomotoristi indossano prodotti tendenzialmente più economici e leggeri rispetto ai più performanti guanti indossati dai motociclisti.

I guanti in commercio possono essere divisi in due categorie principali: i guanti da turi-

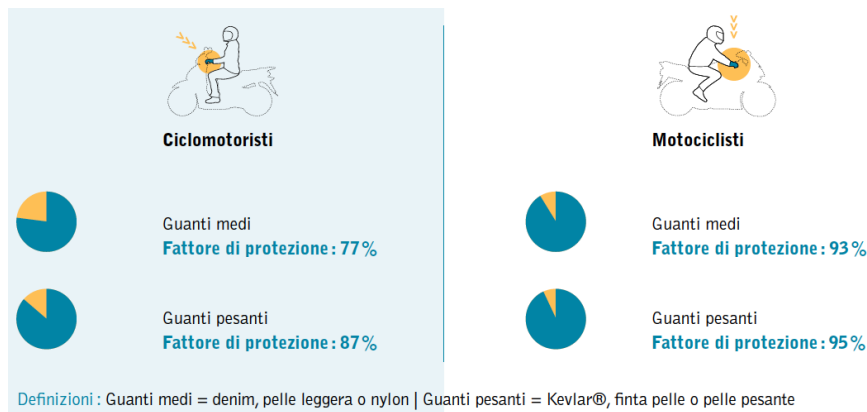


Grafico 24: Fattore di protezione dei guanti

A.N.C.M.A (2011), Equipaggiamento protettivo per motociclisti, eSUM European Safer Urban Motorcycling [6]

smo e quelli sportivi. Quest’ultimi nella quasi totalità dei casi soddisfano le specifiche della normativa EN 13594 relativa ai guanti da motociclista per uso professionale esposta nel paragrafo precedente. Sono infatti realizzati in pelle, bovina o di canguro, ad alta resistenza all’abrasione. Hanno uno sviluppo in lunghezza di gran lunga superiore a quello dei guanti per uso quotidiano, arrivando a coprire interamente il polso. Sono costruiti cucendo gli strati di pelle con fili di materiali sintetici ad alta resistenza come la Cordura. Esternamente sono caratterizzati da vistose protezioni nella zona delle nocche, del dorso della mano, sul palmo, sul polso e in alcuni casi nella zona esterna del mignolo. Le protezioni sulle nocche e sul dorso della mano sono per lo più realizzate in fibra di carbonio o in Kevlar oppure con una combinazione di questi due elementi. Sul polso e sul palmo troviamo invece doppi strati di pelle e, nei guanti più performanti, placche di polimero termoplastico rinforzato. In alcuni modelli particolarmente evoluti troviamo questo tipo di rinforzi anche nella zona esterna del mignolo, zona molto soggetta allo sfregamento per la sua particolare disposizione.

I guanti da turismo sono presenti in molteplici varianti, omologate e non. Spesso, per ragioni legate al comfort, gli utenti delle due ruote prediligono versioni turistiche con il “polso corto”. Questa soluzione rende il guanto non omologabile secondo la normativa EN 13594, ma i materiali e le soluzioni adottate hanno spesso prestazioni paragonabili ai guanti sportivi. La più grande differenza tra guanti sportivi e da turismo risiede nel grande utilizzo di tessuti sintetici e mesh in questi ultimi. L’impiego di questi materiali permette di raggiungere un elevato livello di comfort che incoraggia l’utilizzo quotidiano di questi accessori.



Figura 31: Guanti Dainese Druids e Spidi G-Flash

Le Calzature

Insieme alle gambe, i piedi costituiscono la zona del corpo che più frequentemente subisce ferite in caso di incidente. L'eventualità più frequente e dannosa è lo schiacciamento del piede al di sotto del mezzo a due ruote dopo una caduta. Solitamente una delle zone maggiormente lesionate è la caviglia ed in particolare il malleolo. I comportamenti e le convinzioni dei motociclisti nei confronti delle scarpe da indossare quando si usa un motociclo o un ciclomotore sono, insieme a quelle sui guanti, le più sbagliate e pericolose. Non è raro infatti trovare nel traffico quotidiano motociclisti che indossano normali scarpe da tennis pensando che possano bastare per proteggere le proprie estremità. Ancora più grave è il fenomeno che si sviluppa nel periodo estivo, dove la calzatura più utilizzata è quella scoperta; ciabatte, infradito e sandali infatti la fanno da padrone. Queste abitudini sono estremamente pericolose. A dimostrarlo ancora una volta sono gli studi condotti nel campo della sicurezza su due ruote. Il grafico sottostante evidenzia la quasi totale inefficacia delle calzature normali nel proteggere il ciclomotorista in caso di incidente, fattore di protezione che si abbassa ulteriormente per i motociclisti a causa della maggiori velocità garantite dalle moto. Con calzature appositamente progettate i risultati migliorano nettamente e le ferite diminuiscono mediamente del 40%.

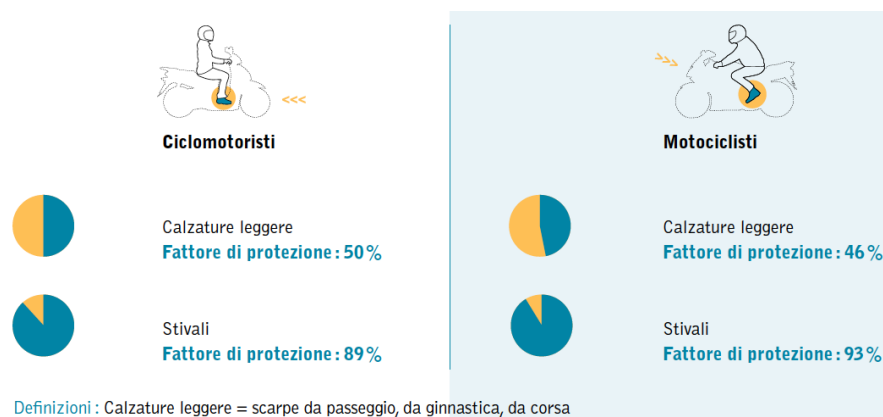


Figura 32: Fattore di protezione delle calzature

A.N.C.M.A (2011), Equipaggiamento protettivo per motociclisti, eSUM European Safer Urban Motorcycling [6]

Come nei guanti, anche nelle calzature possiamo fare una differenziazione in base alla destinazione d'uso. Sul mercato troviamo infatti calzature ad uso sportivo, turistico ed anche urbano.

Le calzature per uso sportivo sono le più performanti e la totalità dei prodotti sono stivali. Questa tipologia di calzatura è necessaria per poter permettere al prodotto di passare i test imposti dalla normativa EN 13634. Sono quindi stivali alti che arrivano a coprire la tibia per metà della sua altezza. Esternamente hanno un design molto ricercato caratterizzato dall'assenza di sporgenze o elementi in vista come i lacci. Nella zona frontale esterna, in corrispondenza quindi del mignolo e il lato esterno del piede, troviamo apposite protezioni (sliders) studiate per proteggere il piede in caso di contatto con l'asfalto durante le curve più impegnative. Questi inserti sono generalmente realizzati in titanio che garantisce un'ottima resistenza all'abrasione. Altre protezioni e imbottiture sono presenti nella zona del malleolo e della tibia. Solitamente le soles di questi stivali sono molto dure per evitare pericolose torsioni del piede e della caviglia in caso di incidente. Questa caratteristica li rende molto scomodi per la camminata, quasi paragonabili agli scarponi da sci, che ne limita fortemente l'utilizzo quotidiano da parte dei motociclisti più esperti. I materiali utilizzati sono prevalentemente la pelle e tessuti sintetici ad alta resistenza. Per garantirne l'impermeabilità spesso sono presenti strati di GORE-TEX.

Le calzature ad uso turistico sono per lo più derivate dagli stivali sportivi. A differenza di questi ultimi presentano una maggiore sobrietà stilistica e un comfort incrementato. Rinunciando a parte della sicurezza questi stivali sono caratterizzati da tomaie più morbide ma comunque resistenti, talvolta in pelle talvolta in pelle più tessuti sintetici, e soles più morbide che ne permettono un uso più confortevole anche durante la camminata.

Ai piedi degli utilizzatori urbani delle due ruote troviamo calzature leggermente differenti. Generalmente basse e dal look aninimo sono scarpe che integrano sistemi di protezione dedicati quasi esclusivamente al piede. Sono realizzate in materiali resistenti all'abrasione ed impermeabili. Hanno accorgimenti che ne garantiscono una notevole durata nel tempo, rinforzi sul tallone, soles in materiali shock absorber e paraleva per non danneggiare la calzatura con la leva del cambio. Si possono trovare anche modelli con il collo alto che riescono a proteggere anche il malleolo dagli sfregamenti e la caviglia dalle torsioni. Lo scopo di queste calzature è la mimetizzazione con l'abbigliamento di tutti i giorni. Nelle ultime collezioni presentate i produttori hanno rivolto lo sguardo verso gli utenti più giovani che sempre più spesso sono i primi a ricercare la sicurezza sulle due ruote. Per questo motivo troviamo ora in commercio sneaker studiate per essere protettive ma al contempo caratterizzate da un aspetto giovane ed alla moda.



Figura 33: Scarpa Dainese Technical Sneaker e Tcx X-Street WP

Le protezioni per spalle, gomiti e ginocchia

I sistemi di protezione per il corpo possono essere acquistati separatamente o possono costituire parte integrante dell'equipaggiamento. Questi sistemi offrono una protezione contro le lesioni provocate da un impatto con il suolo o il manto stradale in caso di incidente. Devono essere omologate CE come prova di conformità alla normativa UE EN 1621-1. Sempre più spesso i dispositivi di protezione per spalle e gomiti sono integrati nelle giacche. Qualora non lo fossero si possono acquistare separatamente in un secondo momento. Tra i vari accessori di protezione sono sicuramente i più economici e garantiscono un primo livello di protezione che, soprattutto in uno scenario urbano, sono sufficienti per prevenire o attenuare molti degli infortuni conseguenti un incidente. I protettori per le ginocchia sono numericamente meno diffusi e in alcuni modelli sono semplicemente delle sagome di materiali espansi (EVA) che attutiscono gli impatti.

A seconda della marca e del sistema di collegamento con l'indumento, queste protezioni possono essere realizzate con materiali differenti. Alcuni marchi, come Dainese, le realizzano unendo due componenti: uno strato base di espanso polimerico sul quale vengono cucite delle placche in polipropilene rinforzato da apposite nervature. Questa soluzione garantisce una buona flessibilità del prodotto ed un livello di protezione sufficiente per l'omologazione.



Figura 34: Protezioni composite Dainese per spalle e gomiti

Con lo sviluppo dei materiali si sono andati diffondendo sempre più protettori monopezzo in materiali espansi polimerici o polimeri elastomerici. Fanno parte della prima categoria tutte quelle protezioni realizzate in PU espanso ad alta densità, ne sono un esempio le protezioni utilizzate da Rev'It per le sue giacche.



Figura 35: Protezioni spalle Knox

I dispositivi di protezione in materiali elastomerici hanno generato grande stupore qualche anno fa durante il loro lancio sul mercato grazie alle caratteristiche che venivano sponsorizzate. L'esempio più eclatante è forse quello di D3o, un materiale polimerico elastomerico flessibile che, se colpito con violenza, è in grado di rispondere irrigidendosi e garantendo un livello di protezione superiore. Questo tipo di materiale è sembrato inizialmente la soluzione a molti dei problemi legati alla progettazione delle protezioni motociclistiche o per uso sportivo e militare, la pratica ha però smorzato i primi entusiasmi dimostrando che le prestazioni di questi materiali non erano poi così fantascientifiche. Nonostante questo alcuni produttori di abbigliamento utilizzano questo tipo di protezioni nei loro indumenti. È il caso di Sixs che le utilizza per i suoi capi.



Figura 36: Protezioni in D3o

Il paraschiena rigido

I dati presentati nei primi capitoli riguardo gli infortuni e le conseguenze degli incidenti motociclistici hanno sicuramente sottolineato la vulnerabilità della spina dorsale e le gravi patologie che i danni in questa zona possono portare. La seconda sezione della normativa EN 1621 descrive i parametri necessari per l'omologazione di questo dispositivo di sicurezza. I paraschiena ad uso motociclistico devono avere una dimensione minima, cioè un'area di protezione minima garantita, che varia a seconda dell'altezza di chi lo indossa. Deve inoltre resistere al test di omologazione che prevede l'esecuzione di 5 impatti da 50 Joule. Inizialmente la norma prevedeva che questi impatti fossero distribuiti arbitrariamente sulla superficie del prodotto a discrezione del tecnico che effettuava la prova, il quale doveva individuare visivamente due punti ritenuti deboli e includerli nei 5 da testare. Con la revisione della normativa avvenuta nel 2003, sono state regolamentate le zone da colpire. Sebbene questo cambiamento sia stato introdotto per permettere una reale comparazione tra i diversi prodotti, esso ha generato molti malumori tra i motociclisti i quali ritengono che in questo modo le case produttrici possano produrre paraschiena più economici e deboli in grado però di superare i test nelle zone prefissate.

In base ai risultati ottenuti i paraschiena vengono classificati ed omologati in due categorie: di Livello 1 o di Livello 2 (quelli con fattore di protezione più alto). L'omologazione del prodotto viene certificata dalla presenza di un'etichetta che riporta il pittogramma dell'immagine sottostante, dove la lettera B indica che il prodotto è un paraschiena (Back Protector) e non un L, ovvero protettore lombare (Lumbar Protector), mentre il numero "2" indica il livello di protezione.

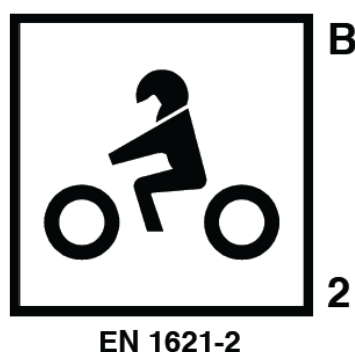


Figura 37: Pittogramma omologazione paraschiena

I paraschiena rigidi possono essere suddivisi in due tipologie diverse: paraschiena rigidi indipendenti e paraschiena rigidi integrati o integrabili. I paraschiena indipendenti sono quelli dotati di apposite bretelle e elastici che permettono all'utente di indossarli indipendentemente dall'abbigliamento, mentre quelli integrati vanno posizionati nelle tasche ricavate appositamente nella sezione posteriore delle giacche. In passato i primi erano quelli caratterizzati da prestazioni migliori rispetto a quelli integrati. Questa considerazione è ora solamente in parte vera. Al giorno d'oggi infatti le prestazioni di un paraschie-

na indipendente di una certa marca si equivangono a quelle del suo “fratello” integrato; questo perchè spesso il paraschiena indipendente è solamente un ampliamento di quello integrato. Esemplare è il caso dell’ultima famiglia di paraschiena prodotta da Clover, la Back Pro 4, disponibile nella versione indipendente e in quella integrata “Insert”.



Figura 38: Paraschiena Clover Back-Pro 4 e Back-Pro 4 Insert

Tendenzialmente i motociclisti più attenti alla sicurezza preferiscono utilizzare il paraschiena indipendente poichè, grazie alle bretelle e alle fasce di regolazione, riescono a farlo aderire meglio contro la propria schiena aumentando ulteriormente l’efficacia del protettore. I paraschiena rigidi sono realizzati con differenti tecnologie e materiali. Possono però essere raggruppati in due macro-tipologie, i paraschiena compositi e quelli monomateriale. Come avviene per le protezioni sulle braccia i paraschiena compositi sono realizzati con differenti materiali e tecnologie che vengono sapientemente sovrapposti per ottenere il massimo della protezione e il minimo del peso e dell’ingombro in spessore. Molti produttori si affidano a questa impostazione costruttiva per i loro prodotti. È il caso di uno dei paraschiena più noti in commercio: il Dainese Wave 12 Air. Nato dall’evoluzione del primo modello Wave di Dainese, il Wave 12 Air conserva tutt’ora l’impostazione costruttiva dei suoi predecessori. Ad uno strato esterno formato da placche interconnesse in polipropilene rinforzato, viene accoppiata un’anima interna di alluminio alveolare. Mentre il polipropilene, stampato con additivi che lo rendono rigido, distribuisce le forze di impatto, l’alluminio, deformandosi, assorbe l’energia restituendola solo in parte sull’ultimo strato termoformato in polietilene espanso che rimane a contatto con la schiena dell’utente. Questa configurazione costituisce, secondo Dainese, il miglior compromesso tra leggerezza e protezione.

Molti altri produttori si affidano ad un sandwich di soli polimeri. È il caso di Ixs, altra nota azienda produttrice di accessori per motociclisti. Il suo Pro Back Skeleron infatti ha la medesima architettura costruttiva del paraschiena Dainese, ma al posto del nido d’ape in alluminio posiziona tra il layer in PP e quello in PE un altro strato di espanso a densità differenziata.



Figura 39: Paraschiena Dainese Wave 12 Air e Ixs Pro Back Skeleron

I paraschiena realizzati da un singolo materiale fanno invece affidamento sull'evolva ingegnerizzazione dello stesso per raggiungere elevati standard di assorbimento delle forze d'urto. Generalmente si tratta di poliuretano espanso ad alta densità accoppiato con un layer in tessuto o tessuto 3D per aumentarne il comfort e la traspirabilità. Questa tipologia di paraschiena è presente sul mercato con svariati modelli, indipendenti o integrati, con livelli di protezione 1 o 2 a seconda dello spessore del materiale. Generalmente più pesanti rispetto a quelli compositi sono però meno costosi e ben si prestano alla generazione di geometrie più ergonomiche. L'indossabilità è inoltre migliorata dalla mancanza di uno strato rigido, permettendo così al materiale di deformarsi, secondo le sue naturali capacità, adattandosi leggermente meglio alle pose assunte dall'utente. I problemi di questi protettori sono principalmente legati alla traspirabilità. Il materiale polimerico di cui sono costituiti infatti non permette una buona circolazione dell'aria facendo così sudare chi lo indossa. Modelli realizzati con questa tecnologia sono il Clover Back-Pro 4 già visto in precedenza e il Hss Fold Protector di Spyke.



Figura 40: Paraschiena Spyke Hss Fold Protector

Gli Airbag

Gli airbag sono dispositivi di protezione passiva sviluppati inizialmente nel settore automobilistico. L'idea e il primo prototipo di airbag risalgono al 1952. La sua storia è quindi lunga ma solamente negli ultimi anni si è riusciti ad inserire questo dispositivo anche nel mondo delle due ruote.

Sostanzialmente un protettore airbag è una sacca di materiale polimerico e tessuto che, in caso di impatto, si gonfia quasi istantaneamente andando a creare un cuscino protettivo sulla schiena del pilota o intorno ad esso, proteggendolo dagli urti. Grazie a questa tecnologia si è riusciti a raggiungere livelli di protezione inarrivabili per i protettori rigidi. Attualmente sul mercato sono disponibili per i motociclisti solamente airbag con attivazione meccanica, anche se un airbag ad attivazione elettronica è stato sviluppato da Dainese e verrà commercializzato in questi mesi. Gli airbag ad attivazione meccanica necessitano di un collegamento fisico con la moto per poter entrare in funzione in caso di impatto. Il collegamento avviene solitamente con un cavo spiralato di acciaio ricoperto in gomma, esso è agganciato da una parte al sistema airbag, tramite un dispositivo denominato trigger, e dall'altra ad un gancio appositamente posizionato sulla sella del veicolo a due ruote.



Figura 41: Connessione tramite cavo spiralato del protettore airbag

In caso di caduta il cavo si estende fino ad una lunghezza prefissata per poi strapparsi attivando così il sistema airbag. La forza necessaria per strappare il cavo è compresa tra i 15 e i 25 Kg; questo dovrebbe evitare un gonfiaggio indesiderato qualora il motociclista dovesse scendere di sella senza prima ricordarsi di sganciare il dispositivo. Il gonfiaggio della camera d'aria avviene tramite il rilascio di gas da una bomboletta di CO₂ compressa. Il gas viene liberato quando un punzone, rilasciato dal trigger, colpisce un'estremità sottile della bomboletta perforandola. Il tempo di gonfiaggio si calcola in frazioni di secondo; il dispositivo più performante in questi termini è quello di MotoAirbag, capace di raggiungere il completo gonfiaggio in soli 80 millisecondi (0.08 secondi). Il sistema è totalmente

ricaricabile. Per poter rimettere in funzione l'airbag è sufficiente attendere lo sgonfiaggio del sacco, ripiegarlo nelle apposite sedi e sostituire la bomboletta di CO₂. L'assorbimento dell'impatto è molto efficiente. Ciò è possibile poichè il sacco che contiene il gas in pressione è realizzato con appositi materiali che ne consentono la deformazione in caso d'urto, permettendo così alle forze di essere reindirizzate al suo interno e non solamente verso la schiena del motociclista.



Figura 42: Gilet Airbag MotoAirbag

I vantaggi di questo sistema di protezione sono evidenti, ma non possiamo dire che esso sia esente da problemi. Il primo e più evidente problema per un motociclista è il costo. Questo tipo di dispositivo costa tra i 350 e i 450€, quindi anche quattro volte il più oneroso dei paraschiena rigidi. Un secondo problema è invece di tipo psicologico; non molti motociclisti infatti accettano l'idea di essere collegati fisicamente con la moto, anche se solo con un sottile cavetto. La prospettiva di rimanere attaccato alla moto in caso di impatto infatti spaventa più di ogni altra cosa un motociclista che abbia coscienza delle possibili dinamiche degli incidenti stradali.

Per questo motivo Dainese ha focalizzato i suoi sforzi nello sviluppo di un sistema airbag privo di ogni vincolo o collegamento fisico tra il motociclista e la moto. Il sistema, denominato D-Air Street, deriva dalla tecnologia impiegata nelle corse. Il sistema Dainese D-Air Racing è stato sviluppato per la pista ed è proprio lì che ha ottenuto molti successi salvaguardando in più occasioni il pilota dall'incorrere in gravi infortuni. Dalla pista si è poi passati alla strada. Il sistema D-Air Street funziona esattamente come un airbag meccanico, a differenza del trigger che non è attivato tramite trazione ma elettronicamente. Il sistema deve quindi poter capire quando attivarsi o meno e reagire di conseguenza. D-Air Street è formato principalmente da due sotto-sistemi: uno collegato alla moto e uno al

pilota. Al veicolo viene agganciato un dispositivo in grado di analizzarne il moto nei suoi diversi parametri; al pilota un dispositivo analogo più tutta la componentistica che fisicamente costituisce l'airbag e gli permette di funzionare. I due sistemi sono in continuo dialogo e quando viene rilevata una differenza tra i dati di uno e dell'altro il sistema si attiva. La grande complessità elettronica e componentistica del sistema fanno sì che esso non risulti particolarmente economico, fatto che potrebbe limitarne la diffusione.



Figura 43: Dainese D-Air Street integrato nella giacca

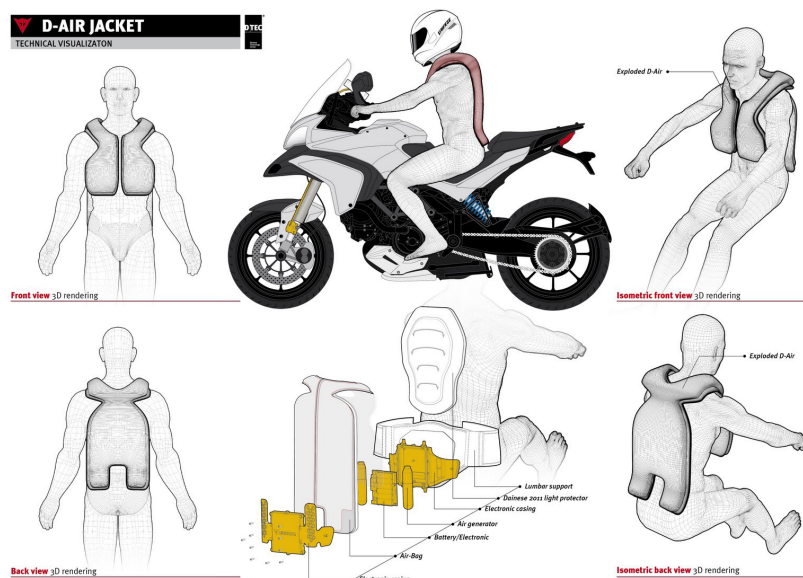


Figura 44: Dainese D-Air Street Informazioni tecniche

5. IL CONTESTO DI PROGETTO

Secondo i dati diffusi dall'Associazione Sostenitori Amici Polizia Stradale (ASAPS) le motociclette e i ciclomotori percorrono mediamente il 3-4% dei chilometri rispetto al chilometraggio totale di tutto il parco veicoli circolante in strada, ma da sole rappresentano il 30% della mortalità, valori che significano una proporzione di dieci volte tanto tra utilizzo e rischio. Il luogo della viabilità, la strada, è il primo protagonista negli incidenti stradali. Tra le varie strade, quelle urbane sono il luogo dove avvengono la maggior parte degli incidenti. Nello studio a livello europeo MAIDS è infatti emblematica la percentuale di incidenti avvenuti in città rispetto al totale di quelli registrati.

	Total	
	Frequency	Percent
urban	666	72.3
rural	229	24.9
other	26	2.8
Total	921	100.0

Tabella 17: Rapporto MAIDS, incidenti divisi per zona

A.C.E.M. (2009), MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles [1]

I motivi di questi dati vanno certamente ricercati nell'ampliamento del parco moto circolante che ha caratterizzato gli ultimi anni. Una componente importante di rischio è dovuta però anche ad una rete stradale con notevoli carenze, sono infatti all'ordine del giorno notizie di incidenti dovute a buche, pali nelle vie di fuga, asfalto danneggiato e segnaletica posizionata in modo non corretto. In un rapporto del Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro (CNEL), datato 22 Luglio 2009, sulla *IV Relazione al Parlamento sulla Sicurezza Stradale*, si evidenzia come *“alla riduzione dell'incidentalità in area extraurbana non corrisponde un risultato positivo relativamente alle aree urbane. Per quanto concerne le città non si è ancora avviata una politica infrastrutturale e di mobilità in grado di favorire la riduzione dell'uso del mezzo privato; anzi, a fronte delle difficoltà connesse alla congestione del traffico, si è diffuso sempre più l'utilizzo di veicoli a due ruote moto-re”*. Il CNEL sottolinea poi come rilevante sia *“lo stato di degrado in cui è tenuta la rete viaria urbana, intendendo con questo non solo il deterioramento del manto stradale, ma anche il cattivo stato di manutenzione della segnaletica verticale e orizzontale”*.

Sicuramente non è imputabile alle sole infrastrutture tutta la colpa in merito agli incidenti stradali nei quali sono coinvolti i conducenti dei mezzi a due ruote. In questo capitolo cercheremo di analizzare sinteticamente quali sono i motivi che fanno delle nostre strade cittadine uno dei luoghi con maggiore mortalità.

5.1 Le Città e il traffico

L'analisi dei dati nei grandi Comuni italiani riveste particolare rilevanza poiché gli incidenti nelle grandi aree metropolitane rappresentano una quota elevata dell'incidentalità nel suo complesso (Roma 8,7%, Milano 5,7%, Genova 2,3% e Torino 1,8%)¹⁸. La densità del traffico e le infrastrutture obsolete sulle quali si sviluppa la viabilità urbana sono la principale causa del verificarsi degli incidenti stradali. La categoria che risulta maggiormente esposta a questo rischio è quella dei cosiddetti "utenti deboli", pedoni, ciclisti e conducenti di mezzi motorizzati a due ruote. In quest'ultima categoria sono gli scooteristi quelli più a rischio, in quanto sono sicuramente i più numerosi frequentatori delle strade urbane.

Nel contesto urbano il primo pericolo deriva dal traffico. L'elevata concentrazione di un grande numero di veicoli in uno spazio ridotto incrementa notevolmente la possibilità che si verifichino incidenti. La confusione generata dal traffico scatena a sua volta comportamenti irrazionali negli utenti della strada, aumentando ulteriormente le possibilità di scontro. In questo scenario si trovano immersi i conducenti di due ruote, in particolare gli scooteristi, costretti a gestire innumerevoli situazioni di pericolo in spazi angusti, mal progettati e senza la possibilità di essere protetti da una struttura metallica intorno a se.

Le strade delle città sono state progettate per una viabilità che è ormai scomparsa e l'adeguamento delle infrastrutture è reso difficile dagli spazi di ridotte dimensioni che pregiudicano l'intervento tempestivo nelle zone di bisogno. Se in passato erano le auto a farla da padrone sulle strade, ora esse devono condividere gli spazi con ciclomotori e motocicli. Le strade però rimangono pensate per la prima categoria di utenza, i conducenti dei veicoli a due ruote si trovano quindi a gestire un ambiente a loro avverso.

Se nella situazione italiana è molta l'inerzia al cambiamento, ciò non è altrettanto vero per alcune città europee. Se nel nostro paese infatti ci si limita ad un intervento che si potrebbe definire quasi passivo, concedendo ai motoveicoli di procedere sulle corsie preferenziali di taxi e bus nelle grandi città, a Barcellona per esempio si è realizzata una corsia preferenziale in prossimità dei semafori dedicata solamente alle moto. Denominata "Avanzamoto" questa soluzione non è nient'altro che uno spazio dedicato ai veicoli a due ruote che permette a quest'ultime di posizionarsi davanti alle automobili durante le soste ai semafori. Questo accorgimento permette così di evitare quelle pericolose ripartenze cittadine dove pochi millimetri separano le carrozzerie delle automobili dai conducenti delle due ruote. Altri accorgimenti andrebbero realizzati per migliorare altri elementi delle infrastrutture viarie come la segnaletica verticale, quella orizzontale e i tristemente noti guard rail che tanto hanno fatto discutere negli anni passati.

18 Cfr. "Parere, IV Relazione al Parlamento sulla sicurezza stradale di Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti", 22 Luglio 2009



Figura 45: Corsie preferenziali per moto “Avanzamoto” a Barcellona

5.2 I pericoli della città

A Verona, in Italia, un rallentatore posizionato male ha provocato la morte di due motociclisti. Caratteristica particolare di questi eventi è che uno avviene nel 2005 e l'altro a due anni di distanza. Il dosso era stato costruito senza il corretto rispetto delle normative sia per quanto riguarda le dimensioni in altezza e larghezza, sia per il suo posizionamento, in prossimità di una curva e senza adeguata segnalazione.

È questo solo uno degli innumerevoli pericoli che un motociclista può trovare sul suo percorso nelle città italiane e d'Europa. Inadeguatezza, mancata manutenzione e negligenza costruttiva, rendono le vie urbane pericolose per chi le usa. Il pericolo è notevolmente maggiore per gli utenti a due ruote che non possono contare né sulla protezione offerta dalle automobili, né sulle soluzioni tecnologiche per il mantenimento della stabilità adottate dai veicoli a quattro ruote.

I pericoli più frequenti sono elencati di seguito:

- Segnaletica orizzontale: posizionata prevalentemente nelle zone di frenata è spesso realizzata con materiali non idonei a garantire il giusto livello di grip per i motocicli che vi transitano o, ancora peggio, necessitano di frenare su di essi.
- Elementi fissi a bordo strada: fanno parte di questa categoria sia i marciapiedi che la segnaletica verticale. Questi elementi sono un reale pericolo per il corpo del motociclista e amplificano notevolmente il rischio di gravi traumi anche a seguito di impatti banali. Bisogna inoltre non trascurare che i mezzi a due ruote frequentano la maggior parte delle volte proprio le aree esterne delle carreggiate in prossimità quindi di questi elementi. Una banale distrazione o una necessaria manovra evasiva si potrebbero così trasformare in un grave incidente o nel peggiore dei casi in una tragedia.
- Pavimentazione obsoleta, rovinata ed eterogenea: il manto stradale è sicuramente uno degli elementi più influenti in caso di incidente. Le strade in cattive condizioni trasmettono ai veicoli a due ruote tutte le loro asperità incrementando l'instabilità intrinseca del mezzo e generando facili cadute. Nei centri cittadini la differenziazione del manto



Figura 46: Strisce pedonali in prossimità di uno stop e spartitraffico pericoloso in città (a destra)

stradale, risultato dell'evoluzione dei centri urbani nel corso della storia, è un altro importante fattore di rischio. Nelle città storiche spesso vi è un'alternanza di fondi stradali che presentano altrettanti "grip" differenti in frequente e continuo cambiamento, ne sono esempio le strade milanesi dove l'asfalto è alternato a tratti lastricati o realizzati in porfido. Per un motociclista non attento o inesperto possono essere superfici che mettono in grande difficoltà. Altri elementi sono fonte di grandi pericoli, sempre restando nel capoluogo lombardo, troviamo sul percorso delle due ruote i binari del tram, che con la loro particolare conformazione spesso risultano essere delle vere e proprie trappole per le ruote alte e strette di alcuni scooter.

Data la lentezza della macchina statale nel risolvere queste situazioni, sono nate delle iniziative promosse da privati per tutelare e informare i motociclisti che utilizzano le strade di città. Uno dei più noti e riusciti programmi di informazione è rappresentato dal comitato lombardo "MotoCivismo".



Figura 47: Logo del comitato MotoCivismo

Esso si propone come un "gruppo di persone dedicato alla difesa di un comune ideale, ossia la moto e il motociclista" il cui principale obiettivo è "la difesa degli interessi dei motociclisti"¹⁹. Grazie a questo comitato si è diffusa sul territorio lombardo una maggiore consapevolezza dei pericoli legati al contesto urbano. Grazie ai servizi offerti da questo

19 Cfr. Sito www.motocivismo.it

gruppo è possibile rimanere aggiornati sulle situazioni di pericolo presenti nelle maggiori città lombarde. Il sistema sfrutta un funzionamento molto semplice ed efficace. Tramite le segnalazioni fatte dagli stessi motociclisti utenti delle strade cittadine, trasmesse via mail dai dispositivi elettronici in grado di farlo, vengono generate delle mappe dei pericoli lungo le strade, in grado di essere implementate nei dispositivi di navigazione gps. Le segnalazioni sono inoltre dotate di rispettiva fotografia per permettere di redarre anche documenti virtuali per chi non possiede dispositivi di navigazione o per chi consulta online queste informazioni. Oltre a offrire questo continuo servizio, lo staff di MotoCivismo organizza delle giornate di scansione delle strade dove, gruppi di motociclisti, percorrono tratti stabiliti alla ricerca di possibili pericoli da segnalare.

Un altro tipo di informazione viene generato da una delle testate giornalistiche di settore più famosa e diffusa in Italia, Motociclismo. All'interno della rivista viene infatti dedicata un'intera rubrica alla viabilità urbana. In essa sono contenute segnalazioni di pericoli, consigli sull'abbigliamento ma anche norme comportamentali e "trucchetti" da tenere in considerazione per percorrere le strade di città in tutta sicurezza.

5.3 Il motociclista urbano

In una strada di città convivono differenti tipologie di utente. Essi sono nello stesso luogo nello stesso momento, ma quasi mai condividono la stessa esperienza. Ogni individuo esprime la propria individualità in un contesto collettivo ravvicinato. Le dinamiche comportamentali di ciascuno all'interno del microcosmo stradale, assumono a volte tratti imprevedibili e sono spesso fonte di interesse e ricerca in ambito psicologico.

Uno dei soggetti maggiormente analizzati è sicuramente il motociclista urbano ed il suo comportamento. In questa categoria si trova una grande varietà di persone caratterizzate da differenti modelli comportamentali. Chi è prudente, chi è più spericolato fino ad essere etichettato come incosciente. Tutti quanti condividono comunque lo stesso ambiente pericoloso e sempre più spesso si nota come siano male informati su come affrontarlo.

La conoscenza della necessità di indossare delle protezioni in questo ambiente sembra essere per lo più sconosciuta o, per meglio dire, ignorata. Ciò, si è tradotto in una larga diffusione di vestiario dedicato prettamente ad un uso urbano per chi monta in sella ad uno scooter. I capi con questa destinazione d'uso sono preferibilmente definiti come "tecnici", a sottolineare la loro predisposizione per la protezione dagli agenti atmosferici ma non per una efficace protezione individuale dai rischi della strada. Questi prodotti rispecchiano l'esigenza, dei motociclisti urbani, di capi d'abbigliamento pratici e comodi che siano anche in grado di rivolgere uno sguardo all'estetica, elemento spesso trascurato nei capi protettivi ad uso motociclistico.

Lo studio di un concept di prodotto efficace, non può non confrontarsi con le dinamiche

comportamentali e la psicologia dell'utenza a cui si rivolge. È bene quindi considerare tutte queste peculiarità per “cucire addosso” all'utente un prodotto che lo soddisfi e, in questo caso, che possa anche modificarne il comportamento e le convinzioni.

6. INTEGRAZIONI ALLA RICERCA

Dalla ricerca effettuata emergono i punti su cui verrà incentrato il lavoro di progetto:

- *la protezione della schiena*: una zona ad altissimo rischio di gravi conseguenze
- *lo scooterista e il motociclista urbano*: utenza debole della strada
- *il contesto urbano*: luogo ad elevato rischio di incidente

Ad essa si è però voluto aggiungere il punto di vista degli stessi motociclisti, ciò è stato possibile facendo loro redarre un questionario studiato appositamente.

6.1 Il sondaggio

Per meglio comprendere le abitudini ma anche le necessità dei motociclisti e ciclomotoristi è stato redatto un questionario on-line, sfruttando le potenzialità offerte da un sito dedicato alle ricerche statistiche²⁰. Esso è stato proposto e pubblicizzato su differenti siti di comunità virtuali di appassionati delle due ruote, con l'intento di sfruttare il loro entusiasmo per ottenere informazioni utili derivanti l'esperienza di ciascuno di loro. La speranza era inoltre quella di ottenere una rapida e grande diffusione del questionario per poter disporre di un campione valido per avere risultati significativi. Per correttezza è bene specificare che la risposta, in termini di numero, di queste comunità si è dimostrata ben al di sotto delle aspettative, permettendo la raccolta di soli 50 questionari completati nella loro interezza. Se da un lato potrebbe sembrare, come forse è, che il campione non sia poi così significativo, dall'altro si vedrà come le risposte ottenute riescano comunque a delineare una chiara situazione motociclistica soprattutto in ambito urbano.

Il sondaggio è completamente anonimo e i risultati rimangono celati agli utenti sia prima della compilazione che dopo di essa, in modo da non influenzare, con le risposte altrui, le scelte di ognuno. Il tempo richiesto è di soli 5 minuti, fattore molto importante se non si vuole generare malcontento nell'utente che potrebbe annoiarsi e rispondere impulsivamente, generando così falsi risultati. La sequenza di domande è stata studiata attentamente prima della redazione finale del questionario. Le prime domande servono per generare una raccolta anagrafica di dati su età, sesso, tipologia di veicolo guidato e ciclindrata di quest'ultimo. Si passa poi a domande le cui risposte mirano a definire l'uso che le persone fanno dei loro mezzi a due ruote, in particolare nel contesto urbano. La parte finale del sondaggio è incentrata invece sull'uso delle protezioni ed in particolare del paraschiena per meglio comprenderne la diffusione, i vantaggi percepiti da chi lo indossa, i messaggi ad esso collegati e tutte le problematiche correlate al suo utilizzo. In ultima analisi si è chiesto all'utente di lasciare andare la fantasia e provare a descrivere come volesse che fosse realizzato il paraschiena ideale per lui. Tutte le risposte sono assolutamente valide e

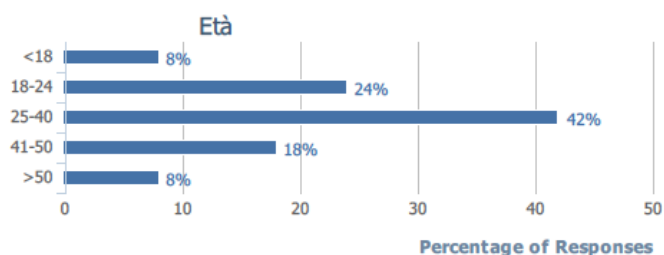
20 Cfr. sito <http://www.obsurvey.com>

utili, ma sicuramente quest'ultima sezione è quella che si è dimostrata più utile per definire al meglio sia il brief di progetto che le caratteristiche del concept stesso. In chi scrive è infatti profondamente radicata la convinzione che per progettare un prodotto per l'utente, non c'è miglior modo di farlo se non con l'utente stesso.

