

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA**

**SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

*CORSO DI LAUREA IN ADVANCED DESIGN DI PRODOTTI E PROCESSI*

**TESI DI LAUREA**

in

Disegno Industriale

**XR**

*125 electric motorcycle*

**RELATORE**

Chiar.mo Prof. Alfredo Liverani

**CANDIDATO**

Tommaso Maria Renzi

Anno Accademico 2017/2018

I sessione



125 electric motorcycle

**• Metaprogetto**

- 03 Brief
- 04 Analisi di mercato
- 05 Posizionamento
- 06 KTM Freeride E-XC
- 07 Yamaha Pes 2
- 08 Yamaha Motoroid
- 09 Innovazione
- 10 Inspiration

**• Concept**

- 11 Sketch - Side
- 12 Sketch - 3/4 Front
- 13 Sketch - Back

**• Strumenti**

- 14 Modellazione Poligonale
- 15 Campi di Applicazione
- 16 Disegno Industriale
- 17 Confronto

**• Render**

- 18 Side Right
- 19 3/4 Front Right
- 20 3/4 Rear Right
- 21 Back
- 22 Front
- 23 Top
- 24 Side Left
- 25 3/4 Front Left
- 26 3/4 Rear Left
- 28 Pilota
- 35 Luci

**• Strumenti**

- 27 Ergonomia
- 29 Fissaggi
- 30 Raffreddamento
- 31 Carene
- 32 Autonomia
- 33 Sterzata
- 34 Luci

**• Conclusioni**

- 36 Conclusioni

**• Sitografia**

- 37 Sitografia



## BRIEF

metaprogetto

Progettare una moto da corsa/stradale elettrica da 12 Kw, corrispondenti ad una cilindrata pari a 125 cc. Caratteristica principale sarà l'innovazione di parte della struttura del motoveicolo in relazione alla propulsione "green".

125 electric motorcycle

## ANALISI DI MERCATO

metaprogetto

Il mercato delle sportive leggere è in crollo del 24% dal 2014, ma da poco in crescita. Vent'anni fa le 125 sportive si sono contraddistinte per le loro forti innovazioni tecnologiche.

Rinnovare il mercato, che ora non offre rivali, con un prodotto leggero e prestazionale azionato da un propulsore "green" è la risposta che corrisponde all'esigenza dell'attuale domanda.

Studi statistici di settore prevedono 7 milioni di immatricolazioni entro il 2023 grazie anche alle migliori prestazioni dei veicoli elettrici specie per la mobilità urbana.



Mito Cagiva 125

125 electric motorcycle

## POSIZIONAMENTO metaprogetto



Analizzando quattro porzioni di mercato che comprendono medie/grandi e piccole cilindrata a combustione e medie/grandi e piccole cilindrata elettriche, si nota come diminuiscono in modo esponenziale le case produttrici di modelli "green". L'unica piccola cilindrata elettrica sul mercato è prodotta da KTM. Risulta pertanto estremamente vantaggioso e con notevoli margini di crescita inserirsi in questa fetta di mercato.

125 electric motorcycle

## KTM FREERIDE E-XC

metaprogetto

- AUTONOMIA
- NUOVE SOLUZIONI
  - POTENZA
  - ZERO RUMORE

La batteria Sony da 3,9 kWh ha una durata del 50% in più rispetto al modello precedente, per una autonomia totale di ora e mezza. Pacco batterie di dimensioni contenute e facilmente rimovibile che permette alla moto di avere un peso ridotto (110 kg) senza rinunciare alla potenza di 24,5 CV.

La propulsione “green” senza rumori evita di creare inquinamento acustico nei boschi durante l’enduro.



125 electric motorcycle

## YAMAHA PES 2

metaprogetto



- DUE RUOTE MOTRICI
- SUPERFICI SOSPESE
- SOSPENSIONE ANTERIORE MONOBRACCIO

Dotazione di due ruote motrici, con un motore brushless nel posteriore, un'altro nel mozzo anteriore e un pacco batterie rimovibile che, con la sua conformazione leggera, contribuisce a contenere il peso entro 130 Kg, grazie anche alla sospensione anteriore a braccio unico.

Design avveniristico con superfici sospese che conferiscono alla moto una sensazione di leggerezza.

125 electric motorcycle

## YAMAHA MOTORoID

metaprogetto

- EQUILIBRIO
- ELEMENTI SEMOVIBILI
  - SEDUTA A CULLA
  - MANUBRIO JOYSTICK

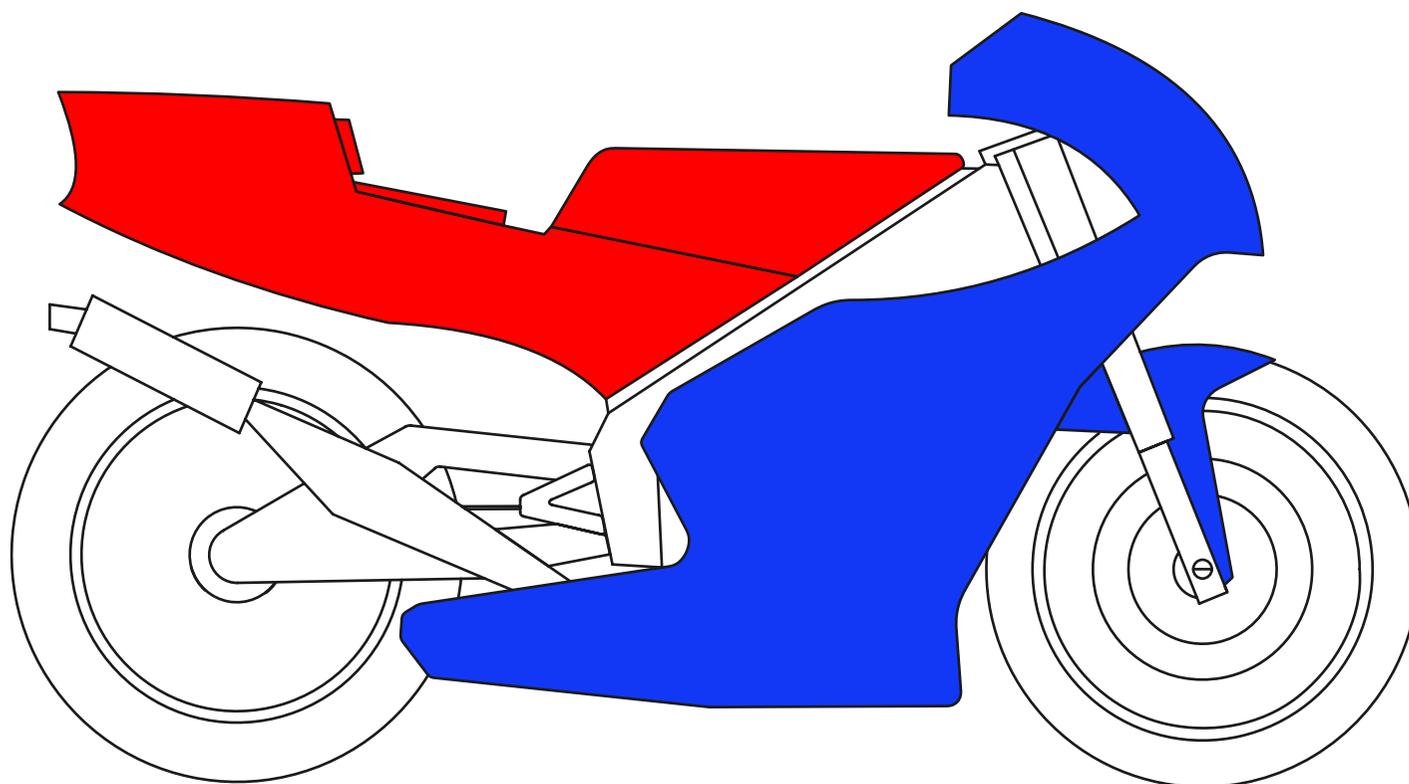
Alcune parti meccaniche come le batterie, il forcellone e la ruota posteriore possono ruotare attorno all'asse centrale della moto permettendo così di non spostare il baricentro dall'asse verticale. Durante la rotazione, il pacco batterie si muove a destra o sinistra per controbilanciare il peso della moto e mantenere l'equilibrio. Seduta a culla che avvolge il pilota e manubri a joystick in stile EuroFighter.



