

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
- SEDE DI FORLÌ -
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

IL TUBO CORRUGATO
APPLICATO
AD UN VELOCIPEDE

Elaborato di Laurea
Disegno Meccanico
Classe: L-9

Relatore:
Prof. Ing.
Luca Piancastelli

Candidato:
Marco Bertin

Sessione III
Anno Accademico 2014-2015

*Molti fallimenti nella vita
sono di persone che non si rendono conto
di quanto fossero vicine al successo
quando hanno rinunciato*

(Thomas Edison)

*In primo luogo vorrei ringraziare il Professor Luca Piancastelli,
per la grande disponibilità e cortesia dimostratami,
e per tutto l'aiuto fornito durante la realizzazione della seguente tesi.
Aver avuto l'occasione di poter concludere questo percorso con una mia idea
ha rappresentato per me il primo importante risultato dopo anni di studio.*

*Un sentito ringraziamento ai miei genitori, Silvia e Davide,
e a mia sorella Gaia che, con il loro indistruttibile sostegno morale e psicologico, mi hanno
permesso di raggiungere il seguente traguardo, nonostante le vicende accadute negli anni.*

*Un ringraziamento anche a tutti i componenti della mia "famiglia allargata"
che mi hanno sempre sostenuto e incoraggiato: senza di voi non ce l'avrei fatta.*

*Ai miei nonni ed i miei zii
che sono sempre stati pronti ad avere una parola di conforto nei momenti più difficili.*

*Ringrazio la persona che è stata dietro le quinte di tutto questo,
che ha saputo consolarmi e abbracciarmi nei momenti più cupi,
stimolarmi nei momenti di difficoltà,
che è stata in grado di contagiarmi con la sua grinta e sicurezza,
di amarmi ed elogiarmi in ogni situazione, incantandomi con gli stessi occhi di sempre:
Federica.*

*In questi ultimi mesi mi sono reso conto di avere la fortuna di essere circondato
da fantastiche persone. Stare qui ad elencarle tutte, ringraziandole una ad una,
non avrebbe senso: credo che ognuna di esse capisca a chi mi sto riferendo.*

*Vorrei che questi ringraziamenti siano un punto di arrivo da una parte,
ma anche un punto d'inizio dall'altra, perché credo non si finisca mai di crescere
e spero di poter raggiungere nuovi traguardi importanti con voi al mio fianco.*

*Le parole conclusive vorrei dedicarle a me stesso,
ricordando tutti i sacrifici e le rinunce fatte per scrivere questo capitolo della mia vita,
a quelle giornate dopo il lavoro passate con un solo obiettivo in testa,
stimolato da chi non ha mai creduto che la determinazione e il coraggio sono la chiave di
Volta per coronare i propri sogni.*

Bravo Marco.

Indice

1	Opinione sul preponderante sistema basato principalmente sui mezzi a motore privati Pro e contro del velocipede.....pag.	1
2	La storia a pedalipag.	11
	Le principali tappe della sua evoluzione	
2.1	La presunta bicicletta di Leonardo da Vinci.....pag.	13
2.2	L'invenzione del Célérifèrepag.	14
2.2.1	1791: Il Célérifère e il conte De Sivrac.....pag.	14
2.3	L'introduzione dello sterzopag.	15
2.3.1	1816: La Draisina e il barone Karl Von Draispag.	15
2.4	L'introduzione delle pedivelle.....pag.	16
2.4.1	1840: Draisina a leve spinta in equilibriopag.	16
2.5	L'evoluzione: i pedalipag.	18
2.5.1	1861: Il velocipede a pedali: la Michaudinapag.	18
2.6	“Il biciclo”pag.	19
2.6.1	1868: La nascita del biciclopag.	19
2.7	L'evoluzione tecnica del Biciclopag.	19
2.8	La trasmissione a catenapag.	22
2.9	L'evoluzione del telaio tra 1885-1887.....pag.	25
2.10	Le prime applicazioni della gomma vulcanizzatapag.	26
2.11	L'invenzione del pneumaticopag.	27
2.11.1	1888: Dunlop e il primo pneumaticopag.	27
2.11.2	1891: Michelin e il pneumatico smontabile.....pag.	28
2.11.3	1892: Pirelli e il “pneumatico Milano”.....pag.	29
2.12	La Biciclettapag.	29
2.12.1	1889: La coniazione del termine “bicicletta”pag.	29

2.13	L'industria della bicicletta	pag.	30
2.14	L'invenzione del cambio di velocità	pag.	31
2.15	Le prime competizioni di Draisine e Bicicli in legno	pag.	32
2.16	I Club italiani e le prime gare agonistiche	pag.	33
2.17	La donna e la bicicletta	pag.	35
2.18	Lo sviluppo della bicicletta	pag.	36
3	Evoluzione dei materiali.....	pag.	39
3.1	Acciaio	pag.	42
3.2	Lega di alluminio	pag.	44
3.2.1	Perché scegliere la lega di alluminio?	pag.	44
3.2.2	Dimensioni “oversize”.....	pag.	45
3.2.3	Quanto dura?	pag.	46
3.2.4	Vale la pena?	pag.	46
3.3	Lega di titanio	pag.	48
3.3.1	Lega di titanio CP (Commercially Pure).....	pag.	48
3.4	Fibra di Carbonio	pag.	51
3.4.1	Quanto è sicuro il carbonio?	pag.	52
3.4.2	I controlli delle aziende	pag.	53
3.4.3	I controlli fai da te	pag.	53
3.4.4	Come comportarsi d’innanzi a una rottura.....	pag.	54
3.4.5	Ci fidiamo?.....	pag.	55
3.4.6	Un po’ di malizia	pag.	55
3.5	Magnesio	pag.	57
3.6	Conclusioni	pag.	60
4	Iron’s™ Technology e MASI®.....	pag.	63
	Esempi di tubi	pag.	70

5	Il modello	pag. 79
5.1	Nascita del modello Torx Bike® e Tork Barbell®	pag. 82
6	Impostazioni di verifica del modello proposto...	pag.101
6.1	Norma UNI EN 14766 - Normative europee sulla sicurezza	pag. 103
6.2	Telaio	pag. 104
6.2.1	Test di resistenza statica	pag. 104
6.2.2	Test di resistenza a fatica con forza sui pedali	pag. 105
6.2.3	Test di resistenza a fatica con forza verticali	pag. 106
6.3	Tecniche di lavorazione e prove di resistenza sul materiale utilizzato.....	pag. 107
6.3.1	Nozioni generali sulle prove di trazione	pag. 112
6.3.2	Nozioni generali sulle preve di compressione	pag. 120
6.4	Simulazione provino sottoposto a sforzo di trazione e compressione.....	pag. 122
6.4.1	Sforzo normale a trazione	pag. 123
6.4.2	Sforzo normale di compressione	pag. 128
6.5	Approccio dinamico per il calcolo delle forze agenti in fase di acelerazione.....	pag. 133
6.5.1	Fase di calcolo delle azioni.....	pag. 134
6.6	Approccio dinamico per il calcolo delle forze agenti in fase di decelerazione	pag. 135
6.6.1	Fase di calcolo delle azioni.....	pag. 136
7.	Conclusioni	pag.139

PREMESSA

L'università di Bologna, dedica ai propri studenti, una licenza gratuita per l'utilizzo strumenti software 3D per la creazione di modelli solidi. Tra i vari, troviamo sicuramente *Dassault Systèmes SolidWorks Corp.*

I prodotti SolidWorks sono di facile utilizzo. Durante il mio percorso universitario ho sostenuto l'esame di "Disegno Meccanico Industriale", e in questo ambito ho potuto apprezzare le potenzialità di questo software riuscendo a concretizzare ciò che la mia mente immaginava.

Ho così deciso di proporre un elaborato in cui si espone la rivisitazione di un classico modello di velocipede, dove al posto dei comuni tubi lisci, si utilizza una nuova concezione di tubo detto "corrugato" interessante per la sua fisionomia.

Inizialmente concepiti per lo scambio termico, i tubi realizzati con la tecnologia MAS1™ hanno trovato impiego nell'arredo urbano, nell'arredo per interni e in molti altri settori dell'architettura e del design.

Alcune forme particolari di tubi deformati sono state utilizzate nel campo degli scambiatori termici, sia per apparecchiature casalinghe che per impegni industriali. La

qualità delle forme possibili, la versatilità delle dimensioni sia nella lunghezza sia del diametro, e la varietà dei materiali ha fatto sì che questa nuova tecnologia, protetta da brevetto mondiale, trovasse applicazione nei più svariati settori: design, architettura e restauro, arredo urbano, arredo per interni e termo arredo.

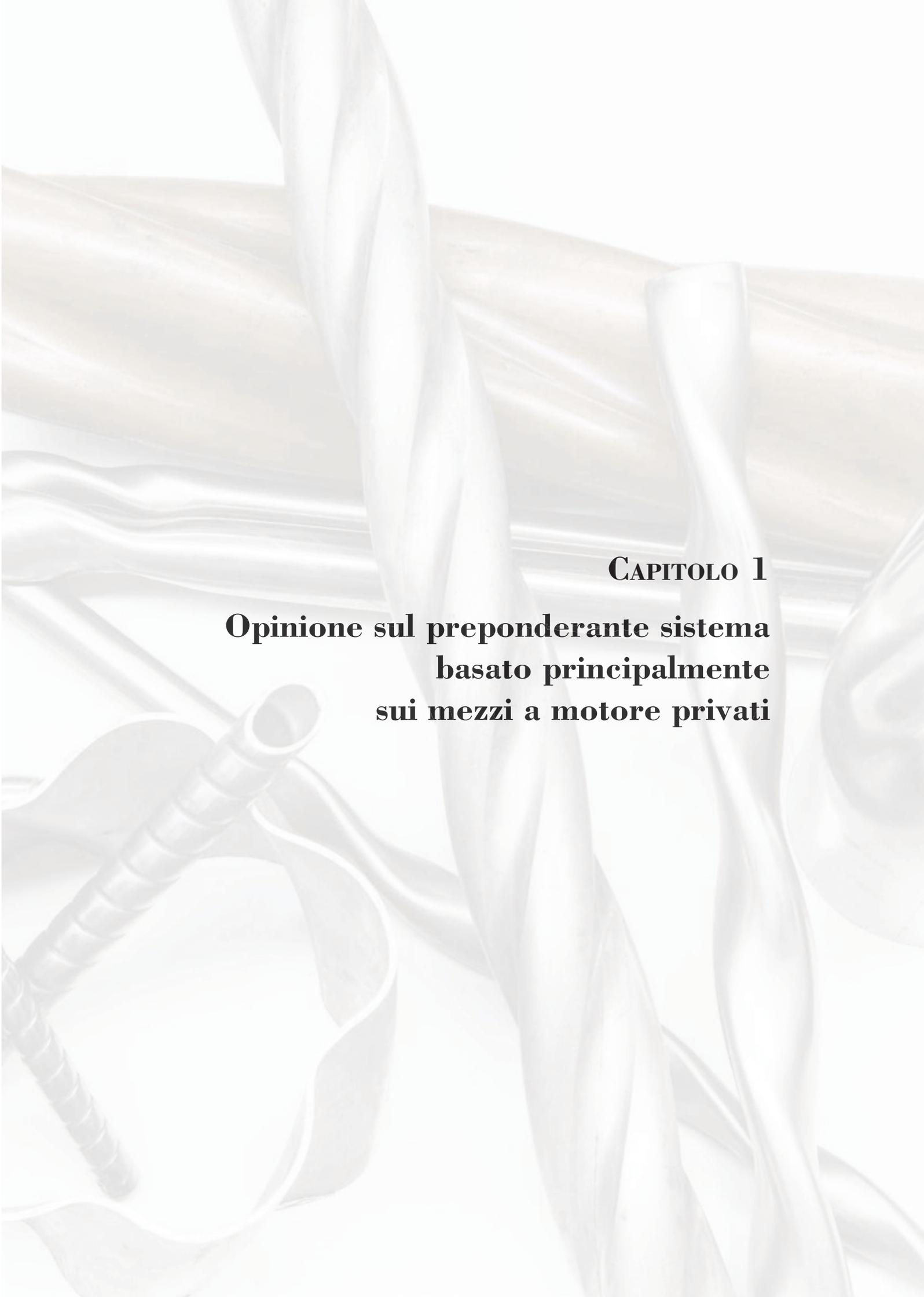
La prima parte dell'elaborato è dedicata a una serie di riflessioni che hanno come protagoniste il velocipede nei tempi moderni.

Successivamente si propone l'intera storia del mezzo, passando dall'antichità fino ai giorni nostri.

Si continua con la presentazione del tubo e dell'impianto che imprime il tubo grezzo, con tutte le sue forme e applicazioni.

Particolare attenzione sarà dedicata al protagonista di questo elaborato: il modello di tubo corrugato registrato di "Torx Bike®" e "Torx Barbell".

Il capitolo conclusivo è dedicato alle normative che regolano i telai delle biciclette e si propongono idee per testare il modello creato.



CAPITOLO 1
**Opinione sul preponderante sistema
basato principalmente
sui mezzi a motore privati**

La concezione attuale di mobilità in area urbana è chiara: è difficile non accorgersi che la componente predominante sia l'automobile privata.

Sicuramente sarà ancora possibile un ulteriore incremento, ma ormai la motorizzazione di massa è avvenuta.

La scontata conseguenza è stata la crescita vertiginosa della domanda di varie infrastrutture.

L'offerta però non si è adattata, per cui, in molti punti della rete stradale, non soltanto urbana, si è raggiunta rapidamente la soglia limite di contenimento. L'ovvio risultato non può che essere il sovraccarico, che manda in tilt l'intera circolazione.

Quanto ammontano i costi di questo risultato?

In sostanza, possiamo definire tale problematica come la sommatoria dei ritardi che ciascun utente subisce. I costi di questa saturazione del sistema sono, oltre all'aumento dei consumi e al conseguente inquinamento, il valore monetizzato del tempo sprecato. La stima di questi costi, è tendenzialmente sottodimensionata. Infatti ognuno considera sempre il proprio tempo perso e non quello che fa perdere agli altri utenti della strada, detti costi esterni della congestione. Le decisioni prese dagli utenti che tendono a non considerare tali costi globali, provocano a non valutare correttamente la distribuzione delle risorse e quindi dei costi, da attribuire ai vari aspetti della rete. Ogni scelta, in una economia di mercato, è in funzione dei prezzi, che dipendono dai costi. Se questi non vengono considerati attentamente, la domanda e l'offerta non potranno mai incontrarsi nel punto di massimo vantaggio per la società nel suo complesso: i costi esterni saranno sostenuti solo da terzi, a carico quindi degli utenti. Si verifica dunque una "sconfitta del mercato", dato che ogni singolo utente non con-

sidera i costi sociali derivanti dalle sue decisioni.

La giusta linea per operare quindi, è quella di impostare correttamente tutte le voci di costo, applicando una conseguente politica dei prezzi. Per l'ambito urbano abbiamo accennato le spese di gestione.

Possiamo riassumere brevemente i costi del trasporto privato a motore in 5 grandi categorie:

- Spese di gestione;
- Costi di trasporto;
- Spese per le infrastrutture;
- Costi degli incidenti;
- Spese per l'ambiente e la salute.

I costi di trasporto non hanno soltanto costi esterni che ricadono su chi li genera, ma succede che ogni singolo utilizzatore tenda a non considerare alcuni capitoli di spesa che paga comunque di tasca propria. Si tende ad attribuire il maggior costo del trasporto privato di persone al solo costo del carburante, tralasciando le altre voci di spesa annesse al costo chilometrico.

Spesso, costo del veicolo e relativo ammortamento vengono considerati a parte, come se si trattasse di una spesa obbligata, non paragonandola agli effettivi benefici ottenibili. Le scelte di mercato di ogni singolo consumatore vengono influenzate più che da una effettiva necessità, da una pubblicità persuasiva.

Si deve comunque riconoscere che gli utenti, anche se a conoscenza di tutti i relativi costi del mezzo privato, non hanno potuto fare una comparazione con altre opzioni di trasporto, per il semplice fatto che non esistevano, oppure poco convenienti. Indubbiamente il mezzo privato offre delle qualità potenziali in termini di versatilità e praticità uniche. Le scelte alternative, per essere prese in considerazione, devono avere un livello di comodità paragonabile.

Sia l'oggetto di questo lavoro, la bicicletta, sia il trasporto pubblico, specialmente nei decenni passati, non sono stati messi in condizione di competere col mezzo a motore

privato.

Il problema dei costi delle infrastrutture e della loro realizzazione in ambito urbano ha caratteristiche specifiche. La presenza dell'uomo influisce tutto lo spazio a disposizione. Sono lontane le radici che danno forma agli impianti urbanistici delle città, non di certo dimensionate per poter gestire grossi volumi di sosta e di traffico. Anche i quartieri di costruzione più recente, sono in difficoltà a fronteggiare il problema. Il problema si conduce quindi ad una mancanza di spazio fisico, risolto in parte con lo sviluppo delle infrastrutture nel sottosuolo. E' vero che si aprono nuove ed interessanti possibilità, ma tutto rimane direttamente proporzionale ai costi.

La questione di centrale importanza rimane il metodo di imputazione dei costi.

Facciamo una breve analisi. Per le infrastrutture dobbiamo distinguere tra costi in conto capitale e costi di esercizio e manutenzione. Il capitale investito da origine a un costo fisso che non è in relazione con il livello di sfruttamento delle infrastrutture. Quest'ultimo, in qualche modo, deve essere recuperato da chi ha investito. Se parliamo di investimenti annuali, è bene non imputarli agli utilizzatori ancor prima della loro realizzazione.

I costi di esercizio e manutenzione dipendono dalle quantità di traffico, tenendo ovviamente conto anche di tutto quello che riguarda le condizioni ambientali.

Specialmente in Italia, il sistema di recupero crediti è basato sulle accise applicate ai carburanti, sulle tasse automobilistiche annuali o sui pedaggi autostradali. Tali metodi consentono probabilmente di recuperare il valore dei costi esterni, ma presentano alcuni difetti.

Le entrate così ottenute non sono direttamente impiegate per compensare chi utilizza i beni, ma soprattutto non sono distribuite in maniera equa. Se ad esempio si introducesse una tassazione basata sul chilometraggio effettivamente percorso e sul peso per asse del veicolo, sarebbe più giusta e efficiente perché, soprattutto nel trasporto merci, orienterebbe l'utilizzatore a scegliere soluzioni più vantaggiose, optando per altre possibilità, come i trasporti intermodali.

L'ultima categoria è quella degli incidenti stradali. I dati che ci vengono forniti sono

impressionanti: ogni anno sulle strade urbane muoiono più di 2000 persone (il 41% del totale avviene in ambito urbano) e di più di 160000 feriti (il 70% di tutti gli incidenti stradali), mentre il numero degli incidenti ammonta a 124000 (più del 70% dei sinistri totali). Nel tempo, le definizioni di sinistro si sono evolute: prima si considerava il danno causato anche alle cose, ora invece si considerano solo i danni alle sole persone. Si desume dunque che la valutazione dei costi risulta sottostimata.

Nel tempo si è verificata una fondamentale diminuzione dei morti. La cosa spicca ancor di più se pensiamo che, nello stesso periodo, la motorizzazione è quasi raddoppiata, mantenendo invariata l'estesa chilometrica. Il motivo è da ricercare nel miglioramento della sicurezza attiva e passiva degli autoveicoli. L'evoluzione tecnica, ha il compito diminuire la gravità delle conseguenze ma non quello di evitare i sinistri. Quest'ultimi possono diminuire solo andando a migliorare la prevenzione. Purtroppo questa non è sufficientemente diffusa tra i guidatori occasionali, principali artefici di sinistri in aree urbane. Inoltre il sistema per il calcolo dei premi assicurativi, corrisponde solo minimamente alla percentuale di rischio dei singoli utenti: questo potrebbe incentivare il comportamento responsabile del guidatore. Anche sotto questo aspetto, è evidente che bisogna cercare una alternativa al trasporto privato.

I costi per l'ambiente e la salute.

Riguardano principalmente le aree urbane, dove la quota dei fattori inquinanti è alle stelle. Di solito, le conseguenze dell'inquinamento riguardano direttamente le aree che lo hanno generato, ma occorre fare una distinzione su tre livelli: locale, regionale e planetario.

Le maggiori responsabilità ovviamente ricadono sui grossi agglomerati cittadini, dove i danni si registrano soprattutto alla salute (problemi respiratori) e alle cose (edifici e monumenti). Le sostanze dannose sono i particolati e i biossidi di zolfo. A livello regionale invece, è l'ambiente a subire i danni maggiori, come le piogge acide che, comunque, provocano seri danni all'uomo. Dal punto di vista planetario, il fenomeno più preoccupante è l'effetto serra. Esso è alimentato dalle emissioni di anidride carbonica, che creano un mutamento climatico globale. Un altro tipo di inquinamento

è quello acustico, molto frequente soprattutto in ambito urbano: esso dipende, oltre dalla quantità di veicoli, anche dalla loro velocità. Le case produttrici di pneumatici hanno fatto numerosi balzi in avanti, ma questo non è bastato a contenere il fenomeno.

Esigenza di creare un complesso di trasporti adatto alla agitazione cittadina.

Se ogni utente fosse a conoscenza della visione completa dei costi provocati dalla scelta dei trasporti, provocherebbe in lui una decisione più ponderata e corretta. Ma il punto rimane il seguente: quali sono le alternative al mezzo privato?

Per avere credibilità, la qualità deve avere lo stesso ordine di grandezza. Diversi sono i criteri di valutazione.

Prima di tutto deve essere veloce, dato che viviamo in una società dinamica, perennemente di fretta. Deve essere capillare, ovvero facilmente raggiungibile dall'utente in tutta la rete urbana. Deve essere disponibile, o per lo meno frequente, cercando di non vincolare l'utente a delle ristrette fasce orarie. Sicuramente accessibile, ovvero deve avere gli stessi spazi dedicati, ad esempio per la sosta. Ma soprattutto piacevole: il livello di comfort offerto dalle autovetture è elevatissimo, difficile da raggiungere con le alternative di mercato.

Fatta questa premessa, le risorse offerte si riducono a due: il trasporto pubblico e il trasporto in bicicletta. Le difficoltà nel gestire le risorse sono evidenti, cercando di evitare sovrapposizioni di intervento in certe zone e nulla in altre. In molti casi, si utilizza il velocipede per accedere al servizio pubblico che, allo stesso tempo, deve essere efficiente per poter garantire prestazioni paragonabili al mezzo privato. Il concetto di rete è fondamentale per l'arricchimento di tale servizio, cercando di pianificare con certezza la politica degli investimenti razionali a lungo termine, evitando sprechi. Tra le principali città europee ricordiamo Amsterdam che, ha plasmato la rete di trasporto pubblico sul mezzo a pedali: piste ciclabili dedicate, appositi parcheggi e spazi sui mezzi pubblici.

Pro e contro del velocipede

Quale può essere il ruolo della bicicletta nel sistema del trasporto urbano?

Le caratteristiche funzionali offerte, possono sicuramente soddisfare buona parte delle esigenze di mobilità. Possiamo ricercare in un indice, detto efficienza della massa relativa, un rapporto più che favorevole tra la massa trasportata e quella del veicolo. Considerando una massa di una bicicletta media di 11 Kg, tale rapporto varia tra 5 e 7, a seconda del peso dell'utente. Se lo stesso ciclista utilizza un'auto, con un peso medio di 1200 Kg, il rapporto è decisamente più basso. Anche se l'auto ha la possibilità di trasportare più persone, le biciclette rimangono comunque molto più efficienti. Sappiamo però che l'uso delle auto in città, è caratterizzato proprio da uno scarso riempimento dei posti disponibili.

Risulta vincente anche il confronto con i mezzi pubblici. Un autobus di media grandezza, ha una capacità di 115 posti e un peso di 7800 Kg. Il rapporto rimane comunque meno efficiente della bicicletta.

Per quanto riguarda le dimensioni di ingombro, sia in sosta che in movimento, sono molto ridotte.

Ciò consente di sfruttare appieno le infrastrutture già esistenti e costruirne di nuove con spese limitate. Questa qualità è preziosa prevalentemente nei centri storici, in cui la bicicletta è in grado di muoversi agilmente in spazi impensabili per le auto.

Un altro aspetto favorevole è il bassissimo costo di manutenzione e mantenimento che la bicicletta offre nei confronti delle auto: parliamo di cifre di almeno due ordini di grandezza inferiori.

I benefici sulla salute che si ottengono utilizzando il mezzo a pedali, sono tra i più disparati: effetti positivi sulla circolazione sanguigna, sul cuore, sulla tonificazione muscolare e sulla salvaguardia delle articolazioni, specialmente nelle persone più anziane. La cosa si complica un po' se la si utilizza solo in ambiente urbano: nascono aspetti negativi legati alla qualità dell'aria, allo stress sonoro o ai pericoli e alle

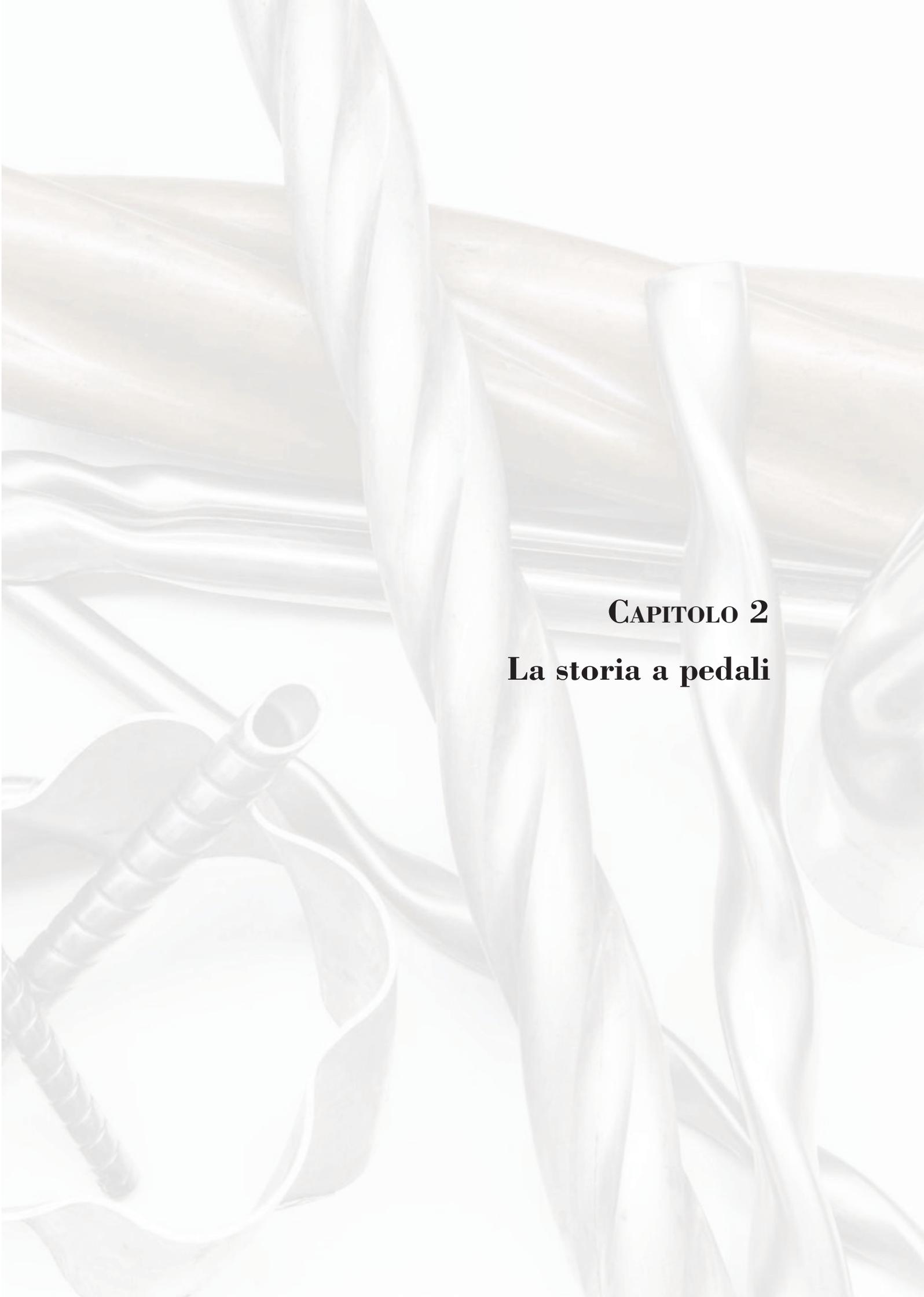
insidie del suolo. Sicuramente non è più possibile affermare con certezza che pedalare faccia bene. Dunque, rispetto al traffico motorizzato, qualsiasi utente (pedone, automobilista o ciclista che sia) sopporta lo stesso inquinamento, ma non certo quello che produce. Infatti dal punto di vista ambientale, non esistono controindicazioni: nessuna emissione nociva e nessun inquinamento sonoro.

I fattori positivi sopra indicati, sono direttamente proporzionali alla propulsione umana, caratterizzata da ovvi limiti. Si può dunque dire che per la bicicletta esiste un aspetto in cui viene dichiarato non idoneo: eccetto i brevi spostamenti, non è proponibile come trasporto di massa.

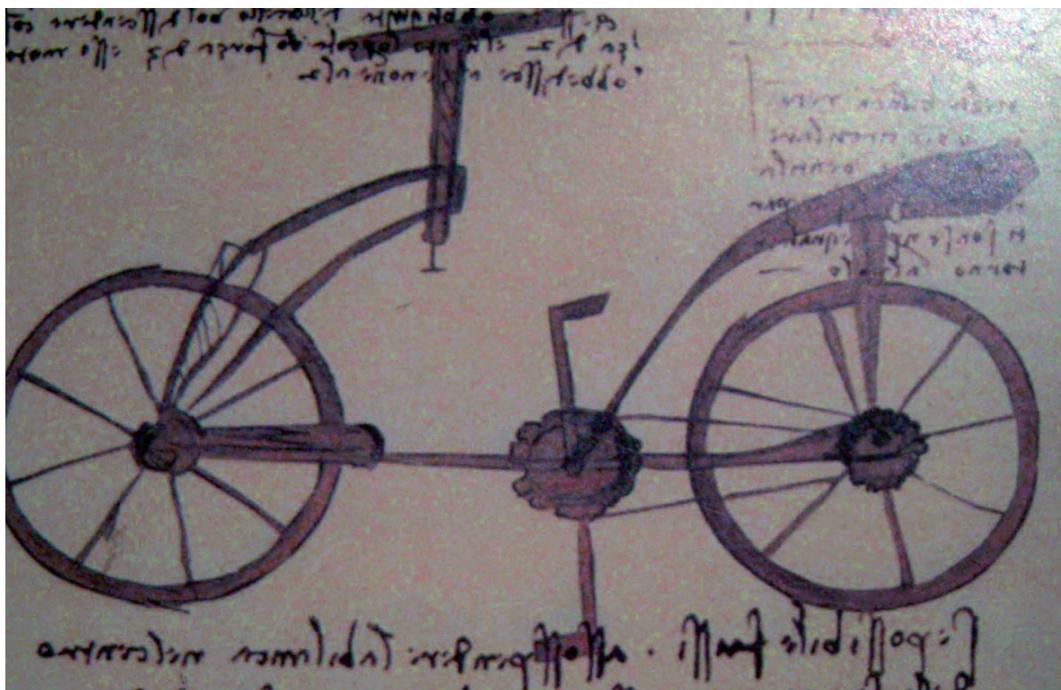
Il record dell'ora su pista è di 56.375 metri, stabilito a Manchester il 6 Settembre 1996. Nelle gare professionistiche, gli atleti mantengono medie di 40 Km/h, ma nella massa di ciclisti urbani, le prestazioni sono ben lontane da queste. Possiamo considerare una media di 20/30 Km/h una media molto soddisfacente per un paio di ore di utilizzo. I mezzi a motore sono nettamente più veloci. Anche sotto l'aspetto commerciale, la capacità del velocipede offre scarsi vantaggi: il trasporto massimo è in relazione ad un rimorchio che si può agganciare al telaio, con una capienza intorno a 200 litri.

