



# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAMERINO

*SAD. SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN "EDUARDO VITTORIA"*

*Corso di Laurea in Disegno Industriale e Ambientale*

*Relatore: Prof. Arch Andrea Lupacchini*

*Laureando: Alessandro Trivelli*

*"Progettazione di componenti per la protezione supplementare, da urto, nella guida su due ruote."*

*Anno Accademico 2010/2011*

# INDAGINE SUGLI INCIDENTI SULLE 2 RUOTE

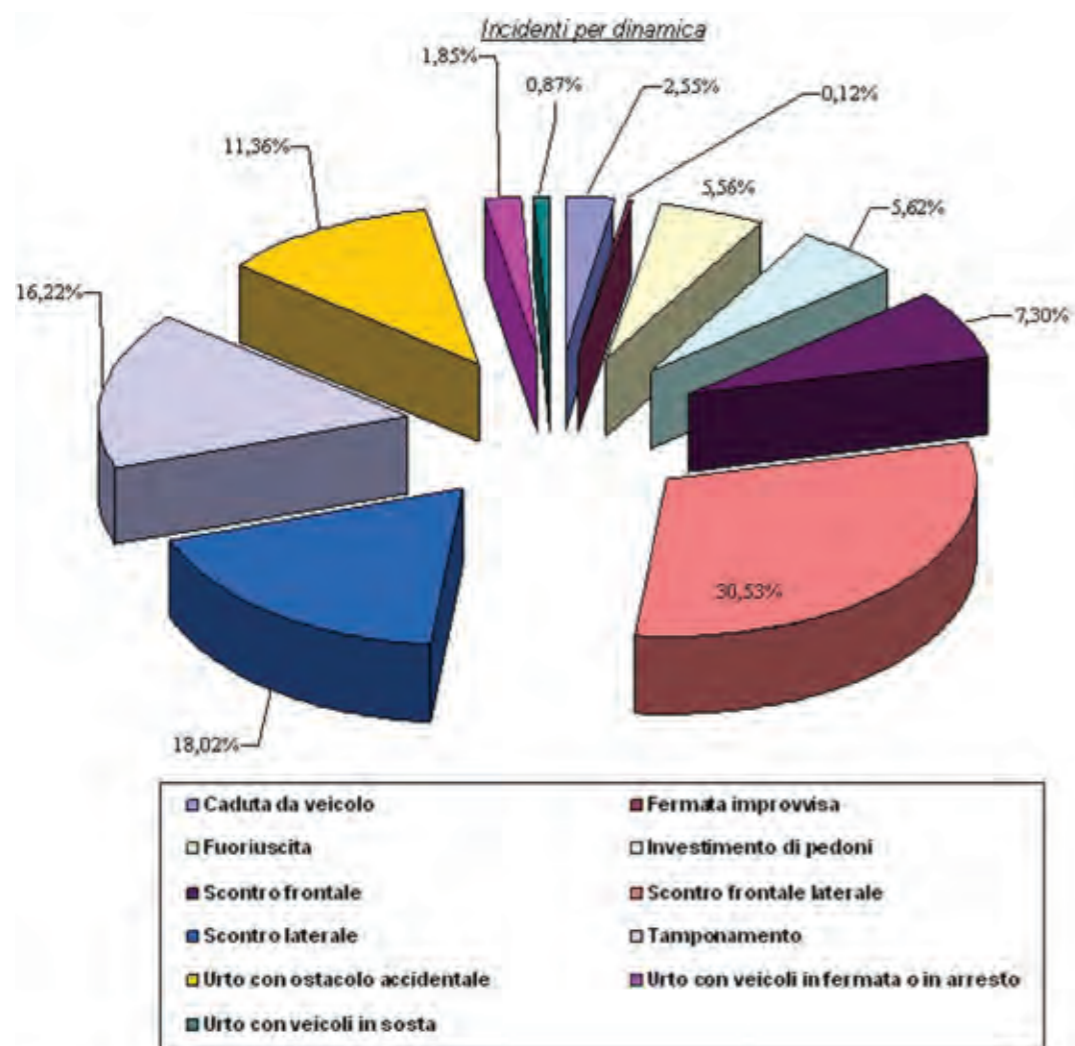
Sia in contesti urbani che extra urbani gli incidenti sulle due ruote sono molto numerosi, secondo il rapporto DEKRA 2010 sulla sicurezza stradale, in Italia il 23% delle vittime della strada sono motociclisti.

Oltre il 56% degli incidenti stradali coinvolgenti un mezzo a due ruote è avvenuto su strade urbane, mentre il 18% su strade statali, il 19% su strade provinciali, l'1% sulle strade regionali, il 4% sulle autostrade, il 2% in tangenziale.

**Incidenti nel Comune di Roma con le due ruote (2003 - 2007)**

Anno	Incidenti	Morti	Feriti	Tasso mortalità	Tasso lesività	Tasso gravità	Pop. Roma	Morti/100.000 ab.	Incidenti/giorno
2003	10.611	61	12.376	5,749	1,166	4,905	2.540.829	2,401	29,071
2004	12.297	115	14.376	9,352	1,169	7,936	2.542.003	4,524	33,690
2005	11.465	106	13.447	9,246	1,173	7,821	2.553.873	4,151	31,411
2006	11.322	109	13.183	9,627	1,164	8,200	2.547.677	4,278	31,019
2007	10.964	99	12.801	9,030	1,168	7,674	2.705.603	3,659	30,038
<b>Media</b>	<b>11.332</b>	<b>98</b>	<b>13.237</b>	<b>8,648</b>	<b>1,168</b>	<b>7,349</b>	<b>2.577.997</b>	<b>3,801</b>	<b>31,046</b>

Fonte: Elaborazione ISTAT-ACI su dati incidenti stradali



## LE CAUSE PRINCIPALI

### l'aspetto umano

Nella città di Roma, secondo l'indagine ACI /FIA, le principali cause di incidenti su due ruote sono: il mancato rispetto della distanza di sicurezza(25,6%), del diritto di precedenza(17,7%) e del segnale di stop(10,3%); guida distratta(15,5%) e velocità eccessiva o non adeguata(12,8%).

### Il mezzo

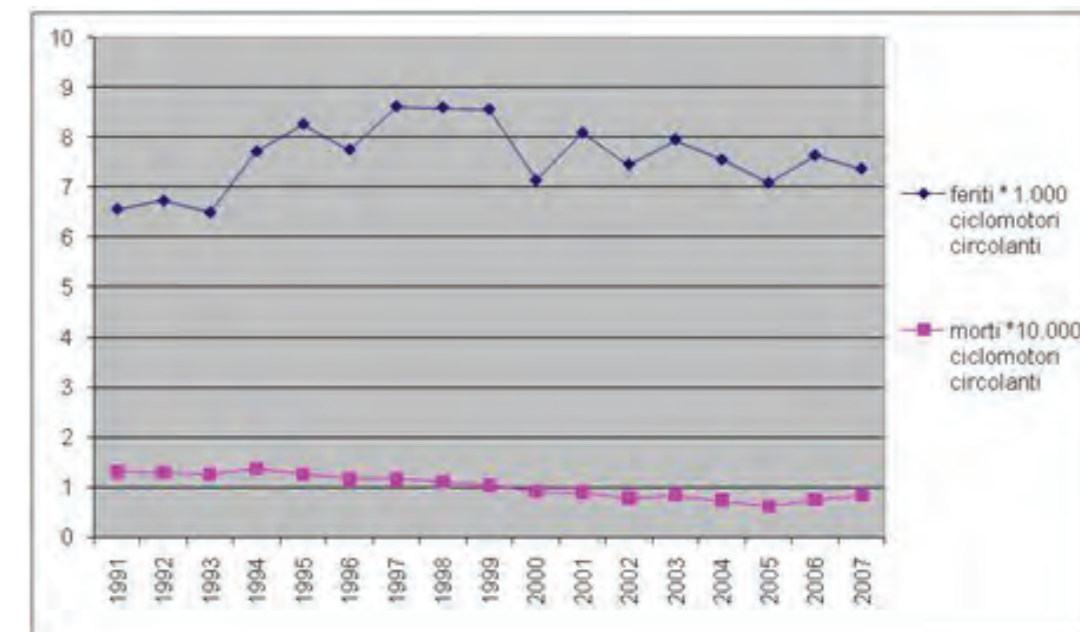
DEKRA fa notare che a seguito di incidenti motociclistici, anche i difetti tecnici delle moto sono corresponsabili degli incidenti stradali: il 23,6% delle moto esaminate in Germania a seguito di incidenti, tra il 2002 al 2009, presentava dei difetti, di cui il 33,9% considerati causa determinante degli incidenti.

### Le infrastrutture

la Volkman & Rossbach Italia, all'interno di un bilancio eseguito dopo un anno di monitoraggio di incidenti, da Giugno 2008 a giugno 2009, inserisce anche lo sconcertante dato riguardante i motociclisti morti a causa di impatto con il guard-rail; ben il 12%; tale dinamica infatti riscontra un totale di 428 deceduti e 242 feriti.

Secondo un'indagine dell'Automobil Club d'Italia, in collaborazione con la FIA Foundation condotta nella città di Roma, la circolazione dei ciclomotori comporta anche molteplici effetti negativi, soprattutto riguardo l'insicurezza stradale; nella sola capitale si sono registrati annualmente, dal 2003 al 2007, 21.000 incidenti, 28.000 feriti e 219 morti. Di tali incidenti il 53% hanno coinvolto almeno un mezzo motorizzato a due ruote, causando più di 13.000 feriti e circa 100 morti. Dunque in media, si verificano 31 incidenti al giorno, 4 morti ogni 100.000 abitanti e 9 morti ogni 1.000 incidenti.

Dalla ricerca statistica (ISTAT-ACI) inoltre, si rivela che le tipologie di incidenti più diffuse nelle strade urbane sono: lo scontro frontale-laterale (circa 4.000 incidenti l'anno, pari al 37,3% del totale degli incidenti) che genera 23 morti l'anno; lo scontro laterale (2616 incidenti, pari al 24,2% del totale), con 11 morti annui; il tamponamento (1118 incidenti, pari al 10,4% del totale) con 4 morti. Quasi la metà degli incidenti avviene nei rettilinei, mentre 2 su 5 negli incroci e nelle intersezioni. Cifre preoccupanti a conferma del fatto che le due ruote costituiscono un potenziale pericolo per le utenze.