125 electric motorcycle

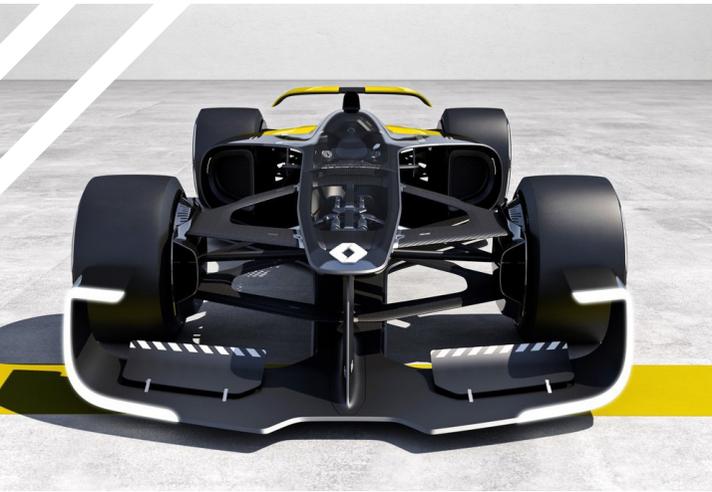
## INNOVAZIONE

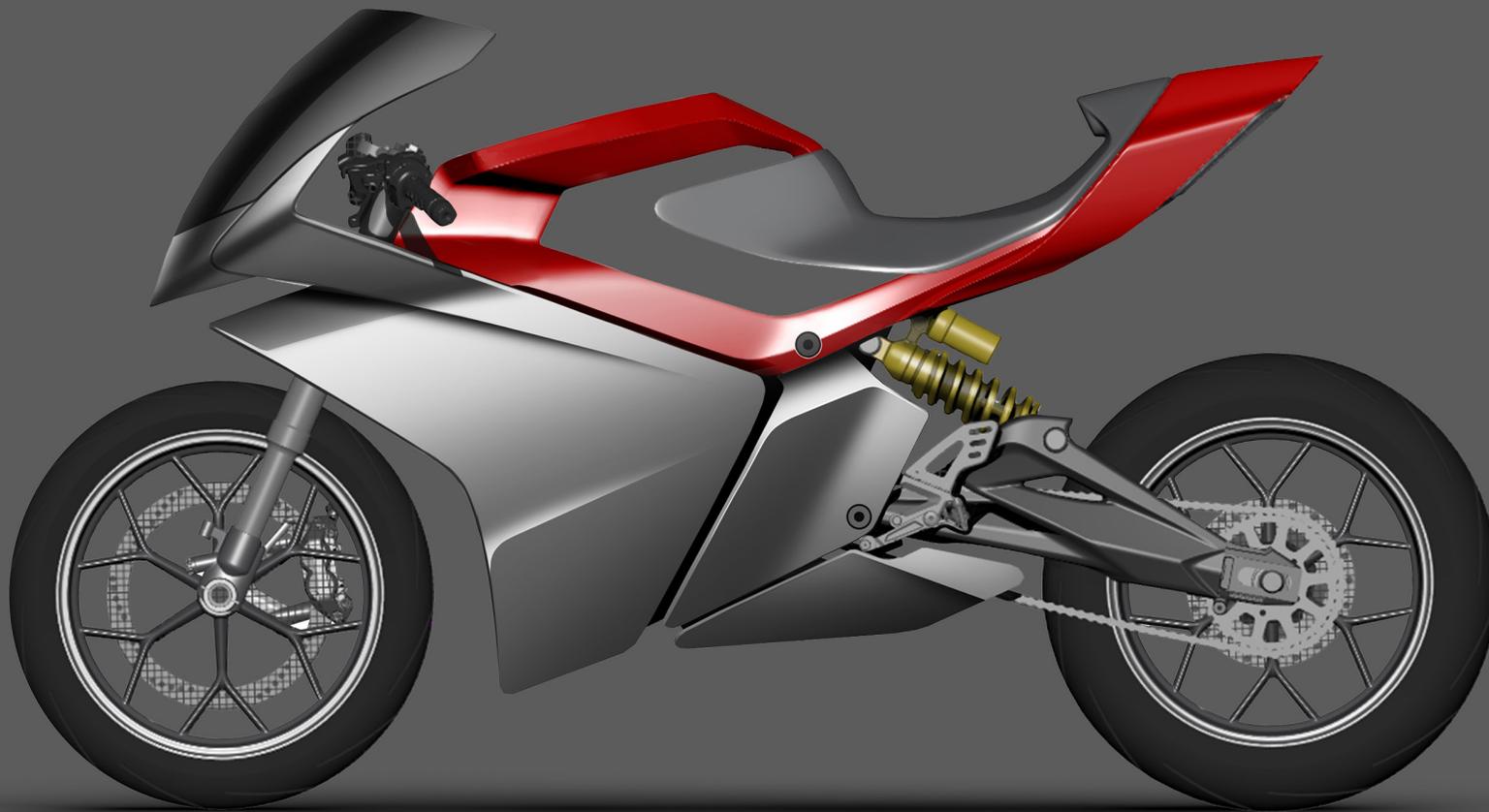
metaprogetto



Trattandosi del progetto di una moto da corsa/stradale è necessario mantenere la carenatura con superfici ampie e aerodinamiche (blu), quindi l'innovazione progettuale è rivolta ai componenti che non sono sottoposti a vincoli di aerodinamica (rosso). La presenza di un pacco batterie contenuto, per la ridotta potenza della moto (12 kW), permette l'eliminazione del serbatoio che diventa necessario solo per una corretta impostazione di guida e per questo motivo il fulcro del progetto sarà un telaio a traliccio in grado di sostenere tutta la moto.

