

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI SCIENZE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE INFORMATICHE

MODELLAZIONE E RENDERING DEL LUNGOMARE DI RICCIONE
MEDIANTE BLENDER

Relazione finale in
Metodi numerici per la grafica

Relatore

Prof.ssa Damiana Lazzaro

Presentata da

Luca Giannone

Sessione III

Anno Accademico 2013/2014

Sommario

Introduzione	5
Obiettivo della tesi.....	5
Tecnologie usate.....	5
Struttura della tesi.....	6
1 - La computer graphics	9
1.1 Cos'è la computer graphics?	9
1.2 Campi di applicazione della computer graphics.....	9
1.3 L'ambito di lavoro.....	10
2 - Blender e la modellazione	13
2.1 Blender	13
2.1.1 Principali caratteristiche.....	13
2.2 Adobe Photoshop.....	16
2.3 La modellazione.....	16
2.4 Le tecniche di modellazione	17
2.4.1 Modellazione solida.....	17
2.4.2 Modellazione mediante superfici	22
2.5 Le NURBS	25
2.5.1 Il grado.....	25
2.5.2 I punti di controllo	25
2.5.3 I nodi.....	26
2.5.4 La regola di stima.....	26
3 - Il progetto.....	29
3.1 La realizzazione.....	29
4 - Realtà e modellazione	39
Conclusioni	47
Bibliografia.....	48
Ringraziamenti.....	49

Introduzione

Obiettivo della tesi

Lo scopo di questa tesi è quello di realizzare un modello tridimensionale del lungomare di Riccione, mediante l'uso di programmi di modellazione, grafica e CAD (*computer aided design*). Lo scopo è di riprodurre un intero ambiente virtuale che l'utente sia libero di esplorare e in cui possa muoversi in totale libertà. Il possibile utilizzo di un tale progetto è quindi essenzialmente divulgativo o a fini turistici, poiché permette di far conoscere il lungomare di Riccione e di farlo esplorare attivamente dall'utente attraverso il computer comodamente da casa. Questo potrebbe successivamente invogliare gli utenti a visitare dal vivo la città, destando curiosità in merito agli arredi turistici precedentemente osservati in maniera virtuale.

L'idea finale è infatti quella di pubblicare il progetto sul sito internet del Comune di Riccione, con cui sono già stati presi contatti. Sul sito i visitatori potranno muoversi all'interno dell'ambiente realizzato e interagire con esso, visualizzare pubblicità ed eventi e, in alcuni casi, effettuare prenotazioni o visitare i relativi siti internet. Questo permetterebbe inoltre di conoscere a priori il luogo che si intende visitare e di muoversi in modo più agevole all'interno di esso.

Tecnologie usate

Per effettuare questo lavoro, è in primo luogo necessario disporre di un programma di modellazione 3D, che permetta di ricreare l'ambiente e le sue componenti. Questa sarà la base del progetto, poiché consentirà di riprodurre in modo fedele le fontane e gli altri elementi d'arredo del lungomare. Per questo lavoro si è scelto di utilizzare Blender, un programma *open source* di modellazione che consente di realizzare modelli tridimensionali partendo da informazioni scritte (misurazioni) o disegni (fotografie o *screenshot*). Assieme al programma di modellazione, è necessaria una conoscenza del luogo che si intende modellare, sia essa una conoscenza personale, che si tratti di video o fotografie, di progetti e misurazioni o, come nel mio caso, di tutte le precedenti. Partendo da queste immagini e misurazioni è infatti possibile ricreare una copia tanto più fedele del luogo, quanto più le informazioni sono precise.

Una volta completata la fase di modellazione, è utile applicare delle *texture* agli oggetti, al fine di rendere più realistico il modello e permettere all'utente di immedesimarsi meglio nell'ambiente. Per *texture* si intendono delle immagini utilizzate per "ricoprire" gli oggetti in modo da colorarli dando l'impressione che gli stessi siano fatti di specifici materiali (ad esempio legno, metallo etc...). Le *texture* utilizzate sono state realizzate mediante Adobe Photoshop e poi applicate alle singole componenti del progetto. Una volta completato il modello, mediante il *Game Engine* di Blender è possibile dare all'utente la possibilità di muoversi all'interno dell'ambiente realizzato e, in alcuni casi, di interagire con esso. La gestione della fisica ha permesso di aggiungere l'acqua delle fontane e la gestione delle collisioni, fornendo un ulteriore grado di realismo e dando all'utente la sensazione di muoversi in un ambiente vivo e non di guardare immagini statiche come potrebbe essere una fotografia.

Struttura della tesi

Il presente lavoro è stato strutturato come segue: il primo capitolo tratta della computer graphics, illustrando cosa sia ed evidenziando alcuni tra i suoi innumerevoli campi d'applicazione. Tra questi sarà maggiormente trattato il campo su cui si è scelto di operare in quanto quello di maggior interesse ai fini del lavoro.

Nel secondo capitolo si affronterà nello specifico l'analisi dei programmi utilizzati e di quali siano gli strumenti indispensabili per lavorare sulla modellazione e il rendering del progetto realizzato. Verrà fatta una panoramica dei software, di alcune loro funzionalità ed evidenziati i diversi pregi, parlando anche dei singoli strumenti e di come vadano usati. A questo punto l'attenzione verrà posta sulle diverse tecniche di modellazione utilizzate, mostrando aspetti positivi e negativi di queste, fornendo inoltre alcuni esempi. Si parlerà delle curve NURBS e di alcuni principi matematici per capire meglio come esse lavorino e vengano utilizzate.

Il quarto capitolo illustra il progetto vero e proprio. In questa sezione vengono descritte in modo accurato le metodologie con le quali il progetto è stato sviluppato, in che ordine e che modo gli oggetti siano stati realizzati e mediante quali tecniche. Si sono evidenziati eventuali difficoltà riscontrate durante il lavoro e come queste siano state superate.

La parte finale di questo documento presenta un confronto tra gli oggetti reali rappresentati e quelli riprodotti virtualmente. Somiglianze e differenze vengono mostrate anche graficamente, ponendo particolare attenzione a quali modifiche siano state apportate per far somigliare maggiormente il modello virtuale agli oggetti reali.

Capitolo 1

La computer graphics

1.1 Cos'è la computer graphics?

La *computer graphics* è il settore dell'informatica che si occupa dell'uso del calcolatore nel campo della grafica e lo studio di tecniche di rappresentazione di tipo grafico delle informazioni atte a migliorare la comunicazione tra uomo e macchina. La grafica computerizzata ha sempre ricoperto un ruolo molto importante e, con l'avvento delle immagini tridimensionali, ha avuto una crescita molto rapida dall'ambito progettuale edilizio o cinematografico per la realizzazione di sfondi e animazioni, fino ad arrivare all'uso pratico più recente grazie al connubio con le stampanti 3D.

1.2 Campi di applicazione della computer graphics

La grafica consente di rappresentare oggetti tramite figure e diagrammi in formato bidimensionale e tridimensionale e risulta essere un metodo di apprendimento semplice e intuitivo. Un primo esempio può infatti essere quello delle scuole di infanzia, dove i bambini apprendono l'alfabeto collegando le lettere a delle immagini conosciute il cui nome cominci con la lettera che si vuole insegnare. Questo mostra come la grafica e le immagini in generale favoriscano un apprendimento immediato delle informazioni. Essa può infatti essere utilizzata in una grande varietà di campi, tra i quali emerge il largo uso in ambito pubblicitario dove gli articoli vengono spesso reclamizzati attraverso semplici fotografie del prodotto e il rispettivo nome, senza ulteriori informazioni, o dove il prodotto viene affiancato a immagini piacevoli e colorate per stimolare l'immaginario degli acquirenti, richiamando situazioni o sensazioni piacevoli utili ad invogliare l'acquisto.

Nell'era di internet e dei computer, si è assistito ad un progressivo passaggio dal cartaceo al digitale, data la capacità degli odierni sistemi grafici di generare immagini sofisticate in tempo reale. Attualmente esistono, infatti, molti programmi di apprendimento al PC, e molte pubblicità online. Da qui deriva la crescente importanza

della *computer graphics* che diversamente da fotografie o immagini statiche, permette di realizzare animazioni, cambi di colore e molti effetti in grado di aumentare l'interesse di chi osserva, senza tuttavia appesantire o stancare l'utenza.

La *computer graphics*, comunque, non è utilizzata solo a scopi didattici o pubblicitari, ma ricopre una grande varietà di settori e usi che vanno dalla rappresentazione di funzioni matematiche all'analisi di dati statistici, così come nella cartografia per una dettagliata riproduzione delle mappe o dei fondali marini. Essa è utilizzata molto anche in campo medico e per l'analisi dei dati generati negli esami di medicina diagnostica (quali ad esempio le *tomografie assiali computerizzate*, TAC) e immagini per risonanza magnetica (MRI) o per lo studio della postura. La grafica è molto utilizzata anche nei programmi commerciali per realizzare interfacce più accattivanti o intuitive, così come nei videogiochi o nei simulatori, utilizzati pure in campo militare per favorire l'apprendimento delle reclute senza grosse spese e senza rischi. Altro settore dove trova ampio impiego è quello della realtà virtuale, campo attualmente in ampio sviluppo e di grande interesse per alcune tra le più grosse *software house* attualmente esistenti.

Proprio su questi temi di simulazione e realtà virtuale si incentra il presente lavoro il quale, attraverso la riproduzione fedele del lungomare di Riccione, si prefigge un duplice scopo. Da un lato permettere un'interazione virtuale e autonoma all'interno del lungomare di Riccione, dall'altro promuovere anche a livello commerciale l'area attraverso l'inserimento di pubblicità o la promozione delle strutture alberghiere, turistiche e di ristorazione presenti.

1.3 L'ambito di lavoro

Tra i vari campi d'applicazione, questa tesi si incentra in particolar modo sulla rappresentazione di un ambiente virtuale che rispecchi in modo più fedele possibile un luogo reale. L'ambiente è stato sviluppato a partire dai progetti originali del lungomare di Riccione e poi plasmato in base alle modifiche apportate agli oggetti in fase di realizzazione direttamente rilevate sul luogo. Questo garantisce la fedeltà delle immagini e dello stato di fatto delle opere che può in qualsiasi momento essere modificato in base ai cambiamenti effettivamente applicati al luogo in analisi. Questa riproduzione permette a chi voglia consultare le strutture, come ad esempio un turista, di visitare luoghi anche molto lontani dalla sua posizione anche comodamente dalla propria casa.

Attualmente molte aziende, anche multinazionali importanti, hanno investito e continuano a farlo nello sviluppo di progetti legati alla *computer graphics* o all'elaborazione e fruizione di immagini digitali. È noto il caso della famosa casa americana Google, la quale ha ideato qualcosa di simile¹ sfruttando apparecchiature fotografiche satellitari e non. Queste riproduzioni, tuttavia, per quanto fedeli alla realtà, sono molto limitate dal punto di vista della prospettiva e l'interazione che l'utente può avere col luogo che sta visitando. In campo commerciale, superare queste limitazioni comporterebbe dei notevoli vantaggi: per esempio la riproduzione dell'interno di un hotel permetterebbe al cliente di vedere le camere e scegliere quella che più gli piace. La modellazione di strutture storiche, come ad esempio il Colosseo, consentirebbe agli studenti di visitare luoghi e opere d'arte lontane, magari ad un prezzo agevolato e con minor dispendio di tempo. Sarebbe possibile muoversi e interagire col luogo che si sta guardando (cosa che la fotografia, sebbene molto fedele, non consente). Una riproduzione virtuale di molte strutture richiederebbe una quantità di lavoro immensa ma già Google sta operando in questa direzione. Di recente, infatti, è nato *Project Tango*² un progetto per tablet e smartphone che tramite l'uso di sofisticati sensori riesce a creare un modello 3D dell'ambiente circostante. Questa tecnologia, tuttavia, è ancora in fase di sviluppo, i dati ottenuti dovranno comunque essere sottoposti a controllo per ovviare ai possibili errori dei sensori, e richiederà una discreta quantità di tempo prima che sia completa e attuabile. Una modellazione manuale risulta quindi più affidabile soprattutto se, come nel caso di questo progetto di tesi, è basata su planimetrie di costruzione, misurazioni reali e la possibilità di visitare realmente il luogo in oggetto.

