

Il rilievo digitale tridimensionale degli scafi come ausilio alla progettazione

POLITECNICO DI MILANO



Giorgia Morlando, Michele Russo, Gabriele Guidi

Facoltà del Design - Politecnico di Milano

Dipartimento INDACO

Laboratorio di Reverse Modeling & Virtual Prototyping



Reverse Modeling

Maquette/prodotto fisico → **Rilievo digitale** → Modello digitale

Campi di applicazione: Beni Culturali, Aeronautica, Meccanica di precisione, scene del crimine, **Industrial Design**

Industrial Design

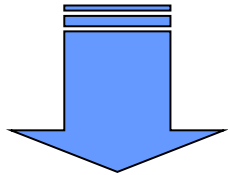
Sistemi attivi → Scanner a triangolazione
→ Scanner a tempo di volo

Sistemi passivi → Fotogrammetria

Tecnologie di rilievo

Gli **strumenti di rilievo tradizionali** (filo a piombo, metro rigido, hull scanner) vengono utilizzati per rilevare sezioni parallele a quote prefissate.

- Queste tecniche soffrono di **lentezza** (i punti vengono rilevati manualmente uno ad uno).



L'uso di **laser scanner 3D** velocizza il processo di rilievo:

- Il risultato è un **modello digitale** costituito da poligoni.
- I punti che lo compongono sono centinaia di migliaia, con una **risoluzione** molto superiore a quella offerta dai metodi tradizionali.
- L'**accuratezza** e la **precisione** di questo strumento sono anch'esse molto superiori.

Panoramica del processo di Reverse Modeling di un prodotto

Il processo di trasformazione di un prodotto reale in un modello digitale attraverso laser scanner è caratterizzato dalle seguenti fasi:

- **progettazione del processo** di scansione 3D;
- **scansione 3D** delle superfici;
- **allineamento** delle scansioni;
- **fusione** delle scansioni.

Al termine del processo si ha a disposizione un modello digitale caratterizzato da una *superficie poligonale* adatta ad un primo livello di verifiche e/o la prototipazione rapida.

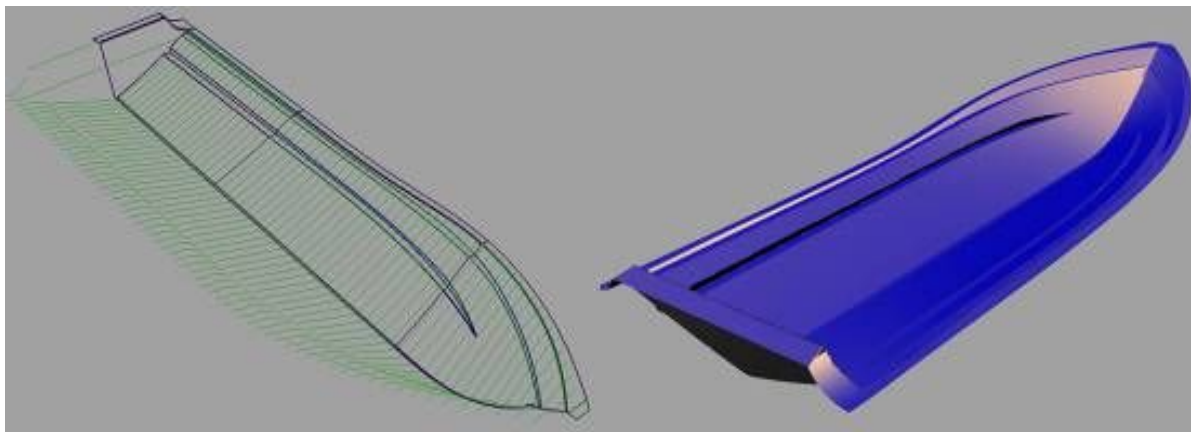
Per la ri-progettazione della forma del modello e le variazioni di stile è necessario avere una superficie facilmente modificabile, per cui è necessario un ulteriore passaggio:

5. **elaborazione** della superficie poligonale
2. **modellazione per superfici matematiche**

Applicazioni nell'Industrial Design

Il rilievo e la ricostruzione delle *superfici matematiche* permettono di:

- **progettare**: ottenere in digitale le informazioni di una maquette; modificare e riprogettare un oggetto a partire dalla conoscenza della sua forma originale (restyling); applicazione su oggetti in produzione di cui si voglia modificare una parte.
- effettuare **verifiche di qualità** sono valutazioni sulle misure, sulla simmetria, sulle variazioni dimensionali dei materiali stampati
- **archiviare** i dati
- eseguire **verifiche statiche ed idrodinamiche** sul modello acquisito, all'interno del proprio ambiente software.