125 electric motorcycle

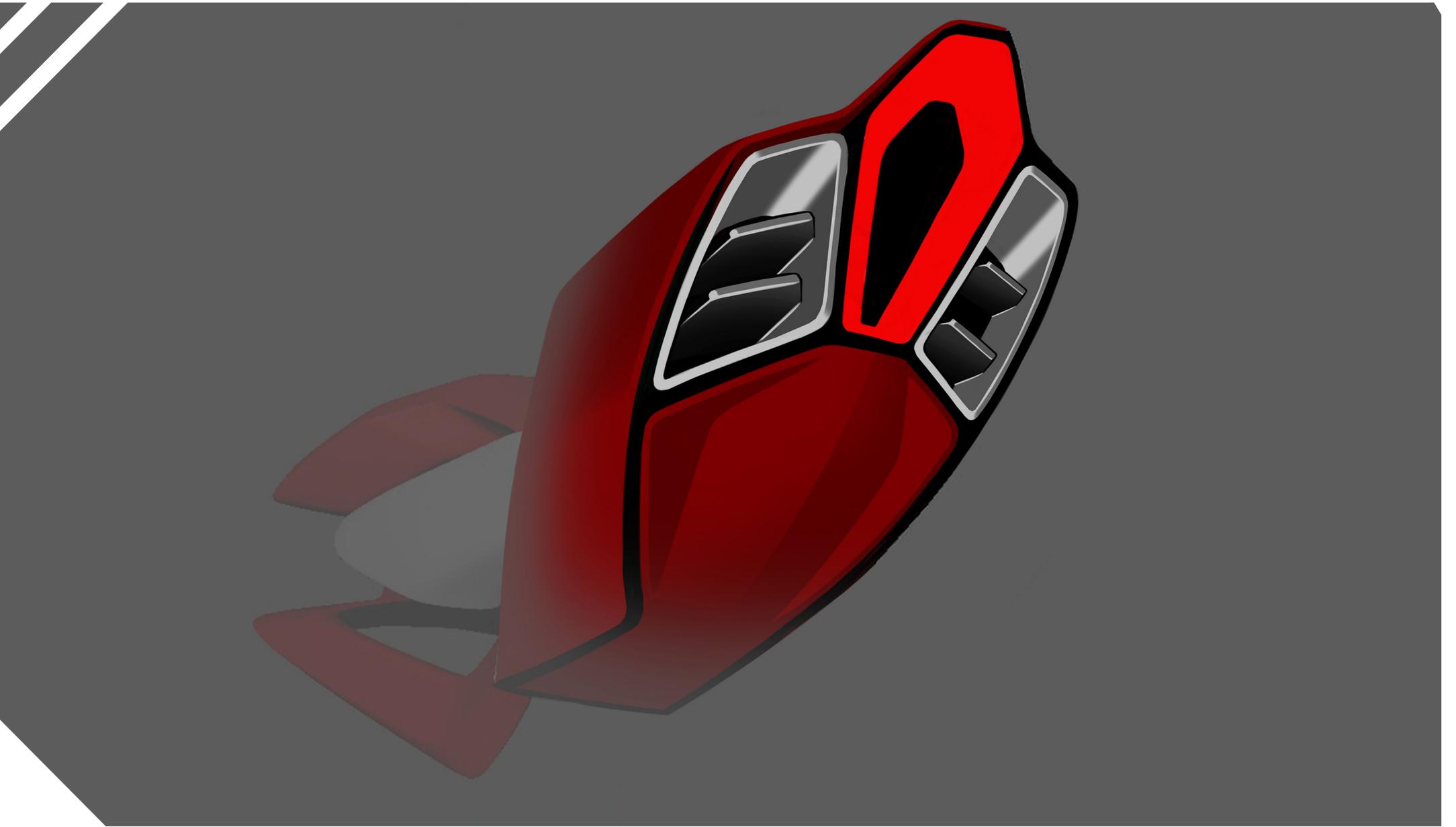




**+**  
**+** **SKETCH - SIDE**  
**+** concept

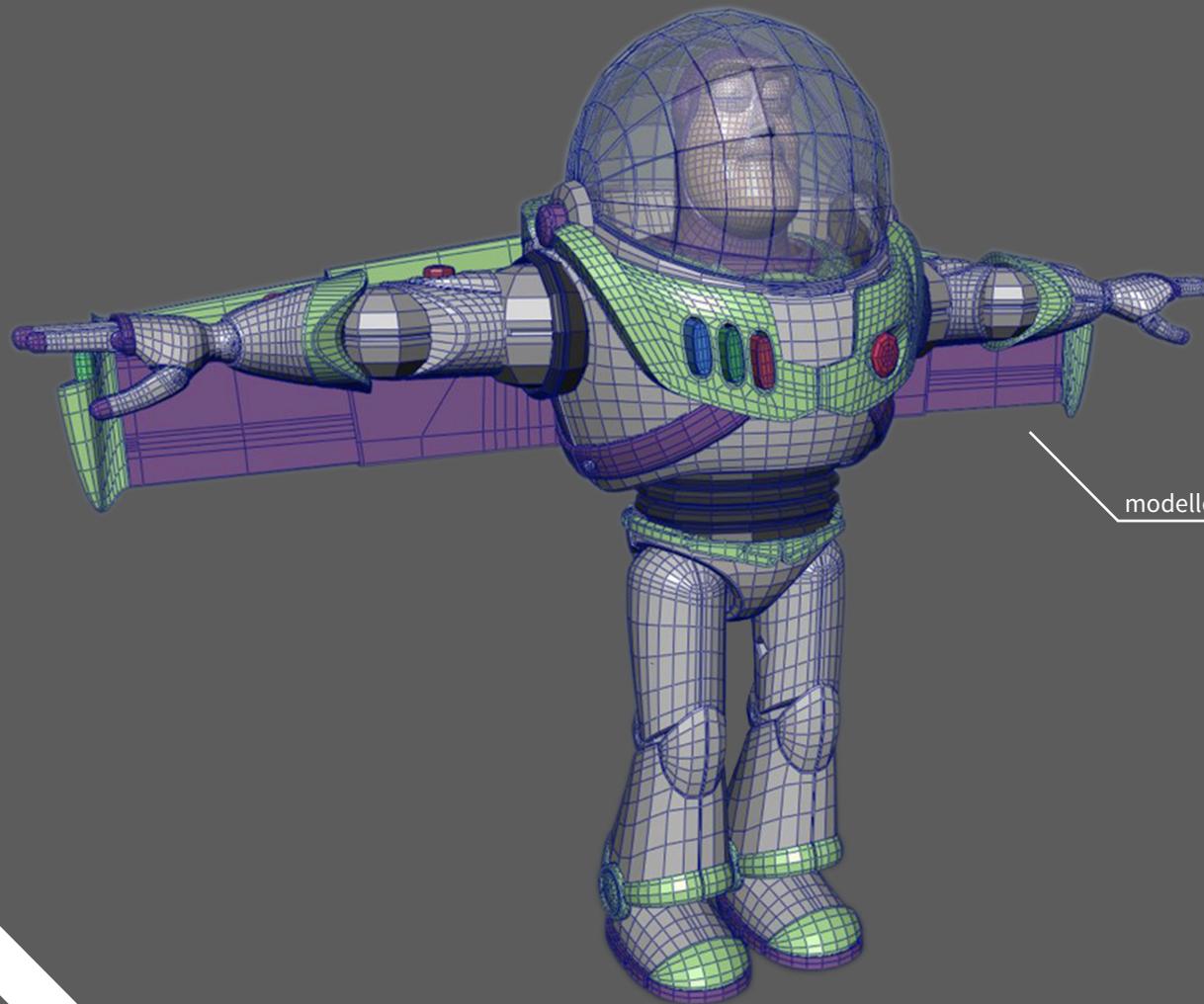


**+**  
**+** SKETCH - 3/4 FRONT  
concept



## MODELLAZIONE POLIGONALE

strumenti



modello prodotto da Pixar

La modellazione poligonale è basata su mesh, dall'inglese "maglia", "rete".

Semplificando, una mesh poligonale è la partizione di una superficie continua in celle poligonali come triangoli, quadrilateri, ecc.

Il reticolo che definisce un oggetto nello spazio è composto da vertici, spigoli, e facce.

Negli anni recenti le mesh poligonali sono divenute sempre più popolari e oggi sono usate intensivamente in molte differenti aree della computer grafica.