L'ultimo svantaggio è legato alle caratteristiche del percorso: morfologiche e ambientali.

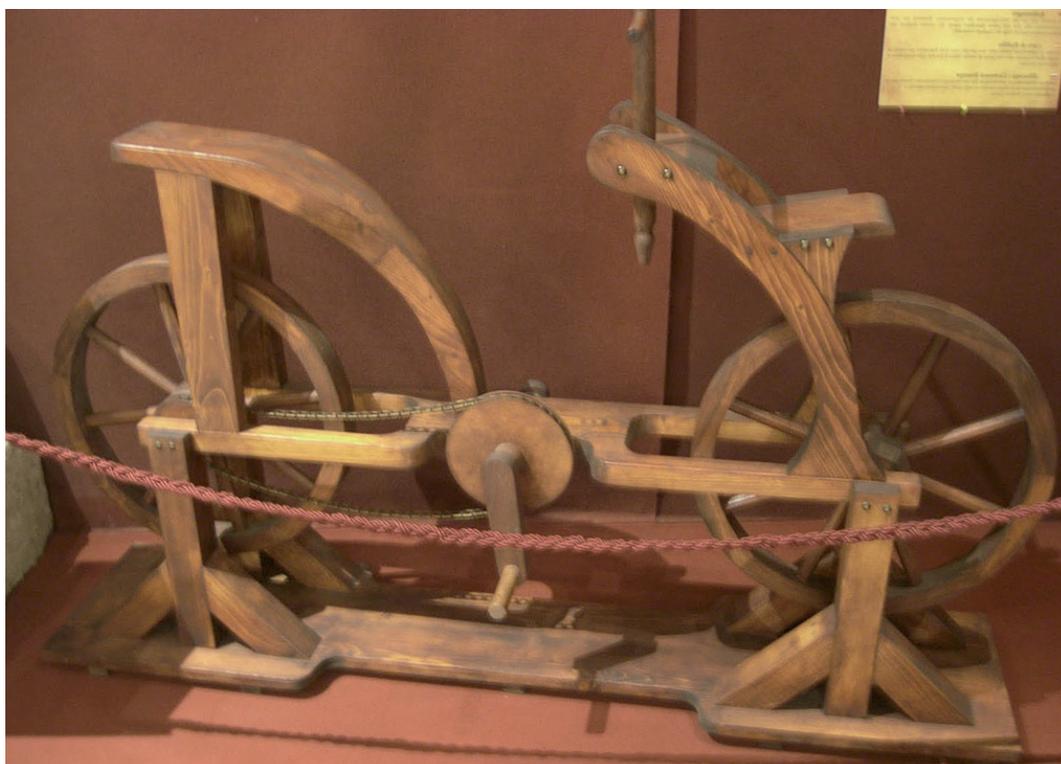
Non tutti sono in grado di superare e vincere pendenze elevate. Un cambio può arginare in parte il problema, anche se non lo risolve del tutto. Il ciclista è soggetto più di altri agli agenti atmosferici, risolvibili con un minimo di organizzazione.



CAPITOLO 2
La storia a pedali



Disegno del progetto della bicicletta di Leonardo



Modello di legno realizzato secondo il progetto di Leonardo

Nei tempi moderni consideriamo il velocipede come un mezzo così familiare e scontato, dando quasi per scontata la sua esistenza. Solo gli appassionati conoscono la sua evoluzione, che attraversa più di due secoli di storia, di costume e di grande evoluzione tecnica.

Il suo percorso storico è ricco di invenzioni, di scoperte, di insuccessi, di tentativi, di applicazioni straordinarie, di ricerca ed impiego di nuovi materiali. Le diverse soluzioni proposte nel corso della sua travagliata storia, saranno poi adottate anche nel mondo motociclistico e automobilistico. I primi prototipi risalgono alla fine del Settecento e inizi Ottocento, gli anni che vanno da 1870 al 1890 sono stati determinanti nell'evoluzione della bicicletta: ogni costruttore e inventore era impegnato freneticamente a depositare e richiedere brevetti, che andavano da piccole modifiche di particolari di poco conto a determinanti invenzioni per l'evoluzione di questo storico veicolo, l'unico a propulsione umana.

Le principali tappe della sua evoluzione

2.1 La presunta bicicletta di Leonardo da Vinci

Il famoso inventore, Leonardo da Vinci, nel foglio 133v del Codice Atlantico risalente al 1490 avrebbe disegnato uno schizzo di veicolo molto simile alla bicicletta: due ruote, un'asse di legno, un manubrio e una catena che collega i pedali alla ruota posteriore.

Esso purtroppo è rimasto segreto per oltre 500 anni e la cui autenticità non sarebbe

mai stata provata, lasciando perplessità tra gli studiosi. Diverse sono le versioni della provenienza del documento: la prima leggenda narra che tale invenzione fu generata da un allievo di bottega, intento a disegnare sul retro di un foglio del maestro un veicolo a 4 due ruote, con pedali e trasmissione a catena.

La più quotata risulta essere quella di un falsario più vicino ai giorni nostri, che per ottenere notorietà, disegnò la presunta “bicicletta di Leonardo”. Il caso del disegno ritrovato scoppiò negli anni ‘70, al termine del restauro del Codice Atlantico, dove ancora oggi gli esperti non hanno raggiunto un accordo sulla datazione dello schizzo e sulla sua vera autenticità.

Resta il fatto che noi piace pensare che la prima idea di bicicletta sia stata del grande scienziato italiano.

2.2 L’invenzione del Célérifère

2.2.1 1791: Il Célérifère e il conte De Sivrac

In un tardo pomeriggio del giugno 1791, in piena Rivoluzione Francese, il Conte De Sivrac si presentò nei giardini del Palais Royale di Parigi esibendo una sua invenzione: due ruote da carrozza unite da un travetto di legno, su cui si muoveva puntando i piedi per terra e dandosi la spinta, più o meno come si fa oggi con il monopattino.

Lo strano mezzo, battezzato subito Cheval de bois (cavallo di legno) suscitò interesse fra i parigini ma si diffuse più come curiosità che come effettivo mezzo di trasporto essendo faticoso da spingere, ma soprattutto ingovernabile perché privo di un qualsiasi sistema di sterzo e quindi di guida. Nel giro di pochi anni, non avendolo De Sivrac brevettato, fu copiato



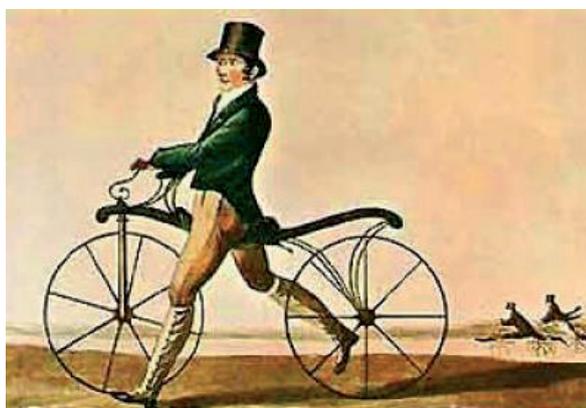


da molti costruttori che lo trasformarono e abbellirono sostituendo i rudimentali pezzi di legno con diverse forme raffiguranti animali. Gli fu trovato anche un nome più serio: dapprima “celerifero” (dal latino celer = veloce e fero = porto) e poi, finita la Rivoluzione, anche in “velocifero”.

2.3 L'introduzione dello sterzo

2.3.1 1816: La Draisina e il barone Karl Von Drais

La prima fondamentale innovazione apportata al “velocifero” sopracitato la si deve ad un tedesco, il barone Karl Von Drais che mise a punto in Baviera un esemplare perfezionato. Esso era dotato di sterzo e supportato da un “appoggia pancia” per agevolare la spinta del corridore. Il nuovo veicolo, il primo vero antenato della bicicletta moderna, era libero finalmente di curvare grazie alla ruota anteriore mobile. Il successo fu immediato anche fuori della Germania: il suo inventore, dopo averlo brevettato il 5 gennaio 1817 a Baden, presentò il nuovo mezzo prima a Parigi dove venne denominato Draisienne dai Francesi e poi a Londra dove fu chiamato Hobby horse (cavallo da divertimento) e dove vi furono apportate corpose e sostanziali modifiche. Fu costruito tutto in ferro, rendendolo elegante con il montaggio del “selli nodi” pelle, il contachilometri sul manu-



brio, il parafango sulla ruota posteriore, il “riposa gomiti” e ne fu fatta anche una versione al femminile con telaio abbassato. Fu esportato con successo anche in America del Nord e nel Belgio. In Italia il nuovo veicolo fece la sua apparizione a Milano nel 1819 e chiamata “Draisina”. Di modelli di “Draisina”, detta anche velocipede, nel corso del secolo ne appariranno tantissimi, sempre con nuovi e diversi perfezionamenti.

2.4 L'introduzione delle pedivelle

2.4.1 1840: Draisina a leve spinta in equilibrio

Nel 1840, un fabbro scozzese di Glasgow, tale Kirkpatrick MacMillian, fu il primo a creare un modello azionato senza toccare terra con i piedi (Draisina a leve spinta in equilibrio). A differenza del modello presente, il suo veicolo presentava una ruota posteriore più alta di quella anteriore; su di essa stava la sella su cui si appollaiava l'uomo, il quale con un sistema di



pedivelle oscillanti, sistemate dalle due parti della ruota anteriore, imprimeva un movimento alla ruota posteriore per mezzo di due bielle leggere. L'unico inconveniente che presentava la sua invenzione era che i pedali non ruotavano completamente, ma descrivevano soltanto un arco di cerchio.



La Draisina



2.5 L'evoluzione: i pedali

2.5.1 1861: Il velocipede a pedali: la Michaudina

Un giovane francese, tale Ernest Michaux che lavorava nell'officina meccanica del padre, montò su una draisina i primi pedali sulla ruota anteriore, riuscì a trovare un modo per cui le pedivelle ruotassero completamente intorno all'asse della ruota e trasmettendo il moto tramite il loro movimento.

Visto il notevole successo l'officina, Michaux lavorò dapprima a modificare le draisine in circolazione e poi a produrre dei propri modelli, completamente in legno, che conquistarono subito i nobili parigini fra cui anche il figlio di Napoleone III. Su uno di questi, commissionato dal principe, venne applicata per la prima volta una paletta di ferro, che, azionata da una cordicella, faceva attrito, rallentandola rotazione della ruota posteriore, creando quello



che oggi chiamiamo freno. La draisina a pedali fu anche soprannominata *boneshaker*, o “scuotiossa” perché l'impatto delle ruote di legno contro il fondo stradale produceva fastidiose vibrazioni al guidatore. Nel 1865 il laboratorio Michaux produceva 400 velocipedi all'anno, nel 1869 ne produceva 200 al giorno grazie anche al successo ottenuto dai bicikli di loro produzione esposti alla prima esposizione internazionale di velocipedi tenutasi in quell'anno a Parigi.

2.6 “Il biciclo”

2.6.1 1868: La nascita del biciclo

Cercando di perfezionare il modello, i costruttori pensarono di aumentare le dimensioni della ruota motrice, in modo da coprire una distanza maggiore ad ogni pedalata. Era nato il Biciclo, caratterizzato appunto dalla ruota anteriore molto alta, (di solito tra i 90 e i 150 cm di diametro) dalla ruota posteriore molto piccola che aveva la funzione di equilibrare l'insieme, dal telaio e ruote ancora in legno e dai cerchioni in ferro.

In alcuni la ruota motrice raggiungeva i 2 metri di diametro, portando il guidatore ad una altezza vertiginosa. Derivò la necessità di istituire dei veri e propri corsi che insegnassero l'utilizzo di tale mezzo (le moderne scuole guida).

Il difetto di questi mezzi, era l'ingombro, la rigidità e soprattutto pesanti tanto da non permettere velocità superiori ai 10 Km/h. Ma l'evoluzione verso un biciclo più leggero e quindi più veloce fu rapida in tutta Europa: si sostituì il legno al ferro.

Il meccanico tedesco E. Meyer, nel 1868, che abitava a Parigi, ricorse per primo all'impiego di tubi in ferro per costruire i telai e si servì di cerchi cavi per permettere il fissaggio delle gomme piene. Poco dopo Jean Suriray di Melun inserì cuscinetti a sfere (brevettati nel 1861 negli Stati Uniti) nei mozzi delle ruote e nei pedali e costruì la prima sella in cuoio. Nel novembre del 1869 si svolse a Parigi la prima Esposizione del velocipede che vide la partecipazione di 19 costruttori.

2.7 L'evoluzione tecnica del Biciclo

Diverse erano le nazionalità degli inventori che contribuirono all'evoluzione del biciclo: francesi, inglesi, tedeschi che si alternavano nell'intento di apportare sempre nuovi miglioramenti e modifiche sostanziali. Nel 1871 l'inglese James Starley e Wil-



liam Hillman di Coventry presentarono una loro versione di “High Bicycle” (bicicletta alta), il famoso modello “Ariel” o anche “Ordinary”, munito di una ruota anteriore di grande diametro (circa un metro e mezzo) e di una posteriore piccolissima, tutto costruito con tubi di metallo, limitando dunque il peso, offrendo anche la possibilità di regolare la tensione dei raggi delle ruote.

Per promuovere il proprio veicolo Starley e Hillman percorsero la distanza fra Coventry e Londra di 153 chilometri in un giorno solo, attirando l’attenzione della stampa del tempo.

Vennero dunque surclassati rapidamente i velocipedi Michaux, l’ “Ariel” e i modelli derivati, costruiti un po’ in tutta Europa e anche in America, dominarono il mercato per i successivi vent’anni.

Attorno al 1881, nel modello da corsa l’ “Ariel”, raggiunse quasi la perfezione arrivando a pesare soltanto 10 Kg. In Francia fu presentato “Le Gran Bi”, in Germania l’ “Hochrad”, in Inghilterra e negli Stati Uniti l’ “Ordinary”, che risulta essere il modello più venduto in quegli anni. A partire dalla seconda metà dell’ Ottocento, ci si concentrò sullo sviluppo di un modello che consentisse, anche alle persone meno abili, di mantenere un equilibrio più stabile e sicuro: fu costruito con successo anche il triciclo a pedali con trasmissione nella ruota anteriore (e in seguito nella ruota posteriore). A questo punto le sperimentazioni si volsero a cercare soluzioni che consentissero la trasmissione del moto tramite un sistema di cinghie elastiche e ingranaggi sulla ruota posteriore.



2.8 La trasmissione a catena

Leonardo da Vinci nel 1482 nel famoso Codice Atlantico, disegnò diversi modelli di catena, utilizzati poi alla fine del '700 in diversi settori della meccanica. Il primo ad applicare la catena ad un veicolo a due ruote fu nel 1868 l'orologiaio parigino A. Guilmet. Egli fece costruire dal meccanico tedesco E. Meyer un velocipede con trasmissione a catena sulla ruota posteriore, ispirandosi probabilmente un modello di catena e ingranaggio già esistente negli orologi che egli manipolava ogni giorno. La sua invenzione non ebbe subito fortuna perché i fabbricanti, ormai attrezzati per la costruzione del biciclo che era in gran voga, non ritennero conveniente dotarsi di nuove attrezzature atte alla costruzione del nuovo modello di velocipede. La svolta avvenne Otto anni dopo, quando Meyer la ripresentò come sua, chiamando il nuovo veicolo "La bicyclette Meyer". La bicyclette disegnata da Guilmet e costruita da Meyer, aveva la forma del telaio e la sospensione elastica della sella perfettamente uguali ai bicicli che venivano costruiti in Francia in quel periodo di tempo. Nel frattempo, in Francia, fra il 1876 e il 1884, lavoravano alla stessa idea i Vincent e Sargent, l'americano Shergold e l'inglese Lawson che presentarono vari modelli con trasmissione a catena sulla ruota posteriore. Ricordiamo fra tutti l'inglese Harry John Lawson di Coventry che nel 1879 brevettò un biciclo con trasmissione a catena e ruote di piccola dimensione che aumentavano la sicurezza senza sacrificarne la velocità conosciuta con il nome di "bicyclette". Il modello non ebbe successo ma diede l'avvio ad un nuovo capitolo nel design dei bicicli.

Diversi erano gli artigiani italiani che proposero nuove soluzioni al modello. Uno tra tutti Costantino Vianzone di Torino presentò nel 1884 un modello di velocipede con catena, con telaio e forca in legno duro, dove le uniche parti metalliche erano costituite dall'interno dei





La bicyclette Meyer

trasmissione a catena: in Italia si dimostrò un successo straordinario. Quella prima bicicletta, di marca italiana, aveva un telaio in ferro, a forma di croce, e direzione a perno, linea snella ma solida e ruote di diametro uguali, caratteristiche che troveremo poi anche in altri vari modelli inglesi, francesi, tedeschi, apparsi fra il 1885 e 1887.

mozzi, dal pedaliere e dagli ingranaggi di trasmissione. Le due ruote erano di diametro uguale, ma invece di essere cerchiare con gomme piene, come i precedenti modelli, erano rivestite di corda. Nel 1885 un altro italiano, il milanese Edoardo Bianchi, fondatore della famosa ditta, realizzava la prima bicicletta con



La bicyclette Bianchi



Telaio a croce o trave



Telaio a trapezio o diamante

Prima della fine del secolo, in circa 20 anni di sperimentazione, il problema della trasmissione a catena fu risolto in modo definitivo: i pedali furono collegati ad una corona dentata che, mediante catena snodabile, trasmetteva il movimento al pignone della ruota posteriore. Così facendo non vi era più la necessità di avere una ruota più grande dell'altra.

2.9 L'evoluzione del telaio tra 1885-1887

Dal telaio a croce o “trave” al telaio a trapezio o “diamante”. Nei diversi modelli di bicicletta apparsi dal 1885 alla fine del 1887 il telaio era costruito a forma di croce con una direzione a perno: il tubo che dalla sella finisce alla pedaliera incrocia, a metà strada, il tubo che unisce la ruota posteriore al manubrio. Una forcella per la ruota anteriore conteneva due calotte coniche, una saldata sopra la testa della forcella, l'altra mobile, infilata nella parte superiore del tubo dello sterzo, in cui venivano immesse le punte del perno costituendo così lo sterzo e completando il telaio. Con questo tipo di telaio il veicolo non aveva quella resistenza e rigidità necessaria ad attutire lo sforzo prodotto dai colpi dei pedali e di conseguenza spesso si verificava o l'uscita della catena dagli ingranaggi o la rottura della catena stessa. Allora alcuni costruttori decisero di dare una maggiore stabilità al pedaliera rinforzando il telaio con l'applicazione di due bacchette o tiranti sottili di ferro pieno. Nel modello inglese “Singer” del 1885-86, per esempio, osserviamo che una bacchetta collegava il tubo verticale con l'estremità del tubo principale e la pedaliera con il tubo principale. Ma anche con queste ulteriori applicazioni la bicicletta non raggiunse un'adeguata stabilità per cui altri costruttori pensarono di eliminare il tubo incrociato che univa la sella con il pedaliera e copiarono il primo modello di telaio a trapezio o “diamante” apparso verso la fine del 1886 all'Esposizione Internazionale del Velocipede di Londra. Tale modello in cui l'originale forma del telaio lasciava intravedere la geometria chiusa a trapezio e che sarebbe arrivato fino ai giorni nostri fu creato nel 1885 dall'in-

glese John Kemp Starley che lo chiamò “The Rover Safety” proprio perché garantiva maggiore stabilità e scorrevolezza al mezzo.

2.10 Le prime applicazioni della gomma vulcanizzata

La gomma era conosciuta e utilizzata nelle industrie già da diversi decenni ma nel 1839 il chimico americano Charles Goodyear scoprì per caso il processo di vulcanizzazione, osservando un miscuglio di lattice e zolfo caduto su una stufa. La sua scoperta consistette nel combinare il lattice allo stato primitivo con lo zolfo per renderlo elastico e consistente, a seconda della fusione più o meno prolungata della composizione. Per dieci anni il Goodyear continuò la sua sperimentazione sulla elasticità della gomma che fu usata all’inizio soprattutto per confezionare apparati medici e chirurgici, e articoli per ospedali. Solo nel 1869 l’americano Bradfort fece il primo tentativo di applicare delle strisce di gomme piene sulle ruote dei velocipedi per attenuare le vibrazioni e i contraccolpi dovute alle strade del tempo. I risultati non furono buoni perché la gomma tendeva a sciogliersi d’estate e a creparsi d’inverno così che si cercò di tentare con altri materiali inchiodando o incollando alle ruote strisce di panno, di cuoio o di corda. Alla fine, nel 1869, la gomma si impose sugli altri materiali soprattutto per merito del costruttore inglese Beck che presentò un biciclo con gomme piene inchiodate ai cerchioni in legno con delle strisce di tela gommata. Un anno dopo arrivarono i primi cerchioni in ferro sagomati a forma di U per contenere le strisce di gomma mentre si moltiplicarono per vari anni i tentativi di trovare mescole di gomma sempre più adattabili



alle necessità. Gli esperimenti i più conosciuti sono quelli di applicare gomme più dure all'interno e più elastiche all'esterno, gomme durissime con anime spugnose, ma senza grandi risultati. La vera rivoluzione avverrà solo nel 1888 con l'invenzione di Dunlop.

2.11 L'invenzione del lo pneumatico

2.11.1 1888: Dunlop e il primo lo pneumatico

Lo scozzese G.J. Boyd Dunlop, veterinario di professione, per eliminare i contraccolpi delle ruote del triciclo regalato al figlio decise di sperimentare una sua idea: al posto delle gomme rigide inchiodò alle ruote dei tubi di gomma vulcanizzata gonfiati a pressione minima con una siringa di vetro. Nacque così il primo pneumatico. Dunlop, vista la sorprendente scorrevolezza che la sua invenzione procura al veicolo, propose ad una squadra di ciclisti inglesi che si accingevano a partecipare ad una gara, di montare il suo tipo di gomme. Naturalmente la squadra vinse la gara e il nuovo pneumatico riscosse un successo strepitoso e la sua produzione si diffuse ben presto



Triciclo con le prime gomme vulcanizzate



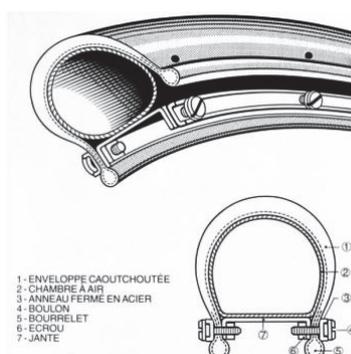
Esperimento su telaio di legno

in tutta Europa. Lo stesso Dunlop smise di esercitare la professione di veterinario e aprì a Dublino la “Dunlop Pneumatic Tyre Co. Ltd” società che raggiungerà in pochi anni un clamoroso successo.

2.11.2 1891: Michelin e il pneumatico smontabile

Trascorsero appena due anni dall'apparizione sul mercato ciclistico dei tubolari Dunlop quando, i fratelli francesi Andrè e Eduard Michelin, produttori locali di articoli in gomma, ebbero l'idea di dividere il pneumatico in due parti: un tubo in caucciù munito di una valvola, inserito in un altro tubo più spesso e resistente, facilmente smontabile dal cerchione: erano nati i primi copertoni smontabili agganciati alla ruota con due fili di acciaio.

Per riparare una gomma forata dunque, bastava estrarre la camera d'aria e rappezzarla o sostituirla con una nuova.



2.11.3 1892: Pirelli e il “pneumatico Milano”

Nel 1892 vede la luce l'ultima modifica che perfeziona il pneumatico. Il merito va all'industriale milanese, Giovan Battista Pirelli, che costruisce il “pneumatico Milano” con la cosiddetta copertura a tallone, usata ancor oggi, con cui il copertone è trattenuto nelle apposite scanalature del cerchione dalla pressione della camera d'aria.

2.12 La Bicicletta

2.12.1 1889: La coniazione del termine “bicicletta”

L'irlandese W. Hume, proprietario di una fabbrica di velocipedi, presentò alla “Esposizione Internazionale del Velocipede” a Londra un suo modello con il nome di “Bicycle Humatic”. Questo veicolo, il primo a montare gomme pneumatiche, era costruito con telaio a trapezio, senza tubo di congiunzione fra la sella e il pedaliere, con lo sterzo a perno e con le ruote di diametro differente: piccola quella anteriore, molto più grande quella posteriore. Questo per sopperire alla esiguità del diametro dell'ingranaggio (corona) del pedaliere che conteneva solo 20 denti, massima grandezza fabbricata in quell'epoca, e per ottenere una maggiore moltiplicazione di percorso ad ogni giro di pedali. Per ricordare l'invenzione delle gomme Dunlop e per aver ottenuto l'esclusiva di montarle sui modelli, il sig. Hume fece omaggio della prima bicicletta “Humatic”



al figlio del geniale inventore. L'anno dopo presentò un secondo modello "Byciclette New Humatic" con telaio a doppi tubi e ruote di diametro uguale che donò a Dunlop padre. L'inventore del pneumatico si diede al velocipedismo compiendo ogni giorno lunghi giri per la città e i dintorni di Belfast. Da quel momento tutte le principali case produttrici che ottennero l'esclusiva di cerchiare le ruote con i pneumatici Dunlop lanciarono i loro modelli con il nome di "Biciclette": nome che nonostante la rapida evoluzione e i numerosi perfezionamenti meccanici apportati non è stato più cambiato e con cui ancora oggi si intende il veicolo con telaio, due ruote, mozzi, pedali, trasmissione a catena, manubrio, freni e sella.

2.13 L'industria della bicicletta

All'inizio del secolo la bicicletta ha ormai invaso tutta l'Europa e buona parte anche dell'America. Mentre le prime automobili fanno i primi passi, la regina incontrastata delle strade è la bicicletta. In Italia una bicicletta costava l'equivalente di 10 centesimi di euro (le vecchie duecento lire). Le due ruote, quindi, rappresentavano un simbolo di libertà e di affrancamento sociale, ma restavano soprattutto un valido strumento di aggregazione e di socialità. La bicicletta consentiva all'operaio di abitare a dieci o quindici chilometri dalla fabbrica, ed al contadino di raggiungere i campi senza dover bruciare preziose energie durante il tragitto, a volte reso ancora più duro dai pesanti attrezzi del mestiere. Con la seconda guerra mondiale, la bicicletta divenne tra i pochissimi mezzi di trasporto sopravvissuti alla violenza dei bombardamenti: accompagnava la gente nella fuga dalle città, aiutava a trasportare qualche misero bottino alimentare, scivolava tra le ombre del coprifuoco, combatteva al fianco delle staffette partigiane. Poi, una volta avviato il processo di ricostruzione, il boom economico influenzò i gusti della gente nei confronti della bicicletta che, in breve tempo, fu rimpiazzata dai mezzi a motore. In Italia c'era già chi scriveva libri di addio alla bicicletta quando poi, quasi all'improvviso, arrivò la famosa domenica 3 dicembre

del 1973. Era scoppiata “l’austerità” e così, quasi come un rito che tanto assomiglia a quello proposto tutt’oggi dagli amministratori delle città italiane, le biciclette tornarono a fare capolino dalle cantine e dai solai. In Italia nascono numerose fabbriche. I nomi più famosi sono quelli dell’Olympia, Velo, Maino, Dei, Frera, Ligie, Taurus, Legano, Atala, Torpado, Ganna, Fiat.

2.14 L’invenzione del cambio di velocità

L’ultima importante innovazione tecnica avvenne nel 1993: è l’invenzione del cambio di velocità, creata da Tullio Campagnolo. Prima dell’invenzione del cambio si correva con un pignone unico e due rapporti. Per passare da un rapporto all’altro si doveva scendere di bici, staccare la ruota posteriore e cambiare pignone. Successivamente lo spostamento della catena da un pignone all’altro era fatto grazie ad un comando a bacchetta, che obbligava in ogni caso il corridore a dare un colpo di pedale all’indietro al momento del passaggio da un rapporto all’altro. Non essendo un’invenzione ingegneristica, molto spesso si inceppava e il ciclista era lo stesso costretto a scendere di bici. Il cambio negli anni a seguire si è sempre più evoluto e sempre più perfezionato fino a diventare oggi un vero meccanismo di estrema precisione. Nel frattempo il peso della bicicletta scende sotto i 10 kg grazie all’impiego di materiali come l’alluminio e sono applicati i tubolari, la doppia moltiplica, le prime selle di plastica.