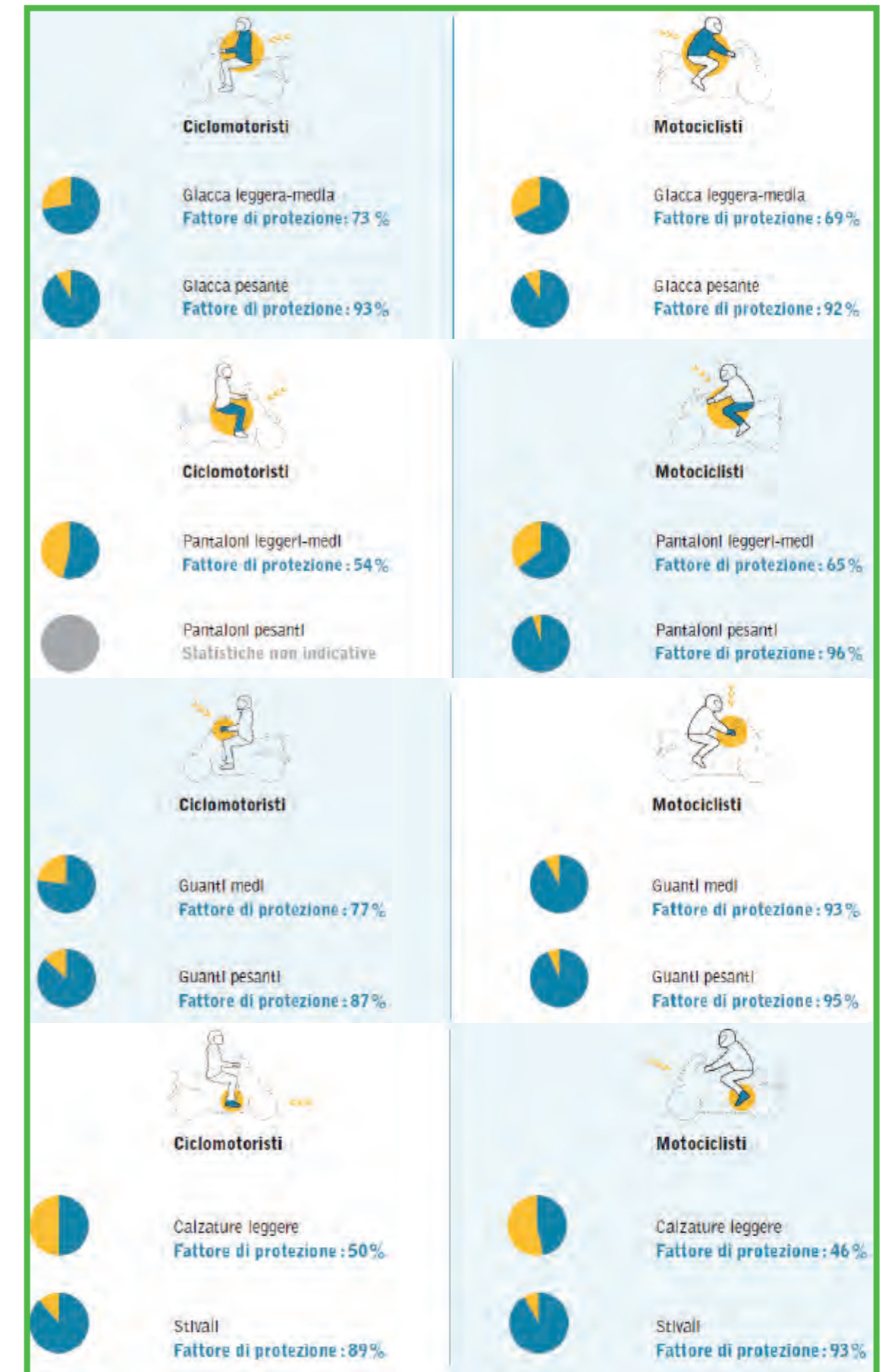


# LA SICUREZZA PASSIVA

Con "sicurezza passiva" ci si riferisce al necessario abbigliamento o supporto di sicurezza da indossare e alla ricerca dei metodi per ridurre le lesioni durante l'incidente.



Andando ad eseguire uno studio più approfondito sugli indumenti di protezione e le relative normative di riferimento si è cercato di evidenziare quali siano le parti del corpo ben protette e quali quelle più esposte, quali le protezioni più o meno adatte e quali quelle idonee anche ciclomotori di piccola cilindrata.



## LA SICUREZZA PASSIVA

All'interno della ricerca sono stati evidenziati i principali produttori, mettendo a confronto i loro prodotti nell'intento di trovare la parte del corpo meno protetta.

Più precisamente si è partiti dalle protezioni per il piede, vale a dire le calzature, da quelle urbane a quelle più sportive; per poi passare alle gambe, dove sono state incontrate soluzioni intere, ma poco idonee ad un contesto urbano, e soluzioni divise per singola area, vedi ginocchia, cosce, femore e così via. Poi si è passati alla parte superiore del corpo; dalle cinture di sicurezza per il bacino alle pettorine, passando in rassegna anche le così dette "armature", seppur non ritenendole idonee ai contesti urbani. Per la schiena si è evidenziata la fantastica invenzione del paraschiena, con tutti i vantaggi che ne derivano. Le spalle e i gomiti, dove le protezioni che esulano dall'intera giacca, vengo spesso fornite accoppiate, e le mani, passando in rassegna i modelli di guanti esistenti, dai più sobri fino a quelli professionali così come fatto per le calzature. La perlustrazione si è conclusa con il rachide cervicale, per il quale sono state ideate buone soluzioni, ma non complete.

Durante la ricerca si è approfondito lo studio relativo ai materiali maggiormente usati dalle aziende cercando di farne tesoro per poter poi realizzare un' idonea progettazione.

### LE PRINCIPALI AZIENDE

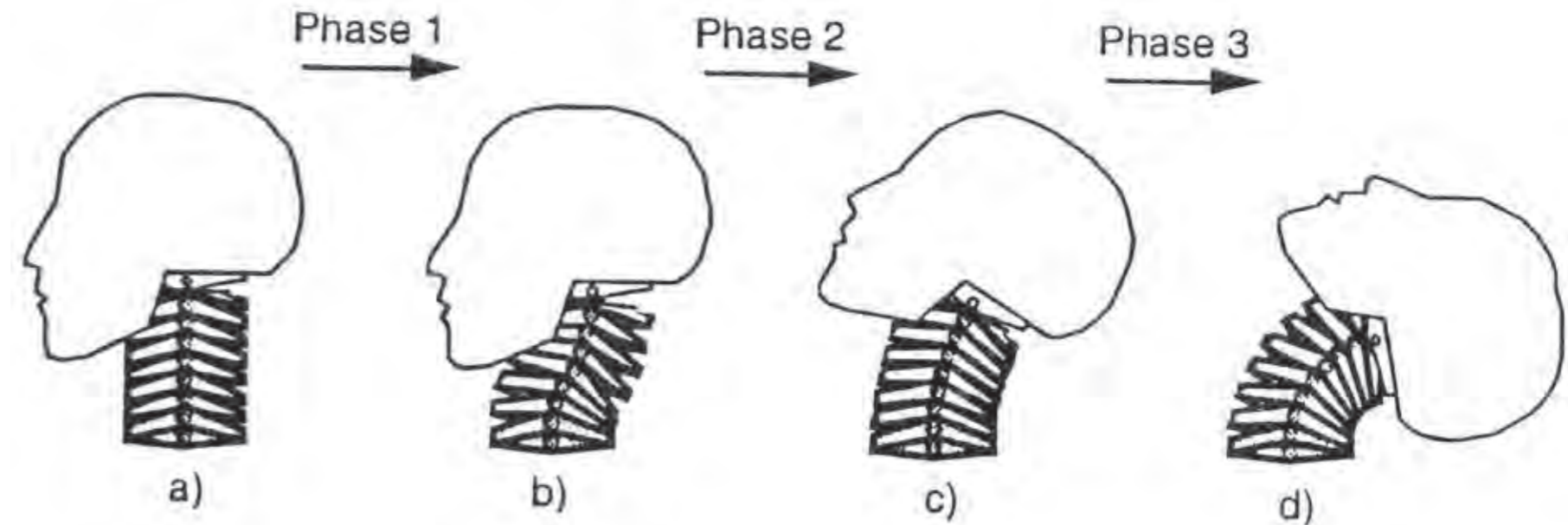
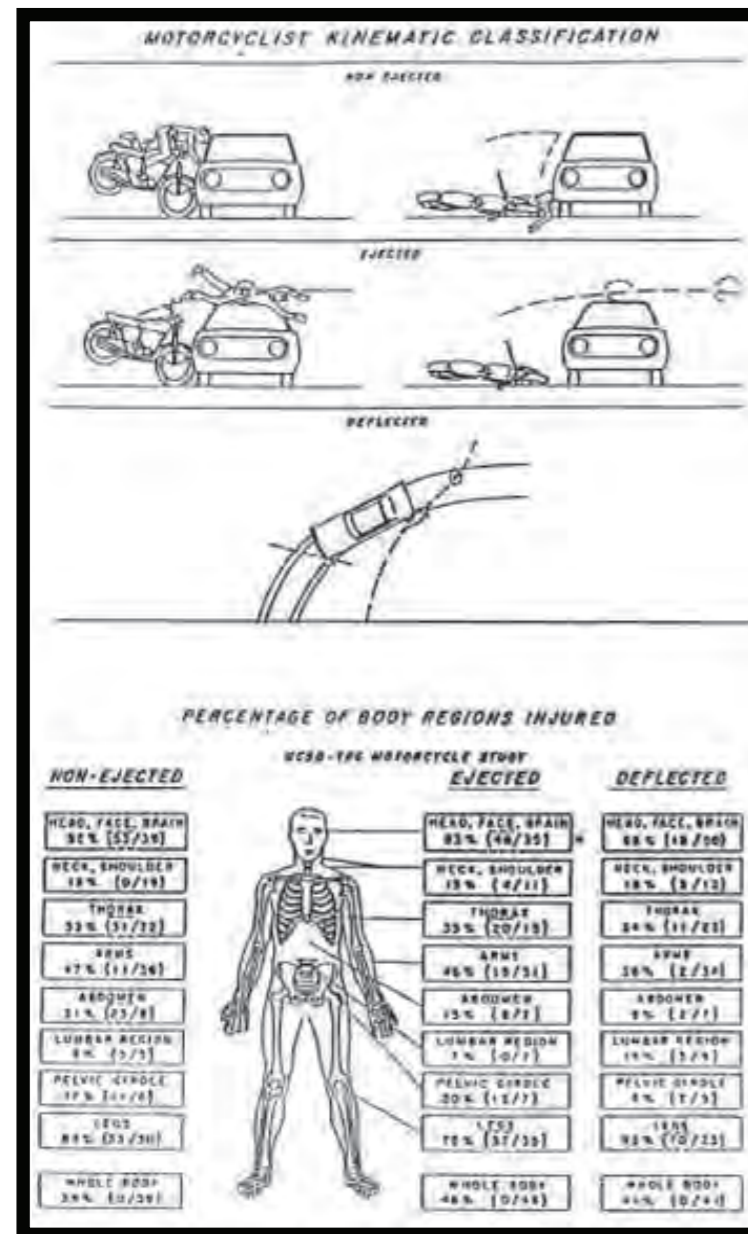


La risposta, dopo un' attenta analisi è venuta fuori, e la parte maggiormente esposta a rischi nella guida sulle due ruote è risultata essere la cervicale.  
A seguito di un' ulteriore ricerca è emerso che è proprio su questo punto che le aziende investono maggiormente.

# LA BIOMECCANICA DEGLI IMPATTI

La biomeccanica degli impatti studia, in generale, il movimento del corpo umano e le lesioni conseguenti a forze ed accelerazioni violente agenti sui vari segmenti di corpo, tipiche durante gli incidenti stradali ed aerei. Tale branca della biomeccanica è considerata il punto di partenza della sicurezza passiva.

Questa disciplina indaga in ogni parte del corpo valutando ogni possibile conseguenza agli impatti.



a-b:traslazione, b-c:rotazione, c-d:iper-estensione

## LA CERVICALE

Nella biomeccanica degli impatti stradali viene utilizzato il criterio di valutazione AIS (Abbreviated Injury Scale), ovvero un metodo di classificazione delle lesioni che ne permette il confronto e ne fornisce uno standard descrittivo. Le lesioni vengono localizzate prima per regione corporea (9 regioni in totale), poi si definisce il sistema interessato (nervi, muscolatura, scheletro, ecc..) e la tipologia di lesione (amputazione, penetrante ecc..), in fine viene indicato un indice di gravità che va da 1 a 6. L'indice AIS, non ufficialmente, viene anche correlato alla probabilità di sopravvivenza della vittima; in generale le lesioni < 3 costituiscono pericolo di morte.

CODICE AIS	DESCRIZIONE
1	minore
2	moderata
3	seria
4	grave
5	critica
6	massima

Molti studi sono stati fatti sulle singole vertebre, da C1 a C7, per stabilirne le proprietà meccaniche. Le lesioni possono essere causate dalle varie azioni interne di trazione, compressione, estensione, flessione laterale, rotazione e taglio; l'iperflessione e l'iperestensione possono causare fratture vertebrali di compressione lungo il tratto concavo della rachide, le azioni di taglio, invece, possono produrre dislocazioni delle vertebre ma senza fratture, le rotazioni della testa possono combinarsi con altri movimenti causando lesioni ai legamenti e dislocazioni, sempre senza fratture. L'importanza dei traumi alle vertebre cervicali è dovuta al fatto che all'interno di esse si trova il midollo spinale e da esse si distribuiscono i centri nervosi respiratori e degli arti superiori.

Il motociclista, rispetto all'occupante di un autoveicolo, corre un rischio 10-20 volte superiore lesioni mortali. Se incidentato, il conducente di un veicolo a due ruote, riporta in genere lesioni multiple per contatti contro diversi corpi esterni quali la motocicletta stessa, un eventuale autoveicolo coinvolto, la superficie stradale, le barriere laterali, le auto parcheggiate, e così via. E' difficile dunque generalizzare la biomeccanica di collisione.

## LA CERVICALE

La cervicale è riconosciuta come la parte più mobile della colonna vertebrale e anche la più delicata sotto numerosi aspetti; oltre a sostenere e rendere mobile il cranio, protegge strutture fondamentali che passano attraverso di essa, come l'arteria vertebrale, le radici nervose e il midollo spinale, responsabile degli arti superiori.