Lo sviluppo di questo tipo di progetto, potrebbe avere inoltre importanza nell'evidenziare il cambiamento urbano. Le strade, le aree e le strutture cambiano negli anni, alcune vengono rimosse e sostituite con altre o semplicemente subiscono delle modifiche estetiche. Una delle possibilità offerte, quindi, da un progetto del genere sarebbe quella di poter osservare i luoghi anche attraverso le varie fasi del loro sviluppo storico e temporale. Verrebbe soddisfatta la curiosità di vedere com'era il luogo nel passato, potendolo confrontare allo stato attuale o evidenziandone le evoluzioni e i cambiamenti nel corso degli anni.

¹ <https://www.google.it/maps/>

² <https://www.google.com/atap/projecttango>

Capitolo 2

Blender e la modellazione

2.1 Blender

Blender è un software open source utilizzato per modellazione, texturing, simulazione di fumo e acqua, animazione, rendering e molto altro ancora. Blender consente di realizzare modelli e applicazioni 3D come ad esempio film e videogiochi. Queste caratteristiche lo rendono un programma molto versatile e molto usato data la sua grande flessibilità. La possibilità di importare ed esportare i modelli, aiuta l'interazione con altri programmi e la riusabilità del lavoro svolto, data la grande compatibilità con altre piattaforme. Il sistema di fisica di Blender permette di manipolare elementi simulando anche lo stato liquido o gassoso, gestendo anche collisioni e gravità. Il programma, oltre al grande potenziale, offre al programmatore una gran quantità di strumenti, che permettono di imparare a modellare in modo semplice e intuitivo, lasciando trasparenti alcuni aspetti della modellazione, o consentendo di lavorare ad un livello più fine anche per i più esperti. Diversamente da molti altri programmi, il sistema coordinate Blender prevede un orientamento degli assi diverso da quello classico. Infatti l'asse Z positivo punta verso l'alto, l'asse X positivo punta verso l'osservatore e l'asse Y positivo punta verso destra.

Il programma offre una grande varietà di primitive, che permettono di semplificare il lavoro del programmatore. La possibilità non solo di modellare, ma di creare animazioni, rende Blender un programma molto completo.

2.1.1 Principali caratteristiche

L'interfaccia base di Blender è semplice ed essenziale. Le varie funzionalità sono raggruppate sotto diversi menù contestuali che l'utente è libero di personalizzare modificando la visualizzazione delle finestre. Premendo la barra spaziatrice nella finestra principale è possibile far comparire un menù di ricerca che permette di individuare immediatamente i comandi ricercati. Anche lo schermo è personalizzabile, è infatti possibile dividerlo in più sezioni in modo da avere visuali in modalità differenti o vedere

lo stesso oggetto da angolature diverse. Non vi è limite al numero di suddivisioni che si possono fare, anche se tendenzialmente 3 o 4 sono più che necessarie per qualsiasi lavoro. Tutti i comandi, comunque, possono essere effettuati tramite *shortcut* da tastiera che accelerano notevolmente la velocità di lavoro.

La schermata iniziale proposta da Blender presenta unicamente un cubo, tuttavia è possibile introdurre altri elementi utilizzando l'apposita funzionalità o tramite la shortcut *shift+a*. Questo farà aprire un menù in cui si potrà scegliere il tipo di oggetto da inserire, sia esso una delle primitive proposte dal programma piuttosto che un piano o una curva. In qualsiasi momento è possibile passare dalla selezione di un oggetto all'altro mediante l'uso del tasto destro del mouse.

Le modalità principali di lavoro sono *Object mode* ed *Edit mode*. *Object mode* viene usata per manipolare i singoli oggetti, muovere all'interno dello spazio, scalare o ruotare l'intera *mesh*. *Edit mode* è invece utilizzata per modificare gli elementi di un oggetto, permettendo di operare su facce, vertici e spigoli.

Per permettere di lavorare in modo più fluido, Blender consente non solo di spostare gli oggetti all'interno della scena, ma anche di muoversi all'interno di essa. Premendo *shift* e il tasto centrale del mouse è infatti possibile traslare la vista, mentre il solo uso del tasto centrale consente di ruotare la vista. Assieme a tutto ciò l'uso della rotella per incrementare o decrementare lo zoom, aiuta sia ad avere una vista più globale della scena, che ad avvicinarsi agli oggetti per operare con maggior cura sui dettagli.

Al crescere del numero di oggetti e della complessità di una scena, risulta sempre più complicato lavorare su essa. Su Blender è comunque possibile assegnare dei nomi specifici agli oggetti, in modo da identificarli agevolmente durante il progetto. Uno dei metodi più usati per realizzare degli oggetti su Blender, è quello di partire da un oggetto predefinito e partire modellando da quello. Anche in tal caso Blender ci aiuta mettendo a disposizione una gran varietà di *mesh* e oggetti predefiniti assieme anche a curve *NURBS* e di Bezier.

Al crescere delle dimensioni del progetto, diventa sempre più difficile orientarsi all'interno di esso. Per ovviare a questo problema Blender mette a disposizione un sistema a livelli che permette di scegliere su che livello inserire l'oggetto e di visualizzare solo i livelli interessati. Quando si ha però un unico grande oggetto, questo sistema a livelli non

aiuta a visualizzare solo le parti di interesse. In questo caso è possibile selezionare le facce o le zone non attualmente di interesse e nasconderle temporaneamente premendo H. Questo comando nasconde le parti selezionate e permette di lavorare con maggior cura su quelle ancora in vista. In qualsiasi momento è possibile far tornare visibili le parti nascoste tramite la combinazione da tastiera ctrl+H.

Avere le esatte dimensioni degli oggetti che si intendeva replicare è stato di grande aiuto durante la realizzazione del progetto. All'interno di Blender è infatti possibile impostare un sistema metrico e visualizzare la lunghezza dei singoli lati o la gradazione degli angoli. Altro grande aiuto in questo ambito è stato fornito dalla possibilità di impostare un'immagine di background durante il lavoro. Utilizzando un'immagine delle planimetrie della zona, è stato infatti possibile non solo controllare facilmente le proporzioni degli oggetti, ma anche disporli correttamente all'interno dello spazio dato che non si era a conoscenza delle distanze tra gli oggetti stessi.

Il sistema di fisica permette di emulare solidi e liquidi. È possibile impostare diversi parametri per ottenere l'effetto desiderato. Nel caso dei liquidi, ad esempio, è possibile gestire le collisioni e l'erogazione, oltre a specifiche caratteristiche a seconda del fluido che si vuole emulare. Emulare un liquido su un'ampia area risulta tuttavia molto pesante da calcolare e riprodurre. Per questo Blender consente di utilizzare delle forme di controllo per evitare che il fluido in questione vada oltre una certa area e influenzi l'ambiente in modo indesiderato.

2.2 Adobe Photoshop

Un altro programma fondamentale utilizzato durante la realizzazione del progetto, è Adobe Photoshop. Ad oggi esistono diversi programmi per l'elaborazione di immagini ma Photoshop risulta uno dei più usati e conosciuti, offrendo una gran quantità di strumenti per elaborazione e fotoritocchi ed è per questo largamente usato anche in campo professionale. L'uso fatto all'interno del progetto, è legato alla creazione e al successivo inserimento delle *texture* nelle varie parti delle strutture progettate in Blender. Il metodo di selezione di Photoshop ha infatti aiutato molto nel lavoro; sono state realizzate delle *texture* poi applicate ai singoli poligoni del modello creato con Blender. Photoshop opera mediante un sistema a livelli che ha semplificato alcuni passaggi che con altri programmi sarebbero stati più lunghi o complicati. Altro vantaggio di Photoshop, è la possibilità di leggere e salvare in diversi formati. Questo ha permesso ad esempio di non perdere la trasparenza delle *texture* cosa che, in molti programmi, non viene riconosciuta e tende ad essere sostituita col colore bianco. Ovviamente sarebbe riduttivo vedere Photoshop solo come programma di *texturing* e riempimento, tuttavia all'interno del progetto ne è stato fatto esclusivamente questo utilizzo.

2.3 La modellazione

Come già accennato, Blender è un programma di modellazione 3D. Per modellazione 3D si intende un processo che permette di realizzare un oggetto, chiamato modello, all'interno di uno spazio virtuale definito. Uno spazio virtuale può contenere un qualsiasi numero di oggetti, ma con l'aumentare di questi, aumenta il peso del progetto e la sua complessità. In tali casi, risulta utile dividere il progetto in diverse parti (come è stato fatto in questo progetto, lavorando sulle singole piazze) che risultano più semplici da plasmare. Realizzando più modelli è infatti possibile unirli successivamente in un unico progetto che risulta quindi più completo e complesso. Per la realizzazione di un modello sono necessari diversi passaggi. Inizialmente viene fatta una prima modellazione, atta a dare un'idea delle forme e delle dimensioni generiche che il modello finale dovrà avere. Per realizzare questa struttura risulta molto utile conoscere a priori le dimensioni del nostro oggetto, in modo da mantenerne forma e proporzioni.

Nel caso del mio lavoro, queste misure sono state ottenute a partire dai progetti originali del lungomare forniti dal Comune di Riccione sotto forma di file DWG e da

misurazioni effettuate personalmente sul posto. Dopo aver effettuato una prima modellazione, è possibile aumentare la precisione delle forme, aggiungendo dettagli al nostro oggetto. È tuttavia importante avere a priori un'idea precisa di ciò che si intende realizzare, così da non complicare troppo il lavoro nelle fasi successive. Una volta che il modello base è stato realizzato si procede applicando su esso delle *texture*. Il loro scopo è quello di ricoprire il modello per definirne meglio la forma, colorarlo ed in generale renderlo più realistico. Sfruttando delle fotografie recenti è stato possibile fare una modellazione più realistica e individuare la giusta combinazione di tinte per le *texture* in modo da riprodurre fedelmente i colori reali degli oggetti rappresentati.

2.4 Le tecniche di modellazione

Finora abbiamo visto cosa sia la modellazione e quali siano i passi principali per ottenere un modello, tuttavia per realizzare un oggetto è possibile utilizzare tecniche diverse in base al modello che si vuole realizzare. Vi sono infatti diverse tecniche di modellazione che è possibile applicare a seconda dell'oggetto che stiamo andando a modellare, vediamo ora le principali.

2.4.1 Modellazione solida

[2][3] La modellazione solida si basa sull'utilizzo di primitive solide che vengono modificati e plasmati poco alla volta fino a raggiungere la forma che desiderata. Ogni oggetto corrisponde ad uno specifico modello geometrico composto da diverse linee e punti. Ogni forma può quindi essere espressa come un determinato poligono, le cui componenti principali sono i vertici (vertices), gli spigoli (edges) e le facce (faces) dove (fig. 1):

- Per **Vertice** si intende un singolo punto dello spazio 3D, solitamente usato come estremo di uno spigolo.
- Gli **Spigoli** sono dei segmenti delimitati da due vertici. Questi sono fondamentali per realizzare le facce e aumentare il dettaglio degli oggetti modellati.

- Le **Facce** sono dei piani, individuati da almeno 3 spigoli. Sono utilizzate per creare gli oggetti solidi che verranno poi mostrati all'utente. Trattandosi di un piano la faccia non ha spessore, ma un insieme di sei facce quadrate può, ad esempio, essere utilizzato per rappresentare un cubo. Se fatto correttamente, aumentare il numero di facce di un oggetto comporta un aumento della qualità e permette di plasmare l'oggetto in modo che sia più simile a quello originale. Questo tuttavia comporta un maggior peso computazionale, poiché corrisponde ad un incremento del numero di elementi che dovranno essere calcolati e rappresentati.