Tullio Campagnolo

2.15 Le prime competizioni di Draisine e Bicicli in legno

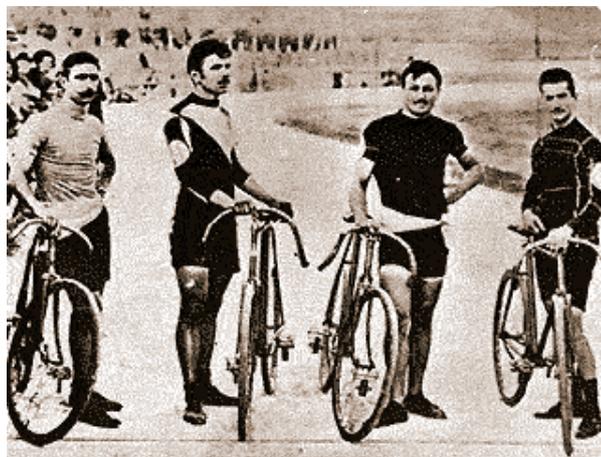
Le prime gare nascono come sfide contro l'uomo e contro il tempo, a metà fra lo sforzo atletico e l'acrobazia. La prima corsa di Draisine di cui si ha notizia si svolse in Francia nel 1818 nel Jarden de Luxembourg seguita pochi mesi dopo da una gara su un percorso di 10 Km a Monaco e l'anno dopo a Londra da una sfida fra una draisina e un cavaliere a cavallo. Queste gare furono organizzate dallo stesso inventore, barone Drais, allo scopo di propagandare il nuovo mezzo di locomozione, ma avendo dei costi notevoli di realizzazione non ebbero seguito. Dobbiamo arrivare al 1865 per trovare l'inizio vero e proprio delle corse velocipedistiche in Francia. Le gare dei bicicli in legno si svolgevano oltre che sulle piste in terra degli ippodromi, anche nelle piazze, improvvisate a pista, o lungo i rettilinei dei viali. I partecipanti dovevano indossare, per regolamento, giubbotto e berretto da fantino e stivali da cavallerizzo, quasi per uniformarsi alle corse dei cavalli. Il primo novembre 1868 si svolse all'Hippodrome du Parc Bordelais di Bordeaux la prima corsa riservata alle signore. L'anno dopo viene organizzata la prima corsa su strada su lunga distanza: la Parigi-Rouen, corsa durissima di 126 chilometri, che mette il palio 1000 franchi per il vincitore. Si iscrivono 323 corridori tra cui numerose donne. Il primo arrivato, James Moore, taglia il traguardo dopo 10 ore e 34 minuti mentre l'unica donna che termina la gara impiega ben 23 ore e 20 minuti. Nello stesso anno iniziano le gare di velocipedi anche in Inghilterra e in Belgio. In Italia la prima gara si svolse a Padova in due giornate, il 25 e 26 luglio 1869, in piazza Vittorio Emanuele II (attuale Prato della Valle) sulla distanza di due chilometri, al termine delle corse ippiche. Il primo premio, un orologio d'oro, se lo aggiudica il primo giorno Antonio Pozzo di Padova, il giorno dopo Gaetano Testi sempre di Padova. A queste competizioni padovane si era iscritto anche un turista francese, Paolo Selz, che visitava il Veneto in velocipede, ma non vi fu ammesso essendo riservate ai soli residenti. Ma il francese si rifece partecipando e vincendo una gara ad Udine il 22 agosto. Nel 1870 venne organizzata dal "Veloce Club Fiorentino"

appena costituito, la prima corsa internazionale su strada sul percorso Firenze-Pistoia di 33 chilometri che viene vinta da un americano mentre il primo italiano conquista il quarto posto. Nello stesso anno a Milano nasce il Veloce Club che organizza la prima vera gara solo l'anno dopo. E' il giro dei Bastioni milanesi di 11 chilometri vinto da Giovanni Pasta che diventerà uno dei primi corridori di livello internazionale.

2.16 I Club italiani e le prime gare agonistiche

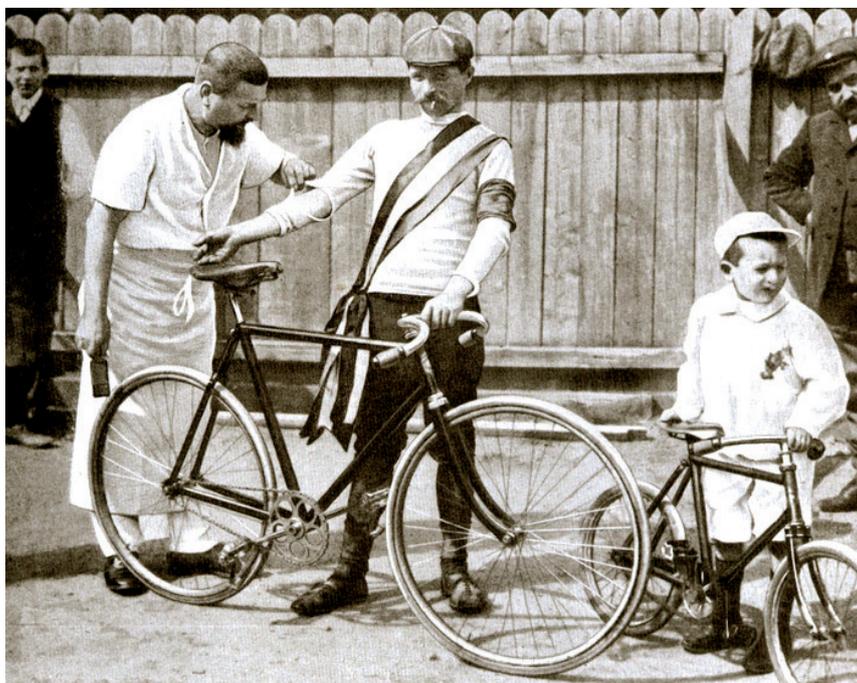
Nel 1870 venne organizzata dal "Veloce Club Fiorentino" appena costituito, la prima corsa internazionale su strada sul percorso Firenze-Pistoia di 33 chilometri che viene vinta da un americano mentre il primo italiano conquista il quarto posto. Ma non ripetuta, perde il primato di prima corsa a favore della Milano-Torino inaugurata nel 1876. Sempre nel 1870 a Milano nasce il Veloce Club che organizza, l'anno dopo, il giro dei Bastioni milanesi di 11 chilometri vinto da Giovanni Pasta che diventerà uno dei primi corridori di livello internazionale. Le prime produzioni in serie dei biccicli, che diventano più veloci e meno costosi, fanno aumentare gli amanti della bicicletta anche in Italia e danno nuovo impulso all'attività agonistica. Ci pensa a riunirli in una grande società, Pavia, che fonda nel 1875, l'Unione Velocipedistica Italiana. Nel 1881 sia i Veloclub cittadini sia i soci, sono ormai tanti, abbastanza per organizzare il primo Campionato Nazionale su Strada. Mentre in Francia nascono due classiche: nel 1896 la Parigi-Rubaix e la Parigi Tours. In Italia arriviamo al 1900, quando gli atleti volendo partecipare alle grandi famose gare che si svol-

*La finale dei Campionati italiani
1897. Da sinistra: Pasini, Conelli,
Ferrari, Tomaselli.*



gono all'estero, costituiscono l'Unione Ciclistica Internazionale. Infatti, in Francia dalle gare in linea, si sta mettendo in cantiere una grande corsa a tappe: il TOUR de FRANCE. Viene disputato per la prima volta nel 1903 su una distanza di 2.426 chilometri divisi in sei tappe e a vincerlo è proprio un italiano, di venti anni: *Maurizio Garin*. Un Trionfo!

In pochi anni questo successo italiano fa diffondere velocemente la bicicletta. La prima corsa su lunga distanza in Italia viene organizzata nel 1892 dal giornale "La bicicletta" con partenza da Milano e arrivo a Torino dopo 530 chilometri. Vince Enrico Sauli in 26 ore e 25 minuti. All'inizio del secolo si varano alcune classiche come il Giro di Lombardia nel 1905, e la Milano Sanremo nel 1907, ed infine il GIRO d'ITALIA nel 1909, organizzato dalla Gazzetta dello Sport, vinto da Luigi Ganna su una distanza totale di 2.448 chilometri. Nel 1921 venne organizzato il primo Campionato Mondiale su Strada a Copenaghen, ma era riservato solo ai dilettanti. I professionisti dovettero attendere il 1927. Fu disputato a Adenau, in Germania. Un trionfo memorabile per il ciclismo con gli italiani ai primi 4 posti: Binda, Girardengo, Piemontesi, Belloni.



*Maurizio
Garin*

2.17 La donna e la bicicletta

Tutta la storia dello sviluppo della bicicletta si intreccia con le lotte e le conquiste femminili, ma è soprattutto a partire da metà dell'Ottocento che le donne presero la bicicletta a simbolo della loro futura emancipazione. Se per gli uomini essere in grado di dominare un biciclo dalle impressionanti dimensioni era segno di prestanta fisica e virilità, nell'austera Inghilterra vittoriana si riteneva che i bicicli non si addicesero alle donne. La posizione, il movimento delle vesti nel montare in sella, le facili - e acrobatiche - cadute, non erano compatibili con l'etichetta e il buon costume. I costruttori proposero fantasiose alternative per le signore: dai bicicli con entrambi i pedali da uno stesso lato, ai tricicli, ai "dicicli" dalle grandi ruote parallele. Quando, con l'invenzione della trasmissione a catena, le dimensioni delle ruote cominciarono finalmente a ridursi, rimase il problema dell'abbigliamento. Alcuni stilisti lanciarono il cosiddetto "abito razionale" (rational dress) per cicliste: pantaloni lunghi, larghi fino al ginocchio e stretti più in basso, opportunamente coperti da un soprabito sufficientemente corto da non ostacolare la pedalata, e abbastanza lungo da non scoprire le gambe. Fu così che alcune giovani signore ebbero l'ardire di inforcare le loro biciclette con tanto di calzoncini da uomo, sicuramente più comodi dei pomposi vestiti femminili dell'epoca. I benpensanti non apprezzarono, chiamando in causa nientemeno che la salvaguardia della morale pubblica. Alcuni organi di stampa inglesi risposero prendendo una posizione favorevole all'uso di calzoncini, o di calzoni purché sotto una gonna o un soprabito. Raccomandavano, inoltre, di scegliere il

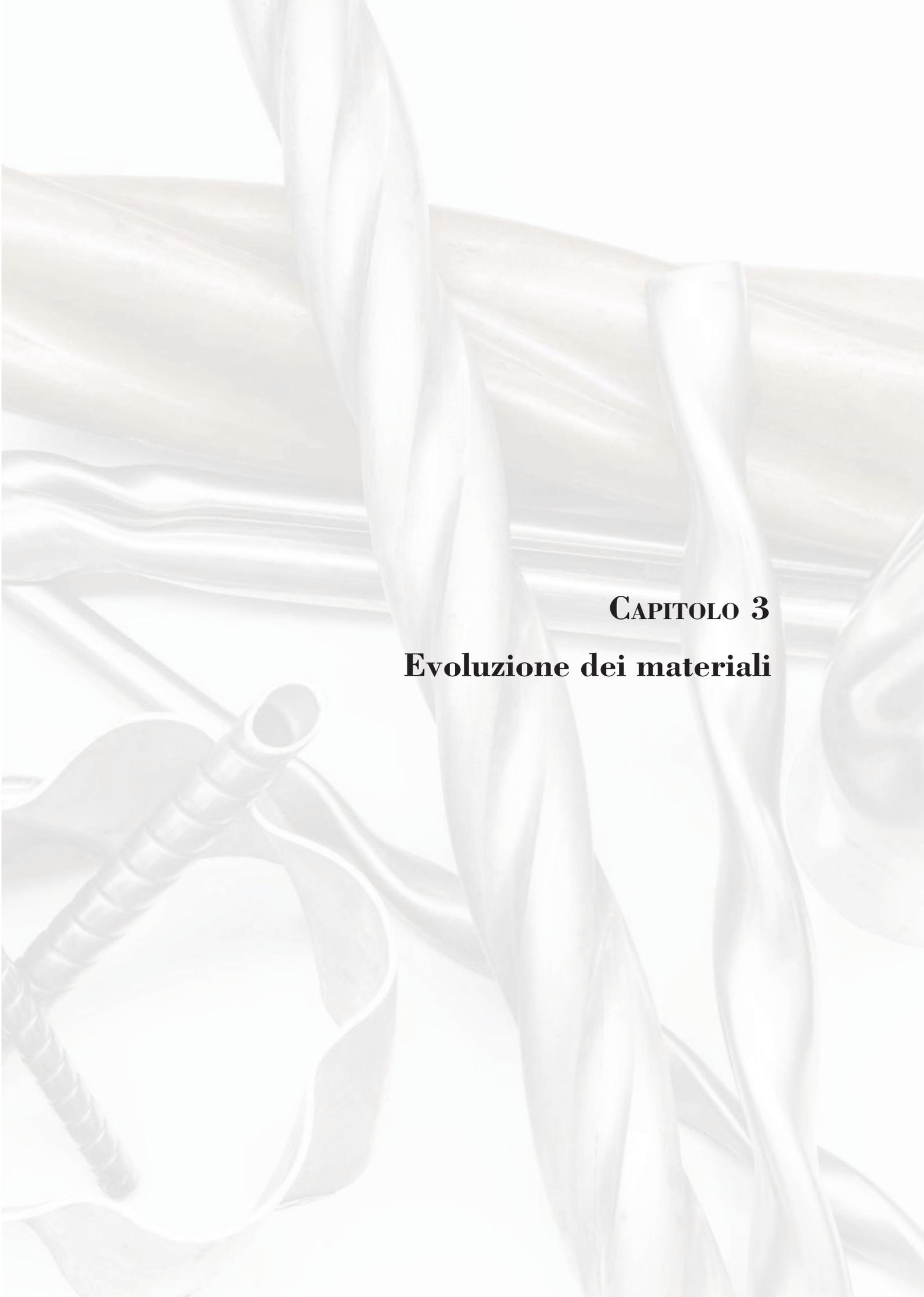


colore grigio, così che la ciclista risultasse il meno appariscente possibile. Un passo avanti verso la conquista della completa “emancipazione ciclistica” della donna venne, più avanti, dalle corse di ciclismo femminile e dalla progettazione di biciclette studiate sulle forme del gentil sesso.

2.18 Lo sviluppo della bicicletta

All’inizio del secolo la bicicletta ha ormai invaso tutta l’Europa e buona parte anche dell’America. Mentre le prime automobili fanno i primi passi, la regina incontrastata delle strade è la bicicletta. Da oggetto di lusso si trasforma in un articolo d’uso corrente destinato al consumatore medio. Lo sviluppo del settore nel corso del secolo fu caratterizzato dal consolidamento della produzione industriale e dal perfezionamento delle soluzioni tecniche e progettuali emerse alla fine dell’Ottocento. In Italia nascono numerose fabbriche e la prosperità di questo nuovo mercato contribuì ad arricchire anche i mercati paralleli dell’acciaio, del ferro, della gomma e del cuoio. Con la seconda guerra mondiale, la bicicletta divenne tra i pochissimi mezzi di trasporto sopravvissuti alla violenza dei bombardamenti: accompagnava la gente nella fuga dalle città, aiutava a trasportare qualche misero bottino alimentare, scivolava tra le ombre del coprifuoco, combatteva al fianco delle staffette partigiane. Poi, una volta avviato il processo di ricostruzione, il boom economico influenzò i gusti della gente nei confronti della bicicletta che, in breve tempo, fu rimpiazzata dai mezzi a motore. In Italia c’era già chi scriveva libri di addio alla bicicletta quando poi, quasi all’improvviso, arrivarono le famose domeniche di “austerità” dell’inverno del 1973 a rilanciare la due ruote. E quelle domeniche senza auto lasciarono il segno e fecero riflettere tanti italiani. Ormai si cominciavano a sentire gli effetti deleteri dello sviluppo indiscriminato dei veicoli a motore: l’aria irrespirabile, le città assediate, i problemi di traffico e di parcheggio. La bicicletta di colpo fa riscoprire una dimensione più pulita e meno convulsa della vita quotidiana, fa ripercorrere nuovi percorsi in mezzo alla natura,

riporta le città a misura d'uomo. E proprio per affrontare situazioni al limite delle possibilità d'uso di una normale bici da strada, come percorsi accidentati e impervi, per un contatto più stretto con la natura, alla fine degli anni ottanta, viene presentata sul mercato la mountain bike, nata negli Stati Uniti, con il telaio robusto e le ruote larghe e incise per far presa sui terreni difficili. E con lo sviluppo di nuove tecnologie di costruzione e di nuovi materiali arriviamo ai modelli d'avanguardia d'oggi soprattutto nelle biciclette da corsa che prendono in prestito dall'aeronautica e dall'astronautica materiali come il titanio, l'ergal, il dural, i compositi e le fibre di carbonio. Si arriva così alla costruzione di modelli dotati di ruote a struttura lenticolare e a razze, di manubri a impugnatura centrale, di pneumatici sottilissimi ad alta pressione, e di telai sperimentati nelle gallerie del vento, con forme aerodinamiche e studiate in base ai parametri biomeccanici.



CAPITOLO 3
Evoluzione dei materiali

Una volta solo l'acciaio. Ci si facevano i telai e i componenti, le bici pesavano parecchio se confrontate alle specialissime di oggi, ma alternative non ce n'erano. Con certe caratteristiche meccaniche il materiali d'obbligo era quello, non si scappava. Oggi la situazione è cambiata molto. I materiali diversi offerti dal mercato si prestano in maniera differente alla realizzazione di telai e componenti e vengono scelti in base alle esigenze costruttive e ai costi.

Assieme ai materiali, ovviamente, va di pari passo la geometria. La forma dei tubi e le incidenze che hanno tra di loro nel telaio permettono di sfruttare diversamente i materiali. Geometria e materiali, insomma, non posso prescindere l'una dagli altri.

A questo punto conviene parlare anche di rigidità e comfort, argomenti molto legati alle caratteristiche dei materiali e, quindi, della geometria.

È opportuno fare qualche precisazione circa rigidità e comfort. Spesso queste due caratteristiche sono considerate antitetiche e si sente dire che se un telaio è molto rigido è anche poco confortevole. Non è così, non sempre almeno.

La rigidità è la caratteristica di un telaio di trasmettere a componenti l'energia impressa dal ciclista assorbendone il meno possibile.

Il comfort è il grado di comodità che un telaio sa dare assorbendo le vibrazioni che si scaricherebbero sul ciclista.

La capacità di un telaio di assorbire le vibrazioni ad alta frequenza è indipendente dalla capacità che un telaio ha nel trasmettere le sollecitazioni deformandosi il meno possibile.

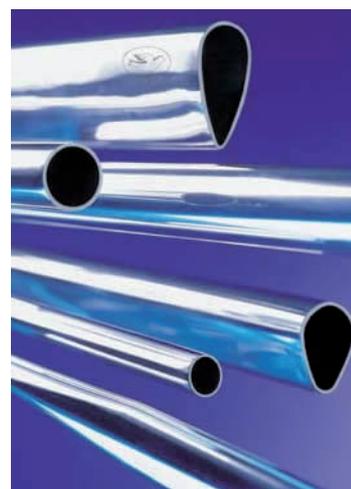
Per cui si può dire tranquillamente che un telaio molto rigido possa essere anche molto comodo. Ovviamente a fare la differenza sono le caratteristiche del materiale

impiegato per la costruzione. Il composito in carbonio, in questo senso, si presta meglio di altri materiali a queste caratteristiche e proprio grazie alla possibilità di organizzarne le fibre per contrastare al meglio le linee di applicazione delle sollecitazioni.

3.1 Acciaio

Si tratta di una lega di ferro e carbonio. È in acciaio che sono stati costruiti i primi telai delle biciclette moderne. I vantaggi di questo materiale sono l'elevata resistenza a fatica unita a un carico di rottura che viene superato solo da alcuni materiali compositi. L'acciaio, così com'è definito, è costituito da una lega di ferro-carbonio con un'aggiunta di elementi quali Nichel, Manganese, Cromo, Molibdeno e altri che ne modificano le caratteristiche meccaniche a seconda dell'utilizzo e del prodotto che si vuole realizzare. L'acciaio viene apprezzato per la sua estrema resistenza (le migliori leghe possono arrivare a 1.200 N/mm^2 per la resistenza allo snervamento) ma anche buona elasticità che gli permette di assorbire bene le vibrazioni pur mantenendo una buona rigidità. L'allungamento percentuale può infatti superare il 12%. Viste le caratteristiche meccaniche del materiale, le tubazioni che ne derivano hanno diametri ridotti rispetto ad altri materiali. Solo sull'obliquo può essere facile trovare diametri che superino i trenta millimetri. I tubi di alta gamma sono caratterizzati da spessori ad andamento variabile per consentire di togliere peso là dove la sezione non è particolarmente sollecitata. E' così che in corrispondenza delle zone di saldatura lo spessore può arrivare a sfiorare il millimetro mentre nelle zone centrali scende facilmente al di sotto del mezzo millimetro (attualmente lo spessore minimo registrato è di 0,38 mm).

Uno dei punti deboli dell'acciaio è la corrosione. I fe-



nomeni ossidativi sono comunque tenuti a bada molto bene dai trattamenti che vengono effettuati sulle tubazioni e sui telai al termine della lavorazione. I telai vengono infatti messi in un bagno protettivo che fissa sull'acciaio materiali di vario genere che lo isolano dall'azione devastante dell'umidità. Una cura attenta da parte dell'utente è sempre utile e può rendere il telaio praticamente immortale.

Pro

- Ottima capacità di assorbimento delle vibrazioni.
- Nell'alta gamma è arrivato a pesi che possono competere con l'lega di lega di alluminio;
- Se saldato con congiunzioni il telaio risulta più pesante ma può essere più facilmente lavorato su misura.



Contro

- Mediamente più pesante degli altri materiali;
- Soffre di fenomeni ossidativi: si arrugginisce facilmente se non è trattato opportunamente. Il telaio richiede maggiore cura.



3.2 Lega di alluminio

Nella costruzione delle biciclette da corsa, ormai di tutti i livelli (tranne le fasce di entrata) la lega di alluminio non è più il materiale più diffuso. Rimane comunque diffuso, più in generale, in altri tipi di biciclette quali le city bike, quelle da trekking e, in generale, quelle dove è meno importante la leggerezza in assoluto. Quando si parla di lega di alluminio in realtà si intende una lega in cui questo materiale è presente in percentuale maggiore. La lega di alluminio viene classificata a seconda dei materiali con cui è associata e, nell'ambito ciclistico, le leghe più utilizzate sono la Serie 5000 (lega di alluminio - magnesio), la Serie 6000 (lega di alluminio - silicio - magnesio) e la Serie 7000 (lega di alluminio - zinco).

Per alcuni componenti, più raramente per i telai, può essere utilizzata anche la Serie 2000 (lega di alluminio e rame). Nell'ambito di queste classificazioni derivano altre sottoclassi a seconda delle percentuali con cui i componenti di lega sono presenti nel materiale finale. In linea di massima si può dire che non c'è un primato netto di una lega sull'altra, dipende dal telaio che si vuole realizzare e dal modo in cui verrà lavorata la tubazione.

3.2.1 Perché scegliere la lega di alluminio?

La risposta è semplice: è leggerissimo. La sua bassa densità (2700 kg/m^3) corrisponde a circa un terzo di quella dell'acciaio e permette dunque di realizzare parti molto leggere. A questa bassa densità corrisponde però un modulo elastico molto basso, esattamente tre volte meno dell'acciaio. Questo vuol dire che per avere le stesse caratteristiche meccaniche dell'acciaio si dovrebbe usare una quantità di materiale tre volte maggiore recuperando il risparmio di peso.

3.2.2 Dimensioni “oversize”

La soluzione è stata trovata però lavorando sui dimensionamenti dei tubi. L'adozione di sezioni oversize ha fatto aumentare il momento torcente delle tubazioni recuperando la rigidità che mancava alla lega di alluminio. Si tenga conto che la resistenza è proporzionale alla terza potenza con l'aumento di diametro del tubo (ad esempio raddoppiando il diametro la rigidità aumenta di otto volte). La rigidezza torsionale, invece, ha un aumento proporzionale alla quarta potenza. L'aumento di peso è però più contenuto (proporzione quadratica) per cui si può arrivare a pesi eguali a quelli dell'acciaio ma con rigidità maggiore. Alla resa dei conti un telaio ben realizzato e con tubazioni di alta gamma può pesare meno di un chilogrammo, un risultato praticamente impossibile da raggiungere con tubi in acciaio. Realizzare un telaio con tubazioni oversize comporta una sapiente gestione della rigidità visto che con le caratteristiche meccaniche ottenute la trasmissione delle vibrazioni lungo il telaio può essere molto elevata e si traduce in un affaticamento precoce del ciclista. Per questo motivo, infatti, vengono adottate soluzioni differenti per i pendenti (tubi sinuosi o in fibra di carbonio) posteriori, per consentire l'assorbimento delle vibrazioni eccessive.



3.2.3 Quanto dura?

Il dubbio sulla longevità della lega di alluminio è dovuto alla sua scarsa resistenza a fatica. Per la lega di alluminio non c'è un carico di fatica sotto il quale si può applicare un quantitativo infinito di sollecitazioni senza ottenerne modificazioni nella struttura del reticolo cristallino. Questo significa che la lega di alluminio comunque si stanca un po' quando viene utilizzato e la sua vita non è teoricamente infinita. La situazione non è comunque così tragica poiché un telaio di buona qualità ha caratteristiche molto elevate che gli garantiscono una durata molto elevata. Questo grazie anche ai trattamenti termici cui il telaio viene sottoposto in fase di lavorazione. Più attenzione va fatta se si sta acquistando un telaio in lega di alluminio usato. In questo caso prendere tutte le informazioni possibili sull'uso che ne è stato fatto è indispensabile per non rischiare di spendere male i propri soldi. Occorre infatti cercare il migliore compromesso tra leggerezza e resistenza a fatica per avere un telaio che sia adeguato alle proprie aspettative in fatto di prestazioni e di durata.

3.2.4 Vale la pena?

La lega di alluminio è sicuramente un materiale molto valido per la costruzione di biciclette. Le ditte del settore spingono molto su questo prodotto perché è più facile ed economico da lavorare (essendo più malleabile richiede una energia minore di lavorazione), inoltre la sua lavorazione può essere facilmente industrializzata per la produzione in serie. Non è un caso che il boom dei telai orientali è stato proprio con questo materiale. La leggerezza ottenibile con una bici di lega di



alluminio è notevole ma è logico non avere aspettative di vita troppo elevate per i telai peso piuma. Ai corridori professionisti, ad esempio, vengono fornite biciclette costruite col top delle tubazioni (in quanto a leggerezza) e comunque per i corridori solo più validi (per i quali vale la pena costruire qualche telaio in più). Agli altri vengono forniti telai con tubi leggermente più pesanti ma in grado di garantire più affidabilità in termini di durata delle caratteristiche meccaniche.

Molti costruttori, inoltre, proprio per sottolineare la bontà del loro prodotto affermano di fornire una “garanzia a vita” del telaio, ma tale dichiarazione va presa con le molle. In caso di rottura, infatti, si deve sempre dimostrare di aver utilizzato il telaio in maniera assolutamente normale e non è facile ottenere il riconoscimento che un cedimento sia dovuto ad un difetto di fabbricazione piuttosto che ad un uso improprio (si può cadere, innescando una rottura in un telaio senza lasciare tracce esterne evidenti).

Pro

- Leggerezza notevole;
- È molto malleabile e può essere modellato con relativa facilità.

Contro

- Richiede diametri abbondanti per compensare la scarsa resistenza meccanica e questo gli dà anche una notevole rigidità;
- La durata nel tempo delle qualità meccaniche non è infinita. La lega di alluminio non ha capacità elastiche e tende ad accumulare fatica perdendo qualità meccaniche. Un telaio in lega ultraleggero può perdere le sue caratteristiche dopo un paio di stagioni di utilizzo di alto livello;
- Richiede un processo termico di invecchiamento artificiale per sfruttarne al meglio le qualità meccaniche.

3.3 Lega di titanio

Viene considerato il materiale più nobile per via delle sue qualità pregiate. Rispetto ad altri materiali, la lega di titanio presenta una bassa densità (intorno ai 4507 kg/m^3) che è pari al 58% della densità dell'acciaio inox. Il punto di fusione è molto elevato (intorno ai 1.700° C) mentre risultano molto bassi il modulo di elasticità e il coefficiente di espansione termica lineare. Tra le qualità della lega di titanio c'è anche la quasi totale insensibilità alla corrosione, un vantaggio notevole per la costruzione di biciclette.

Per contro la lega di titanio è uno dei materiali più difficili da utilizzare. La lavorazione è complicata e richiede macchinari speciali (e costosi). I tubi in lega di titanio possono essere realizzati per trafilatura oppure dall'avvolgimento di una lastra in lega di titanio successivamente saldata nella lunghezza. Per le sue caratteristiche la lega di titanio deve essere saldato in atmosfera controllata, questo perché quando è portato al punto di fusione la lega di titanio tende ad assorbire i gas presenti nell'aria perdendo le qualità meccaniche. Quando si parla di lega di titanio si considera sempre il metallo in lega con altri.

La lega di titanio viene classificata in "gradi" a seconda delle caratteristiche o delle percentuali di materiali che ne compongono la lega.

3.3.1 Lega di titanio CP (*Commercially Pure*)

È la lega di titanio pura, senza alcun alligante. Si distingue per quantità diverse di ossigeno contenuto che aumenta proporzionalmente la resistenza alla corrosione.

Grado 1: è la lega di titanio commercialmente puro con un basso contenuto di ossigeno. L'alta duttilità e il basso carico di



rottura non lo fanno ideale per le costruzioni ciclistiche quanto per lo stampaggio e la deformazione a freddo.

Grado 2: viene sempre considerata lega di titanio puro ma è più resistente della precedente. Offre un buon compromesso tra resistenza, saldabilità e deformabilità.

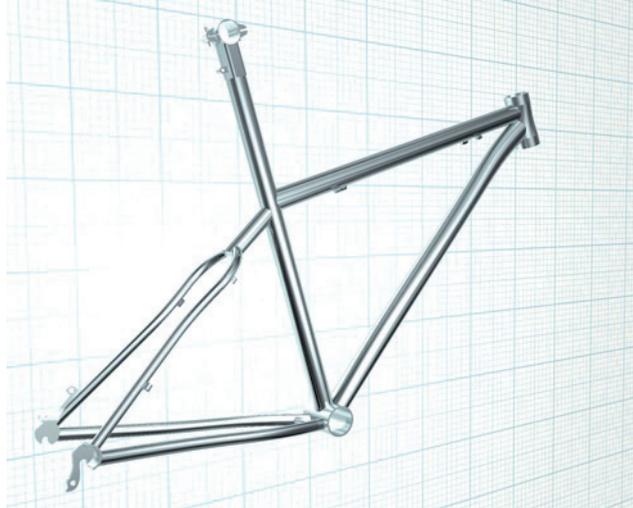
Grado 3: maggiore contenuto di ossigeno e buona saldabilità.

Grado 4: le caratteristiche di resistenza sono molto elevate. Da questo livello la lega di titanio viene utilizzato nell'industria aeronautica proprio per le sue caratteristiche meccaniche.

Lega di titanio legato: è la lega di titanio che interessa l'industria ciclistica.

Grado 5: l'altissimo carico di rottura di questa lega di titanio la rende tra le più utilizzate. Proprio per la sua resistenza viene utilizzata principalmente per la realizzazione di congiunzioni (scatole del movimento, forcellini). Recentemente è stata impiegata anche per la realizzazione di tubazioni e telai dalle caratteristiche meccaniche davvero notevoli. Questa lega è conosciuta anche come Ti 6-4 dove i due numeri indicano le parti di Lega di alluminio e Vanadio facenti parte della lega.

Grado 9: si tratta di lega di titanio 3Al 2,5 con un alto carico di rottura e resistenza alla corrosione. È la lega più utilizzata nella realizzazione delle tubazioni e viene solitamente accoppiata con particolari in lega 6-4. La scelta della lega di titanio è dovuta al suo ottimo rapporto peso/resistenza e alle sue qualità di elasticità che gli permettono di assorbire molto bene le vibrazioni. Inoltre, viste la sua resistenza alla corrosione e la resistenza allo snervamento, si tratta di un materiale praticamente immortale.



Pro

- Buon rapporto peso specifico/resistenza;
- Resistenza all'ossidazione senza particolari trattamenti;
- Ottima capacità di assorbire le vibrazioni e resistere allo snervamento;
- È praticamente immortale.