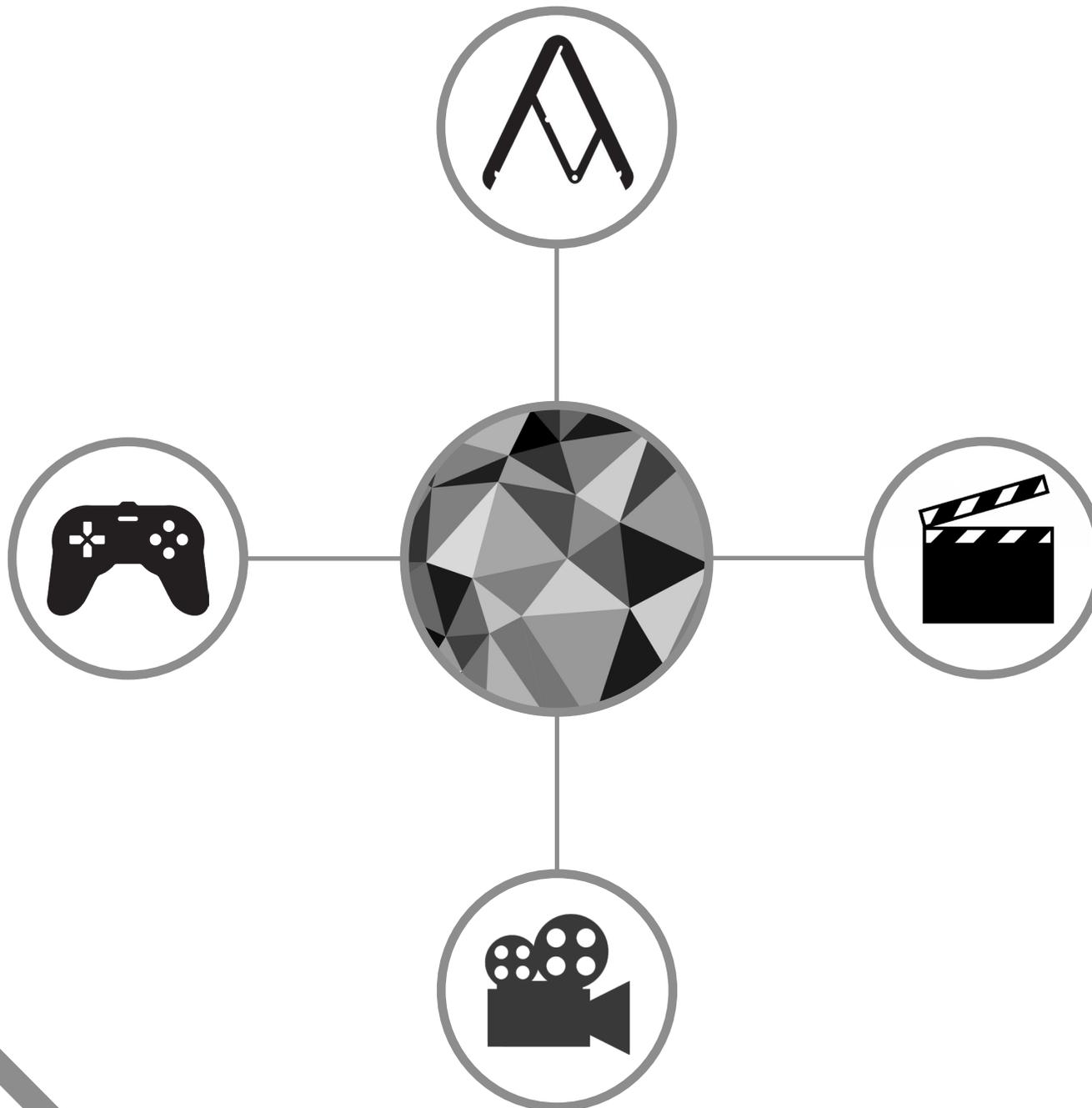
125 electric motorcycle

## CAMPI DI APPLICAZIONE

strumenti

Il primo campo di applicazione della modellazione poligonale è stato il cinema; nel 1998 la casa cinematografica Lucas realizzò un corto animato che vinse il prestigioso premio Academy Award.

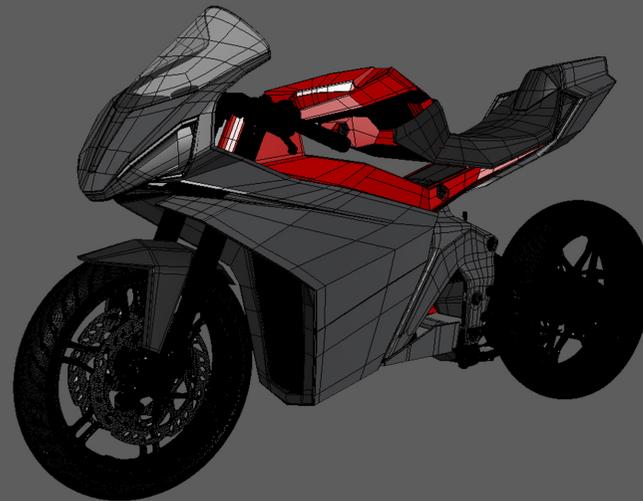
Oggi l'utilizzo della modellazione poligonale spazia in diversi ambiti, oltre al cinema anche ai videogiochi, all'animazione 3D, fino di recente, anche al disegno industriale per la realizzazione di prototipi/concept.



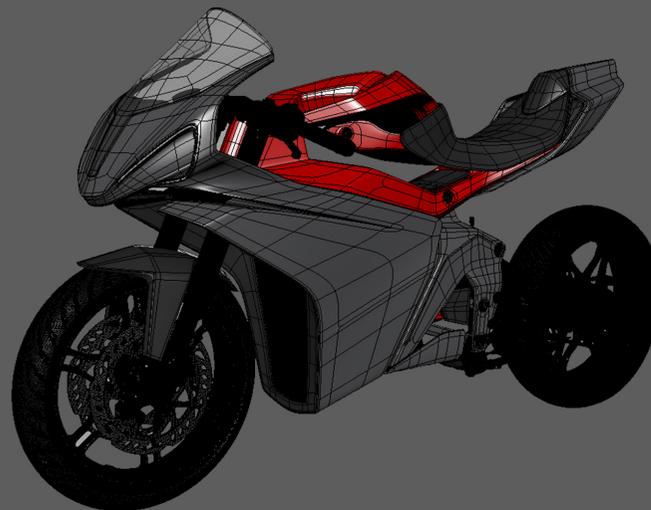
125 electric motorcycle

## DISEGNO INDUSTRIALE

strumenti



normal mesh



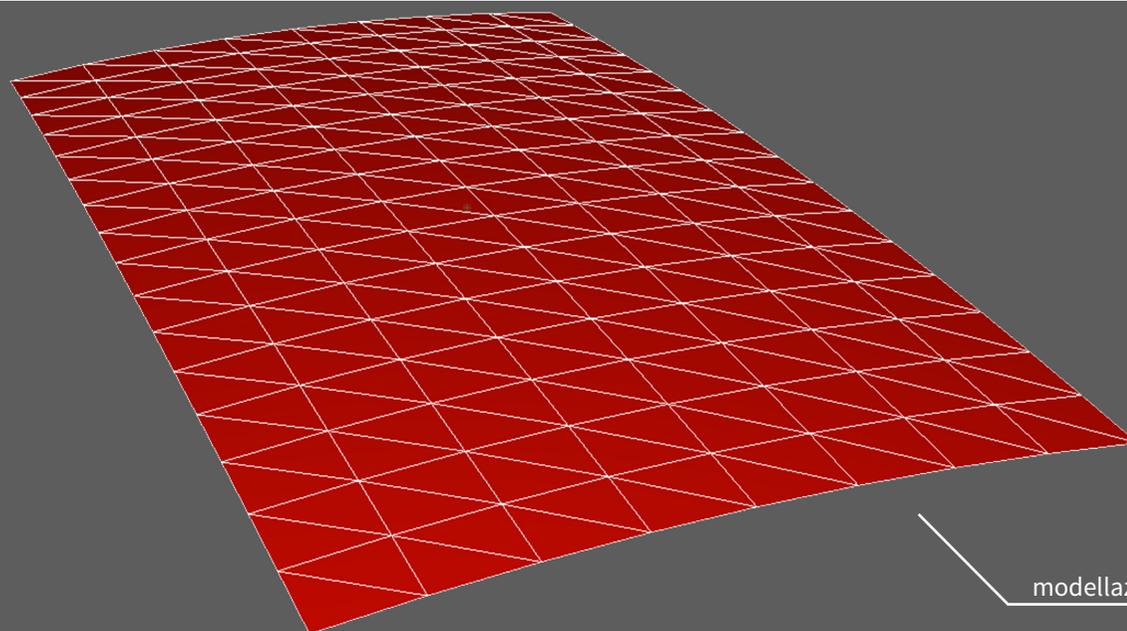
smoothed mesh

La modellazione poligonale viene utilizzata nel disegno industriale, in questo caso nel settore automotive, perchè si tratta di una tecnica che permette un controllo quasi totale del processo di creazione, una velocità di modifica elevata e una resa della forma finale molto fedele alla realtà.