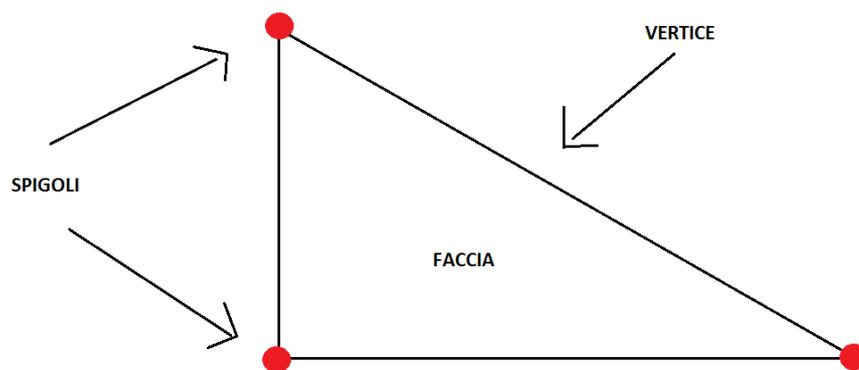


Figura 1

Blender mette a disposizione una serie di primitive, come è possibile vedere nella figura qui di seguito. (fig. 2)

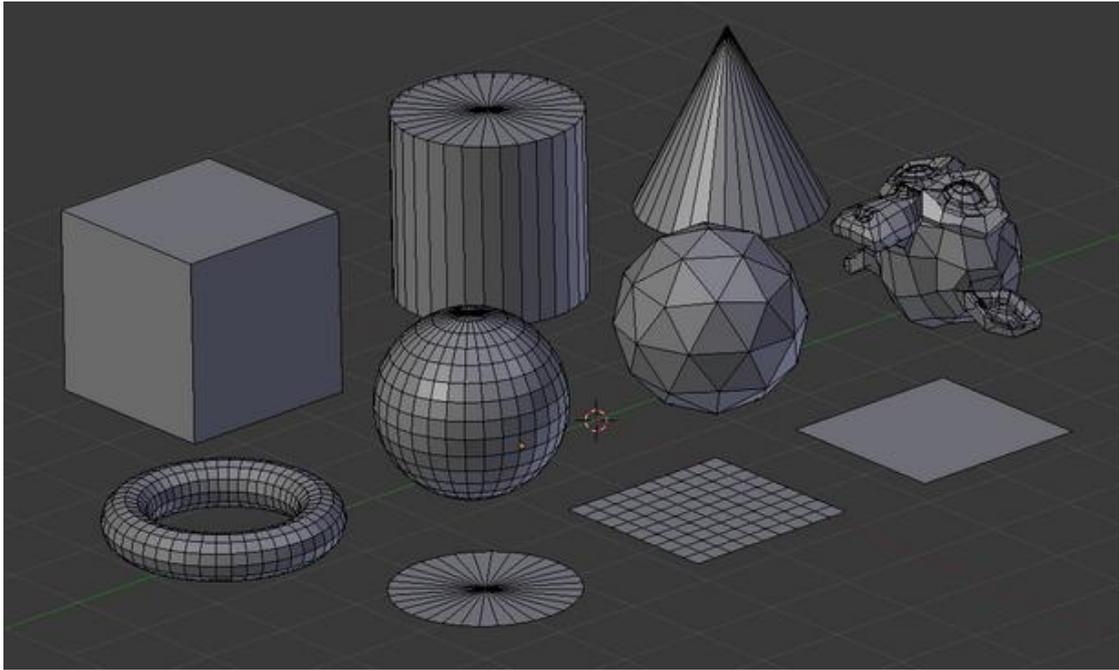


Figura 2

[4] Partendo da una primitiva è possibile aggiungere vertici, facce e spigoli e modificarla secondo le necessità, ottenendo così oggetti sempre più complessi. Si cerca quindi di partire da una forma il più simile possibile a quella finale e affinarla per passi successivi fino a raggiungere il risultato desiderato. Questo tipo di modellazione risulta quindi abbastanza rapida ed intuitiva, è molto utile per riprodurre oggetti solidi e statici, ed è efficace per ricreare oggetti con un basso o limitato numero di poligoni mentre risulta poco efficace per modellare oggetti di forma meno semplice come ad esempio volti o corpi che richiedono infatti un grande livello di dettaglio. La modellazione solida risulta ad esempio molto utile per riprodurre molti edifici: partendo da un cubo iniziale se ne modificano forme e dimensioni per farlo corrispondere alla struttura in analisi. Per fare questo tipo di lavoro, torna utile conoscere a priori le misurazioni, poiché Blender fa uso di diversi sistemi di misura, tra cui quello metrico che in casi come questo ci aiuta a mantenere le proporzioni e semplifica il lavoro. Nel caso in cui queste misurazioni siano assenti, è compito del modellatore dedurle da quanto in suo possesso, come ad esempio foto o altri file, e saper approssimare le forme in modo da rispecchiare il più possibile la realtà.

Non sempre è possibile modellare scene complesse partendo da un solo cubo. Per ovviare a questo problema sono state attuate, durante la fase di modellazione del progetto, diverse soluzioni. La prima, come già accennato, è quella di aggiungere più elementi nella stessa scena; produrre quindi tanti piccoli oggetti più semplici che verranno poi uniti in uno più complesso, come nel caso delle panchine del lungomare. In questa fase è importante che le proporzioni di tutti gli oggetti siano corrette e che il sistema metrico usato sia lo stesso per tutte le componenti. si può quindi procedere all'assemblamento delle singole parti per ottenere il risultato finale. In altri casi, invece, la sovrapposizione di più pezzi può risultare complicata o magari semplicemente non si vuole suddividere l'oggetto in più parti. In questi casi risulta molto utile la tecnica dell'estrusione. Nelle industrie l'estrusione è un processo di deformazione della plastica che consiste nello sciogliere e pressare il materiale attraverso una sagoma per ottenere la forma desiderata. In Blender la cosa è molto simile. È infatti possibile selezionare un vertice, uno spigolo o una faccia ed estruderlo su uno dei tre assi cartesiani. Questa operazione viene di solito usata per ottenere una nuova faccia o una protuberanza su un lato dell'oggetto. questa verrà poi modellata a piacimento. Il vantaggio di questo approccio, rispetto al precedente, è che non si hanno due oggetti separati, ma un unico oggetto di complessità maggiore. L'estrusione risulta molto utile anche per la realizzazione di superfici, ed è stata ampiamente utilizzata durante la realizzazione del progetto.

Esempio di modellazione per passi successivi. Si parte da un cilindro e si applicano dei modificatori per ottenere un bicchiere. (fig. 3-8)

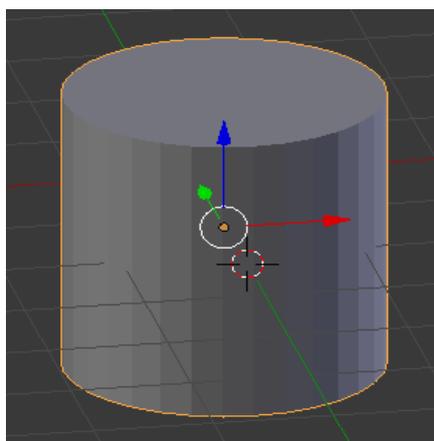


Figura 4

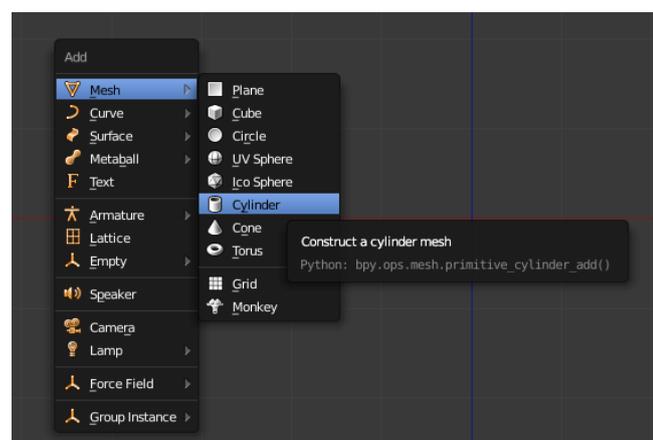


Figura 3

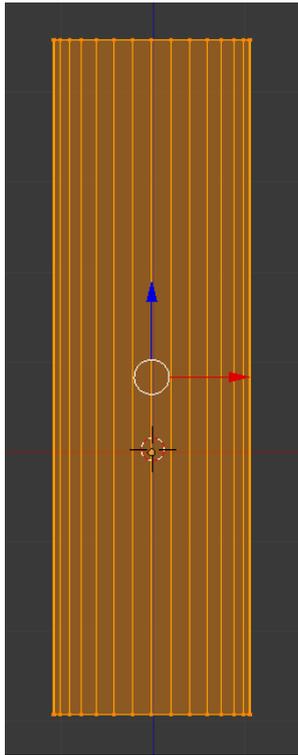


Figura 5

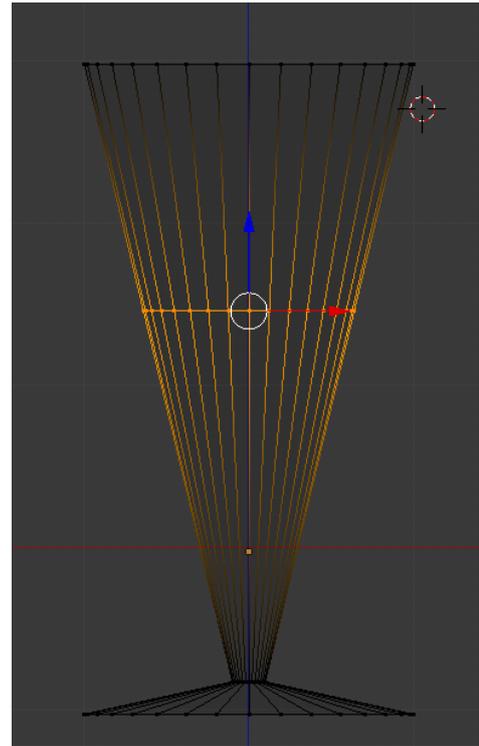


Figura 6

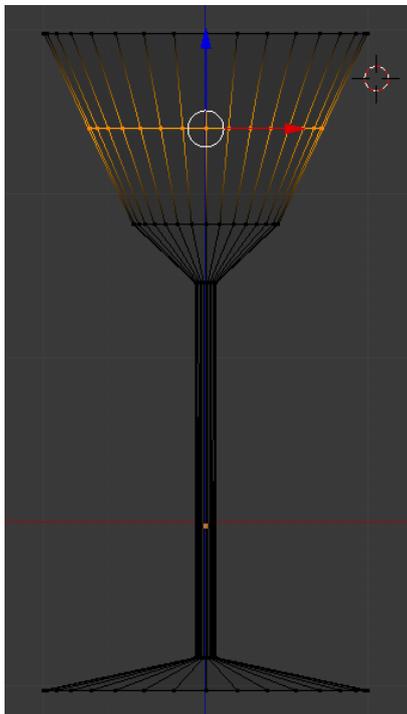


Figura 7

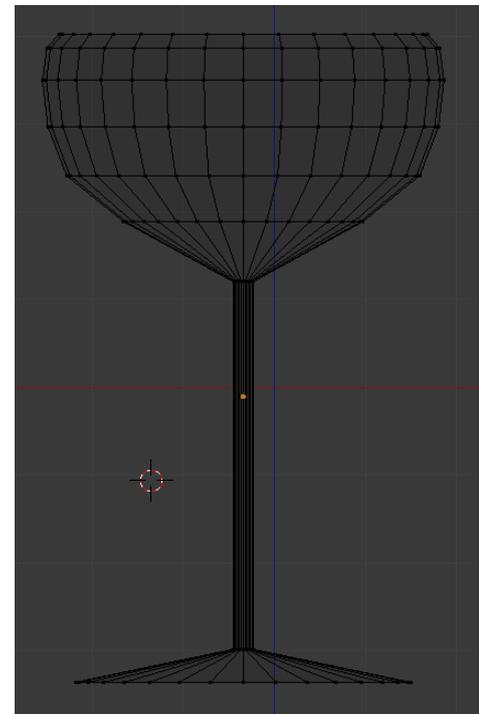


Figura 8

2.4.2 Modellazione mediante superfici

Un altro tipo di modellazione molto usata, è la modellazione mediante superfici. Diversamente dalla modellazione solida, in questo caso non si parte da un oggetto per poi modellarlo adattandolo alla forma che vogliamo, ma si fa uso di alcuni punti di controllo utilizzati per definire delle curve. Successivamente, a partire dalla curva, si creerà una superficie. Queste superfici forniscono quindi una base, che può essere modellata alterando la forma della curva, mediante i suddetti punti di controllo. Aumentare il numero di punti, anche in questo caso, consente una maggior precisione. Una volta creata mediante tecniche di rivoluzione attorno ad un asse, o di loft, estrusione lungo un percorso non ortogonale alla curva, si possono ottenere diversi modelli.