Contro

- Prezzo molto elevato;
- Forme difficili da elaborare per via della durezza del materiale (la lavorazione è molto costosa);
- Rispetto alla fibra di carbonio non è molto leggero (ma si può comunque realizzare una bici leggera scegliendo accuratamente i materiali).



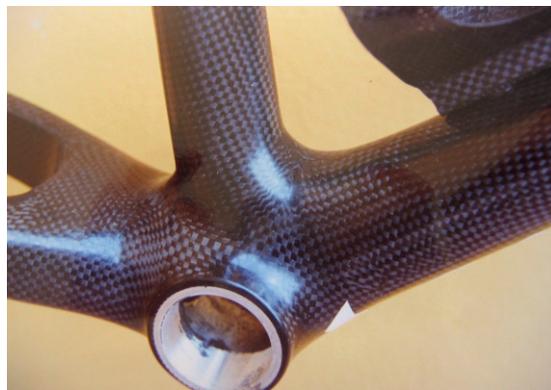
3.4 Fibra di Carbonio

La fibra di carbonio è un materiale completamente diverso da tutti gli altri. Fino alla sua comparsa si dava per scontato che un telaio per bici fosse metallico. Con il carbonio le cose sono cambiate radicalmente. Tanto per cominciare la fibra di carbonio è un materiale anisotropo. Vuol dire che ha un comportamento differente a seconda delle linee di forza che vengono considerate. Anche con i metalli si può arrivare ad una certa anisotropia, ma solo lavorandoli con forme particolari (ad esempio prevedendo delle nervature), un tubo di carbonio, invece, può essere perfettamente tondo e con spessori identici su tutta la sua struttura ma avere resistenze diverse a seconda di come lo si solleciti. Questo perché la fibra di carbonio è un materiale composito, ossia un intreccio di fibre opportunamente orientate. Anche se ormai la diffusione del carbonio è a tutti i livelli di prezzo del mercato della bicicletta, il composito ancora porta con sé alcune perplessità del primo periodo. Prima fra tutte quella sull'effettiva affidabilità. Lo diciamo subito: ormai il dubbio è stato ampiamente dissipato dall'evidenza. Ma per gli scettici, e comunque per chi vuole approfondire, ecco un po' di informazioni al riguardo.



3.4.1 Quanto è sicuro il carbonio?

Sicuro o non sicuro? La domanda è lecita, ma, va detto, nasce da una pessima presentazione che era stata fatta del composito alla fine degli anni ottanta, quando questo materiale era stato presentato con pomposità al mondo del ciclismo. Col carbonio si può fare di tutto, è vero. Pensate solo che ci si costruiscono delle ottime canne da pesca e pinne che richiedono flessibilità del materiale. Ma in fibra di carbonio sono pure i braccetti delle sospensioni delle macchine di Formula Uno, e lì non si scherza in quanto a richiesta di solidità. Tutto dipende da come il carbonio viene lavorato. Il filo di carbonio in sé ha caratteristiche analoghe in tutte le fibre, però viene intrecciato diversamente, utilizzato in pelli di diverse dimensioni, utilizzate con orientamenti differenti e in diverse quantità. Ce n'è abbastanza per costruire di tutto, dal canestro per far giocare i bambini alle parti strutturali di un'astronave. Il problema è proprio qui. Quando il carbonio è arrivato nella bicicletta la sua onda è stata cavalcata da chi ha voluto farci subito tanti soldi mettendo in giro telai poco collaudati e, alla luce della riuscita che hanno fatto, neppure tanto affidabili. I primi tubi in carbonio, poi venivano fissati dentro congiunzioni in lega di alluminio e la tecnica di incollaggio era ancora acerba. La differenti caratteristiche di carica elettrica tra carbonio e lega di alluminio mettevano in atto una migrazione di elettroni tra i due materiali (flusso galvanico) che, in tempi relativamente brevi, portava all'inevitabile crisi della giunzione. Il mercato, come al solito, si è dimostrato un giudice implacabile facendo letteralmente fuori chi lavorava male. Allo stato attuale delle cose i risultati sui prodotti in commercio parlano in deciso favore di chi lavora la fibra di carbonio. Ogni tubo e ogni sezione viene costruita appositamente per la funzione che deve svolgere e i risultati, a quanto è dato a sentire dalle aziende, sono sod-



disfacenti, con un ritorno per difetti prossimo allo zero. Vero che le aziende difficilmente andranno a raccontare in giro i loro problemi ma l'entusiasmo con cui vengono presentati i nuovi prodotti la dice lunga sulla sicurezza commerciale raggiunta.

3.4.2 I controlli delle aziende

Molti costruttori testano ogni prodotto realizzato passandolo ai raggi X per evidenziare la presenza di imperfezioni non decifrabili a occhio nudo. Una richiesta sui test effettuati e con quale frequenza possono aiutare i più sospettosi. Pretendere una risposta con cortesia è lecito, può bastare a capire con chi si ha a che fare.

3.4.3 I controlli fai da te

Poi ci sono i controlli che si possono fare in casa nel normale utilizzo della bicicletta. Anche in questo caso la pulizia accurata e regolare del mezzo aiuterà ad evidenziare eventuali problemi. Non deve preoccupare più di tanto un'eventuale problema allo strato di vernice superiore.

Spesso la vernice tende un po' a "vetrificarsi" perdendo elasticità e le vibrazioni del carbonio possono provocare qualche piccola crepa. Bisogna però verificare che le crepe non siano più profonde e interessino anche la fibra. Il comportamento del telaio in



carbonio, poi, è avvertibile anche acusticamente. Rumori sinistri durante la pedalata devono mettere in allarme. In caso di buche possono avvertirsi dei tonfi secchi provenire dal telaio. Non è detto che siano indice di un problema (può essere

semplicemente un assestamento della serie sterzo o del movimento centrale) tuttavia un controllo visivo accurato è sempre da raccomandarsi in caso di dubbi. In caso di incidente

I colpi molto forti possono mettere in crisi una struttura in fibra se non è predisposta a subirli. Una forcella di sicuro non nasce per sopportare lo scontro con una macchina, ma non è detto che il danno sia evidente. L'innescò della rottura può crearsi all'interno della struttura e, senza un controllo accurato del costruttore, non si può essere certi della sicurezza del prodotto. È la stessa regola valida anche per i caschi da moto, ma lì è scontato che in caso di impatto si debba cambiare la protezione pure se apparentemente intatta. Ci siamo capiti.

3.4.4 Come comportarsi d'innanzi a una rottura

Innanzitutto dipende da cosa si rompe. Un composito può essere sempre riparabile ma non è detto che ne valga la pena, l'applicazione di pelli aggiuntive con l'ausilio di apposite resine può facilmente riportare la struttura alla resistenza ed affidabilità originale, ma occorre sempre rivolgersi ad esperti del settore (non necessariamente al titolare del marchio riportato sulla bici o sull'accessorio in questione).

I telai fasciati o assemblati possono essere riparati semplicemente sostituendo la parte danneggiata. Vengono utilizzati appositi solventi che sciolgono i collanti e le fasciature e permettono di "ricostruire" il telaio riportandolo alle caratteristiche originali. Ovviamente, anche in questo caso, vanno valutati per bene i costi.



3.4.5 Ci fidiamo?

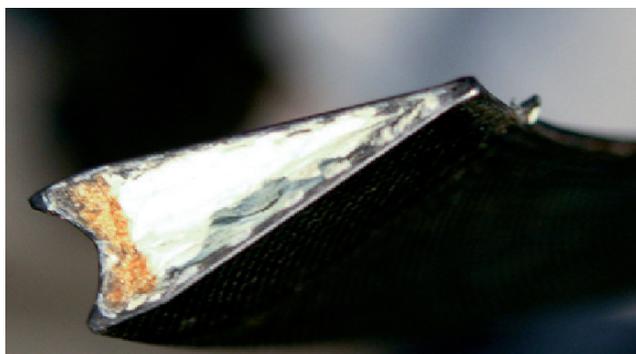
Ecco dov'è la paura della fibra di carbonio. Le leghe metalliche evidenziano chiaramente il danno subito e, in caso di mancanza di crepe si può stare ragionevolmente tranquilli. Il composito, trattandosi di un materiale tecnologico, va verificato da chi lo conosce bene e, soprattutto, ha gli strumenti necessari per rilevarne eventuali imperfezioni. In condizioni ottimali, così come per le leghe, il carbonio è assolutamente affidabile e, in molti casi, più efficace degli altri materiali.

3.4.6 Un po' di malizia

Non è detto che la fibra migliore sia necessariamente la più bella. Sì, perché quella che noi vediamo esteriormente è solo l'ultima pelle di fibra: quella più esterna. Ovviamente chi fa carbonio cura che questa sia bella a vedersi e di sicuro non può dare informazioni sulle reali disposizioni delle pelli sottostanti. In fondo si tratta di piccoli segreti che ogni costruttore custodisce gelosamente.

Pro

- Possibilità di ottimizzare le qualità meccaniche della struttura a seconda delle necessità scegliendo fibre differenti e ottimizzandone la sovrapposizione;
- Possibilità di forme praticamente senza limite. Basta realizzare uno stampo adatto;



- Leggerezza notevole. Sono parecchi i telai che iniziano a scendere al di sotto del chilogrammo di peso; o Il carbonio è in grado di assorbire le vibrazioni e distribuirle su tutta la struttura.

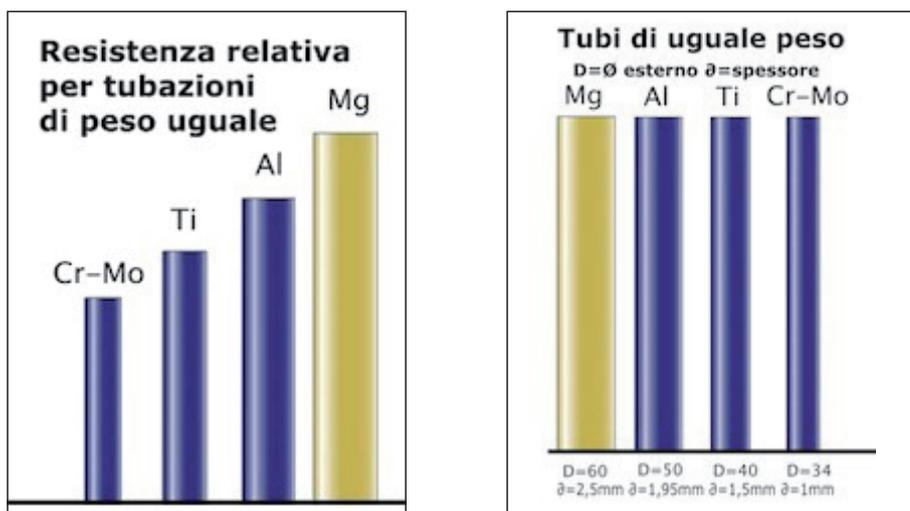
Contro

- I telai di alta qualità hanno prezzi molto elevati;
- Il carbonio offre le caratteristiche migliori a seconda di dove è stata sviluppata la massima resistenza alle linee di sollecitazione. Applicare una forza non prevista (ad esempio un porta borraccia a fascetta troppo stretto sul piantone) può provocare la rottura.



3.5 Magnesio

Tra i metalli strutturali il magnesio può essere considerato quello più leggero. La sua densità è pari a soli 1,739 g/cm³, circa un terzo dell'lega di alluminio. La sua bassa densità, unita a proprietà meccaniche molto interessanti permette di realizzare componenti leggeri e molto robusti. L'ottima colabilità e la buona lavorabilità alle macchine utensili hanno posto questo materiale all'attenzione dell'industria ciclistica già da tempo. Se poi diciamo delle sue buona capacità di assorbimento vibrazionale si può capire perché nel mondo della bici si guardi a questa lega con tanto interesse. Il rovescio della medaglia, per il magnesio, è rappresentato dalla sua notevole predisposizione alla corrosione. L'utilizzo di leghe "iper-pure" ha però permesso un notevole miglioramento della situazione. Riducendo al minimo la presenza di nichel, rame e ferro la sua resistenza alla corrosione è migliorata nettamente. Le leghe di magnesio stanno prendendo piede sempre di più nella componentistica per bicicletta, per i telai la situazione è più tiepida, tanto che, ad inizio 2003 solo Pinarello e Merida (seppur con caratteristiche differenti) hanno presentato telai in magnesio. Il basso punto di fusione richiede infatti una lavorazione molto attenta per cui arrivare alla tecnica migliore non è stato facile anche perché il magnesio fuso



deve essere protetto dal contatto diretto dell'ossigeno che ne provocherebbe un decadimento veloce delle qualità. Le precauzioni da adottare per la sua lavorazione hanno dovuto fare i conti anche con la sua alta tendenza ad incendiarsi quando portato allo stato liquido. Chi è riuscito a domare questo materiale tuttavia sta im-



mettendo sul mercato prodotti molto interessanti. La leggerezza è notevole così come la resistenza alle sollecitazioni meccaniche. I trattamenti anticorrosione permettono una sufficiente affidabilità dei telai immessi sul mercato. I costi, ovviamente, vanno di conseguenza, ma, con l'affermarsi del materiale c'è da sperare in un miglioramento dell'of-



ferta a livello economico contemporaneamente ad una crescita nelle caratteristiche così come è avvenuto per gli altri materiali.

Pro

- Leggerezza e resistenza ai massimi livelli;
- Rigidità notevole, si possono realizzare telai molto performanti.

Contro

- Prezzo molto elevato;
- Difficoltà nella saldatura, il magnesio tende ad incendiarsi e richiede procedure speciali;
- Scarsa resistenza alla corrosione. Richiede trattamenti speciali che, se non ben eseguiti, possono causare un deperimento prematuro del materiale.



3.6 Conclusioni

Al momento attuale stiamo assistendo ad una diffusione, a tutti i livelli, della fibra di carbonio. L'industrializzazione dei processi ha permesso un abbattimento notevole dei prezzi rispetto a qualche anno fa. Inoltre il carbonio si è differenziato in tante qualità per cui il ciclista che si accontenta può comunque avere un "telaio tutto carbonio" anche se poi meccanicamente non vale più di un acciaio tradizionale. L'acciaio non è stato certo dimenticato. I costruttori italiani, forti di questo materiale, stanno avendo un successo notevole in America dove il mercato è alla ricerca di soluzioni raffinate dopo l'indigestione di lega di alluminio. Inoltre la raffinazione di nuovi tipi di acciaio ha portato a competere, in peso, con i migliori telai in lega di alluminio. Ovviamente delle differenze restano.



CAPITOLO 4
Iron's™ Technology e MAS1®

L'idea di proporre questo elaborato nasce grazie alla scoperta del prodotto rivoluzionario proposto dalla Iron's Technology® di Cesena e dalla passione verso il mondo delle biciclette.

L'azienda Cesenate, situata nella zona di Torre del Moro, è una azienda giovane che propone una serie importante di servizi: fornisce assistenza per la riparazione e manutenzione di macchine utensili, ricondiziona i suoi componenti arrivando addirittura a progettarle su richiesta. Negli ultimi anni si è concentrata sullo sviluppo del loro prodotto di punta: in occasione del MECSPE ha presentato anche in Italia la sua ultima invenzione, la MASI®.

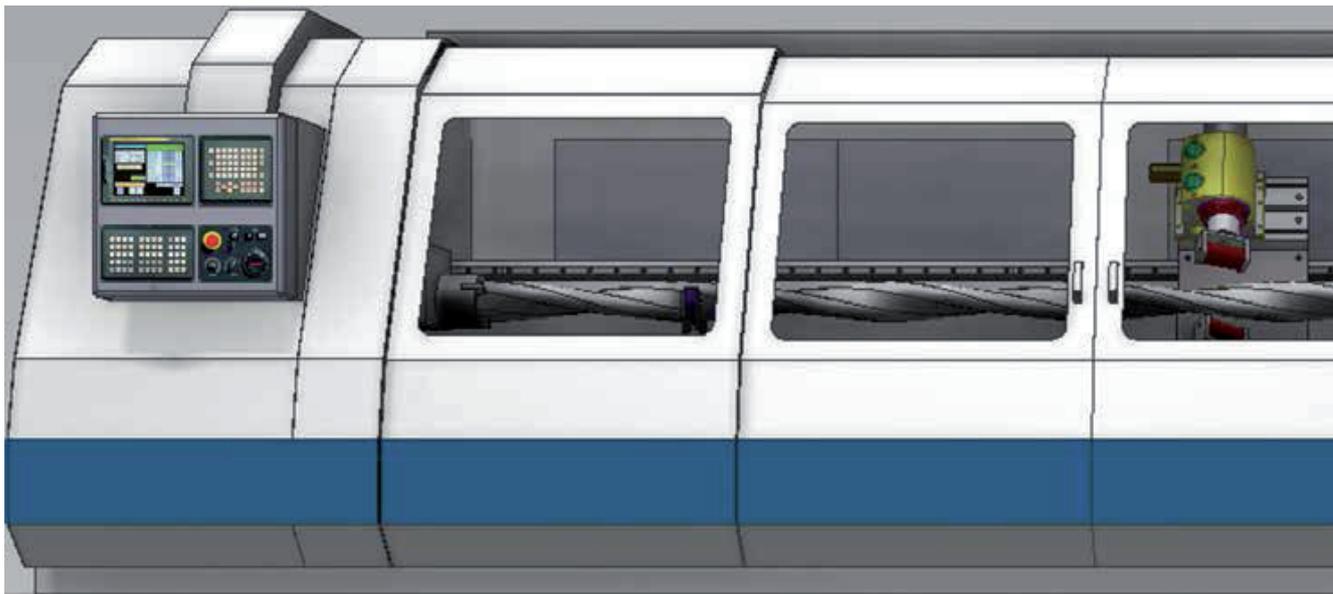
Una tecnologia innovativa, unica sul mercato e protetta da brevetti internazionali. Essa permette di deformare plasticamente a freddo tubi metallici di spessore tra 2 e 10 mm, diametro tra 10 e 500 mm e lunghezza variabile. L'impiego di questi tubi è molto ampio, riuscendo a soddisfare il mercato in molti campi: si parte dallo scambio termico, per il quale, in sinergia con facoltà e aziende del settore, è in corso di realizzazione il profilo ideale che massimizzi l'efficienza di scambio, per arrivare a quello alimentare, edilizio, dell'arredo urbano e del design.

Iron's nei suoi primi dieci anni di vita idea, progetta e sviluppa il sistema automatico MASI® che profila e corruga il tubo fuori linea. Il concetto base di lavorazione del tubo è brevettato ed è combinato con il software di gestione, anch'esso brevettato; insieme fanno la macchina MASI® unica nel suo genere grazie ad una versatilità e ad una precisione che non ha eguali nella produzione attuale. La struttura della macchina MASI® è a bancale piano o inclinato ed è stata progettata e realizzata con una particolare attenzione alla rigidità ed alla stabilità grazie anche al processo di

rinvenimento al quale viene sottoposto il bancale stesso dopo la saldatura. Per poter garantire la corretta velocità di esecuzione delle lavorazioni vengono adottate guide a ricircolo di sfere o rulli (a seconda del modello). Il carro della macchina, anch'esso progettato e realizzato con gli stessi criteri qualitativi del bancale, può essere di varie dimensioni in funzione del modello della macchina: la serie S[®], ospitando una sola testa verticale, necessita di uno spazio più contenuto e di una struttura più leggera mentre le serie EL[®] ed HT[®] (molto più potenti) pretendono più spazio di alloggiamento e quindi di una struttura di supporto maggiormente dimensionata.

Nello specifico, i tre diversi modelli proposti si distinguono in base a:

- **SERIE HT[®]** (“high torque”): è l'ammiraglia, la più potente e completa grazie ai tanti accessori. È una macchina che genera una forza di spinta sulle teste di oltre 300 KN e può eseguire lavorazioni su tubi con spessore fino a 10 mm e con diametro massimo di 500 mm.
- **SERIE EL[®]** (“entry level”): è volutamente priva di accessori e quindi risulta totalmente configurabile in funzione della necessità di utilizzo. Grazie a questa spic-



cata configurabilità può soddisfare le esigenze più particolari; economica solo per l'aspetto commerciale perché nulla è stato tralasciato per quello che riguarda la qualità intrinseca. La macchina ha una forza di spinta sulle teste di oltre 50 KN e può eseguire lavorazioni su tubi con spessore fino a 5 mm e con diametro massimo di 250 mm;

- **SERIE S®** (“small”): è ovviamente la piccola di casa in quanto risulta economica e pratica. Questa versione iniziale è corredata di una sola testa ma riesce ad eseguire le lavorazioni semplici con estrema rapidità e precisione grazie alla forza di spinta sulla testa di 18 KN. Questa versione può eseguire lavorazioni su tubi con spessore fino a 2 mm e con diametro massimo di 30 mm.

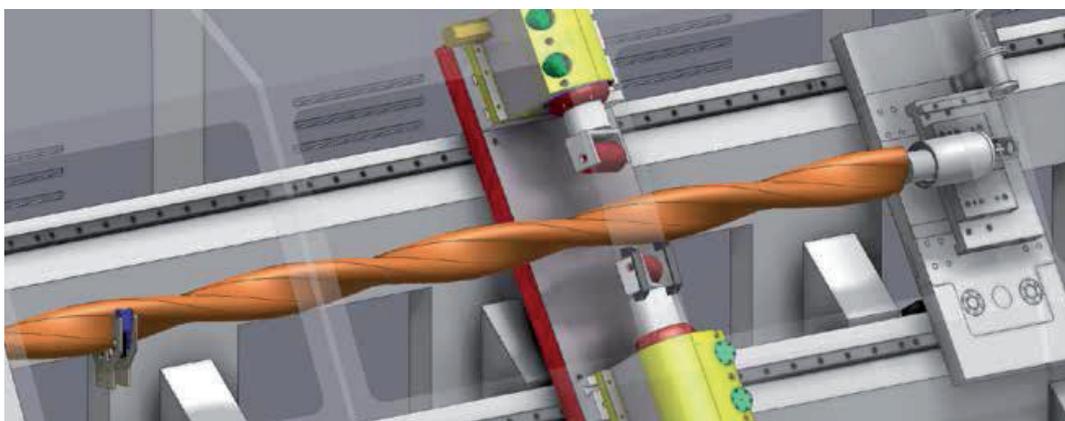
Il tubo viene bloccato tra due prese (mandrini o pinze) che spingono in direzione perpendicolare all'asse del mandrino, compiendo un'azione di compressione sul tubo caricato lavorandolo per deformazione a freddo. Le lavorazioni possibili sono le più disparate con una varietà di forme e di passi che permettono di aggredire diversi settori. La rotazione del tubo e la traslazione del carro avvengono tramite motorizzazione Brushless® di altissima qualità marcata FANUC-FA®, sinonimo di garanzia nella



ripetibilità del posizionamento e dell'interpolazione. Le teste portautensili possono essere con attuazione pneumatica oppure oleodinamica con pilotaggio e controllo proporzionale (closed-loop) conferendo ulteriore potenza e precisione agli utensili applicati. Il controllo della macchina e delle lavorazioni è tutto riservato al CNC FANUC-FA® con una interfaccia operatore sviluppata per poter essere semplice ed intuitiva. La potenza viene trasmessa agli assi tramite riduttori epicicloidali a gioco zero, gli ingranaggi e le cremagliere Wittenstein®, che garantiscono forza ma soprattutto precisione.

L'impianto è in grado di controllare tutti i diversi assi di lavoro, facendo combinare la rotazione attorno all'asse orizzontale con la compressione effettuata tramite lo spostamento dei due pistoni che spingono sempre su un piano immaginario mantenuto parallelo al suolo. A queste azioni si aggiunge la traslazione del carro, parallelamente all'asse di rotazione. Così facendo, caricando un tubo di sezione circolare bloccato al mandrino, è possibile applicare forze normali alla sua superficie, deformandolo per compressione sulla sezione trasversale, e, sommandogli la rotazione del tubo e la traslazione del carro, è possibile creare uno sviluppo di tale lavorazione.

L'obiettivo è quello di proporre diverse forme, da utilizzare nei campi applicativi più disparati. Per rendere possibile ciò è stata prevista una serie di utensili differenti da installare su ogni pressore, comprendente il motore, la trasmissione e il pistone. Più nello specifico definiamo i "riscontri" e i "rulli".



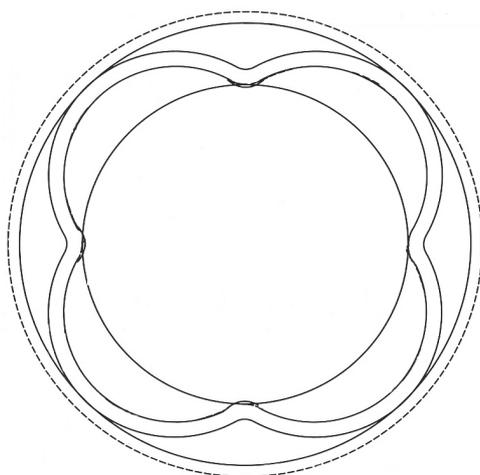
Il primo tipo è caratterizzato da una base cilindrica di materiale plastico, con un solco diametrale della stessa misura del diametro del tubo da lavorare. Accoppiato ad un rullo, ha il compito di mantenere il tubo in posizione, opponendosi alle forze applicate dal rullo montato sul pressore opposto.

La seconda categoria, si divide a sua volta in cilindrici e a raggio variabile, mantenendo in entrambi i casi l'elemento a contatto con la superficie, libero nella sua rotazione. Diverse sono le misure possibili del rullo cilindrico, che spinto dal pressore, può eseguire una deformazione piana, tanto elevata quanto è la spinta dei pistoni contro il tubo.

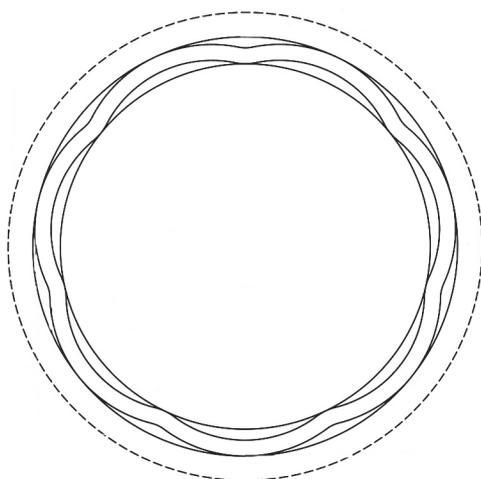
Il rullo a raggio variabile, presenta un aumento del raggio di rivoluzione nell'intorno della metà della lunghezza del rullo, presentando una geometria complessiva assial-simmetrica. In corrispondenza con tale metà, il raggio di curvatura può variare, provocando diversi solchi con diverse caratteristiche in estensione e curvatura.

Attraverso le diverse combinazioni, è possibile ottenere diversi risultati: ad esempio è possibile montare un riscontro e un rullo cilindrico, oppure un riscontro e un rullino, o perfino due rulli cilindrici.

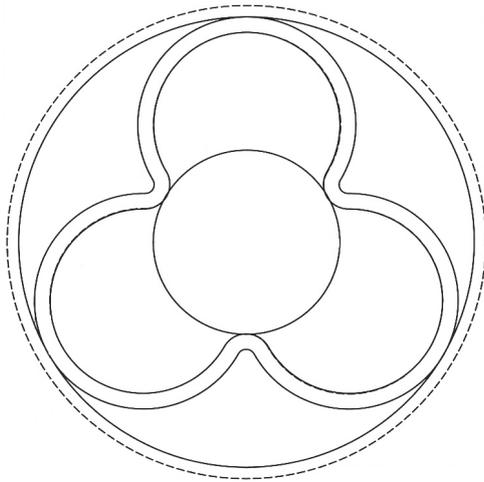
Anche dalla forza con la quale sono spinti quest'ultimi, si ottengono diversi risultati. Proprio per l'elevata gamma di esiti realizzabili solo una parte di questi sono stati testati concretamente sul prototipo della macchina, dato che alcuni utensili sono ancora in fase di documentazione. Qui è giustificata l'elevata elasticità del prodotto MASI®. Nelle pagine seguenti alcuni esempi.