Di seguito troverete l'elenco delle domande poste nel questionario con le rispettive risposte sia in termini numerici che percentuali:

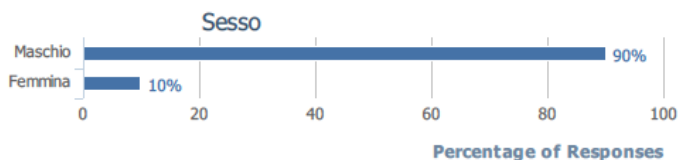
1) Età

	Count
<18	4 (8%)
18-24	12 (24%)
25-40	21 (42%)
41-50	9 (18%)
>50	4 (8%)
Responses to this question	50



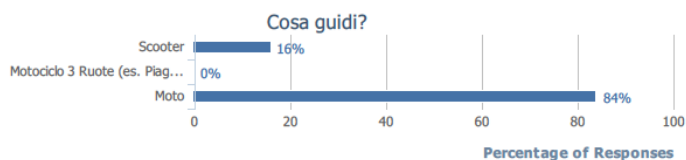
2) Sesso

	Count
Maschio	45 (90%)
Femmina	5 (10%)
Responses to this question	50



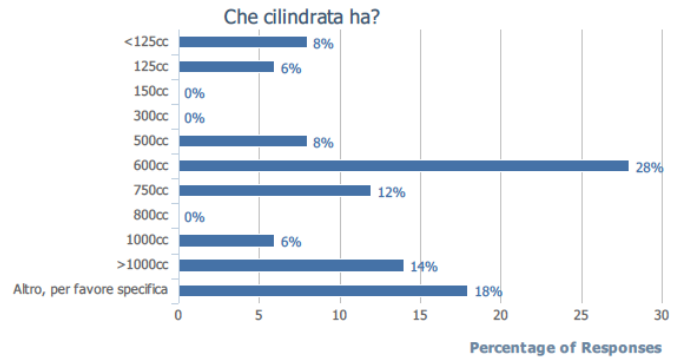
3) Cosa guidi?

	Count
Scooter	8 (16%)
Motociclo 3 Ruote (es. Piaggio Mp3, Gilera Fuoco)	0 (0%)
Moto	42 (84%)
Responses to this question	50



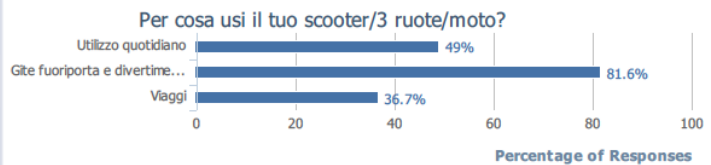
4) Che cilindrata Ha?

	Count
<125cc	4 (8%)
125cc	3 (6%)
150cc	0 (0%)
300cc	0 (0%)
500cc	4 (8%)
600cc	14 (28%)
750cc	6 (12%)
800cc	0 (0%)
1000cc	3 (6%)
>1000cc	7 (14%)
Altro, per favore specifica	9 (18%)
Responses to this question	50



5) Che uso ne fai? (risposta multipla)

	Count
Utilizzo quotidiano	24 (49%)
Gite fuoriporta e divertimento	40 (81.6%)
Viaggi	18 (36.7%)
Responses to this question	49



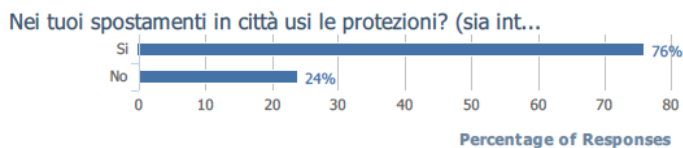
6) Che uso ne fai in città, se ne fai uso in questo contesto? (risposta multipla)

	Count
Tragitti molto Brev	
Tragitti brevi 5-10	
Tragitti medi 10-20	
Tragitti medio-lung	
Tragitti lunghi >40	
Responses to this question	48



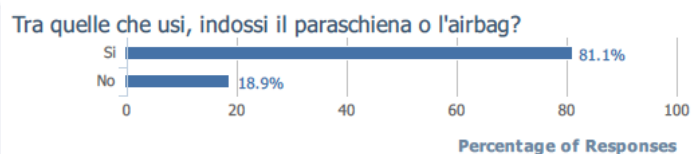
7) Nei tuoi spostamenti in città utilizzi le protezioni (sia integrate che indipendenti)?
 Con risposta affermativa vedi domanda n°8 ; con risposta negativa vedi domanda n°12

	Count
Si	38 (76%)
No	12 (24%)
Responses to this question	50



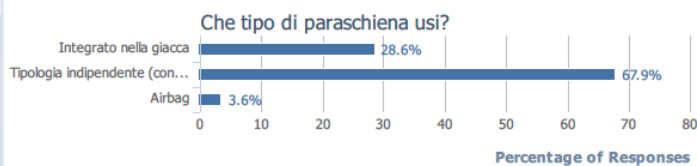
8) Tra quelle che indossi, utilizzi il paraschiena o l'airbag?
 Con risposta affermativa vedi domanda n°9 ; con risposta negativa vedi domanda n°13

	Count
Si	30 (81.1%)
No	7 (18.9%)
Responses to this question	37



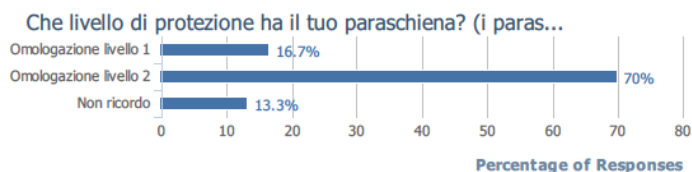
9) Che tipo di paraschiena usi?

	Count
Integrato nella giacca	8 (28.6%)
Tipologia indipendente (con bretelle e fascia lombare)	19 (67.9%)
Airbag	1 (3.6%)
Responses to this question	28



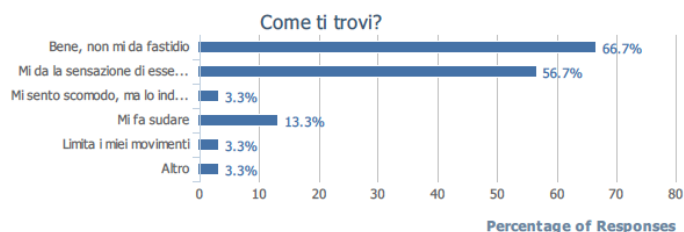
10) Che livello di protezione ha il tuo paraschiena?

	Count
Omologazione livello 1	5 (16.7%)
Omologazione livello 2	21 (70%)
Non ricordo	4 (13.3%)
Responses to this question	30



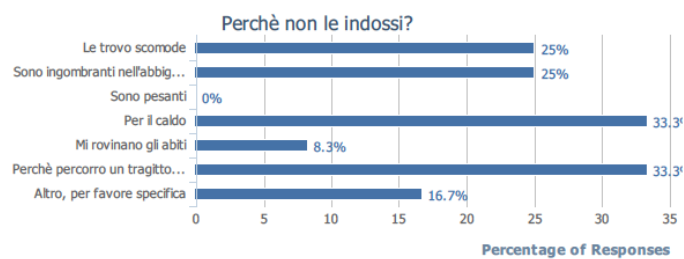
11) Come ti trovi con il tuo paraschiena?

	Count
Bene, non mi da fastidio	20 (66.7%)
Mi da la sensazione di essere protetto	17 (56.7%)
Mi sento scomodo, ma lo indosso per essere protetto adeguatamente	1 (3.3%)
Mi fa sudare	4 (13.3%)
Limita i miei movimenti	1 (3.3%)
Altro	1 (3.3%)
Responses to this question	30



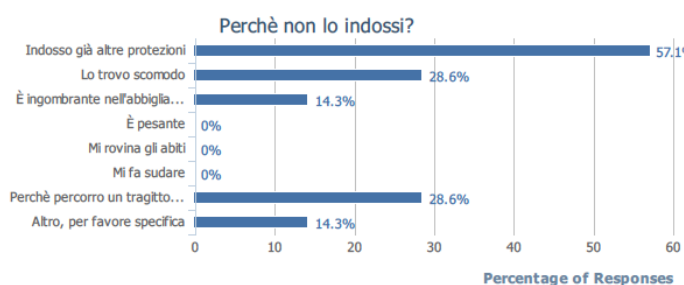
12) Perché non indossi le protezioni? (risposta multipla)

	Count
Le trovo scomode	3 (25%)
Sono ingombranti nell'abbigliamento	3 (25%)
Sono pesanti	0 (0%)
Per il caldo	4 (33.3%)
Mi rovinano gli abiti	1 (8.3%)
Perché percorro un tragitto breve	4 (33.3%)
Altro, per favore specifica	2 (16.7%)
Responses to this question	12



13) Perché non indossi il paraschiena? (risposta multipla)

	Count
Indosso già altre protezioni	4 (57.1%)
Lo trovo scomodo	2 (28.6%)
È ingombrante nell'abbigliamento	1 (14.3%)
È pesante	0 (0%)
Mi rovina gli abiti	0 (0%)
Mi fa sudare	0 (0%)
Perché percorro un tragitto breve	2 (28.6%)
Altro, per favore specifica	1 (14.3%)
Responses to this question	7



14) Hai dei suggerimenti per la progettazione di un nuovo paraschiena? (il limite è la fantasia)

“La parte bassa dovrebbe essere un pò più imbottita”

“Poco pesante ed integrato per fare in modo che fosse già una dotazione standard di tutte le giacche!”

“Sicuramente più traspirante”

“Lo vorrei traspirante in modo che quando viaggio con l’abito non ho problemi di sudorazione. sarebbe stupendo avere un paraschiena pieghevole che sia facilmente trasportabile nella borsa pc o riposto nel vano casco”

“Integrato nella giacca aiuta chi come me per pigrizia o fretta nei brevi spostamenti cittadini (tra l’altro i più pericolosi) a volte non lo indosserebbe. Ritengo aerazione/ventilazione gli unici veri fastidi degli attuali paraschiena che andrebbero ulteriormente sviluppate magari sfruttando oltre a materiali appositi anche prese d’aria dinamiche tipo quelle dei caschi ma in materiali morbidi che prendendo aria nella parte delle spalle si gonfino portando aria nella zona paraschiena. Forse un poco fantascientifico ma fattibile e dai benefici in termine di confort elevatissimi”

“Un “tutt’uno” con la giacca, non un pezzo in più...”

“Migliore gestione delle bretelline (nel mio l’altezza tende a cambiare e devo continuamente regolarle). Possibilità di sfilarlo e inserirlo nella tasca apposita delle giacche”

“Per quanto mi riguarda le caratteristiche fondamentali rimangono sempre le stesse: leggerezza, traspirabilità e minimo ingombro mantenendo naturalmente il massimo della protezione. Un piccolo suggerimento, il velcro... possibile non esista un’altra soluzione? Certo è molto pratico, ma ho rovinato più di una maglia indossando il paraschiena, proprio perchè il velcro ha la tendenza ad attaccarsi ad ogni cosa! Lo so, è una sciocchezza, ma a volte scoccia davvero rovinare un capo a cui tieni... con quello che costa l’abbigliamento tecnico poi...”

“Più flessibile”

“Comodo, poco fastidioso, vestibilità buona ,che lasci libertà di movimento”

“Mi piacerebbe sceso dalla moto sgonfiarlo e mettermelo in tasca tipo materassino :)”

“Molto importante la leggerezza, l’ergonomia e che sia traspirante. Io trovo più comodo che sia integrato nella giacca in modo da non dover avere un oggetto in più da trasportare e da ricordarsi di indossare. Un’idea sarebbe di dotarlo di “snodi” per poter seguire i movimenti della schiena”

“L’integrazione nella giacca credo sia più comoda, nel senso che non c’è bisogno prima di infilarlo allacciarlo ecc per poi mettere la giacca... però solitamente quelli nella giacca sono più corti e stanno meno fermi in caso di urto, a meno che la giacca non sia ben aderente, cioè in tutti quei casi in cui la giacca non è cucita su misura”

“Integrato nella giacca”

“Peso eccessivo”

“Integrato nella giacca, ma che si possa sfilare.(tipo gomitiere o spalliere)”

“Più facilmente regolabile rispetto all’anatomia... alle volte rischio che mi “salga” e diventi anche pericoloso per la nuca...”

“Leggero, integrato, traspirante...”

“Leggero ed integrato”

“Cerca di fare un paraschiena, facile da utilizzare, nel senso che vada in una giacca ma allo stesso tempo abbia la sicurezza di quelli che vengono utilizzati a fascia, che sia molto traspirante e che non ingombri molto.....dato che da quello che ho capito sarà un paraschiena prettamente urbano, c’è bisogno di comodità sia di vestibilità e sia di trasporto, che non si veda troppo sotto una giacca, dato che molti cercano di utilizzare capi tecnici ma allo stesso tempo eleganti, e poi soprattutto che sia molto traspirante, dato, che non è molto bello

arrivare in ufficio con aloni di sudore sulla schiena”

“Per me come li fanno oggi va benissimo, certo mai mettere un stop al miglioramento”

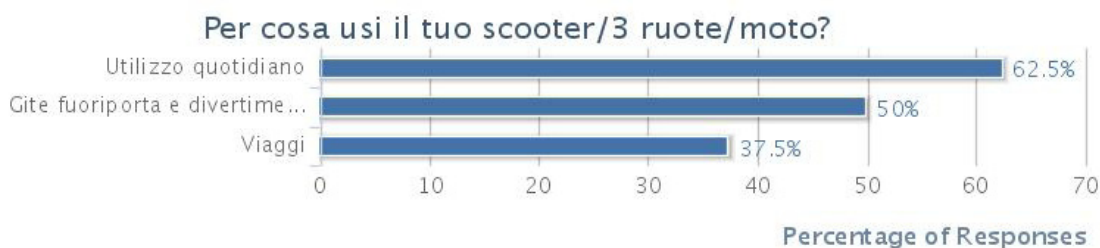
“Leggero e traspirante”

Analizzando i grafici relativi alle risposte possono essere fatte le seguenti affermazioni:

- i motociclisti e gli scooteristi che hanno partecipato al sondaggio guidano per lo più mezzi di media cilindrata
- realizzano spostamenti sia cittadini che in occasioni di gite fuoriporta (tendenzialmente nel weekend)
- quando viaggiano all'interno del contesto urbano lo fanno per tragitti generalmente brevi (5-10 Km)
- la sicurezza personale sembrerebbe essere un'attenzione piuttosto diffusa, infatti ben il 76% dei partecipanti ha dichiarato di indossare regolarmente le protezioni e ben l'80% di questi indossa anche il paraschiena
- per chi lo indossa, il rapporto con questo dispositivo di sicurezza sembra poi mediamente buono, tanto che sono stati registrati solamente 6 giudizi negativi sull'indossabilità dello stesso
- tra chi non indossa il paraschiena emerge principalmente che essi non lo fanno per una questione di brevità del tragitto da percorrere e per una questione di praticità

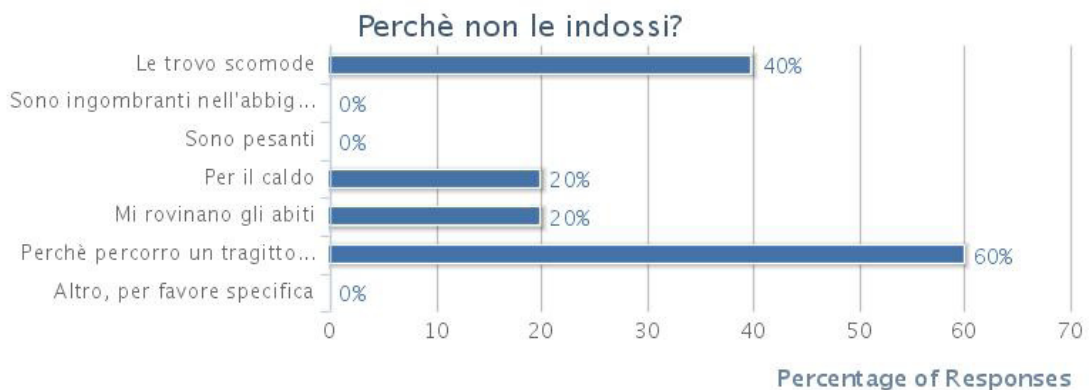
Questi dati sono significativi in quanto evidenziano un trend di crescita della consapevolezza sui rischi che si corrono nel guidare un mezzo a due ruote. Il sito di sondaggi permette anche di isolare i dati in base alle risposte date. È possibile, ad esempio, isolare la sola categoria degli scooteristi e ignorare le risposte dei motociclisti. Questo permette di meglio considerare le risposte e i relativi bisogni di quella che è sempre stata la categoria meno attenta ed informata in termini di sicurezza. Effettuando questa scrematura i risultati cambiano in maniera considerevole. Ciò che emerge è:

- come prevedibile l'utilizzo maggiore di questi mezzi viene fatto quotidianamente, mentre rimangono i tragitti compresi tra i 5-10 Km quelli più frequenti

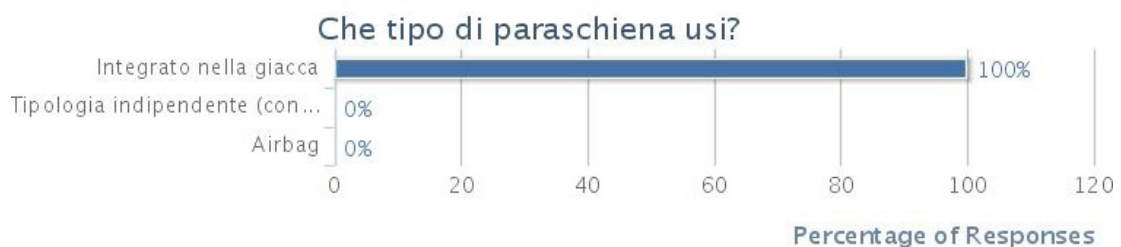




- il 62,5% ha dichiarato di non indossare le protezioni e tantomeno il paraschiena
- le principali ragioni per cui non vengono indossate le protezioni sono la scomodità delle stesse e il fatto di percorrere tragitti brevi



- riferendoci al solo paraschiena il problema principale che viene evidenziato è legato alla sudorazione che esso provoca
- la tipologia di paraschiena indossata risulta essere solamente quella integrata nella giacca.



Come è evidente, esistono quindi differenti categorie di utilizzatori delle due ruote. Soprattutto in ambito urbano l'eterogeneità delle esigenze fa sì che i dispositivi di protezione individuale, ed in particolar modo il paraschiena, siano diffusi in una certa utenza, ma carenti per un'altra.

Ciò che risulta essere ancora più importante ed utile ai fini progettuali è l'analisi delle idee a "ruota libera" che gli utenti hanno potuto dare al termine del questionario. Sono queste affermazioni la fonte più preziosa di esigenze all'interno delle quali guardare per generare un concept di prodotto che possa realmente rispondere ai bisogni degli utenti. Vengono ora riassunte le idee ed i bisogni principali che sono emersi in quest'ultima parte di questionario:

- il paraschiena dovrebbe essere il più leggero possibile
- il paraschiena integrato nelle giacche è quello più richiesto. Questo tipo di dispositivo permette una notevole praticità, allo stesso tempo serve per combattere la pigrizia degli utenti non disposti a proteggersi adeguatamente in caso di tragitti brevi
- esigenza di un'ergonomia migliorata del prodotto
- maggiore traspirabilità. Il problema della sudorazione è quello emerso più frequentemente
- maggiore invisibilità del protettore. Nelle idee spesso viene richiesto un paraschiena che sia praticamente invisibile anche se indossato, molti utenti suggeriscono addirittura la possibilità di rimuoverlo ogni volta che si scende di sella per non avere problemi derivanti dal non sapere dove riporre un oggetto così ingombrante

Grazie a queste informazioni è possibile concludere la fase di ricerca e passare alla definizione del concept di progetto. Ciò che sembra emergere da tutto ciò che si è analizzato nei capitoli precedenti, è la necessità di incrementare la protezione dei motociclisti e dei ciclomotoristi senza però imporre una soluzione efficace ma poco adatta ad essere accolta con entusiasmo dalla variegata platea degli utilizzatori delle due ruote, quanto piuttosto la generazione di un concept affidabile ma che vada incontro ad una molteplicità di esigenze ad una prima analisi contrastanti tra di loro.

7. DAL CONCEPT AL PROGETTO

7.1 Brief di progetto ed utenza di riferimento

Target

Per la definizione del brief di progetto è necessario e imprescindibile sapere per chi si sta progettando quel prodotto. Progettare senza sapere chiaramente a che tipo di utenza ci si sta rivolgendo porterebbe alla definizione di caratteristiche di prodotto non corrispondenti alle esigenze dei futuri utenti.

In base alla ricerca e alle integrazioni ad essa, i motociclisti e gli scooteristi urbani si sono rivelati gli utenti che più di tutti necessitano di innovazione per la sicurezza. Il sondaggio permette di scremare ulteriormente la categoria individuando come target principale di riferimento i soli scooteristi. Questi sono, alla pari dei motociclisti, utenza debole della strada, e al contempo, quella parte di utilizzatori delle due ruote peggio informati in termini di sicurezza che presentano la maggiore inerzia al cambiamento in questo campo. Ciò è dovuto principalmente alle motivazioni che li spingono ad usare le due ruote.

Il motociclista viene visto ed è, un appassionato di motociclette che, a fianco delle sensazioni che il proprio mezzo a due ruote gli trasmette, ha scoperto anche la sua intrinseca praticità negli spostamenti cittadini. Quando un motociclista utilizza la moto in città, non dimentica tutto ciò che l'esperienza sulle due ruote gli ha insegnato, e trasferisce le sue conoscenze anche in questo ambiente. Non è difficile infatti incontrare nei grandi centri urbani, come nelle piccole città ai loro margini, motociclisti che si dirigono verso i luoghi di lavoro indossando tutti i dispositivi di sicurezza personale in loro possesso.



Figura 48: Abbigliamento di un motociclista in città

Gli scooteristi si discostano completamente dal quadro ora delineato. Salvo le dovute eccezioni, essi sono in netto contrasto con la visione romantica e passionale delle due ruote appartenente ai motociclisti. Il loro approccio al mezzo al ciclomotore è infatti di tipo pragmatico. Lo scooter viene apprezzato per la sua estrema praticità e agilità nel traffico e negli spostamenti urbani più che per le sensazioni che trasmette a chi lo guida. Esso è nato infatti per soddisfare le esigenze di agilità, carico e comodità espresse dall'utenza cittadina. Accanto ad esse non va dimenticato il fattore estetico, che sempre più assume importanza, il cui canone di riferimento è quello automobilistico, a differenza del mondo delle motociclette, dove l'estetica si esprime con stilemi propri della categoria. Lo scooterista è quindi più un utilizzatore di un mezzo di trasporto che un possessore di un mezzo a due ruote. Questa sottile differenza col mondo motociclistico, si traduce in una effettiva minore attenzione al tema della sicurezza, proprio perchè viene a mancare la passione ed il coinvolgimento che porta una persona a sviluppare in modo completo la conoscenza del mondo delle due ruote. Tornando nei centri urbani, non sarà infatti difficile scorgere ad un semaforo uno scooterista privo degli adeguati dispositivi di protezione individuale e, la maggior parte delle volte, anche dei capi d'abbigliamento pensati per l'uso sulle due ruote.

Oltre alla questione culturale, gran parte della colpa del mancato utilizzo delle protezioni è da imputare alla scarsa praticità di molti di questi sistemi. La libertà di movimento e la sensazione di mancanza di costrizioni generata dall'utilizzo cittadino di uno scooter, entra in netto contrasto con la difficoltà di impiego delle protezioni. La decisione su quale delle due abbia maggior importanza per uno scooterista cade quasi sempre sulla prima a scapito della seconda.

In ultima analisi è bene sottolineare che molte volte il mancato utilizzo delle protezioni deriva dal costo di questi prodotti. Molti utilizzatori delle due ruote, a volte anche motociclisti, non percepiscono il reale valore delle protezioni e non sono disposti a spendere denaro per acquistarle.



Figura 49: Abbigliamento di alcuni scooteristi in città

Requisiti progettuali e Brief

Per poter correttamente passare dalla fase di ricerca a quella di concept è necessario redarre un brief progettuale. Esso racchiude le informazioni estrapolate dall'analisi che vengono esplicitate come requisiti che il progetto dovrà rispettare.

Al termine della ricerca appare chiaro che la zona del corpo che necessita maggiore protezione è la colonna vertebrale. Se gli elementi che la compongono vengono danneggiati le conseguenze sono fortemente debilitanti e a volte anche fatali. Il concept proposto dovrà quindi avere come scopo principale quello di proteggere questa delicata zona del corpo umano dissipando le forze derivanti da uno scontro. Un altro pericolo intrinseco a tutti gli incidenti motociclistici, anche se non di particolare rilevanza negli scontri cittadini, sono le abrasioni. I capi d'abbigliamento ad uso cittadino spesso non sono realizzati con materiali in grado di prevenire questo tipo di dinamica, sarà quindi compito del prodotto studiato quello di proteggere da questo tipo di infortuni.

Perché possa essere un concept realmente futuribile, la progettazione non può prescindere dalla regolamentazione che determina le caratteristiche di questo tipo di prodotti. Il risultato dovrà quindi essere un protettore che soddisfi i requisiti espressi nella normativa di riferimento 1621-2, sia in termini di dimensioni che in capacità di assorbimento delle forze d'urto.

Ad una serie di requisiti derivanti da aspetti pratici e legislativi, si affiancano quelli determinati dalla sfera personale e comportamentale tipica del target di riferimento. Una corretta progettazione non può prescindere dal rapportarsi con le esigenze dell'utenza per la quale è studiato. Come emerso dalla ricerca, la categoria a cui ci si rivolge presenta una scarsa attitudine a proteggersi, dovuta alla poca praticità dei capi di abbigliamento comuni ed ai loro accessori. Di fronte all'esigenza di far indossare questo prodotto al target di riferimento, l'immediatezza e la semplicità di utilizzo diventano fondamentali. Il progetto dovrà quindi superare l'inerzia derivante dall'abitudine spesso definita come "pigrizia dell'utente". Il prodotto dovrà essere realizzato in modo tale da poter quindi essere messo "in opera" intuitivamente con pochi gesti e senza possibilità di errore.

Queste esigenze si traducono anche in altri requisiti progettuali. Uno di questi è la poca o nulla manutenzione richiesta dalla protezione. Ciò si deve tradurre in un prodotto dall'elevata affidabilità e durabilità, che sia composto dal minor numero di componenti possibile. Ogni componente dovrà poi essere progettato per garantirne la massima semplicità.

Un altro aspetto fondamentale a cui guardare è il comfort. Con questo termine si descrive un insieme di caratteristiche che il prodotto dovrà avere. Esso sono dettate principalmente dall'esperienza e dall'utilizzo quotidiano. Un dispositivo che deve proteggere la schiena durante gli spostamenti su due ruote, è sicuramente un "qualcosa" che viene sovrapposto al nostro corpo. Questo posizionamento è necessario, ma può causare fastidi e pericolosi impedimenti alla guida, qualora le geometrie del prodotto non siano adeguatamente pro-

gettate. È importante quindi che la protezione non intralci i movimenti del pilota nella marcia normale ed in caso di emergenza. Non deve poi generare sensazioni di fastidio nell'utente. Come evidenziato dai risultati del questionario, il prodotto dovrà garantire la maggior leggerezza e traspirabilità possibile ed una notevole capacità di copiatura del corpo umano in tutte le posizioni che è in grado di assumere, sia in sella ad uno scooter che nei gesti di ogni giorno.

La protezione deve inoltre interfacciarsi con l'abbigliamento utilizzato quotidianamente dagli scooteristi. L'uso che questa categoria fa del mezzo a due ruote è fortemente legato all'impiego lavorativo e alla velocizzazione di piccoli spostamenti cittadini. In molti casi quindi, la giacca che viene indossata alla guida del ciclomotore, sarà quindi utilizzata anche durante la giornata, in ufficio a casa e in qualsiasi altra situazione comune. Per tale motivo è importante che il capo d'abbigliamento indossato abbia un aspetto ed una comunicazione il più possibile simile a quella di un normale indumento non pensato per l'uso motociclistico. La protezione dovrà quindi essere progettata per integrarsi perfettamente nel capo d'abbigliamento, letteralmente "scomparendo" in esso.

L'intento progettuale si rivolge poi ad un uso costante del prodotto in tutte le situazioni e stagioni. Per questo motivi esso viene pensato come dispositivo integrato ad una giacca progettata ad hoc, sia come elemento indipendente in grado di proteggere anche se utilizzato da solo.

In ultima analisi bisogna considerare il costo della protezione. Sul mercato si trovano dispositivi di protezione per la schiena a prezzi molto differenti. I protettori rigidi meno performanti hanno un costo d'acquisto nell'ordine dei 50-60€, mentre per quelli di livello 2 i prezzi salgono tra gli 80 e i 120€, mentre gli airbag, data la loro particolare costruzione, hanno prezzi al di sopra dei 350€. Per chi, come gli scooteristi, non ha una corretta cultura motociclistica e sui pericoli legati alle due ruote, trovarsi di fronte a tali spese potrebbe essere, ed è, un forte deterrente all'acquisto. Per tale motivo, la semplicità costruttiva, i materiali ed i processi produttivi impiegati, dovranno essere selezionati per garantire il minor costo possibile della protezione, permettendo così di ampliare il bacino d'utenza.

Per maggiore chiarezza vengono riproposti, sotto forma di elenco, i requisiti progettuali appena emersi nel brief.

Protezione della colonna vertebrale

- . protezione delle aree maggiormente sensibili
- . assorbimento e dissipazione degli urti

Rispetto della normativa EN1621-2

- . superamento dei test di impatto
- . omologazione pari o superiore al Livello1

- . geometria in conformità con l'area di protezione prevista

Immediatezza e semplicità di utilizzo

- . superamento del contesto culturale del target di riferimento
- . semplicità costruttiva
- . realizzazione di un protettore con pochi elementi

Nessuna o poca manutenzione

- . affidabilità del meccanismo di protezione
- . durabilità
- . semplicità costruttiva

Comfort

- . non impedire o intralciare i movimenti
- . leggerezza
- . traspirabilità
- . geometria ergonomica
- . flessibilità

Comunicazione visiva

- . "invisibilità"
- . integrazione
- . possibilità di utilizzo quotidiano

Integrazione

- . predisposizione per l'integrazione in una giacca
- . possibilità di utilizzo indipendente

Costo limitato

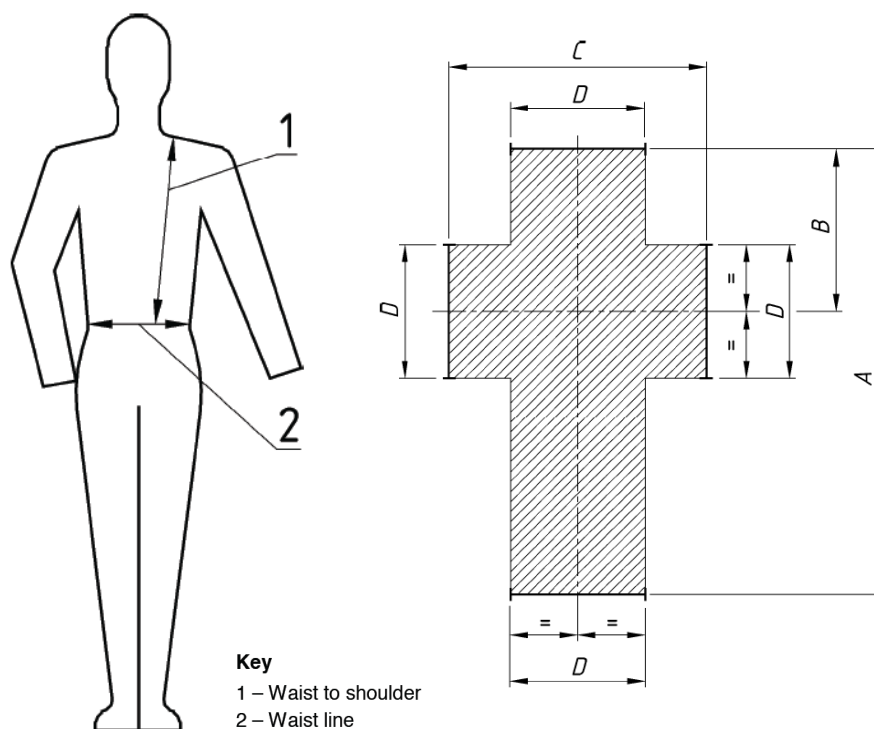
- . semplicità costruttiva
- . processi di produzione tradizionali

7.2 La normativa di riferimento e le dimensioni di progettazione

Nei capitoli che seguiranno verranno illustrate le diverse proposte di concept ed infine la soluzione progettuale scelta. Per meglio consentire a chi legge la comprensione dell'iter progettuale, in questo paragrafo verranno esplicitate alcune caratteristiche di progetto comuni a tutti i concept proposti.

Il punto di partenza della progettazione è, e deve essere, la normativa che regola l'omologazione delle protezioni per la schiena; la EN1621-2. Oltre alle specifiche per i test di impatto, nel documento vengono inoltre esplicitate le dimensioni minime che i protettori devono avere.

Le quote dimensionali non sono fisse, ma variano al variare della statura del motociclista che indossa la protezione. I paraschiena infatti vengono prodotti e omologati per taglie, non esiste un paraschiena che vada bene per tutti i possibili utenti. Di seguito viene riportata l'immagine, allegata alla normativa, riguardante le dimensioni dell'area da proteggere in relazione alla statura dell'utente.



Dimensions in Figure 2a			
A	B	C	D
72%	29%	44%	29%
All dimensions are referred to waist to shoulder length (100%) of the user			

Figura 50: Schema dimensionale per paraschiena rigidi - Normativa EN 1621-2

Le dimensioni sono ottenute mediante proporzioni riferite alla distanza, misurata sulla schiena, che intercorre tra la vita e la congiunzione del collo con la spalla. Questa distanza, denominata Waist To Shoulder (WTS) è il punto di partenza per il calcolo dell'area di protezione minima.

L'area di protezione ha una geometria a croce, ogni singolo lato ha una lunghezza specifica determinata dalla WTS. La normativa indica che un soggetto alto 178 cm è associato ad una WTS di 50cm e impone di ricavare le altre misure scalando le differenti altezze con la stessa proporzione. Pertanto è necessario prima ricavare la proporzione tra WTS e altezza, per poi rapportarla alle altre stature. Ovvero: $\text{Altezza}/\text{WTS} = 178\text{cm}/50\text{cm} = 3,56$. Sarà quindi il parametro 3,56 a determinare la WTS dei soggetti con altezze differenti da 178cm. Ad esempio per una persona alta 175cm la WTS sarà calcolata facendo $\text{Altezza}/3,56 = 175\text{cm}/3,56 = 49,1\text{cm}$. Dopo aver ricavato questo dato si potranno poi calcolare le dimensioni dell'area da proteggere per una persona di tale statura. In riferimento ai rapporti indicati nella figura 51 si avranno quindi le seguenti dimensioni:

- A= 35,4cm
- B= 14,2cm
- C= 21,6cm
- D= 14,2cm

Mentre per un utente alto 178cm, con WTS 50cm, le dimensioni saranno:

- A= 36cm
- B= 14,5cm
- C= 22cm
- D= 14,5cm

Per prima cosa è facile notare, anche per chi non è mai andato in moto, che l'area descritta dalla normativa è piuttosto ridotta rispetto alla superficie della schiena, ed in particolare rispetto al suo sviluppo verticale (Figura 52).



Figura 51: Dimensione area di protezione prevista dalla EN1621-2 per un utente alto 175cm

I produttori di paraschiena sembrano pensarla allo stesso modo, infatti i prodotti omologati presenti sul mercato hanno dimensioni e forme che si discostano da quelle della croce “ideale” proposta dalla normativa. Quanto appena affermato è maggiormente valido per i paraschiena indipendenti che per quelli integrati. Da quest’ultima affermazione è scaturita, nelle prime fasi progettuali, la volontà di analizzare le motivazioni che spingono molti dei protettori integrati nelle giacche ad avere dimensioni veramente molto contenute. Probabilmente questi paraschiena hanno dimensioni ridotte proprio per intralciare il meno possibile i movimenti del pilota, in più essendo rigidi non possono seguire adeguatamente la forma della schiena e di conseguenza hanno un’altezza ed una larghezza limitate. Per poter comprendere quale fosse l’effettiva area a disposizione sono state condotte delle prove su un manichino con proporzioni simili a quelle di una persona alta 175cm. Si è così individuata un’area nettamente maggiore rispetto a quella indicata dalla normativa. La croce che vedete nell’immagine sottostante mantiene le proporzioni specificate dal documento europeo, ma ha una lunghezza di 48cm (rispetto ai 35,4 di quella “ideale”) e una larghezza di 29,3cm (in confronto ai 21,6). Le dimensioni sono volutamente esagerate, ma permettono di fare un chiaro confronto tra la realtà attuale e le possibilità di sviluppo di una protezione maggiormente estesa.



Figura 52: Area di protezione massima possibile in rapporto alla schiena

Dalla definizione dell’area massima è stata generata una prima sagoma abbozzata di paraschiena che avesse proporzioni simili (480mmx295mm). Questa è stata poi utilizzata confrontandola con differenti tipologie di giacche per capire quale fosse la motivazione che spinge i produttori a realizzare protettori di dimensioni maggiormente contenute. La sagoma è poi anche servita per stabilire se una protezione di queste dimensioni sarebbe stata utilizzabile all’interno di questi indumenti.

I capi d'abbigliamento sui quali sono state effettuate queste prove sono volutamente di tipologie differenti. Sono state testate: una giacca invernale con protezioni per spalle e gomiti integrate con predisposizione per paraschiena integrato, una giacca “mezza-stagione” con protezioni integrate e predisposizione per il paraschiena, una giacca estiva con le medesime caratteristiche ed infine una giacca estiva impermeabile per utilizzo urbano con predisposizione per le protezioni per spalle e gomiti ma non per il paraschiena. Come è possibile osservare nelle fotografie seguenti, per tutte e quattro queste giacche, la superficie sulla schiena è sufficientemente ampia da ospitare comodamente la sagoma del paraschiena maggiorato ipotizzato in precedenza. Nelle fotografie troviamo, partendo in alto da sinistra e procedendo in senso orario, la giacca invernale, quella mezza stagione, quella ad uso urbano e quella estiva.



Figura 53: Sagoma paraschiena maggiorata testata sulle diverse giacche

La motivazione per cui non è possibile ospitarlo risiede quindi non nell'area disponibile, bensì nell'apertura che permette di inserire il dispositivo di protezione.