Si immagini ad esempio di voler realizzare un tubo attorcigliato. Attraverso la modellazione solida richiederebbe un grande dispendio di tempo e un'immensa quantità di poligoni. Con questo sistema, invece, è possibile creare una curva che segua il percorso del tubo che si vuole ottenere, e quindi estrudere attraverso la curva un cerchio per ottenere la forma desiderata. (fig. 9-12)

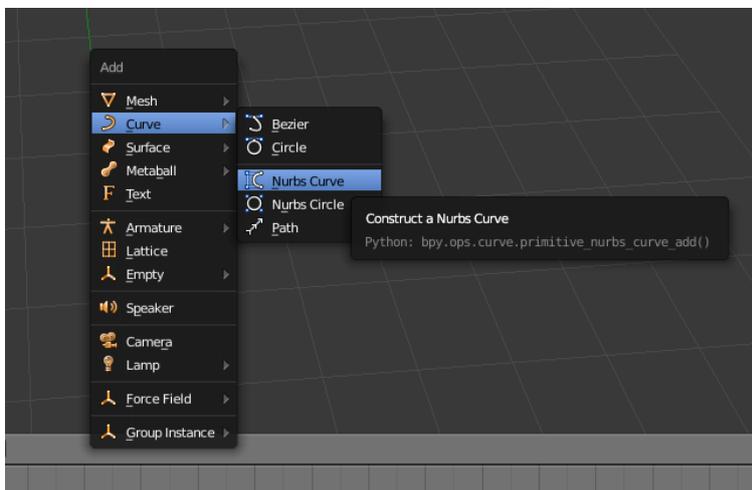


Figura 9

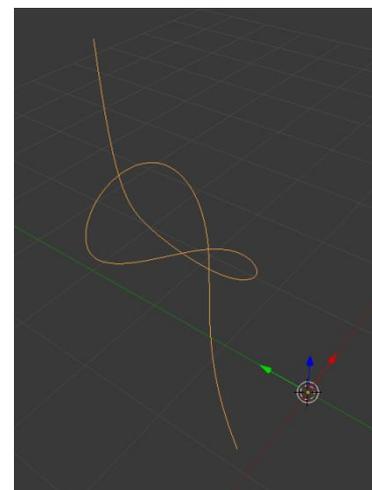


Figura 10

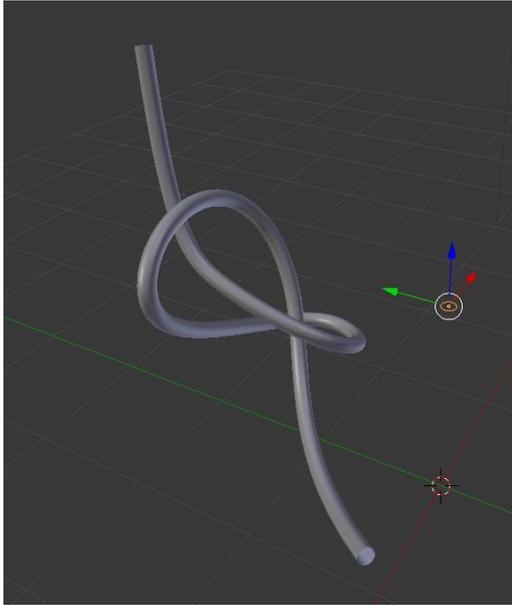


Figura 11

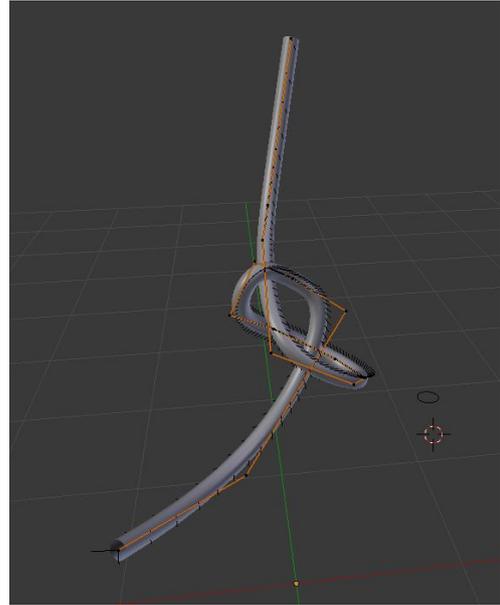


Figura 12

Dall'ultima immagine vediamo come, modificando i vertici di controllo, è possibile influenzare la curva e, in questo caso, fare un nodo più stretto. È evidente quindi come le curve costituiscano la base matematica di una superficie, che altro non fa che seguire un percorso prefissato. In modo analogo è possibile disegnare una sezione trasversale e stabilire un'asse di rivoluzione, per far poi ruotare la sezione fino ad ottenere l'oggetto completo.

Uno strumento molto utile è lo *spin*, che effettua una sorta di estrusione circolare partendo da una sezione che viene fatta ruotare attorno ad un asse selezionato.

Esempio di un oggetto modellato effettuando lo *spin* di una sezione. (fig. 13-14)

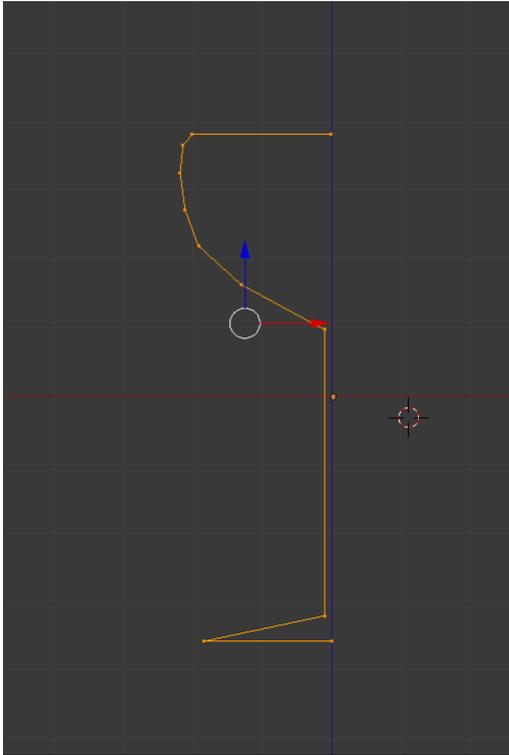


Figura 13

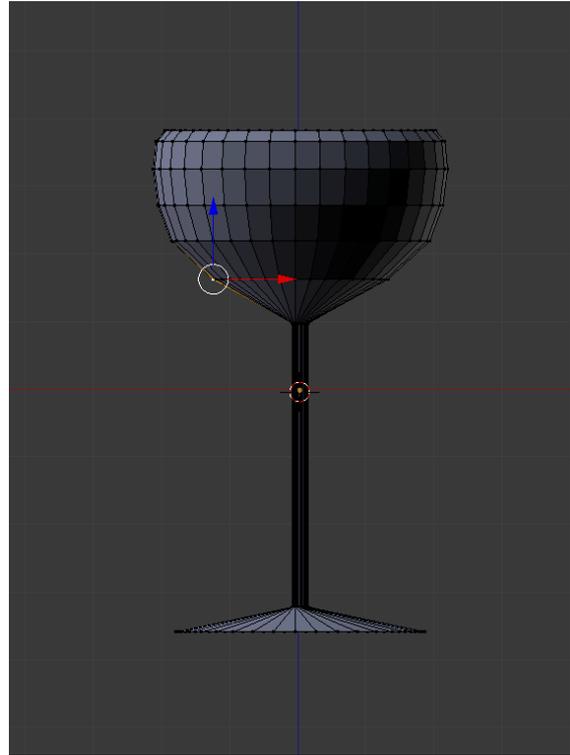


Figura 14

Come si può notare dalle immagini e dal numero di passaggi, per realizzare un bicchiere risulta molto più pratica questa modellazione rispetto a quella precedente.

2.5 Le NURBS

Abbiamo fin ora parlato di modellazione e dell'importanza delle curve per ottenere determinate forme che risulterebbero altrimenti complesse da realizzare. Vediamo ora più nel dettaglio questi elementi. Le curve utilizzate all'interno del progetto sono curve di tipo *NURBS*.

Le *NURBS* (Non Uniform Rational Basis-Splines) sono delle rappresentazioni matematiche della geometria 3D e definiscono in modo accurato qualunque forma: da una linea, ad un cerchio, un arco o una qualsiasi curva, come anche solidi o superfici 3D. Questo tipo di curve viene utilizzato anche come linea guida nella creazione di un oggetto per definirne in dettaglio la forma e i contorni.

Poiché seguono determinate funzioni matematiche, le *NURBS* possono essere implementate su un calcolatore in modo molto efficiente e accurato, garantendo una rappresentazione più precisa rispetto a quella che si avrebbe modellando lo stesso oggetto con altri tipi di modellazione. Dal punto di vista pratico, poiché le *NURBS* sono gestite tramite punti di controllo, permettono una rapida modellazione dell'oggetto cosa che, se effettuata attraverso modellazione solida, richiederebbe un maggior numero di passaggi e dispendio di tempo.

Una curva *NURBS* è definita da quattro caratteristiche principali; esse sono il grado, i punti di controllo, i nodi e la regola di stima.

2.5.1 Il grado

Il grado di una curva *NURBS* è un numero intero positivo, il cui valore è solitamente 1, 2, 3 o 5. Solitamente le linee *NURBS* hanno grado 1, i cerchi grado 2 e la maggior parte delle curve grado 3 o 5. A volte, si può far riferimento all'ordine di una curva *NURBS*: l'ordine di una curva *NURBS* è un numero intero positivo pari al grado +1. In Blender, nelle impostazioni della curva, è infatti possibile modificare il valore dell'ordine della curva con valori compresi tra 2 e 6 in uno spazio tridimensionale.

2.5.2 I punti di controllo

[1] Una delle caratteristiche delle *NURBS*, è il fatto che la loro forma è determinata dalla posizione di un insieme di punti nello spazio tridimensionale, detti punti di controllo. Questi punti rappresentano i vertici del poligono di controllo. Muovendo uno dei punti si viene ad alterare il poligono di controllo e, di conseguenza, la curva, che

approssima la forma del poligono di controllo. Il metodo più semplice per modificare la forma di una curva *NURBS* consiste nel modificare la posizione dei suoi punti di controllo.

Dal punto di vista matematico, ad ogni punto di controllo è associato un peso che corrisponde alla sua influenza e alla capacità di attrarre la curva. I pesi sono numeri positivi.

2.5.3 I nodi

I nodi sono un insieme di numeri che precisa la definizione parametrica della curva. Questa sequenza di numeri è usata per influenzare la curva. Anche se non è possibile modificare direttamente questa sequenza, è possibile influenzarla attraverso le estremità o altre opzioni presenti all'interno di un apposito pannello. Le opzioni che Blender mette a disposizione sono:

- Endpoint (Estremità) che imposta i nodi in modo che il primo e l'ultimo vertice facciano sempre parte della curva, cosa che la rende molto più facile da posizionare.
- Cyclic (Ciclica) usato per fare in modo che la curva realizzi una figura chiusa, e crei un collegamento tra il punto iniziale e quello finale.
- Bézier fa sì che la curva si comporti come una curva di Bézier

Un comune malinteso è dato dal fatto di accoppiare ciascun nodo con un punto di controllo. Ciò è vero solo per le *NURBS* di grado uno. Per *NURBS* di grado maggiore, sono presenti gruppi di nodi che corrispondono a gruppi di punti di controllo.

2.5.4 La regola di stima

La regola di stima di una curva è una formula matematica che assegna un numero ad un punto. La regola di stima *NURBS* è una formula che riguarda il grado, i punti di controllo ed i nodi. Essa calcola le cosiddette funzioni base *B-spline*. Una curva *spline* è una curva composita costruita congiungendo con continuità opportuni segmenti adiacenti di curve polinomiali. In genere l'ultimo punto della prima curva coincide col primo punto della seconda curva e in questi due punti di raccordi si può avere la stessa tangente o condizione di raccordo con regolarità maggiore fino al grado della *B-spline*. Le lettere BS nell'acronimo *NURBS* stanno per *basis spline*. Il numero con il quale si avvia la regola di stima è detto "parametro". La regola di stima riceve un parametro e genera la posizione di

un punto. Il grado, i nodi ed i punti di controllo determinano il modo in cui viene effettuata la stima.

Capitolo 3

Il progetto

3.1 La realizzazione

Il progetto prevede la riproduzione tridimensionale del lungomare 1 di Riccione, cioè la parte compresa tra il porto canale di Riccione e piazzale Roma. Questo tratto comprende 10 piazze, 5 delle quali aventi delle risalite dal parcheggio sotterraneo, panchine e un simbolo identificativo raffigurato sul terreno e sulle risalite. Le restanti piazze sono di dimensioni maggiori e comprendono alberi, fontane e altre strutture.