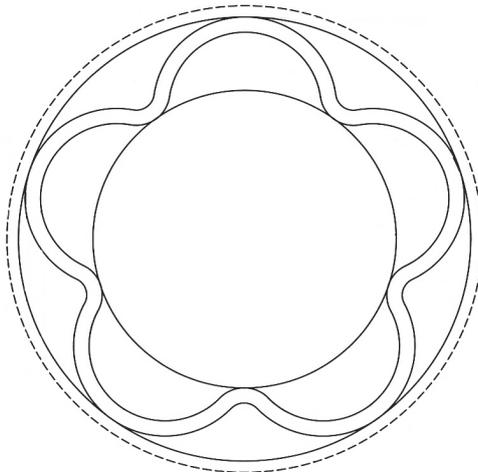
Bernini



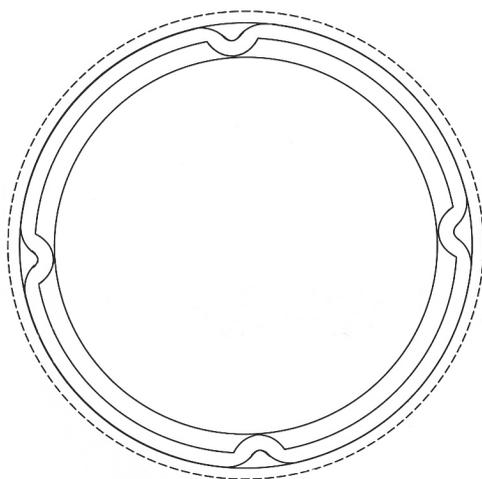
Botticelli



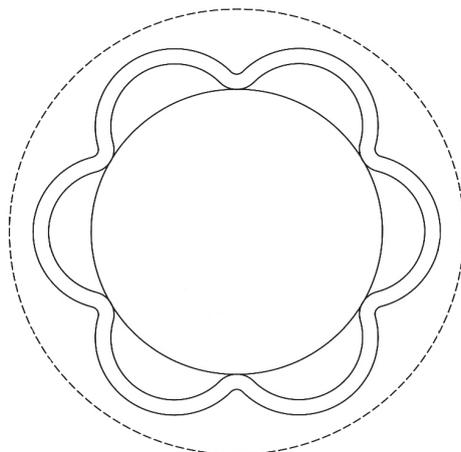
Bramante



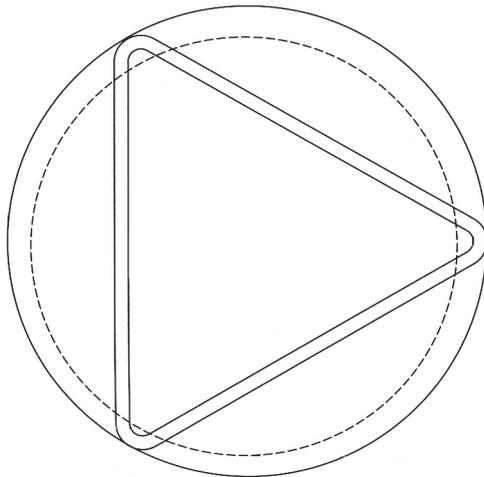
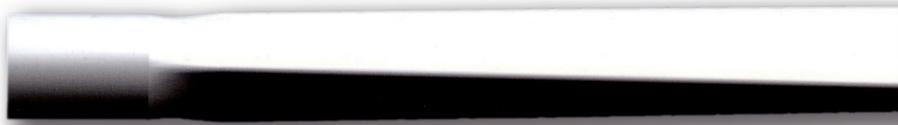
Brunelleschi



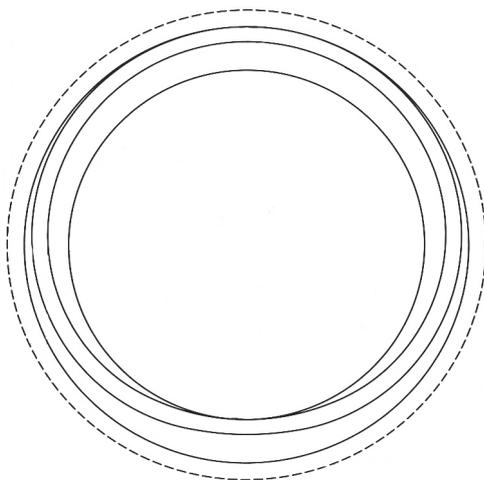
Caravaggio



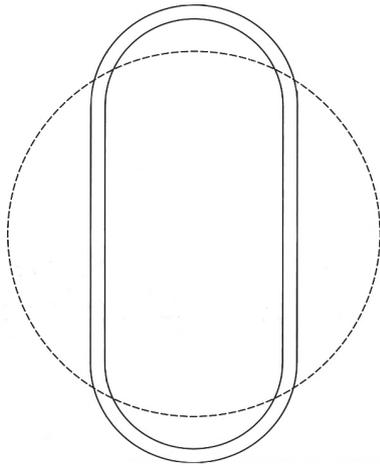
Cimabue



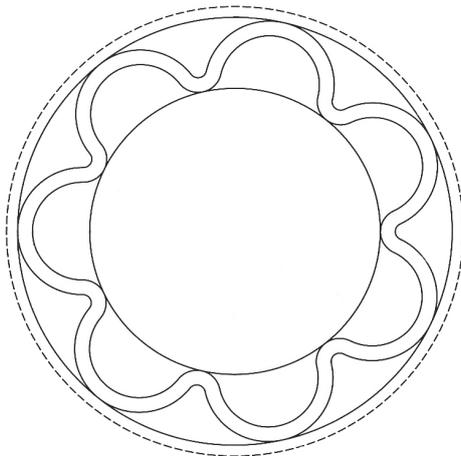
Donatello



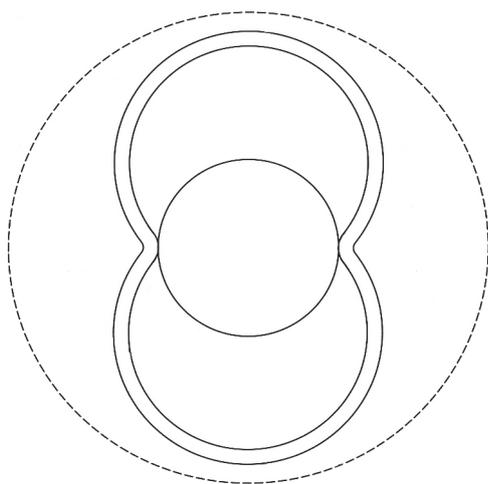
Giotto



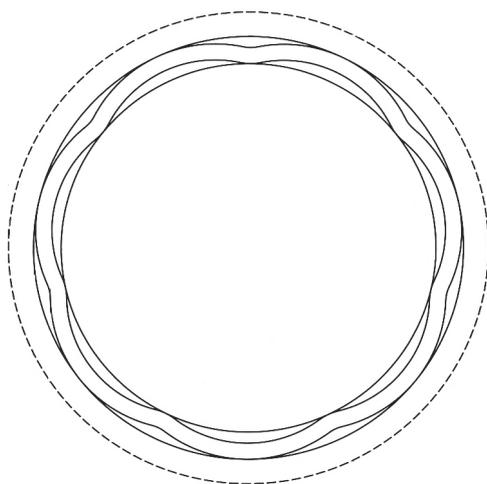
Leonardo



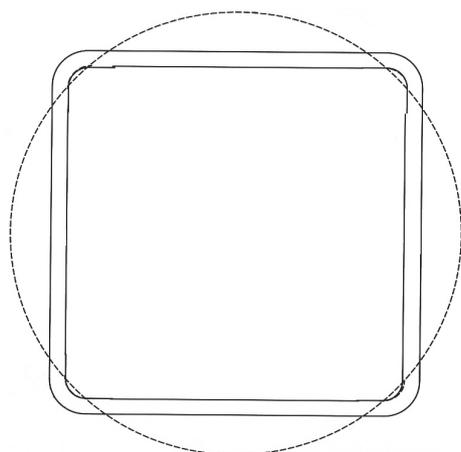
Michelangelo



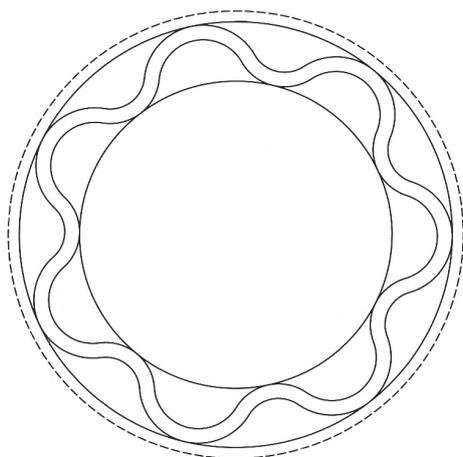
Pisano



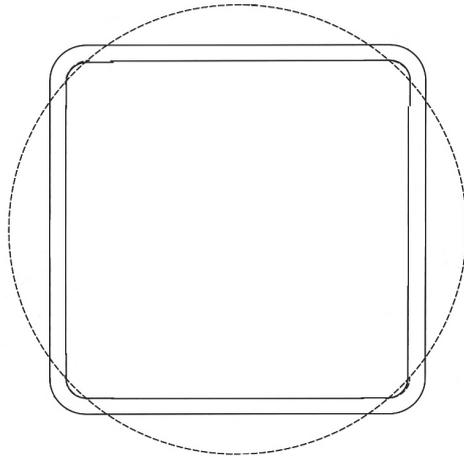
Raffaello



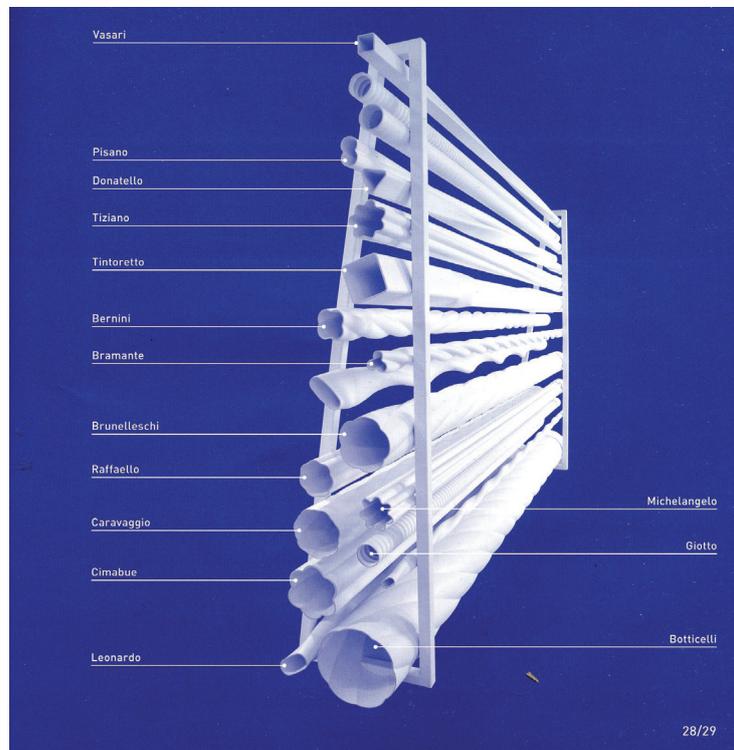
Tintoretto



Tiziano



Vasari

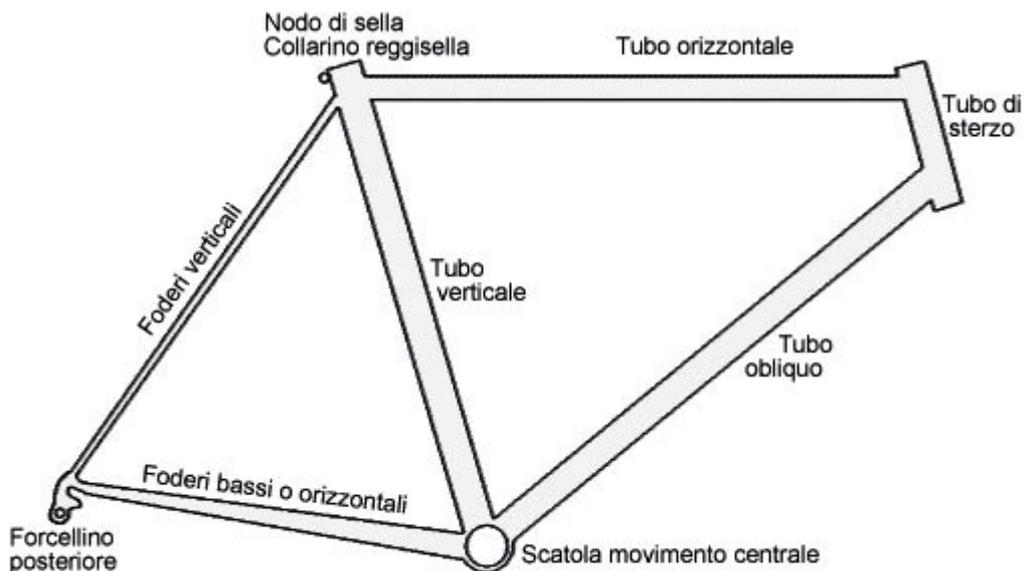




CAPITOLO 5

Il modello

Dopo avere descritto i materiali utilizzati per la realizzazione del telaio e prima di approcciarsi all'analisi, si riporta una breve descrizione di come si è schematizzato il modello.



Tale schematizzazione prevede:

- Il tubo orizzontale, obliquo e tubo verticale con tubolare corrugato;
- Il tubo di sterzo, i foderi verticali e i foderi bassi con tubolare liscio.

5.1 Nascita del modello Torx Bike® e Tork Barbell®

Le idee interessanti del nuovo millennio, sono nate tutte per caso, per sopperire a momenti tristi e sconsolati di alcuni studenti universitari.

Basti pensare alla nascita di applicazioni che permettono di sapere in tempo reale cosa fanno gli amici; alla forte commercializzazione del diodo luminoso, che permette di risparmiare e di illuminare con più intensità (il LED); al grande sviluppo del Personal Computer, che ha stravolto la concezione della società.

Ognuna di queste idee, nacquero dalla passione sfrenata che l'uomo dimostrò di avere nel risolvere e proporre soluzioni di carattere sociale.

Come precedentemente dimostrato, viviamo in una società basata principalmente sul trasporto privato a motore. Soprattutto qui in Emilia Romagna, terra di motori e di grande personaggi dell'automobilismo e motociclismo.

Come sfondo a tutto questo la "Riviera Romagnola", zona caratterizzata da divertimento e mode di ogni genere. Ultimamente grande sviluppo ha avuto la bicicletta, diventata anch'essa quasi una moda, anche grazie ad un grande atleta scomparso precocemente che ha lasciato nel cuore di tutti una grande passione, quella della bicicletta appunto. Grande sviluppo ha avuto inizialmente quella a "scatto fisso": biciclette con il minimo degli accessori possibili, senza cambio, senza materiali particolarmente ricercati, leggere, grandi ruote con profili alti e telai variopinti dai colori più accesi.

Questo mondo mi ha subito colpito, perché se un mezzo elementare era riuscito a fondere abbinamenti tanto bizzarri e a diffondersi così velocemente, forse c'era spazio per creare



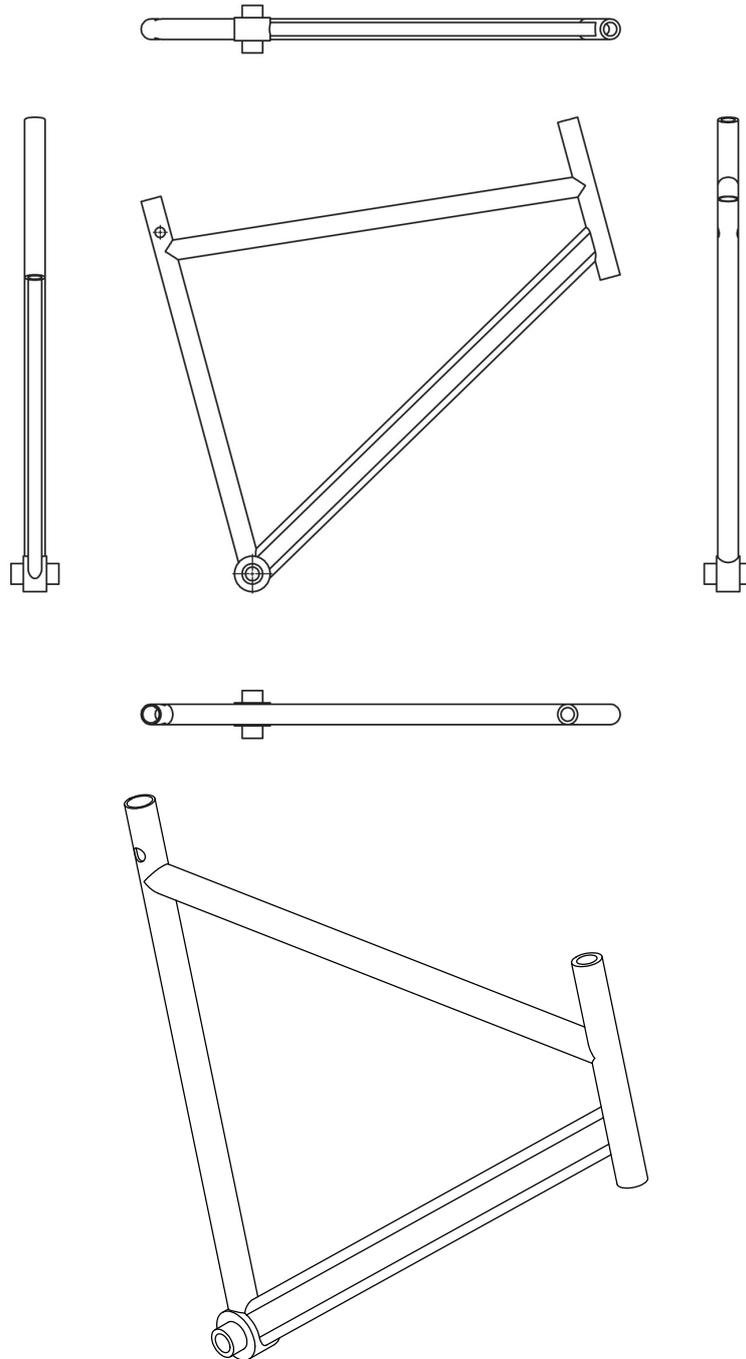
qualcosa di diverso ancora.
Ma mancava qualche idea originale per rendere ancora più originale il tutto.

L'incontro con la tecnologia MASI® ha permesso tutto ciò.

Da qui è nata l'idea del telaio **Torx bike®** e del manubrio **Torx Barbel®**.

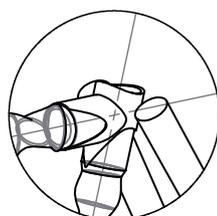
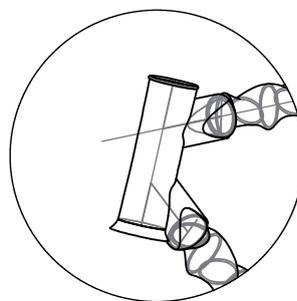
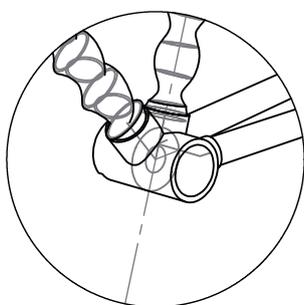
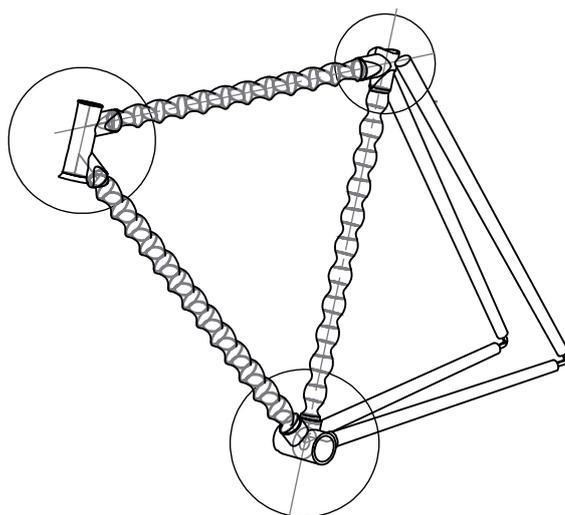


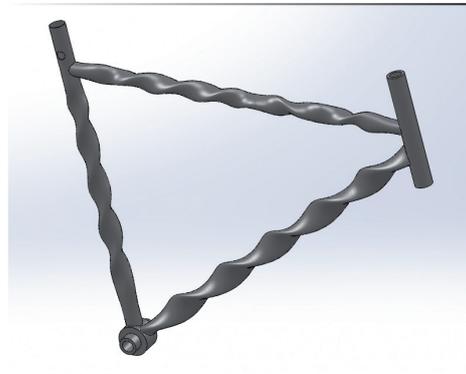
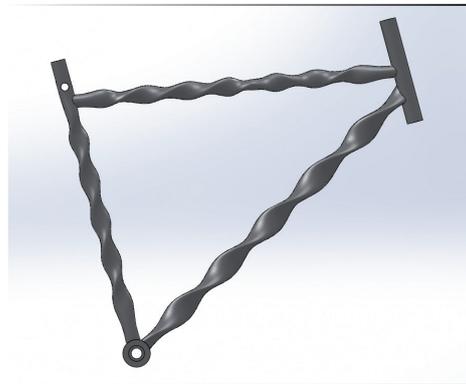
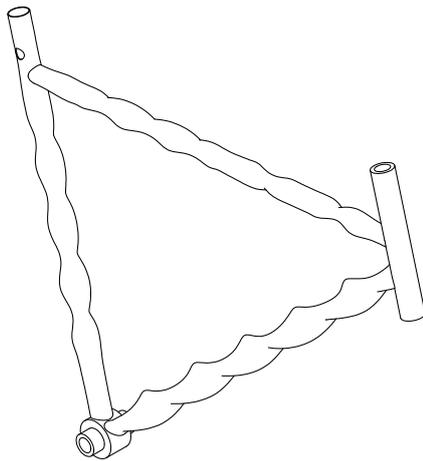
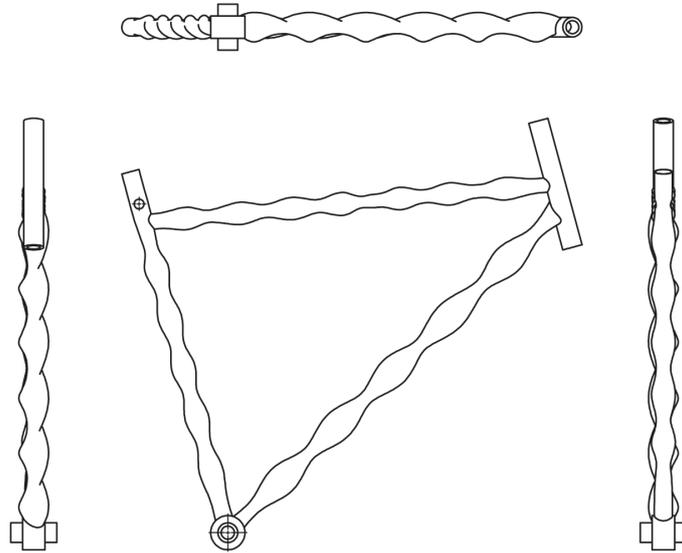
Telaio classico



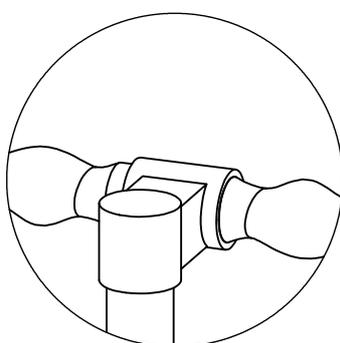
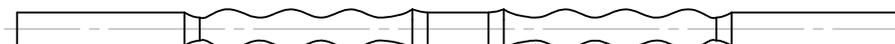
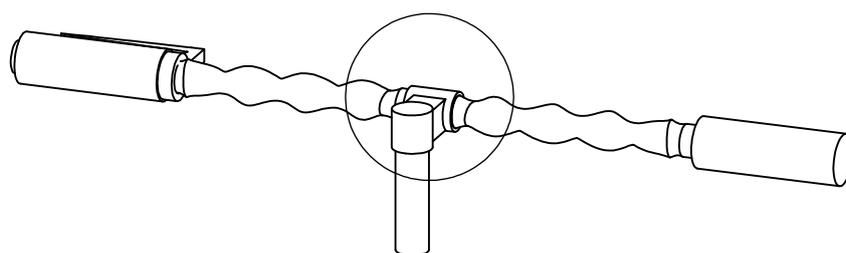


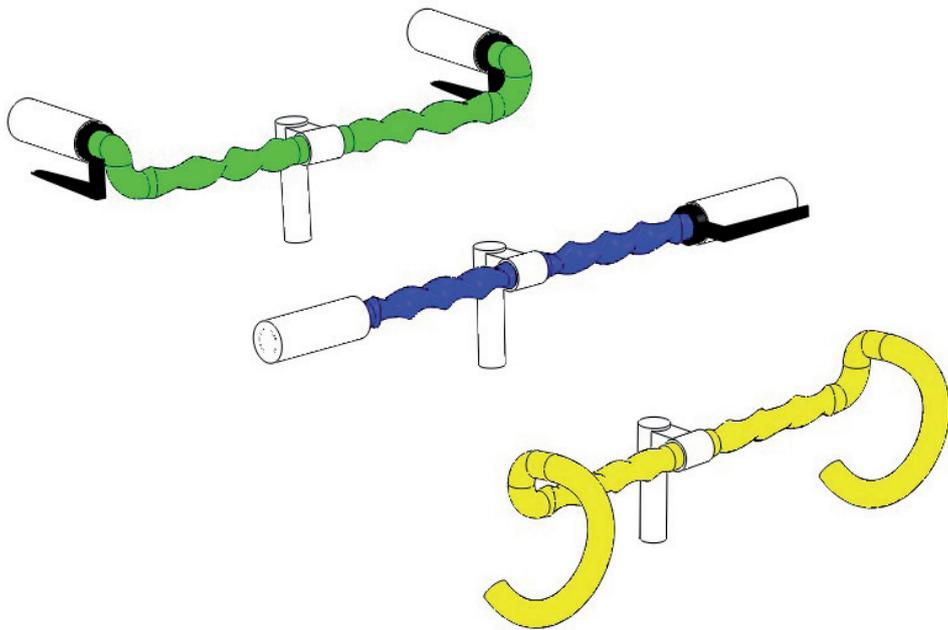
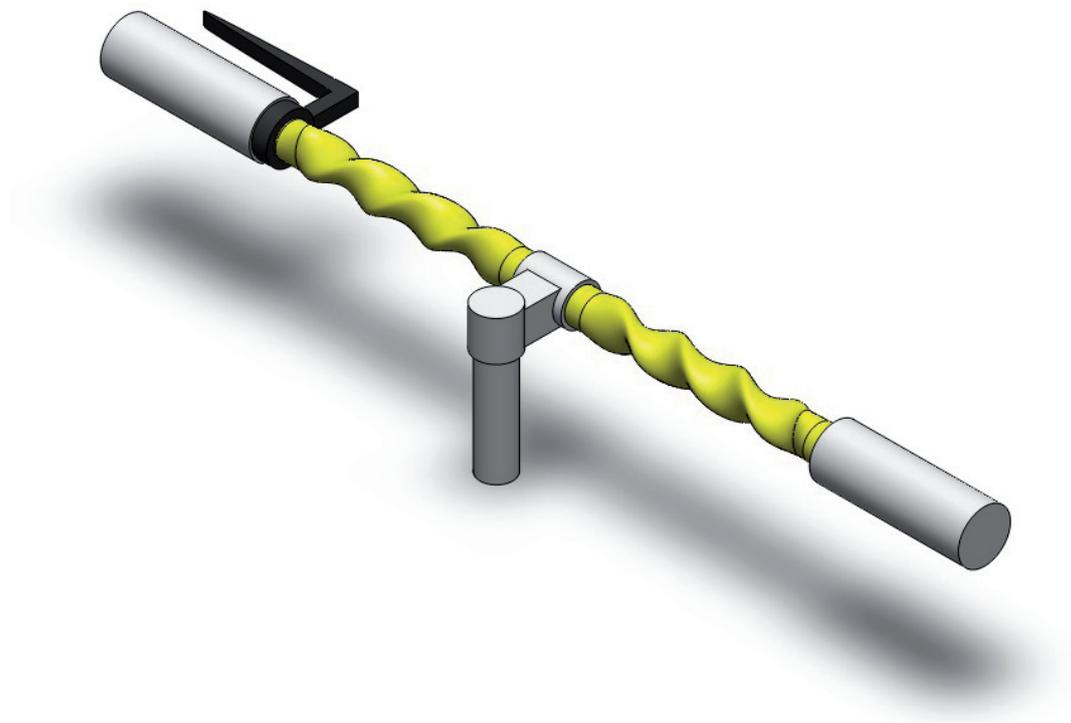
Telaio con tubo corrugato

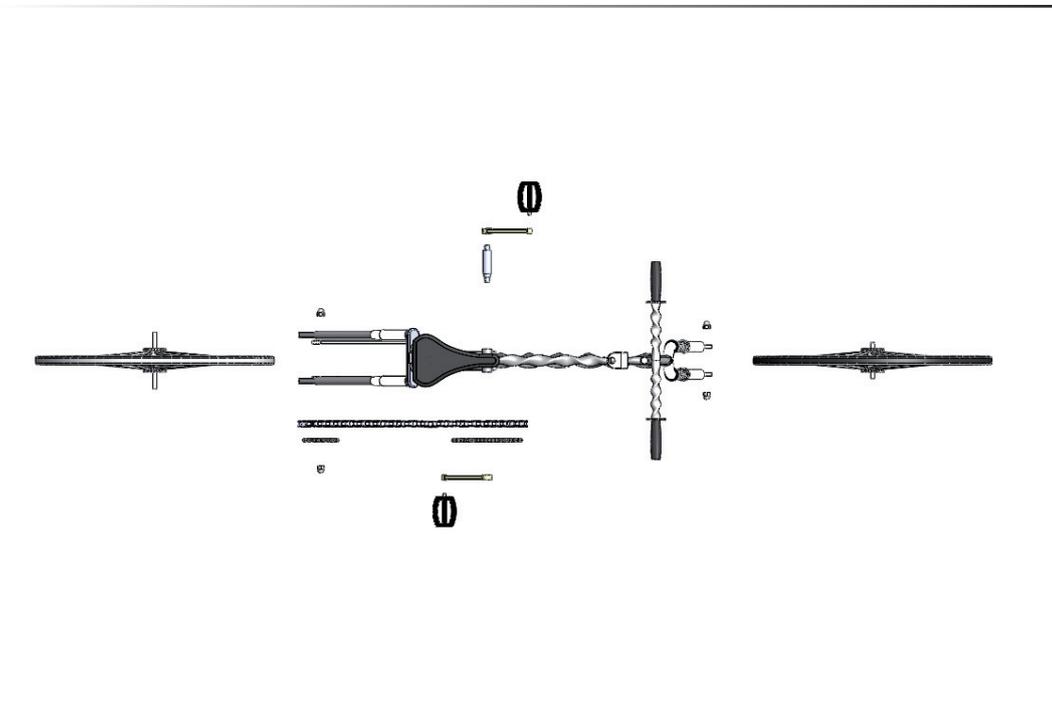
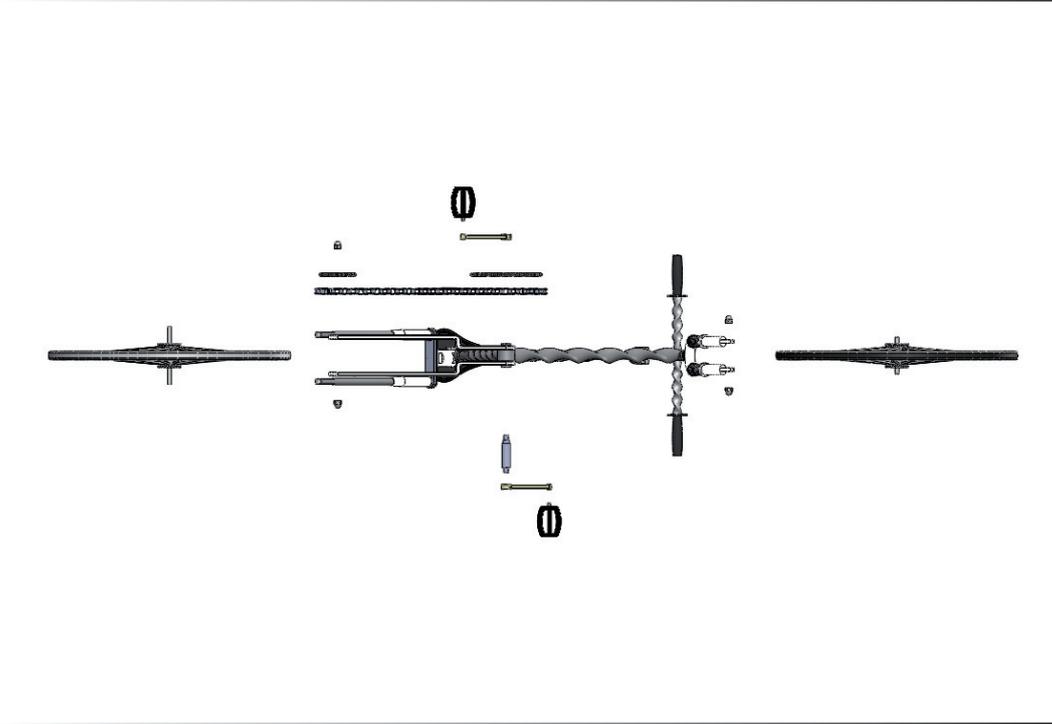