La rachide cervicale è costituita da sette vertebre ben distinte, contraddistinte dalla lettera C e da un numero progressivo dall'alto verso il basso; in più tale insieme di vertebre viene suddiviso in due regioni. Andiamo, così, ad incontrare una regione superiore, formata dalle vertebre C1 e C2 ed una inferiore formata dalle rimanenti vertebre, da C3 a C7; tali regioni vengono denominate rachide cervicale superiore e rachide cervicale inferiore.



Il rachide cervicale superiore si compone delle prime due vertebre, C1 e C2, queste vertebre sono dette atlante ed epistrofeo; molto diverse dalle altre. L'atlante è un anello osseo costituito da un arco anteriore, un arco posteriore e di due masse laterali; privo di corpo vertebrale e processo spinoso. Questi due massicci ossei rappresentano delle facce articolate, una superiore e l'altra inferiore, che vanno a raccordarsi rispettivamente con i condili occipitali e con l'epistrofeo.

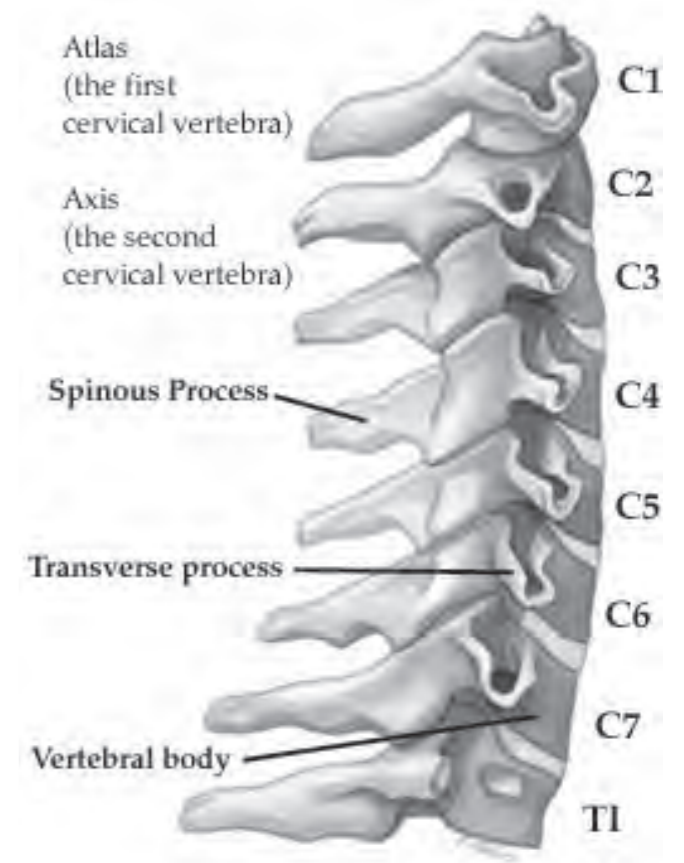
L'epistrofeo, a sua volta è costituito da un corpo vertebrale e da un processo spinoso, così come le vertebre sottostanti, dalle quali si differenzia per la grossa apofisi ossea che nella parte anteriore, detto odontoido o dente dell'epistrofeo. Questo segmento osseo, che altro non è che il residuo del corpo dell'atlante, costituisce l'asse attorno al quale C1 può girare nei movimenti di rotazione della testa. Tra C1 e C2 non è interposto il disco intervertebrale e l'eccessivo movimento è limitato dai legamenti e dalla capsula articolare.

Quest'articolazione consente moderati movimenti di flessione laterale, 10 gradi di flessione e 25 di estensione; pochi gradi nelle stesse direzioni sono consentiti anche dai rapporti articolari tra C1 e C2. Atlante ed epistrofeo forniscono il principale apporto alla rotazione della colonna cervicale, che sostengono per 45° in entrambe le direzioni.

La mobilità della colonna cervicale superiore è fondamentale per mantenere il corretto allineamento degli organi di senso situati nella testa ovvero vista e udito.

rimanenti 5 vertebre cervicali (C3-C7); queste vertebre presentano un elevato grado di similitudine tra loro sia per forma che per funzione. Le caratteristiche principali che costituiscono queste vertebre sono: un corpo vertebrale di dimensioni ridotte rispetto alle vertebre sottostanti; dei processi spinosi biforcuti da C3 a C6; la presenza in C7, vertebra prominente di un processo spinoso particolarmente lungo e la presenza di apofisi a forma di uncino, nelle parti laterali superiore ed inferiore dei corpi vertebrali, che si congiungono tra loro formando le articolazioni uno-vertebrali, anche dette "di Luschka", mediante due facce cartilaginee.

Il tratto cervicale inferiore, al contrario del superiore, non è specializzato nella rotazione, bensì nella flessione anteriore, posteriore (estensione) e laterale. Quest'ultima è affidata soprattutto alle relazioni vertebrali tra C3 e C4 e tra C5 e C6, mentre la flessione, di circa 10 gradi per segmento, è preponderante nelle relazioni tra C4 e C5 e tra C5 e C6.



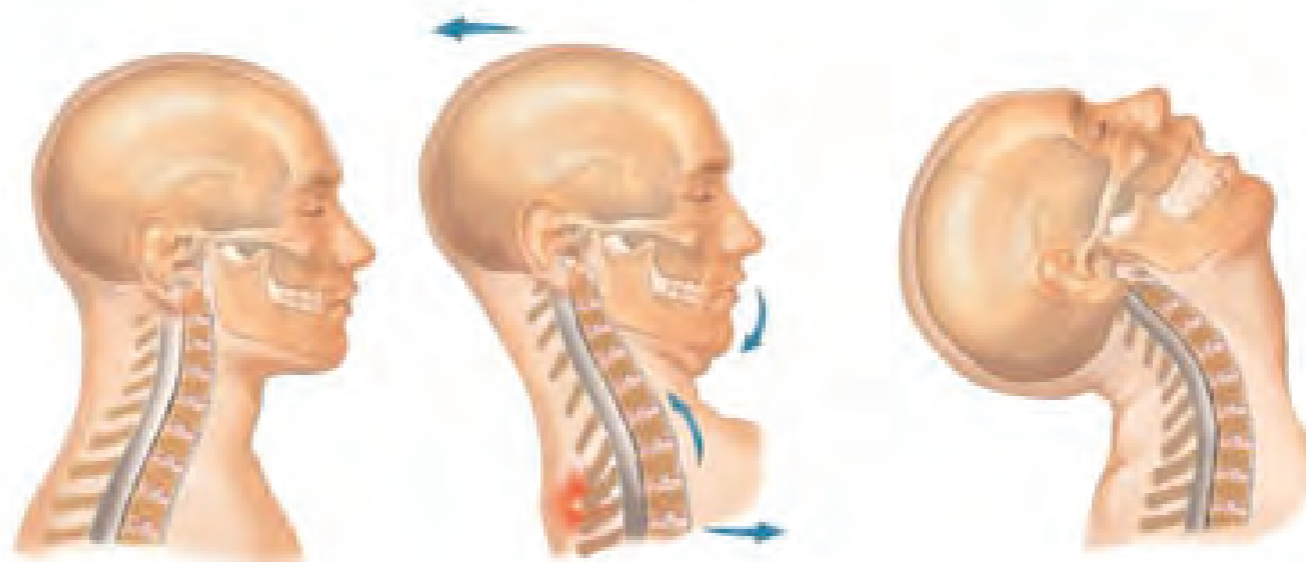
## LE LESIONI CERVICALI

Le lesioni vertebrali riguardano per il 20% la colonna toracica, per il 15% la colonna lombare e nel 65% dei casi la colonna cervicale.

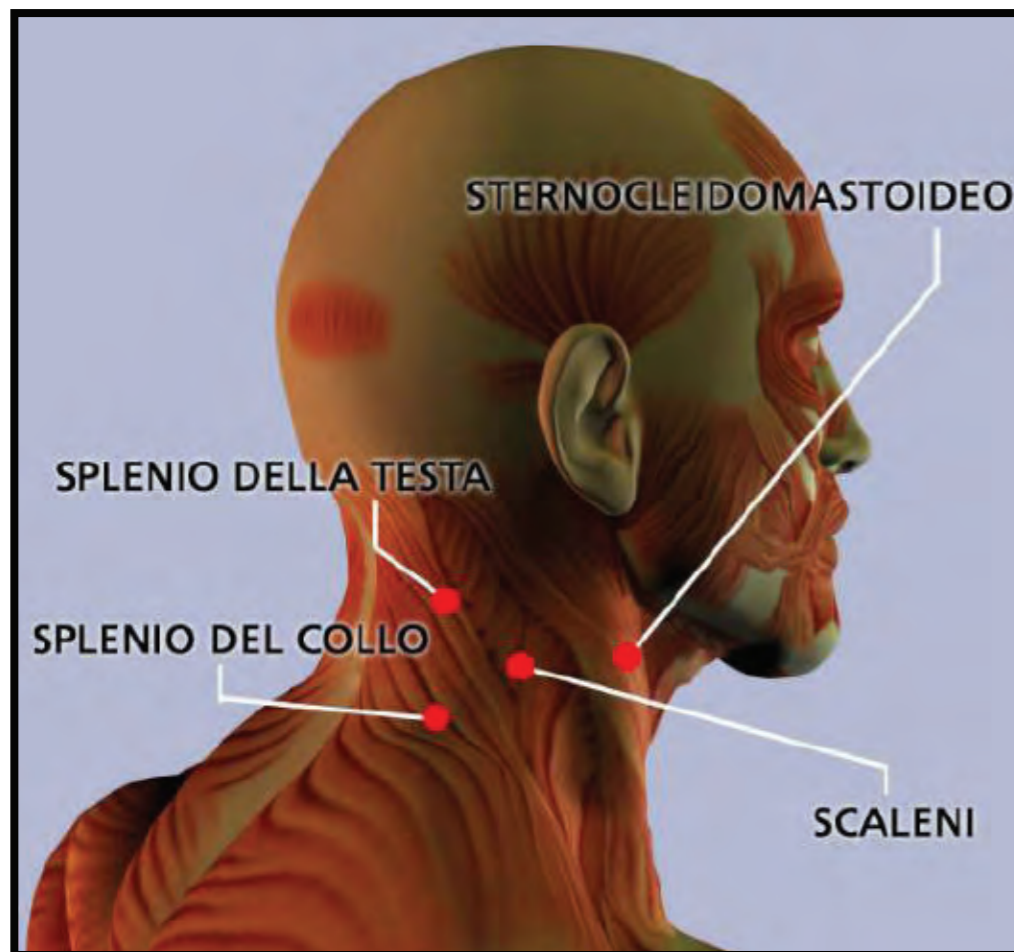
La vertebra C2 è la più comunemente coinvolta nelle fratture della colonna cervicale, tale vertebra è implicata nel 24% dei casi.

Uno dei traumi principali che interessano questa regione vertebrale è la dislocazione vertebrale, ovvero il disallineamento di una vertebra, che può bloccarsi in posizione anomala si verifica più comunemente fra C5 e C6 e fra C6 e C7 ed è spesso il risultato di un trauma importante della testa o del collo. Questo tipo di lesione causa, nella migliore delle ipotesi, l'intrusione di un osso all'interno del canale vertebrale e nella peggiore la sezione midollare completa, a questo genere di sublussazione o dislocazione vertebrale possono associarsi anche altre lesioni all'apparato muscolare o legamentoso vertebrale. I danni riscontrati portano ad un inevitabile instabilità della colonna e possono causare una compromissione delle strutture vascolari.

Le lesioni della colonna possono essere da flessione, estensione, carico assiale e rotazione.



Le percentuali di lesioni cervicali nella guida su due ruote non è la più elevata, tuttavia quando si ha a che fare con dei traumi relativi a tale zona, ci si trova quasi sempre davanti a casi mortali.



Le lesioni da flessione determinano la compressione della colonna anteriore e distrazione della colonna posteriore. Il risultato è lo schiacciamento a cuneo del corpo vertebrale, distruzione dei legamenti posteriori e l'allargamento della colonna posteriore.

Le lesioni da estensione invece determinano distrazione della colonna anteriore e compressione della colonna posteriore; vi sono interruzioni ed allargamenti dei legamenti anteriori e vari gradi di schiacciamento delle parti posteriori.