L'imboccatura per l'ingresso del paraschiena ha infatti dimensioni notevolmente inferiori rispetto a quelle della sagoma utilizzata. Essa misura 250mm sia nella giacca invernale che in quella estiva mentre nella giacca ad uso urbano è assente del tutto.



Figura 54: Misurazione dell'imboccatura della tasca per il paraschiena



Figura 55: Test posizionamento del paraschiena maggiorato nella giacca invernale e in quella estiva

Nei concept proposti si terrà conto dell'effettiva area disponibile sulla schiena senza considerare l'impossibilità attuale di collocare una protezione con tale estensione all'interno della giacca. Per la connessione tra quest'ultima e il protettore verrà quindi implementato un nuovo sistema in grado di risolvere i problemi appena evidenziati, permettendo così di incrementare notevolmente la copertura dell'utente.

7.3 I concept proposti

Varranno ora presentati i concept che sono stati sviluppati durante l'iter progettuale. Alla fine verrà selezionato quello in grado di rispettare nel migliore dei modi i requisiti progettuali esplicitati nel brief.

Le proposte fatte sono divisibili in due categorie ben distinte tra loro: protettori che utilizzano l'aria come elemento di assorbimento delle forze d'urto, e protettori semi-rigidi che affidano la capacità protettiva ai materiali impiegati. Vediamo ora i concept proposti che utilizzano l'aria.

7.3.1 I paraschiama airbag

Le prime proposte effettuate sono caratterizzate da un elemento in comune: l'aria. Data la notevole efficacia dei dispositivi airbag presenti sul mercato, si è cercato di sviluppare un prodotto che permettesse di smorzare le forze d'impatto utilizzando questo elemento.

Prima Proposta

Il primo concept sviluppato vuole risolvere come problema principale quello di avere sempre con sé il paraschiama, anche quando non si sta utilizzando lo scooter o la moto. L'idea prende spunto dall'osservazione di un oggetto comune a molti, i cuscini gonfiabili da campeggio.



Figura 56: Cuscino gonfiabile da campeggio

Quando questi cuscini sono molto gonfi risultano duri e spesso anche scomodi. Per ovviare a questo inconveniente si tende a non gonfiarli completamente. In questo stato il cuscino risulta più morbido ma comunque in grado di sorreggere adeguatamente il peso della testa. L'idea progettuale vuole sfruttare proprio questo stato del cuscino.

Se infatti si gonfia parzialmente un cuscino è possibile notare due cose: da una parte il cuscino risulta molto morbido e "malleabile", è quindi facile modellarlo per inserirlo in spazi stretti con una geometria anche complessa, dall'altra, se il cuscino viene disteso e lo si colpisce violentemente con la mano aperta, questo protegge la mano dall'impatto con

la superficie di appoggio. La proposta mira quindi ad utilizzare le seguenti caratteristiche per la realizzazione di un paraschiena indipendente, da posizionare all'interno della giacca al momento dell'uso e da togliere una volta scesi dalla sella. La flessibilità del cuscino d'aria permette, una volta terminato il tragitto, di inserire il paraschiena, senza bisogno di sgonfiarlo, nel sottosella o addirittura nel casco, lasciando così libere le mani del pilota ed anche la sua giacca.

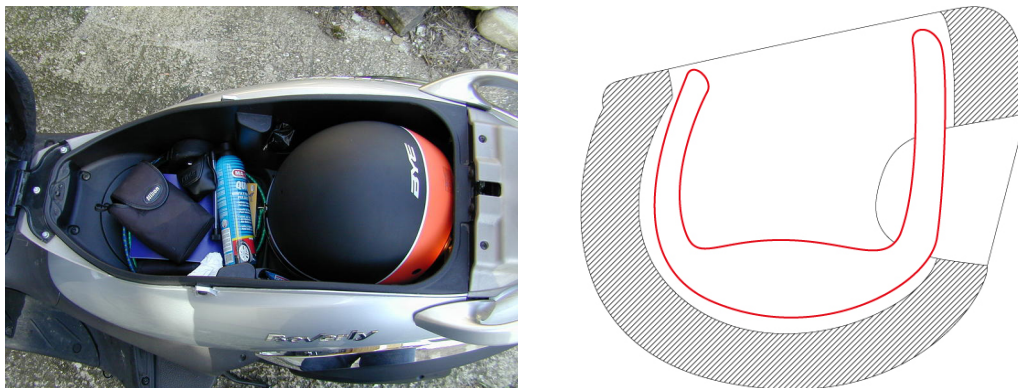


Figura 57: Sottosella di uno scooter (a sin), e il paraschiena ancora gonfio ripiegato nel casco (a dx)

In caso di impatto contro una superficie il cuscino d'aria assorbe le forze generate dall'urto. Un paraschiena così strutturato sarebbe però vulnerabile sotto due aspetti. Il primo, e più grave, è il pericolo generato dall'impatto contro un oggetto con una superficie poco estesa. L'esempio del cuscino semi-gonfio permette di capire anche questo problema. Se infatti si appoggia un dito sulla sua superficie e si fa una leggera pressione, il dito affonda letteralmente nel cuscino riuscendo a raggiungere senza sforzo la superficie al di sotto di esso. In caso di urto contro uno spigolo, come ad esempio il bordo di un marciapiede o un elemento sporgente di un'auto, il pilota non risulterebbe minimamente protetto.

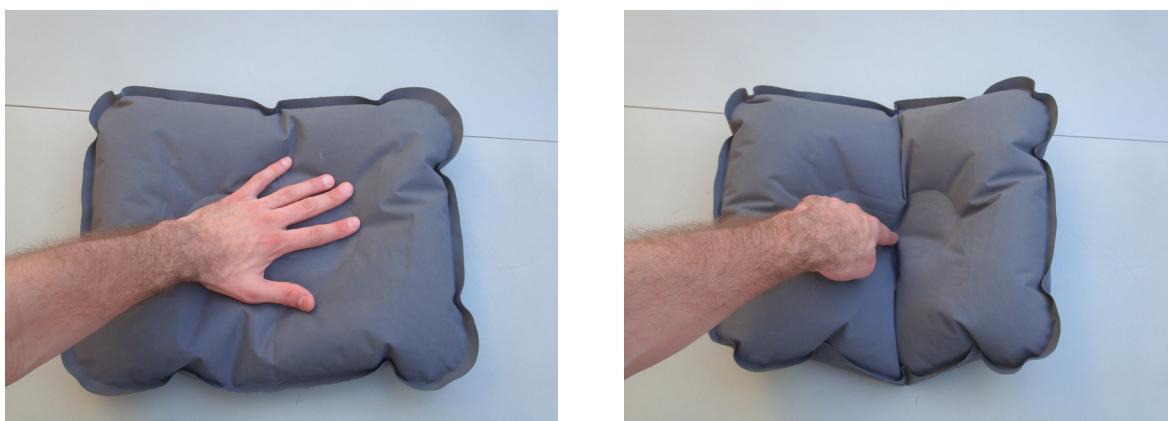


Figura 58: Differenza di penetrazione del cuscino semi-gonfio. Pressione con una superficie estesa a sinistra, con una superficie appuntita a destra

Il secondo punto debole è la durabilità di un oggetto così composto. In caso di scontro infatti, la maggior parte delle volte, il pilota non solo va a sbattere contro la superficie stradale o un oggetto fisso, ma scivola dal punto dell'impatto al punto di arresto. Questa situazione, su un paraschiena composto da una semplice cuscino anche se realizzato con materiali altamente performanti, limiterebbe notevolmente la vita del protettore.

Per ovviare a queste problematiche si è pensato di dotare il cuscino di una serie di placche polimeriche rigide, che permettessero, al momento dello scontro, di distribuire le forze su un'area maggiore. In questo modo sia il pericolo di una perforazione, sia il pericolo di danni dovuti all'abrasione verrebbero eliminati.

Nel procedere con lo sviluppo del concept si è definito maggiormente nel dettaglio il componente cuscino. Per incrementarne le prestazioni, ma anche per garantire una geometria piatta ma estesa, si è introdotta al suo interno una divisione in "camere" interconnesse. Questo accorgimento porta due benefici sostanziali. In primo luogo le pareti interne delle camere, permettono al protettore di assumere una geometria più controllata rispetto ad un cuscino a camera singola, incrementando notevolmente l'affidabilità del paraschiena e la sua ergonomia. Un secondo vantaggio è costituito dal passaggio dell'aria tra una camera e l'altra in caso di scontro. Anche in questo caso un'analogia permetterà di capire le migliorie apportate al concept. Un ammortizzatore automobilistico funziona in modo piuttosto semplice. Tralasciando i dettagli non utili a questa trattazione, possiamo semplificare il suo funzionamento come smorzatore e paragonarlo a quello del cuscino appena descritto. In un ammortizzatore infatti l'effetto smorzante è dato da un fluido, presente negli steli, che, nel momento in cui si prende una buca, si trasferisce da una camera interna ad un'altra passando per una piccola serie di fori. Questo passaggio del fluido attraverso una strettoia, permette all'ammortizzatore di assorbire gran parte dell'energia cinetica generata dalle strada sconnessa evitando che questa si diriga direttamente verso l'abitacolo e i suoi occupanti. Allo stesso modo un cuscino con camere interconnesse permetterebbe di far fluire l'aria da una camera all'altra, incrementando così il potere smorzante del protettore.

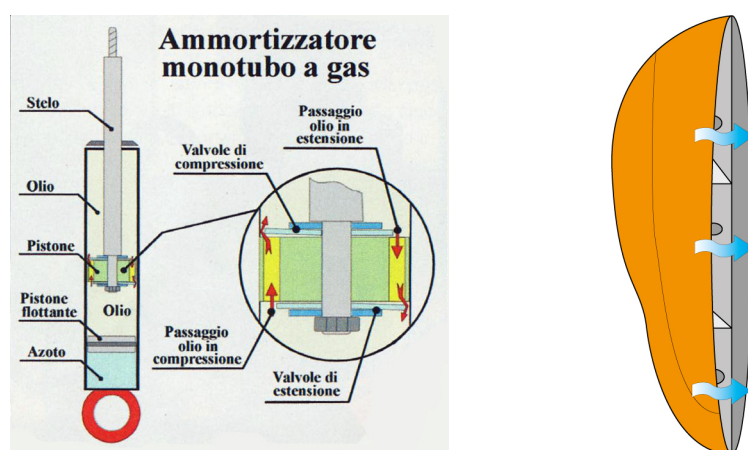


Figura 59: Schema di funzionamento di un ammortizzatore (sinistra) e ipotesi di struttura per il cuscino

Di seguito vengono esposte alcune considerazioni su questa proposta.

Sebbene concettualmente valida questa proposta presenta delle problematiche. Le prime perplessità possono riguardare la relazione utente-paraschiena. Nella proposta appena effettuata infatti, l'utente è forzato a mettere e togliere il protettore ogni volta che sale e scende dalla sella. Questa caratteristica accomuna il concept a molti dei prodotti presenti sul mercato al giorno d'oggi. Ciò che si è riscontrato anche in fase di ricerca è che il dover mettere e togliere i dispositivi di protezione è una delle prime cause del loro non utilizzo. L'utente desidera infatti una protezione che possa essere sempre pronta a proteggere senza doverla ogni volta installare nell'abbigliamento.

Un secondo problema può essere costituito dalla pressione di gonfiaggio del componente cuscino. Sebbene sia ipotizzabile una reale efficacia in termini di assorbimento delle forze d'impatto da parte di un cuscino semi-gonfio, vi sono delle problematiche connesse a questa sua caratteristica. Un cuscino in questo stato infatti è maggiormente efficace, se la superficie sul quale appoggia ha uno sviluppo planare. La schiena umana però non è una superficie dritta, al contrario presenta quattro curvature longitudinali determinate dalla conformazione della spina dorsale. Escludendo la curvatura cervicale, detta anche lordosi cervicale, e quella sacrale (cifosi sacrococcigea), poichè troppo alta la prima e troppo bassa la seconda per influire sul posizionamento del paraschiena, quest'ultimo deve poter adeguatamente copiare la "cifosi toracica" e la "lordosi lombare" che come suggeriscono i nomi sono una concava ed una convessa.

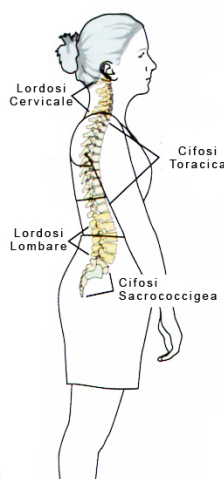


Figura 60: Zona di curvatura della schiena

Nel caso di un cuscino non completamente gonfio queste curve possono portare ad una distribuzione dell'aria al suo interno non omogenea. Nelle zone sporgenti, quindi in corrispondenza della curvatura toracica, il cuscino risulterebbe più sottile a causa della pressione esercitata della schiena, e l'aria si trasferirebbe nella zona lombare dove invece si avrebbe un rigonfiamento. Questa distribuzione disomogenea lascerebbe maggiormente scoperta agli urti la zona che in realtà, come dimostrato dalla ricerca, ha bisogno di maggiore protezione, quella toracica.

Un ultimo problema deriva invece dalla concezione di un cuscino che rimane sempre alla stessa pressione. Sebbene i cuscini degli airbag siano studiati e realizzati con materiali dalle altissime prestazioni, essi rimangono gonfi per non più di 30 secondi. Il problema che subentra nel caso in cui si volesse mantenere un cuscino alla stessa pressione per tutta il ciclo di vita del prodotto è la permeabilità dei materiali all'aria. Un qualsiasi contenitore infatti, anche se costituito da una serie di strati progettati per impedire il passaggio dell'aria, a lungo andare ne permette, anche se in minima parte, il trasferimento dall'interno verso l'esterno o viceversa. Se si vuole ipotizzare un paraschiena che utilizzi l'aria per proteggere è un problema che va tenuto in conto. Ne è un lampante esempio un paraschiena prodotto agli inizi degli anni 2000 da Spidi. Si chiama AirBack ed è un paraschiena di tipo indipendente che affida la capacità di assorbimento delle forze di impatto ad un sandwich costituito da placche rigide in polimero termoplastico e da numerose piccole sacche d'aria realizzate in polietilene ad alta densità. Il paraschiena garantiva un livello di protezione adeguato all'omologazione. Il più grande problema però, che ne decretò anche l'insuccesso commerciale, era che, a causa della permeabilità all'aria, se pur minima, delle sacche di cui era costituito, le prestazioni in termini di protezione andavano degradando nell'arco di vita del prodotto. Chi acquistava questo protettore si trovava, dopo qualche anno, ad avere sulla schiena un paraschiena non più sicuro.



Figura 61: Paraschiena Spidi AirBack

Volendo quindi mantenere il livello di protezione sempre costante nell'ipotesi di concept proposta, si deve prevedere un sistema che permetta di verificare la pressione interna del cuscino e, qualora non fosse quella corretta, di riportarla al giusto livello. Questo accorgimento porterebbe complessità al prodotto, e costringerebbe l'utente ad effettuare periodiche operazioni di manutenzione del protettore, a scapito dell'immediatezza di utilizzo del prodotto, in netto contrasto con uno dei requisiti progettuali descritti in precedenza.

Seconda Proposta

In questa seconda idea progettuale la problematica dell'ingombro nella giacca da parte del protettore viene risolta in modo completamente diverso rispetto al precedente concept. L'idea di base è quella di realizzare un protettore totalmente integrato nella giacca, capace di gonfiarsi e sgonfiarsi senza l'ausilio di sistemi attivabili elettronicamente. La decisione di non integrare sistemi di gonfiaggio elettronici è dipesa dalla volontà di mantenere il più semplice possibile l'architettura e la componentistica del protettore, garantendo così un prodotto affidabile, che richieda poca manutenzione e non sia eccessivamente costoso al momento dell'acquisto.

Il concept prevede la possibilità di gonfiare il cuscino del protettore grazie all'aria che investe il ciclomotorista durante il moto.

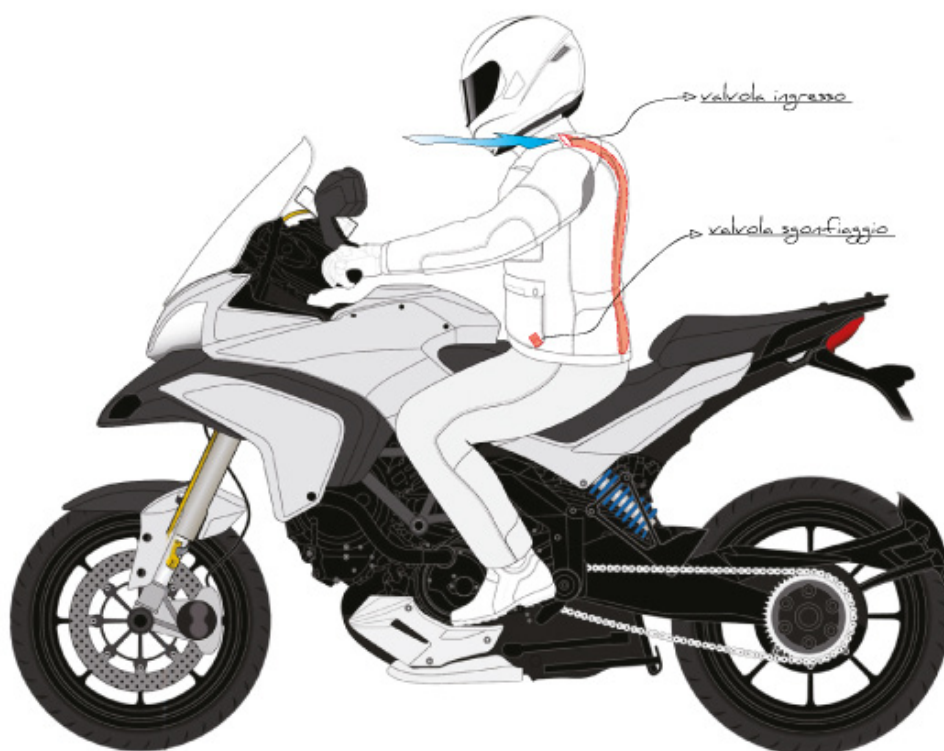


Figura 62: Gonfiaggio del cuscino durante il moto

L'aria, incanalata da apposite fessure posizionate nella zona frontale delle spalle, scorre all'interno di due condotti che terminano nel cuscino, gonfiandolo. Le fessure di convogliazione devono essere dotate di apposite valvole che permettano all'aria di entrare ma non di uscire, garantendo così la protezione necessaria in caso di impatto. Se infatti, a causa dell'aumento della pressione interna al cuscino quando si verifica un urto, l'aria trovasse uno sfogo in uscita dalla protezione, l'intero paraschiena non assolverebbe al suo compito. La struttura interna del cuscino è inoltre progettata per poter permettere un corretto flusso dell'aria per portare a gonfiaggio completo il cuscino. Nella prossima immagine è possibile vedere con maggiore dettaglio il sistema integrato nella giacca.

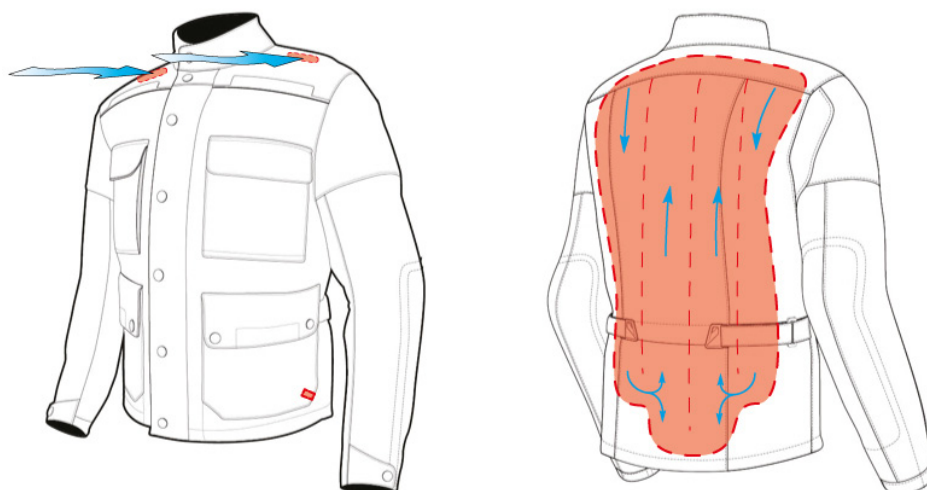


Figura 63: Schema del sistema di gonfiaggio del cuscino

Una volta arrivato a destinazione il pilota deve avere la possibilità di sgonfiare la protezione, riducendone notevolmente gli ingombri ed eliminando così dalla sagoma della giacca quella del cuscino. Per fare ciò, sempre senza sistemi elettrici, è stato pensato di strutturare internamente il cuscino con delle membrane a memoria di forma in grado di appiattire il protettore facendo fuoriuscire l'aria. Per permettere al gas di fuoriuscire, il protettore è dotato di una valvola a vite, del tutto simile a quella di alcuni materassini di alta qualità, alloggiata nella tasca inferiore della giacca.



Figura 64: Valvola di un materassino

L'utente, infilando una mano nella tasca e svitando il cappuccio della valvola, permetterà così all'aria di defluire verso l'esterno. Una volta terminato lo sgonfiaggio potrà richiudere la valvola e predisporre nuovamente il protettore ad essere gonfiato. I sacchi utilizzati per la produzione degli airbag da moto hanno uno spessore delle pareti ben inferiore al millimetro, questa caratteristica fa sì che essi, da sgonfi, abbiano un ingombro simile a quello di uno strato di tessuto aggiuntivo all'interno della giacca. Il concept proposto è quindi in grado di proteggere se gonfiato adeguatamente, ma al contempo riesce a "sparire" letteralmente nell'indumento una volta sgonfiato, permettendo a chi lo indossa di

avere un indumento che consente la massima libertà di movimento possibile e, con pochi gesti, anche un capo altamente protettivo.

La sacca gonfiabile, per come è strutturato il concept, non necessita di alcuna placca polimerica rigida. Il cuscino infatti viene protetto dall'abrasione dagli strati esterni della giacca, mentre la maggiore pressione di gonfiaggio permette di evitare il rischio di contatto della schiena contro un oggetto appuntito.

Come per il primo concept, al termine della trattazione circa le sue specifiche, è bene analizzare criticamente l'idea progettuale per individuarne i punti di forza e quelli di debolezza.

L'evoluzione tra la prima e la seconda proposta è evidente, e la relazione utente-prodotto è stata resa maggiormente intuitiva e meno invasiva nelle azioni che il pilota deve compiere per utilizzare la protezione. Se prima il protettore, per poter svolgere il suo compito e poi scomparire dalla giacca, doveva essere posizionato e poi tolto dall'indumento, ora l'unico gesto che viene richiesto all'utente è quello di aprire e chiudere la valvola che permette al sistema di funzionare. La pressione omogenea all'interno del cuscino, ed una sua opportuna conformazione, permettono inoltre di adattarlo correttamente alle geometrie della schiena senza generare zone meno gonfie di altre che avrebbero compromesso l'efficacia della protezione. Scompare invece del tutto la problematica relativa alla permeabilità all'aria dei materiali impiegati.

Il concept non è però privo di debolezze da risolvere in caso si decida di svilupparlo scendendo nel dettaglio.

In primo luogo l'architettura di prodotto e la sua integrazione nel capo d'abbigliamento risultano più complessi, rendendo la protezione maggiormente costosa. Il suo reale funzionamento può poi essere messo in dubbio poiché sfrutta un meccanismo di funzionamento non collaudato in altri prodotti.

Il più grave difetto consiste nella mancata protezione offerta dal sistema al "momento 0". Ovvero, il paraschiena non è attivo da subito, ma necessita di una certa velocità e distanza per essere gonfiato adeguatamente. In caso di un incidente che avvenga nei primi metri percorsi dal motociclista, il paraschiena rischia di non essere sufficientemente gonfio per poter proteggere il pilota.

Il sistema prevede poi delle complessità (tipologia di presa d'aria, valvola ad una via di tenuta della pressione e struttura interna a memoria di forma) che meriterebbero un'ulteriore specificazione per la verifica di fattibilità. In ultima analisi vi è una problematica relativa al corretto utilizzo del sistema da parte dell'utente. È un problema riscontrabile in alcuni prodotti, dove l'utente, per far funzionare correttamente un oggetto, deve compiere delle azioni che non generano un feedback chiaro ed inequivocabile. Ad esempio, un motociclista che fa uso di un dispositivo airbag ad attivazione meccanica, deve agganciare quest'ultimo alla moto perché esso possa entrare in azione nel momento del bisogno. Questa azione diventa sicuramente di routine dopo che la protezione viene indossata per

un certo periodo di tempo. L'utente però può essere inesperto, o semplicemente distratto, e dimenticarsi di compiere quel gesto, anche se estremamente semplice. Allo stesso modo un utente che si dimenticasse di chiudere la valvola di sfogo del protettore proposto nel concept vanificherebbe la sua efficacia protettiva. Particolare attenzione dovrà quindi essere prestata nel far compiere all'utente in modo "obbligatorio" le procedure di attivazione della protezione o nel fornirgli un adeguato feedback di funzionamento della stessa.

Terza Proposta

La terza proposta di concept di prodotto è evoluzione diretta di quella precedentemente illustrata. In essa sono integrate due "tecnologie" utilizzate in campi applicativi totalmente estranei al mondo delle protezioni ad uso motociclistico. Come già accaduto in precedenza, una di queste tecnologie viene dal mondo dei prodotti per il campeggio, mentre l'altra prende spunto da una soluzione utilizzata per la produzione delle bustine di tè.

L'idea è quella di realizzare un paraschiena che può essere sia integrato che indipendente, che sfrutti un cuscino d'aria per proteggere il pilota e che possa essere sgonfiato nei periodi di non utilizzo sulle due ruote. Viste le problematiche emerse dal concept precedente, in questa soluzione si è deciso di trovare tecniche differenti per ottenere il medesimo risultato. Il cuscino si gonfia ancora autonomamente, ma non lo fa più sfruttando l'aria che investe il motociclista durante la marcia, ma lo fa grazie alla tecnologia impiegata nei materassini autogonfianti da campeggio. In questi prodotti una struttura interna ad onde, realizzata con appositi materiali polimerici a memoria di forma, permette al materassino, una volta disteso con la valvola aperta, di gonfiarsi autonomamente senza bisogno dell'intervento dell'utente. Ciò è possibile poichè, l'aumento del volume interno al materassino, generato dall'aumento dello spessore operato dalle membrane a memoria di forma, richiama verso l'interno del materassino l'aria vicino alla valvola. Allo stesso modo, per poter proteggere anche nell'istante "0" l'utente, in cuscino del paraschiena è in grado di gonfiarsi autonomamente all'apertura di un'apposita valvola.

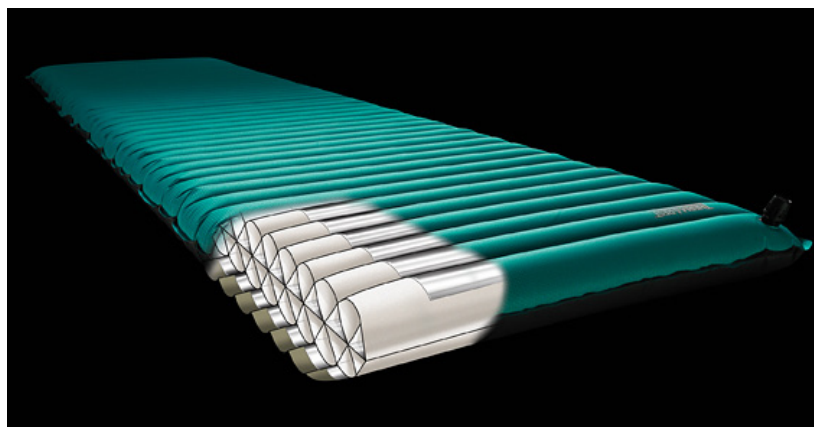


Figura 65: Materassino autogonfiante e sua struttura interna

Se quindi il cuscino è in grado di richiamare a se l'aria necessaria per gonfiarlo sarà necessario l'intervento dell'utente per sgonfiarlo. Il meccanismo proposto prende spunto dalle bustine di tè che possono essere spremute una volta terminata l'infusione in acqua bollente.

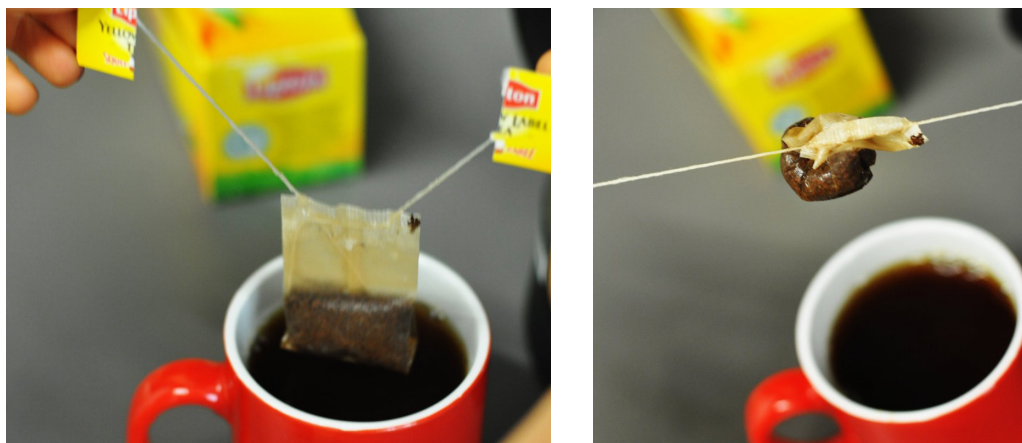


Figura 66: Bustine di tè con tecnologia Squeezable

Queste bustine hanno un piccolo filo alimentare collegato sul fondo e all'etichetta. Le due estremità saldate sull'etichetta possono essere trazionate in direzione opposta dopo l'infusione, strizzando così la bustina in modo da evitare sgocciolamenti indesiderati. Allo stesso modo la protezione sarà dotata di due cinghie che l'utente dovrà tirare per poter far fuoriuscire l'aria contenuta nella sacca sulle sue spalle. Per fare ciò è necessario dotare la protezione di una placca rigida, che permetta di schiacciare tutta la superficie del cuscino per eliminare tutta l'aria contenuta in esso, e ridurlo allo spessore minimo possibile. Come nel concept precedente, questa soluzione è stata studiata per realizzare un prodotto completamente privo di componentistica elettronica. Il meccanismo è descritto schematicamente nella Figura 67.

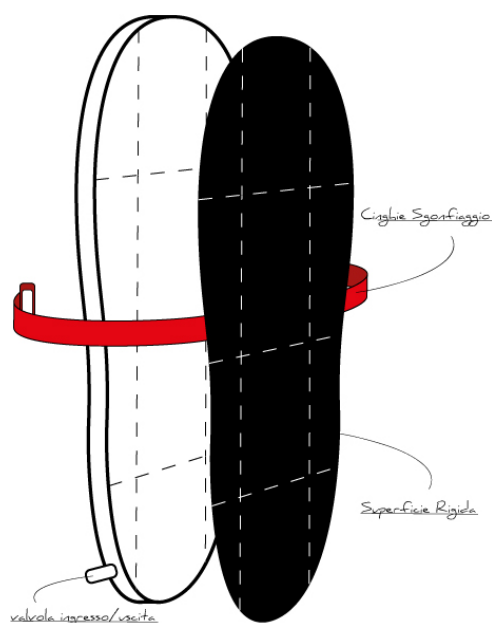


Figura 67: Architettura della protezione con sistema "squeezable"

Dal punto di vista della giacca, essa dovrà prevedere il passaggio delle due cinghie da trazione per permettere all'utente di sgonfiare il cuscino d'aria. La giacca stessa riesce poi a dare all'utente l'importante feedback di funzionamento della protezione discusso nel concept precedente. Gonfiandosi infatti il cuscino d'aria arriverà a contatto sia con la schiena che con la giacca. Lo spazio tra la pelle dell'utente e gli strati interni dell'indumento ha un volume determinato. Il gonfiarsi della protezione genererà quindi una lieve pressione sulla schiena dell'utente, dandogli così un immediato feedback dell'avvenuto gonfiaggio del paraschiena.

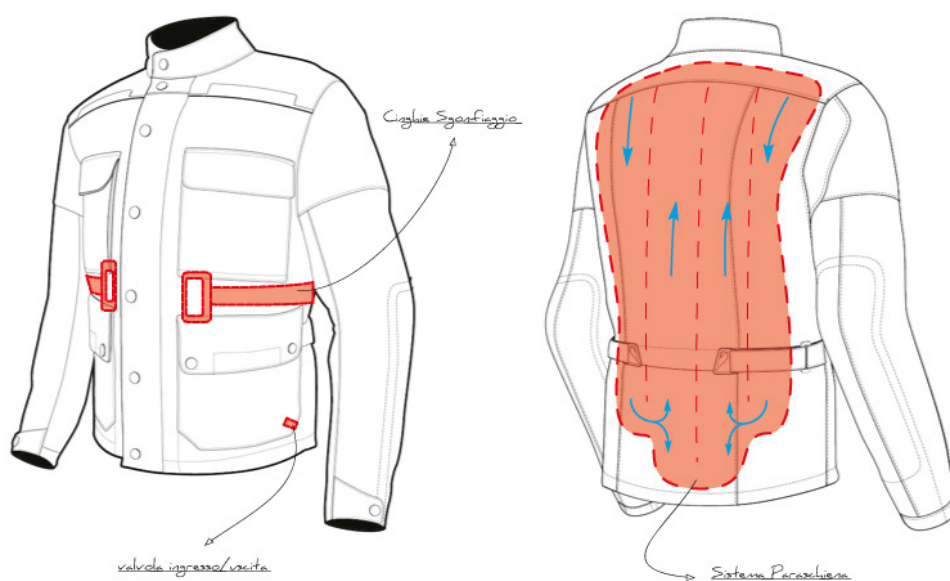


Figura 68: Implementazione del sistema "squeezeable" nella giacca

Dopo una prima definizione del concept si è deciso di svilupparlo ulteriormente affrontando le problematiche e cercando di definirlo maggiormente nel dettaglio.

La prima considerazione va fatta in merito alla placca che permette di comprimere il sacco d'aria. Come detto in precedenza, perchè questa placca funzioni effettivamente, deve essere sufficientemente rigida e deve coprire l'intera area del cuscino. Se si disponesse un simile elemento all'interno della giacca si andrebbe a creare un protettore più scomodo di quelli rigidi attuali. Per tale motivazione la placca rigida deve essere composta da placche più piccole. Questa configurazione però non permetterebbe di far fuoriuscire l'aria in modo completo e per di più causerebbe non pochi problemi all'utente nel trazionare ognuno dei segmenti rigidi. Per ovviare i problemi appena elencati sono state fatte delle prove di configurazione di questi elementi. Il concetto di base rimane lo stesso in ognuna delle proposte: le sezioni infatti saranno multiple e verranno collegate tra di loro tramite due cinghie che permetteranno all'utente di avvicinarle andando così a formare una superficie unica, oppure di allontanarle rendendole quindi indipendenti. Questa soluzione permette di avere una superficie rigida omogenea durante l'utilizzo della moto, e una superficie molto più flessibile quando l'utente non è in sella.

Di seguito verranno mostrati due sketch serviti per l'elaborazione della geometria del protettore. L'elaborazione delle forme e delle dimensioni partono dalle considerazioni fatte in precedenza in merito all'area da proteggere, e dalla comparazione con la struttura spinale umana.

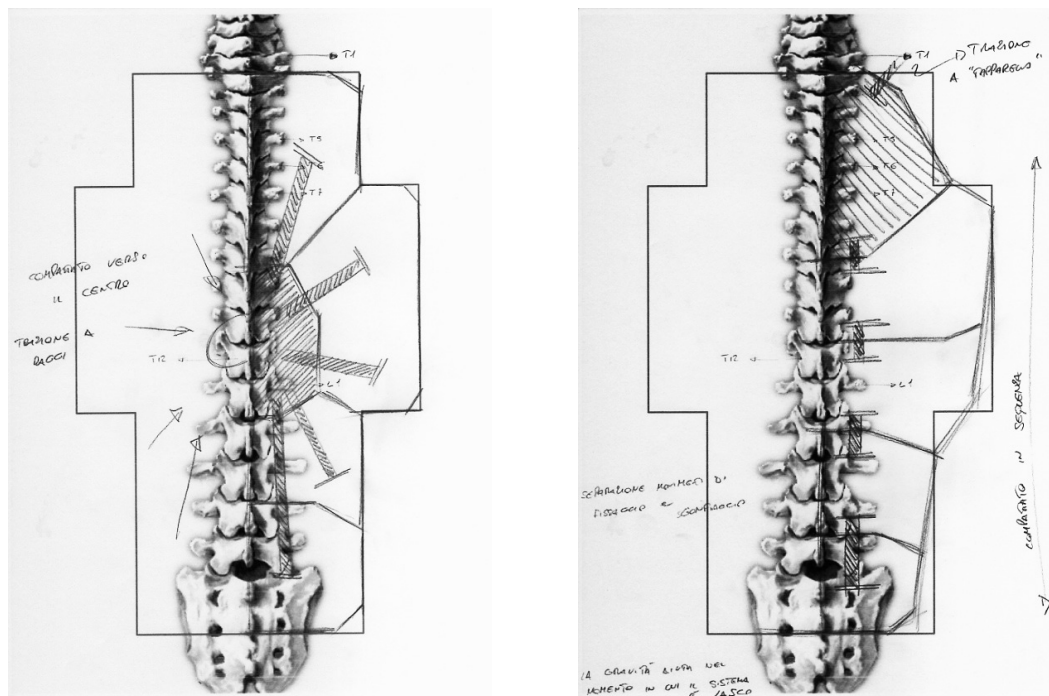


Figura 69: Concept3 - Proposte di architettura delle placche rigide

L'immagine di sinistra della Figura 69 presenta una distribuzione circolare delle placche. Un segmento fisso centrale fa da riferimento per il movimento delle altre. Questa soluzione è stata scartata poichè, considerando in posizione verticale il paraschiena, la placca superiore e le due laterali non avrebbero avuto la possibilità di muoversi rispetto a quella centrale, impedendo così di avere degli elementi realmente sconnessi e flessibili. La soluzione che verrà portata avanti è quella di destra. In questa configurazione la placca più alta, evidenziata dal tratteggio obliquo, è quella che rimane fissa. Gli altri segmenti invece sono liberi di muoversi verticalmente, avvicinandosi o allontanandosi, permettendo quindi all'utente di creare una superficie continua rigida o frammentata flessibile. Per avvicinare le placche sarà necessario tirare e fissare in posizione due cinghie poste sul petto del motociclista, mentre per allontanarle basterà allentare le cinghie e la forza di gravità farà il resto.

Di seguito verrà specificata in modo maggiormente preciso l'architettura di prodotto e la dinamica di utilizzo del protettore da parte dell'utente.

Per prima cosa verranno descritti i componenti del protettore. Esso è composto da: un guscio rigido formato da cinque segmenti in polimero rigido, due cinghie di trazione per gli elementi rigidi, due cinghie per lo sgonfiaggio della sacca d'aria, una sacca per l'immagazzinamento dell'aria ed uno strato di tessuto di finitura. Questo schema è rappresentato nella Figura 70.