Manubrio

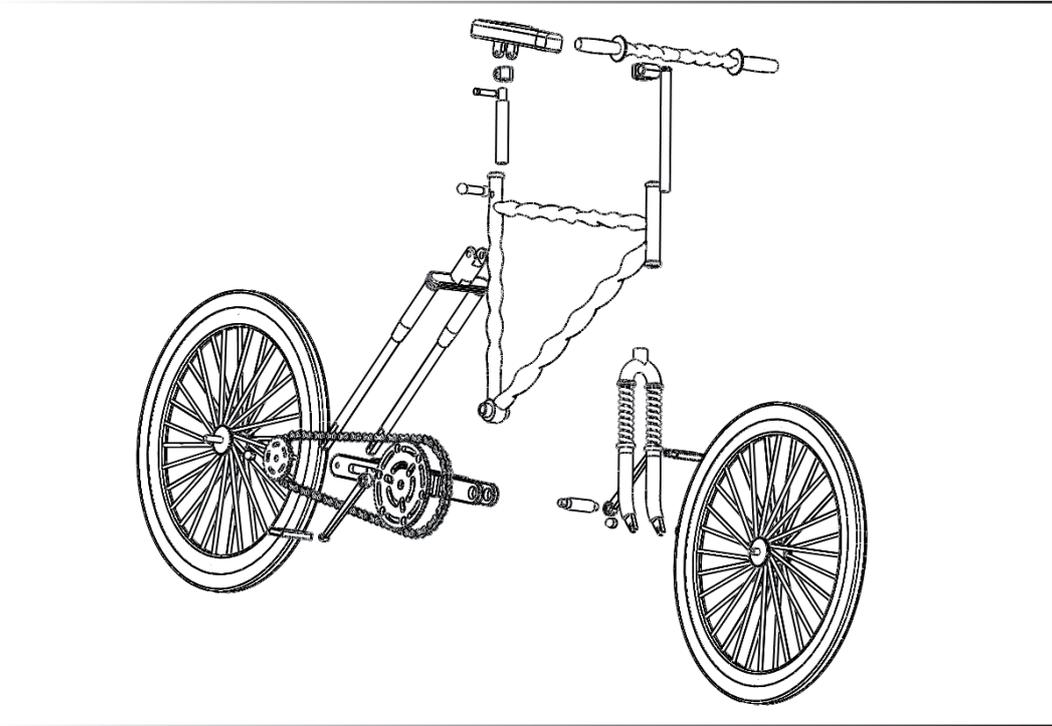


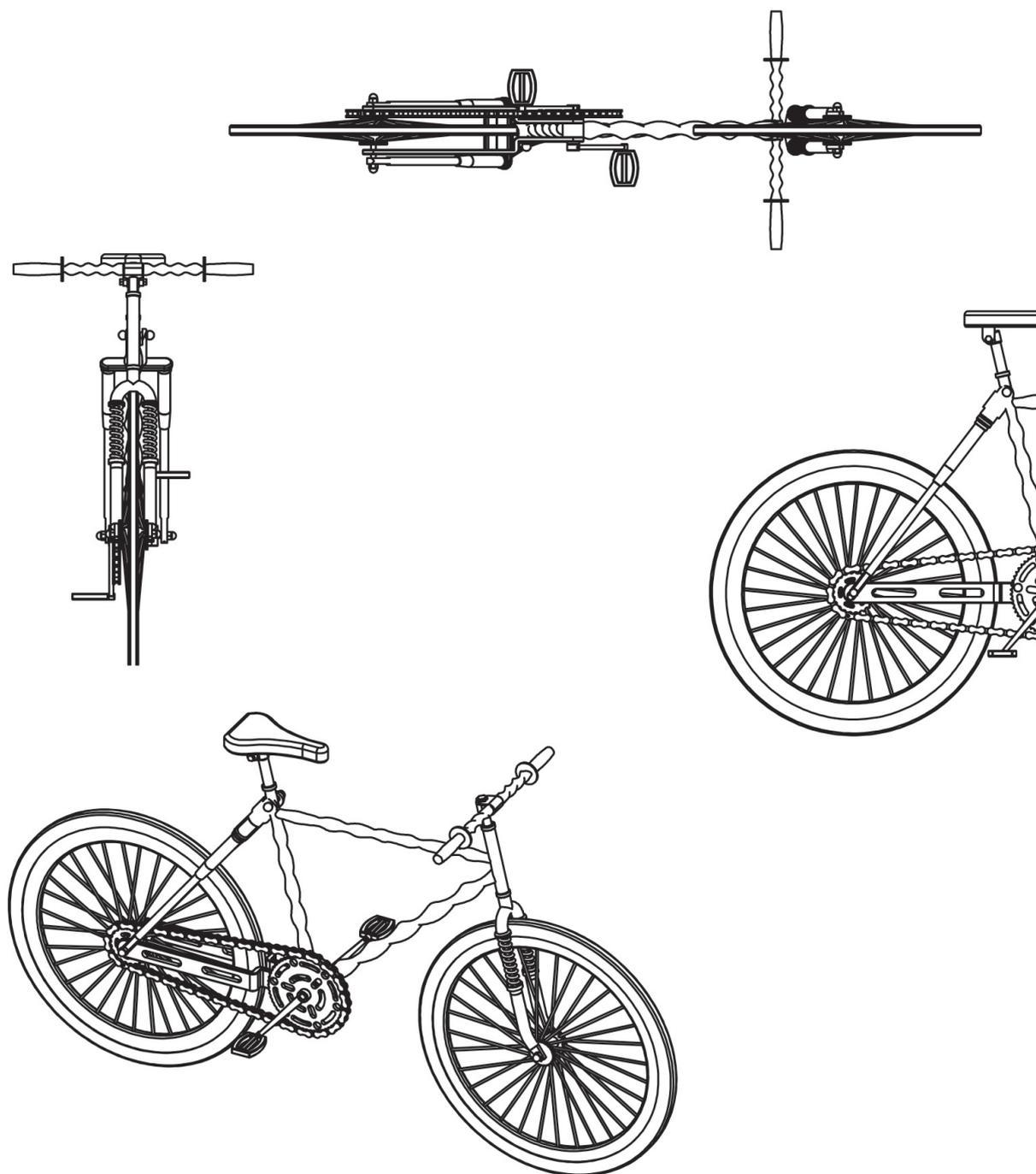


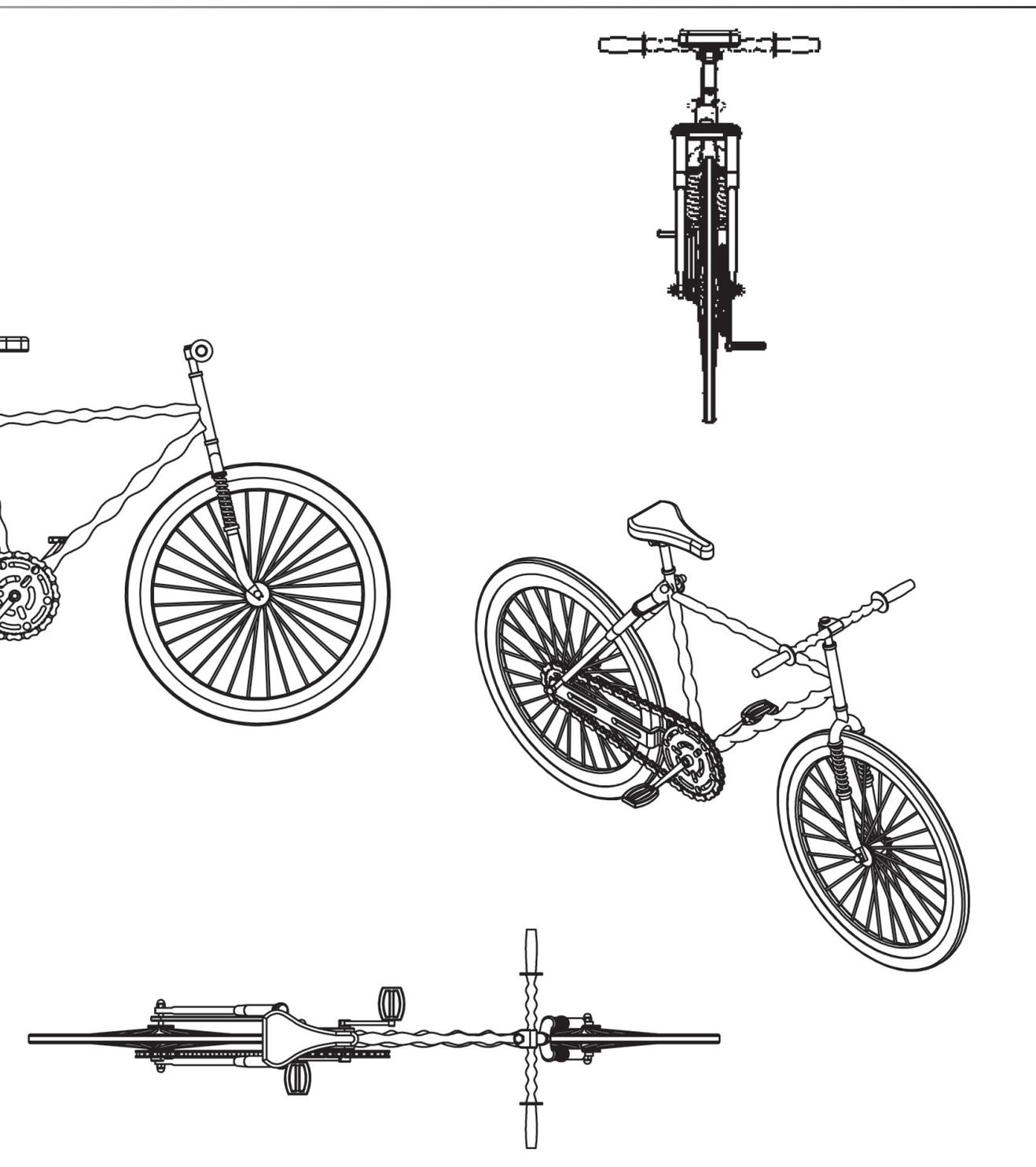


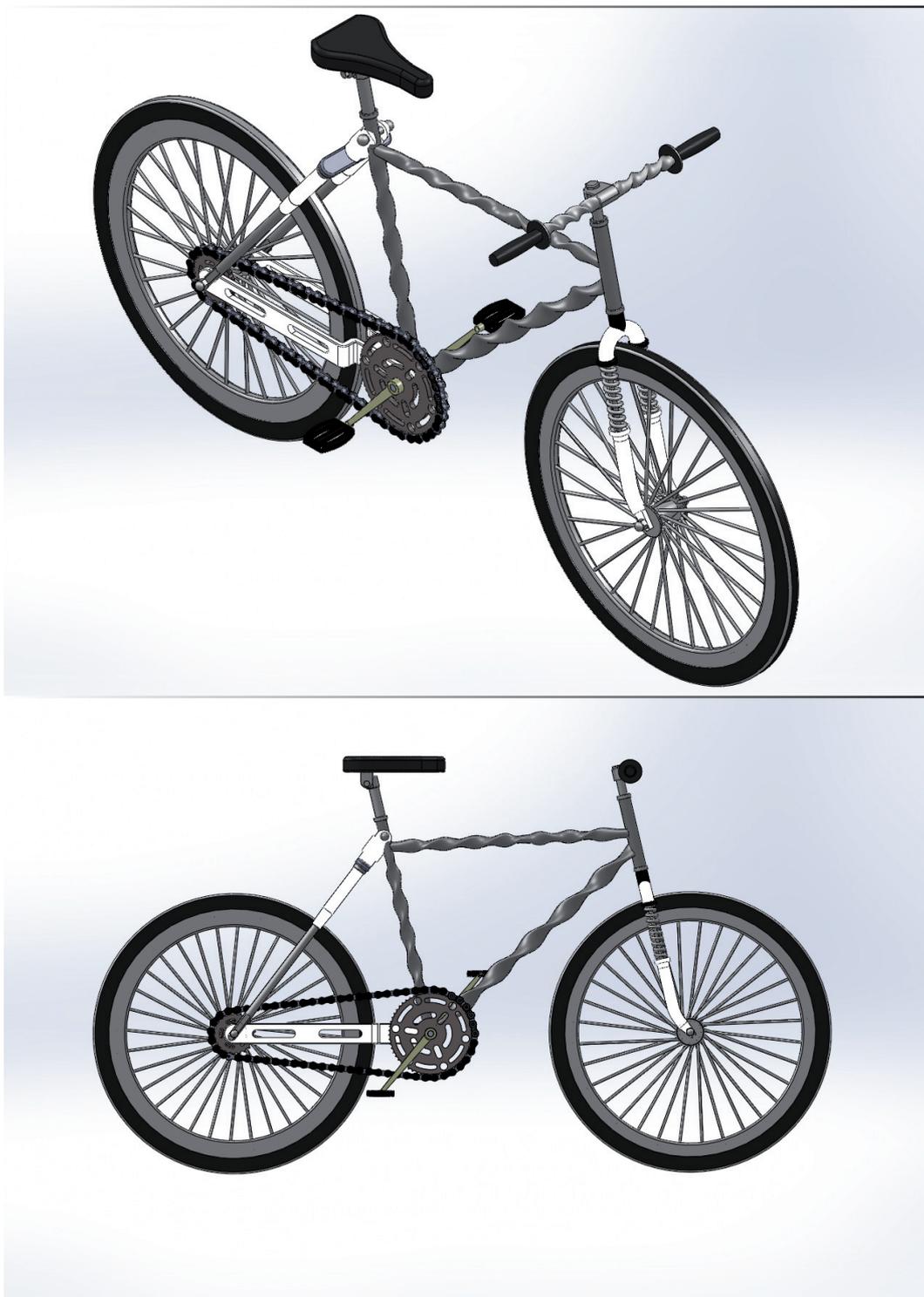


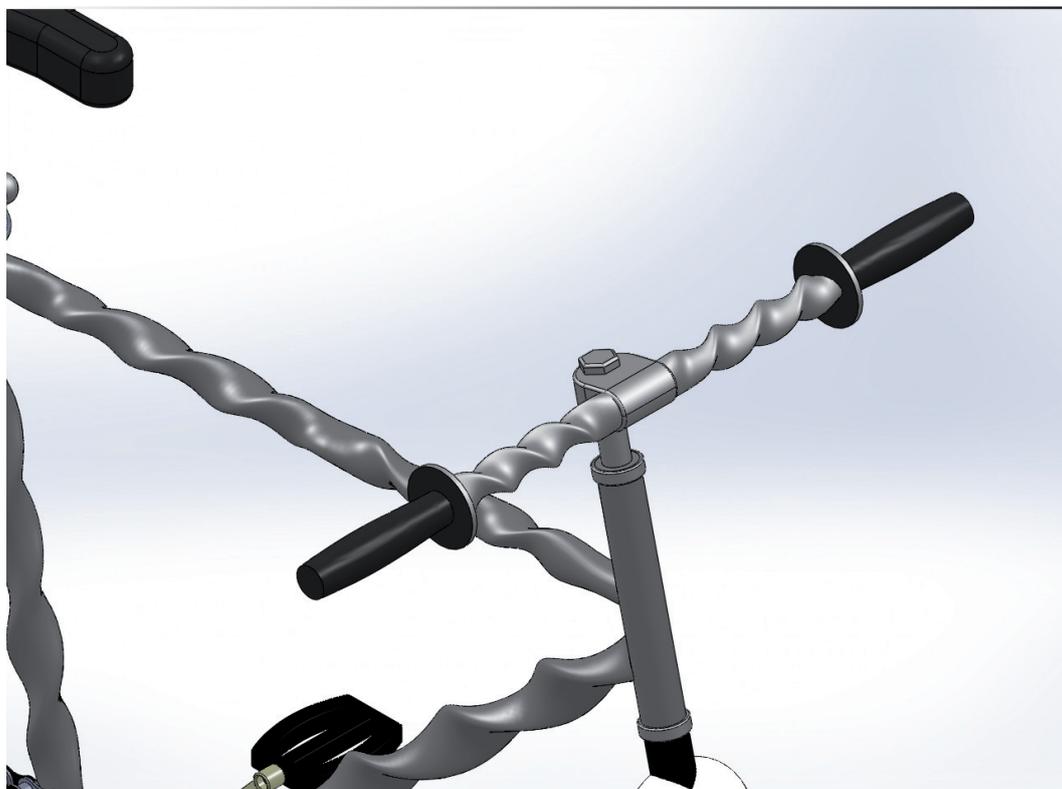


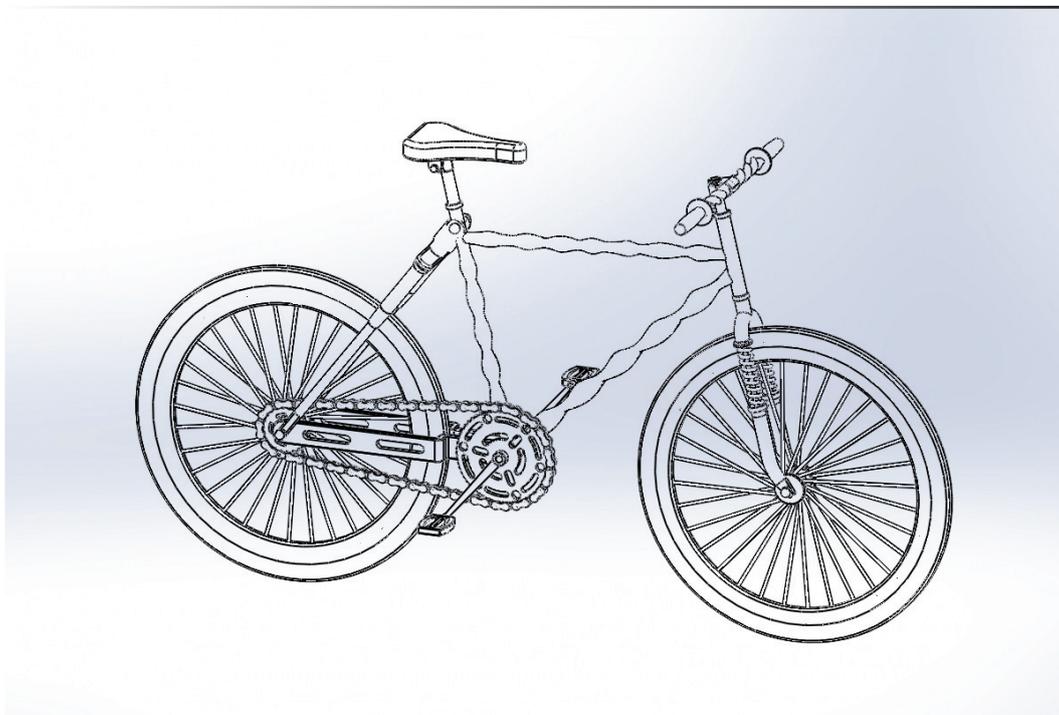




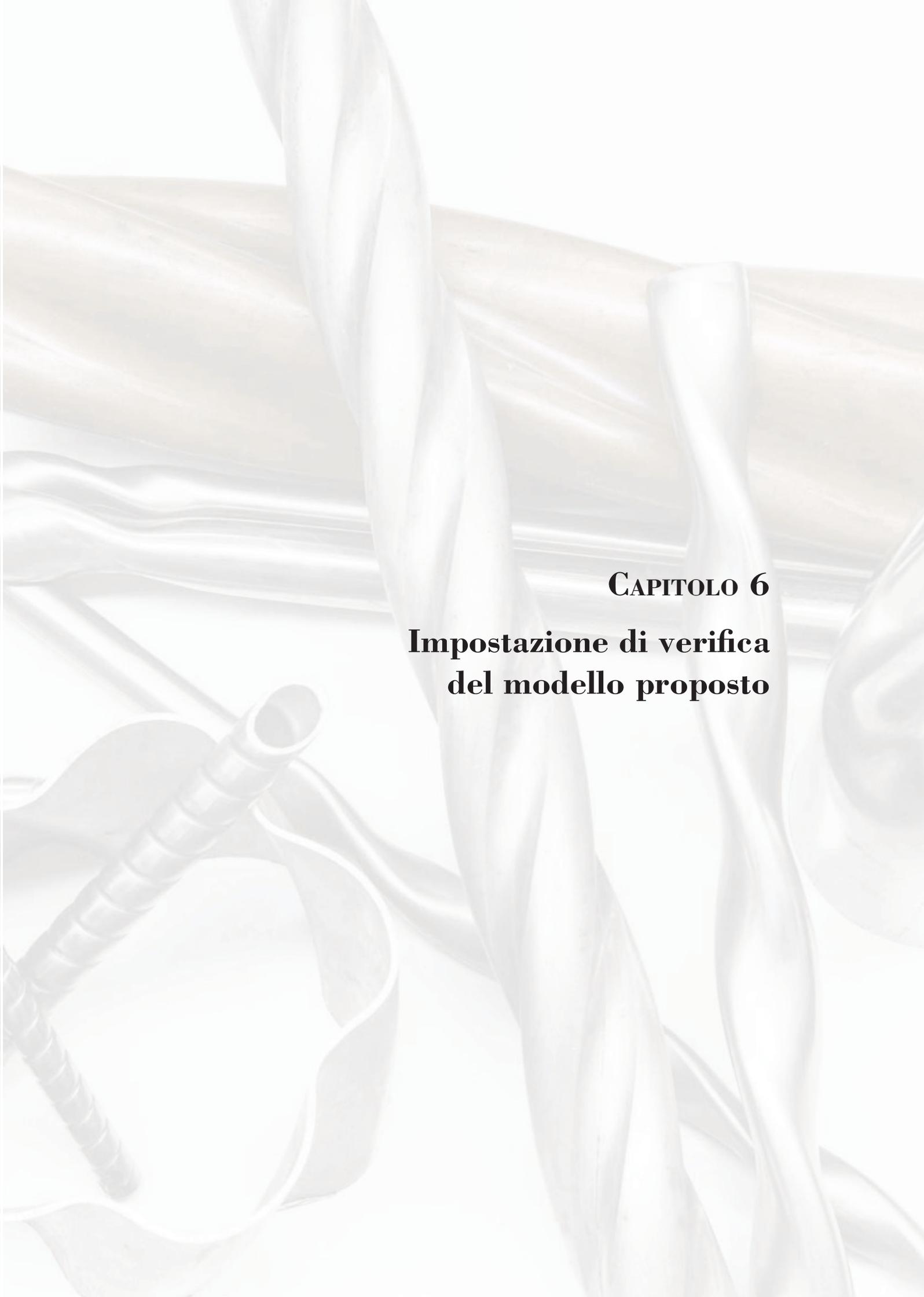












CAPITOLO 6
Impostazione di verifica
del modello proposto

Lo scopo dell'elaborato è quello di proporre una nuova concezione di un telaio di bicicletta e del relativo manubrio. Il modello proposto vuole essere solo una rivisitazione della concezione classica del velocipede. Il suo scopo è puramente estetico.

Non sono stati ancora effettuati degli studi per il calcolo della tenuta, delle sollecitazioni e della resistenza del tubolare nell'assieme.

Di seguito cercheremo di impostare l'approccio al calcolo.

6.1 Norma UNI EN 14766

Normative europee sulla sicurezza

Ogni azienda opera nel proprio campo con l'obiettivo di fornire prodotti eccellenti al cliente finale, garantendo qualità e sicurezza. Gli strumenti necessari che regolano tali obiettivi sono le normative. Queste specifiche tecniche vengono approvate da un organismo o ente riconosciuto, detto certificatore che verifica se i requisiti richiesti siano soddisfatti. Le norme riguardanti la prova di biciclette vigenti in Italia sono sono regolate dall'ordinamento della comunità europea, stilate dal CEN (Comitato Europeo di Normazione): esse sono state prodotte per far sì che tutte le biciclette in circolazione abbiano gli stessi parametri di sicurezza. Nelle normative non ci sono particolari specifiche riguardanti la progettazione bensì sono descritti i test da effettuare sul prodotto.

Il prodotto viene distinto in sottocategorie alle quali sono associate norme apposite:

- EN 14764 "Biciclette da città e da trekking"

- EN 14765 “Biciclette da ragazzo”
- EN 14766 “Mountain bike”
- EN 14781 “Biciclette da corsa”

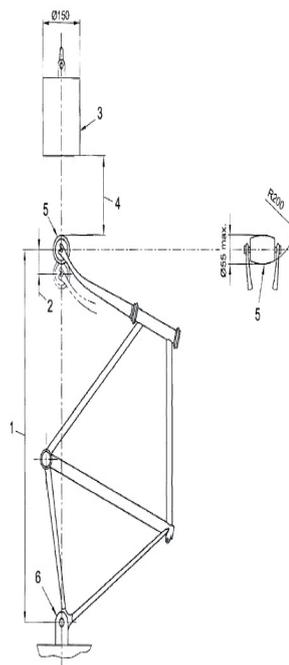
I test vengono effettuati sia sui singoli componenti, per verificarne la durata e la resistenza, nonché nel complesso.

6.2 Telaio

Il telaio è l'elemento strutturale portante di una bicicletta, su di esso vi sono alloggiamenti per i diversi componenti.

6.2.1 Test di resistenza statica

1. Interasse tra le ruote;
2. Freccia massima;
3. Percussore di 22.5 kg;
4. 180 mm;
5. Rullo (massa max 1 kg);
6. Bloccaggio telaio

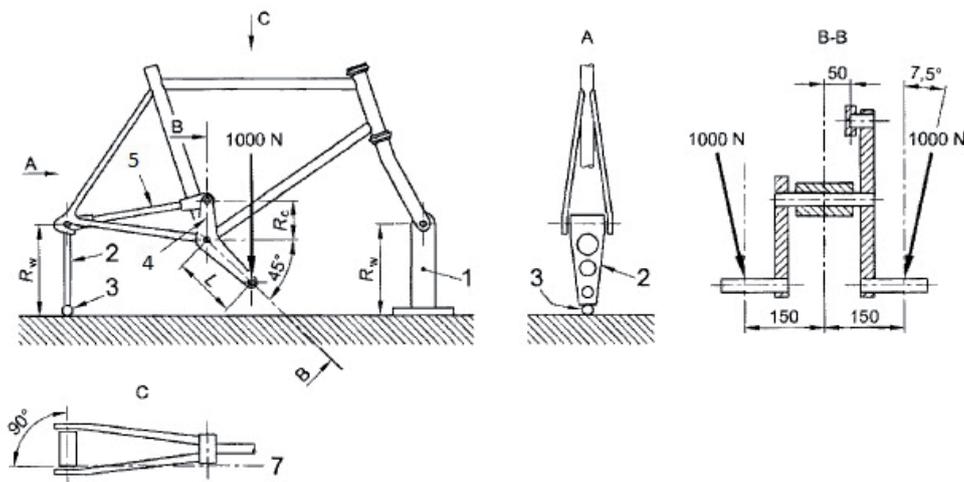


Il test di resistenza statica su di esso deve essere effettuato con forcella anteriore assemblata la quale, se dotata di un sistema di sospensioni a molla, questo deve essere scarico. La sospensione posteriore invece deve essere precaricata con il peso equiva-

lente a quello esercitato da una persona di 80 kg seduta sulla sella, se non è possibile bloccare le forcelle, è possibile sostituirle, in fase di test, con un'asta di materiale e caratteristiche meccaniche equivalenti. Si procede fissando la bicicletta in una posizione verticale e montando alla base della forcella anteriore, o dell'asta equivalente, un rullo di dimensioni standard e massa massima pari a 1 kg. Un percussore di 22,5 kg è posizionato a una distanza dal rullo di 180mm e viene lasciato cadere, esso rimbalzerà fino a fermarsi sul rullo. A questo punto vengono valutati i risultati del test. Esso è da ritenersi superato quando, a seguito di queste prove, non si presentano crack o deformazioni permanenti nel telaio. La freccia massima ammissibile misurata dagli assi delle ruote è di:

- 30mm a forcella montata;
- 10mm se vi è montata l'asta in sostituzione della forcella.

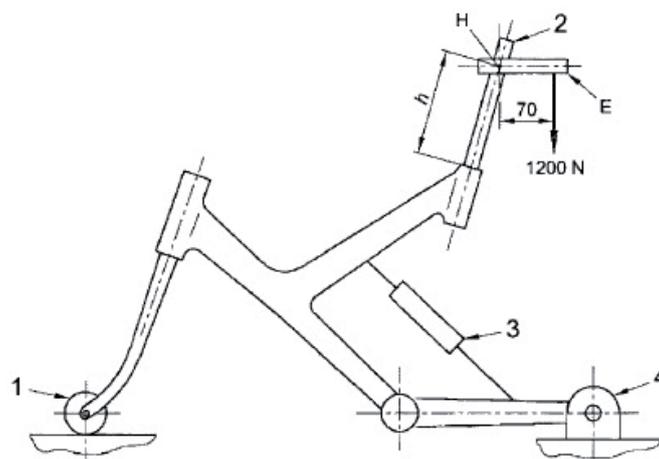
6.2.2 Test di resistenza a fatica con forza sui pedali



1. Montante rigido - 2. Asta verticale
3. Cerniera a sfera - 4. Braccio verticale
5. Tirante - 6. Asse del tirante

Il test con sollecitazione sui pedali è effettuato su telaio con sistemi di sospensione assemblati, questi vengono regolati in modo da sollecitare il telaio con la massima reazione. Il telaio è montato su montanti che la fissano ad un'altezza pari a quella che si otterrebbe con ruote assemblate (con un errore ammissibile di $\pm 30\text{mm}$), il collegamento è effettuato con mozzo libero di ruotare, si monta quindi una coppia di pedali posizionati e bloccati a 45° dall'orizzontale. Si preferisce talvolta utilizzare una forcella "manichino" in sostituzione di quella anteriore per evitare che questa si danneggi una volta effettuato il test. Su ogni pedale della coppia viene effettuato un ciclo di carico e scarico con valore massimo della forza pari a 1000 N , questa è applicata in un punto distante 150 mm dall'asse baricentrico verticale ed è inclinata di 7.5° . Il numero di cicli è 10. Il test di fatica è superato se non si riscontra la formazione di cricche o fratture.

6.2.3 Test di resistenza a fatica con forza verticale



1. Rullo libero di ruotare
2. Barra d'acciaio
3. Sospensione bloccata
4. Montante

Nel test di fatica con forza verticale il telaio è fissato su un montante collegato alla forcella posteriore mentre viene utilizzato un rullo alla base della forcella anteriore per permettere alla struttura di flettere sotto i carichi. La forza verticale dovrà essere applicata su una barra rigida che simula il comportamento della sella, questa è montata nel canotto in modo da sporgere di un'altezza h dipendente dall'altezza della sella del tipo di bicicletta. Il ciclo di carico prevede una forza variabile da 0 N a 1000 N applicata a 70 mm dal punto di intersezione tra l'asse del canotto e l'asse della barra rigida.

6.3 Tecniche di lavorazione e prove di resistenza del materiale utilizzato

In generale, le tecniche di lavorazione dei metalli si suddividono in due tipi:

- Lavorazioni a caldo;
- Lavorazioni a freddo.