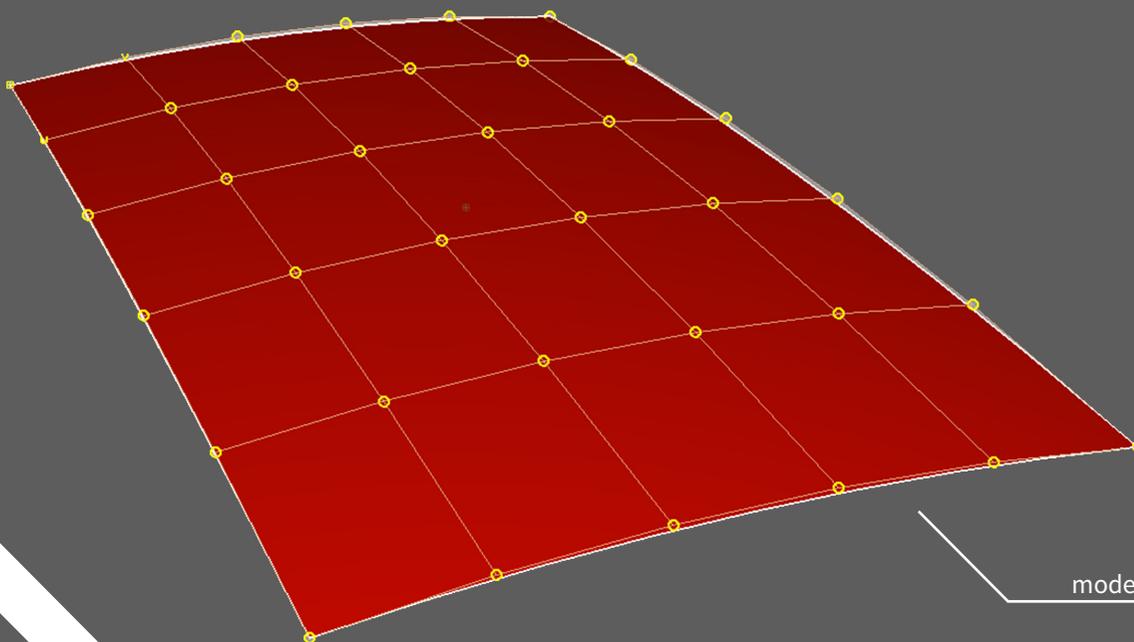
Il designer può verificare costantemente la qualità del modello 3D, perfezionandolo rapidamente dove e se necessario, questo consente di poter fare ricerca di stile anche durante la fase di modellazione, che avviene di solito nella fase di sketch.

125 electric motorcycle

## CONFRONTO strumenti



modellazione poligonale



modellazione NURBS

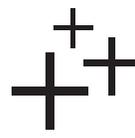
Tradizionalmente nel processo di sviluppo di un modello 3D si utilizza la modellazione per NURBS, che permette di ottenere un output definito nei dettagli con strumenti di analisi delle superfici e di conseguenza una elevata accuratezza delle “pelli” con tempi e costi maggiori, ma con la possibilità di utilizzare il modello per la fase di engineering. Diversamente nella modellazione poligonale i tempi si riducono molto e di conseguenza anche i costi, ma il modello che si ottiene è adatto a una fase di concept/ricerca di stile.

125 electric motorcycle

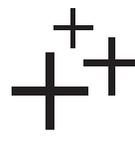


**+**  
**+** **SIDE RIGHT**  
**+** render



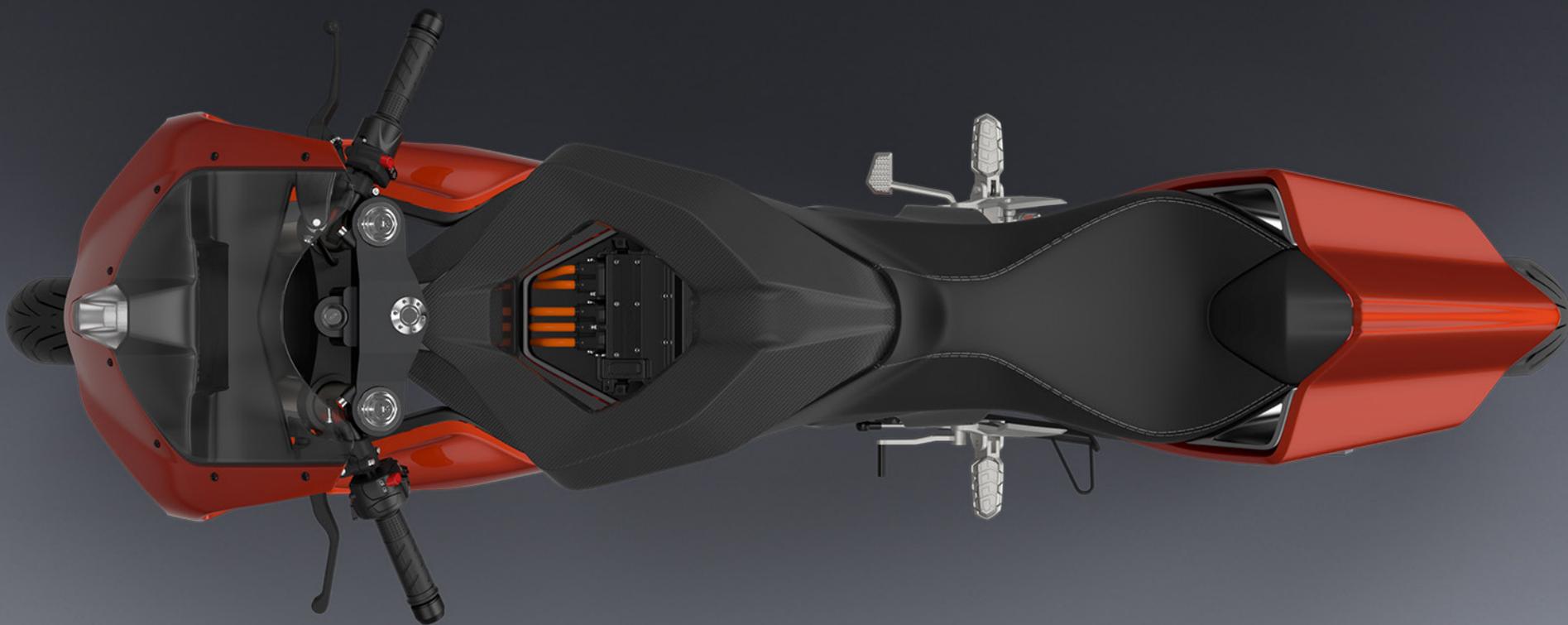
 **3/4 FRONT RIGHT**  
render



 **3/4 REAR RIGHT**  
render



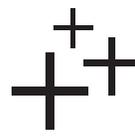




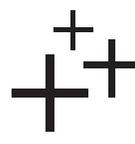


**+**  
**+** **SIDE LEFT**  
render



 **3/4 FRONT LEFT**  
render



 **3/4 REAR LEFT**  
render

## ERGONOMIA

### Specifiche



Il serbatoio della XR, non ha più la sua funzione consueta, diventa telaio con due compiti da svolgere: ergonomia e struttura del veicolo.

Per quanto riguarda l'ergonomia, il volume del serbatoio diventa supporto al pilota per favorire la posizione di guida più consona. Le soluzioni progettuali per raggiungere l'obiettivo ergonomico riguardano: allungamento della sella sospesa per il posizionamento delle ginocchia e un "serbatoio" cavo, che mantiene perimetralmente i volumi, al fine di appoggiare la parte superiore del corpo del pilota.



125 electric motorcycle



## FISSAGGI Specifiche

La struttura della XR è composta da due telai che insieme la completano.