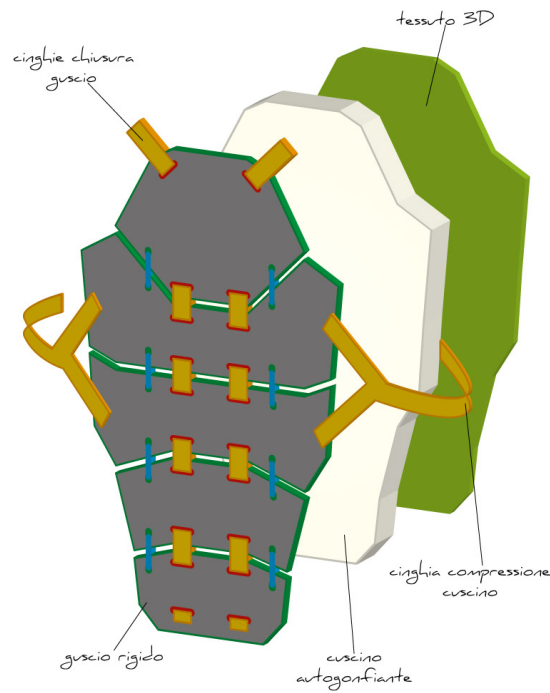


Figura 70: Architettura di prodotto e componenti del concept proposto

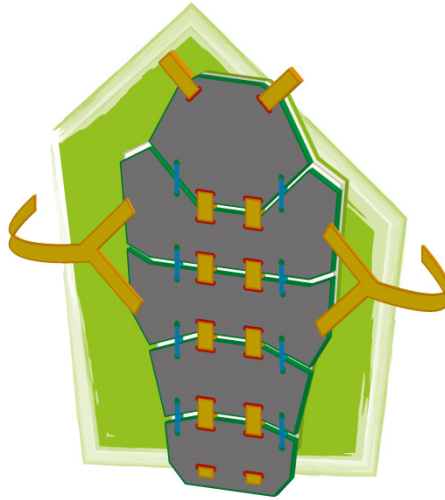
Il dispositivo di protezione dovrà poi essere ancorato ad un'imbragatura interna alla giacca, del tutto simile a quella utilizzata oggi dall'azienda Tucano Urbano, per i propri dispositivi airbag. Nelle prossime pagine verrà illustrata la sequenza d'uso del protettore che si compone di 5 fasi.



Figura 71: Imbragature del dispositivo airbag utilizzato da Tucano Urbano

Fase1

L'utente prima di salire in sella al proprio mezzo a due ruote indossa la giacca contenente il protettore integrato, prestando attenzione a far passare le braccia all'interno dell'imbragatura. Nell'immagine sottostante è possibile vedere la configurazione del protettore in questa fase.

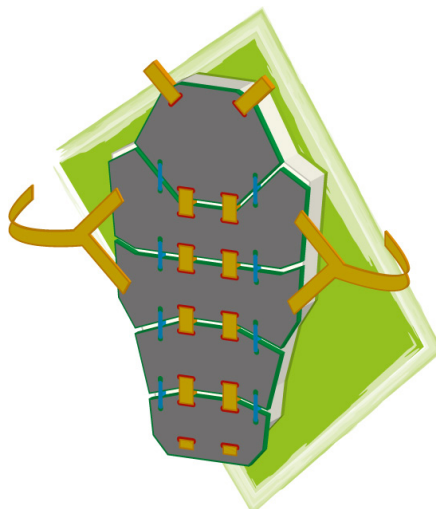


- cuscino gonfio (valvola chiusa)
- sezioni rigide separate
- cinghie di compattazione "lente"
- cinghie di compressione "lente"

Figura 72: Schema d'uso - Fase 1

Fase2

Nella seconda fase l'utente, prima di salire in sella, deve permettere al cuscino di gonfiarsi. Per fare ciò egli deve compiere il semplice gesto di apertura della valvola che permetterà l'ingresso dell'aria.

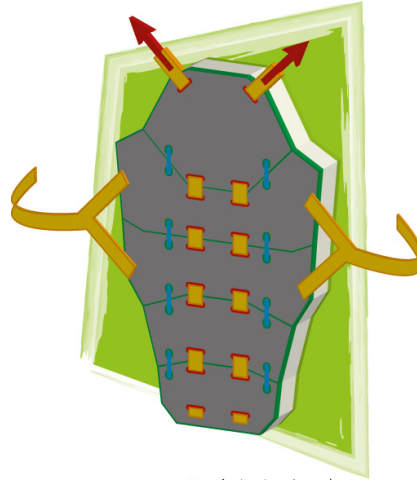


- cuscino gonfio (valvola chiusa)
- sezioni rigide separate
- cinghie di compattazione "lente"
- cinghie di compressione "lente"

Figura 73: Schema d'uso - Fase 2

Fase 3

Per completare la preparazione della protezione è sufficiente tirare le cinghie che permettono di compattare i segmenti rigidi posteriori. Questi unendosi creano una superficie unica rigida che incrementa il fattore di protezione del paraschiena. Prima di partire è necessario chiudere la valvola che ha permesso il gonfiaggio del cuscino.



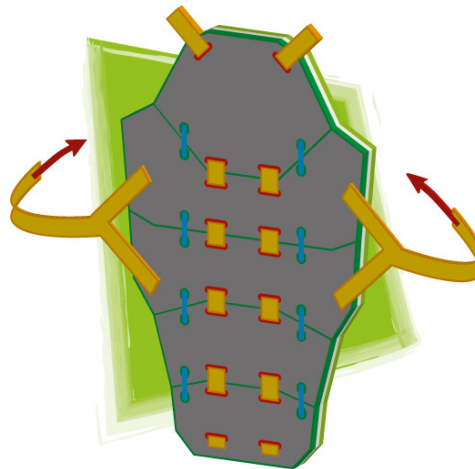
- cuscino gonfio (valvola chiusa)
- sezioni rigide compatte e connesse
- cinghie di compattazione guscio tirate
- cinghie di compressione "lente"

E VIA IN MOTO!!!

Figura 74: Schema d'uso - Fase 3

Fase 4

Una volta giunto a destinazione l'utente può sgonfiare la protezione per nasconderla nella giacca e aumentare il comfort. Per fare ciò deve come prima cosa aprire la valvola che chiude il cuscino. Una volta aperta la via di uscita all'aria sarà sufficiente tirare le due cinghie che spingono le placche contro il cuscino per farla fuoriuscire completamente. Terminata l'espulsione dell'aria sarà sufficiente richiudere la valvola per non far più entrare il gas nel cuscino della protezione.

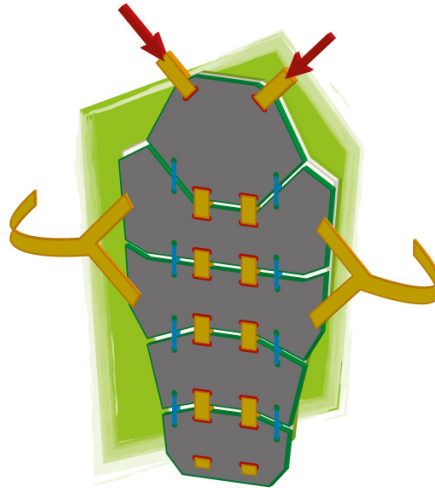


- cuscino sgonfio (valvola aperta-chiusa)
- sezioni rigide compatte e connesse
- cinghie di compattazione guscio tirate
- cinghie di compressione tirate

Figura 75: Schema d'uso - Fase 4

Fase 5

Per completare la sequenza d'uso del protettore, l'utente dovrà solamente rilasciare le cinghie che tengono compattate le sezioni rigide, permettendone così la separazione. In questo modo la protezione potrà occupare il minimo ingombro possibile all'interno della giacca e, grazie alla flessibilità del cuscino e a quella garantita dalle placche interconnesse, garantirà all'utente il maggior comfort possibile nelle azioni di tutti i giorni.



- cuscino sgonfio (valvola chiusa)
- sezioni rigide separate
- cinghie di compattazione "lente"
- cinghie di compressione "lente"

Figura 76: Schema d'uso - Fase 5

Per verificare il funzionamento dell'ipotesi appena illustrata è stato necessario realizzare un modello fisico del dispositivo. Nonostante la sua approssimazione, dovuta alla difficoltà costruttiva di un prodotto come questo, il modello è servito per poter individuare eventuali ulteriori problematiche di progetto.

Il prototipo è costituito da un'imbragatura alla quale è stato collegata una coppia di sagome di cartone collegate tra di loro da delle "molle" di cartoncino. Questo elemento serve per simulare la presenza del cuscino in grado di sgonfiarsi e gonfiarsi all'interno della giacca. Nella Figura 77 è possibile vedere quanto appena descritto.

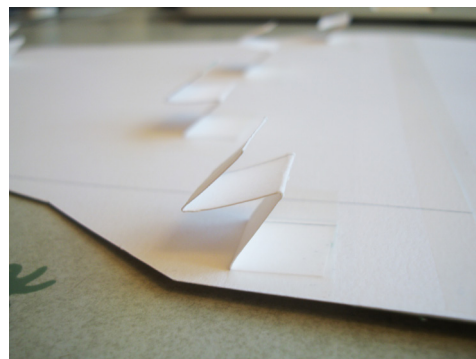
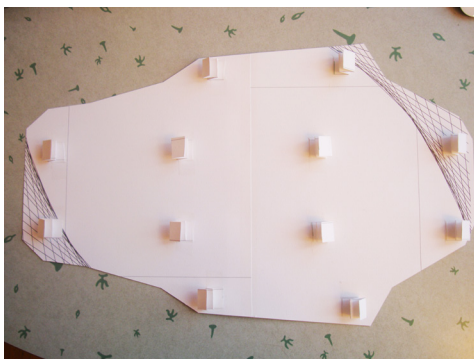


Figura 77: Fotografie della struttura interna degli elementi che simulano il cuscino d'aria

Al di sopra della “sacca gonfiabile” sono state posizionate le varie sezioni rigide che costituiscono lo scudo posteriore. Esse sono collegate tra loro grazie a due cinghie e dei ganci mobili. Tirando le cinghie è possibile portare a contatto le varie sezioni, ottenendo così una superficie rigida unica, lasciandole lasche le sezioni si separano permettendo alla protezione di assumere una notevole flessibilità.



Figura 78: A destra il prototipo con le placche ravvicinate, a sinistra con le placche separate

Nelle fotografie della Figura 79 è possibile vedere un dettaglio del movimento effettuato dalle placche rigide nella parte esterna del concept di prodotto.



Figura 79: Dettaglio movimento delle placche nel prototipo del concept

Anche per questa proposta è stata fatta un'analisi critica del concept mirata a individuare i possibili nodi problematici. Grazie anche al prototipo è stato possibile testare fisicamente la validità dell'idea progettuale.

Dalle prove effettuate con il modello della protezione è emerso ancora una volta il problema della relazione utente-protettore. I movimenti che il motociclista deve compiere per poter correttamente utilizzare il paraschiena sono risultati troppo complessi e numerosi. Una prima difficoltà è rappresentata dal numero delle operazioni, alla quale si aggiunge l'esigenza che esse devono essere eseguite nella corretta sequenza. Per ovviare a questo inconveniente si è sviluppato un nuovo sistema di movimentazione delle placche. Le cinghie da tirare sono scomparse e le placche sono state fissate direttamente sul cuscino gonfiabile. Per la loro movimentazione si è deciso di utilizzare la variazione dimensionale superficiale del cuscino nel momento in cui questo si gonfia e si sgonfia. Quando un cuscino si gonfia infatti, modifica le sue dimensioni. Nello specifico aumenta lo spessore a scapito di larghezza e lunghezza. Questo fenomeno è ben comprensibile osservando la Figura 80: a sinistra si nota la distanza dei due elementi colorati quando il cuscino è sgonfio, mentre a destra si può vedere come essa diminuisca una volta gonfiato il cuscino.



Figura 80: Avvicinamento e allontanamento di due punti a seguito del gonfiaggio e dello sgonfiaggio del cuscino

La variazione della distanza tra due punti diviene ancora maggiore qualora essi siano posizionati in zone del cuscino capaci di gonfiarsi meno di altre. Come si vede nelle fotografie sopra, la zona centrale del cuscino in prova è caratterizzata da una parete interna ad altezza fissa che non permette a questa sezione di innalzarsi al pari dei bordi del cuscino, i punti sui bordi saranno quindi soggetti ad una variazione di distanza maggiore rispetto a quelli situati nella zona centrale. Sfruttando questo fenomeno è quindi possibile far allontanare e avvicinare le placche rigide del paraschiena semplicemente gonfiando e sgonfiando il cuscino sul quale sono fissate.

Il concept proposto presenta delle complessità ma anche delle interessanti soluzioni che possono essere implementate in un capo d'abbigliamento tecnico per scooteristi. Prima di procedere ulteriormente con lo sviluppo del prodotto si è deciso di sottoporre l'idea ad un'azienda esperta nel settore degli airbag ad uso motociclistico: D.P.I. Safety Motoairbag. L'idea è stata sottoposta all'ing. Fabio Colombo e dopo una prima analisi si è deciso di testare un prototipo abbozzato del prodotto secondo la normativa EN 1621-2. Il test si è dimostrato necessario per la valutazione delle capacità protettive del prodotto. Obiettivo del test è sciogliere i dubbi in merito all'altezza minima che il cuscino d'aria deve avere perchè il protettore possa svolgere adeguatamente il proprio compito. L'altezza del cuscino d'aria è infatti il principale protagonista nelle capacità protettive offerte da un tradizionale airbag motociclistico. Esso non è sempre gonfio, ma viene gonfiato solamente in caso di impatto. Nel concept proposto, al contrario, la protezione deve essere sempre gonfia quando l'utente è in sella. Qualora il cuscino avesse uno spessore tale da costituire un intralcio per la guida di chi lo indossa, verrebbe vanificata tutta l'efficacia del paraschiena ed il suo apporto innovativo.

Per il test sono stati utilizzati materiali con caratteristiche simili a quelle dei materiali utilizzabili nel progetto. Gli elementi a disposizione erano i seguenti: un cuscino alto 100mm (assimilabile a quello utilizzato negli airbag), un cuscino di altezza compresa tra i 20 e i 25mm quota ritenuta limite per l'inserimento del protettore nella giacca. La parte rigida è stata invece simulata da due tipologie differenti di materiale: una lastra di legno pressato dallo spessore di 5 mm, e una lastra di forex semi-rigido da 5mm. I test si sono svolti effettuando le possibili combinazioni tra i vari materiali. Oltre ai test con i prototipi completi di parte rigida e parte gonfiabile sono state effettuate delle battute di controllo con i componenti singoli. Questo ha permesso una più corretta valutazione dei risultati portando quindi all'esito che verrà descritto successivamente.

Ai vari elementi appena citati è stata attribuita una lettera per permettere una più semplice consultazione della tabella dei risultati. Di seguito la legenda dei materiali:

- A= Cuscino gonfiabile di altezza 100mm, pressione interna realtiva 0,2 bar
- B= Cuscino gonfiabile di altezza 25mm, pressione interna realtiva 0,2 bar
- C= Elemento rigido in legno pressato, altezza 5mm
- D= Elemento rigido in polimero (Forex), altezza 5mm

Come sarà possibile notare dalla tabella dei risultati, i test non si sono svolti tutti con l'energia di impatto massima stabilita dalla normativa. Questa procedura è stata adottata per questioni di sicurezza in quanto i prototipi testati non avevano esattamente le caratteristiche di resistenza garantite da un prodotto realizzato ad hoc per lo scopo.

Di seguito viene mostrata la tabella con i risultati dei test.

Parte gonfiabile	Parte rigida	energia	risultato	Nome test
A	C	25 J (h=50cm)	1219 N	FE01
A	C	50 J(h=100cm)	2164	FE03
Assente	C	10 J (h=20cm)	12881	FE04
Assente	C	14,7 (h=30cm)	16670	FE05
B	C	10 J (h=20cm)	18840	FE06
B	D	10 J (h=20cm)	7989	FE07
Assente	D	14,7 (h=30cm)	10873	FE08
A	D	25 J (h=50cm)	1221	FE09
A	D	50 J(h=100cm)	1913	FE10

Tabella 18: Risultati dei test effettuati sui prototipi secondo la normativa EN1621-2

Prima di analizzare i risultati è bene ricordare che secondo la normativa di omologazione dei dispositivi di protezione per la schiena ad uso motociclistico esistono due livelli di prestazione: Livello 1, raggiunto se gli impatti dei test fanno registrare una media inferiore a 18 kN con picchi non superiori ai 24 kN, e Livello 2, raggiunto con una media inferiore a 9 kN con picchi non superiori ai 12 kN.

Analizzando la tabella è possibile notare come prima cosa che non sono stati effettuati test a 50 J con il cuscino di spessore inferiore (B). Ciò è dovuto dal fatto che, come possiamo notare nel risultato alla quinta riga della tabella, i valori espressi ad un livello di energia di impatto di 10 J, si sono rivelati talmente elevati da non consentire ulteriori prove per il timore di rompere la costosa macchina di prova.

Risultati positivi giungono invece dall'utilizzo del cuscino a spessore maggiore (A). Nella seconda e nell'ultima riga della tabella troviamo i test effettuati secondo la normativa 1621-2; il risultato ottenuto dal prototipo è di tutto rispetto, facendo registrare una media di 2 kN trasmessi.

Se poi si comparano i risultati ottenuti a diverse altezze, dai soli cuscini e dai soli elementi rigidi, è possibile affermare che l'apporto protettivo di quest'ultimi è quasi ininfluenza. Ciò è in parte dovuto alla loro geometria totalmente piana che non risulta essere ottimale per l'assorbimento degli urti, ma è anche dovuto dal fatto che, come negli airbag, la funzione di assorbimento delle forze è svolta dal cuscino d'aria.

Al termine dell'analisi del test è quindi possibile trarre le seguenti conclusioni:

- l'assorbimento dell'impatto della componentistica rigida è trascurabile
- il contributo del cuscino gonfiabile di spessore 25mm è molto vicino allo 0
- la parte gonfiabile con spessore 100mm in accoppiata alla componente rigida polimerica è quella che ha ottenuto i risultati migliori, restituendo valori ben al di sotto di quelli richiesti dalla normativa europea per l'omologazione dei protettori rigidi

Le prove effettuate sono state decisive per poter correttamente valutare la validità del concept proposto. Ciò che emerge con più chiarezza è che per proteggere adeguatamente

L'utente, un dispositivo ad aria deve avere un cuscino con un'altezza considerevole. Ciò fa sì che, come nel concept proposto, sia praticamente impossibile chiedere all'utente di effettuare i suoi spostamenti quotidiani con uno spessore di 100mm sulle spalle. Sarebbe estremamente pericoloso a causa degli impedimenti al movimento del pilota, scomodo perchè la giacca dovrebbe poter accogliere tutto quello spessore, ed anche non pratico, poichè vanificherebbe l'utilizzo di uno zaino o il trasporto di un passeggero.

Da tutto ciò è stata presa la decisione di abbandonare l'idea di utilizzare l'aria per proteggere il pilota, e trasferire l'innovazione in altre caratteristiche di prodotto.

7.3.2 Il concept selezionato, quarta proposta

A margine dello studio dei concept precedenti è stata realizzata una ricerca in un ambito ritenuto di particolare interesse in ogni progettazione di prodotto: quello dei materiali. Lo studio effettuato ha permesso di accantonare i deludenti risultati precedentemente ottenuti e formulare una nuova proposta di concept totalmente differente dalle precedenti.

Questa ipotesi progettuale è tesa alla realizzazione di un paraschiena flessibile integrato nella giacca, le cui capacità protettive dipendono dall'utilizzo di materiali realizzati a tale scopo, strutturati con una geometria autoadattativa alle forme della schiena.

Punto di partenza per l'ideazione di questo concept sono state le considerazioni fatte dagli utenti delle due ruote al termine del questionario proposto nei capitoli precedenti. Le proposte effettuate in precedenza avevano il grave difetto di tentare di risolvere solamente uno dei tanti aspetti messi in evidenza dagli utenti, ovvero la richiesta di far "scompare" dalla vista il protettore. Se però si ritorna alle conclusioni tratte dalle risposte dei motociclisti e dei ciclomotoristi, a fianco della richiesta di una protezione meno invasiva, si trova l'esigenza di una protezione che garantisca un maggior comfort, espresso in termini di leggerezza e traspirabilità. Quest'ultimo aspetto è di fondamentale importanza poichè, soprattutto negli spostamenti quotidiani casa-lavoro, arrivare nel luogo di destinazione con un aspetto indesiderato è una delle cause maggiori per cui non vengono indossate le protezioni.

Incrociando la ricerca sui materiali e le esigenze appena descritte, è stato generato il seguente concept di prodotto. Esso è costituito principalmente di due elementi. Al primo componente, un cuscino in materiale polimerico denominato Poron Xrd, è affidata la capacità di assorbire le forze generate dall'urto in caso di incidente, di assecondare i movimenti del pilota e garantire il comfort del protettore in termini di leggerezza e traspirabilità. Ad esso verrà accoppiato un secondo materiale, sviluppato dalla svizzera Schoeller, in grado di garantire ottime prestazioni contro l'abrasione. Questa tecnologia viene chiamata Ceraspace. Nella Figura 81 è possibile vedere dei campioni dei materiali appena citati, a sinistra il Poron Xrd, a destra Ceraspace.

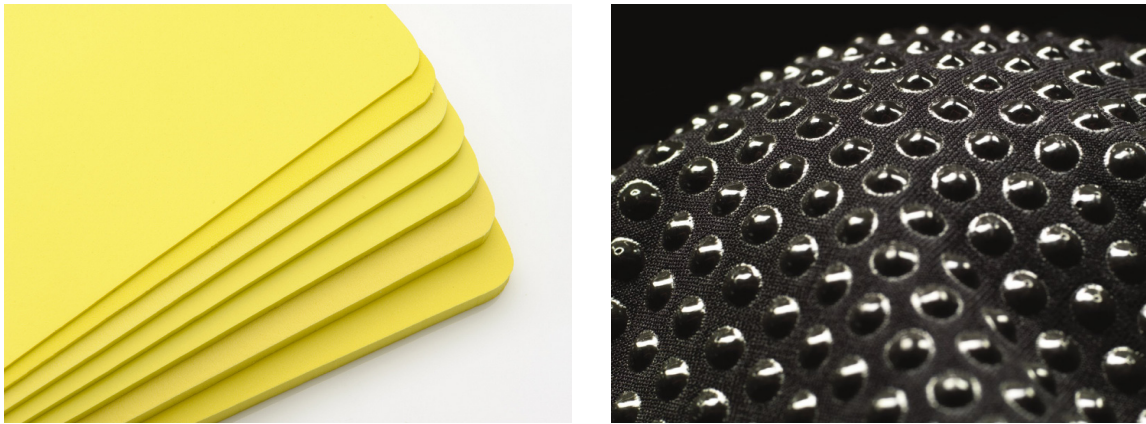


Figura 81: Fogli di diverso spessore di Poron Xrd (a sinistra) e tessuto ricoperto con la tecnologia Ceraspace (a destra)

La selezione del materiale per l'assorbimento delle forze derivanti dagli impatti ricopre un ruolo fondamentale. Sul mercato sono presenti molte tipologie di materiali flessibili, monomaterici o compositi, che vantano capacità di assorbimento degli urti, più o meno buone. Nel corso dell'ultimo decennio le tecnologie "flessibili" di assorbimento degli impatti hanno visto un notevole sviluppo, e i prodotti realizzati con esse hanno conquistato una importante fetta del mercato delle protezioni motociclistiche. Gli esempi sono molteplici. Quello che ha sicuramente destato maggiore scalpore è D3o, un materiale polimerico elastomerico flessibile che si presentava come una massa di materiale molle e malleabile capace però di diventare quasi inscalfibile, se colpito con forza. L'affascinante promessa di questo materiale è stata un pò disillusa dalle sperimentazioni e dall'esperienza. D3o non è stato infatti in grado di rivoluzionare il mercato come sembrava dovesse avvenire. Ad esso va però riconosciuto il merito di aver dato il via alla sperimentazione di materiali flessibili per la protezione individuale. Da queste sperimentazioni sono scaturite innumerevoli soluzioni materiche differenti da impiegare nella produzione di accessori ad uso motociclistico in grado di proteggere il corpo del pilota in caso di incidente. I materiali polimerici che sicuramente la fanno da padrone nel settore sono gli espansi. I prodotti, ed in particolare i paraschiena, proposti dalle case produttrici realizzati con espansi sono molteplici. Essi si differenziano in due macro categorie. I protettori flessibili monomaterici e quelli compositi. Questi ultimi spesso sono realizzati con schiume polimeriche caratterizzate da differenti densità. Il loro uso congiunto migliora le caratteristiche di assorbimento degli impatti che i materiali impiegati farebbero riscontrare se utilizzati da soli. È il caso del protettore ProL2 K di Forcefield che, ad un componente principale realizzato in Nitrex (un polimero flessibile della famiglia dei PVC), unisce uno strato in kevlar flessibile per aumentare le performances. I protettori flessibili in materiali compositi presentano solitamente capacità di assorbimento degli impatti migliori rispetto a quelli monomaterici. Il giusto accoppiamento e compromesso è però difficile da trovare. Esso è possibile solamente se è possibile effettuare molteplici test su altrettante differenti configurazioni materiche. A causa della difficoltà, espressa in termini di costi e strutture

a disposizione, di effettuare tali test nel corso della stesura del presente elaborato, è stato deciso di rivolgere lo sguardo verso i materiali, in grado di garantire livelli di assorbimento degli impatti conformi a quelli richiesti dalla normativa europea EN1621-2, di cui sono costituiti i protettori flessibili monomaterici presenti sul mercato. Sin dalla prima analisi ciò che risulta evidente è che la quasi totalità di questi prodotti viene realizzata con un materiale polimerico preciso, il poliuretano espanso ad alta densità. È infatti questo il caso dei protettori di Clover, con il Back-Pro 4, di Held, con il modello, Circuit, di Soul Race, con il Firewall ed il MF Bender ma soprattutto di SAS-Tec produttrice dei più performanti protettori flessibili in poliuretano. Le specifiche dei diversi tipi di poliuretano utilizzati dalle varie case produttrici sono uno dei segreti meglio celati dai produttori stessi. Nel caso di SAS-Tec, il materiale viene prima del prodotto. L'azienda tedesca infatti non produce solamente il paraschiena, ma genera internamente anche il materiale polimerico con cui vengono realizzati. La ricerca del materiale idoneo da utilizzare è stata quindi incentrata nel settore dei poliuretani espansi ad alta densità.

La scelta del materiale migliore per l'impiego nel progetto del paraschiena è infine ricaduta sul Poron Xrd, prodotto dall'americana Rogers Corporation. Le motivazioni che hanno portato a questa scelta sono molteplici.

Il Poron Xrd, insieme a poliuretani espansi utilizzati dalle case produttrici precedentemente citate, è l'unico materiale di questa famiglia ad aver dimostrato di avere prestazioni in grado di soddisfare i requisiti imposti dalla normativa europea. Il suo utilizzo nel campo delle protezioni motociclistiche per la schiena, è inoltre ancora acerbo; l'unico tentativo fin'ora registrato appartiene alla stessa azienda produttrice con il prodotto B-Guard. Questo prodotto non può nemmeno essere definito un protettore ad uso motociclistico poiché non rispetta le dimensioni richieste dalla normativa. Sebbene abbia una lunghezza sufficiente, non ha uno sviluppo in larghezza tale da permettergli di rispettare la normativa. I test di impatto effettuati su di esso, hanno però dato risultati soddisfacenti. A fronte infatti di uno spessore contenuto in 12,7 mm, B-Guard ha fatto registrare dei livelli di energia trasmessi, in grado di accreditarlo come protettore di Livello 1.

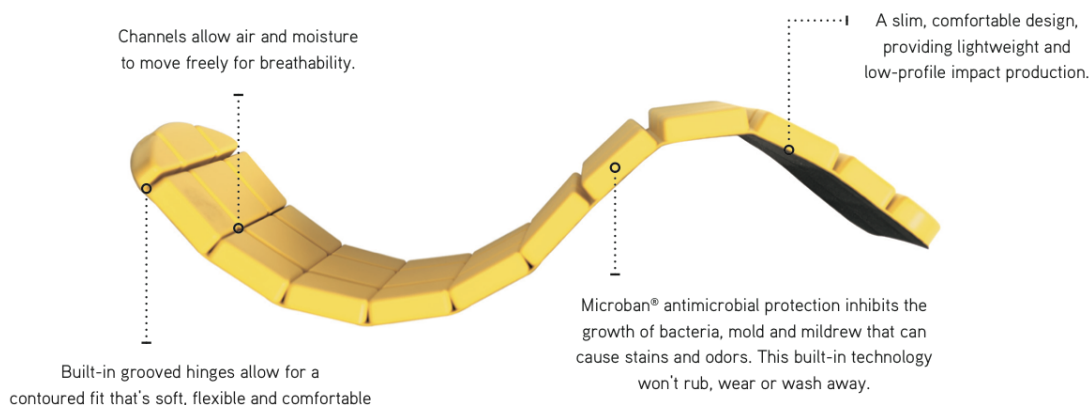


Figura 82: Rogers B-Guard

Questi risultati permettono quindi di sviluppare in questo elaborato un progetto che, a fronte di uno spessore minimo di 12,7 mm, garantisca un livello di protezione sufficiente alla sua omologazione, e quindi ad una sua traduzione in realtà industriale. Altre peculiarità di questo materiale che hanno contribuito a selezionarlo per il progetto sono: la sua densità, che può essere decisa in base all'applicazione di destinazione, e che nel caso preso in esame sarà la medesima di quella che caratterizza B-Guard (240g/dm^3), e la possibilità di additivare il materiale con un anti-batterico (denominato Microban®), senza influire sulle caratteristiche di assorbimento dell'impatto. Mentre la prima caratteristica assicura la leggerezza del manufatto finale, la seconda è di rilevante importanza per il settore applicativo a cui ci si rivolge. I protettori utilizzati dai motociclisti infatti sono sempre a contatto con il corpo di chi li utilizza, e poter garantire un livello di igiene, e quindi di comfort percepito, elevato, accresce notevolmente il valore del prodotto e la sua validità come proposta alternativa ai protettori presenti sul mercato. Definito il materiale da impiegare, l'attenzione si è spostata sulla forma con cui caratterizzare il paraschiena. La geometria dell'elemento principale è stata studiata per garantire il rispetto della normativa. La sua caratteristica peculiare è però quella di essere caratterizzato da una texture che ne garantisce la massima adattabilità alle complesse forme del corpo umano. Ancora una volta l'ispirazione deriva dal mondo dei materiali. Il pattern che vediamo nell'immagine sottostante infatti è uno dei possibili schemi geometrici definiti "Auxetici".

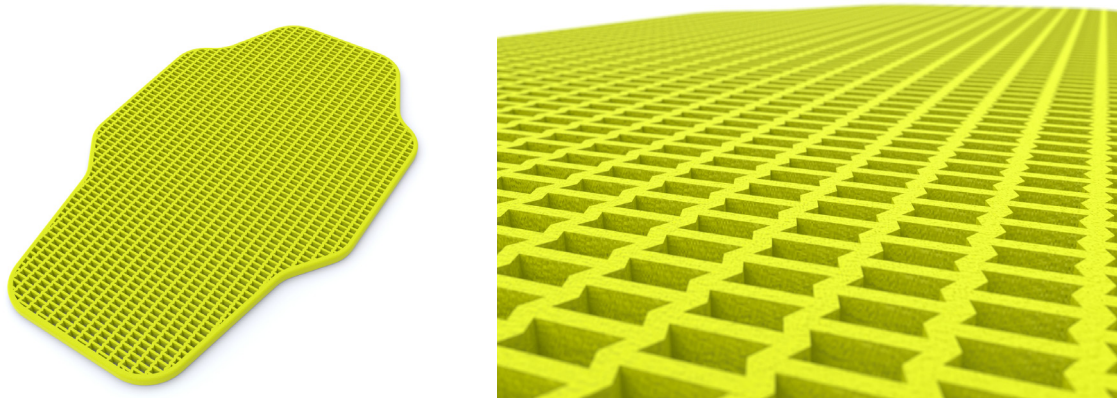


Figura 83: Geometrie del protettore e pattern Auxetico

Il termine "auxetico" è stato coniato da Ken Evans dell'Università di Exeter in Gran Bretagna. Esso deriva dalla parola greca "auxetos" che significa "che può aumentare in dimensione".²¹ Suddividendo i materiali in due categorie principali, strutturali o funzionali, i materiali auxetici si collocano nella seconda categoria. Essi infatti sono in grado di individuare o rispondere a eventi o stimoli ai quali vengono sottoposti nel corso del loro ciclo di vita. I materiali auxetici difatti presentano una peculiare caratteristica: se posti a trazione longitudinalmente, diventano più spessi invece che maggiormente sottili.

21 Grima J. N. (2009), *Auxetic materials*, AccessScience, ©McGraw-Hill Companies [18]

Insieme a questa caratteristica unica, i materiali auxetici presentano caratteristiche meccaniche superiori rispetto a quelle di altri materiali. Il comportamento auxetico dipende da un parametro che caratterizza tutti i materiali, il Rapporto di Poisson. Questa proprietà descrive la misura in cui un materiale si contrae quando viene traziionato in una singola direzione. In altre parole esso determina come lo spessore del materiale cambia quando viene sottoposto a trazione. La differenza di comportamento di un materiale tradizionale e di uno auxetico sono esplicitati nella figura sottostante.

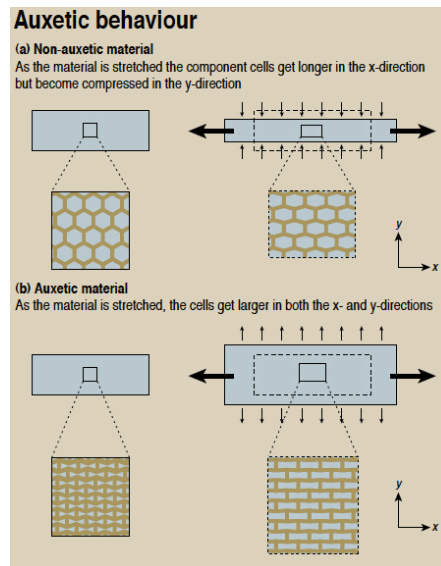


Figura 84: Confronto tra il comportamento a trazione di un materiale tradizionale e uno auxetico
Alderson A. (1999), *A triumph of lateral thought*, Chemistry & Industry, pp. 384-391 [5]

È esperienza comune che, quando un elastico viene allungato, esso si assottiglia nella zona di maggiore trazione, questo comportamento dà al materiale elastomerico di cui è composto un Rapporto di Poisson positivo. La maggior parte dei materiali solidi infatti ha un rapporto di Poisson compreso tra i valori 0,2 e 0,4. Questo parametro è determinato dalla struttura interna del materiale. Per meglio comprendere questa importante caratteristica verrà ora fatto un esempio riferendosi alla figura 83. Consideriamo una struttura alveolare costituita da esagoni che possono deformarsi facendo perno sulle “cerniere” che condividono tra di loro. Per la geometria esagonale convenzionale, quando il materiale è posto a trazione, le celle diventano più lunghe lungo l’asse indicato dalla direzione Y e più sottili lungo l’asse X, dando così al materiale un valore positivo del Rapporto di Poisson. Modificando la struttura alveolare mantenendo lo stesso numero di lati, ma facendole assumere una geometria a “papillon”, porta il pattern, una volta traziionato, a diventare più lungo in tutte e due le direzioni X e Y, dando così al materiale un Rapporto di Poisson negativo, e rendendolo quindi Auxetico.²²

22 Alderson A. (1999), *A triumph of lateral thought*, Chemistry & Industry [5]

Molto importante è la considerazione che la proprietà auxetica non dipende dalla scala. Le deformazioni appena descritte possono verificarsi infatti a livello macro, micro ed anche molecolare. Ciò significa principalmente che non vanno considerati solamente materiali auxetici, ma anche strutture auxetiche.

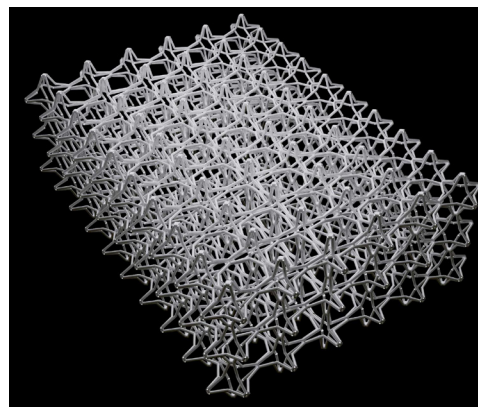


Figura 85: Materiale auxetico (a sinistra) e una struttura auxetica (a destra)

Tra le varie strutture auxetiche che sono state scoperte nel corso degli studi in questo campo, le più importanti sono: strutture rientranti 2D e 3D, strutture chirali, unità rigide e semi-rigide rotanti, compositi con layer disposti secondo angoli positivi e negativi dello stesso valore e strutture polimeriche microporose. Le strutture 2D possono essere di vario tipo; nella figura sottostante troviamo alcuni dei più noti esempi: a esagoni rientranti, a doppia punta di freccia, cellulare a stella e a gruppi di esagoni rientranti.

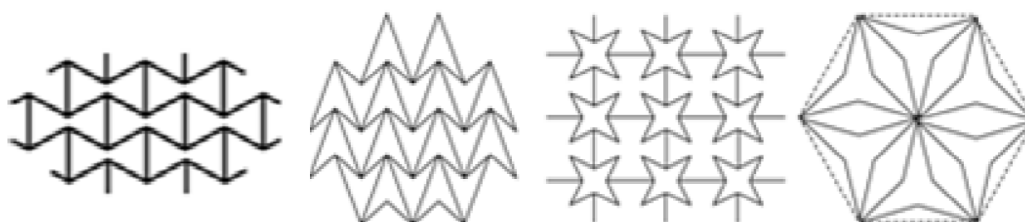


Figura 86: Strutture 2D auxetiche

Liu Q. (2006), Literature review: materials with negative poisson's ratios and potential applications to aerospace and defence, Australian Government, Defence science and technology organisation [22]

Le strutture chirali, sono un altro tipo di configurazione che è stata generata per lo sviluppo di elementi alveolari. Come mostrato nella Figura 86, in questo tipo di struttura, degli elementi chirali di base sono formati connettendo dei segmenti rettilinei ad un elemento geometrico centrale, che può essere circolare o di altra geometria. La struttura chirale è poi formata connettendo questi elementi primari tra di loro. Il comportamento auxetico è ottenuto dall'avvolgimento o dallo svolgimento dei segmenti rettilinei attorno al nodo centrale in risposta d una forza applicata.

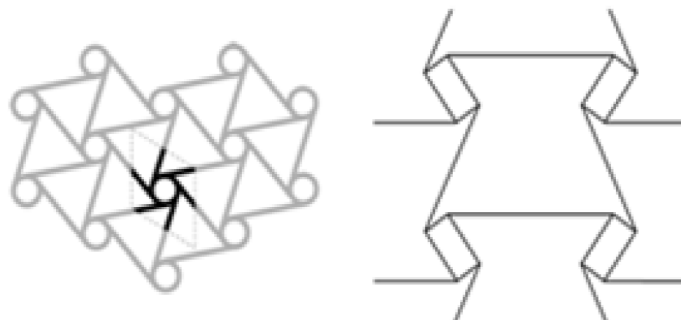


Figura 87: Strutture chirali auxetiche

Liu Y., Hu H. (2010), A review on auxetic structures and polymeric materials, Scientific research and essays, vol.5 N°10, pp.1052-1063 [23]

Altra configurazione degna di nota è quella ottenuta da elementi geometrici in grado di ruotare attorno agli elementi che li congiungono l'uno all'altro. Questo tipo di strutture sono state sviluppate per l'introduzione del comportamento auxetico nelle schiume e nelle nanostrutture polimeriche congiungendo i triangoli, quadrati, rettangoli o tetraedri rigidi solamente su vertici selezionati. La figura 87 mostra quando appena descritto.