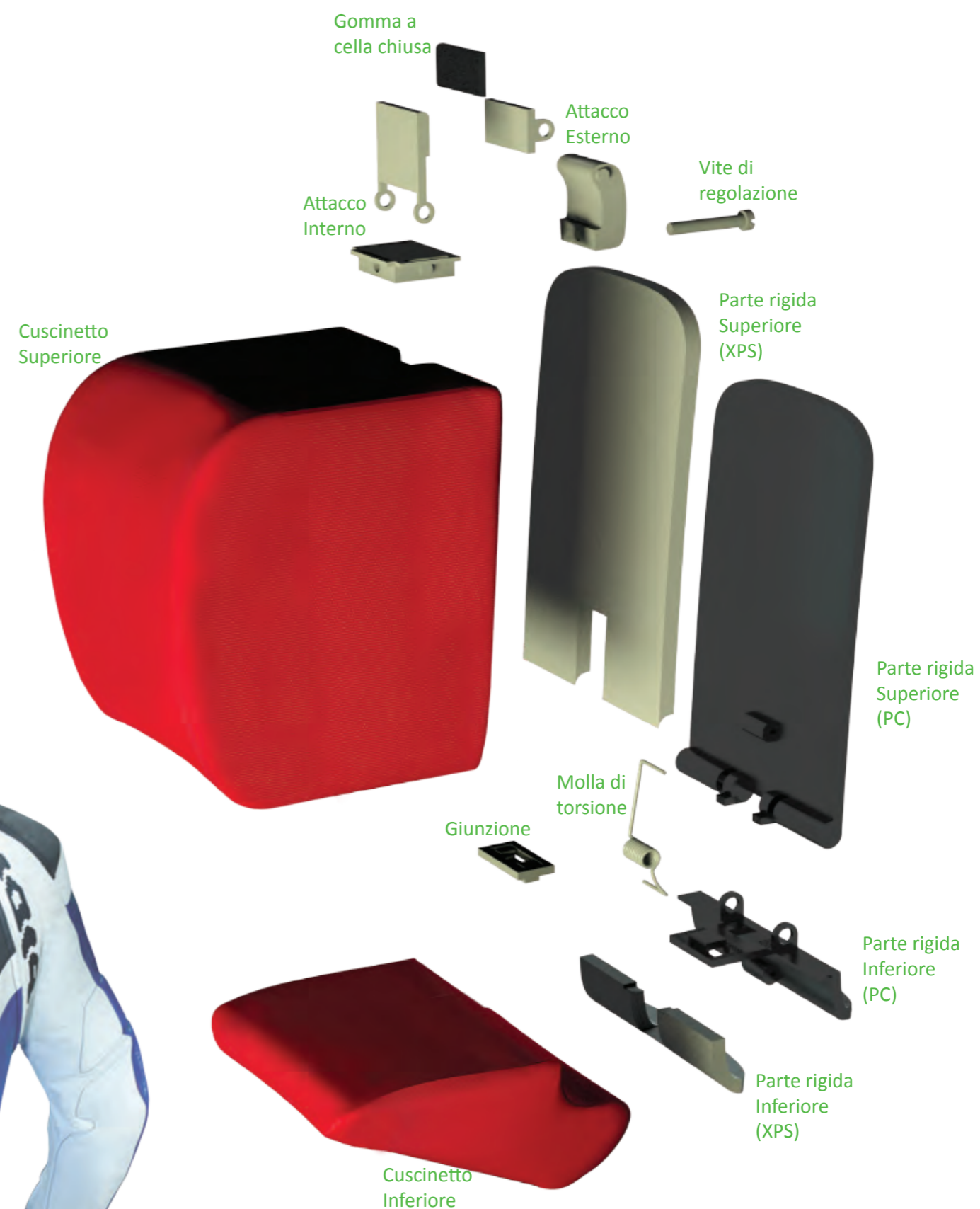
Nel caso di lesioni da carico assiale sono il risultato di forze assiali esercitate dall'alto (cranio) o dal basso (pelvi). I vettori di forza risultanti determinano una frattura da scoppio. Queste fratture, in genere, sono stabili perché le strutture legamentose della colonna vertebrale rimangono intatte, ad eccezione della frattura da scoppio di C1 anche detta frattura di Jefferson, che si verifica quando forze verticali vengono applicate al cranio e si trasmettono attraverso i condili occipitali alle masse laterali dell'atlante. Il risultato è l'interruzione degli archi anteriori e posteriori di C1.

Le lesioni da rotazione, invece, avvengono quando una delle facce articolari interapofisarie agisce come fulcro e la rotazione più flessione della colonna fanno sì che la faccia contro-laterale venga dislocata; a questo punto la faccia superiore balza al di sopra ed anteriormente alla faccia inferiore, in questo modo la faccetta superiore viene ad appoggiarsi nel forame intervertebrale, portando ad una posizione "bloccata" e quindi ad una lesione stabile dove anche se i legamenti posteriori sono interrotti.



Mettendo insieme tutte le conoscenze precedentemente acquisite, è stato creato Neck Safe Protection. Si tratta di un supporto per la protezione cervicale da urto, studiato per fornire l'adeguata protezione della cervicale e nello stesso tempo consentire al collo di muoversi nel migliore dei modi, secondo i movimenti tipici della guida su due ruote.

La particolarità di questo oggetto è l'applicazione; Neck Safe Protection è applicato al casco anziché al corpo. Questa caratteristica, combinata alle dimensioni ridotte, consente tutte le rotazioni del capo senza alcun fastidio.





# Neck Safe Protection

protezione cervicale da urto

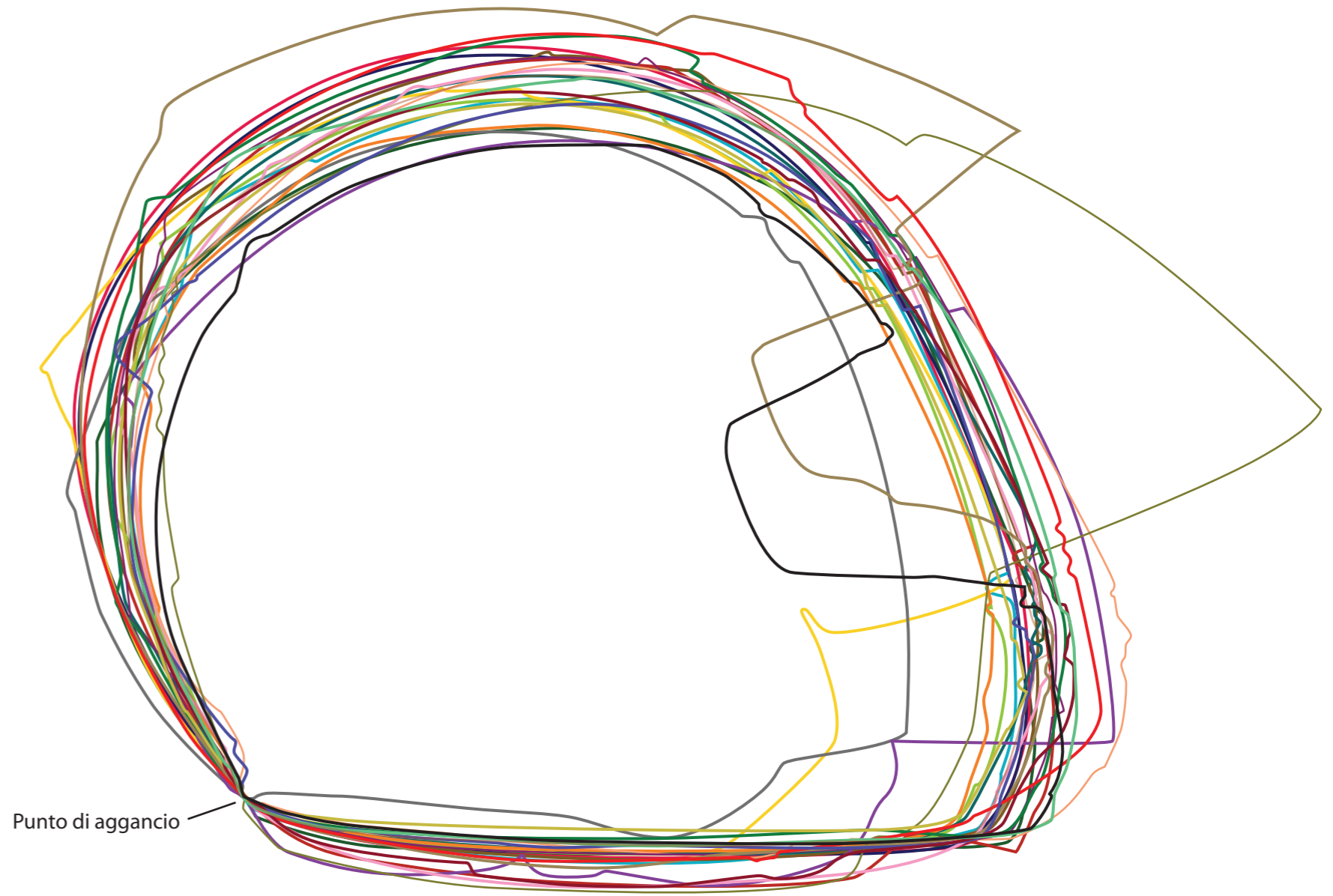
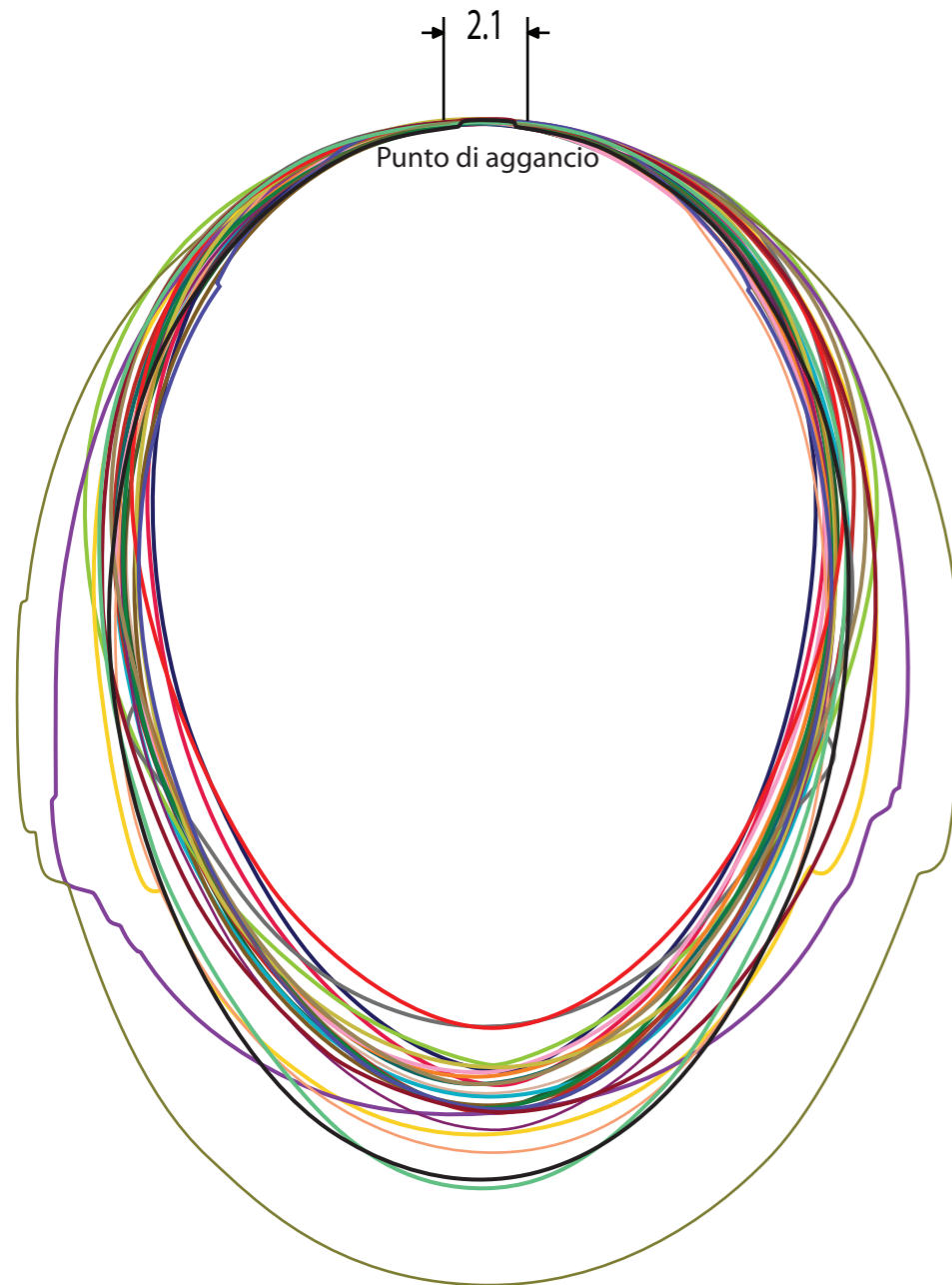
La protezione è stata pensata, dotata di una parte rigida ed una "morbida", per attutire l'urto.