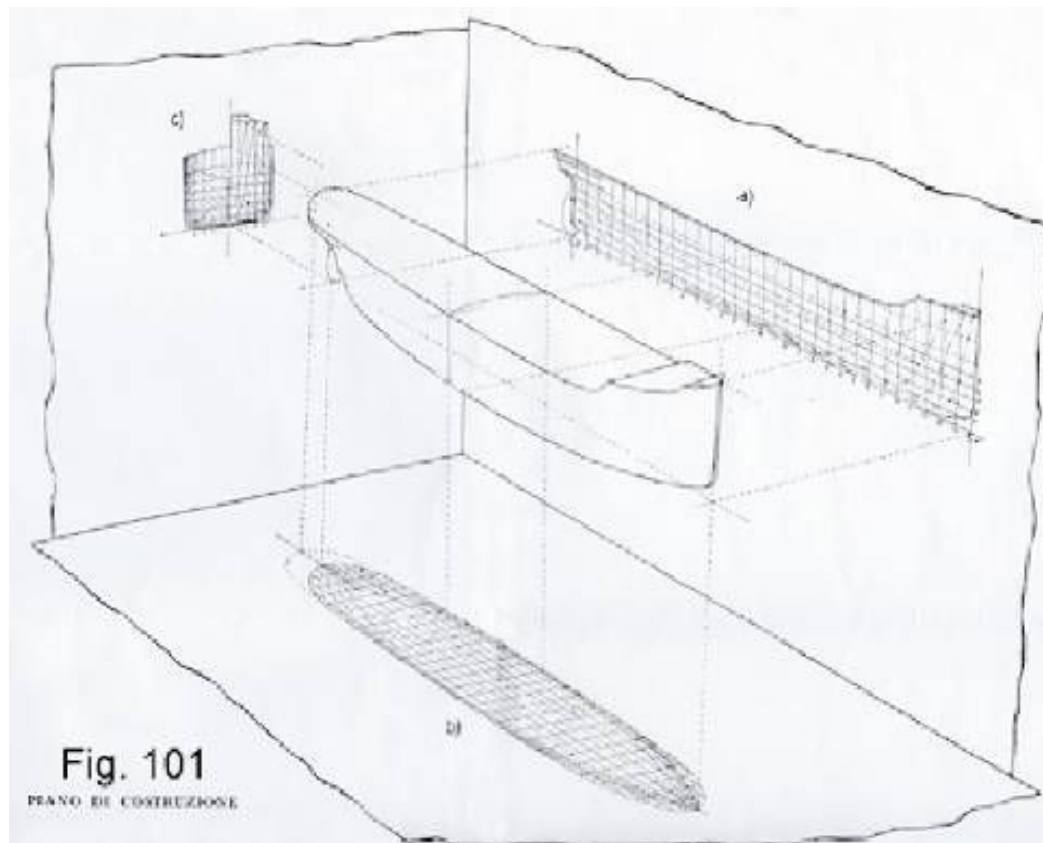


Fasi del processo di costruzione di superfici matematiche (fonte: progetto Nautica CAB)

Nautica e nuove tecnologie di rilievo (1)

“L’imbarcazione manifesta una particolare **complessità morfologica**, difficile da rilevare per l’assenza di punti singolari”

Massimo Musio Sale, “Disegno delle imbarcazioni”, Paravia, 1995



Disegno sui piani di
costruzione di una nave
(fonte: www.leganavale.it)

Nautica e nuove tecnologie di rilievo (2)

Le metodologie di produzione degli scafi ed il loro rilievo hanno tuttora una forte **componente artigianale**. Il rilievo in ambito nautico permette di ridurre gli errori causati dall'intervento manuale

Le applicazioni possibili si rifanno interamente a quelle già individuate per l'Industrial Design