Con i termini “a caldo” e “freddo” non vengono indicate le temperature assolute dei materiali lavorati, ma viene attribuito un coefficiente (descritto come il rapporto tra la temperatura a cui si sta effettuando la lavorazione e la temperatura di fusione del metallo considerato) allo stato in cui si trova quel metallo, in relazione alla sua temperatura di fusione.

Se tale rapporto è inferiore a 0,3 la lavorazione viene considerata “a freddo”, mentre se è maggiore di 0,6 viene detta “a caldo”.

A FREDDO

Avviene a temperatura ambiente.

Il materiale di fatto si scalda ugualmente durante la deformazione;

Vantaggi:

Miglior finitura superficiale
Precisione dimensionale
Ricottura finale
Buona lubrificazione pezzo stampo

A CALDO

Avviene normalmente a temperature non molto lontane dalla fusione. Ovviamente prevede il riscaldamento del materiale prima di effettuare la deformazione;

Vantaggi:

Necessarie minori forze e potenze
Possibilità di grandi deformazioni
Ottenimento di forme complesse con macchine piccole;

Svantaggi:

Energia spesa per il riscaldamento;
Ossidazione dei metalli con conseguente cattiva finitura;
Poca precisione dimensionale;

Il metodo di lavorazione della MAS1[®] è chiaramente identificabile nella categoria delle lavorazioni plastiche per compressione a freddo.

La deformazione a freddo avviene per lo scorrimento tra due piani di molecole/atomi al superamento della tensione tangenziale di scorrimento e lo scostamento conseguente è sempre pari alla distanza interatomica.

Il valore della tensione tangenziale di scorrimento è:

- direttamente proporzionale alla distanza interatomica;
- inversamente proporzionale alla distanza tra i piani di scorrimento;

Come conseguenza di ciò la deformazione si ha dunque tra due piani sui quali è massima la densità atomica.

Durante la deformazione, oltre allo scorrimento dei piani, a causa di imperfezioni reticolari o comunque incurvamenti, anche i grani subiscono delle deformazioni, allungamenti, etc., così che nuove deformazioni possono aver luogo su piani che sono caratterizzati da una maggiore tensione di scorrimento: questo fenomeno è detto “incrudimento”.

L'incrudimento consente di avere, a seguito di deformazione, dei materiali più resistenti da un punto di vista meccanico.

Questo fenomeno viene spesso sfruttato da alcuni trattamenti, per migliorare le caratteristiche del materiale, come durezza e resistenza meccanica. Nei solidi metallici, vengono causate da difetti del reticolo cristallino dette dislocazioni. Queste facilitano lo scorrimento dei piani cristallini.

Tali effetti, a bassa temperatura, tendono ad aumentare ed accumularsi quando il materiale viene lavorato, finendo per interferire tra loro, bloccandosi a vicenda, andando a aumentare i difetti puntiformi, facendo aumentare la resistenza meccanica. La tensione necessaria per deformare plasticamente un metallo, è dettata dalla seguente formula:

$$\sigma = 0,8Gb\sqrt{\rho}$$

dove σ è la tensione necessaria per deformare plasticamente un metallo, G è il modulo elastico di taglio, b è il vettore di Burgers e ρ è la densità delle dislocazioni.

Per avere deformazioni intense occorre spesso effettuare più passaggi, con ricottura intermedia.

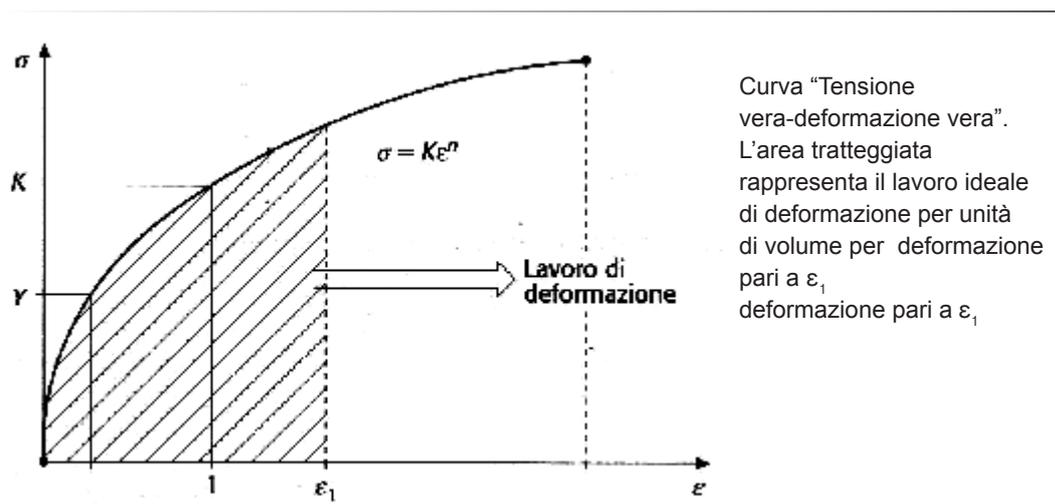
Effetti sulle proprietà meccaniche:

- aumentano la tensione di snervamento R_s e la durezza;

- diminuiscono le proprietà di duttilità (come allungamento e strizione) e di tenacità statica e dinamica (come la resilienza).

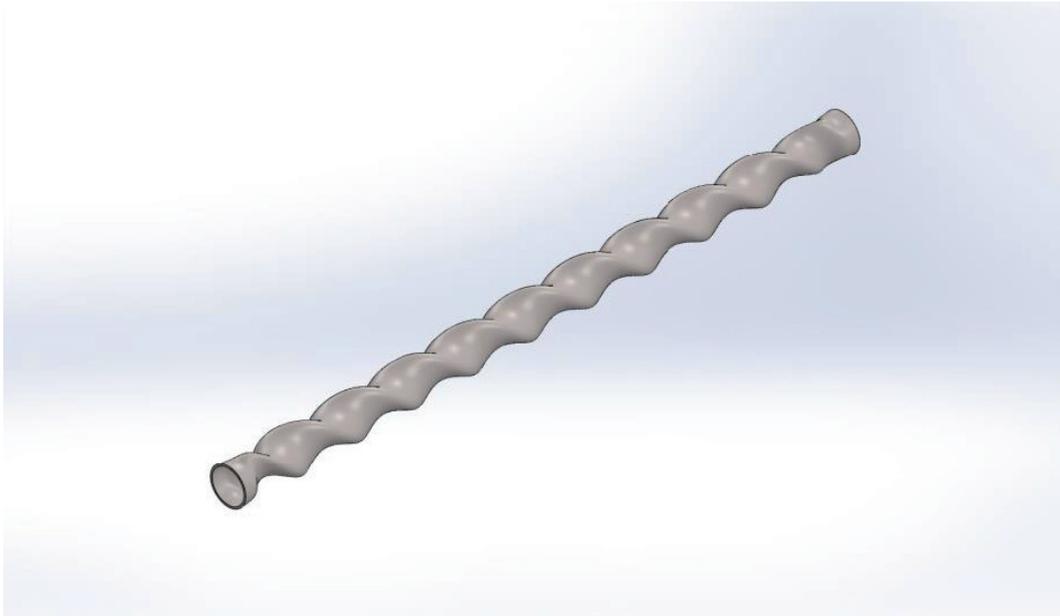
Effetti sulle proprietà fisiche e chimiche:

- aumentano la forza coercitiva, il coefficiente di dilatazione termica e di comprimibilità;
- diminuiscono densità, conducibilità elettrica, permeabilità magnetica, resistenza alla corrosione.



Il metodo utilizzato dalla MASI® è chiaramente identificabile come lavorazione a freddo, deformando così plasticamente il materiale.

Il prodotto che si ottiene da tale deformazione risulta essere il seguente (schematizzazione 3D):



Il telaio di un velocipede, è riconducibile ad una struttura reticolare, caratterizzata da nodi e vincoli che uniscono le varie parti del sistema.

Si decide di sottoporre un campione a due differenti tipologie di sforzi, per ottenere una prima verifica strutturale del tubo:

- sforzo normale a compressione;
- sforzo normale a trazione.

6.3.1 Nozioni generali sulle prove di trazione

La prova di trazione (o prova di trazione uniassiale) è una prova di caratterizzazione dei materiali che consiste nel sottoporre un provino di dimensioni standard (normale) di un materiale in esame ad un carico F monoassiale inizialmente nullo che viene incrementato fino a un valore massimo che determina la rottura del materiale.

La prova di trazione serve a determinare diverse caratteristiche del materiale in esame, tra cui la resistenza meccanica (R_m), il modulo di Young o modulo di elasticità (E), il carico unitario di snervamento (Y_S , “yield strength”), l’allungamento percentuale ($A\%$, “elongation”), la strizione percentuale ($Z\%$, “reduction of area”). La si usa soprattutto per materiali metallici e polimerici.

Sforzo e deformazione

La macchina utilizzata per la prova di trazione fornisce direttamente un diagramma, detto diagramma sforzo-deformazione, che mette in relazione i “carichi unitari” o “sforzi” (σ) in funzione degli “allungamenti unitari” o “deformazioni” (ϵ).

Il carico unitario σ è pari a:

$$\sigma = F/A_0$$

con:

F è il carico applicato;

A_0 è l’area iniziale della sezione del provino.

L’allungamento unitario ϵ è invece pari a:

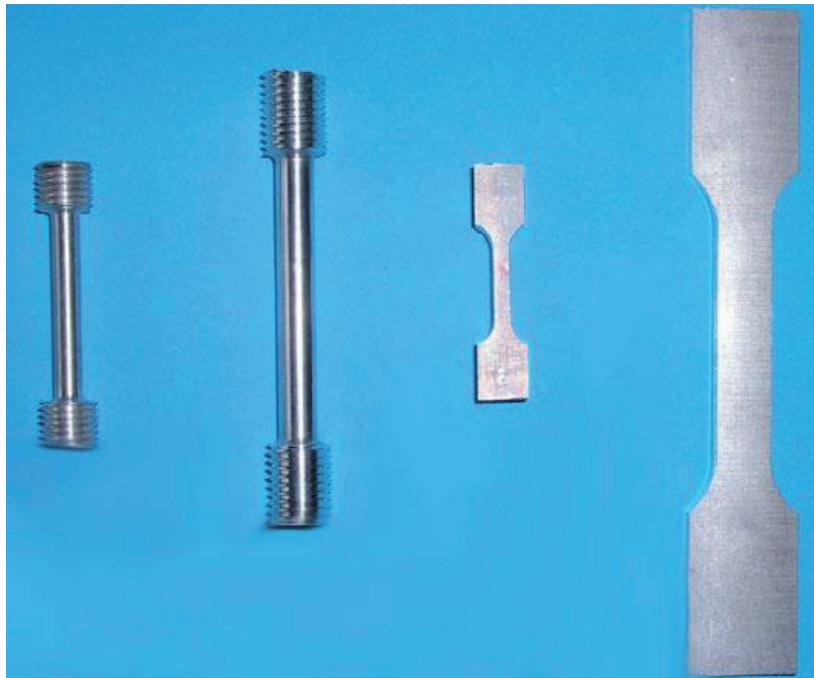
$$\epsilon = \Delta L/L_i = (L_f - L_i)/L_i$$

in cui:

L_f è la lunghezza finale del provino (variabile) ottenuta dall'allungamento del provino;

L_i è la lunghezza iniziale del provino.

Forma e dimensione dei provini.



Esempi di provini cilindrici (a sinistra) e piatti (a destra).

I provini utilizzati per la prova di trazione possono essere a sezione cilindrica oppure piatti. Per i materiali metallici si usano provini a sezione circolare, mentre per i materiali polimerici si usano provini a sezione rettangolare. In ogni caso i provini sono provvisti di due estremità che servono per l'ammorsaggio alla macchina (dette “teste del provino”), per cui la lunghezza utile del provino (sulla quale si svolgono le misurazioni di deformazione) è minore della sua lunghezza totale.

Le teste del provino possono essere “quadre”, “filettate” o “a spillo”.

La forma (detta “a doppio T” o “a osso di cane”) e le dimensioni dei provini sono standardizzate per ogni tipologia di materiale.

La geometria del provino è studiata in modo tale che si abbia rottura nella zona centrale dello stesso, in quanto vicino alle ganasce non si ha una forza uniassiale, ma entrano in gioco anche le forze applicate dalle ganasce che fissano il provino. Nella zona centrale del provino l’area della sezione è minore di quella nella zona più larga, ciò consente di ottenere uno sforzo maggiore nella zona centrale a parità di forza applicata, e quindi ottenere rotture in quel punto.

Procedura operativa

Si fissa il provino tra due morsetti in posizione verticale (in modo tale che la forza di gravità non influisca sulla prova). I morsetti stringono il provino nella zona larga. Una ganascia comincia a spostarsi a velocità costante, impostata tramite computer; comincia a nascere uno stato di sforzo nel materiale e si genera una forza crescente, opposta alla direzione della traversa della macchina. Si impone lo stop alla macchina quando il provino si rompe oppure quando la traversa si è spostata di una distanza prefissata.

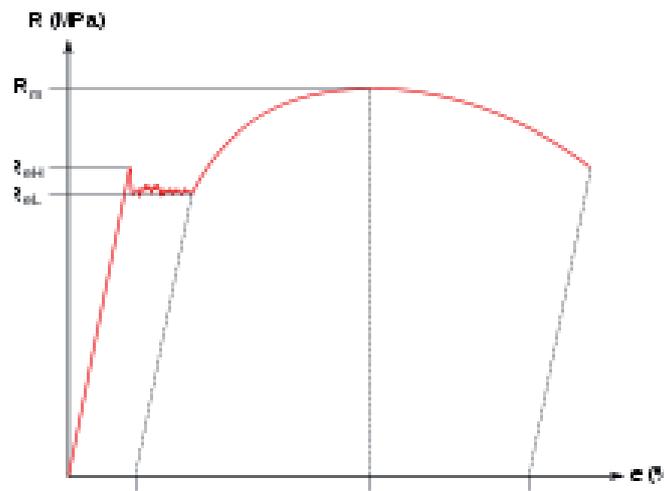
Sulla macchina è presente una cella di carico che misura istante per istante la forza applicata al provino sul quale inoltre è applicato un estensimetro, che misura l’allungamento.

Grazie all’estensimetro e alla cella di carico, si ottengono valori di sforzo e deformazione a intervalli di tempo costanti ottenendo quindi un diagramma sforzo-deformazione.



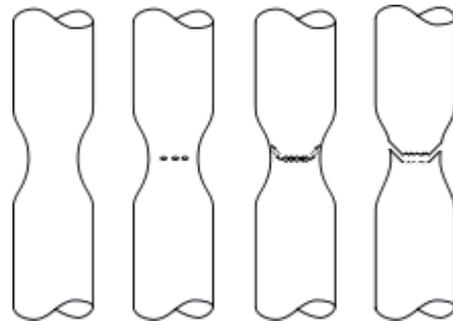
Risposta del materiale alla sollecitazione

Diagramma sforzo-deformazione ottenuto dalla prova di trazione:



Fasi di rottura del provino:

1. Strizione;
2. Formazione delle microcricche;
3. Coalescenza delle microcricche;
4. Rottura.

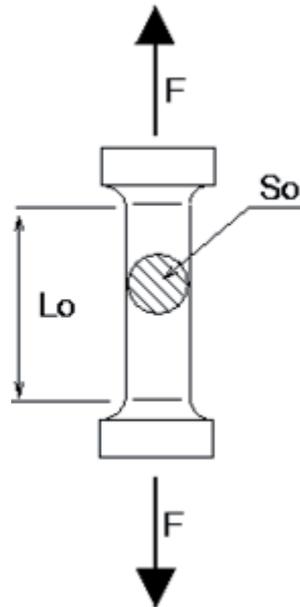


Durante la prova di trazione il provino passa attraverso le seguenti fasi:

- **comportamento elastico:** corrisponde alla prima fase di deformazione del materiale; le deformazioni che avvengono durante questa fase sono reversibili, per cui se in questa fase si riporta a zero il carico non si hanno deformazioni residue del provino, cioè viene ripristinata la sua lunghezza iniziale; in questa fase gli allungamenti sono direttamente proporzionali ai carichi (per cui nel diagramma sforzo-de-

- formazione è rappresentata da un tratto rettilineo) e il rapporto è pari ad una costante che viene detto modulo di Young; in questo tratto è valida la legge di Hooke;
- continuando la prova di trazione, si ha un comportamento non più lineare; questa fase è detta “snervamento” e corrisponde ad una caduta della resistenza del materiale dovuta alla formazione di “microcricche” all’interno del materiale; lo snervamento corrisponde alla parte iniziale del tratto plastico;
 - **comportamento plastico:** in questa fase le deformazioni sono sia elastiche (reversibili) che plastiche (permanenti); ciò significa che azzerando il carico durante questa fase si hanno deformazioni residue associate al contributo di deformazione plastica, per cui il provino avrà una lunghezza maggiore rispetto all’inizio della prova;
 - continuando la prova, si assiste ad una deformazione localizzata del provino, per cui una piccola parte del provino diminuisce velocemente l’area della sua sezione; questa fase è detta “strizione” e caratterizza la parte discendente del diagramma sforzo-deformazione;
 - in seguito alla strizione si ha la rottura del provino, che avviene in corrispondenza del cosiddetto “carico di rottura”, che corrisponde alla massima sollecitazione che il provino può sopportare.

Calcolo della sezione finale reale



Disegno di un provino utilizzato per le prove di trazione.

Il volume del provino resta invariato, quindi il volume iniziale V_0 è uguale a quello finale V_f :

$$V_0 = V_f = V$$

essendo il volume V del provino dato dal prodotto della sezione A per la lunghezza L , ovvero:

$$V = A_0 \cdot L_0 = A_f \cdot L_f$$

Quindi la sezione finale sarà data da:

$$A_f = \frac{V}{L_f}$$

essendo la lunghezza finale L_f pari alla somma della lunghezza iniziale L_0 e dell'allungamento ΔL , ovvero:

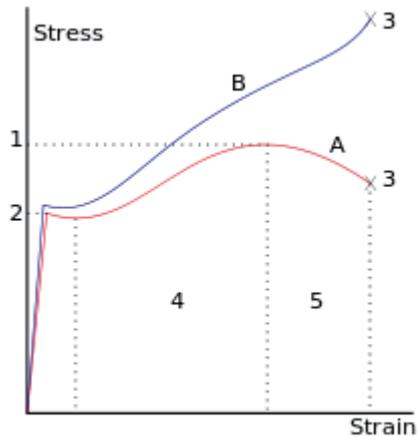
$$L_f = L_0 + \Delta L$$

da cui, sostituendo nell'espressione precedente:

$$A_f = \frac{V_0}{L_0 + \Delta L}$$

per cui noti il volume del provino, la lunghezza iniziale del provino (che si misura prima della prova di trazione) e l'allungamento (che si misura alla fine della prova a trazione) è possibile determinare l'area finale della sezione (ovvero a deformazione avvenuta).

Curva reale di trazione



Confronto tra la curva ideale di trazione (A) e la curva reale di trazione (B)

La curva reale di trazione riporta in ascissa la “deformazione reale” e in ordinata lo “sforzo reale”.

La deformazione reale ϵ_r è pari a:

$$\epsilon_r = \ln (L/L_0)$$

essendo L la lunghezza finale (a deformazione avvenuta) del tratto utile e L_0 la lunghezza iniziale del tratto utile.

Lo sforzo reale σ_r è pari al rapporto tra la forza applicata F e l’area resistente effettiva del provino A (che diminuisce man mano che la prova procede):

$$\sigma_r = F/A$$

A differenza della curva ideale di trazione, nella curva reale di trazione lo sforzo è sempre crescente.

6.3.2 Nozioni generali sulle prove di compressione

In meccanica, la compressione $\sigma_n < 0$ è uno degli sforzi elementari monoassiali normali alla superficie di riferimento al quale può essere sottoposto un corpo (insieme all'attrazione, la flessione, il taglio e la torsione). Si misura in MPa.

In una generica sezione di una trave soggetta a compressione semplice la tensione media si calcola con la relazione

$$\sigma_n = \frac{F_n}{A}$$

in cui:

- F_n è la forza normale (N) parallela e negativa in modulo rispetto alla direzione esterna della superficie corpo a cui è applicata.
- A è l'area della sezione trasversale della trave (m²).

Il principio di resistenza a rottura per Compressione fu illustrato da Galileo Galilei nel trattato *Due nuove scienze* del 1638 (giornata 1 - paragrafi iniziali). Dopo le sperimentazioni del Seicento e Settecento, la teoria tecnica e le formule della resistenza a Compressione furono definite dall'ingegnere francese Claude-Louis Navier nel trattato *Resumé des leçons* del 1826 (Libro I - capitolo I compression) e perfezionate da De Saint-Venant nella seconda metà dell'Ottocento.



Le formule ricavate per il calcolo della sollecitazione a trazione si applicano identicamente a corpi compressi, purché questi non siano lunghi in confronto alle dimensioni della sezione trasversale (elementi tozzi).

Se un solido cilindrico rettilineo molto lungo (elemento snello) è soggetto a una forza di compressione gradatamente crescente, raggiunto un certo valore del carico, detto carico critico Euleriano, esso s'infilette indefinitamente nel piano di minor rigidità. In questo caso il carico di collasso dipende anche dagli effetti geometrici del secondo ordine o non linearità geometrica (instabilità dell'equilibrio).

Nella realtà è raro che si possa realizzare la compressione perfettamente centrata. Infatti gli errori esecutivi sono fattori che producono come risultato la presenza di un'eccentricità del carico e quindi la presenza di una sollecitazione di flessione che va a sommarsi allo sforzo normale. Si ha così la cosiddetta pressoflessione.

6.4 Simulazione provino sottoposto a sforzo di trazione e compressione

Qui di seguito si decide di sottoporre al simulatore (Solidworks Simulator), un tubo generico, per verificare le deformazioni e le tensioni che si vengono a creare ipotizzando di vincolarlo da un lato e di applicare su quello opposto, forze dirette verso il vincolo (compressione) e dirette nel senso opposto (trazione).

Si ricorda che tale sperimentazione è descritta in una sua forma generale.

Tale elaborato si concentra sulla presentazione del modello, non sullo studio progettuale.

6.4.1 Sforzo normale a trazione

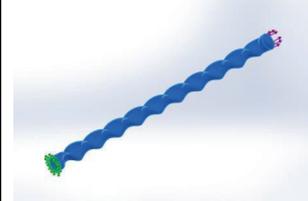
Informazioni del modello



Nome del modello: Tubo Corrugato
Configurazione corrente: Default

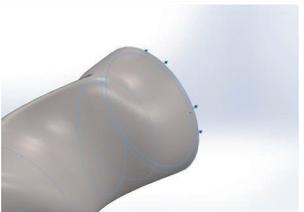
Corpi solidi			
Nome documento e Riferimento	Trattato come	Proprietà volumetriche	Percorso/Data documento modificati
Loft-Sottile2 	Corpo solido	Massa: 3.96505 kg Volume: 0.000514941 m ³ Densità: 7700 kg/m ³ Spessore: 38.8574 N	C:\Users\bertin.SLEMEN\Dropbox\Tesi Marco\Simulazione\Tubo Corrugato.SLDPRT Feb 25 07:56:14 2016

Proprietà del materiale

Riferimento modello	Proprietà	Componenti
	<p>Nome: Acciaio in lega Tipo di modello: Isotropico elastico lineare Fallimento di default: Sollecitazione massima von Mises Snervamento: $6.20422e+008 \text{ N/m}^2$ Resistenza alla trazione: $7.23826e+008 \text{ N/m}^2$</p>	CorpoSolido 1(Loft-Sottile2)(Tubo Corrugato)

Carichi e Vincoli

Nome del vincolo	Immagine del vincolo	Dettagli del vincolo
Fisso-6		<p>Entità: 1 facce Tipo: Geometria fissa</p>

Nome del carico	Immagine del carico	Dettagli del carico
Forza-6		<p>Entità: 1 facce Tipo: Applica forza normale Valore: -1000 N</p>

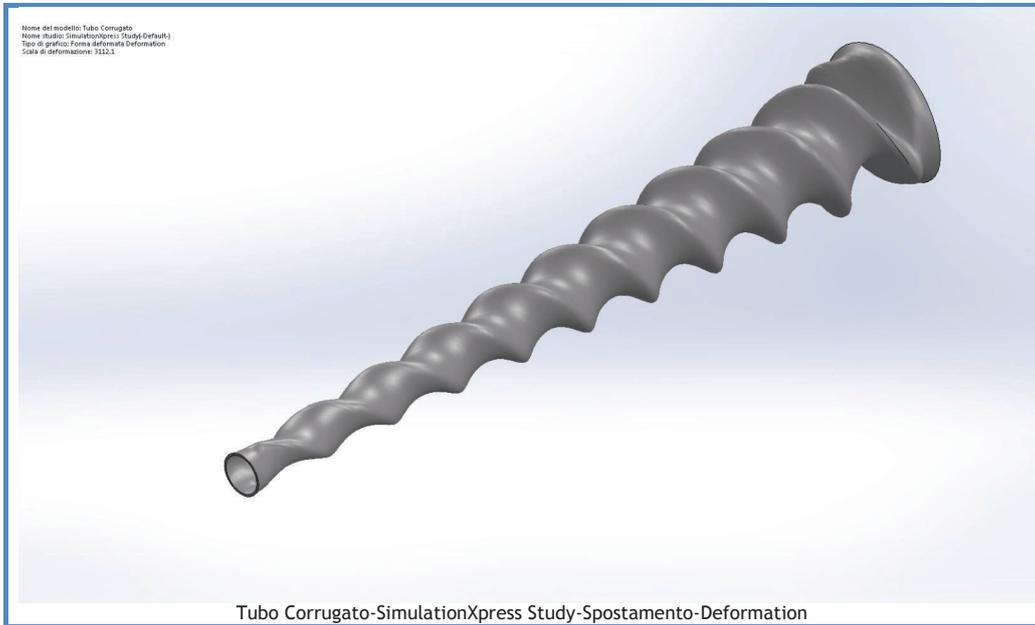
Informazioni mesh

Tipo di mesh	Mesh di elementi solidi
Mesheser usato:	Mesh standard
Transizione automatica:	Disattivo
Includi loop automatico della mesh:	Disattivo
Punti Jacobiani	4 Punti
Dimensione elemento	9.53765 mm
Tolleranza	0.476883 mm
Qualità della mesh	Ottima

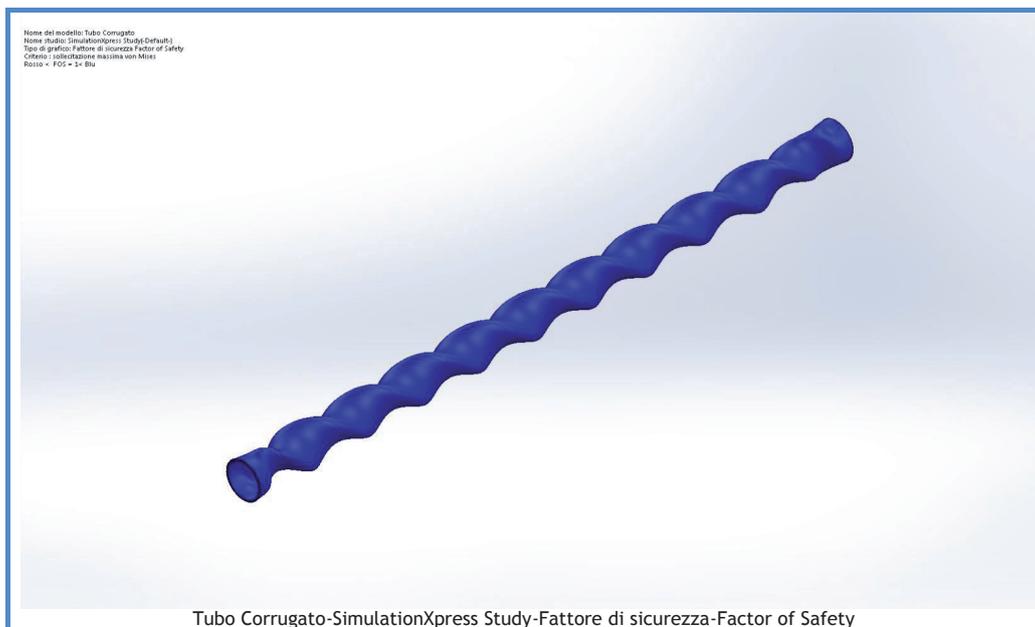
Informazioni mesh - Dettagli

Nodi totali	29144
Elementi totali	14739
Rapporto d'aspetto max	45.574
% di elementi con rapporto d'aspetto < 3	35.2
% di elementi con rapporto d'aspetto > 10	2.8
% di elementi distorti(Jacobiani)	0
Tempo per completare la mesh(hh:mm:ss):	00:00:07
Nome del computer:	BERTIN





Nome	Tipo	Min	Max
Factor of Safety	Sollecitazione massima von Mises	32.9489 Nodo: 6002	4385.6 Nodo: 23304



6.4.2 Sforzo normale a compressione

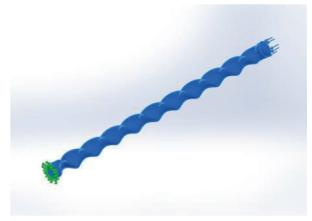
Informazioni del modello



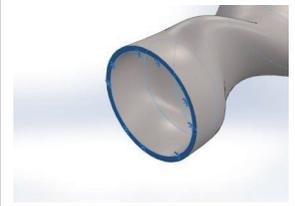
Nome del modello: Tubo Corrugato
Configurazione corrente: Default

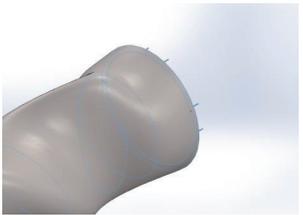
Corpi solidi			
Nome documento e Riferimento	Trattato come	Proprietà volumetriche	Percorso/Data documento modificati
Loft-Sottile2 	Corpo solido	Massa: 3.96505 kg Volume: 0.000514941 m ³ Densità: 7700 kg/m ³ Spessore: 38.8574 N	C:\Users\bertin.SLEMEN\ropbox\Tesi Marco\Simulazione\Tubo Corrugato.SLDPRT Feb 24 15:31:58 2016

Proprietà del materiale

Riferimento modello	Proprietà	Componenti
	<p>Nome: Acciaio in lega Tipo di modello: Isotropico elastico lineare Fallimento di default: Sollecitazione massima von Mises Snervamento: 6.20422e+008 N/m² Resistenza alla trazione: 7.23826e+008 N/m²</p>	CorpoSolido 1(Loft-Sottile2)(Tubo Corrugato)

Carichi e Vincoli

Nome del vincolo	Immagine del vincolo	Dettagli del vincolo
Fisso-4		<p>Entità: 1 facce Tipo: Geometria fissa</p>

Nome del carico	Immagine del carico	Dettagli del carico
Pressione-1		<p>Entità: 1 facce Tipo: Normale alla faccia selezionata Valore: 800 Unità: N/m² Angolo fase: 0 Unità: deg</p>