Dopo aver preso contatti col Comune di Riccione, è stato possibile ottenere le planimetrie del tratto di lungomare da me sviluppato e si è potuta iniziare la modellazione. Il lavoro svolto era tuttavia impreciso poiché i file a disposizione fornivano solo una visione dall'alto del lungomare e non era quindi possibile ottenere alcune informazioni come ad esempio l'altezza degli oggetti o la curvatura di alcune superfici. Successivamente è stato possibile ottenere i file contenenti le informazioni necessarie. Il lavoro precedentemente svolto si è rivelato troppo poco accurato ed è stato in gran parte aggiornato. Questa attività di rielaborazione del progetto, disponendo di misurazioni e informazioni più precise e complete, è risultata più semplice e ha permesso di raggiungere risultati migliori. Aver provato a modellare alcune aree del lungomare, seppur non disponendo di tutti i dati necessari, ha infatti facilitato la modellazione poiché su queste erano già state effettuate delle prove di elaborazione per analizzare quale fosse il modo migliore per rappresentare determinate forme.

Per strutturare il lavoro in modo ordinato, si è deciso di lavorare partendo da una delle due estremità del lungomare (in questo caso quella lato porto) e passando alla modellazione della piazza successiva solo una volta terminata la piazza precedente, o quando fosse impossibile proseguire per mancanza di misure o altre informazioni.

La prima piazza realizzata è stata quindi quella della nave, che tra le piazze riprodotte risulta essere non solo quella di dimensioni maggiori, ma anche la più complessa da modellare. Essa comprende una fontana che raffigura una nave. La prua è appoggiata su

di una vasca frontale dove due ugelli spruzzano acqua su di essa simulando un'ideale avanzamento della nave. Da sopra la prua parte un getto d'acqua che si incanala in una vasca centrale che prosegue rasoterra fino alla poppa dove diventa ondulata a simboleggiare la scia che la barca lascia dietro di se. A questa vasca centrale sono collegate delle panchine che terminano all'esterno simulando le paratie laterali della barca. (fig. 15)



Figura 15

Il modello originale prevedeva la presenza di alberi veri a simulare gli alberi della nave stessa, ma nel modello realizzato questi sono stati sostituiti con cespugli, probabilmente per problemi legati alle dimensioni delle radici.

Una prima fase di modellazione di questa piazza è stata effettuata quando ancora non si avevano a disposizione le misure riguardanti l'altezza e la curvatura dello scafo. Da alcune foto è stata dedotta l'altezza approssimativa della fontana. Fatto ciò è stata realizzata una base triangolare che tramite modellazione solida è stata modellata in modo da rispecchiare la forma della metà sinistra della prua (fig. 16) successivamente, attraverso il modificatore *mirror*, questa forma è stata rispecchiata per completare la parte anteriore della nave. (fig. 17)

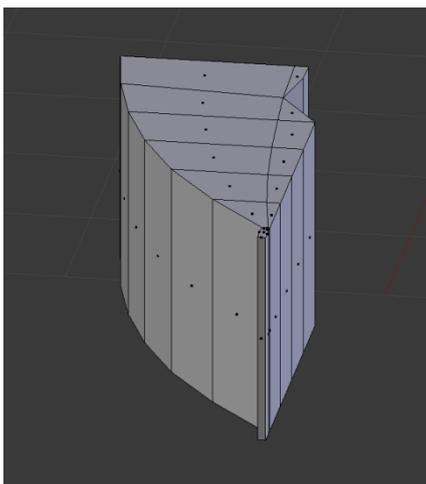


Figura 16

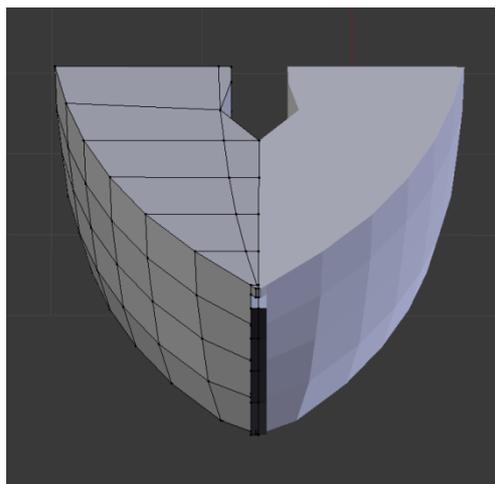


Figura 17

Una volta ottenute le misurazioni necessarie è stato possibile modellare meglio lo scafo. Successivamente è stata modellata la parte interna della fontana interna, riproducendo i bordi e la vasca all'interno della prua, assieme alla scala da cui l'acqua scende per raggiungere la vasca centrale. (fig. 18)

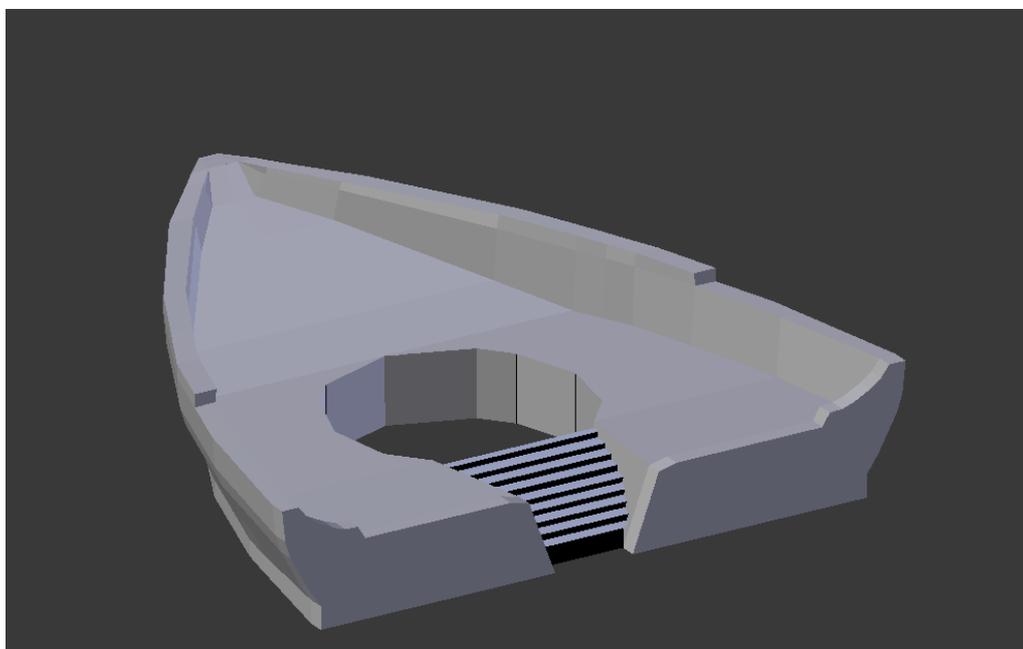


Figura 18

A questo punto si è cominciato a lavorare alla parte interna della nave, lasciando lo spazio per la vasca centrale e creando un piano su cui poggiare le panchine. Dopo aver

realizzato una singola panchina, le altre sono state replicate da questa, apportando le dovute modifiche alle dimensioni e alle curvature nella parte esterna dovendo queste rispecchiare le paratie della nave. Una volta fatto ciò, è stata completata la fontana centrale e sono stati realizzati i vasi atti a contenere i cespugli (fig. 19).

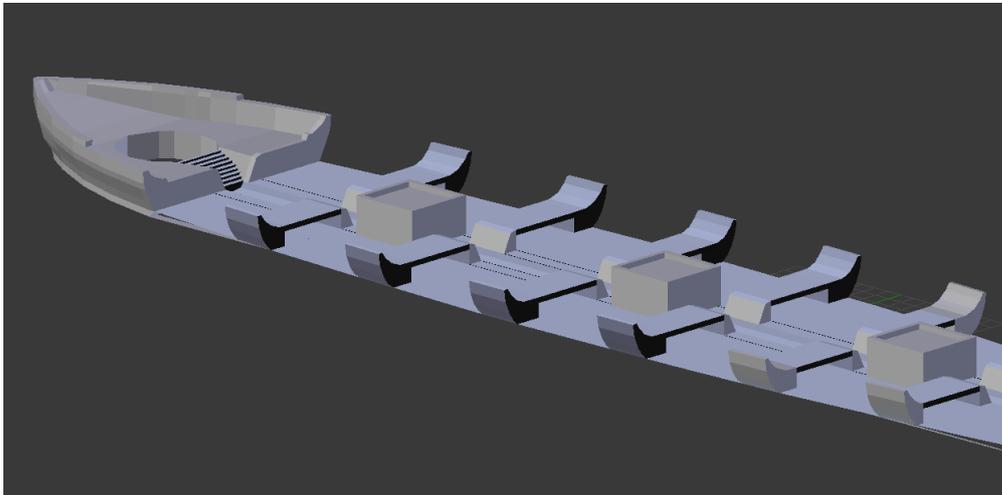


Figura 19

Anche qui è stato applicato il modificatore *mirror* per rispecchiare le panchine da ambo i lati. La parte terminale della nave non è simmetrica, ed è pertanto stata realizzata a parte.

Completata la sua modellazione, l'attenzione si è incentrata sulle piazze delle risalite e sulle panchine. Questi oggetti sono stati degni di particolare attenzione poiché presenti in molteplici copie nel tratto da noi realizzato. Proprio durante la modellazione di questi elementi, sono comparse le prime difficoltà. Facendo una comparazione tra il progetto originale e delle fotografie recenti, si è infatti notato che alcuni elementi realizzati differivano dal loro progetto originale. In particolare le panchine risultavano molto differenti dai progetti, in origine infatti per tutte era prevista la presenza di uno schienale, mentre attualmente nel lungomare sono presenti tre tipi di panchine: alcune senza schienale, alcune con uno schienale molto più alto di quello progettato, e altre ibride aventi parti con e parti senza schienale. Questo lavoro ha richiesto quindi grande attenzione ai dettagli e precisione, spingendomi a modellare non solo in base alle misure in mio possesso, ma anche in base a sopralluoghi effettuati direttamente sul luogo. A tal proposito è importante dire che la conoscenza degli oggetti da modellare, e la possibilità di andare personalmente ad effettuare foto e misurazioni, è stata di grande aiuto e l'intero

lavoro sarebbe stato più lungo e difficile nel caso in cui non fosse stato possibile. Dopo aver notato queste divergenze si è cominciato a porre maggior attenzione alle differenze tra progetto e oggetto realizzato, al fine di evidenziare altre probabili difformità e creare quindi delle strutture il più possibile fedeli alla realtà.

Notare queste differenze in una delle fasi iniziali del progetto, ha permesso di non replicare l'errore nelle piazze successive. Conoscere a priori quali modifiche dovranno essere apportate rispetto alle planimetrie, ha consentito di pianificare il lavoro in modo più appropriato e avere dei risultati più corretti, rispetto ad una tecnica di modellazione che prevede una realizzazione postuma delle modifiche.

I successivi oggetti realizzati sono state le panchine. Inizialmente si è rispecchiato il modello iniziale, che prevedeva panchine uguali e uno schienale basso. È stata realizzata una singola sezione (fig. 20) della panchina e riprodotta grazie al modificatore *array*, per tutta la lunghezza della panchina; successivamente sono state aggiunte, allo stesso modo, le parti terminali della panchina.