Esempio: il risultato del processo potrebbe essere il Piano di Costruzione

Casi studio_RM per l'analisi di qualità (1)

Scafo rigido di un motoscafo_Nautica CAB (640x220x82 cm)

Strumenti: scanner a triangolazione e fotogrammetria digitale

Stampo in vetroresina del "FIV 555"_Nautivela (550x235x57 cm)

Strumenti: scanner a triangolazione e scanner a tempo di volo

Risoluzione: 0,3 mm

Accuratezza: 3 mm

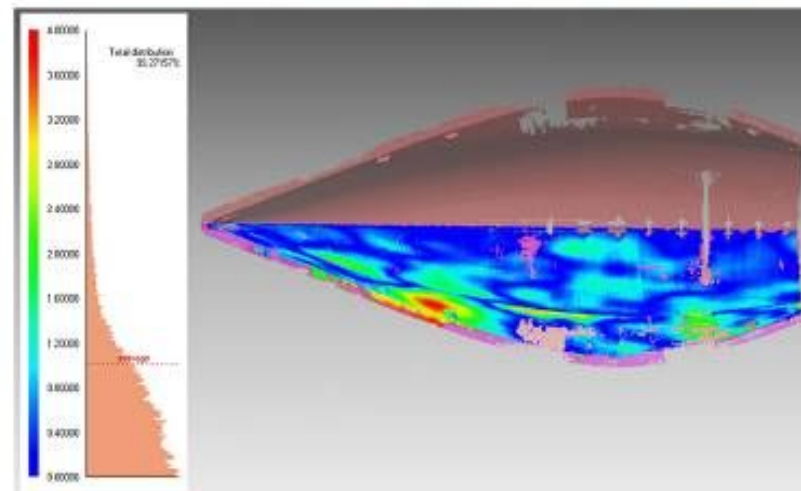
Casi studio_RM per l'analisi di qualità (2)

Il rilievo digitale tridimensionale degli scafi come ausilio alla progettazione

Nautica CAB



Nautivela



Casi studio_RM per l'analisi di qualità (3)

Il rilievo digitale tridimensionale degli scafi come ausilio alla progettazione

Superficie poligonale → Superfici NURBS

Elementi di valutazione:

tempo impiegato

aderenza al modello poligonale

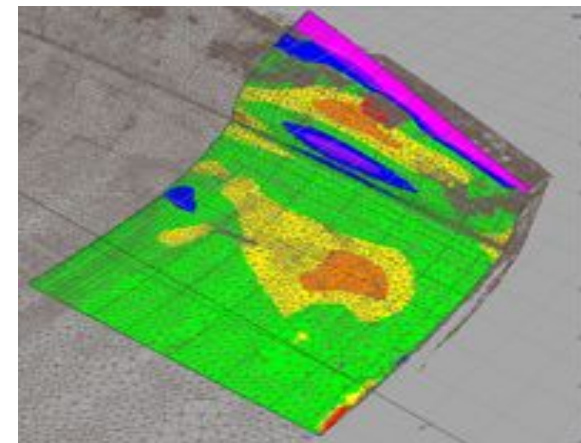
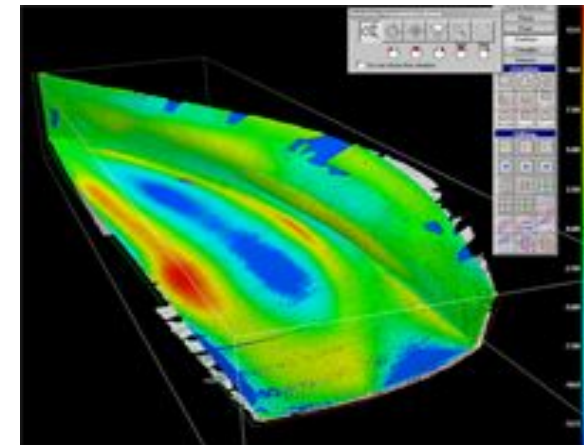
qualità del modello