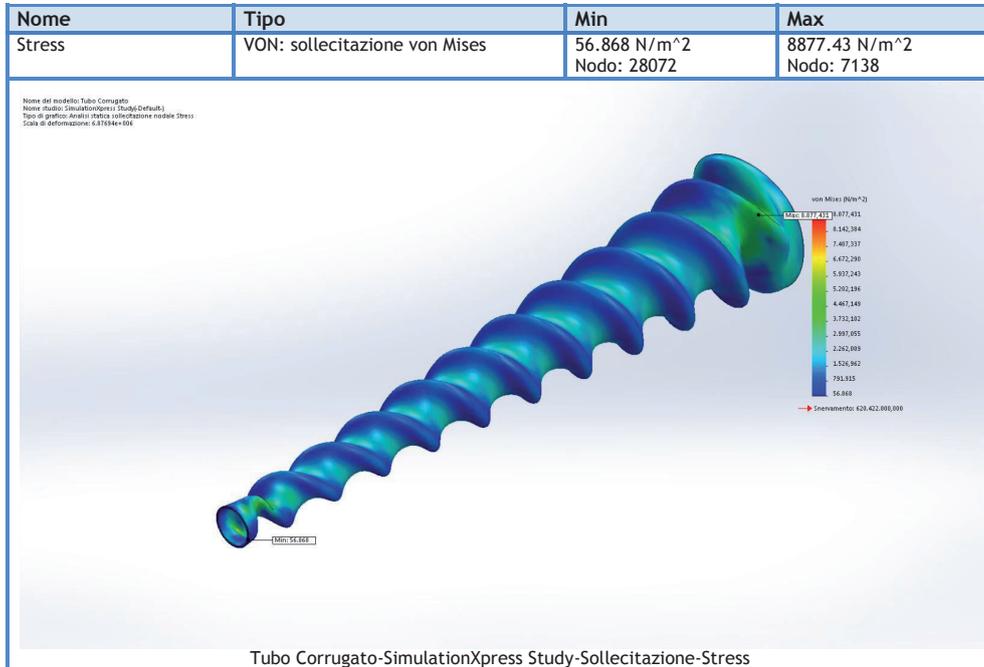
Informazioni mesh

Tipo di mesh	Mesh di elementi solidi
Mesher usato:	Mesh standard
Transizione automatica:	Disattivo
Includi loop automatico della mesh:	Disattivo
Punti Jacobiani	4 Punti
Dimensione elemento	8.69655 mm
Tolleranza	0.434828 mm
Qualità della mesh	Ottima

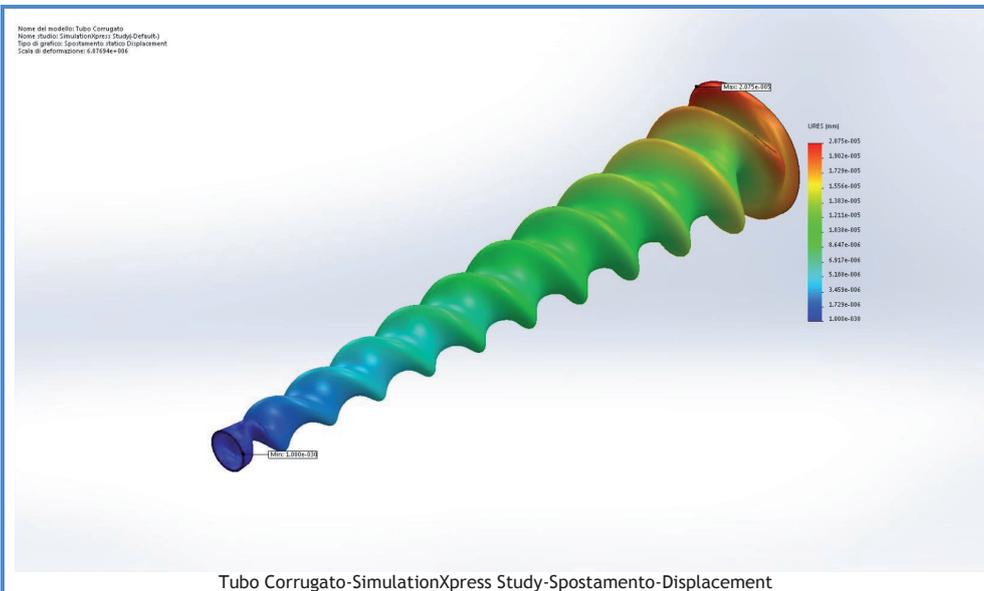
Informazioni mesh - Dettagli

Nodi totali	34387
Elementi totali	17352
Rapporto d'aspetto max	22.201
% di elementi con rapporto d'aspetto < 3	51.3
% di elementi con rapporto d'aspetto > 10	0.882
% di elementi distorti(Jacobiani)	0
Tempo per completare la mesh(hh:mm:ss):	00:00:07
Nome del computer:	BERTIN

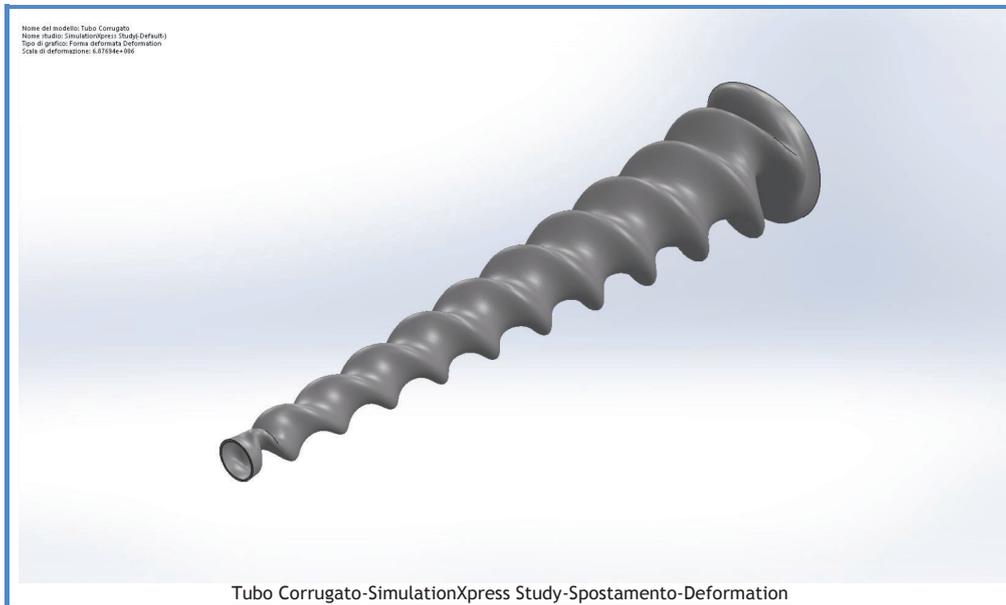




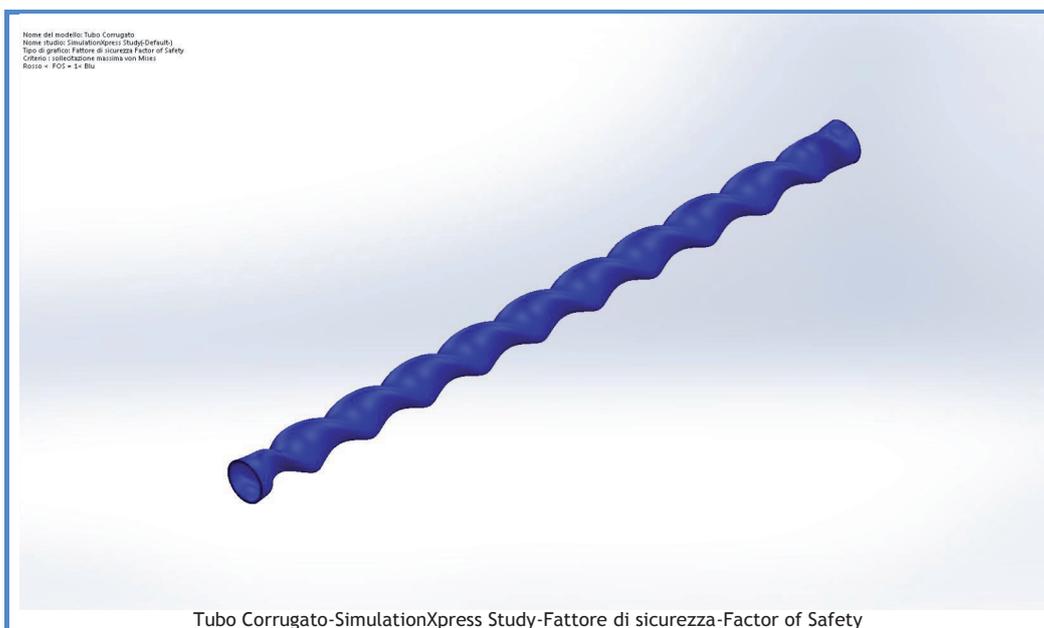
Nome	Tipo	Min	Max
Displacement	URES: spostamento risultante	0 mm Nodo: 750	2.07521e-005 mm Nodo: 2828



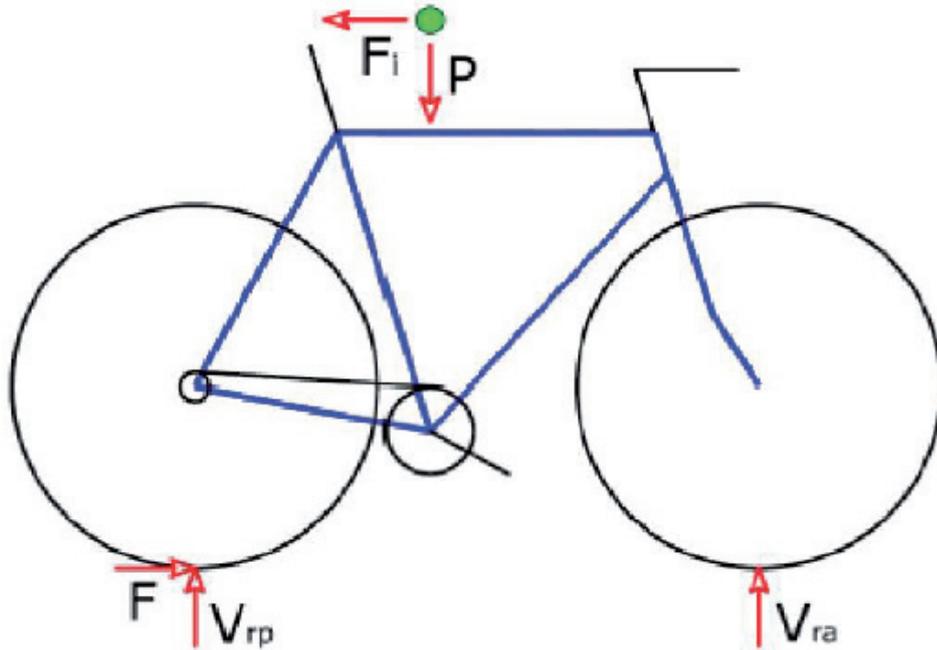
Nome	Tipo
Deformation	Forma deformata



Nome	Tipo	Min	Max
Factor of Safety	Sollecitazione massima von Mises	69887.6 Nodo: 7138	1.09099e+007 Nodo: 28072



6.5 Approccio dinamico per il calcolo delle forze agenti in fase di accelerazione



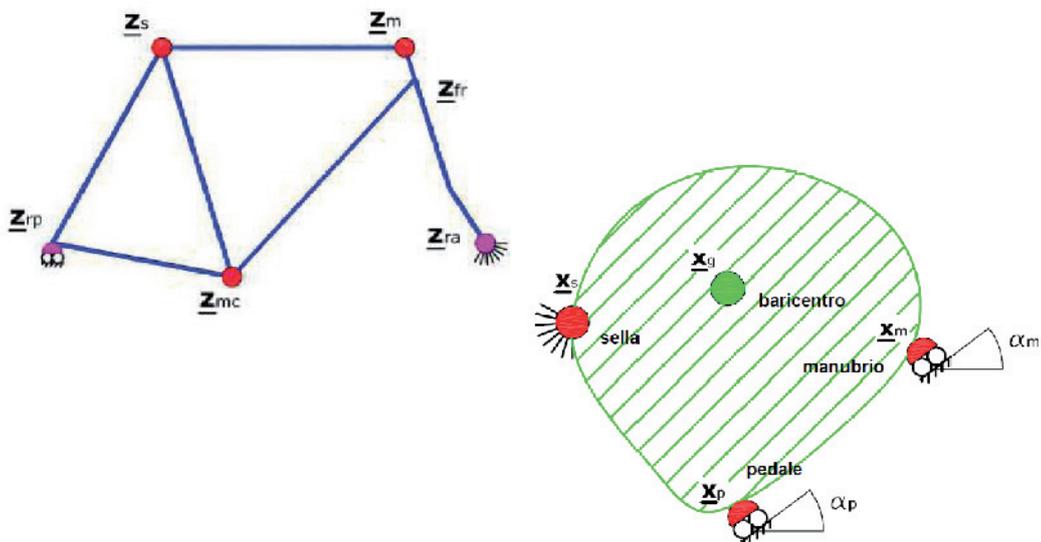
Nella fase di accelerazione sono considerate per il calcolo dei carichi agenti sul telaio le seguenti forze:

- forza peso (del ciclista) applicata nel baricentro del sistema uomo bicicletta
- forza di inerzia del sistema
- forza d'attrito solo sulla ruota posteriore
- tensione della catena (schematizzata come la sola porzione in trazione)

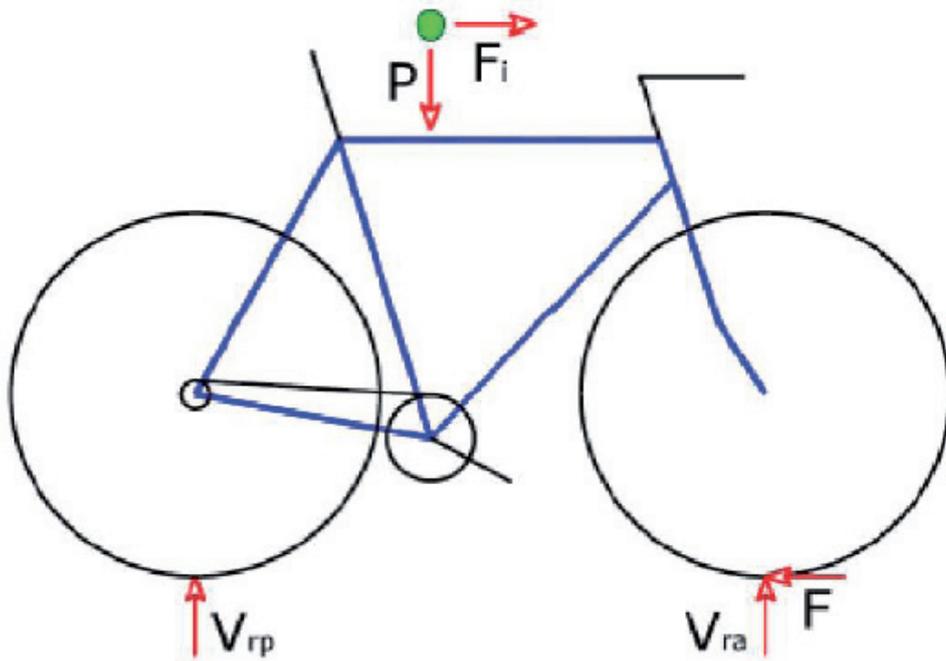
Si trascurano gli effetti dell'attrito dinamico dell'aria, dell'attrito volvente sulle ruote e dell'attrito dinamico sulla ruota anteriore.

6.5.1 Fase di calcolo delle azioni

1. Dall'equilibrio del sistema complessivo $F =$ forza d'inerzia;
2. Dall'equilibrio alla rotazione della ruota posteriore nel centro della stessa si ricava il tiro T della catena e, in cascata, tramite l'equilibrio della corona si ottiene la forza esercitata sul pedale assunta perpendicolare allo stesso F_p ;
3. Note direzione della spinta sul manubrio, forza agente sul pedale, inerzia e peso si calcolano le reazioni sulla sella e sul manubrio attraverso le tre equazioni di equilibrio del sistema uomo/bicicletta;
4. Si calcolano le reazioni ai mozzi della ruota anteriore e posteriore con equazioni di equilibrio alla traslazione della ruota anteriore e posteriore;
5. Si calcolano le reazioni del nodo a cui è fissata la corona attraverso l'equilibrio orizzontale e verticale del blocco centrale;
6. Conoscendo le reazioni vincolari sui punti di interesse esplicito i corrispondenti carichi;
7. Trasporto tali carichi nei nodi di interesse del telaio (vedi figura) con i corrispettivi momenti di trasporto.



6.6 Approccio dinamico per il calcolo delle forze agenti in fase di decelerazione



Nella fase di decelerazione sono considerate per il calcolo dei carichi agenti sul telaio le seguenti forze:

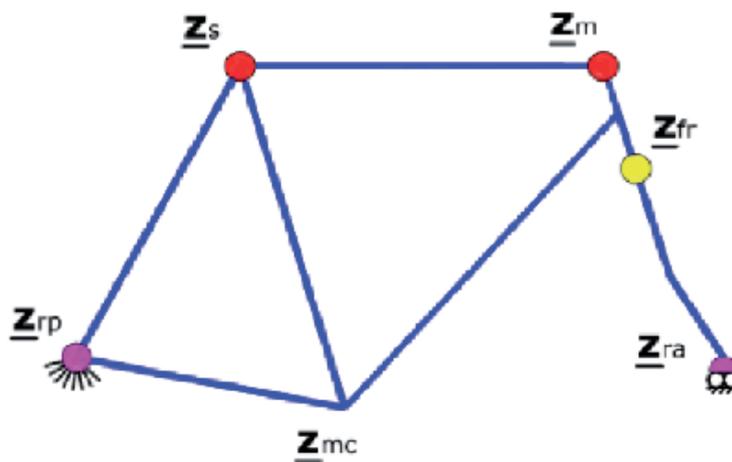
- forza peso (del ciclista) applicata nel baricentro del sistema uomo bicicletta;
- forza di inerzia del sistema;
- forza d'attrito solo sulla ruota anteriore;
- forza di frenata;

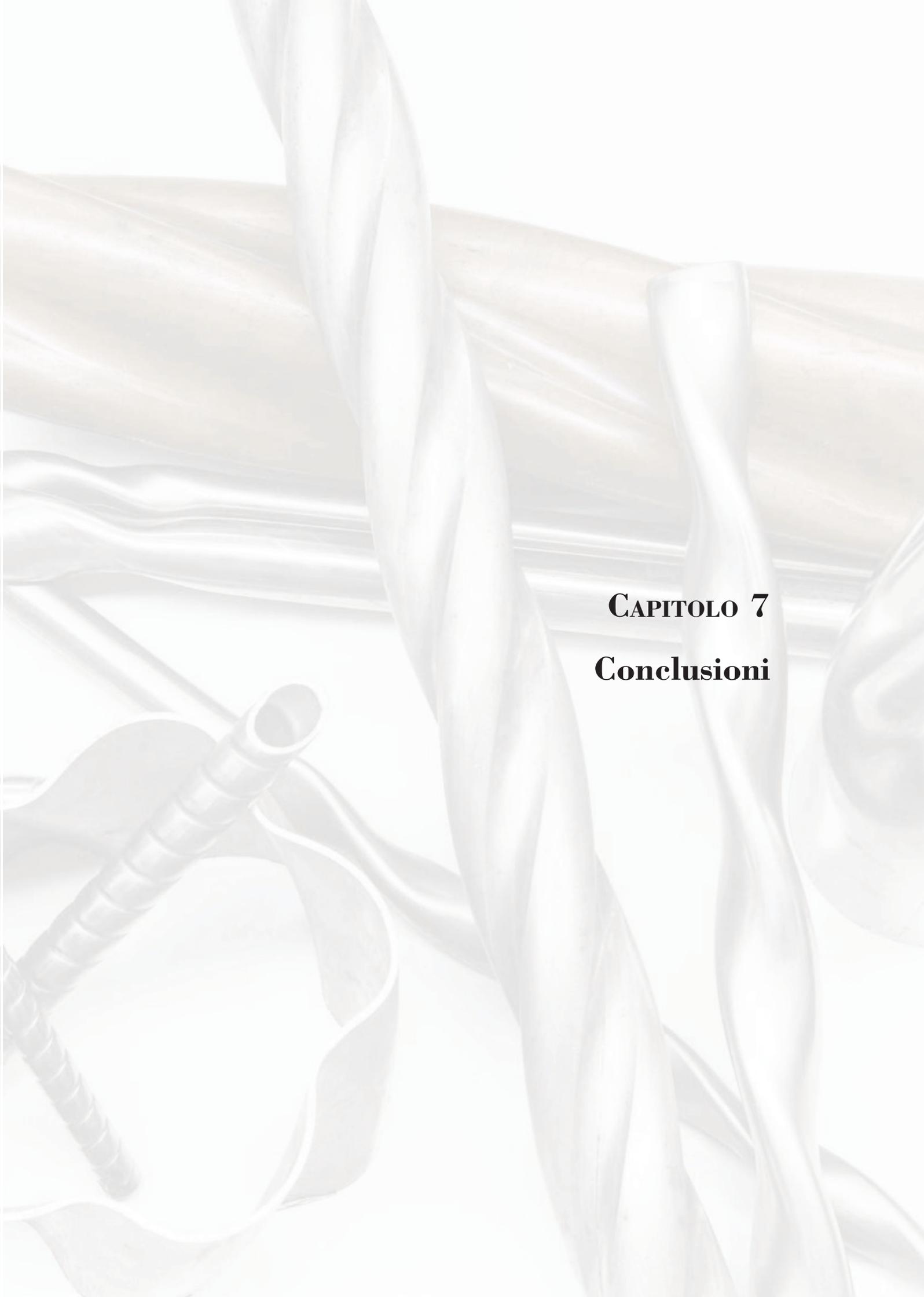
Si trascurano gli effetti dell'attrito dinamico dell'aria, dell'attrito volvente sulle ruote e dell'attrito dinamico sulla ruota anteriore.

6.6.1 Fase di calcolo delle azioni

Ipotesi di lavoro: il ciclista in tale fase non pedala e per via della struttura del programma di analisi strutturale utilizzato è necessario aggiungere un nodo in corrispondenza del punto di applicazione della forza frenante.

1. Dall'equilibrio della ruota anteriore è possibile ricavare direttamente la forza frenante;
2. Note direzione della spinta sul manubrio, inerzia e peso si calcolano le reazioni sulla sella e sul manubrio attraverso le tre equazioni di equilibrio del sistema uomo-bicicletta;
3. Si calcolano le reazioni ai mozzi della ruota anteriore e posteriore con equazioni di equilibrio alla traslazione della ruota anteriore e posteriore;
4. Conoscendo le reazioni vincolari sui punti di interesse si esplicitano i corrispondenti carichi (invertendo il segno);
5. Si trasportano tali carichi nei nodi di interesse del telaio (vedi figura) con i corrispondenti momenti di trasporto.





CAPITOLO 7
Conclusioni

Come anticipato, lo scopo di questo elaborato è stato quello di proporre una rivisitazione del classico modello di un velocipede, a cui viene applicato il tubolare ricavato dalla tecnologia MASI®.

Inizialmente ci si è concentrati sull'evoluzione della bicicletta nel tempo, mettendo in luce tutte le varie modifiche e le migliorie apportate per renderla la protagonista attuale del trasporto cittadino.

In un secondo luogo sono stati presentati tutti i materiali utilizzati per costruirla, per renderla più reattiva e performante.

Proseguendo è stata presentata la novità dell' IRON'S TECHNOLOGY®, applicando il tubolare modellato ad un telaio.

Grazie all'utilizzo di Solidworks, ho potuto concretizzare il modello, adattandolo ai singoli particolari presenti su mercato.

Come aspetto conclusivo di questo elaborato, è stato illustrato un possibile approccio al calcolo di verifica strutturale, in cui vengono analizzate le principali sollecitazioni: trazione e compressione.

L'idea che ho voluto proporre è stata il frutto di tanta passione e di ore dedicate allo sviluppo del modello 3D. Per custodire queste invenzioni, sono stati depositati 2 modelli d'utilità, che hanno lo scopo di commercializzare il frutto della mia fantasia.

MODULO U (1/2)

AL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI (U.I.B.M.)

DOMANDA DI BREVETTO PER MODELLO DI UTILITA' N° F02014U000003

A. RICHIEDENTE/I

COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	Bertin Marco		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 BRTMRC90S20C5730
INDIRIZZO COMPLETO	A4	Via Savio715, Cesena (Fc), Italia		
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1			
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2		COD. FISCALE PARTITA IVA	A3
INDIRIZZO COMPLETO	A4			
B. RECAPITO OBBLIGATORIO IN MANCANZA DI MANDATARIO	B0	D	(D = DOMICILIO ELETTIVO, R = RAPPRESENTANTE)	
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	B1	Bertin Marco		
INDIRIZZO	B2	Via Savio 715, Cesena (Fc), Italia		
CAP/ LOCALITÀ/PROVINCIA	B3	47522, Cesena (Fc), Italia		
C. TITOLO	CI	Torx Barbell		

D. INVENTORE/I DESIGNATO/I (DA INDICARE ANCHE SE L'INVENTORE COINCIDE CON IL RICHIEDENTE)

COGNOME E NOME	D1	Bertin Marco
NAZIONALITÀ	D2	Italiana
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITÀ	D2	
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITÀ	D2	
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITÀ	D2	

E. CLASSE PROPOSTA

SEZIONE	CLASSE	SOTTOCLASSE	GRUPPO	SOTTOGRUPPO
E1	E2	E3	E4	E5

F. PRIORITÀ

DERIVANTE DA PRECEDENTE DEPOSITO ESEGUITO ALL'ESTERO

STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		TIPO	F2
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4
STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		TIPO	F2
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4
STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		TIPO	F2
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4
FIRMA DEL / DEI RICHIEDENTE / I				

MODULO U (1/2)

AL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI (U.I.B.M.)

DOMANDA DI BREVETTO PER MODELLO DI UTILITA' N° FD2014/000004

A. RICHIEDENTE/I

COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	Bertin Marco		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 BRTMRC90S20C5730
INDIRIZZO COMPLETO	A4	Via Savio 715, Cesena (Fc), Italia		
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1			
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2		COD. FISCALE PARTITA IVA	A3
INDIRIZZO COMPLETO	A4			
B. RECAPITO OBBLIGATORIO IN MANCANZA DI MANDATARIO	B0	D	(D = DOMICILIO ELETTIVO, R = RAPPRESENTANTE)	
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	B1	Bertin Marco		
INDIRIZZO	B2	Via Savio 715, Cesena (Fc), Italia		
CAP/ LOCALITA'/PROVINCIA	B3	47522, Cesena (Fc), Italia		
C. TITOLO	C1	Torx Bike		
		Ministero riguarda l'applicazione del tubo...		

D. INVENTORE/I DESIGNATO/I (DA INDICARE ANCHE SE L'INVENTORE COINCIDE CON IL RICHIEDENTE)

COGNOME E NOME	D1	Bertin Marco
NAZIONALITA'	D2	Italiana
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITA'	D2	
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITA'	D2	
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITA'	D2	

E. CLASSE PROPOSTA

SEZIONE	E1	CLASSE	E2	SOTTOCLASSE	E3	GRUPPO	E4	SOTTOGRUPPO	E5
---------	----	--------	----	-------------	----	--------	----	-------------	----

F. PRIORITA' DERIVANTE DA PRECEDENTE DEPOSITO ESEGUITO ALL'ESTERO

STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		TIPO	F2
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4
STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		TIPO	F2
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4
STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		TIPO	F2
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4
FIRMA DEL / DEI RICHIEDENTE / I				



Bibliografia

CAPITOLO 1

- Neil Kinnoek, “*Verso una corretta ed efficace determinazione dei prezzi nel settore dei trasporti - Libro verde*”, Commissione sui trasporti dell’Unione Europea, Bruxelles 1996.
- AA.VV., “*Statistica degli incidenti stradali*”, I.S.T.A.T., Settembre 2015.
- AA.VV., “*Il territorio della bicicletta*”, Edizioni Franco Angeli, Milano 1991.
- AA.VV., “*Sign up for the bike. Design manual for a cycle-friendly infrastructure. Record no. 10*”,
- C.R.O.W., *The Netherlands 1994*
- AA.VV., “*Statistica degli incidenti stradali, anno 1994*”, I.S.T.A.T., Settembre 1995.
- AA.VV., “*Gli incidenti stradali negli anni ‘90*”, I.S.T.A.T., Roma, Aprile 1997.
- AA.VV., “*Storia della bicicletta*”, Touring Club Italiano, Milano 1991.
- AA.VV., “*VIIth Velocity conference, the civilised city responses to new transport priorities. Conference papers*”, Nottingham County Council, Nottingham 1993.
- Gianni Catania, “*Amica bicicletta*”, Edizioni Gruppo Abele, Torino 1995.
- John Forester, “*Bicycle Transportation. A handbook for cycling transportation engineers*”, The M.I.T. Press, Cambridge (Massachusetts) 1994.
- Neil Kinnoek, “*Verso una corretta ed efficace determinazione dei prezzi nel settore dei trasporti-Libro verde*”, Commissione sui trasporti dell’Unione Europea, Bruxelles 1996 .
- Marcello Mamoli, “*Manuale per la progettazione di itinerari per la progettazione di infrastrutture ciclabili*”, Regione Veneto-Assessorato alla viabilità e trasporti, Venezia 1992.
- Marcello Mamoli, “*Percorsi ciclabili per Vicenza*”, Comune di Vicenza Assessorato all’urbanistica, Vicenza 1985.
- A. Nanni, “*Tutta la bicicletta*”, Edizioni Lavagnolo, Torino 1956.

CAPITOLO 2

- A.Gardellin, “*Storia del velocipede e dello sport ciclistico*”, Tipografia Libreria Antoniana , Padova 1946.
- M. Labadessa, “*Pedalando nella storia*”, Bici d’epoca.
- F.Galbiati, N.Ciravegna, “*La bicicletta*”, Milano 1989.
- AA.VV., “*Storia della bicicletta*”, Milano 1991.

CAPITOLO 3

- Guido P. Rubino, “*Bicicletta da Corsa*”, Cyclinside, Roma 2016.

CAPITOLO 6

- (EN) Joseph R. Davis, “*Tensile testing*”, 2^a ed., ASM International, 2004, ISBN 0-87170-806-X.
- “*Prova di trazione*”, Wikipedia, L'enciclopedia libera. <https://it.wikipedia.org/wiki/Prova_di_trazione>.
- “*Compressione_(meccanica)*.” Wikipedia, L'enciclopedia libera. <[https://it.wikipedia.org/wiki/Compressione_\(meccanica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Compressione_(meccanica))>.
- “*Progetto Gimondi*”, Federico Baratelli, 2010.