Al primo sono collegati:

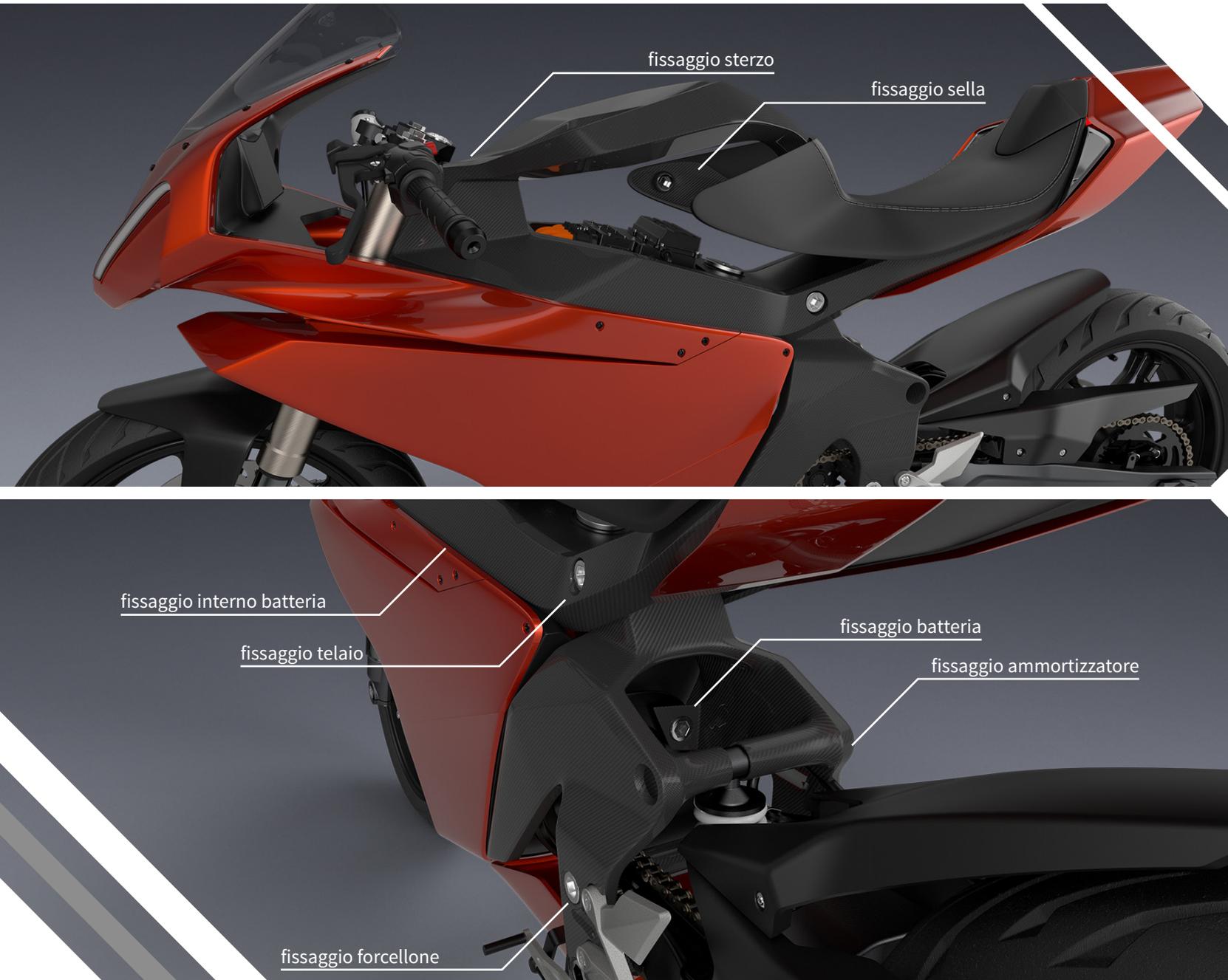
- STERZO
- SELLA/CARENA
- CODA
- BATTERIA

Il secondo telaio, collegato al primo da un fissaggio, sostiene:

- MOTORE
- RUOTA POSTERIORE, attraverso il forcellone e l'ammortizzatore.

La sezione ridotta delle componenti dei telai, che dona alla moto un aspetto "leggero", è possibile grazie all'utilizzo della fibra di carbonio.

125 electric motorcycle

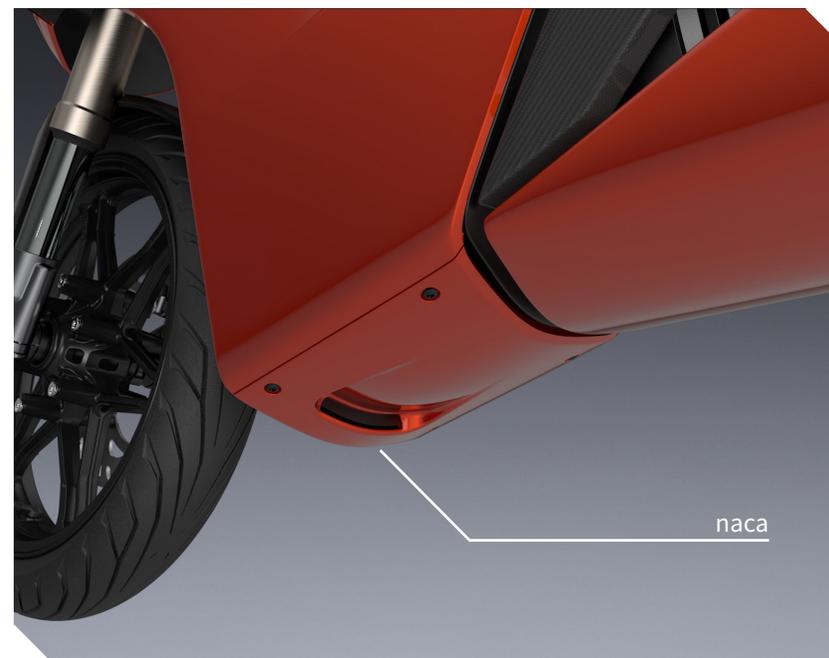
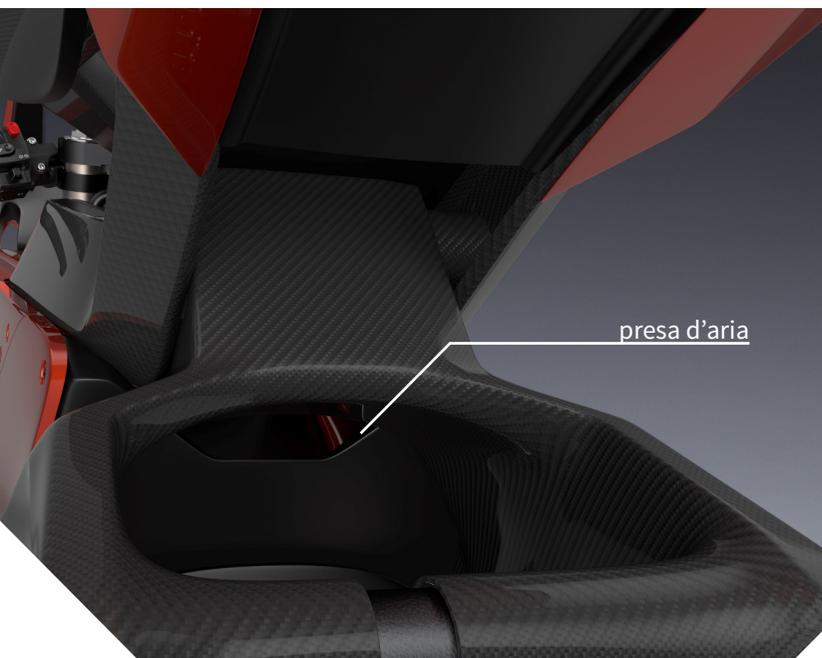
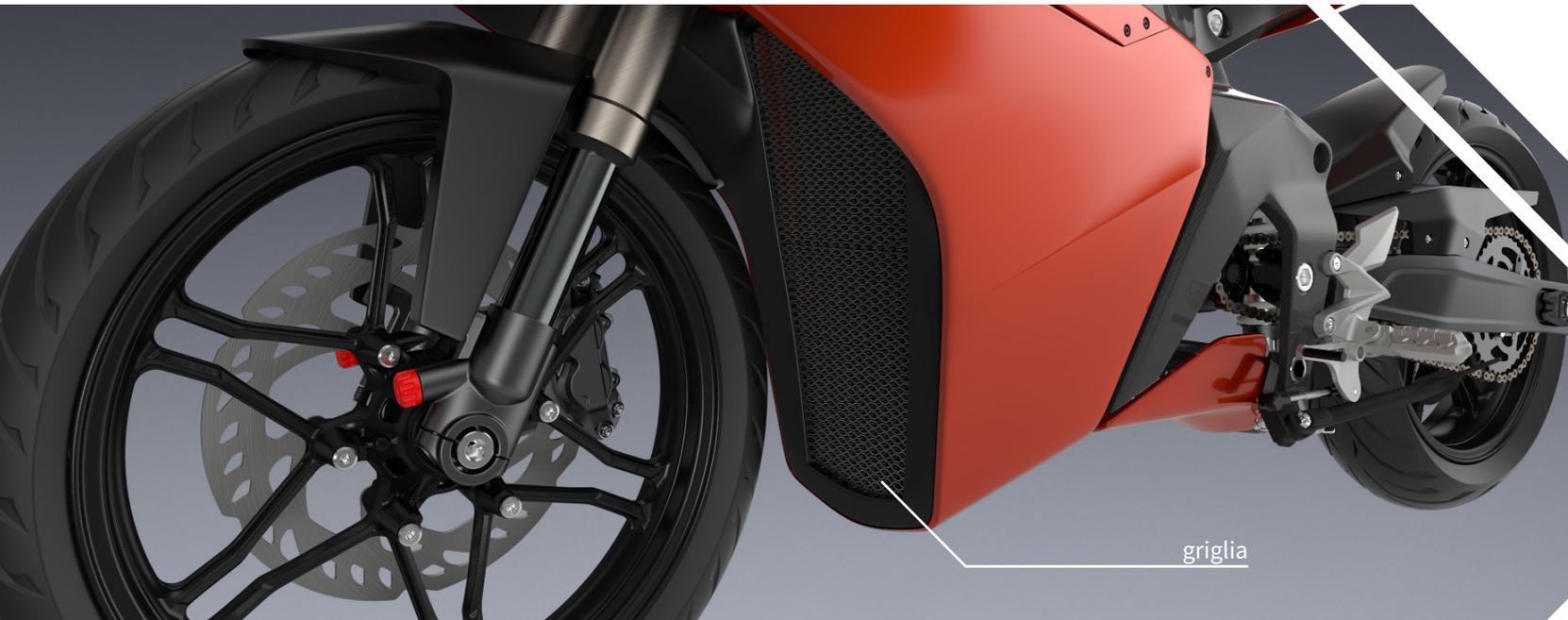