Continuità → transazione fluida

Tensione → mancanza di flessi

Curve e superfici semplici

Analisi della forma



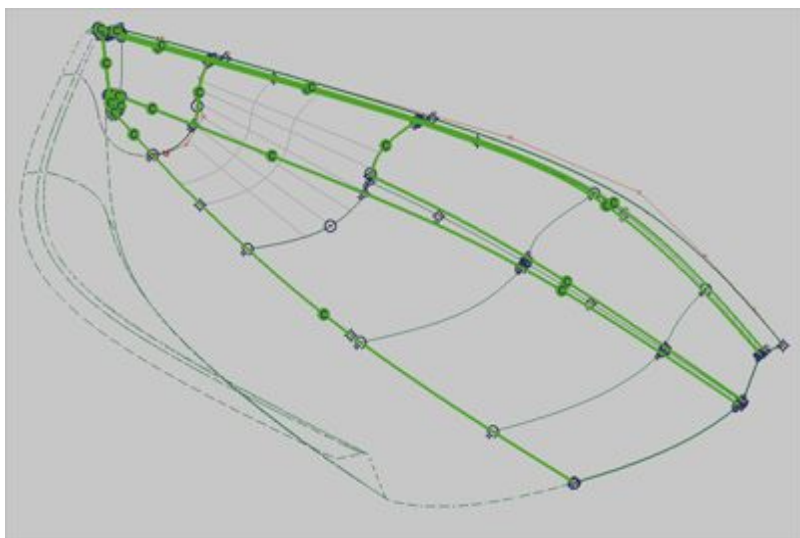
Casi studio_RM per l'analisi di qualità (4)

Approcci alla modellazione:

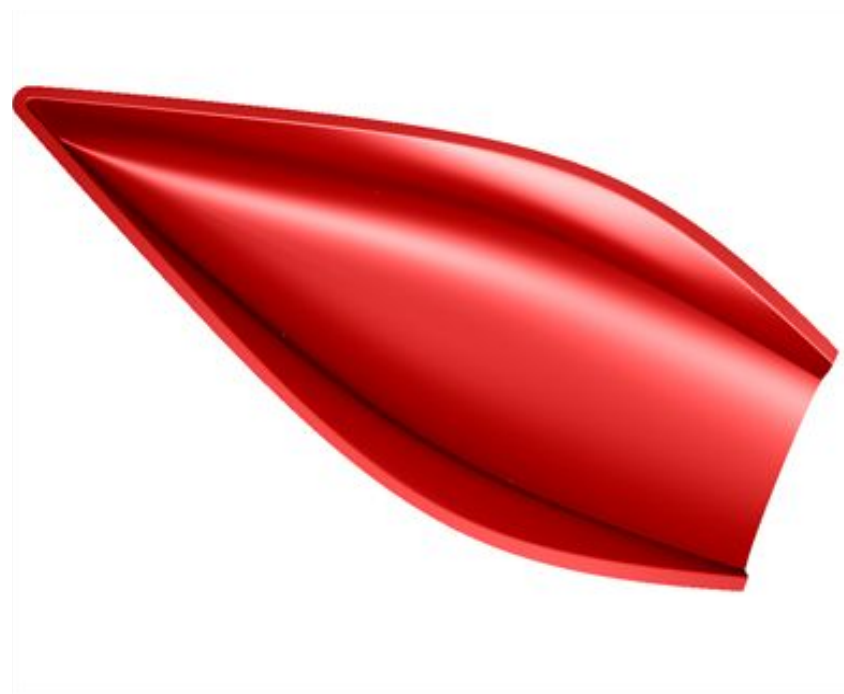
- Modellazione semi-automatica
- Modellazione manuale

Esempio di ricostruzione totalmente manuale

Continuità



Modello finale



Caso studio_RM per il restauro nautico (1)

Il rilievo digitale
tridimensionale degli scafi
come ausilio alla
progettazione

Rilievo e modellazione di uno scafo d'epoca con finalità di restauro

Leone di Caprera
(1000x230x160 cm)