Il problema della flessione posteriore è stato aggirato separando queste due componenti, pur lasciandole l'una limitrofa all'altra, in modo tale che in fase di flessione, la parte "morbida" possa comprimersi parallelamente al collo, mentre la parte rigida può scorrere lungo la superficie esterna del casco, non andando a creare disturbi al movimento.



Per realizzare un oggetto che si adattasse a tutti i caschi è stato necessario uno studio più completo dei modelli esistenti; 25 Caschi di marca, taglia, tipologia e fascia di mercato diversa sono stati analizzati, misurati e messi a confronto per poter individuare dei punti da sfruttare per applicare il nostro supporto.

AGV	T-2 (m)	DAINESE	PERFORMANCE (xl)	REEVU	363TECNOLOGY (l)
AIROH	GP500 (xl)	GIVI	H2 (m)	SHOEI	SINCROTEC II (xl)
AIROH	PITONE XR (s)	HONDA	KEN (s)	SHOEI	XR1000 (m)
ARAI	QUANTUM/f (l)	HONDA	SHIN (m)	UVEX	QUETZZY (xl)
ARAI	RX7 GP (m)	LS2	BASIC integrale apribile (l)	VEMAR	VXP (m)
BELL	M5X DAYTONA (m pers.)	NOLAN	N-32 (xl)	X-LITE	X602 (s)
BLAUER	HI TECH (l)	NOLAN	N-62 (s)	X-TEN	X-TEN (m)
BLAUER	HI TECHjet (m)	NOLAN	N-63 (xl)		
DAINESE	STREAM TOURER (s)	OMP	NEWPLUS (l)		



spessore bordo inferiore min: 0,3 cm  
spessore bordo inferiore max: 0,8 cm

## Il sistema di giunzione

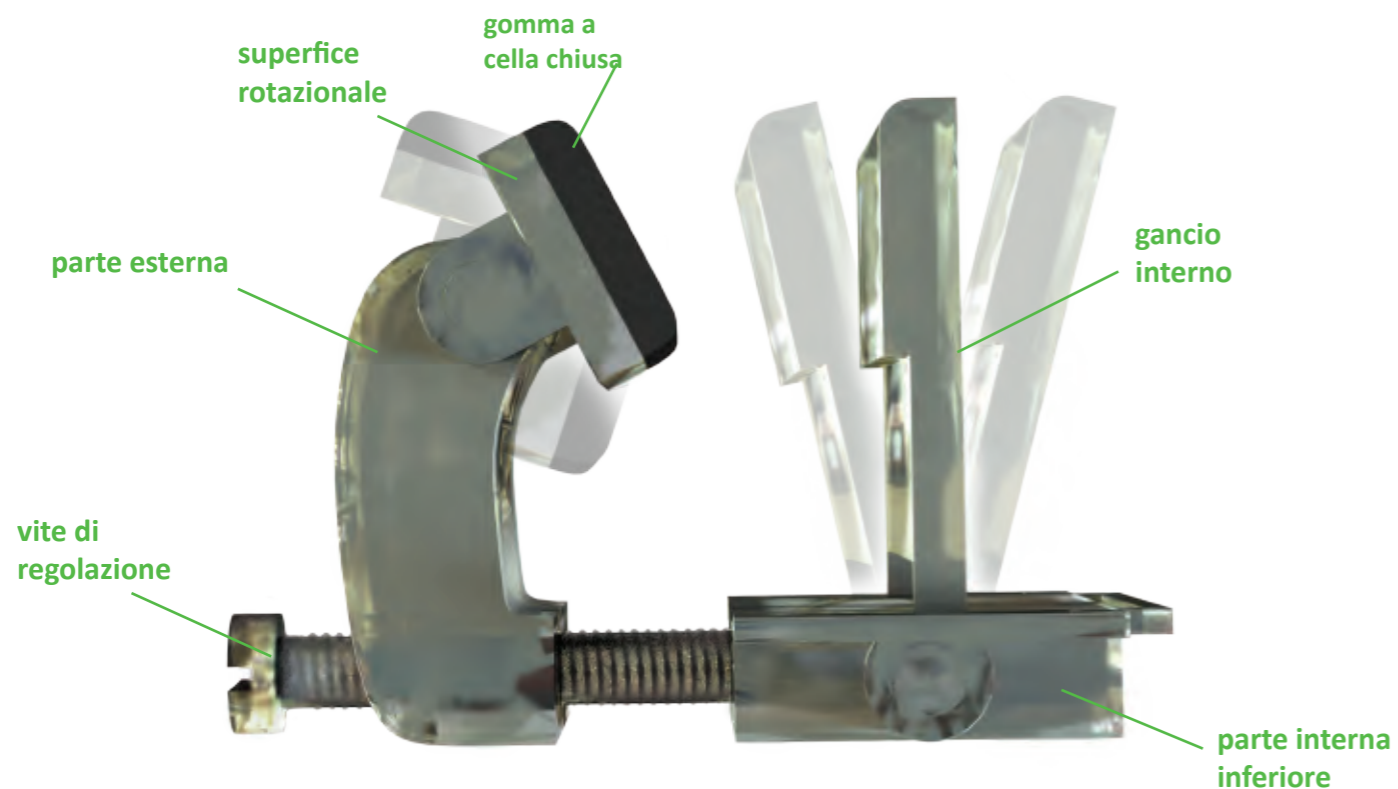
La prima parte analizzata in fase di progettazione è quella del sistema di aggancio, la particolarità di questo sistema è la capacità di essere applicabile a tutti i tipi di casco, che come abbiamo visto dallo studio effettuato, differiscono molto fra loro.

Questo elemento si divide in due parti, interna ed esterna.

La parte interna è vincolata dalle dimensioni mediamente disponibili tra la calotta esterna del casco e l'imbottitura interna in XPS, ed è dotata di una parte inferiore predisposta alla giunzione con il cuscinetto.

La parte esterna è caratterizzata da due elementi, il corpo principale, con una forma posteriore arrotondata, che funge da appoggio per lo scorrimento della parte rigida superiore, il secondo elemento invece, è rivolto verso la superficie del casco e consiste in una faccia rotatoria, con uno strato di guaina (gomma a cellule chiuse), in grado di adattarsi alle diverse inclinazioni e alla conformazione dell'area d'appoggio.

La regolazione dello spessore è affidata ad una vite a testa cilindrica che unisce insieme i due elementi, consentendo di stringere l'attacco a seconda dello spessore della calotta e garantire una tenuta migliore.

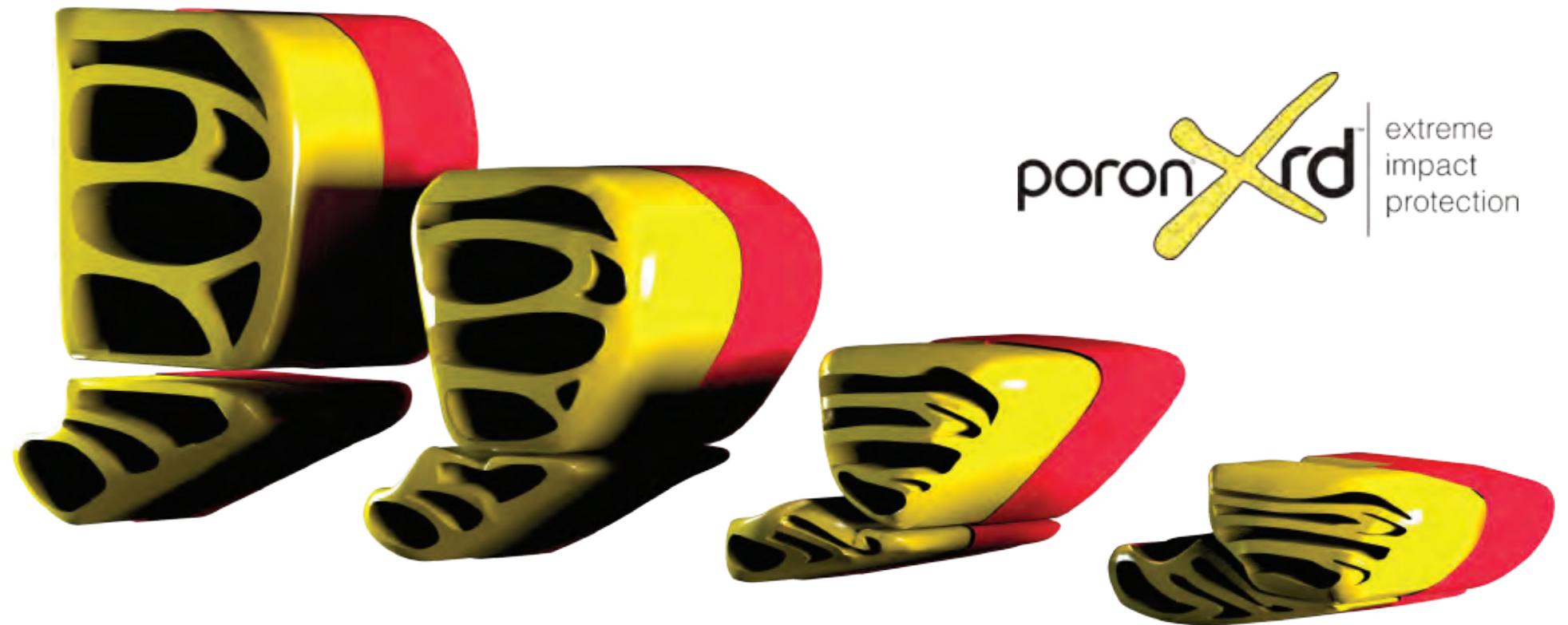
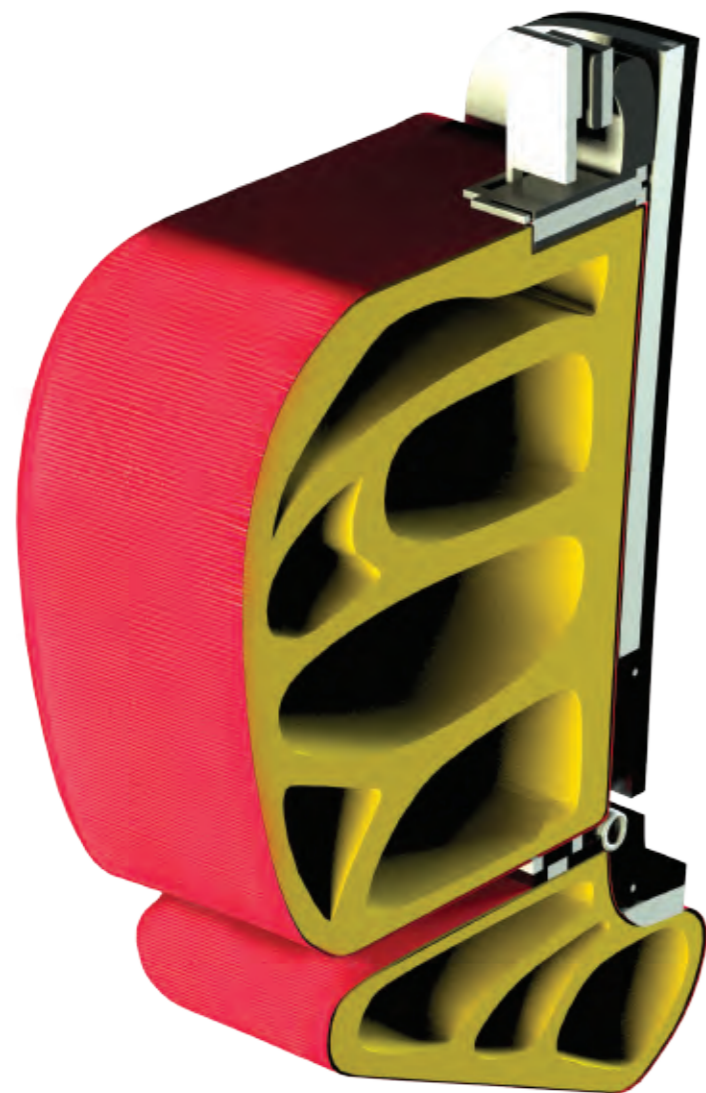


## I cuscinetti

Questa componente del progetto è quella più significativa, le caratteristiche che si richiedono a questi elementi sono quelle di resistere agli impatti ma nello stesso tempo permettere la dovuta compressione nel momento in cui il capo compie il movimento di flessione posteriore.