Figura 20

Si è subito notata la divergenza tra il tipo di panchina presente nei progetti forniti dal Comune rispetto a quanto realmente realizzato sul lungomare. Per ottenere quindi la massima fedeltà a quanto presente lo schienale è stato rimosso. Per ottenere la curvatura desiderata è stata utilizzata una curva NURBS. (fig. 21)

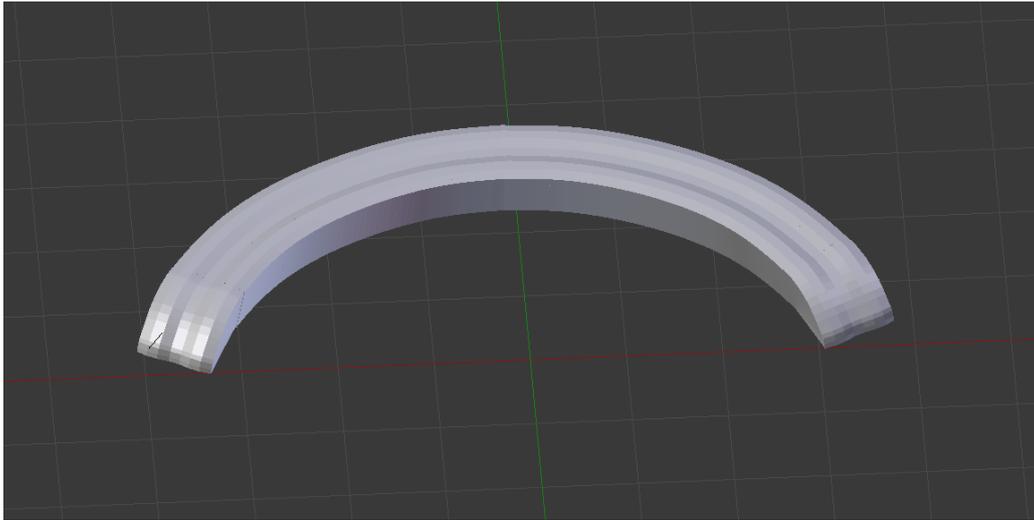


Figura 21

La prima panchina realizzata rispecchiava il modello di quella presente nella terza piazza. Per questo motivo si è proseguito nella modellazione della piazza al fine di completarla prima di passare alla modellazione delle altre. Le fontane di questa piazza hanno una base rettangolare e i vasi adiacenti forma cilindrica. Per alcune di esse la modellazione è quindi risultata semplice. Le altre fontane presenti invece hanno richiesto un po' più impegno poiché dovevano simulare la forma di una canoa all'interno della quale degli ugelli spruzzano acqua per riempire la fontana. (fig. 22)

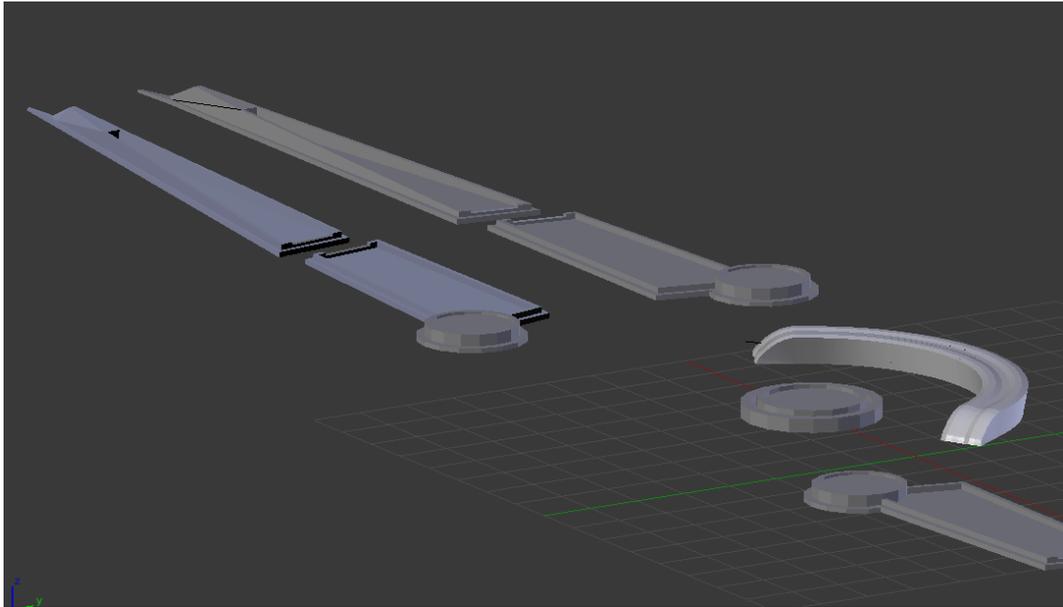


Figura 22

Completata questa parte l'attenzione è stata incentrata sulle piazze delle risalite, poiché presenti in molteplici copie, seppur con lievi differenze.

Il modello delle risalite era molto simile a quello reale, e questo ha aiutato molto nel lavoro. Le differenze risiedevano nel fatto che il modello reale contiene più dettagli, ad esempio la presenza di una colonna centrale, rispetto a quanto a mia disposizione, ma questi sono stati realizzati ed aggiunti senza dover modificare la modellazione originale risultando più semplice rispetto alle piazze precedentemente realizzate. Solo la parte frontale presentava dei sostegni di forma e spessore differenti. Queste informazioni sono state ottenute mediante delle fotografie effettuate sul luogo. (fig. 23)

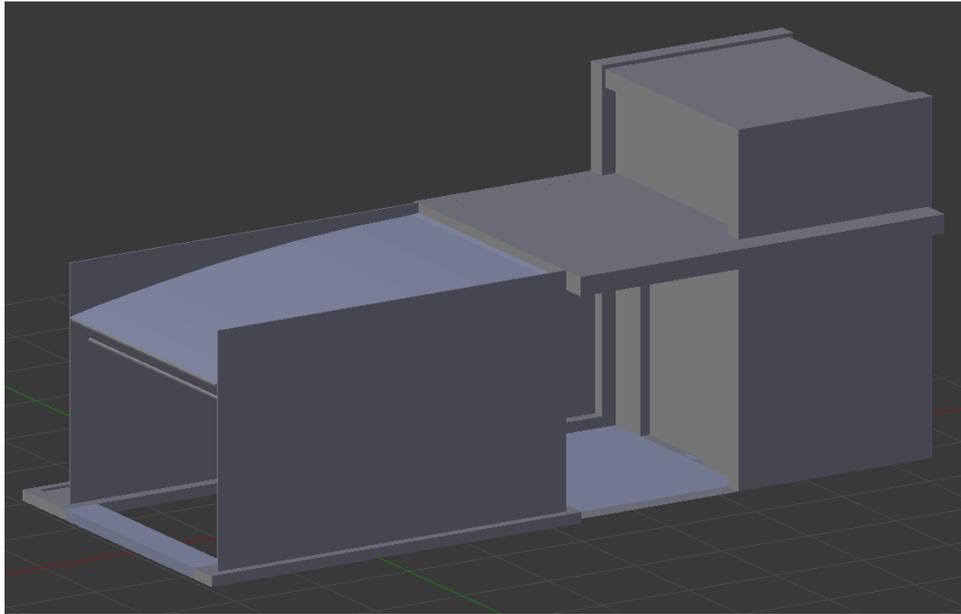


Figura 23

La fase di lavorazione successiva ha previsto l'aggiunta delle scale per l'accesso al parcheggio sotterraneo e la manipolazione dei materiali per riprodurre il vetro delle risalite. (fig. 24)

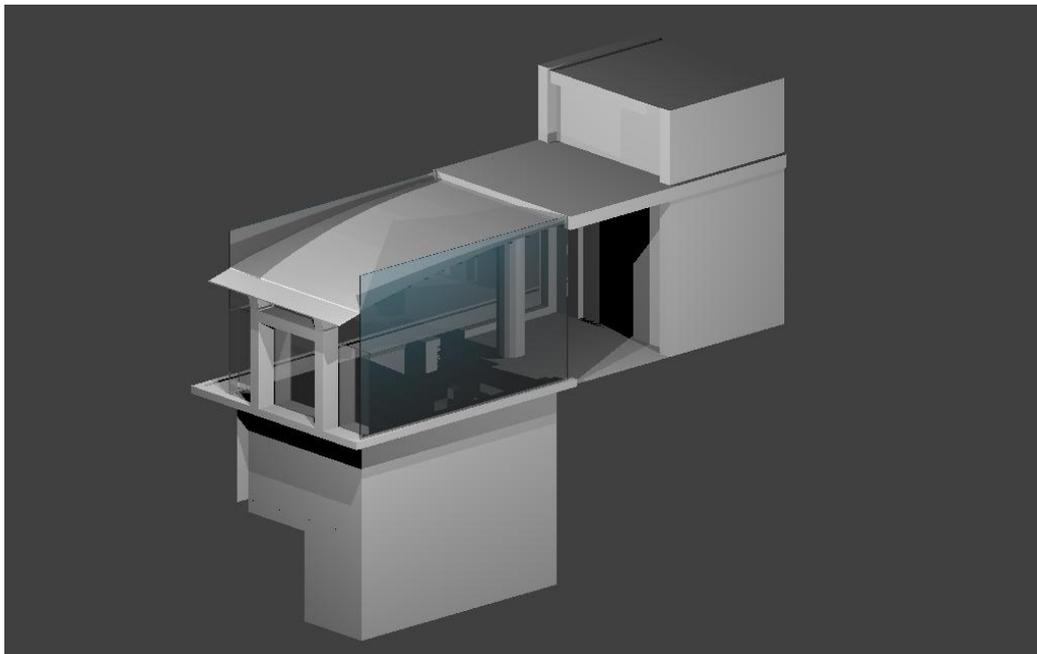


Figura 24

La quinta piazza, la piazza delle palme, differisce molto da quella dei progetti iniziali, sia per strutture presenti, che per disposizione degli arredi, che per la loro forma, si è quindi deciso di non lavorare temporaneamente a questa piazza e rimandare la sua progettazione ad un momento successivo, in cui si potesse disporre delle informazioni necessarie per una corretta modellazione.

In attesa di queste informazioni, il lavoro è proseguito modellando la piazza successiva, quella del gazebo. Questa piazza è risultata semplice da realizzare: il modello fornito era pressoché identico a quello reale e la presenza di molti tavoli e sedili identici ha facilitato il lavoro, realizzandone solo uno e replicandolo. Maggior attenzione ha invece richiesto la modellazione del gazebo e dei dettagli architettonici quali travi e bandiere. Le dimensioni di questi elementi non era infatti stata fornita ed è stata dedotta da alcune fotografie da me realizzate. (fig. 25)

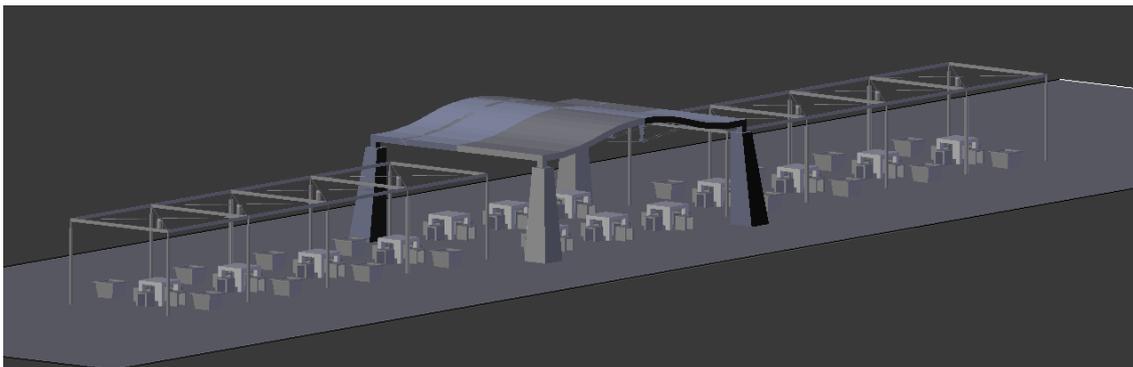


Figura 25

Trattandosi in gran parte di oggetti simmetrici, l'uso del modificatore *mirror* ha permesso non solo di ridurre i tempi del lavoro, ma ha garantito anche perfetta simmetria. Questo modificatore rispecchia infatti un oggetto lungo uno degli assi X,Y o Z.

Altro modificatore utilizzato è quello di *Array*. Esso permette di ripetere per un dato numero di volte un oggetto, offrendo anche diverse impostazioni come ad esempio la distanza che gli oggetti devono avere tra loro. Questo modificatore è stato ad esempio

utilizzato per realizzare le panchine, assieme al modificatore *Mirror* e *Curve*, per riprodurle e far seguire la curvatura desiderata.

Come si può notare dalle immagini, i modelli realizzati erano grezzi, pavimentazione e texture sono infatti state aggiunte solo nella parte terminale della lavorazione, una volta che tutti gli elementi d'arredo delle singole piazze erano completati

Una volta completata la modellazione 3D degli arredi e delle piazze, si disponeva di strutture non renderizzate, composte cioè da poligoni che non rappresentavano i reali materiali di cui l'oggetto era composto. Per applicare le *texture* alle strutture, dando maggior realismo al progetto, ci si è serviti di Photoshop. Il primo passo è stato quello di caricare in Photoshop gli *unwrap* dei diversi oggetti ovvero la rappresentazione bidimensionale degli stessi sotto forma di esplosione dei poligoni che li compongono, rappresentati semplicemente dai bordi che li delimitano. Successivamente queste aree sono state selezionate singolarmente in maniera facilitata tramite lo strumento *bacchetta magica* di Photoshop. Ottenute le selezioni rappresentanti i diversi poligoni, ci si è spostati su un nuovo livello nel quale queste sono state riempite con le *texture* specifiche. Il passaggio ad un livello diverso rispetto a quello dell'*unwrap*, per il posizionamento delle *texture*, ha permesso di ottenere un *unwrap* privo dei bordi tra i poligoni. Si è operato in questo modo in quanto, se i bordi fossero rimasti presenti, sarebbero stati visibili una volta che l'*unwrap* fosse stato reimportato nuovamente in Blender.