## RAFFREDDAMENTO

Specifiche

Durante l'utilizzo il pacco batterie tende a scaldarsi in modo significativo trasmettendo di conseguenza il calore anche alle gambe del pilota vicine, per posizione di guida, alle batterie.

Per questo motivo è necessario un sistema di raffreddamento attraverso la circolazione dell'aria che si incamera con il moto di guida e che entra nella parte anteriore della moto attraverso una griglia ed esce da una presa d'aria e da una naca posizionate nella parte posteriore della carena.



125 electric motorcycle

## CARENE Specifiche

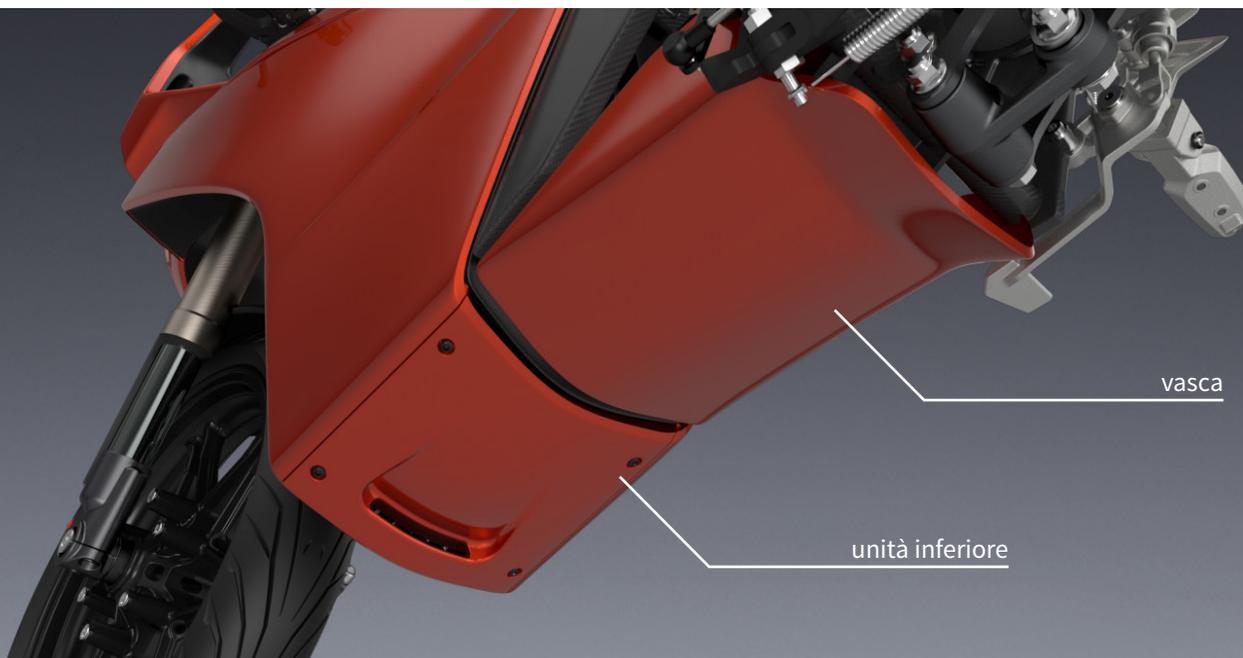
Trattandosi di una moto da pista è necessario prevedere un sistema di sgancio rapido delle carene che, in caso di caduta del pilota o di necessità di sostituzioni di componenti interne, possano essere rimosse e rimontate con estrema facilità.

Per questo la carena è stata divisa in cinque unità legate tra loro da viti M4, oltre a due unità distinte: CODA e VASCA.

Le unità della carena sono:

- LATERALE DESTRO
- LATERALE SINISTRO
  - CUPOLINO
  - CENTRALE
  - INFERIORE

125 electric motorcycle



## AUTONOMIA

### Specifiche

Il motoveicolo è azionato da un propulsore elettrico a coppia conica.

Il motore "green" sprigiona una potenza di 12 Kw l'equivalente di un motoveicolo a combustione di cilindrata 125 Cc.

Il pacco batterie ha dimensioni ridotte perciò è contenuto nella carena.

Nonostante ciò la moto ha un'autonomia di 200 Km in modalità Eco, mentre in modalità Racing di 100 km.

La ricarica può essere effettuata attraverso l'attacco situato sotto al telaio in un tempo complessivo di 75 minuti.



125 electric motorcycle

## STERZATA

### Specifiche

Durante la fase di progettazione è stato necessario calcolare la sterzata del motoveicolo.

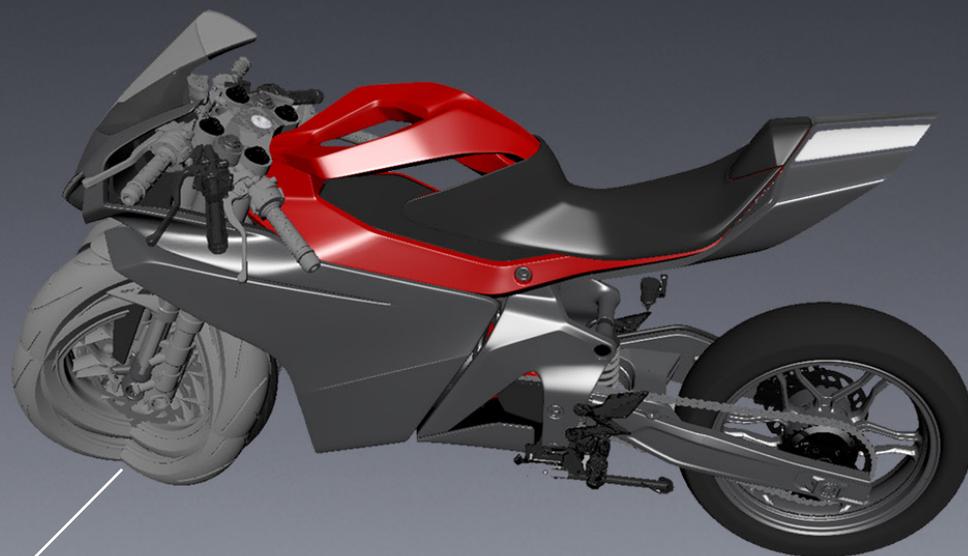
La sterzata è la massima rotazione che possono compiere manubrio, forcelle e ruota lungo il loro asse di sterzo.