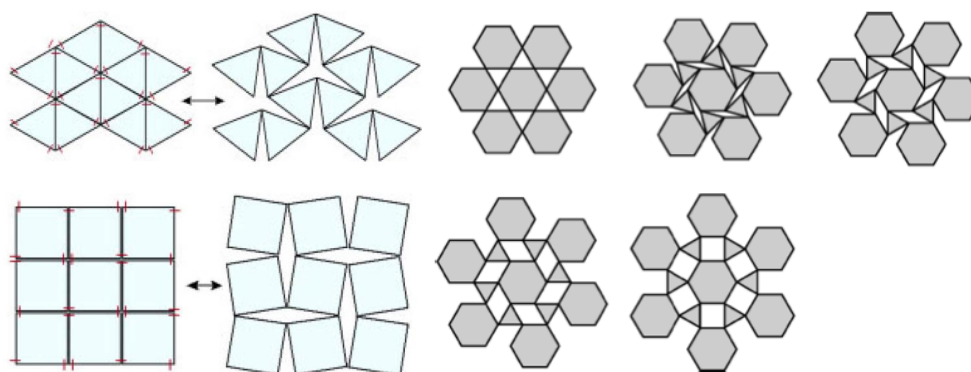


Figura 88: Strutture auxetiche planari a rotazione

Liu Y., Hu H. (2010), A review on auxetic structures and polymeric materials, Scientific research and essays, vol.5 N°10, pp.1052-1063 [23]

Trasferendo le strutture auxetiche in tre dimensioni si vengono a generare dei network rientranti schematizzati dall'immagine della figura sottostante. Nella successiva troviamo invece un'immagine al microscopio, che permette di confrontare la struttura interna di una schiuma poliuretanic tradizionale, a sinistra, e quella di una auxetica sulla destra.

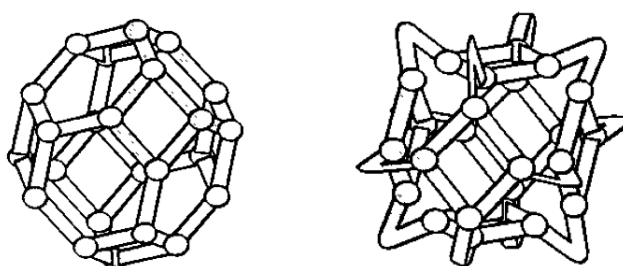


Figura 89: Confronto tra una struttura 3D tradizionale (a sin) e quella rientrante auxetica (a destra)

Liu Q. (2006), Literature review: materials with negative poisson's ratios and potential applications to aerospace and defence, Australian Government, Defence science and technology organisation [22]

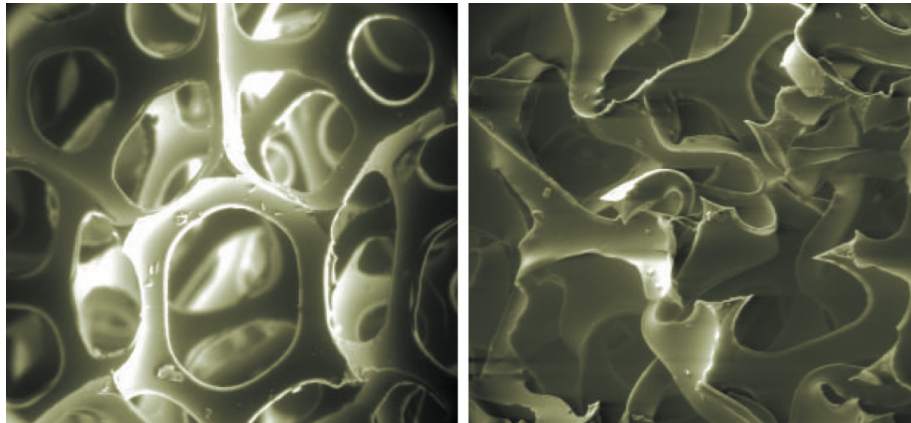


Figura 90: Immagine al microscopio del reticolo interno di una espanso microcellulare tradizionale (a sinistra) e di uno auxetico (a destra)

Liu Q. (2006), Literature review: materials with negative poisson's ratios and potential applications to aerospace and defence, Australian Government, Defence science and technology organisation [22]

Il rapporto di Poisson negativo conferisce ai materiali auxetici una serie di altre importanti caratteristiche; essi presentano infatti un modulo di taglio (Shear Modulus) incrementato, una buona resistenza a frattura e al taglio. I materiali auxetici presentano un altro caratteristico comportamento quando vengono piegati. Ad esempio, quando un foglio di un qualsiasi materiale viene piegato verso il basso, la superficie superiore è inevitabilmente, anche se minimamente, posta a trazione. Un materiale tradizionale risponde a questa deformazione cercando di contrarsi nella direzione perpendicolare a quella di piega, così che i bordi liberi tendono a ripiegarsi verso l'alto, creando una geometria che viene definita a "sella". Questa particolare deformazione assunta dal foglio viene chiamata "curvatura anticlastica", come visibile nell'immagini di sinistra della Figura 85. In un materiale auxetico invece, la risposta alla deformazione iniziale è un ripiegamento verso il basso dei lati liberi ovvero, nella stessa direzione della forza di piegatura. Si forma così una geometria convessa (detta anche "a duomo"), questa tipologia di curvatura viene anche chiamata "sinclastica".

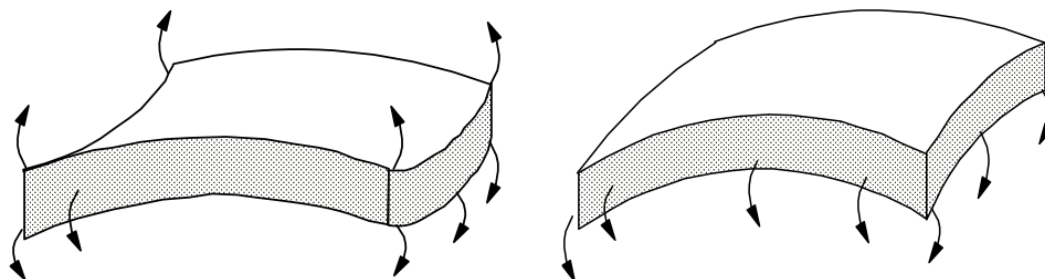


Figura 91: Curvatura "anticlastica" di un materiale tradizionale (sinistra) e quella "sinclastica" di un materiale auxetico (destra)

Liu Y., Hu H. (2010), A review on auxetic structures and polymeric materials, Scientific research and essays, vol.5 N°10, pp.1052-1063 [23]

Questa particolare proprietà permette al materiale, o alla struttura auxetica, di assumere una doppia curvatura che, nel campo applicativo di questo elaborato, si traduce in una capacità di copiare con più facilità e versatilità le complesse curve del corpo umano. La parte superiore della schiena è un primo esempio di zona a doppia curvatura, infatti, mentre la cifosi toracica si sviluppa longitudinalmente, la superficie della schiena forma anche un arco che va da una spalla all'altra. Nell'immagine sottostante è possibile apprezzare la grande capacità, di una struttura auxetica, di copiare le complesse curvature caratteristiche del corpo umano, in quella successiva di generare geometrie curve complesse partendo da un modulo di base planare.



Figura 92: Doppia curvatura assunta da una struttura auxetica



Figura 93: Geometria tridimensionale curva ottenuta da un foglio di materiale semi-rigido

Se lo studio dei materiali auxetici per la realizzazione del componente principale del prodotto è tesa alla realizzazione di un pezzo che possa garantire al contempo sicurezza ed elevato comfort, la tecnologia impiegata per il secondo componente mira a massimizzare la protezione dall'abrasione. Ceraspace infatti è un nuovo tessuto sviluppato per la resistenza all'abrasione e al forte calore generato dalla stessa. Esso è costituito da un tradizionale tessuto tecnico accoppiato ad un rivestimento 3D costituito da particelle ceramiche ancorate ad una matrice polimerica. Questa particolare combinazione di materiali conferisce all'assieme proprietà di resistenza allo sfregamento ben superiori a quelle della pelle bovina e di canguro finora ritenuti i migliori materiali utilizzabili a tale scopo. Per dimostrare le caratteristiche del materiale è stato effettuato un test per simulare uno sfregamento contro l'asfalto a 120 km/h. Come è possibile vedere nella Figura 93, un campione di pelle bovina ha resistito alla prova, ma si è allungato e rovinato irreparabilmente. nel campione di Ceraspace i danni sono minimi e il materiale è ancora utilizzabile.



Figura 94: Test di abrasione effettuati su un campione di pelle bovina di spessore 1,5mm e su un campione di tessuto Ceraspace

Visti i risultati nei test di impatto e le considerazioni del paragrafo precedente, è stato quindi deciso di sviluppare l'ultimo concept proposto.

In esso risiedono potenzialità e punti di forza che vengono ora riassunti:

- indagine materica e formale di notevole interesse
- innovazione strutturale del paraschiena
- estrema adattabilità ergonomica del protettore
- leggerezza
- semplicità costruttiva, produttiva e di utilizzo

- affidabilità
- possibilità di riutilizzo immediato dopo un impatto
- traspirabilità
- possibilità di rimozione e stoccaggio data dalla flessibilità del materiale e della struttura
- protezione all'abrasione non presente nei protettori flessibili attuali.

8. IL PROGETTO, “TRIO”

La definizione del prodotto è stata raggiunta tramite un percorso progettuale che verrà analizzato in queste pagine. L’attenzione è stata focalizzata su tutti quegli aspetti necessari a conferire al prodotto finale le caratteristiche esplicitate nel brief progettuale. Al termine del percorso progettuale verrà infine presentato il concept di prodotto definitivo: il paraschiena flessibile integrato “Trio”.

8.1 Il percorso progettuale

La geometria

Il primo e cruciale aspetto che è stato affrontato è quello relativo alla geometria generale del paraschiena. Essa deve in primo luogo rispettare la zona di protezione imposta dalla normativa di riferimento, e deve poi estendere le sue caratteristiche considerando l’ergonomia del corpo umano. La prima soluzione proposta è caratterizzata da una geometria derivata quasi esclusivamente dalla “croce” di protezione indicata dalla normativa.

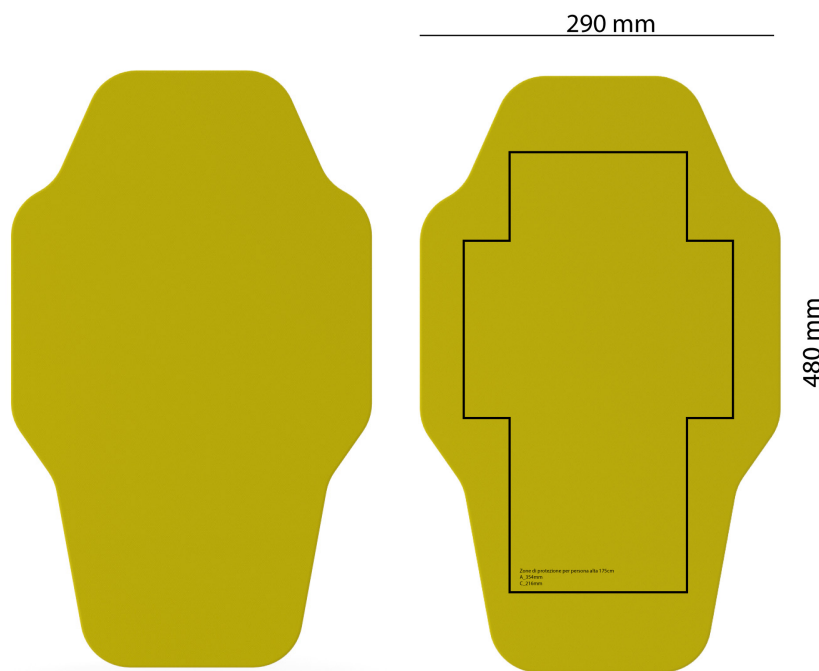


Figura 95: *Render e dimensioni della prima sagoma proposta per il paraschiena*

Le dimensioni di massima della protezione derivano direttamente da quelle del prototipo di area massima utilizzabile ipotizzato in precedenza. La sagoma ha infatti un’altezza di 480mm e una larghezza di 290mm. Il confronto con la croce della normativa evidenzia il notevole divario dimensionale tra le due geometrie. Nonostante l’ampia area di protezione offerta, un confronto con la forma della schiena ha però messo in discussione tale geometria.



Figura 96: Confronto delle geometrie del paraschiena proposto con quelle umane

Come è possibile infatti vedere nella Figura 95 la sagoma occupa una notevole area della schiena. Un paraschiena così dimensionato risulterebbe troppo ingombrante e potrebbe essere causa di fastidiosi impedimenti durante la guida. La geometria derivata direttamente dalla “croce” della normativa, non permette inoltre di proteggere efficacemente o completamente alcune zone del corpo. È il caso delle scapole che rimarrebbero così coperte solo in parte.

Per queste ragioni si è deciso di riconsiderare completamente la geometria del protettore per poter avere un prodotto più compatto ed ergonomico. Ad alcuni schizzi abbozzati prendendo come riferimento l’area della normativa, è seguita una progettazione della forma che avesse come punto di riferimento la morfologia della schiena.

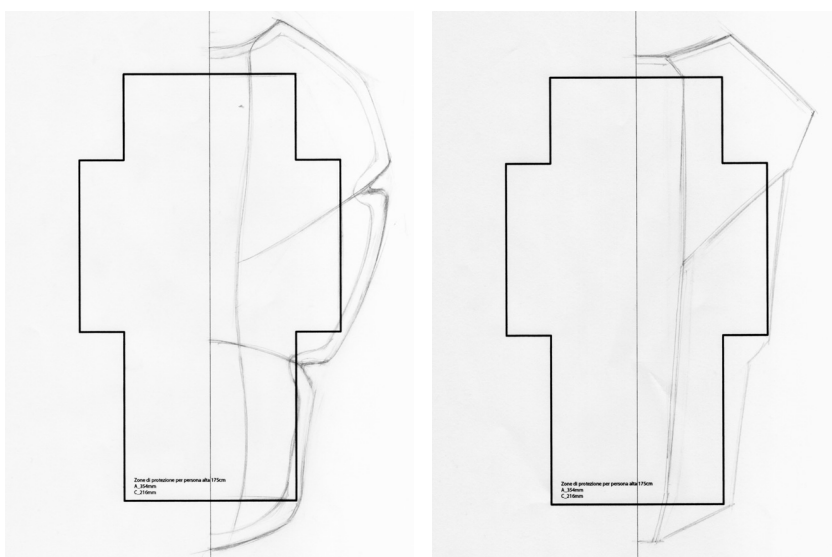


Figura 97: Sketch generati partendo dall’area minima di protezione

Oltre alla forma generale è stato considerato anche lo spessore delle diverse zone del protettore. Il materiale selezionato permette infatti, come dichiarato dall'azienda produttrice, di avere una protezione di Livello 1 con spessori di 12.7mm. Oltre allo spessore del protettore, anche quello delle pareti del pattern auxetico saranno analizzate e proposte in diverse configurazioni, mentre alla definizione della geometria di quest'ultimo verrà dedicato il terzo sottoparagrafo di questo capitolo. Nell'immagine sottostante troviamo l'evoluzione della geometria proposta nello sketch di destra presentato in Figura 96.

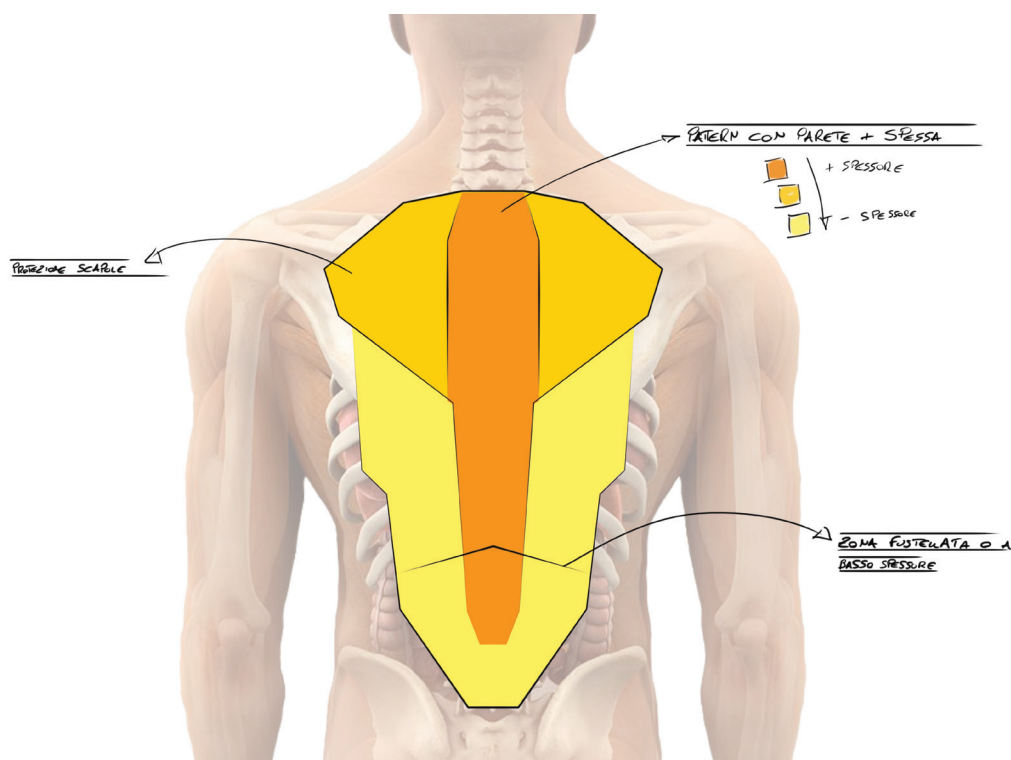


Figura 98: Prima proposta di geometria del protettore studiata per proteggere la colonna vertebrale e le scapole

In questo concept vengono introdotte delle caratteristiche e soluzioni che saranno poi presenti nel prodotto finale. L'area del protettore è pensata per essere caratterizzata da una geometria a "cuneo" che permetta di proteggere sia la colonna vertebrale, in quasi tutta la sua lunghezza, sia le scapole nella zona superiore. Vengono inoltre introdotti dei punti di piega, fustellati o a spessore ridotto, che permettono al paraschiena di aumentare le proprie capacità copiative della forma e dei movimenti del corpo. I tre colori distinguono invece tre spessori di parete per il pattern auxetico che si intende utilizzare. È stato infatti ipotizzato di utilizzare uno spessore di parete maggiore laddove la richiesta in termini di protezione fosse più alta, quindi nella zona centrale. Sulle scapole, e sulle zone laterali e lombari, si cercherà invece di ottimizzare, diminuendolo, lo spessore di parete, per poter trovare il miglior compromesso tra protezione, traspirabilità e flessibilità.

Ad una prima analisi la nuova geometria risulta notevolmente migliorata rispetto alla precedente proposta. La zona delle scapole è però ancora poco estesa e le geometrie

squadrate poco si addicono ad una protezione veramente in grado di seguire il corpo del motociclista. Per tale motivo l'indagine formale è proseguita con ulteriori tentativi fino alla definizione della geometria finale.

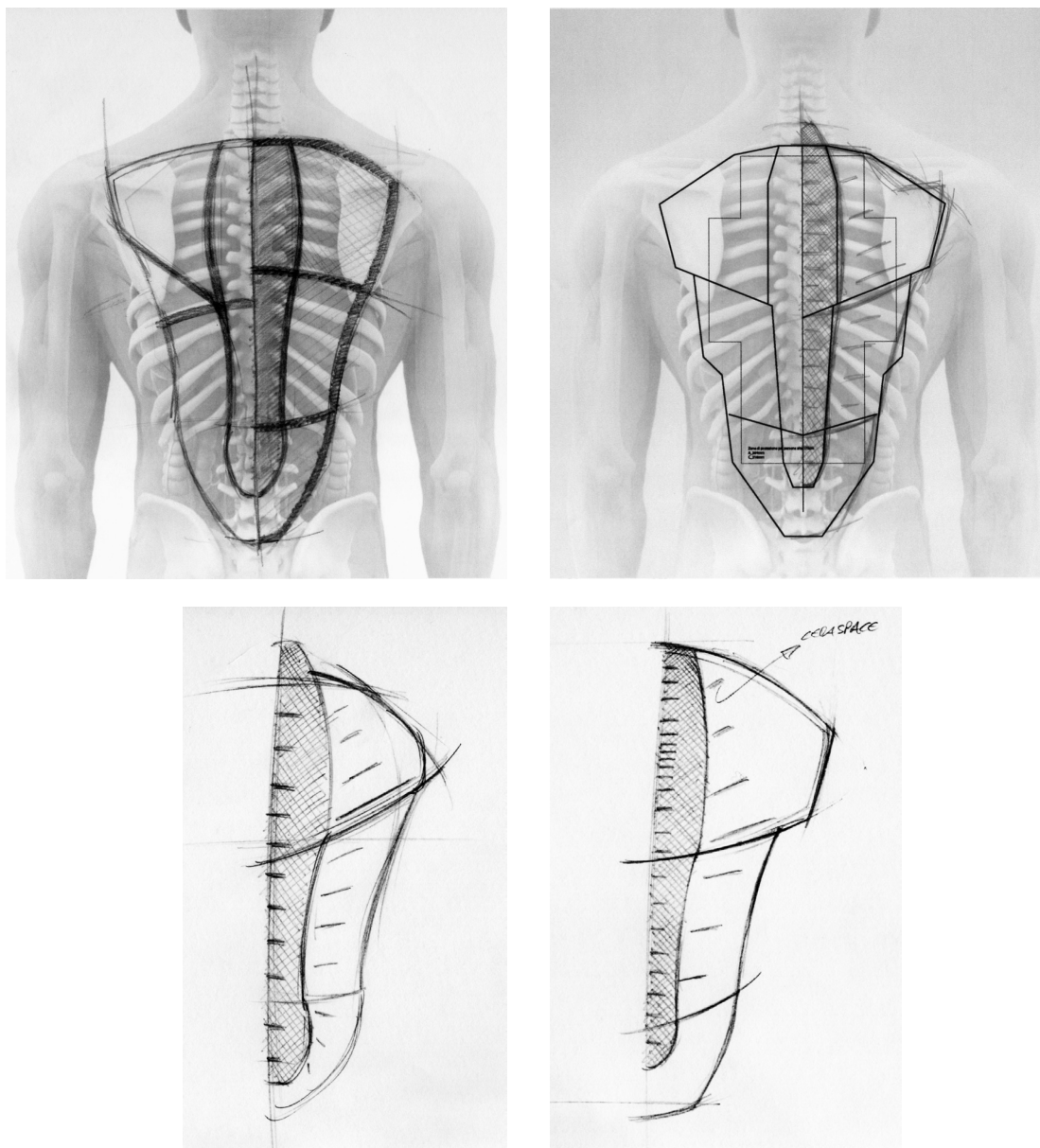


Figura 99: Evoluzione delle geometrie del paraschiena

La geometria finale, presentata in Figura 99, è caratterizzata da un andamento maggiormente lineare ed armonico, da una sezione superiore allargata in grado di coprire efficacemente la parte alta della colonna vertebrale ma anche le scapole, ed una sezione finale dal profilo più ampio in grado quindi di garantire maggiore protezione alla zona lombare. Alla zona a flessione facilitata in zona lombare è stata poi affiancata anche una curva di piegatura nella parte superiore del protettore, mentre gli spessori di parete del pattern auxetico sono stati diminuiti a due.

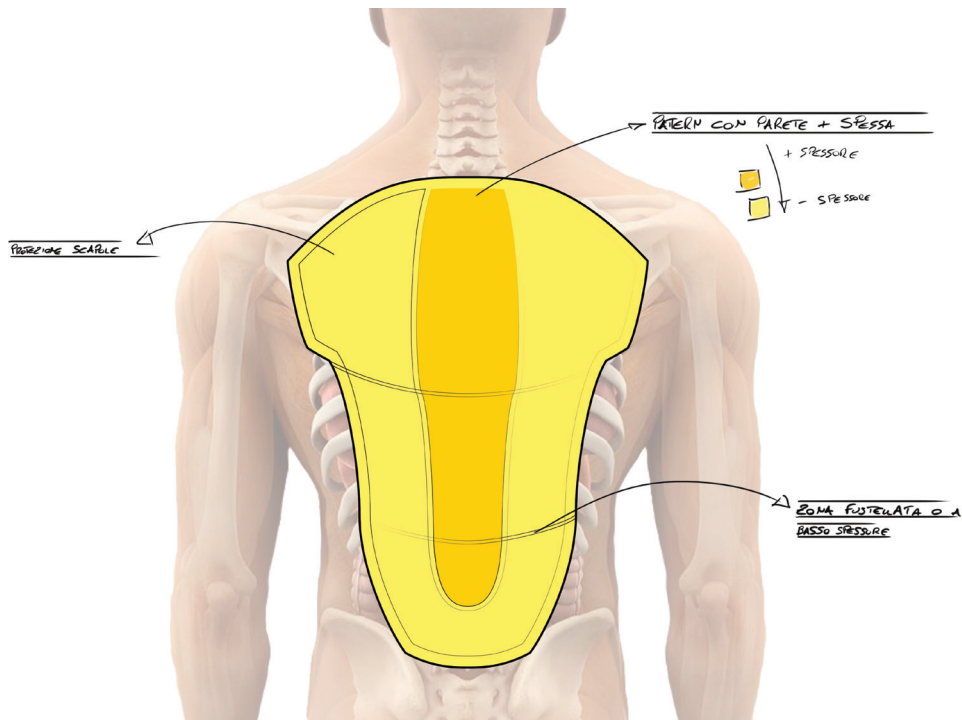


Figura 100: Proposta finale di geometria generale del protettore flessibile

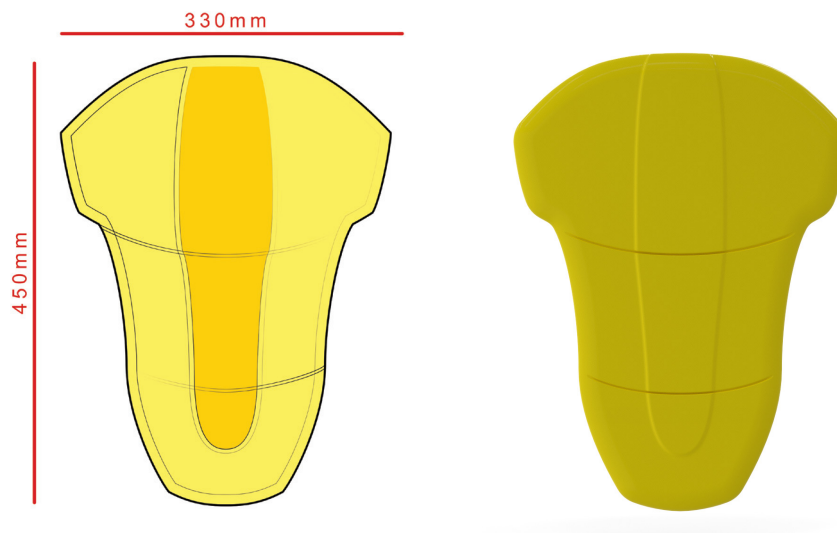


Figura 101: Dimensioni della geometria definitiva del paraschiena

Oltre che da un punto di vista formale il paraschiena è stato modificato anche nelle dimensioni. La soluzione adottata nel concept definitivo ha un'altezza di 450mm ed una larghezza di 330mm. Un'altra modifica è stata poi fatta sugli spessori del protettore. In un primo tempo era stato ipotizzato uno spessore omogeneo di 13 mm su tutta l'area del paraschiena. La soluzione finale prevede invece due spessori differenziati, ricavabili direttamente dal processo di stampaggio del pezzo. Nella Figura 99 infatti, la zona gialla rappresenta quella a spessore 13 mm (in grado di garantire una protezione di Livello 1), mentre nella zona arancione questo parametro è stato aumentato a 15 mm. Tale decisione è stata presa per garantire maggiore protezione alla zona più delicata, quella della colonna vertebrale.

Langer lines & Ceraspace

Come appena detto, la porzione centrale della schiena è quella che necessita maggiore protezione. Ciò dipende dal fatto che in questa zona si trova la colonna vertebrale, l'organo più delicato della schiena, ma anche perchè, in caso di impatto, la schiena tende ad incurvarsi esponendo maggiormente proprio questa porzione del corpo. Per tale motivo oltre ad inspessire il materiale per l'assorbimento delle forze derivanti dall'impatto, è stato deciso di dotare questa zona di una protezione anche dalle abrasioni che si possono verificare in caso di caduta. Oltre che per i motivi appena elencati, questo accorgimento progettuale, garantisce una maggiore durabilità del prodotto, in quanto la zona del protettore che più facilmente può venire a contatto con l'asfalto in caso di caduta, viene dotata di una sorta di "scudo" che le permette di subire meno danni.

Per proteggere dalle abrasioni è stato deciso di utilizzare la tecnologia Ceraspace introdotta nel capitolo precedente. Ceraspace è un tessuto, prodotto dalla svizzera Schoeller, sul quale vengono depositate delle gocce di materiale antiabrasivo. Queste gocce sono costituite da una matrice polimerica epossidica nella quale vengono disperse microparticelle ceramiche. Questa configurazione conferisce un'ottima resistenza all'abrasione e durabilità al pattern 3D depositato sul tessuto.

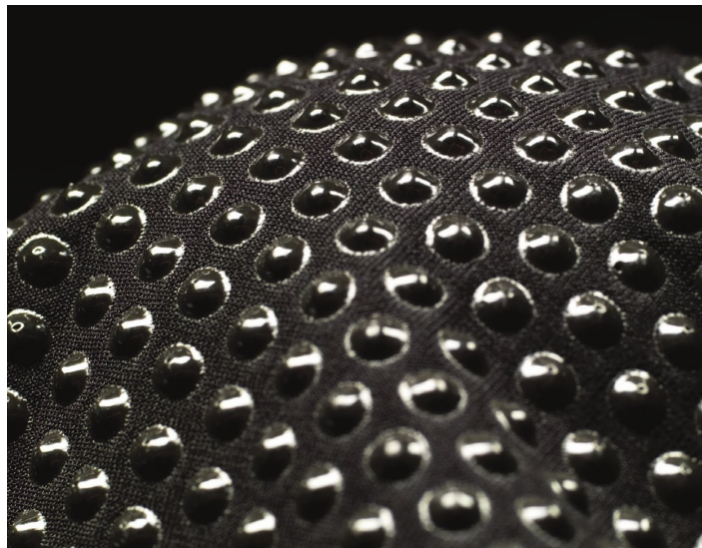


Figura 102: Tessuto ricoperto dal pattern 3D caratteristico della tecnologia Ceraspace

Schoeller ha utilizzato questa tecnologia per rinforzare e rendere maggiormente prestanti i suoi prodotti, cioè dei tessuti. Ceraspace però si presta ad una svariata serie di differenti impieghi e soprattutto, può svolgere il suo compito anche su differenti materiali. Il processo di deposizione dell'insieme matrice-carica è assimilabile al processo di stampa per getto di inchiostro. Una serie di ugelli riscaldati collegati ad un computer, possono depositare il materiale su una qualsiasi superficie piana posta al di sotto di essi. Il processo avviene a 120°C quindi è fondamentale che il materiale scelto per il substrato possa resistere a tali temperature, permettendo così al materiale di solidificarsi ed aggrapparsi

alla sua superficie. Il materiale selezionato come substrato, il Poron Xrd, fa parte della famiglia dei poliuretani espansi ad alta densità. Questo polimero termoindurente presenta delle caratteristiche che lo rendono un ottimo substrato per la deposizione di Ceraspace. Poron Xrd infatti è in grado di sopportare temperature di esercizio fino a 105°C, mentre per periodi di tempo limitati può tranquillamente essere sottoposto a temperature di 150°C o superiori senza che si verifichino danneggiamenti irreparabili della struttura polimerica. Al di sopra dei 200°C-225°C il materiale, come quasi tutti i poliuretani espansi termoindurenti non addittivati, inizia a carbonizzare e di conseguenza a perdere tutte le sue caratteristiche fisiche e meccaniche rendendo così il materiale inservibile.

Ceraspace, al contrario di Poron Xrd, è un materiale rigido una volta raffreddato. Per l'ottenimento della flessibilità desiderata del protettore, questa sua caratteristica è in netto contrasto con quanto necessario. Per tale motivo lo schema di deposizione del materiale assume grande importanza. Gli ugelli che depositano il materiale sono comandati da un computer, questo permette di poter generare una matrice di deposizione con geometria libera, e quindi non solo costituita da punti in successione. Il tradizionale pattern di Ceraspace non è stato ritenuto idoneo per il progetto del protettore in quanto il suo aspetto avrebbe reso un'immagine eccessivamente carica e tecnica del paraschiena stesso, andando così in netto contrasto con le esigenze dell'utenza di riferimento.

Per generare uno schema di deposizione del materiale che risulti efficace, che non vanifichi la flessibilità della protezione e che abbia anche una valenza estetica in linea con i bisogni degli utenti, è stato deciso di utilizzare le geometrie derivate dalle Langer Lines. Le Langer Lines sono delle linee tracciate sulla mappa del corpo umano. Esse identificano sulla superficie epiteliale, le zone con maggior concentrazione di collagene che, in caso di movimento del corpo umano, non modificano la propria estensione. Si tratta quindi di zone della pelle a estensibilità limitata, che costituiscono il fulcro per il movimento delle zone attigue.



Figura 103: Langer Lines della parte posteriore del corpo

Lo studio sulla geometria di deposizione di Ceraspace è stato quindi portato avanti adattando le geometrie delle Langer Lines alla dimensione del soggetto base considerato, un uomo di statura media, e a quelle del paraschiena.

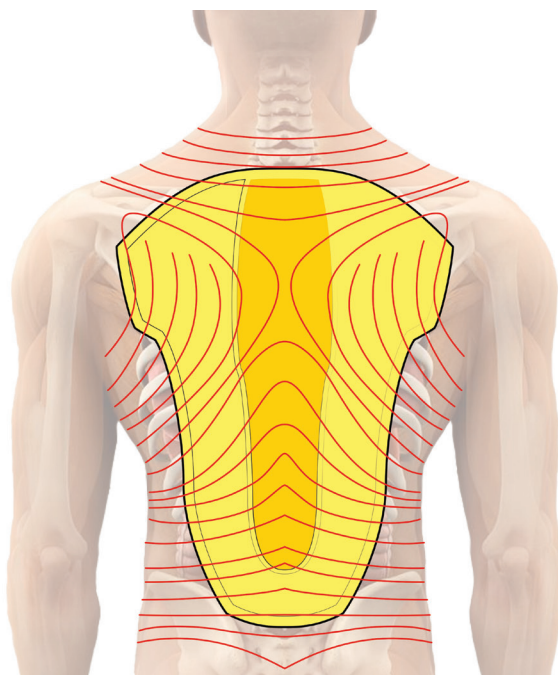


Figura 104: Studio della distribuzione delle Langer Lines sull'utente e sul paraschiena

Dallo studio effettuato sono state ricavate le geometrie di deposizione di Ceraspace, ma anche delle nuove zone di piegatura a basso spessore. Se prima esse infatti erano semplici archi che attraversavano il protettore trasversalmente, ora sono state disegnate per seguire le Langer Lines e permettere una flessione del protettore maggiormente in armonia con i movimenti del corpo. Nell'immagine sottostante è possibile vedere le nuove zone di piega.



Figura 105: Vista frontale del protettore con zone di piega conformate secondo le Langer Lines

Nella prossima immagine è invece possibile osservare la distribuzione definitiva di Ceraspace. È bene sottolineare che la disposizione a segmenti di questo materiale non è casuale; essa infatti è stata realizzata per permettere di conservare un'ottima flessibilità longitudinale del protettore. I segmenti pertanto sono caratterizzati da uno sviluppo verticale massimo di 25mm; tale quota è stata ritenuta limite per permettere al protettore di mantenere la flessibilità desiderata, escludendo però la possibilità di strappi del poliuretano dovuti alla diversa risposta alle flessioni del Poron Xrd, materiale flessibile, e di Ceraspace, materiale rigido.

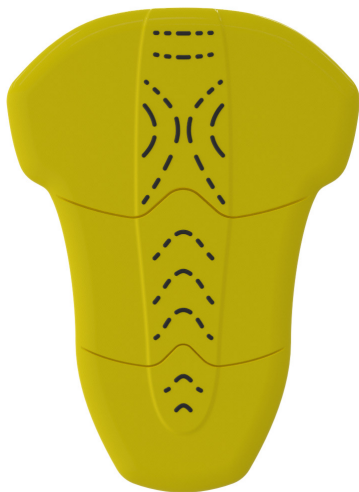


Figura 106: Immagine della componente poliuretanicca insieme ai segmenti in Ceraspace

Un ultimo accorgimento progettuale, dettato sempre dalla volontà di far coesistere due materiali con caratteristiche dinamiche totalmente differenti, garantendo al contempo un'inalterata capacità di flessione del protettore, sono le scanalature ricavate nella zona posteriore del paraschiena. Esse sono disposte come offset della geometria del Ceraspace posizionato sul lato opposto, per permettere di “isolare” maggiormente la zona dove viene depositato il materiale antiabrasivo dal resto del materiale poliuretanicco e garantire la massima flessibilità del protettore.

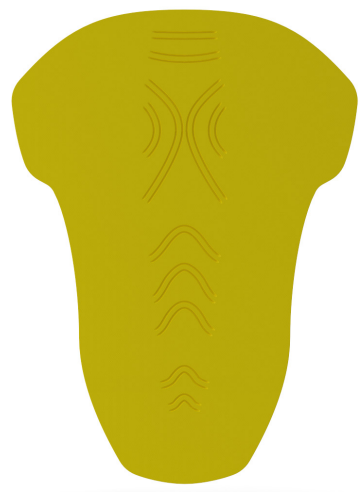


Figura 107: Vista degli scavi posteriori

Il pattern auxetico

La caratteristica più importante del prodotto presentato in queste pagine è sicuramente il pattern auxetico ricavato in esso. Questo elemento conferisce al paraschiena le caratteristiche che lo differenziano notevolmente dalle altre proposte presenti sul mercato, e lo rendono innovativo. L'elevata traspirabilità e la capacità di copiare le complesse geometrie del corpo umano dipendono infatti dalla geometria utilizzata per la generazione di questo pattern.

Ciò che caratterizza il pattern auxetico è l'elemento di base di cui è costituito. Nel corso della definizione del concept finale sono state analizzate 3 diverse tipologie di schema geometrico auxetico.

Il primo pattern è caratterizzato da un modulo di base ad esagono rientrante, uno dei primi pattern scoperti a presentare un comportamento auxetico.

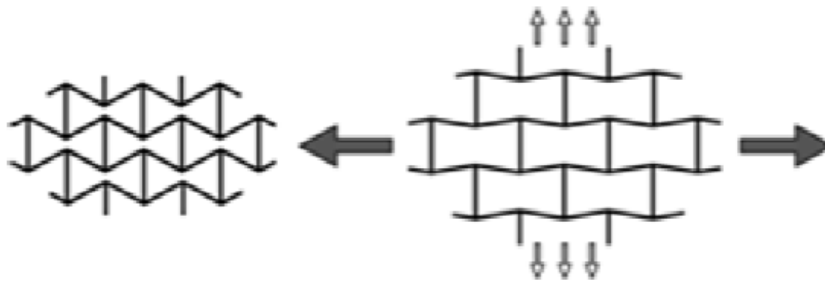


Figura 108: *Struttura auxetica ad esagono rientrante.*

Liu Y., Hu H. (2010), A review on auxetic structures and polymeric materials, Scientific research and essays, vol.5 N°10, pp.1052-1063 [23]

La geometria del modulo può essere di vario genere a seconda delle lunghezze dei lati e dell'angolazione presente tra essi. L'immagine seguente, tratta da uno studio effettuato nel 2011 da due ricercatori della facoltà di scienze umane dell'università di Poznan, presenta alcune diverse configurazioni possibili per il modulo auxetico di base.