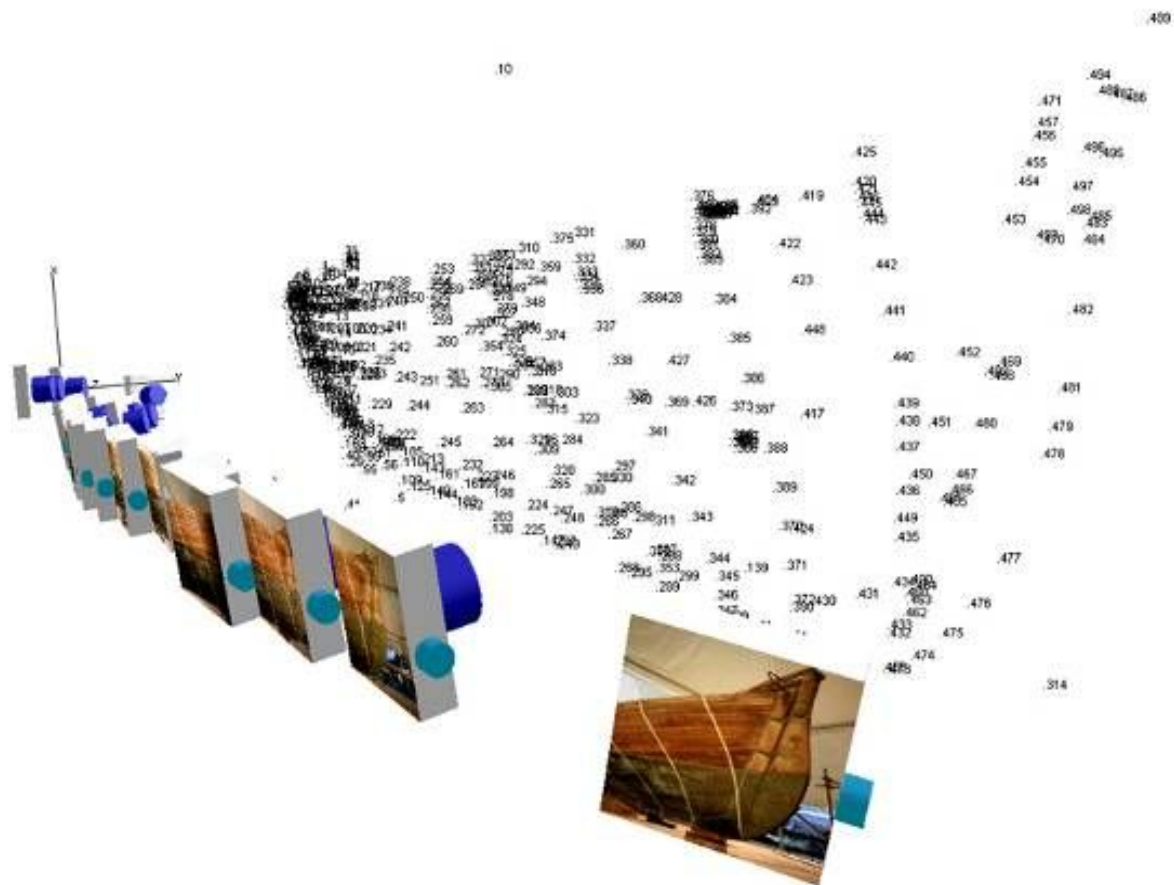
Strumenti: scanner a tempo di volo e fotogrammetria



Caso studio_RM per il restauro nautico (2)