Trattandosi di un tratto di lungomare di circa 500 m, si è scelto di operare non in un unico progetto ma di suddividerlo in sezioni che sarebbero successivamente state ricomposte. Sono stati prima realizzati gli elementi d'arredo delle singole piazze e in seguito, sempre separatamente, sono stati creati i piani rappresentanti le pavimentazioni su cui gli elementi venivano disposti. Una volta completate queste operazioni, le piazze sono state collegate in unico elemento.

Capitolo 4

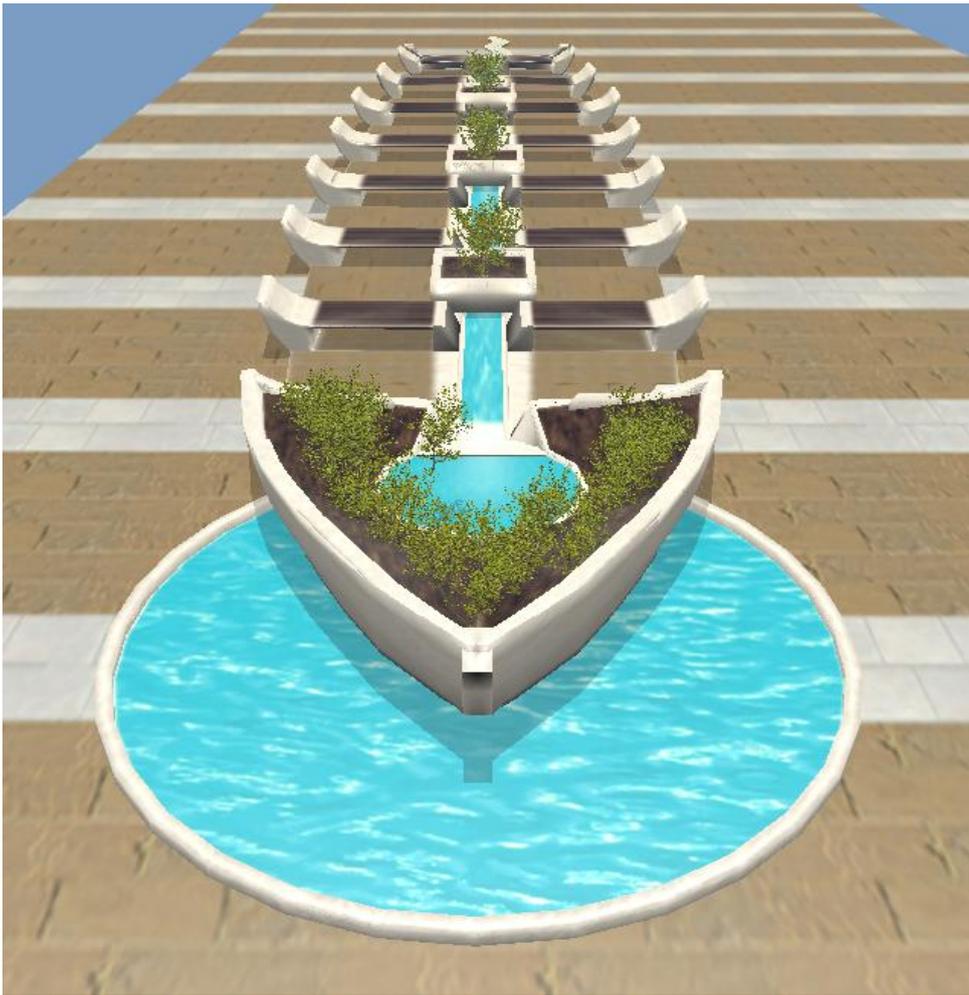
Realtà e modellazione

Effettuare la modellazione tridimensionale di un luogo, richiede grande cura per i dettagli, sia essa per le forme o per i colori. Più questi due elementi sono somiglianti all'originale, maggiore è il grado di realismo che è possibile trasmettere a chi osserva.

Laddove la modellazione è stata realizzata con l'uso di misurazioni precise, aiutando quindi a riprodurre gli oggetti in modo fedele, era garantito un certo livello di realismo. Queste informazioni, però, non erano state fornite per i materiali usati. Per fornire quindi un maggior realismo, ed essere più precisi nella scelta dei colori facendo sì che questi si discostino il meno possibile dalla realtà, sono state estratte delle aree da alcune foto recentemente realizzate, e queste sono state usate come texture per i vari oggetti. Le zone ritagliate sono state modellate con l'uso di Photoshop e riadattate secondo le necessità. Nei casi in cui questo non fosse possibile, magari per problemi legati alla qualità della foto, sono state utilizzate delle texture più generiche (ad esempio per il marmo).

Di seguito, vengono mostrati i risultati di questo tipo di lavorazione. Nelle immagini seguenti viene infatti accostata la realtà con il singolo modello oggetto di paragone.

La fontana della nave ricreata rispecchia in modo abbastanza fedele la realtà. La prospettiva rende bene l'idea della forma. Data la grande dimensione della fontana l'uso di una foto aerea permette di vedere meglio l'oggetto nel suo complesso.



Una foto realizzata ad altezza d'uomo, permette invece di notare meglio la corrispondenza di proporzioni tra modello e oggetto reale. Il bordo nella nave presente nei progetti originali differisce leggermente da quello attualmente presente. Il modello è stato quindi riadattato per somigliare maggiormente alla realtà.

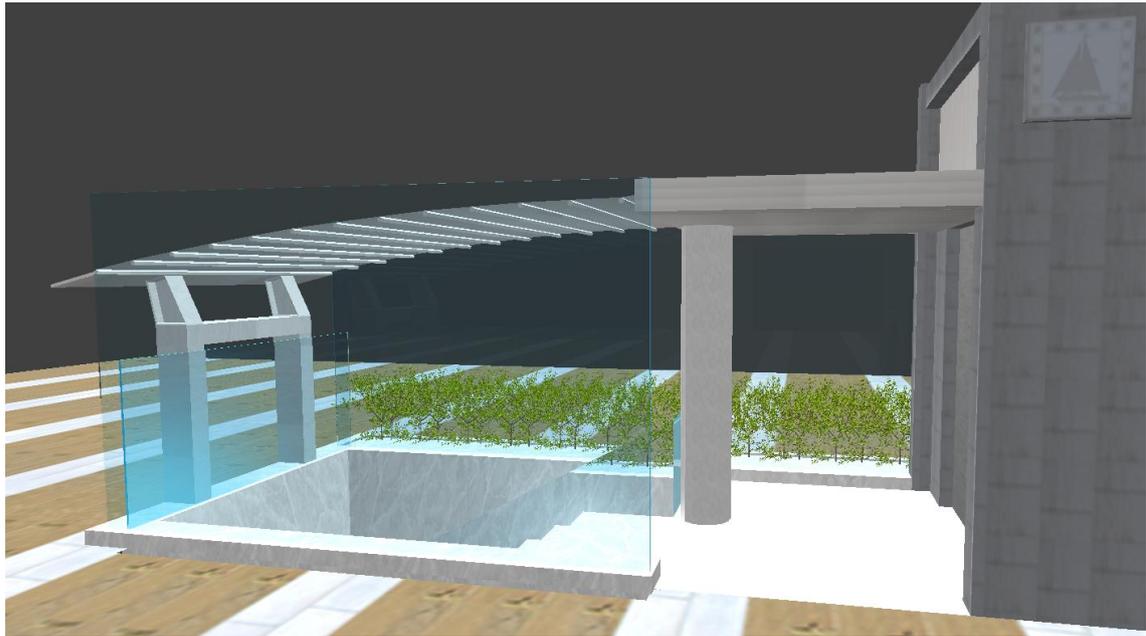


Il modello delle risalite ha presentato maggiori differenze con l'oggetto reale. La disposizione dei vetri prevista era infatti differente, i sostegni per il tetto non erano stati previsti e anche la colonna non era presente nei progetti originali. Queste modifiche sono state apportate in un secondo momento, e la colonna aggiunta senza difficoltà. L'uso dei materiali di Blender ha permesso di riprodurre correttamente il vetro colorato e di impostarne correttamente i parametri di trasparenza e riflessione. Nel tratto di lungomare realizzato sono presenti cinque risalite, ognuna avente un diverso numero e simbolo identificativo.

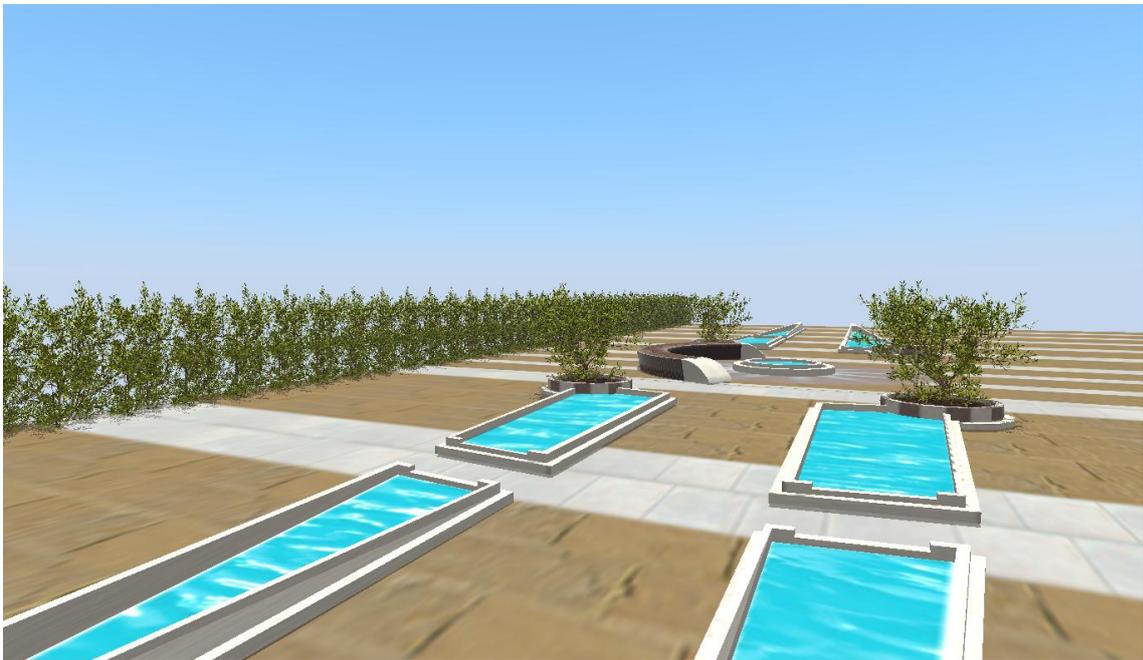
Il modello utilizzato è univoco mentre per ogni risalita sono state realizzate texture differenti, in cui veniva appunto modificato il simbolo e il numero della stessa.