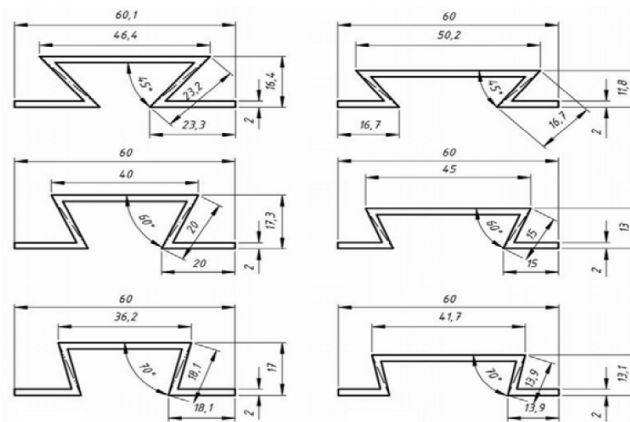


Figura 109: *Varianti geometriche di struttura ad esagono rientrante.*

Smardzewski J., Majewski A. (2011), Auxetic spring elements for elastically supporting a sitting or lying, Forestry and wood technology, N°73, pp. 66-74 [30]

La configurazione scelta si pone come soluzione intermedia tra quelle elencate nell'immagine precedente. Il modulo ipotizzato ha una lunghezza di 7.5 mm ed un'altezza di 3.5 mm, mentre l'angolo tra i lati orizzontali e quelli diagonali rientranti è di 66° . Tale configurazione è stata selezionata poiché permette di variarne lo spessore di parete (non indicato nella figura sottostante) anche di valori considerevoli, mantenendo la geometria auxetica nonostante le ridotte dimensioni che la caratterizzano.

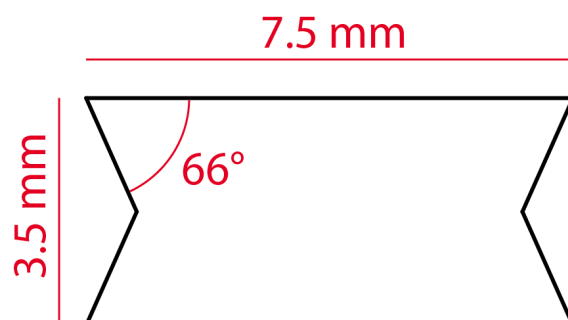


Figura 110: Geometria auxetica ipotizzata per il modulo a esagono rientrante

La texture auxetica derivante dal modulo appena presentato è stata poi testata sulle geometrie del protettore esposte in precedenza. Nell'immagine sottostante è possibile vedere, a sinistra, l'applicazione della texture, in un modello virtuale, sulla prima proposta formale, a destra l'applicazione del medesimo pattern, con due differenti spessori di parete, sulla sagoma selezionata per il paraschiena.

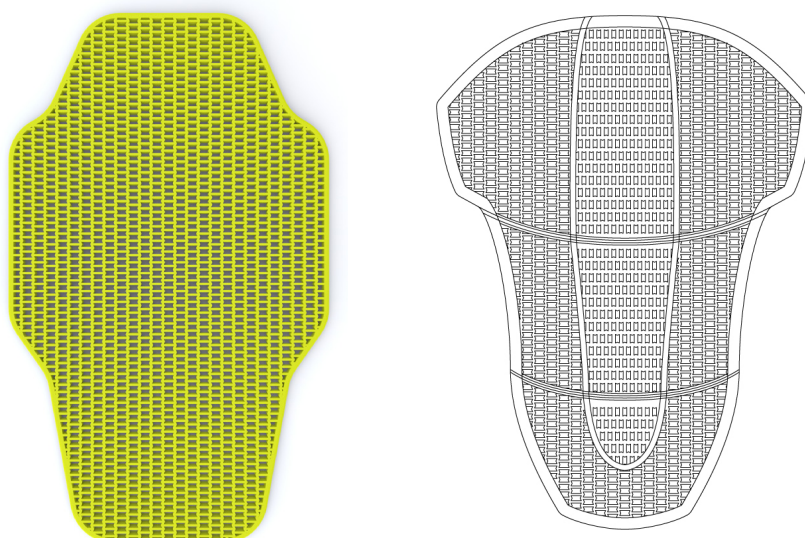


Figura 111: Trasferimento della geometria auxetica su due differenti sagome di paraschiena

La variazione di spessore della parete del modulo del pattern è un parametro fondamentale per la definizione delle caratteristiche di prodotto, da esso infatti dipendono la capacità del protettore di deformarsi in risposta ai movimenti del corpo, la traspirabilità e quindi il comfort del paraschiena, e la capacità di assorbire gli urti. I parametri da verificare sono quindi della massima importanza. Per tale motivo si è deciso di realizzare dei prototipi

dei pattern con i differenti spessori di parete per poterne analizzare fisicamente le caratteristiche. I pattern ipotizzati hanno due spessori di parete differenti: 2 mm il più flessibile e leggero, 3 mm quello più resistente. I campioni sono stati generati partendo da modelli tridimensionali virtuali che sono stati poi tradotti in realtà grazie alla prototipazione rapida per deposizione di filo caldo.

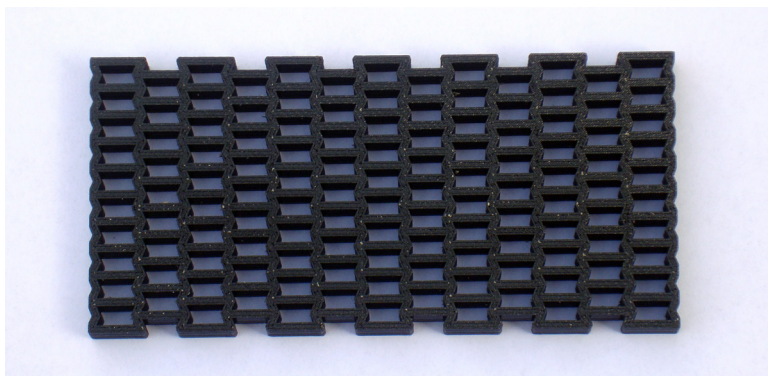


Figura 112: Modello pattern auxetico con parete 2mm, ottenuto per prototipazione rapida

Partendo da questi componenti sono stati poi realizzati degli stampi in silicone che hanno permesso di riprodurre i modelli con resine flessibili le cui caratteristiche fossero il più possibile assimilabili a quelle del materiale selezionato per la realizzazione del paraschiena.

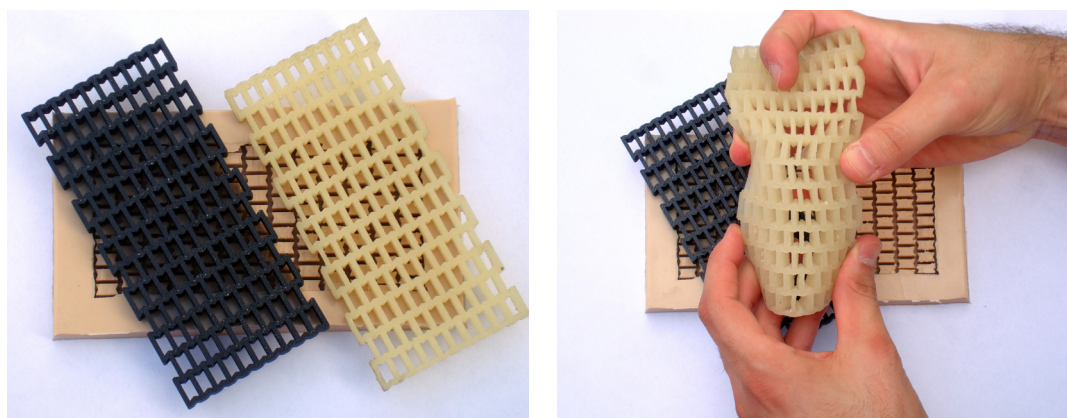


Figura 113: Prototipo, stampo e modello flessibile del primo pattern auxetico studiato (a sinistra), prova di flessibilità del pattern (a destra)

Questo approccio ha permesso di identificare i vantaggi ma anche i punti deboli della geometria ipotizzata. Il primo pattern a essere testato è stato quello con spessore di parete di 2mm. Questa geometria, a fronte di una grande area vuota in grado di permettere un'ottima traspirabilità e flessibilità della struttura, ha fatto emergere il problema della resistenza ai carichi di taglio di tale configurazione, che diminuirebbe il fattore di protezione del paraschiena in caso di impatto. Le sottili pareti dello schema geometrico testato infatti tendono a deformarsi, cedendo, se si applica una pressione concentrata in un'area

contenuta. Per tale motivo il secondo test è stato effettuato con la medesima geometria, modificata però nello spessore di parete che è stato incrementato fino a 3mm.

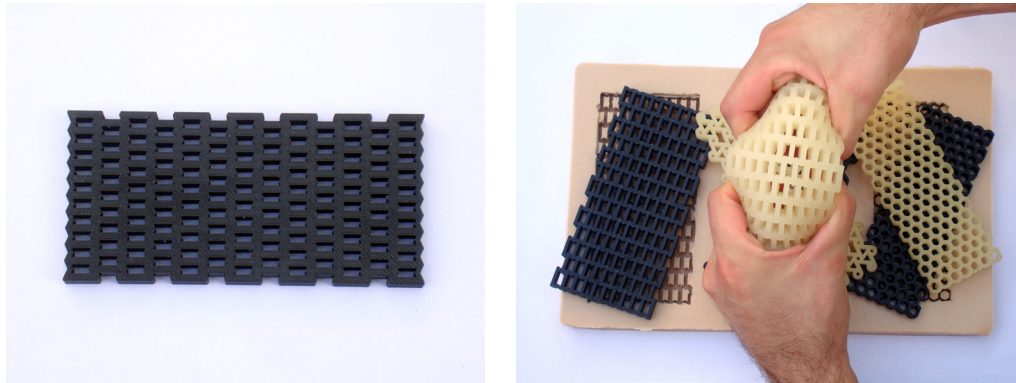


Figura 114: Prototipo in ABS del pattern auxetico ad esagono rientrante con spessore di parete 3mm (a sinistra), prova di flessibilità del pattern (a destra)

In questa configurazione il prototipo si è dimostrato meno flessibile del precedente, mantenendo però una grande area di scambio per garantire la traspirabilità e incrementando la resistenza alle forze di taglio. Sebbene potesse essere valutata come una soluzione soddisfacente si è voluta proseguire l'indagine per cercare di arrivare ad un migliore compromesso tra flessibilità e resistenza.

È stata quindi testata una geometria auxetica totalmente differente dalla precedente; quella chirale. Il termine chirale deriva dal greco "cheir" cioè "mano", ed indica la proprietà di una forma, di un oggetto, di avere un'immagine speculare non sovrapponibile a quella di partenza. La geometria chirale ipotizzata, è costituita da elementi di base generati connettendo dei segmenti rettilinei ad un elemento geometrico centrale, in questo caso una circonferenza. Ripetendo nello spazio questo elemento primario si ottiene una geometria o, qualora si sviluppi nelle tre dimensioni, una struttura chirale. Nell'immagine sottostante è possibile vedere il disegno utilizzato come base per lo studio della geometria utilizzata nel concept.

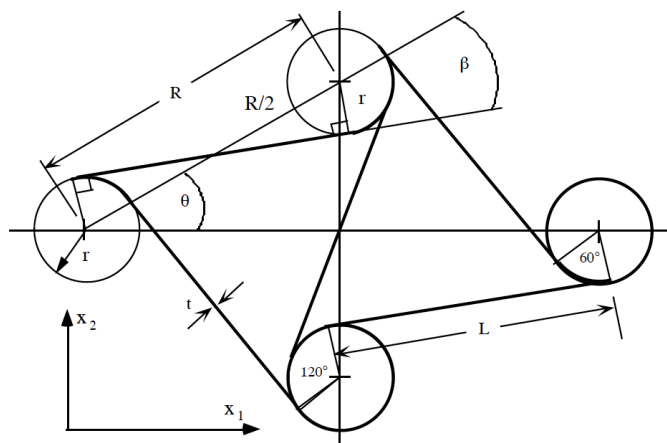


Figura 115: Schema di studio per la generazione di una geometria chirale auxetica
D. Prall, R. S. Lakes (1996), *Properties of a chiral honeycomb with a Poisson's ratio -1*, Int. J. of Mechanical Sciences, 39, 305-314. [25]

Dal disegno di Figura 113 è stato generato il modulo base ritenuto ideale per l'uso nel paraschiena. Esso è caratterizzato da uno spessore di parete di 2mm, ed una circonferenza del nodo centrale di 6.5mm. In un primo momento la sezione circolare del modulo base è stata disegnata con spessore di parete pari a quello di tutta la struttura, presentando quindi un centro cavo, ciò è ben visibile nel prototipo di pattern chirale che è stato realizzato.

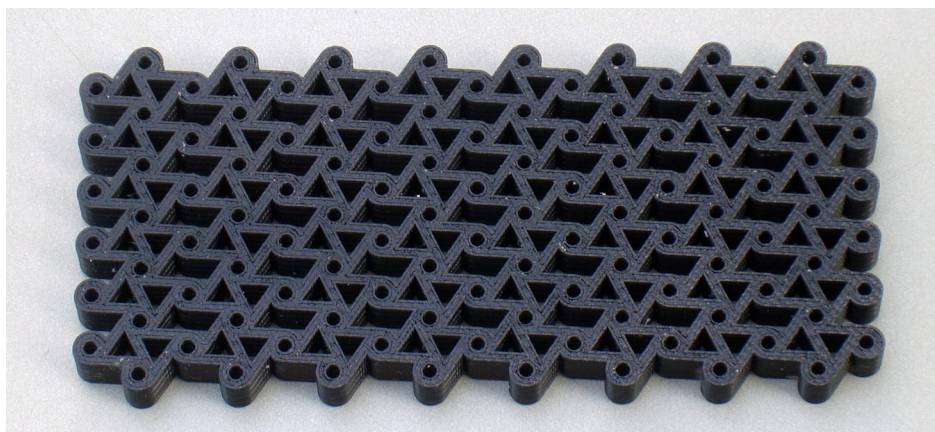


Figura 116: Prototipo di pattern chirale con spessore uniforme di parete di 2mm

Questa configurazione si è dimostrata molto flessibile e al contempo ben più resistente di quella ad esagoni rientranti con medesimo spessore di parete. La flessibilità di questa geometria deriva dalla capacità dei segmenti rettilinei di avvolgersi e svolgersi attorno al nodo circolare centrale. Nella Figura 117 è possibile verificare tale comportamento nel modello flessibile che è stato realizzato. È bene notare come in caso di curvatura convessa i segmenti si distendano, mentre con una curvatura concava si avvolgono intorno al centro di rotazione. La grande flessibilità di questa struttura permette inoltre di avere cambi di direzione repentini senza generare tensioni nelle zone di materiale non soggette a sforzi.

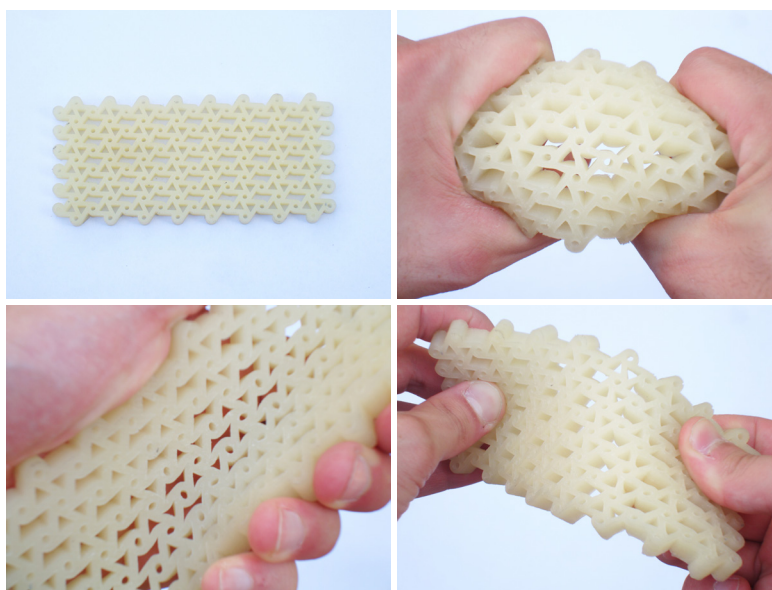


Figura 117: Prove di flessibilità del pattern chirale

Volendo incrementare ulteriormente la capacità di assorbimento degli impatti, la sezione circolare cava del nodo centrale è stata eliminata, aumentando così la superficie di materiale pieno disponibile sul protettore. Allo stesso modo è stato deciso di eliminare ogni sorta di texture dalla zona centrale del paraschiena, per poter avere la massima protezione possibile in quest'area. La sezione piena della zona centrale non diminuirà la capacità di flessione e accompagnamento dei movimenti da parte del protettore poichè quest'area è caratterizzata dalla possibilità di flettersi ed estendersi longitudinalmente, ma presenta poca possibilità di torsione. Il movimento di flessione ed estensione sarà reso possibile dalla presenza delle due scanalature trasversali presentate in precedenza. Definiti questi ulteriori dettagli è stato possibile realizzare un prototipo del paraschiena così ipotizzato e testarne la flessibilità.



Figura 118: Modello di paraschiena con pattern auxetico chirale

La prova è stata effettuata generando, in sequenza, una curvatura convessa per poi passare ad una concava. In quest'ultimo caso è possibile osservare come i segmenti della struttura collassino gradualmente all'aumentare del movimento richiesto. Quanto detto è esposto nella Figura 119. Infine il prototipo è stato posizionato sul manichino di prova e confrontato con un modello identico realizzato nello stesso materiale espanso senza gli intagli del pattern chirale. La differenza in termini di capacità di assecondamento delle geometrie della schiena è evidente e viene mostrato in Figura 120.

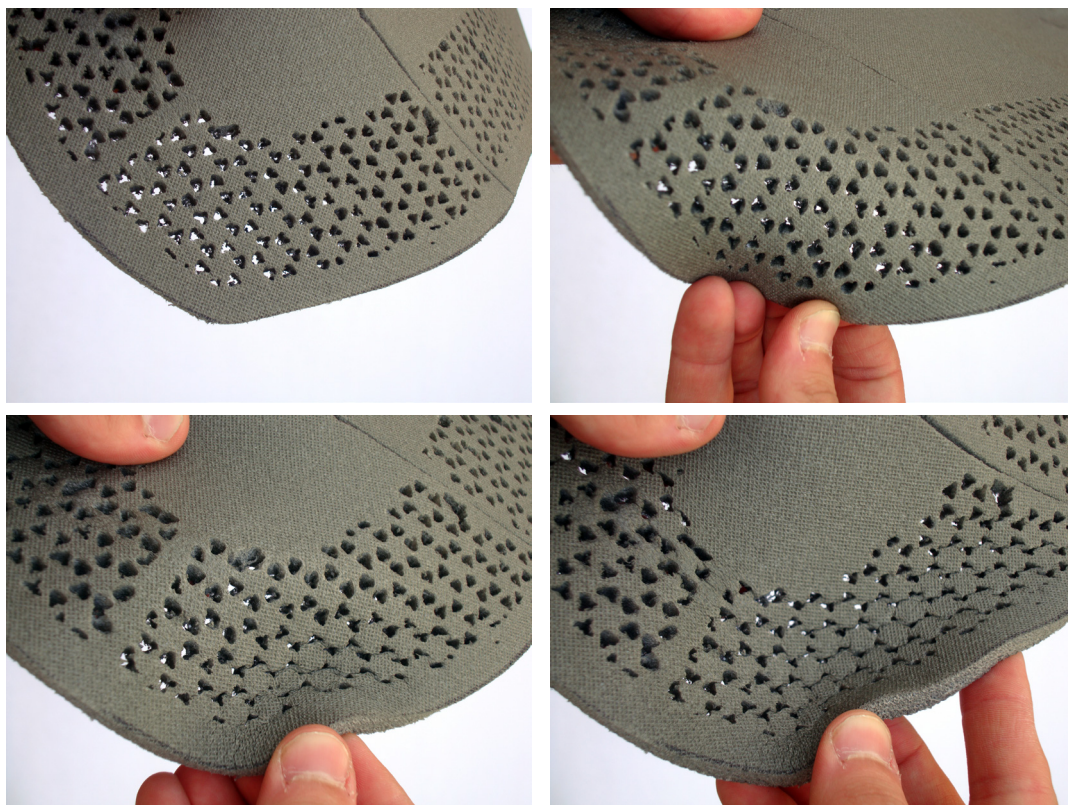


Figura 119: Prova di flessibilità del pattern chirale modificato



Figura 120: Confronto di adattabilità alle forme della schiena tra il paraschiena senza texture auxetica e quello con texture chirale

A completamento dell'indagine sulla geometria auxetica da utilizzare, si è voluto testare un ulteriore pattern. Questa texture, caratterizzata da elementi geometrici in grado di ruotare l'uno rispetto all'altro, differisce notevolmente dalle precedenti. Se infatti le precedenti soluzioni erano costituite da un reticolo di pareti connesse tra di loro, la soluzione ad elementi geometrici rotanti viene generata da figure geometriche piene accostate le une alle altre. Nello specifico, la soluzione adottata prevede un modulo base formato da un esagono e sei triangoli equilateri disposti sui suoi vertici. Le due forme geometriche sono state disposte a precise angolazioni (come è possibile vedere nell'immagine sottostante) in base a quello che è stato ritenuto il miglior compromesso tra fattibilità industriale, area vuota disponibile (per avere una buona traspirabilità della superficie) e flessibilità conferita al manufatto. Dall'accostamento di più moduli base è stato ricavato l'elemento che, se ripetuto opportunamente nello spazio, genera la texture auxetica rotativa.

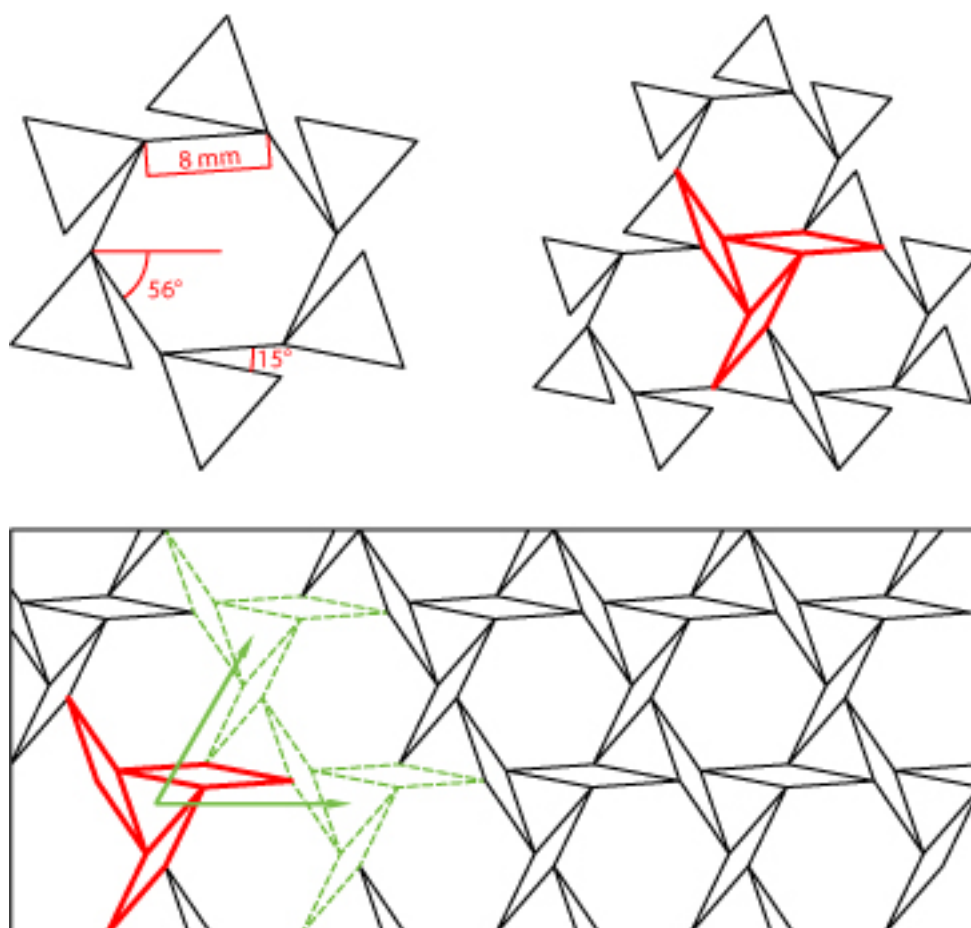


Figura 121: Studio della geometria del pattern auxetico rotativo

Come per le textures precedenti, anche in questo caso sono stati realizzati dei prototipi che permettono di evidenziare la validità o meno del pattern ideato. Un primo modello è stato realizzato partendo da una lastra di materiale espanso, nel quale è stato ricavato il pattern in scala maggiorata. Già con questo semplice modello è stato possibile apprezzare la notevole flessibilità di questa configurazione geometrica, accompagnata da un notevole

aumento della superficie di materiale pieno. Tale configurazione permette di avere maggiore superficie protettiva ma anche di non rinunciare ad un'ampia rete di fori romboidali in grado di assicurare una sufficiente traspirabilità.



Figura 122: Prove di flessione del prototipo di pattern auxetico rotativo in scala maggiorata

I significativi risultati ottenuti dal primo modello semplificato ha portato alla realizzazione di un secondo prototipo, in scala reale, del pattern rotativo. Per realizzarlo si è ricorsi nuovamente alla prototipazione 3D, in questo caso ancora più necessaria visto il livello di dettaglio richiesto dalla geometria da realizzare. Anche in scala reale il pattern ha dimostrato ottime proprietà di resistenza, flessibilità e facilità di passaggio dell'aria attraverso le sue maglie.

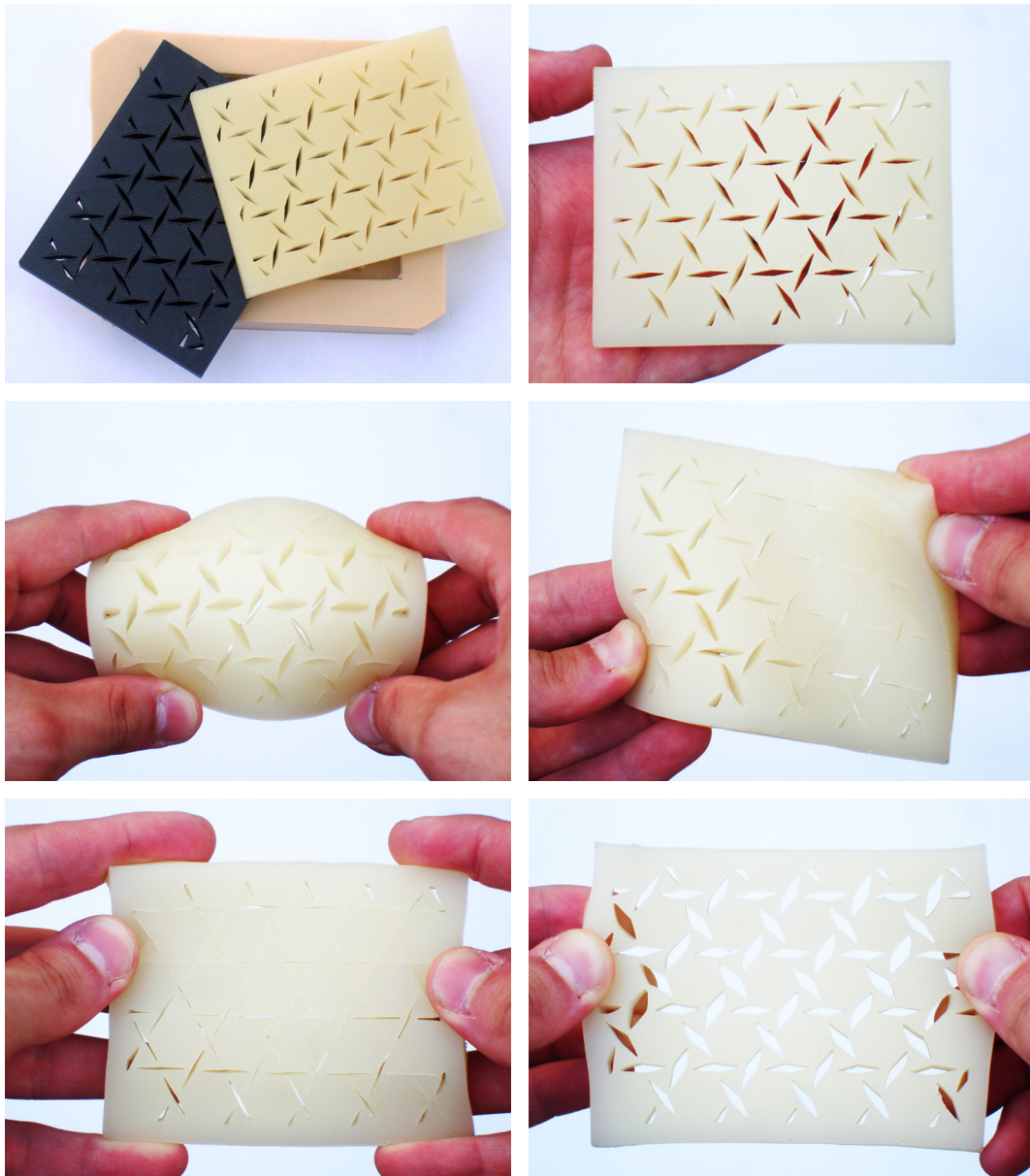


Figura 123: Prototipo in scala 1:1 e relative prove di flessione

Come avveniva per il pattern chirale presentato in precedenza, anche in quello rotativo l'adattabilità della superficie viene ottenuta grazie alla capacità degli elementi che la compongono di ruotare gli uni rispetto agli altri. Ciò permette di avere superfici concave e convesse in continuità tra di loro avendo contemporaneamente una superficie molto estesa sulla quale distribuire un eventuale impatto.

Al termine della sperimentazione sulle texture auxetiche sono state analizzate criticamente e comparate le tre proposte effettuate, per poter individuare la soluzione migliore e trasferirla sul protettore. La scelta è ricaduta sull'ultima proposta effettuata, il pattern auxetico rotativo. Esso è stato selezionato perché a fronte di un'ottima flessibilità della struttura, garantisce anche un buon livello di traspirabilità, ma soprattutto permette di avere più materiale ad assorbimento d'urto rispetto alle altre configurazioni. Ciò si tradu-

ce in un paraschiena flessibile e traspirante, ma anche estremamente sicuro.

Come ultimo step di analisi del pattern auxetico, quest'ultimo è stato trasferito sulla geometria sviluppata per il protettore. Allo scopo di garantire omogeneità di comportamento, la texture è stata applicata specularmente sulla parte di destra e su quella di sinistra del paraschiena. Quanto detto è osservabile nell'immagine sottostante.

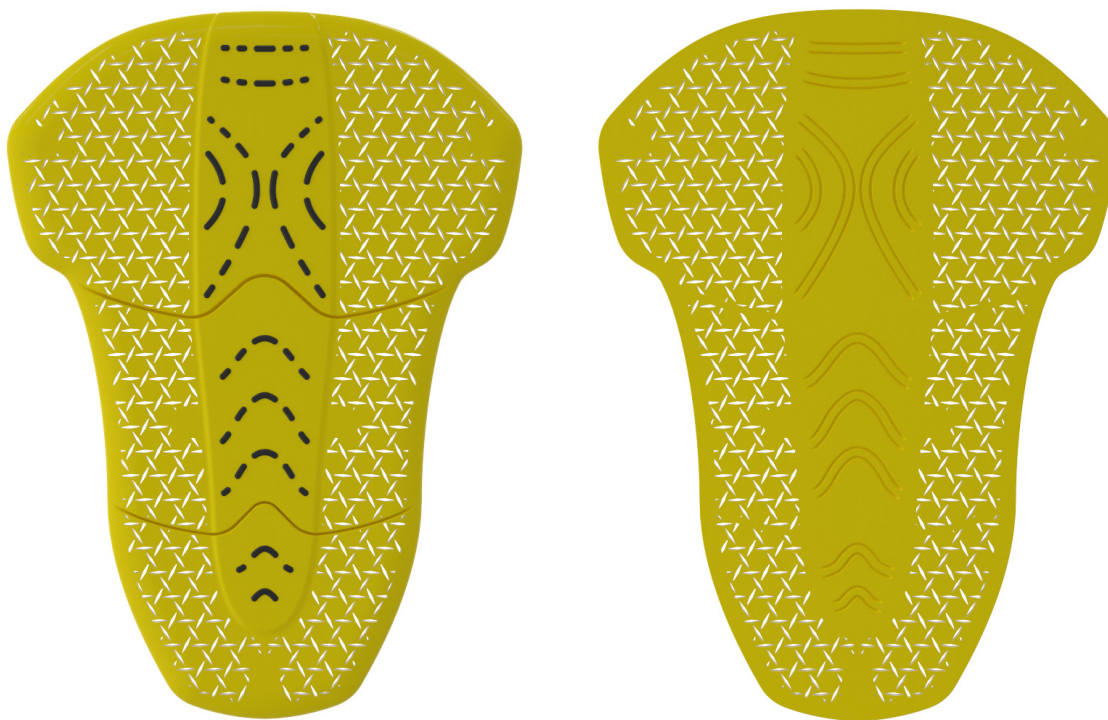


Figura 124: Vista frontale e posteriore del paraschiena con la texture auxetica applicata

La connessione

Altro argomento di sviluppo del prodotto che si è voluto affrontare, riguarda la relazione paraschiena-giacca e quindi indirettamente quella paraschiena-utente. Come detto in precedenza, questa relazione è sicuramente la più importante per permettere un reale utilizzo del protettore da parte dell'utente. Se infatti l'uso risultasse poco pratico e di difficile attuazione, verrebbero vanificate le caratteristiche del protettore, a causa del non utilizzo di quest'ultimo.

Il protettore sviluppato ha dimensioni maggiori rispetto a quelli integrati attualmente sul mercato. Questa caratteristica non permette di utilizzare le tasche predisposte nelle giacche per il suo alloggiamento nel capo d'abbigliamento. Per tale motivo è stato deciso di permettere l'installazione del dispositivo di protezione dall'interno della giacca stessa. Questa soluzione permette di ottenere due principali vantaggi. Il primo è appunto la dimensione del protettore che può occupare un'area maggiore. Il secondo, e più importante, è quello di permettere all'utente una più facile installazione ed eventuale rimozione del paraschiena dalla giacca. Ciò si traduce in una maggiore fruibilità del prodotto che, in caso di necessità di utilizzo, può essere messo in opera velocemente, e in caso di non utilizzo

prolungato del motociclo o ciclomotore, può essere rimosso altrettanto facilmente. La flessibilità del protettore ne permette inoltre una più ampia possibilità di stoccaggio nel periodo di non utilizzo. La direzione di collocamento ed estrazione del protettore è indicata nella Figura 123.

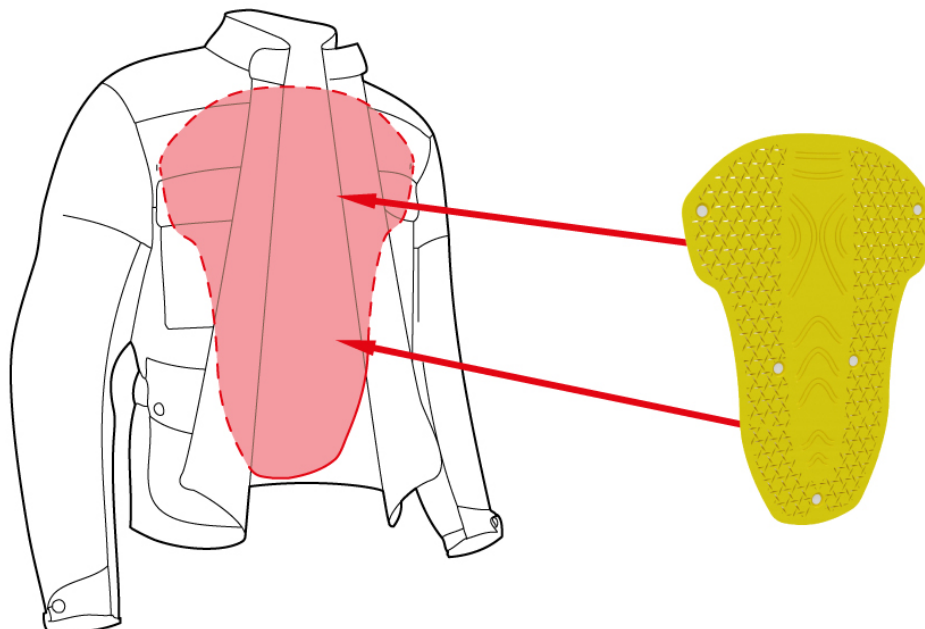


Figura 125: Schema di installazione del paraschiena nella giacca

Definiti i movimenti necessari per l'installazione del protettore, è stato studiato il meccanismo di collegamento tra quest'ultimo e la giacca. Solitamente le protezioni che si trovano in commercio utilizzano il Velcro come dispositivo di fissaggio.



Figura 126: Dispositivi di protezione per le spalle con elementi di connessione in Velcro

Questa soluzione, veloce e pratica, ha però due principali difetti. Il primo è il danneggiamento dell'abbigliamento del motociclista dopo svariati usi della protezione. Ciò è dovuto alla caratteristica del velcro di essere realizzato con due differenti strati in grado di aggrapparsi tra di loro tramite dei piccoli uncini polimerici. Questi uncini, se sfregati o messi a contatto con l'abbigliamento del motociclista, possono produrre delle piccole lesioni che talvolta rovinano irrimediabilmente gli indumenti. Un'altro difetto è legato alla corretta installazione delle protezioni. Per essere totalmente efficaci esse devono essere disposte nella corretta posizione. La mancanza di un riferimento preciso del meccanismo di collegamento del velcro, non permette sempre di ottenere una corretta installazione. Per questi motivi è stato deciso di modificare il sistema di collegamento tradizionale e di utilizzarne quindi uno differente. La scelta è ricaduta sui bottoni a pressione, meglio noti come automatici. Ne esistono di differenti tipologie e materiali. Per il progetto si è deciso di utilizzare un modello, prodotto dall'italiana Prym, realizzato in resina poliacetalica. Questo bottone a pressione è della tipologia con molla ad anello, la più indicata quando si necessita di forze di separazione elevate, necessarie per resistere all'energia generata da un impatto in caso di incidente. Nella foto sottostante è possibile vedere due delle componenti di questo sistema di chiusura.



Figura 127: Bottoni a pressione Plasticlac

Utilizzando questo tipo di meccanismo di chiusura vengono risolti i problemi esposti in precedenza, derivanti dall'utilizzo del Velcro. L'usura dei vestiti viene eliminata sia per la mancanza delle protuberanze, sia perchè i bottoni a pressione, come vedremo nel prossimo paragrafo, saranno mascherati adeguatamente. Mentre l'univocità di installazione di questi bottoni, renderà forzatamente corretta l'installazione del protettore all'interno della giacca.