Generalmente questa rotazione è di circa  $33^\circ$  e rappresenta un vincolo nella progettazione della carena e del cupolino.

In particolare è necessario che, durante il movimento di sterzata, il manubrio e le forcelle non vadano a collidere con il cupolino e la carena.

125 electric motorcycle

sterzata



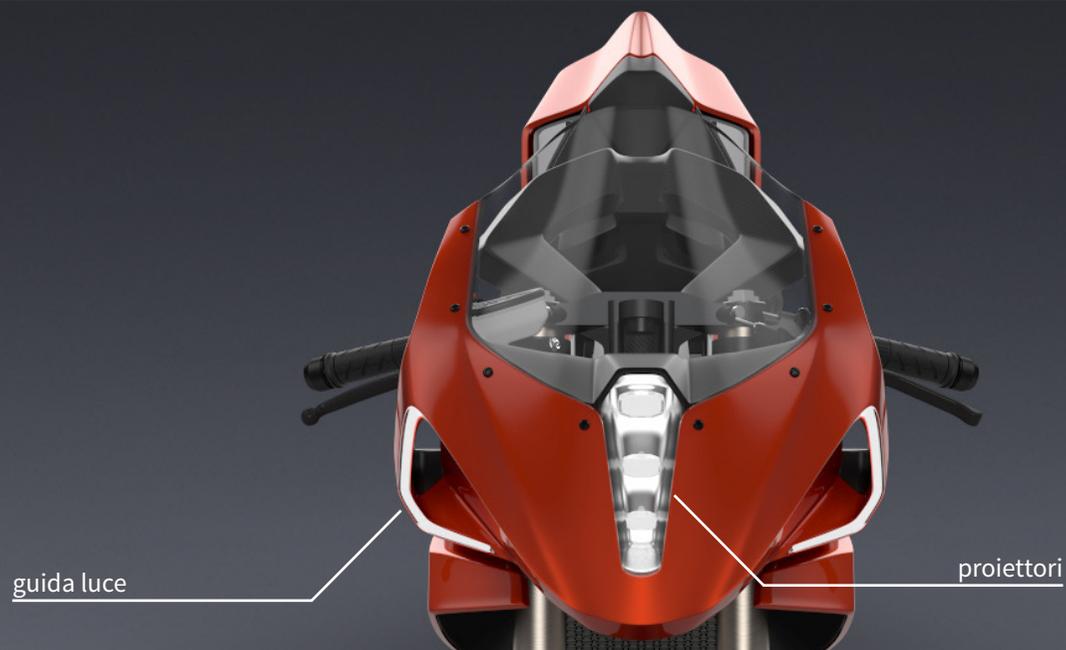
## LUCI Specifiche

Le luci anteriori della XR sono composte da tre unità distinte: due guida luce a LED posizionate all'interno dello spessore della presa d'aria del cupolino e un corpo centrale, necessario per l'omologazione, composto da tre proiettori.

Per dare continuità alla superficie centrale del cupolino ho scelto di inserire i fari proiettori sotto la continuazione del plexiglass.

La luce posteriore della moto è composta da un guida luce a LED, bucato al centro, per creare totale sintonia con le prese d'aria che lo affiancano.

125 electric motorcycle





La collaborazione con l'azienda Q-id è iniziata due anni fa successivamente ad una lezione del corso di Laboratorio di Advanced Design 1A del Professor Liverani, tenuta dai due titolari della ditta.

Ho iniziato un tirocinio formativo durato sei mesi, in seguito ai quali l'esperienza è continuata con un rapporto di fiducia che si è consolidato nel tempo. Q-id è specializzata principalmente in design e modellazione di motoveicoli e le mie competenze sono andate sempre maggiormente in questa direzione, migliorando le mie conoscenze sulla modellazione 3D e sui rendering. La preparazione universitaria mi ha permesso di partire da una buona base riuscendo, fin dal primo momento, ad essere operativo.

Questa esperienza ha indirizzato la scelta della tesi su un progetto che sintetizzasse e mettesse alla prova tutte le conoscenze acquisite durante questo periodo di studio/lavoro. Non solo, questa tesi mi ha permesso di approfondire ulteriormente aspetti progettuali utilizzando la modellazione poligonale.

La scelta del progetto è dovuta anche alla possibilità di riscontri futuri in una logica di Advanced Design.

Avendo curato in particolar modo lo stile e le superfici, la maggior parte del tempo è stata dedicata alla modellazione, anche per prendere manualità con il programma Maya che fino a quel momento non avevo mai utilizzato, avendo come bagaglio accademico Alias. Il nuovo programma di modellazione poligonale utilizzato mi ha permesso di portare a termine il progetto in un tempo relativamente breve (4 mesi), naturalmente se avessi utilizzato un software di modellazione con superfici NURBS i tempi si sarebbero dilatati enormemente. Ho comunque utilizzato Alias per l'inserimento di dettagli al modello 3D.

Maya mi ha consentito di apportare modifiche di stile in corso d'opera, opzione che solo la modellazione poligonale consente assomigliando in questo al tipo di lavorazione manuale del clay.

Lo stile della XR è semplice e con linee "pulite" questo per trasmettere un linguaggio product design al motoveicolo che si allinea alle tendenze stilistiche del momento e la soluzione "green" mi ha permesso di adottare un telaio scavato a traliccio con la sella per l'alloggiamento delle ginocchia, soluzione che attualmente è particolarmente innovativa in quanto non è ancora presente sul mercato.

- <http://www.green.it/moto-elettriche-entro-2023-saranno-6-milioni/>
- <https://www.gpone.com/it/2018/04/03/news-prodotto/mercato-moto-riecco-i-125-a-marzo-672.html>
- <https://www.insella.it/news/ktm-freeride-e-xc-lenduro-elettrica-si-rinnova-il-2018-142923>
- <http://www.motorbox.com/moto/magazine-moto/moto-novita/yamaha-pes2>
- <http://www.motoblog.it/post/737627/yamaha-pes1-e-ped1-saranno-pronte-per-il-2016>
- <https://red-live.it/moto/yamaha-motoroid/>
- <http://www.di.unito.it/~marcog/IG2/L06.pdf>
- <http://www.motociclismo.it/moto-elettrica-futuro-due-ruote-esito-sondaggio-2017-67929>
- <https://www.dueruote.it/notizie/attualita/elettrico-la-batteria-e-il-futuro-delle-moto-secondo-bosch>
- <http://heavyrider.corriere.it/2018/02/09/moto-elettrica-poca-tensione-ma-futuro-ricco/>
- <http://www.corsedimoto.com/il-caso/volt-e-rivolt-le-moto-elettriche-da-corsa-hanno-un-futuro/>
- <http://www.ilsole24ore.com/art/motori/2017-05-28/bmw-studia-moto-elettrica-futuro-151848.shtml?uuid=AEjCagUB>
- <https://tecnologia.libero.it/honda-riding-assist-la-moto-a-guida-autonoma-5554>
- <https://www.moto.it/news/honda-riding-assist-e-in-direzione-della-guida-autonoma.html>
- <https://www.dueruote.it/notizie/attualita/le-moto-del-futuro-ecco-come-saranno>