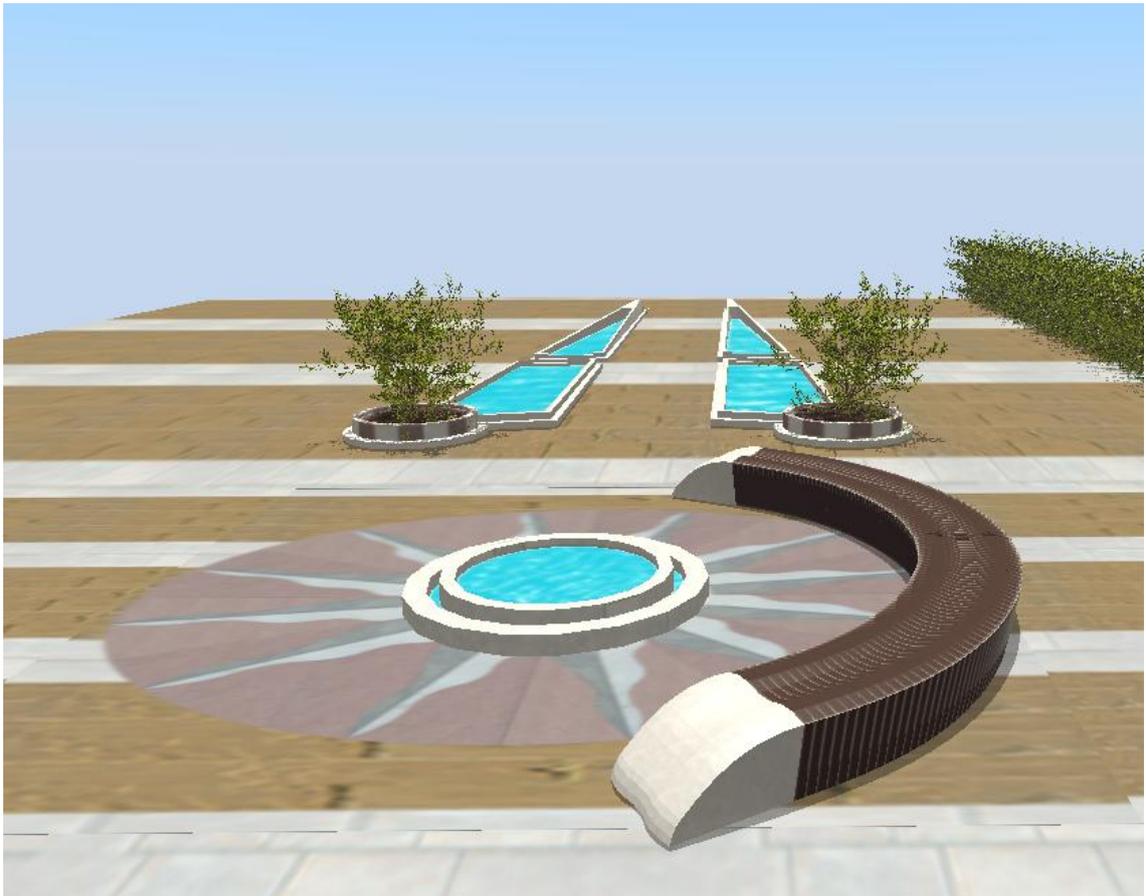
Il risultato finale risulta rispecchiare la realtà in modo soddisfacente.



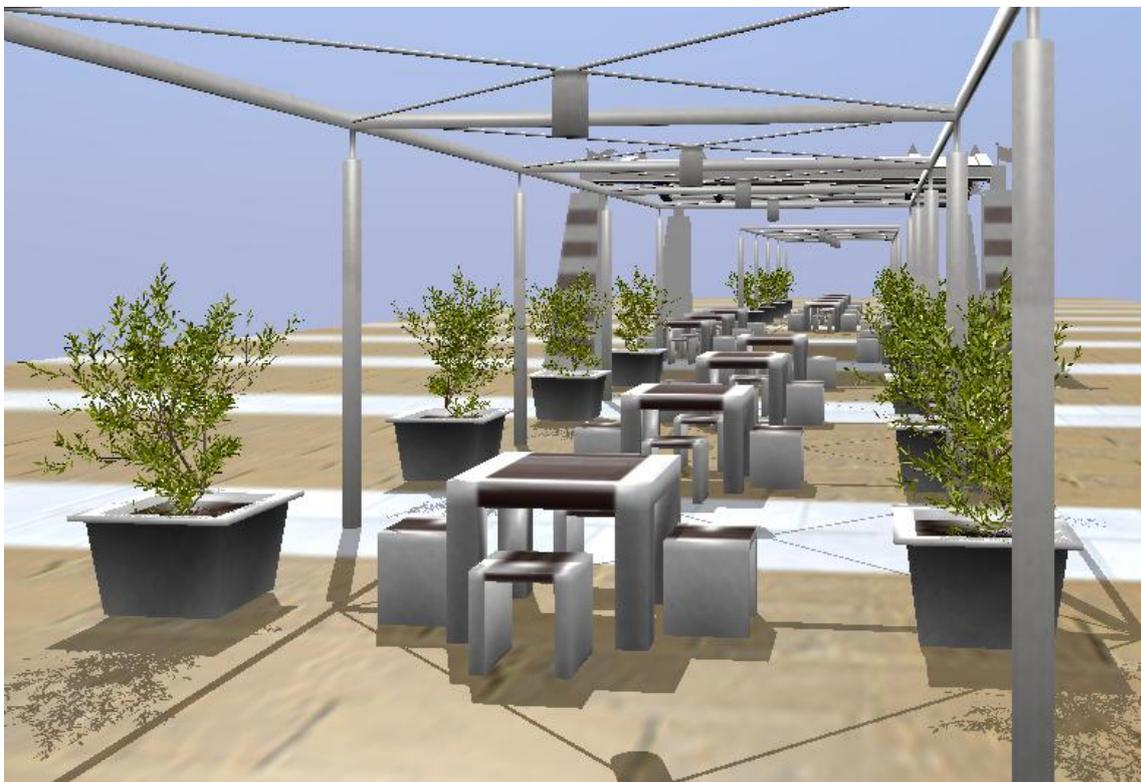


Il modello della terza piazza realizzata ha presentato poche differenze rispetto all'originale. Unico particolare degno di nota è la presenza di alcuni canali di scolo dell'acqua che nei progetti comunali non erano presenti.





Altra piazza riprodotta è la piazza dei gazebo. Il modello delle planimetrie risulta molto simile all'originale ed è stato quindi possibile fare una riproduzione fedele.



Conclusioni

Dopo aver analizzato i modelli realizzati, si può concludere che lo scopo della tesi è stato raggiunto. È stato realizzato un modello completo di quasi tutte le piazze del tratto interessato e quelle non complete saranno terminate prossimamente. Oltre all'uso di Blender, per la modellazione, sono state apprese conoscenze base anche di altri programmi necessari per questo lavoro, come ad esempio Autocad, Archicad e Photoshop. Sono state ottenute anche conoscenze grafiche e di animazione, funzionamento dei fluidi e simili. Alcune funzioni previste non sono ancora state implementate, ma saranno preso oggetto di analisi, e aggiunte nelle versioni successive del progetto. Sono già stati presi contatti col Comune di Riccione per quanto riguarda l'aspetto pubblicitario e divulgativo del progetto e l'idea è attualmente in fase di valutazione. La libertà di movimento offerta dal modello 3D conferisce effettivamente la possibilità di esplorare la zona in modo dinamico.

Trattandosi di modellazione, è sempre possibile aumentare le dimensioni e il dettaglio del progetto. Potrebbe essere utile sviluppare anche altre zone pedonali o altri tratti del lungomare, creare dei modelli interattivi dei bar, degli hotel e delle altre strutture adiacenti al tratto realizzato. L'interazione con essi permetterebbe anche all'utente di visitare i loro siti internet ed entrare in contatto direttamente col commerciante.

Bibliografia

[1] http://www.mactech.com/articles/develop/issue_25/schneider.html - nurbs

web.cs.wpi.edu/~matt/ - computer graphics

[2] www.treddi.com/forum/topic/ - modellazione poligonale

[3] <http://www.federica.unina.it/ingegneria/progettazione-assistita-computer/classificazione-modellazione-solida/> - modellazione solida

[4] <http://epiantohobbies.jimdo.com/la-grafica-3d/la-modellazione-3d/> - grafica 3d

www.blender.org - Blender

it.wikipedia.org - varie

www.cad-tutor.com/ - tutorial per sistemi CAD

www.tf3dm.com - modelli Blender

Ringraziamenti

Dopo tante pagine scritte in modo formale, posso finalmente prendermi la libertà di scrivere in modo più colloquiale e disinvolto.

Io non so scrivere ringraziamenti. No, davvero. Sarà la decima volta che scrivo sei righe e cancello tutto per ricominciare da capo. Vi dico anche che io i ringraziamenti non li volevo nemmeno fare! Li ho sempre visti come una parte noiosa, sempre uguale. Ringrazio i familiari, ringrazio Tizio, ringrazio Caio... che noia... Ma poi ho pensato "Dai, in fondo non ci si laurea così spesso, e non so nemmeno se avrò altre occasioni di metter per iscritto quanto io sia grato alle persone che mi stanno vicino ogni giorno". E allora eccomi qui, a scrivere senza nemmeno sapere dove voglio andare a parare. Non serve conoscermi da molto per sapere che sono più bravo a ringraziare coi gesti, con le azioni, con gli abbracci o coi sorrisi, che con le parole.

Di solito si cominciano i ringraziamenti partendo dalla propria famiglia. Non che non lo voglia fare, sia chiaro... ma io sento che tutti a modo loro meritino di essere ringraziati e che tutti, per un motivo o per un altro meritino di stare in cima alla lista. Mi vien da mettere in cima alla lista la mia famiglia, in particolare i miei genitori che soprattutto negli ultimi giorni hanno capito la mia stanchezza e le mie preoccupazioni e mi hanno aiutato a stare calmo, sopportandomi. Mi vien da mettere in cima alla lista mio fratello, cui ogni volta che ho chiesto un favore non si è mai tirato indietro; magari lentamente o mal volentieri, ma lo ha sempre fatto. Come potrei, al tempo stesso, non mettere in cima alla lista la Susy? Di solito sono io quello calmo e razionale, in questi giorni era lei il mio punto fermo.

Non so davvero in che ordine ringraziarvi, forse uno stupid sort ci riuscirebbe meglio di me, in questo momento. Devo sicuramente parlare di Lolle e della sua fluente chioma, siamo amici da così tanto tempo che se dovessi scegliere dove ringraziarlo lo metterei in mezzo ai membri della mia famiglia. Devo ringraziare Carlo, mio cugino, siamo cresciuti assieme e sebbene lo veda di rado per me è come un fratello. E assieme a lui il mio pensiero va ai nonni, gli zii e tutti i parenti lontani che mi viziano riempiendomi di manicaretti e leccornie e riescono sempre a farmi tornare a casa con qualche chilo in più. Che dire, come potrei non mettere in cima alla lista Giulio e Spada? avanti ditemelo! Li sento quasi ogni giorno, sono stati i miei mentori e angeli custodi informatici. Aiutato e consigliato in ogni modo, e sempre benissimo. Sempre sull'onda del TS, come potrei non

mettere in cima alla lista Enri, Sam, e Panda? Il loro ruolo nella mia vita è diverso da quelli fin ora citati, perché li conosco da meno, ma quando voglio rilassarmi e star tranquillo con loro vado sul sicuro. Un ringraziamento a parte va ovviamente a zAvo che con tutte le nozioni di programmazione che mi ha urlato nelle orecchie è riuscito pure a far imparare qualcosa a me, che sono il re dei testardi.

Aggiungo un ringraziamento per tutti i compagni universitari con cui ho studiato o con cui ho passato molti bei momenti. Tra questi cito Fux che mi ha fatto conoscere e amare Blender, e Alessandro, due persone fantastiche e dalla gentilezza estrema.

Un ringraziamento sincero va alla mia relatrice, la Prof.ssa Lazzaro che mi ha seguito e aiutato moltissimo, che ha sempre trovato del tempo da dedicarmi e risposto alle mie mail pure nei giorni festivi, che mi ha aiutato a risolvere molti problemi sia con la tesi che con le procedure per la laurea e che ha sempre fornito ottimi consigli.

Devo stare attento o rischio che i ringraziamenti vengano più lunghi dell'intera tesi, per cui perdonatemi se non vi cito uno per uno o se, come mio solito, dimentico qualcuno. Non lo faccio apposta, lo sapete: sono smemorato. Facciamo così: butto giù una lista delle persone non ancora citate che mi vengono in mente e se ho dimenticato il vostro nome venite da me e vi ringrazierò di persona con un lungo abbraccio! E qui comincio a ringraziare la Lux, puffo, l'Ale, l'Ele, Sanks, la Marty, Mike e tutte le persone che sento meno spesso, ma su cui posso sempre contare.

A tutti voi, e a quelli che ho dimenticato, vanno i miei ringraziamenti. Per cui prendete questa "cima della lista", prendete questo podio e saliteci sopra tutti assieme, c'è spazio per tutti. Tutti voi dovete salire lì e festeggiare con lo spumante come nelle gare di Formula1 mentre io, unico spettatore, sto lì su una sedia, comodamente seduto a guardarvi, ad applaudire e a ringraziarvi per tutto ciò che avete fatto per me.

(segue...)

Volete fare una cosa bella? Se siete arrivati fino in fondo, e solo se avete davvero letto tutti i ringraziamenti, senza saltare una riga, prendete questo foglio e mettete la vostra firma. Sopra, sotto, sul bordo, sul testo, dove vi pare. Ma in silenzio, non andate in giro a dire a Tizio o Caio "Hey firma anche tu". E se qualcuno vi chiede cosa state facendo, voi passategli la tesi, e ditegli di leggere i ringraziamenti. Non preoccupatevi di rovinare questa copia, o di che figura fareste se foste gli unici a scriverci sopra, perché quella goccia di inchiostro, per me, vale molto più di tutte le sgridate che potrei prendermi.

Con profondo e sincero affetto,

Gianno.