Viene ora presentato il progetto completo di "Trio", paraschiena urbano flessibile.

8.2 “Trio”

Trio è un paraschiena flessibile pensato per l’uso urbano, sviluppato attorno all’utente ed in risposta alle sue specifiche esigenze. È un paraschiena flessibile, traspirante e leggero da integrare nella giacca da moto, capace di scomparire in essa. Allo stesso tempo è anche un protettore indipendente da utilizzare in tutte le stagioni.

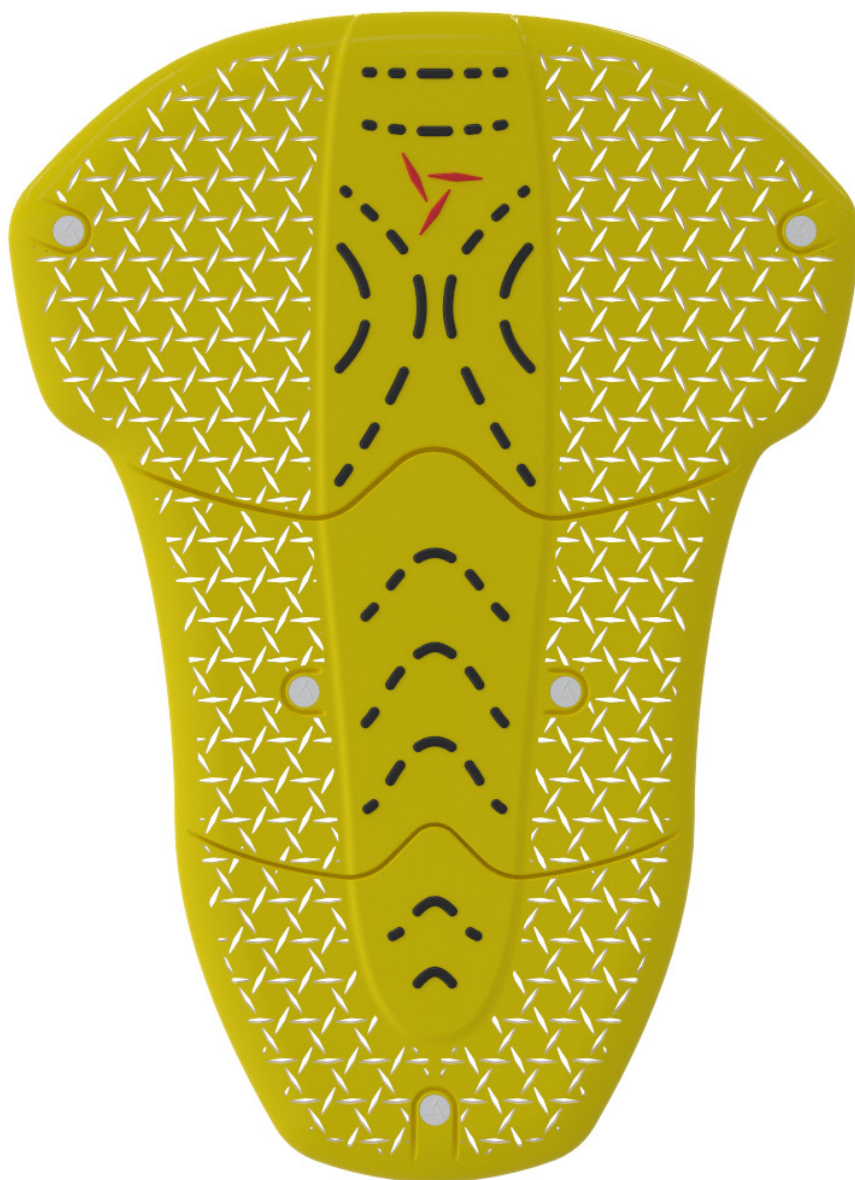


Figura 128: Render del paraschiena “Trio”

8.2.1 Componentistica e funzionamento

Trio è composto da un elemento principale: uno scudo di materiale espanso con una particolare geometria e caratterizzazione estetica. Lo scudo si compone a sua volta di tre elementi differenti: un corpo principale in poliuretano espanso, dei segmenti realizzati in Ceraspace depositati sul supporto, e cinque bottoni a pressione. L'architettura di prodotto è visibile nella Figura 129.

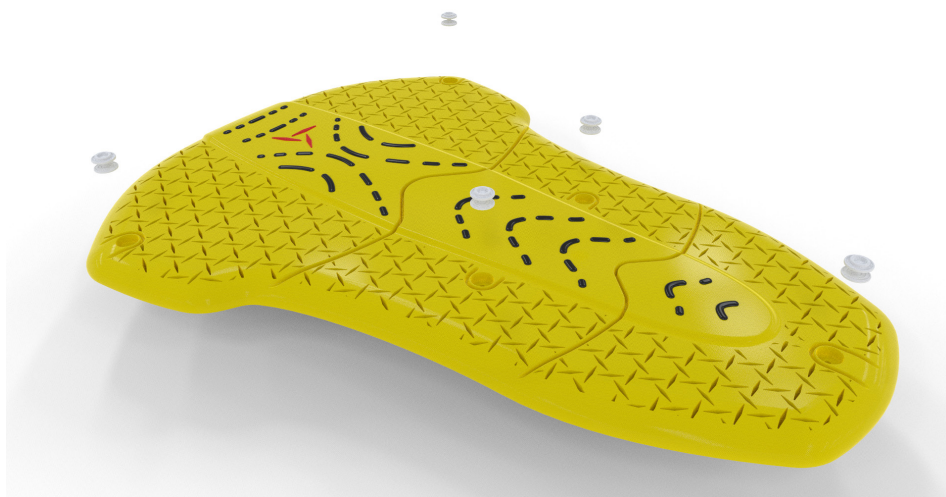


Figura 129: Vista esplosa delle componenti principali di Trio

Ognuno di questi elementi contribuisce a conferire delle particolari caratteristiche al prodotto.

Lo scudo in Poron Xrd, protezione dagli impatti

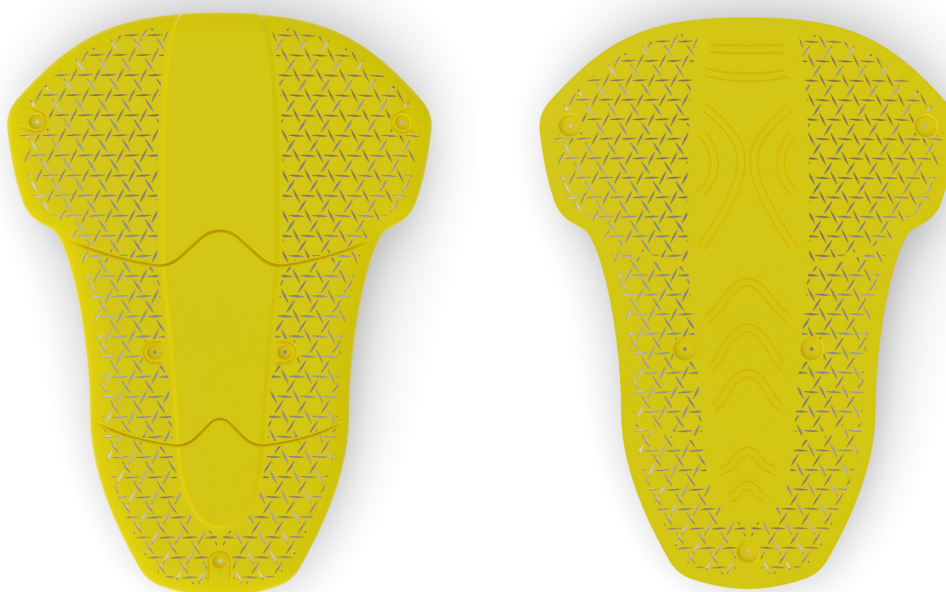


Figura 130: Vista frontale dello scudo realizzato in Poron Xrd

Lo scudo in Poron Xrd è studiato per garantire per prima cosa un'adeguata protezione dagli impatti, mantenendo però la massima flessibilità, traspirabilità e leggerezza. Il Poron Xrd è un materiale polimerico che appartiene alla famiglia dei poliuretani espansi. In particolare si tratta di un poliuretano espanso termoindurente ad alta densità. La sua caratteristica principale, oltre ad una buona flessibilità, è quella di avere un ottimo comportamento come materiale per l'assorbimento degli urti. Da solo, se utilizzato con spessore pari o superiore a 12,7 mm, riesce infatti a garantire un fattore di protezione pari al Livello 1 indicato dalla normativa EN1621-2 che regola le prestazioni delle protezioni per la schiena. Trio ha una geometria con due differenti spessori: 15 mm nella zona centrale, quella che necessita di maggiore protezione, e 13 mm nelle altre zone del protettore. In entrambi i casi quindi, il livello di protezione offerto dal paraschiena è pari e superiore al primo livello di assorbimento dell'impatto richiesto dalla normativa.

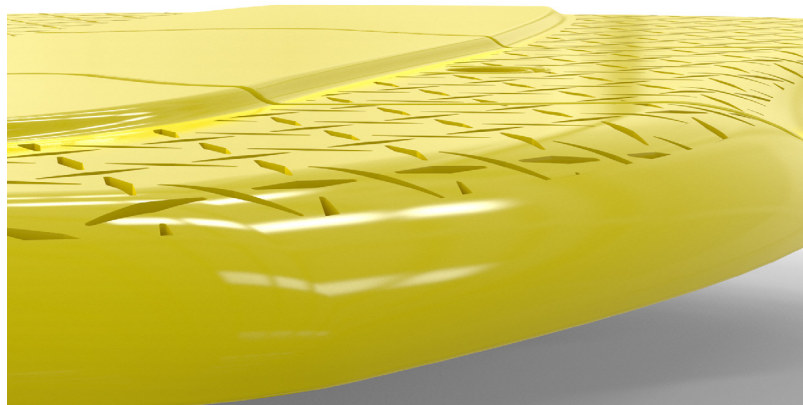


Figura 131: Vista delle diverse altezze del componente poliuretano

A margine del principale scopo di protezione, Trio ha altre importanti caratteristiche. La prima, la flessibilità, è garantita sia dal materiale appena descritto, sia dal pattern auxetico che caratterizza la superficie laterale ed inferiore del protettore. La rotazione reciproca degli elementi costituenti il pattern permette alla superficie di accompagnare il corpo del motociclista in tutti i suoi movimenti ed in tutte le posture che la schiena può assumere.

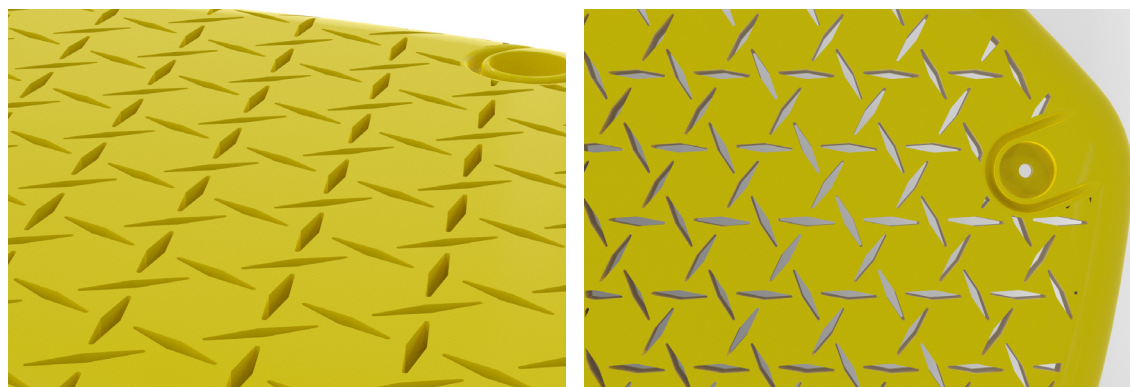


Figura 132: Vista di dettaglio del pattern auxetico rotativo 1

Il pattern auxetico conferisce poi altre due importanti caratteristiche al paraschiena. La prima è la traspirabilità. Quest'ultima è una delle prime cause che contribuiscono al non utilizzo del paraschiena da parte dei ciclomotoristi urbani, ed in generale da parte di tutti coloro che utilizzano gli scooter. I paraschiena presenti sul mercato condividono infatti questo difetto: fanno sudare. L'utilizzo del pattern auxetico anche per la traspirabilità rende questa particolare geometria estremamente funzionale. La frequente presenza di aree romboidali vuote permette il passaggio dell'aria sia dalla schiena verso l'esterno che viceversa, rendendo così più confortevole la protezione.

Un'altra importante caratteristica del paraschiena Trio deriva dal pattern auxetico rotativo, la leggerezza. Uno dei difetti che più spesso vengono citati dagli utilizzatori dei paraschiena è il peso di questi ultimi. Quando si utilizza un mezzo a due ruote è particolarmente scomodo avere un peso sulle spalle, ancor di più quando questo è strettamente vincolato alla schiena. Trio, grazie al materiale impiegato, e alle sue geometrie, è in grado di contenere il peso del componente principale in soli 276g, inferiore anche al più leggero dei protettori flessibili presenti sul mercato il Sas-Tech SC-1/10, con Livello di protezione 1, il cui peso è di 290g.

Per garantire la flessibilità del prodotto anche dove non è presente il pattern auxetico, sono state studiate due zone a spessore ridotto, le cui geometrie derivano da un concetto sviluppato in ambito medico: le Langer Lines. Queste linee, che caratterizzano la pelle di ogni uomo, sono dei naturali fulcri di rotazione della superficie corporea. La disposizione lungo tali linee della zona di piegatura maggiore del paraschiena, permette di avere il massimo della flessione possibile insieme al massimo della comodità e naturalezza di movimenti per l'utente.

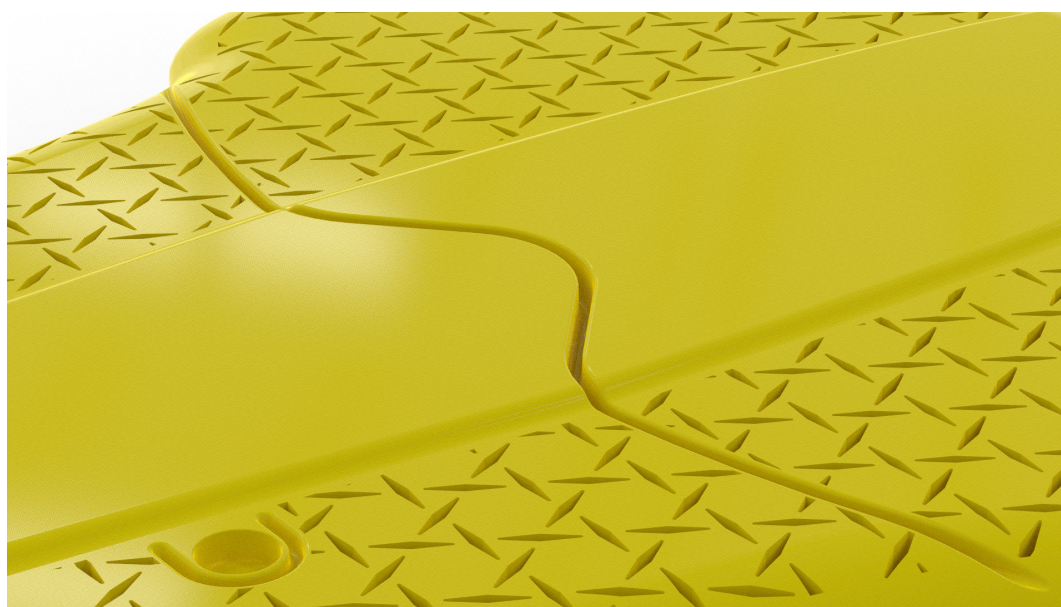


Figura 133: Vista di dettaglio della zona di piega superiore

Nella parte posteriore del protettore si trovano una serie di solchi generati anch'essi dalle geometrie derivanti l'utilizzo delle Langer Lines. Questi piccoli scavi posteriori servono, come spiegato nel paragrafo precedente, a facilitare la flessione del protettore anche nelle zone in cui viene depositato sulla sua superficie il materiale rigido Cersaspace.



Figura 134: Dettaglio delle zone di piega posteriori

Il componente poliuretano è stato inoltre sviluppato per poterlo rendere il meno visibile possibile una volta installato nell'indumento motociclistico.

Per ottenere questo risultato sono stati impiegati degli accorgimenti particolari per la sagoma del protettore e per le soluzioni di connessione dello stesso con la giacca.

La sagoma ha una geometria generale che segue le forme della schiena umana. La forma del paraschiena è infatti caratterizzata da curve concave e convesse che tentano di copiare quelle naturali dell'uomo. Un importante dettaglio per mascherare il più possibile il protettore all'interno della giacca nel momento dell'utilizzo, ma anche una volta che l'utente è sceso di sella, è il bordo dello scudo in Poron Xrd. L'estremità del protettore è stata modellata per garantire il passaggio visivo più morbido possibile tra le forme generate sotto i vestiti dalla volumetria umana e quelle generate dalla presenza del paraschiena. Com'è possibile vedere in Figura 135, il bordo è quindi caratterizzato da una superficie che, dall'altezza di 13 mm del corpo principale del protettore, degrada progressivamente verso l'esterno fino a quota "0".

L'invisibilità del componente è stata ottimizzata anche dal punto di vista della connessione del paraschiena con la giacca che andrà ad ospitarlo. La connessione avviene tramite l'utilizzo di bottoni a pressione posizionati sia sul paraschiena, che nella fodera interna della giacca. Sul protettore la corretta disposizione di questi elementi risulta di cruciale importanza. In primo luogo se questi elementi rimanessero in rilievo una volta installato il protettore, sarebbero vanificate tutte le altre soluzioni adottate per nascondere il para-

schiena. Allo stesso modo se sporgendo, i bottoni fossero a diretto contatto con la schiena dell'utente, potrebbero essere pericolosi in caso di impatto. Per tali ragioni sul componente poliuretanico sono state ricavate delle apposite sedi per gli elementi di connessione. In Figura 136 è possibile vedere il posizionamento degli automatici quando il protettore è inserito nella giacca. I componenti verdi sono i due che formano la parte di bottone a pressione che rimane sulla giacca, mentre quelli azzurri sono quelli che rimangono fissi nel protettore. Come si può notare quando il bottone viene chiuso esso rimane totalmente "annegato" all'interno della sede ricavata sulla parte superiore del paraschiena, evitando così che si vadano a formare dei rilievi visibili sulla superficie della giacca. Per evitare lesioni sulla schiena dell'utente, la parte di bottone sempre nel protettore è invece ben distanziata dalla schiena e, tra i due componenti che compongono questa parte di automatico, è stata lasciata una parete di 5mm di materiale poliuretanico per assorbire le forze dell'impatto e trasmetterne, qualora questa eventualità si verificasse, il meno possibile.



Figura 135: Dettaglio del bordo rastremato del componente principale

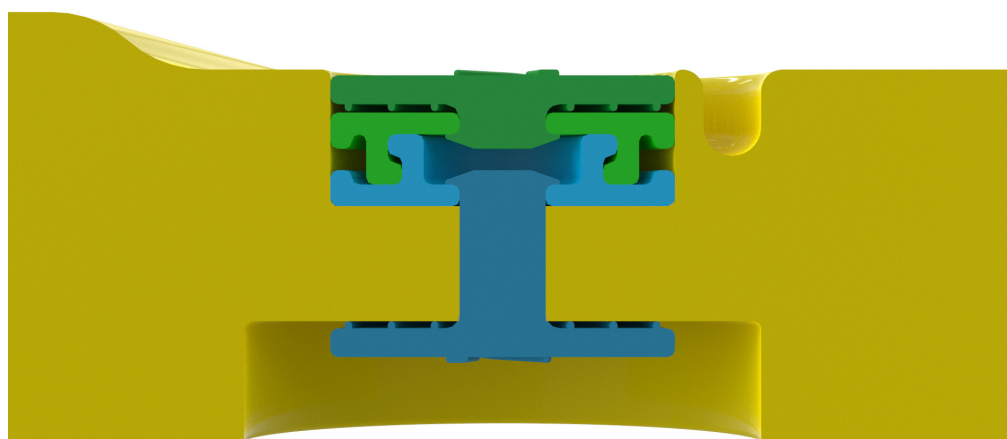


Figura 136: Sezione del protettore nella zona di connessione tra i bottoni a pressione

Un'ultimo accorgimento è stato pensato per permettere una più agevole connessione del protettore con la giacca. Intorno alla zona dei bottoni a pressione, sul protettore, sono stati ricavati degli scarichi di materiale che permettono all'utente di individuare la corretta posizione del bottone anche senza vederlo (al momento dell'installazione della giacca la parte superiore del paraschiena è rivolta verso la fodera e risulta quindi nascosta agli occhi del motociclista), e soprattutto per avere una maggiore flessibilità in questa zona per facilitare la connessione dei bottoni. Quanto detto è visibile nella Figura 137.



Figura 137: Vista di dettaglio degli scarichi intorno alla zona dei bottoni

Segmenti in Ceraspace, protezione dall'abrasione

Sulla superficie piana centrale dello scudo in Poron Xrd vengono depositati dei piccoli segmenti di Ceraspace, un composto ceramico a matrice polimerica in grado di proteggere dal rischio di abrasioni. Negli incidenti cittadini questa eventualità è minore rispetto agli incidenti su strade secondarie, ma non è del tutto trascurabile. Per tale motivo la presenza del materiale antiabrasivo è limitata alla zona centrale del protettore, quella che necessita di maggiore protezione e che in caso di impatto risulta maggiormente esposta. La disposizione di questo materiale avviene secondo i principi medici delle Langer Lines, come già esposto in precedenza. Tale accorgimento permette di mantenere un'ottima flessibilità del paraschiena nonostante la presenza di queste piccole placche rigide in Ceraspace. Nella zona alta del protettore la distribuzione delle linee di Langer lascia scoperta una parte della schiena. Questo vuoto è stato riempito con la medesima tecnologia utilizzando però una matrice polimerica di differente colorazione, e generando non più una semplice linea di deposizione ma una geometria complessa: il logo di Trio.

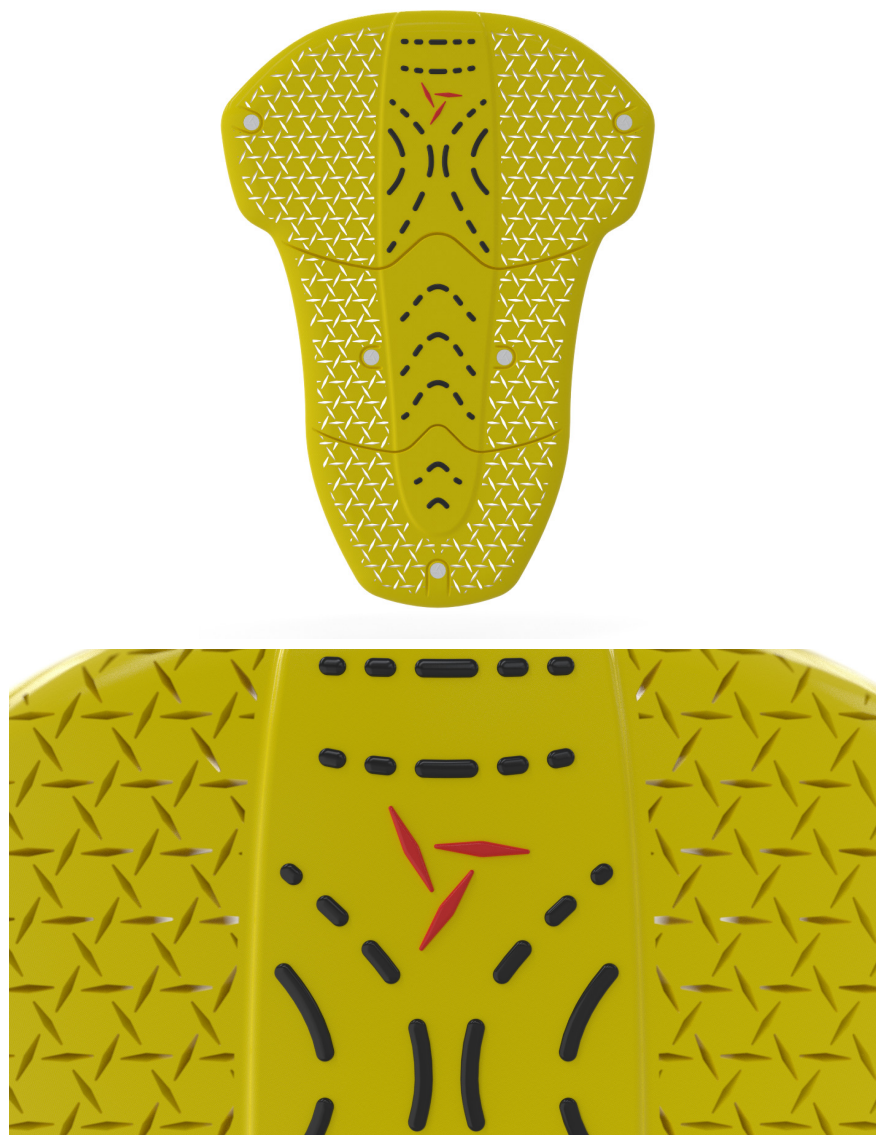


Figura 138: Vista generale e di dettaglio delle Langer Lines e del logo di Trio, realizzati in Ceraspace

I bottoni, la connessione e la funzionalità

Come detto i bottoni permettono di posizionare velocemente e senza possibilità di errore il protettore all'interno della giacca.

Questo sistema di collegamento permette di utilizzare il paraschiena anche nelle stagioni più calde. In estate non è infatti difficile vedere per le strade utilizzatori delle due ruote completamente sprovvisti di protezioni. Questo comportamento, come sottolineato al termine della ricerca, è estremamente pericoloso. Per poter ovviare a tale problema è stato pensato un componente esterno che permettesse di utilizzare il paraschiena Trio anche senza una giacca in cui alloggiarlo. È stata quindi studiata un'imbragatura ausiliaria che è possibile vedere nell'immagine sottostante.



Figura 139: Viste generali dell'imbragatura per l'utilizzo indipendente del protettore

Essa si compone di 5 elementi: una placca in polipropilene flessibile, bottoni automatici per la connessione con il paraschiena, la parte in tessuto dell'imbragatura, due passanti che permettono la regolazione dell'imbragatura in base alla taglia dell'utilizzatore e una zip centrale per la chiusura.

Il primo elemento, la placca in polipropilene, è un componente le cui caratteristiche sono derivate da altri elementi utilizzati soprattutto per la realizzazione delle fodere interne dei caschi da moto.



Figura 140: Fotografie di un guanciale interno di una casco da moto e dettaglio del componente polimerico

Si tratta principalmente di componenti polimerici flessibili ricavati per tranciatura da lastre di maggiori dimensioni. Questi elementi grazie alle proprietà del materiale e dello spessore dello stesso, possono essere facilmente cuciti con dei tessuti, mantenendo allo stesso tempo una notevole leggerezza e resistenza. Le geometrie della placca sono state studiate per seguire quelle del protettore a cui si connette tramite gli automatici. Nella zona superiore la geometria è alleggerita con dei fori che riprendono la geometria auxetica presente sul componente poliuretano.

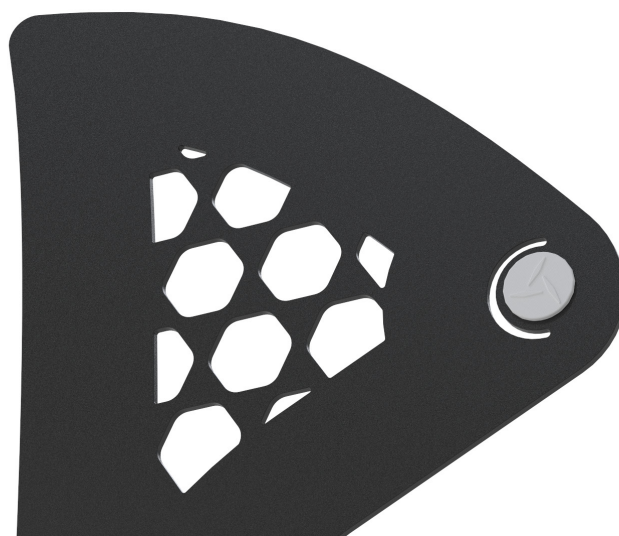


Figura 141: Vista di dettaglio del pattern esagonale sulla placca polimerica dell'imbragatura

Su di essa sono stati poi ricavati dei fori dove alloggiare i cinque bottoni che permettono di collegare l'imbragatura al paraschiena. La soluzione degli scarichi intorno al bottone è stata ripresa anche su questo componente per permettere una più facile operazione di connessione degli elementi.

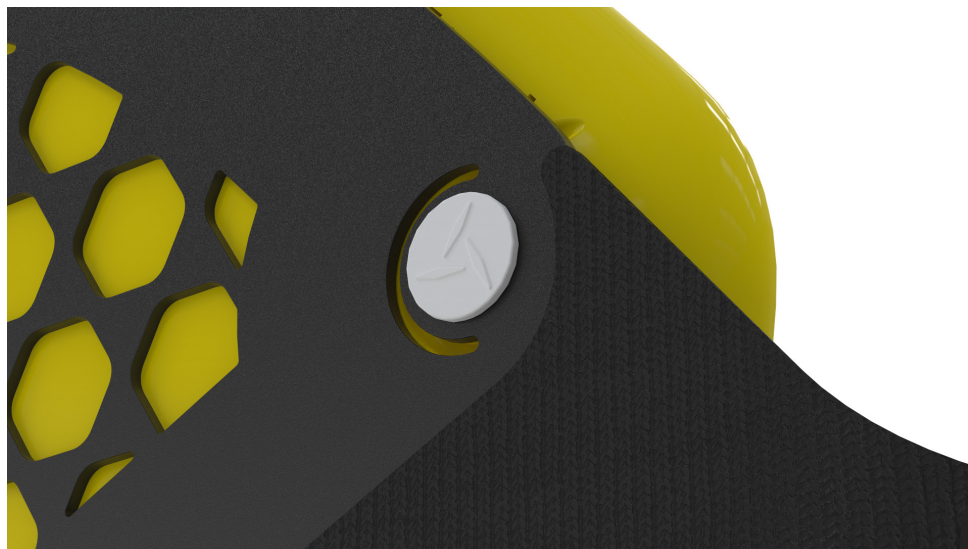


Figura 142: Dettaglio dello scarico di materiale in prossimità del bottone a pressione

I bottoni utilizzati per la connessione tra l'imbragatura e il paraschiena sono i medesimi utilizzati nella giacca. Unica differenza è la lunghezza del fusto centrale dell'elemento maschio, che deve essere maggiore a causa del differente spessore della placca polimerica in confronto a quello della fodera interna della giacca. Per poter far giungere a contatto l'automatico della placca con quello presente sul paraschiena, come visibile nella figura sottostante, è stato necessario posizionare un distanziale di 1,5 mm (in rosso) tra gli elementi che compongono il bottone a pressione dell'imbragatura.

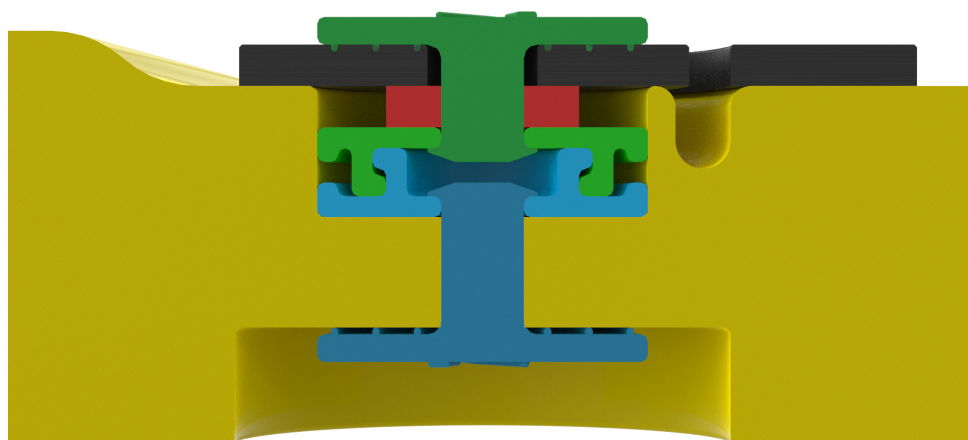


Figura 143: Sezione del protettore nella zona di connessione tra la placca dell'imbragatura e il paraschiena

Alla placca che alloggia i bottoni viene poi cucita la parte in tessuto dell'imbragatura. Essa viene realizzata in Cordura, un materiale ampiamente utilizzato nel mondo dell'abbigliamento motociclistico, per le sue ottime doti meccaniche e di resistenza all'abrasione. Le geometrie dell'imbragatura sono studiate per ottenere delle particolari caratteristiche. In primo luogo è stata generata una geometria che non prevedesse la necessità di infilare le braccia nell'imbragatura stessa. Le parti in tessuto infatti passano direttamente sotto le braccia dell'utente, che così deve compiere un solo gesto per indossare la protezione. È stata utilizzata questa soluzione per rendere il più veloce e facile possibile l'operazione di indossamento della protezione per cercare di superare l'inerzia dovuta alla pigrizia dell'utente. La sagomatura delle fasce di tessuto è stata inoltre studiata per garantire la maggiore comodità possibile sia ad un pubblico maschile che femminile. La zona delle fasce che va da sotto alle ascelle fino alla zona di chiusura è stata infatti sagomata per permetterle di passare sotto al petto dell'utente, evitando di scontrarsi con le forme del corpo umano.



Figura 144: Dettaglio della conformazione delle fasce laterali

Per permettere una perfetta adattabilità dell'imbragatura ad ogni tipo di utente sono state previste due differenti soluzioni per la fascia superiore e quella inferiore. Sulla prima è stata cucita, a metà dello sviluppo longitudinale, una fascia di materiale elastico, per permettere all'imbragatura di essere sempre aderente al corpo dell'utente. In quella inferiore invece è stato inserito un passante polimerico che permette, tramite una striscia di velcro posta sull'imbragatura stessa, di stringere adeguatamente la protezione, a seconda della costituzione corporea di chi la indossa. Quanto appena esposto è visibile in Figura 145. La chiusura dell'imbragatura avviene per mezzo di una zip posta nella zona frontale. Questa chiusura lampo, selezionata dal catalogo dell'azienda YKK leader mondiale del settore, ha la particolare caratteristica di avere i denti a scomparsa e una zona centrale catarifrangente. La prima caratteristica è fondamentale per poter mantenere coerente il discorso estetico del progetto, mentre la seconda contribuisce ad aumentare la sicurezza della protezione (Figura 146).



Figura 145: Dettaglio della fascia elastica superiore e del passante dell'imbragatura con linguetta di regolazione della taglia



Figura 146: Dettaglio della chiusura lampo con sezione catarifrangente

Nelle immagini che seguono è possibile vedere il paraschiena completo dell'imbragatura che ne permette un utilizzo indipendente dal tipo di indumenti indossati dall'utente.



Figura 147: Viste generali del paraschiena assemblato all'imbragatura

8.2.2 I processi produttivi

I processi

Il paraschiena flessibile Trio è costituito da pochi e semplici elementi. Essi sono prodotti con tecnologie tradizionali o con processi specifici studiati dall'azienda produttrice di un determinato materiale.

È questo il caso di Ceraspace. La tecnologia di deposizione di questo materiale è protetta dal segreto industriale. È stato possibile però interfacciarsi con il sig. Antonio Gatti di Schoeller, per ottenere qualche informazione in merito al processo produttivo. Esso è assimilabile alla stampa per getto di inchiostro dove, degli ugelli riscaldati comandati da un computer, sono in grado di depositare in un punto preciso una determinata quantità di inchiostro. Allo stesso modo, degli ugelli riscaldati a 120° C depositano Ceraspace su di una superficie piana posizionata al di sotto di essi. Un'ulteriore informazione in merito alle possibilità offerte da questa tecnologia riguarda i materiali su cui essa può essere applicata. La tecnologia Ceraspace infatti può essere utilizzata su una grande varietà di substrati, i quali devono presentare come caratteristica necessaria quella di resistere alla temperatura di 120°C senza comprometersi irreparabilmente.

Il componente principale realizzato in Poron Xrd è invece realizzato con un processo produttivo tradizionale: lo stampaggio ad iniezione reattiva. Esso viene considerato una variante dello stampaggio ad iniezione, ed è utilizzato per la produzione di manufatti realizzati in poliuretano termoindurente.

Il principio di processo è molto semplice e parte dal fatto che un materiale termoindurente è ottenuto tramite la reazione di due reagenti chimici, nel caso del poliuretano questi sono isocianato e poliolo. Nel processo questi due reagenti vengono riscaldati, mescolati tra loro in una camera di miscelazione ed infine iniettati nello stampo dove avviene la reazione di polimerizzazione. Al termine della reazione è possibile estrarre dallo stampo il pezzo finito. In Figura 148 è possibile vedere lo schema del processo produttivo appena descritto.

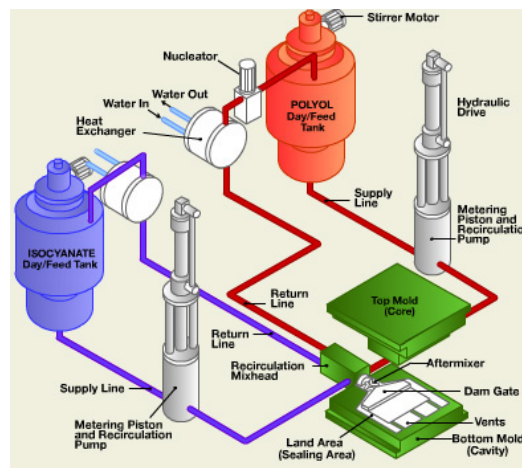


Figura 148: Schema del processo produttivo di Iniezione Reattiva (Reaction Injection Molding RIM)

Generalmente questa metodologia produttiva viene utilizzata per la produzione di manufatti di grande dimensione e dalle geometrie complicate. Le parti che possono essere realizzate hanno un range di peso molto ampio che può variare da 100g fino anche a 50 kg. I componenti stampati con questa tecnologia presentano delle caratteristiche peculiari:

- sono caratterizzati da un “cuore” cellulare e da una pelle compatta
- presentano una densità pari al 40-60% del medesimo materiale stampato ad iniezione
- a seconda della qualità dello stampo possono avere un’ottima finitura superficiale

I vantaggi dello stampaggio ad iniezione reattiva derivano sia dal processo che dai materiali utilizzati. Questi ultimi presentano una maggiore resistenza meccanica, chimica e termica in confronto a quelli utilizzati nello stampaggio ad iniezione tradizionale, possono avere formulazioni che li rendono rigidi o flessibili, possono essere rinforzati e additivati e la colorazione avviene in massa e non tramite verniciatura.

I vantaggi più evidenti sono però attribuibili al processo. Oltre all’elevata finitura superficiale garantita, il vantaggio più grande deriva dal fatto che le pressioni di stampaggio sono fortemente inferiori rispetto a quelle dello stampaggio ad iniezione tradizionale. I valori di pressione utilizzati sono infatti inferiori a 0,4 MPa, a confronto dei 70-150 MPa necessari nello stampaggio ad iniezione. Questa particolarità permette di utilizzare stampi meno costosi, perchè realizzati con materiali dalle caratteristiche meccaniche inferiori e quindi più economici. Nello stampaggio ad iniezione reattiva infatti è possibile utilizzare stampi in alluminio, ma anche stampi in resine epossidiche ed addirittura in resine siliciche. Il costo di questi stampi è di gran lunga inferiore di quello degli stampi per stampaggio ad iniezione, ciò permette di ottenere una giustificazione economica anche per un basso numero di pezzi da produrre, ed un’elevata flessibilità del processo.