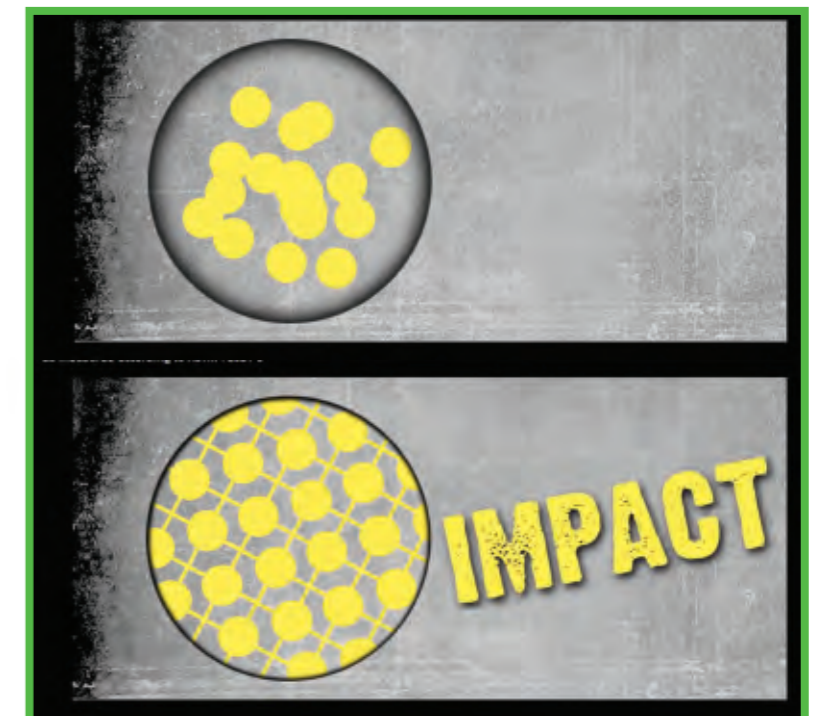
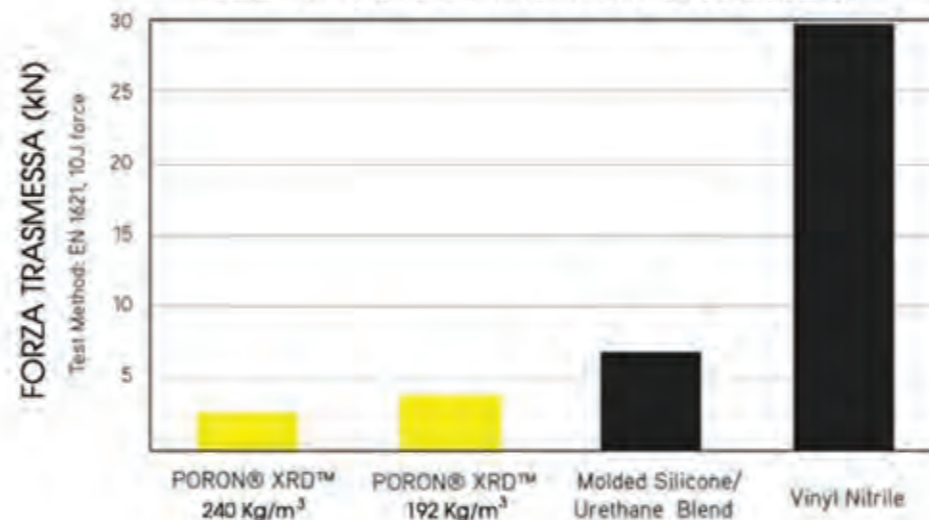
Per rispondere a tali necessità è stato trovato il materiale idoneo, ovvero il Poron XRD, prodotto dalla Rogers Corporation; presentato nel giugno 2011, questo materiale è un PoliUretano a cella chiusa, materiale da cui derivano gli innumerevoli prodotti a memoria di forma, che però ha la caratteristica di assorbire gli urti. Le molecole del PoronXRD sono in grado di inrigidire i loro legami nell'arco di millisecondi, non appena ricevono una forte sollecitazione.

Dopo aver trovato il giusto materiale è stata studiata una struttura interna in grado di favorire entrambi i compiti previsti.



## PORON® XRD™ Protection Performance Advantage

PORON® XRD™ FA LA DIFFERENZA  
TRASMETTE MENO FORZA D'IMPATTO RISPETTO ALLA CONCORRENZA



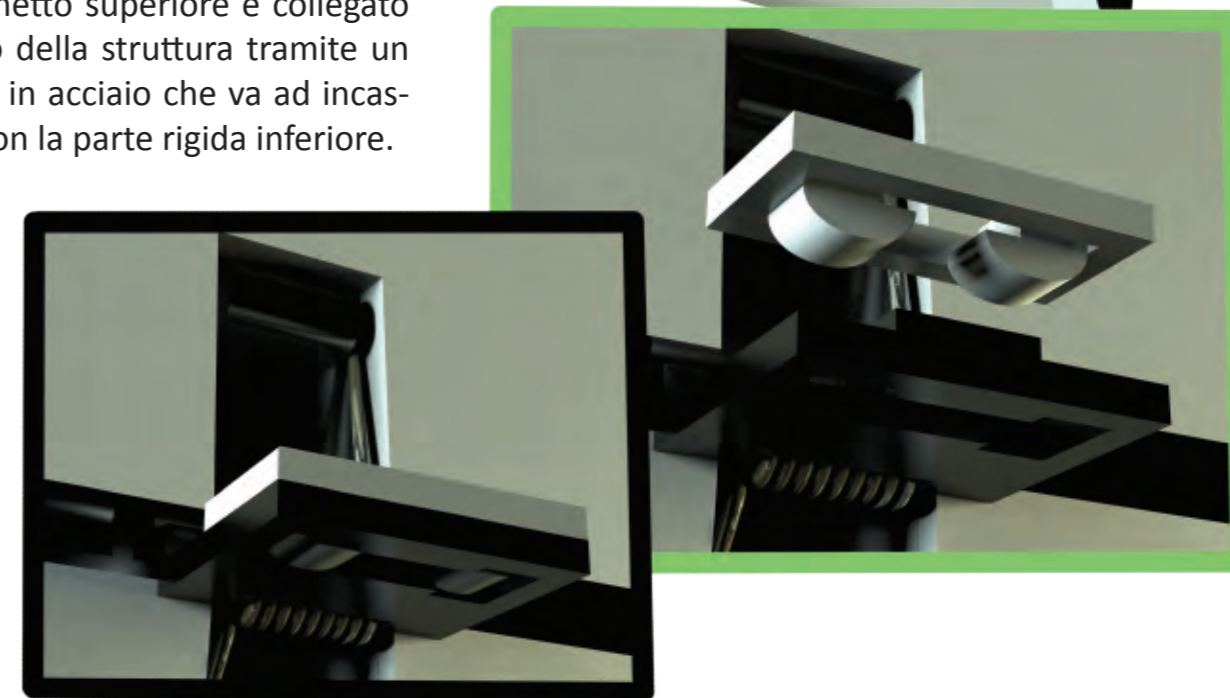
## Le parti rigide

Le parti rigide sono due, una superiore l'altra inferiore. La peculiarità della parte rigida superiore è quella di dover scorrere lungo la superficie esterna del casco quando il capo del pilota si flette posteriormente, la parte inferiore invece rimane a protezione della porzione di collo contratta. All'interno di quest'ultima è presente un punto d'aggancio tra le parti rigide e i cuscinetti. Le due parti sono collegate tra loro tramite una giunzione a cerniera; una molla di torsione consente alla parte superiore di tornare subito in posizione iniziale quando il collo viene riesteso.