Assemblaggio

La semplicità produttiva continua anche nelle fasi di assemblaggio. Il componente principale in Poron Xrd e i segmenti in Ceraspace non necessita infatti di alcuna operazione di assemblaggio. Gli unici componenti che devono essere assemblati sono gli automatici alloggiati nelle apposite rientranze del componente principale, questa operazione può essere svolta manualmente o può essere automatizzata. A seconda del tipo di processo scelto il macchinario di applicazione varia notevolmente, possono essere utilizzate presse manuali, molto simili ad una pinza, ma anche presse pneumatiche di grosse dimensioni.



Figura 149: Pressa manuale Prym

Considerando il basso numero di componenti da assemblare e il limitato numero di pezzi che si ritiene serva produrre in un anno, il processo manuale è quello ritenuto maggiormente idoneo.

L'assemblaggio dell'imbragatura opzionale del protettore presenta un processo in più rispetto a quello del paraschiena. Oltre a dover posizionare i cinque bottoni automatici, vanno infatti cucite tra loro la placca polimerica principale, le sezioni di Cordura, quelle elastiche, il Velcro e la cerniera.

Il processo si compone principalmente di quattro fasi. Alla sagoma degli spallacci realizzata in Cordura vengono cuciti gli inserti in velcro che permetteranno all'utente di regolare la dimensione dell'imbragatura. Questo componente viene poi terminato con l'aggiunta, sempre tramite cucitura, delle due fasce elastiche superiori e della zip frontale. L'assieme verrà poi completato con l'unione, sempre utilizzando il processo di cucitura, della placca polimerica agli elementi appena citati.

Le caratteristiche dei processi produttivi appena elencati ben si adattano ai requisiti progettuali del progetto esposto. I costi limitati dei processi, derivanti dalla loro semplicità, permettono di ottenere un prodotto finale che sarà anch'esso caratterizzato da un costo, e quindi un prezzo per l'utente il più contenuto possibile; aiutando così a superare uno degli scogli più difficili per invogliare l'utilizzo del paraschiena nell'utenza a cui ci si riferisce, il costo del protettore stesso.

8.2.3 Dati tecnici

In questo paragrafo vengono illustrate le dimensioni di ingombro del paraschiena, gli elementi che lo compongono e gli schemi esplosi.

Codice e Descrizione		M/B	Codice Produttore	Materiale	Processo	Q.tà
10.000 Assieme Trio						
11.000 Proiettore						
	11.100 Poron Xrd	M		Poron Xrd	Iniezione reattiva (RIM)	1
	11.200 Ceraspace Langer	M		Ceraspace	Deposizione a caldo	1
	11.300 Ceraspace Logo	M		Ceraspace	Deposizione a caldo	1
	11.400 Maschio Bottone a pressione					5
	11.410 Snap Cap	B	Plastifix Snap Cap	POM		1
	11.420 Stud	B	Plastifix Stud	POM		1
12.000 Imbragatura						
	12.100 Placca	M		PP	Trancitura	1
	12.200 Femmina Bottone a pressione					5
	12.210 Snap Cap	B	Plastifix Snap Cap	POM		1
	12.220 Distanziale 1,5mm	B				5
	12.230 Socket	B	Plastifix Socket	POM		1
	12.300 Spallacci					
	12.310 Tessuto retro	M		Cordura 1000d		2
	12.320 Tessuto fronte	M		Cordura 1000d		2
	12.330 Elastico	M				2
	12.340 Velcro A	B	Fabric Sew On A	Velcro		2
	12.350 Velcro B	B	Fabric Sew On B	Velcro		2
	12.360 Passante	B	YKK LT40K	Nylon		2
	12.370 Cerniera					1
	12.371 Lampo	B	YKK PU-Refi	PU+altri polimeri		1
	12.372 Course	B	YKK DA8FD	Acciaio		1
	12.373 Tiralambo	B	YKK Tiralambo Reflex			1
13.000 Kit Giacca						
	13.100 Femmina Bottone a pressione					5
	13.110 Snap Cap	B	Plastifix Snap Cap	POM		1
	13.120 Socket	B	Plastifix Socket	POM		1

Tabella 19: Bill Of Materials Paraschiena Trio

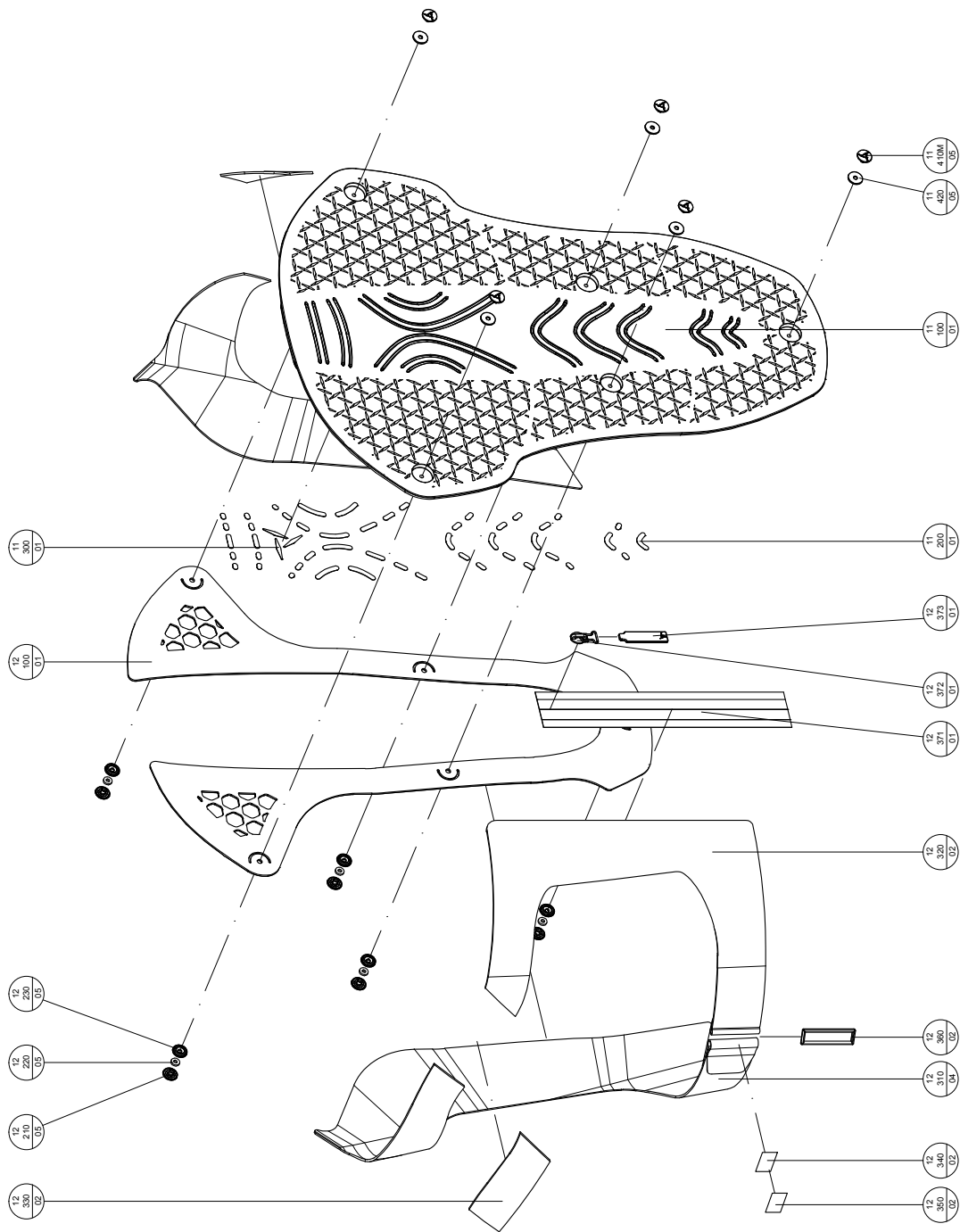


Tavola I: Esploso generale Trio

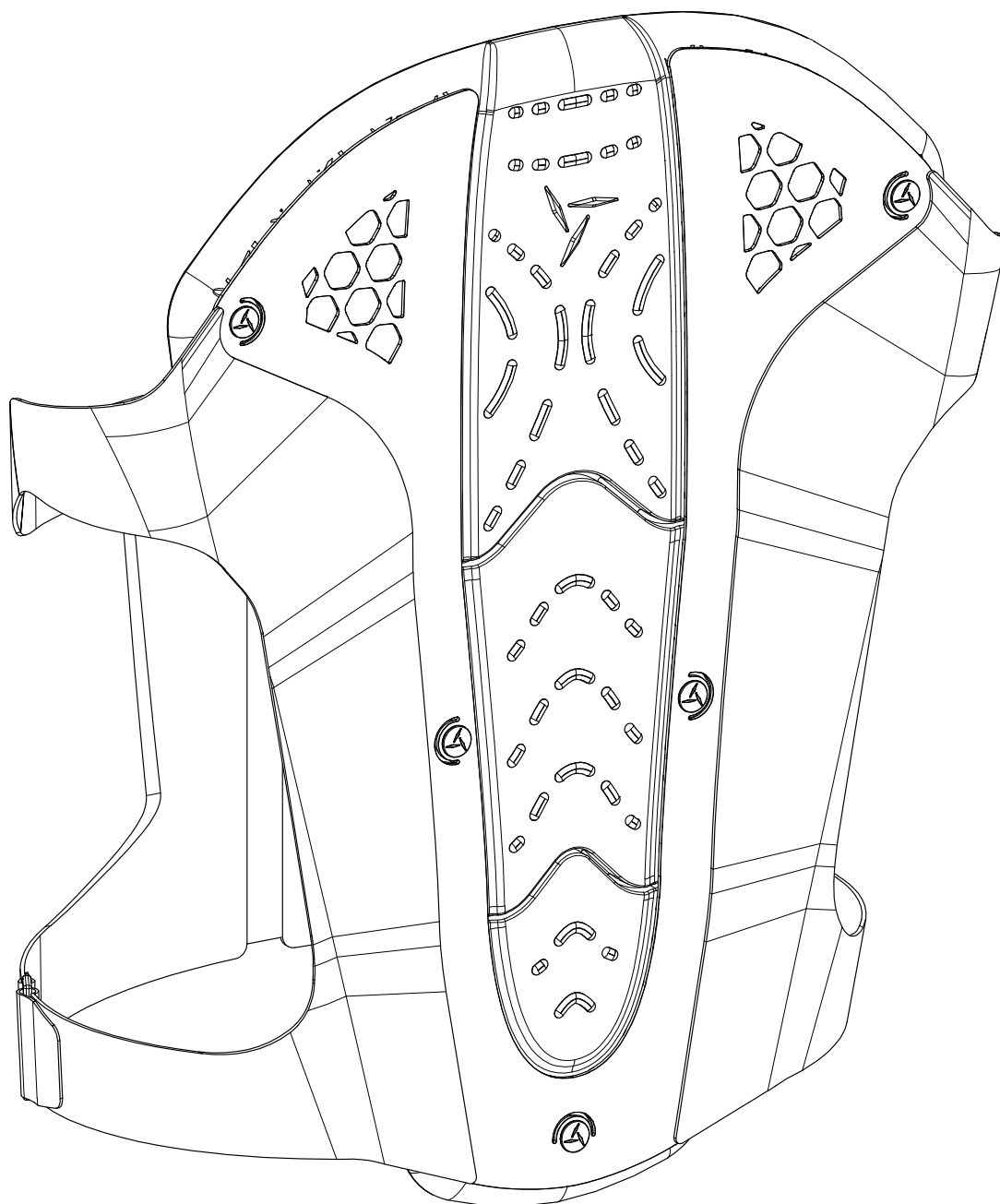


Tavola 2: Vista assometrica del paraschi Trio con l'imbragatura

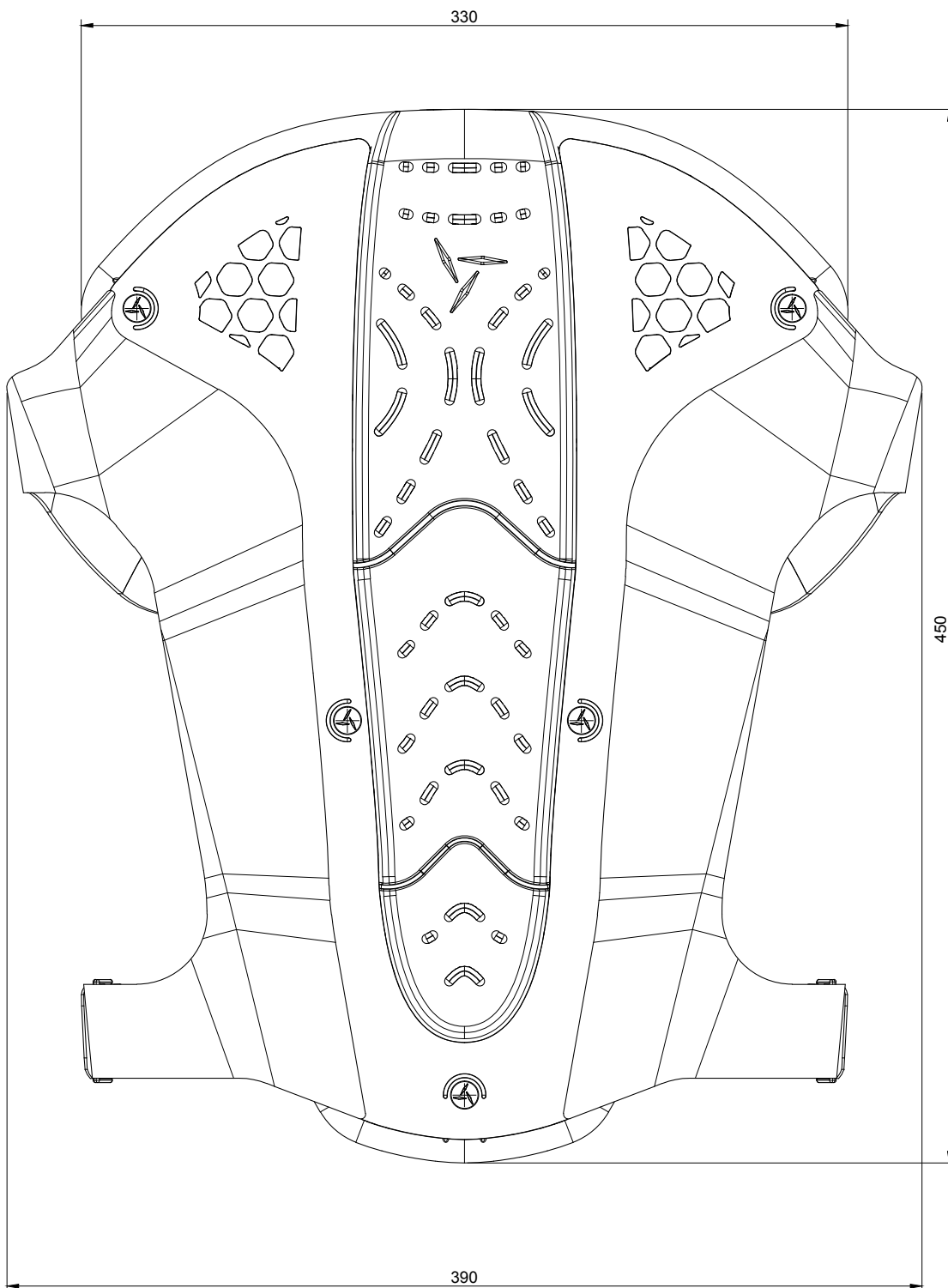


Tavola 3: Vista frontale di Trio con l'imbragatura e quote di massima

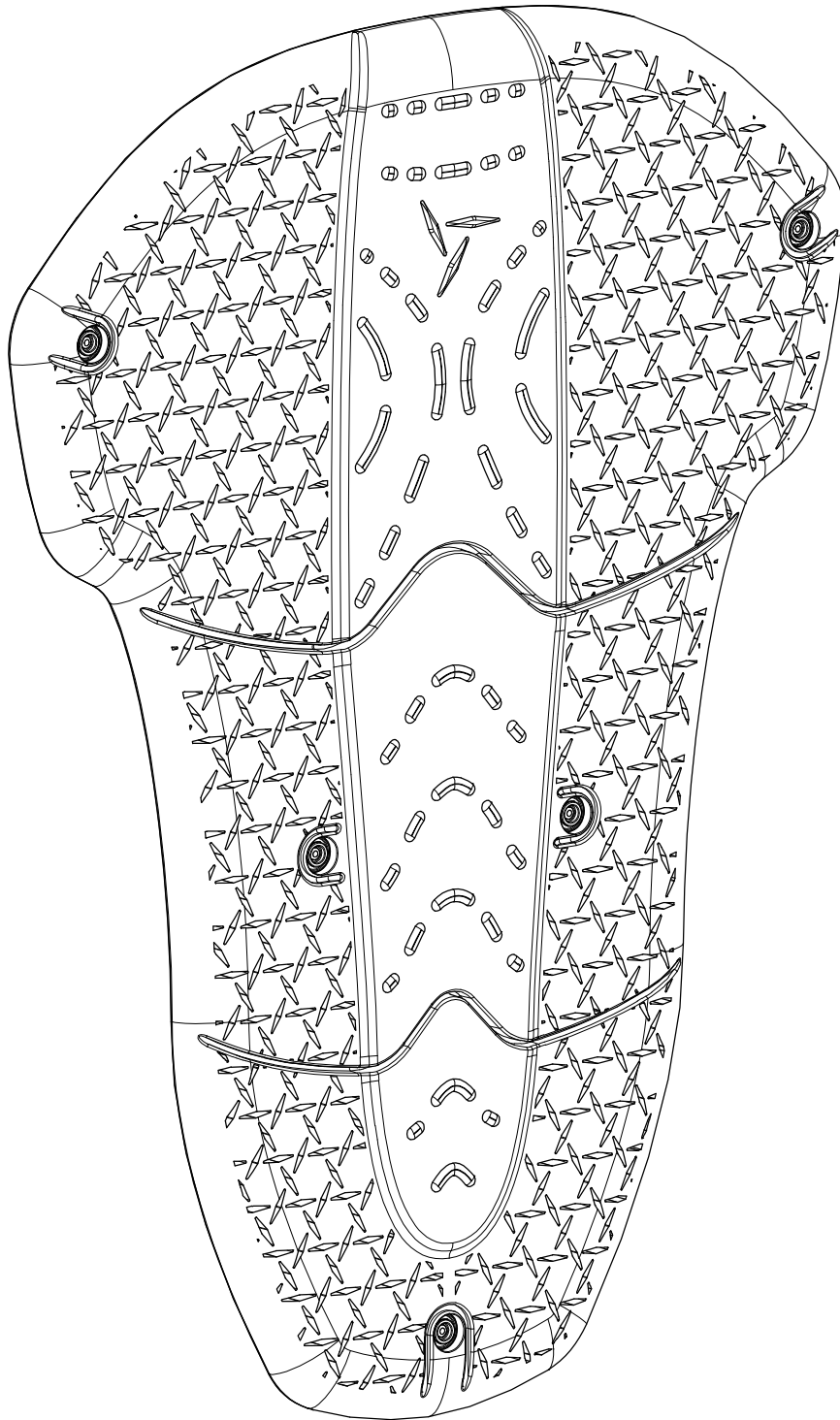


Tavola 4: Vista assometrica di Trio

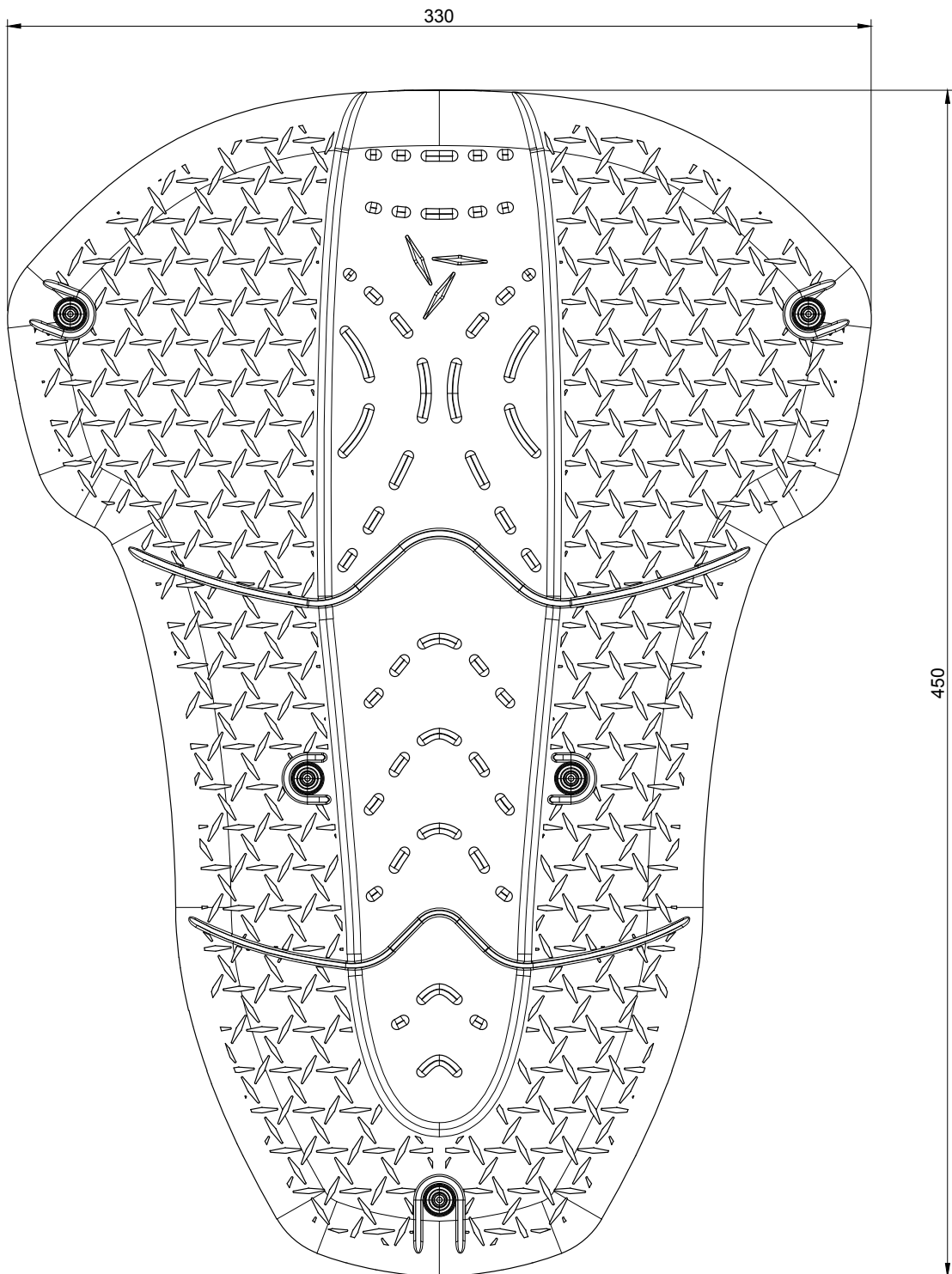


Tavola 5: Vista frontale di Trio e quote di massima

CONCLUSIONI

L'elaborato si è posto come obiettivo la comprensione di una numerosa serie di fattori concatenati al mondo del motociclismo. L'analisi ha posto in evidenza i vantaggi dell'utilizzo delle due ruote ma anche gli inevitabili rischi ad esso connessi. Essi derivano da una molteplicità di fattori: l'inadeguatezza delle infrastrutture, il traffico cittadino in aumento, l'aumento dell'utilizzo delle due ruote, ma soprattutto dalle dinamiche comportamentali dei motociclisti. Utenza debole della strada insieme a pedoni e ciclisti, i motociclisti sono consapevoli dei rischi che corrono nell'utilizzo quotidiano delle due ruote. La conoscenza delle possibili pericolosità delle due ruote spesso non è accompagnata da un adeguato comportamento in termini di rispetto delle norme della strada e per quanto riguarda la protezione individuale. L'unico dispositivo di sicurezza obbligatorio per legge è il casco, mentre le altre parti del corpo possono essere protette dall'utente secondo la sua volontà. Se da un lato è comprensibile la non imposizione di un obbligo sulle protezioni individuali ad uso motociclistico, teso ad incentivare l'utilizzo delle due ruote, dall'altro la situazione nazionale ed europea in termini di decessi ed infortuni annui, e gli esigenti obiettivi imposti dalla commissione europea per il prossimo decennio, evidenziano come debba essere reso maggiormente diffuso l'utilizzo di questi dispositivi. L'utente finale, con le sue abitudini e convinzioni, rappresenta l'ostacolo più difficile da scavalcare per generare una cultura circa utilizzo delle protezioni. Comfort, praticità e valore estetico sono parametri sempre più decisivi per una efficace diffusione delle protezioni ad uso motociclistico. Leggerezza, vestibilità, traspirabilità diventano parametri fondamentali per la progettazione di una qualsiasi protezione, ma ancor di più per il paraschiena. Il valore estetico diviene determinante. Negli anni successivi alla depressione in America, si diffuse lo slogan *"la merce bella si vende meglio"*. Si scoprì allora come l'estetica di un oggetto potesse essere un'arma potente per l'incentivazione degli acquisti. E l'estetica di una protezione per la schiena può essere espressa in modi differenti. Spavalda, visibile ed ostentata oppure lineare, nascosta e in armonia con il corpo.

Il paraschiena flessibile Trio è stato disegnato secondo queste ultime linee di progettazione. Lo scopo di Trio è accompagnare sempre l'utente in maniera discreta, e celata. Invisibile alla vista, leggero, traspirante e fedele ai movimenti del corpo, ma pronto a proteggere nel momento del bisogno. Il maggior sforzo di progettazione è stato incentrato sulla realizzazione di un dispositivo di protezione in grado di soddisfare i requisiti di comfort e sicurezza espressi dall'utenza di riferimento. A lato dell'utilizzo di materiali innovativi, l'introduzione delle geometrie auxetiche permette di ottenere il miglior compromesso possibile tra comfort, inteso come l'insieme di proprietà che garantiscono un uso pratico e comodo del protettore, e protezione. La volontà di proteggere sempre l'utente ha portato anche alla realizzazione di un accessorio che permetta di utilizzare il paraschiena Trio in qualsiasi giorno dell'anno. Lo studio delle geometrie e delle caratteristiche dell'imbraga-

tura ausiliaria è stato incentrato sull'ottenimento di un oggetto in grado di essere utilizzato nel modo più veloce ed immediato possibile, con lo scopo di incentivare ulteriormente l'utilizzo del paraschiena.

Al termine della stesura di questo testo alcune le riserve principali sul progetto sono sulla capacità della zona superiore dell'imbragatura di seguire i movimenti della schiena dell'utente e sul costo del protettore. Mentre la prima deriva dalla decisione di sperimentare un più immediato e pratico sistema di indossamento della protezione, il secondo è dovuto all'impossibilità attuale di reperire precise informazioni sul costo del Poron Xrd e della tecnologia Ceraspace. Il costo della protezione è infatti uno dei parametri fondamentali per determinarne il successo sul mercato e la diffusione. Uno degli obiettivi principali è stato proprio quello del contenimento dei costi. Le tecnologie utilizzate, lo stampaggio per iniezione reattiva, la cucitura e la ribaditura dei bottoni a pressione, sono tutti processi altamente diffusi che risultano quindi relativamente economici. Nonostante i numerosi contatti sviluppati con le aziende produttrici dei due materiali in esame, non è stato possibile avere alcuna indicazione del costo dei materiali che rendesse maggiormente futuribile la produzione del paraschiena integrato Trio.

Ulteriore riserva viene dalla protezione offerta dal paraschiena. Sebbene la casa produttrice di Poron Xrd dichiara che con uno spessore pari o superiore ai 12,7 mm è possibile ottenere un livello di smorzamento delle forze sufficiente a rispettare i valori imposti dalla normativa EN1621-2 per i protettori di Livello 1, non è stato possibile effettuare alcun test di impatto sul prodotto ipotizzato che ne confermasse le prestazioni. Se per la zona centrale del paraschiena è possibile affermare che il livello di protezione garantito è in linea, se non addirittura superiore, con quello richiesto dal Livello 1 della normativa, la medesima affermazione non può essere completamente valida per la zona del protettore a spessore ridotto caratterizzato dal pattern auxetico.

Il tema della protezione del motociclista è molto vario e complicato da affrontare sotto molti punti di vista. Le molteplici difficoltà aumentano però il valore che il design ed una sapiente progettazione hanno in questo settore di mercato. Molti stilisti, quando intervistati dalle testate giornalistiche di settore, hanno affermato che *“non esiste nulla di più difficile che rendere bello un capo da moto”*. Trasponendo questa affermazione sul settore delle protezioni motociclistiche essa appare ancora più vera.

Insomma il design, espresso come funzionalità, protezione e valore estetico, per i progettisti ed i produttori di protezioni da moto è un mestiere difficile, ma unito al proposito della sicurezza, estremamente appagante.

Bibliografia

- [1] **A.C.E.M. (Associazione Costruttori Europei Motoveicoli)** (2009), *MAIDS In-depth investigation of accidents involving powered two wheelers - Final Report 2.0*, Association of European Motorcycle Manufacturers, Bruxelles
- [2] **A.C.E.M.** (2012), *The motorcycle industry in Europe*
- [3] **A.C.I. (automobile Club d'Italia) - Censis** (2010), *XVII Rapporto ACI-CENSIS 2010 Guidare meno, guidare sempre*, Automobile Club d'Italia
- [4] **ACI-Istat**, *Rapporto incidenti stradali - 9 Novembre 2011*
- [5] **Alderson A.** (1999), *A triumph of lateral thought*, Chemistry & Industry, pp. 384-391
- [6] **A.N.C.M.A (Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori)** (2011), *Equipaggiamento protettivo per motociclisti*, eSUM European Safer Urban Motorcycling
- [7] *Materiali e Design: l'arte e la scienza della selezione dei materiali per il progetto*, **Ashby M., Johnson K.**, Elsevier Ltd., 2002, traduzione italiana di **Del Curto B., Levi M., Pedferri M., Ragnoli V.**, Editrice Ambrosiana, 2005
- [8] *Dainese: il design salva la vita*, **Briatore V.**, Abitare segesta, 2004
- [9] **Chabok S. Y., Safae M., Alizadeh A., Dafchahi M. A., Taghinnejadi O., Kochakinejad L.** (2009), *Epidemiology of traumatic spinal injury: a descriptive study*, Acta Medica Iranica, Vol. 48 N°3, pp. 308-311
- [10] *Introduzione ai materiali - Aspetti generali e materiali metallici*, **Cigada A.**, CittàStudiEdizioni, Utet, Torino, 1997
- [11] *Materiali per il design, introduzione ai materiali e alle loro proprietà*, **Cigada A., Del Curto B., Frassine R., Fumagalli G., Levi M., Marano C., Pedferri M., Rink M.**, Epitesto, Milano, 2006
- [12] **Dekra** (2010), *Report sulla sicurezza stradale in moto 2010, strategie di prevenzione degli incidenti sulle strade d'Europa*, Dekra Automobil GmbH

- [13] **Dodwell E. R., Kwon B. K., Hughes B., Koo D., Townson A., Aludino A. Simons R. K., Fisher C. G., Dvorak M. F., Noonan V. K.** (2010), *Spinal column and spinal cord injuries in mountain bikers: a 13-year review*, The American Journal of Sports Medicine N°38 , pp. 1647-1652
- [14] **Dogan S., Safavi-Abbasi S., Theodore N., Chang S. W., Horn E. M., Mariwalla N. R., Rekte H. L., Sonntag V. H.** (2007), *Thoracolumbar and sacral spinal injuries in children and adolescents: a review of 89 cases*, J. Neurosurg (6 Suppl Pediatrics) N°106, pp. 426-433
- [15] **European Commission** (2010), *Global plan for the decade of action for road safety 2011-2020*
- [16] **European Commission** (2010), *Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020*, Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, Bruxelles
- [17] **Goslar P. W., Crawford N. R., Petersen S. R., Wilson J. R., Harrington T.** (2008), *Helmet use and associated spinal fractures in motorcycle crash victims*, J. Trauma, Vol. 64 N° 1, pp. 190-196
- [18] **Grima J. N.** (2009), *Auxetic materials*, AccessScience, ©McGraw-Hill Companies
- [19] **Jost. G., Allsop R., Steriu M., Popolizio M** (2010), *2010 road safety target outcome: 100,000 fewer deaths since 2001, 5th road safety PIN report*, European Transport Safety Council
- [20] **Leucht P., Fischer K., Muhr G., Mueller E.** (2009), *Epidemiology of traumatic spine fractures*, Injury, Int. J. Care, N°40, pp 166-172
- [21] **Lieutaud T., Ndiaye A., Frost F., Chiron M.** (2010), *A 10-year population survey of spinal trauma and spinal cord injuries after road accidents in the rhone area*, Journal of Neurotrauma, N° 27, pp. 1101-1106
- [22] **Liu Q.** (2006), *Literature review: materials with negative poisson's ratios and potential applications to aerospace and defence*, Australian Government, Defence science and technology organisation

- [23] **Liu Y., Hu H.** (2010), *A review on auxetic structures and polymeric materials*, Scientific research and essays, vol.5 N°10, pp.1052-1063
- [24] *Kinesiology of the musculoskeletal system - foundations for rehabilitation*, **Neumann Donald A.**, Mosby Elsevier, 2010
- [25] **D. Prall, R. S. Lakes** (1996), *Properties of a chiral honeycomb with a Poisson's ratio -1*, Int. J. of Mechanical Sciences, N°39, pp.305-314.
- [26] **Robertson A., Giannoudis P. V., Branfoot T., Barlow I., Matthews S. J., Smith R.M.** (2002), *Spinal injuries in motorcycle crashes: patterns and outcomes*, J. Trauma, Vol.53 N°1, pp. 5-8
- [27] **Robertson A., Branfoot T., Barlow I. F., Giannoudis P. V.** (2005), *Spinal injury patterns resulting from car and motorcycle accidents*, Spine, Vol.27 N°24, pp. 2825-2830
- [28] **Scarpa F., Giacomini J. A., Bezazi A., Bullough W. A.** (2006), *Dynamic behavior and damping capacity of auxetic foam pads*, Smart structures and materials, Vol. 6169, pp. 215-221
- [29] **Shorosbree R. D.** (1979), *Spinal cord injuries as a result of motorcycle accidents*, Paraplegia N°16, pp. 102-122
- [30] **Smardzewski J., Majewski A.** (2011), *Auxetic spring elements for elastically supporting a sitting or lying*, Forestry and wood technology, N°73, pp. 66-74
- [31] **Smith J. A., Siegel J. H., Siddiqi S. Q.** (2005), *Spine and spinal cord injury in motor vehicle crashes: a function of change in velocity and energy dissipation on impact with respect to the direction of the crash*, J. trauma, Vol.59 N°1, pp. 117-131
- [32] **Ugbolue S. C., Warner S. B., Kim Y. K., Fan Q., Yang C. L., Feng Y.** (2006), *The formation and performance of auxetic textiles*, National textile center annual report, pp. 1-6
- [33] *Gioco, dialogo, design. Una ricerca semiotica*, **Zingale S.**, Ati Editore, Milano, 2009
- [34] **Zulkipli Z. H., Manap A. R. A., Paiman N. F., Voon W. S.** (2009), *Spinal injuries*

among motorcyclist in road traffic collisions: literature review, Malaysian institute of road safety research review report

[35] Rivista Motociclismo, *Speciale Abbigliamento 2012 n°1*, (Maggio 2012)

Indice delle pagine web

<http://www.accessscience.com/content/Auxetic> (materiali auxetici)
<http://www.aci.it>
<http://www.allsportprotection.com>
<http://amirshahrokhi.christopherconnock.com> 8texture auxetiche)
<http://antoinenicolasblog.wordpress.com>
<http://www.it.aprilia.it>
<http://www.asaps.it>
<http://www.azom.com/article> (materiali auxetici)
<http://www.baltex.co.uk>
<http://www.boatus.com>
<http://www.bread.uk.com>
<http://cascadedesigns.com>
<http://www.ceredinautica.com>
<http://www.clemson.edu> (materiali auxetici)
<https://connect.innovateuk.org> (materiali auxetici)
<http://www.dainese.com>
<http://data.bolton.ac.uk/auxnet> (materiali auxetici)
<http://www.decadeofaction.org>
<http://www.emporiodelimpero.com>
<http://ec.europa.eu>
<http://europa.eu>
<http://www.ferrino.it>
<http://www.forcefieldbodyarmour.com>
<http://www.francini.it> (produttore di bottoni a pressione)
<http://www.freepatentsonline.com>
<http://www.gilera.com>
<http://www.google.com/patents>
<http://www.hargravesfluidics.com>
<http://www.heathcoat.co.uk>
<http://www.hondaitalia.com>
<http://www.hydrocarbons21.com>
<http://www.insella.it> (rivista settore motociclistico)
<http://www.ital-cer.com>
<http://www.kendrion-tritech.com>
<http://www.knox-armour.co.uk>
<http://www.kymco.it>
<http://www.lesionispinali.org>

<http://www.makeroadssafe.org>
<http://www.med-techinnovation.com/Articles/articles/article/20> (materiali auxetici)
<http://www.moto.it>
<http://www.motoairbag.it>
<http://www.motociclismo.it>
<http://motocivismo.it>
<http://www.motorama.it>
<http://www.motosicurezza.com>
<http://netlamps.it>
<http://www.oseco.com>
<http://www.it.piaggio.com>
<http://www.plagiocephalyflathead.com>
<http://www.portalecompositi.it/Articoli> (materiali auxetici)
<http://www.prym-fashion.com> (produttore di bottoni a pressione)
<http://www.pva-ppe.org.uk/standards> (normative)
<http://www.redorbit.com/news/science> (materiali auxetici)
<http://www.revitusa.com>
<http://rivergear.com>
<http://www.rivistedigitali.com/Plastix/2010/3> (materiali auxetici)
<http://www.roadsafetyfund.org>
<http://www.rukka.com>
<http://www.satrappe.org.uk>
<http://www.scarabeoscooters.it>
<http://www.schoeller-textiles.com>
<http://www.schwarzer.com>
<http://www.scott-fyfe.com>
<http://www.scribd.com> (materiali auxetici)
<http://www.secumar.com>
<http://www.shockdoctor.com>
<http://www.sicurmoto.it>
<http://www.sicurstrada.it>
<http://silver.neep.wisc.edu/~lakes/Poisson> (materiali auxetici)
<http://smartstructures.wikispaces.com> (materiali auxetici)
<http://www.sos-traffico-milano.it>
<http://www.timesofmalta.com/articles> (materiali auxetici)
<http://www.trangoworld.com>
<http://www.trekmates.co.uk>
<http://home.um.edu.mt/auxetic/press> (materiali auxetici)
<http://www.unric.org>

<http://www.urbanrider.co.uk>
<http://www.it.vespa.com>
<http://www.virtualtouchdesign.com>
<http://it.volkmann-rossbach.com>
<http://www.welco.net>
<http://en.wikipedia.org/wiki>
<http://www.xavitech.com>
<http://www.yamaha-motor.it>
<http://www.yarnsandfibers.com> (tessuti auxetici)
<http://www.youtube.com>
<http://www.ykk.it> (produttore accessori sartoriali)