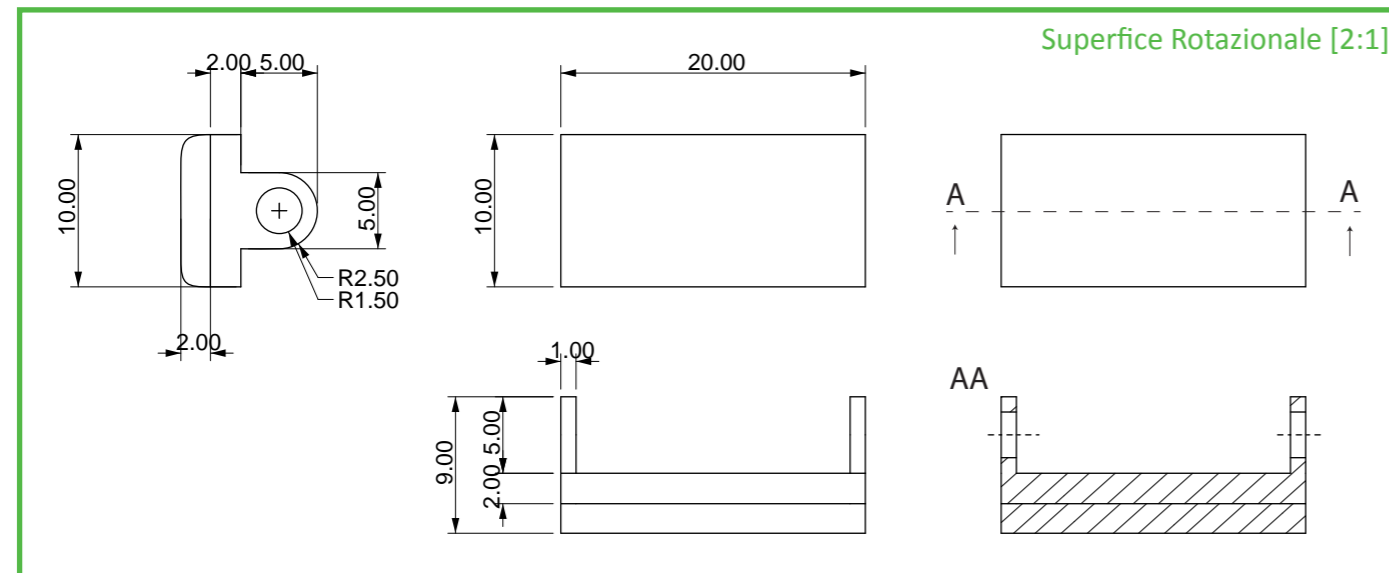
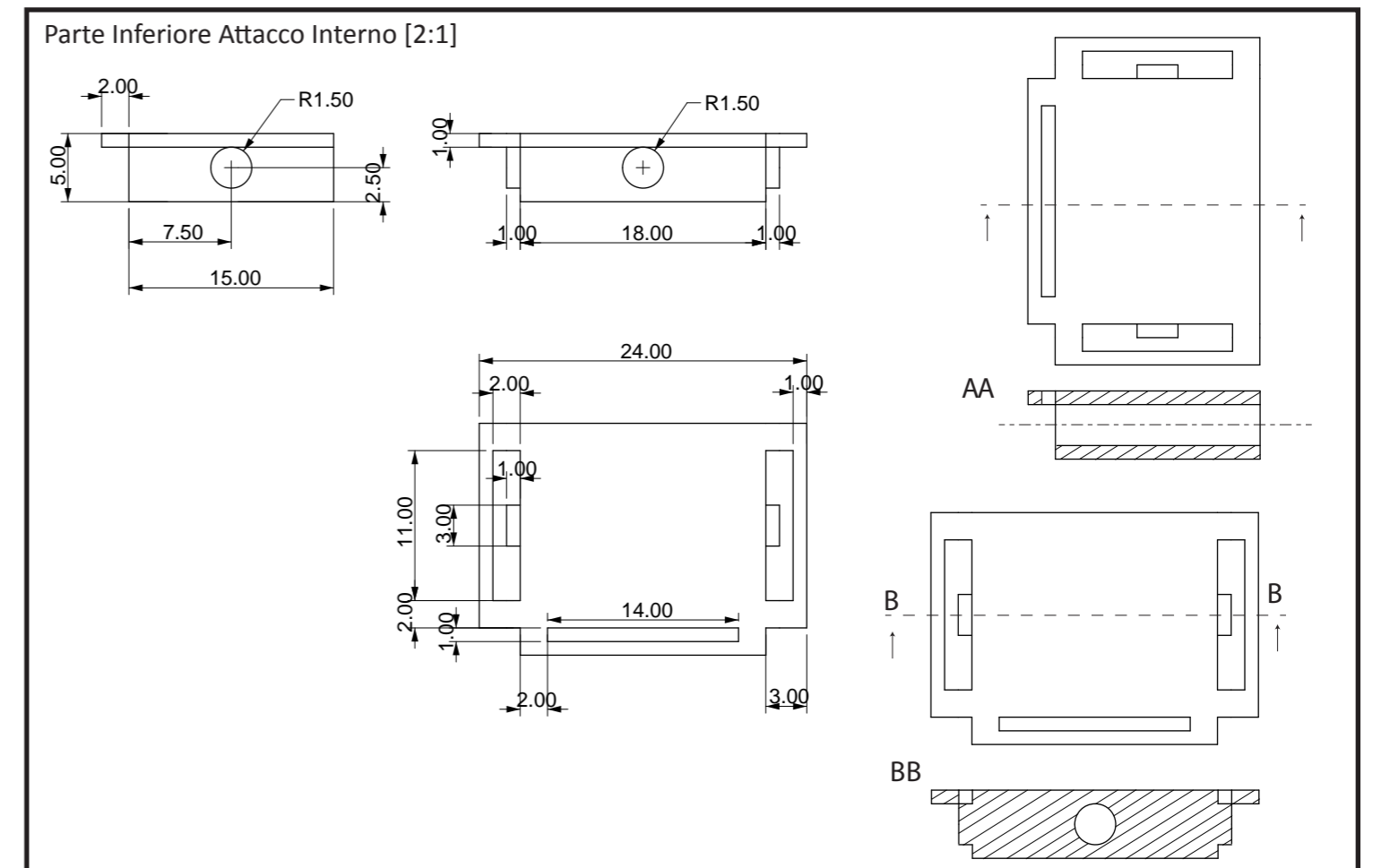
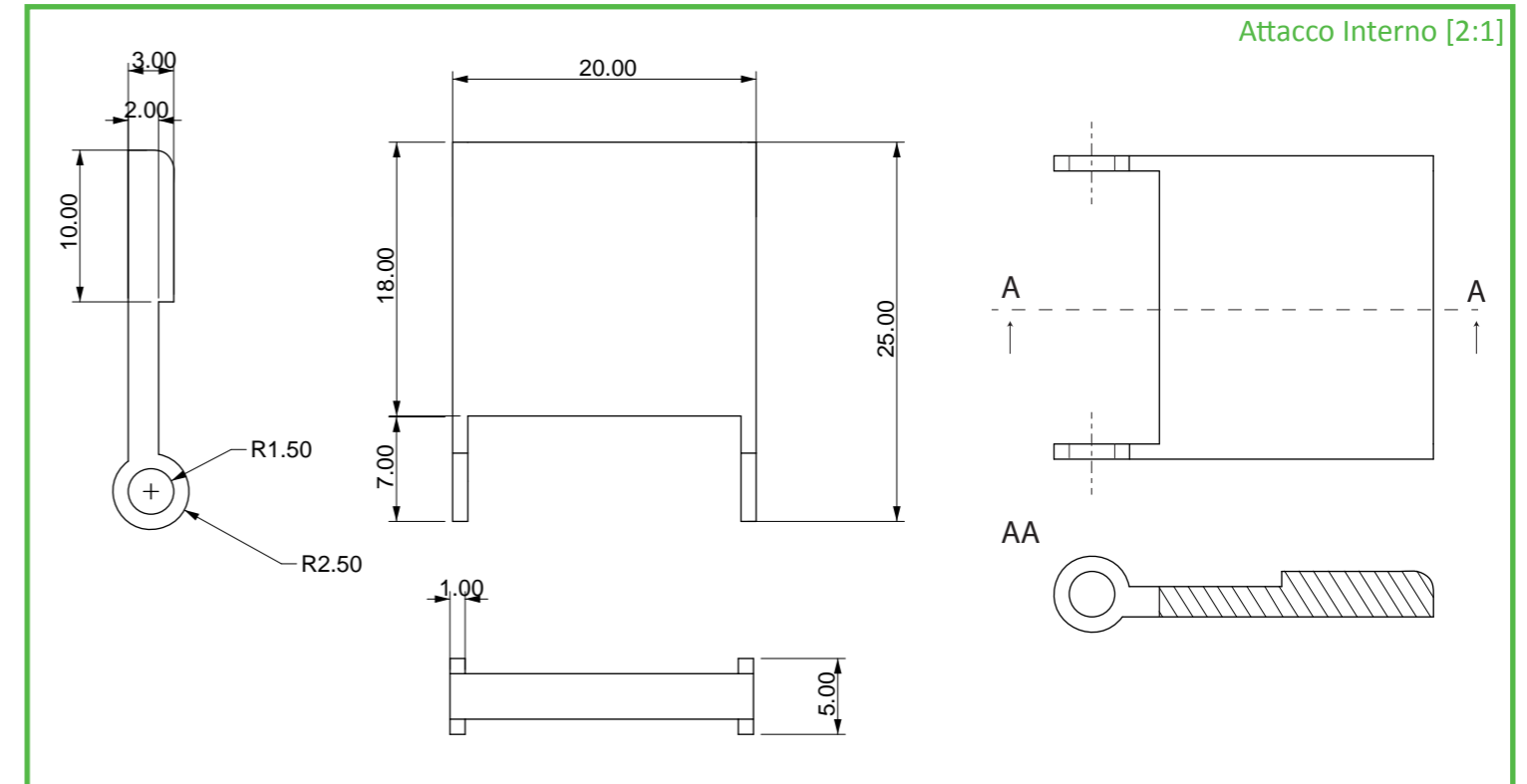
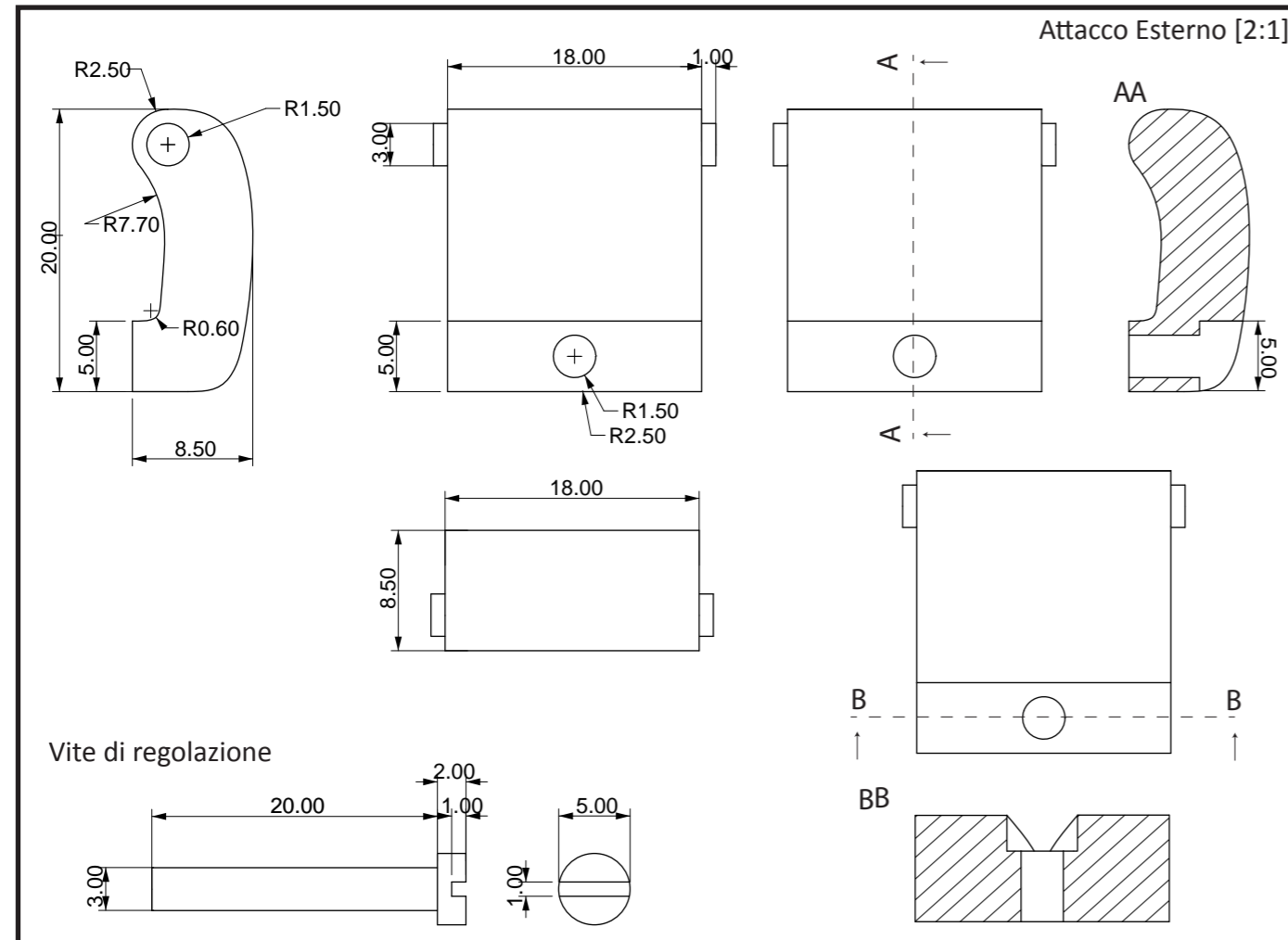
Queste due parti sono formate da uno strato di PoliCarbonato e uno di PoliStirolo Espanso, così come avviene per le calotte dei caschi.



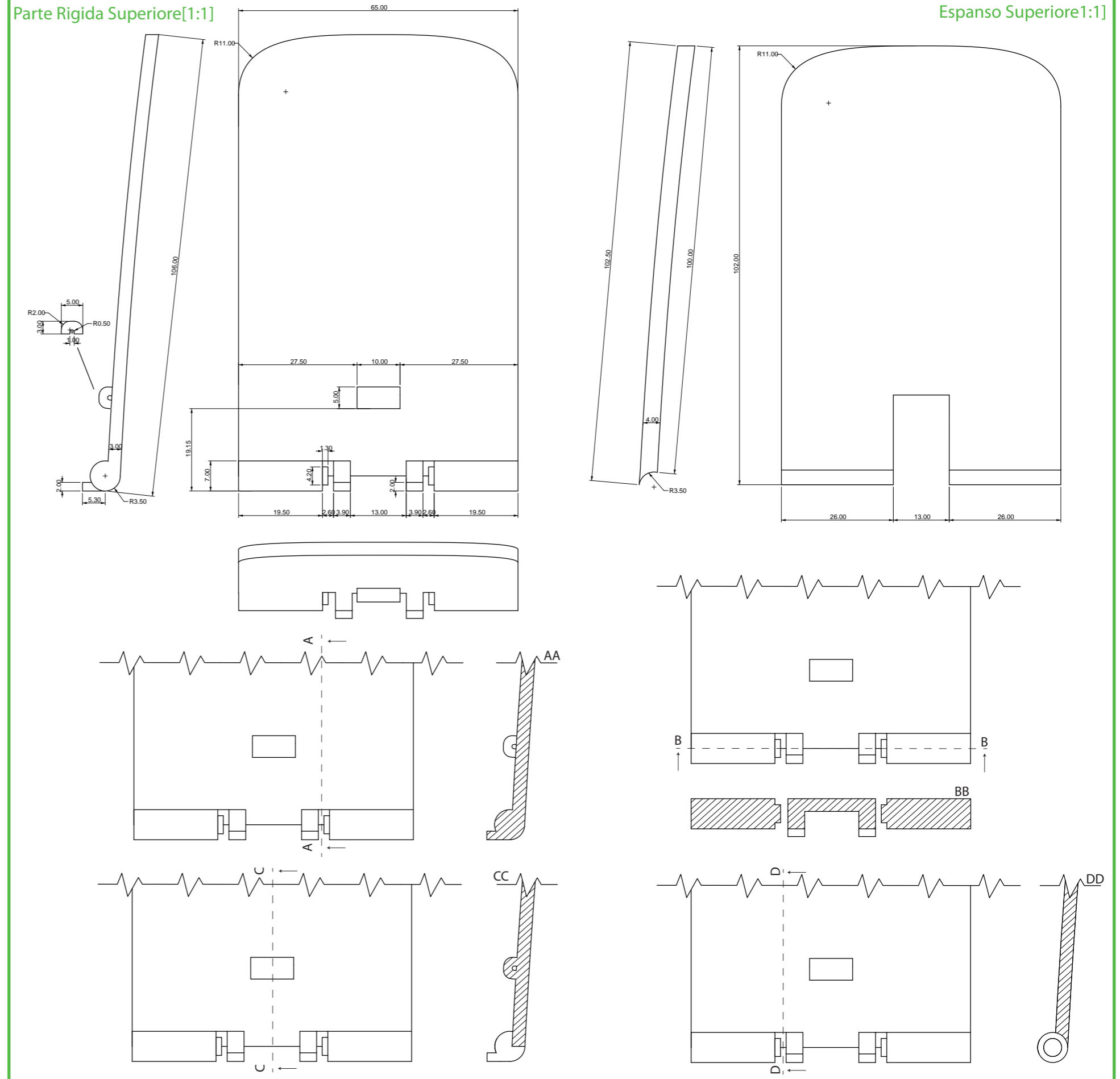
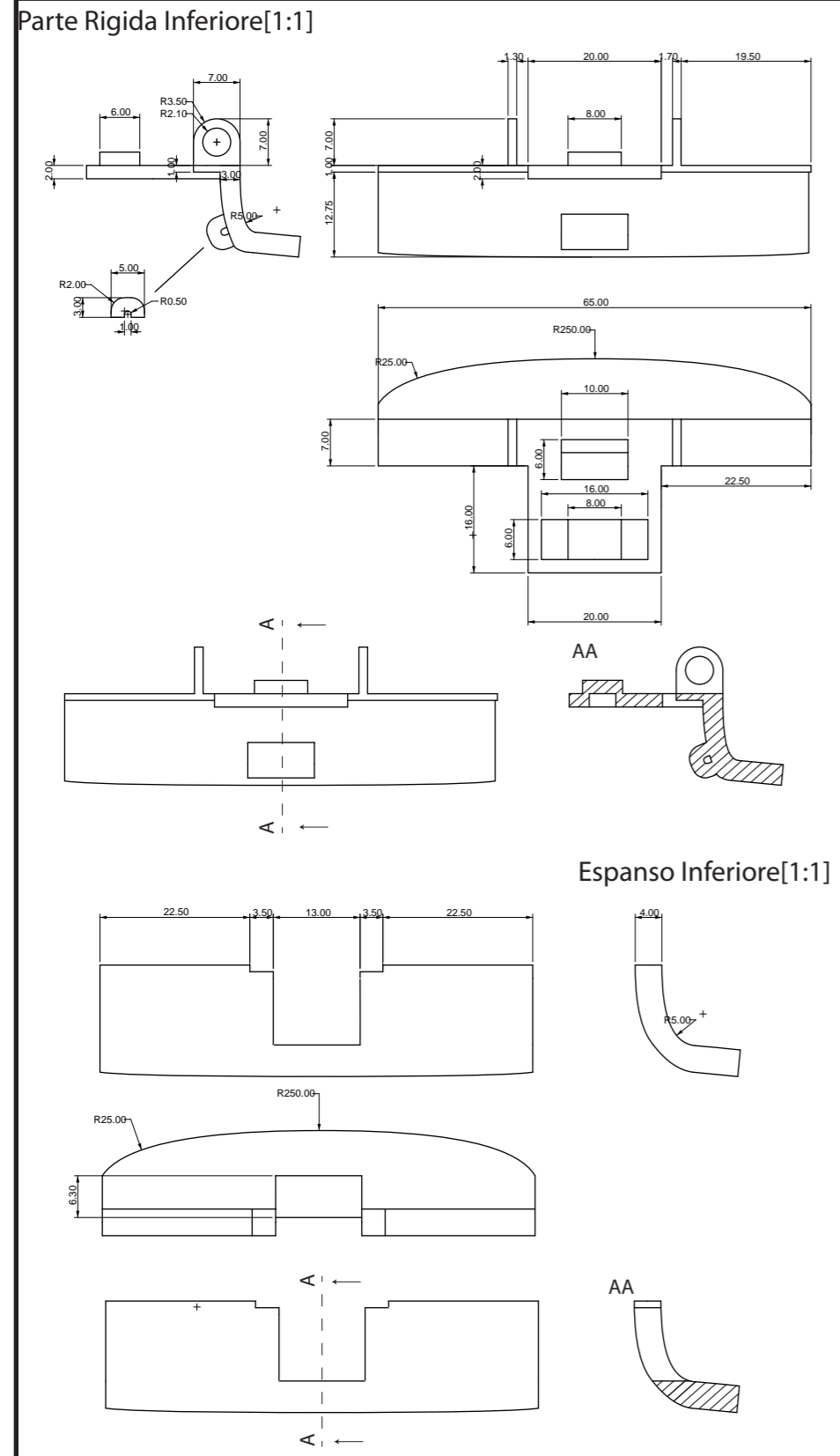
Il cuscinetto superiore è collegato al resto della struttura tramite un attacco in acciaio che va ad incastrarsi con la parte rigida inferiore.



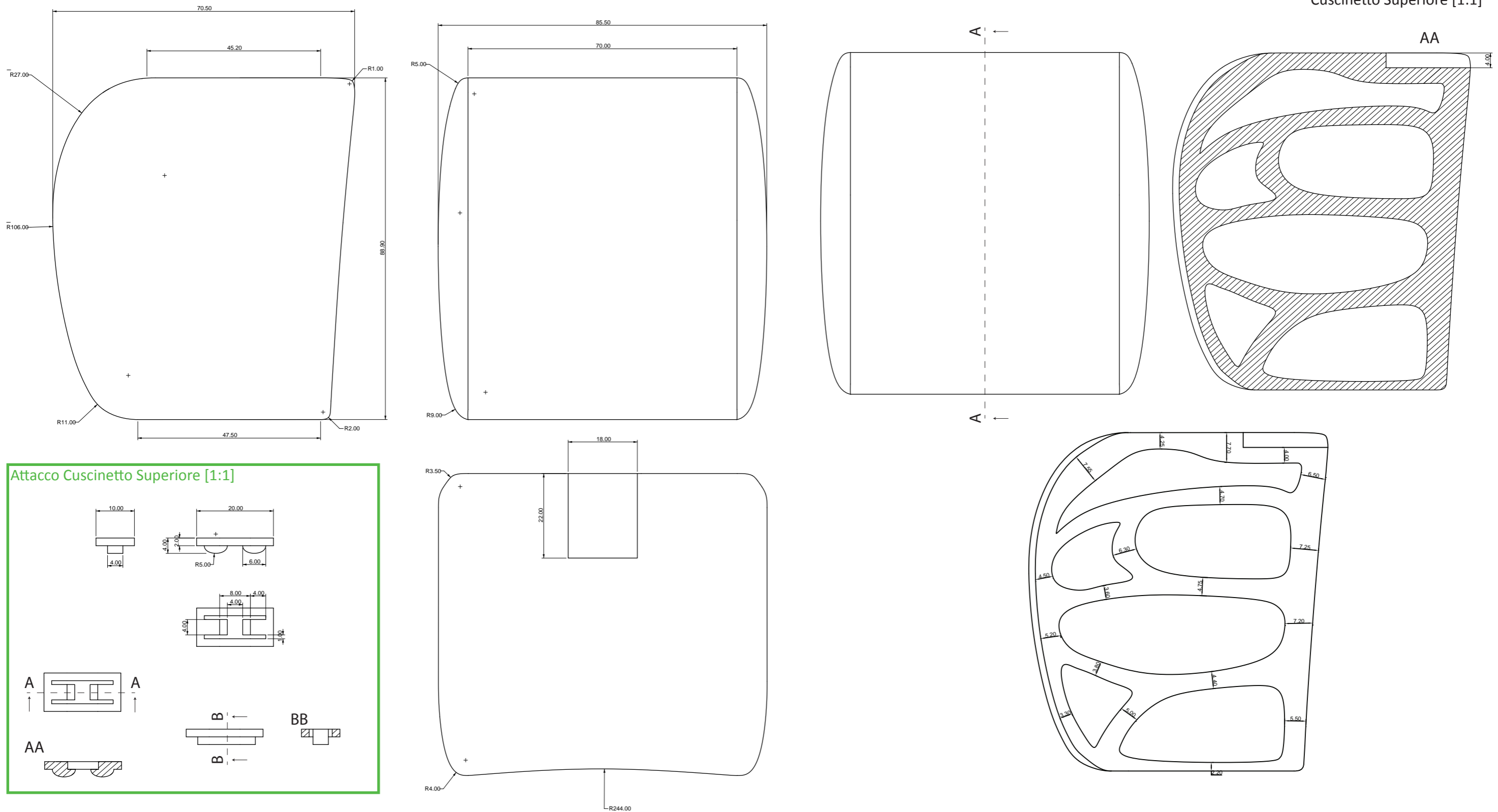
**DISEGNI TECNICI**



**DISEGNI TECNICI**



## DISEGNI TECNICI

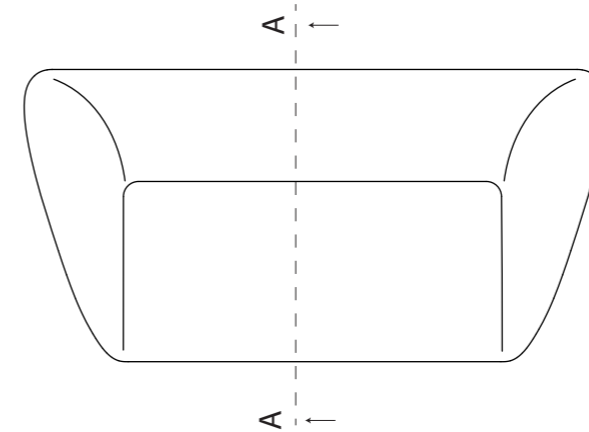
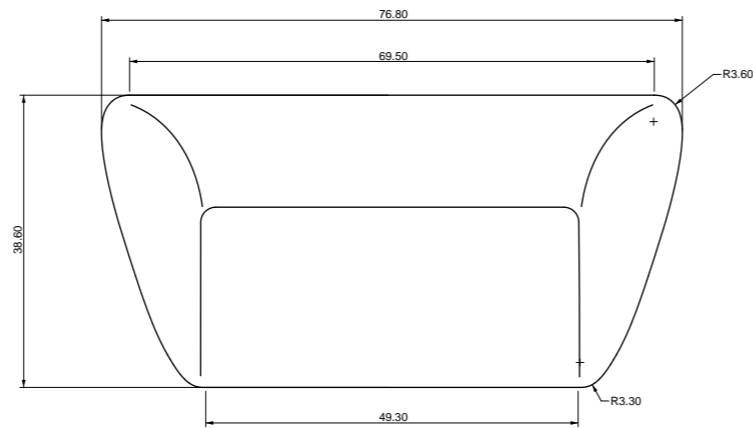
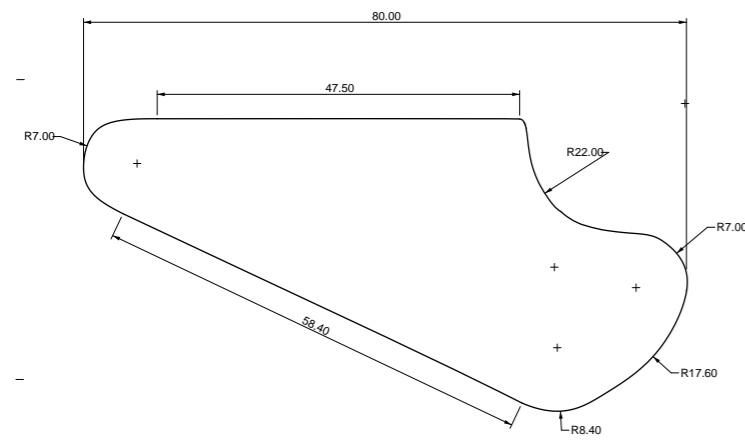


Cuscinetto Superiore [1:1]

Attacco Cuscinetto Superiore [1:1]



## DISEGNI TECNICI



Cuscinetto Inferiore [1:1]