Il rilievo digitale tridimensionale degli scafi come ausilio alla progettazione

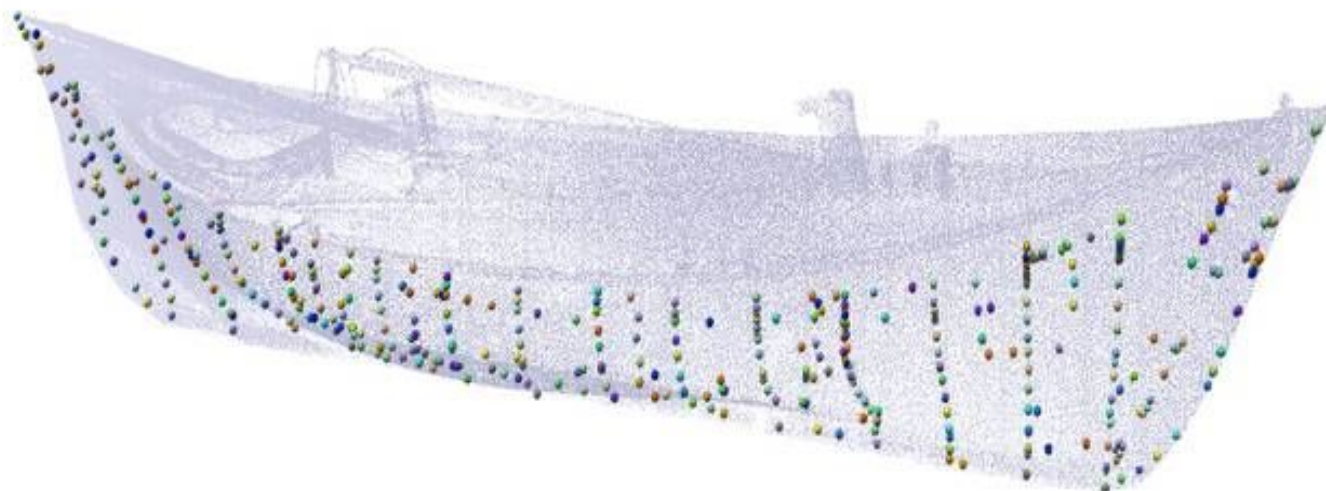
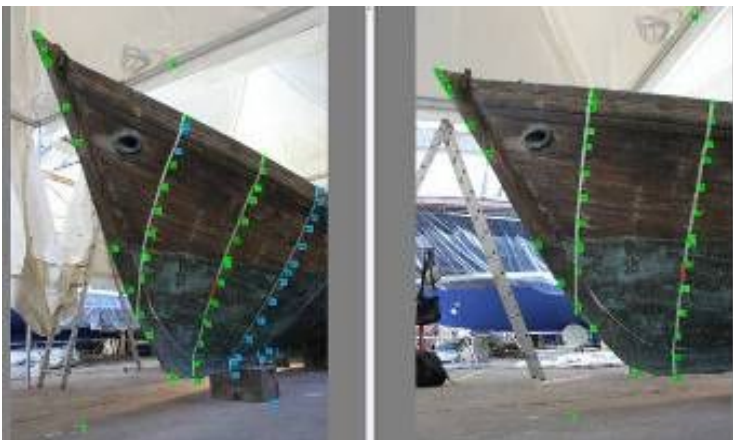
Fase di rilievo - fotogrammetria



Caso studio_RM per il restauro nautico (3)

Il rilievo digitale tridimensionale degli scafi come ausilio alla progettazione

Estrazione dei punti



Verifiche:

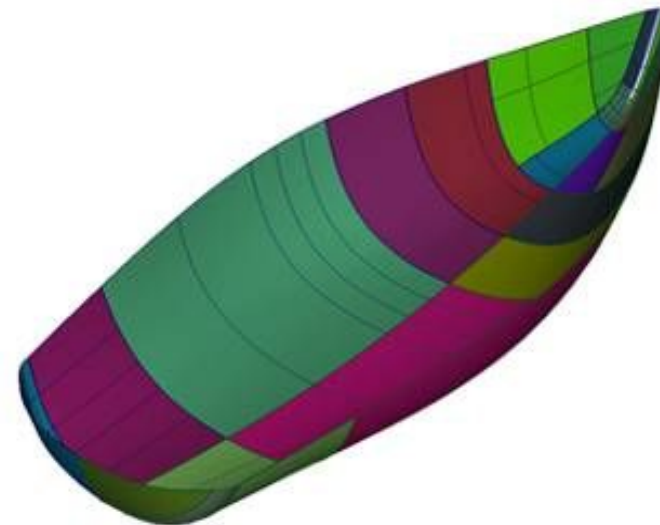
- Simmetria
- Torsioni
- Irregolarità nel fasciame

Caso studio_RM per la progettazione nautica da concept

Maquette in polistirolo termoformato (103x35x15 cm)

Strumenti: scanner a triangolazione

Possibilità: passaggio diretto dalla maquette alla prototipazione



Caso studio_RM per la progettazione nautica da modello reale (1)

Rilievo e modellazione di un Optimist da gara (230x169x350 cm)

Strumenti: scanner a triangolazione (sperimentazione), fotogrammetria (sperimentazione), scanner a tempo di volo (dati utilizzati)

Problematiche:

- Usura del maschio dello scafo
- Inserimento di modifiche alla forma originaria
- Necessità di avere un modello in linea con i parametri federativi

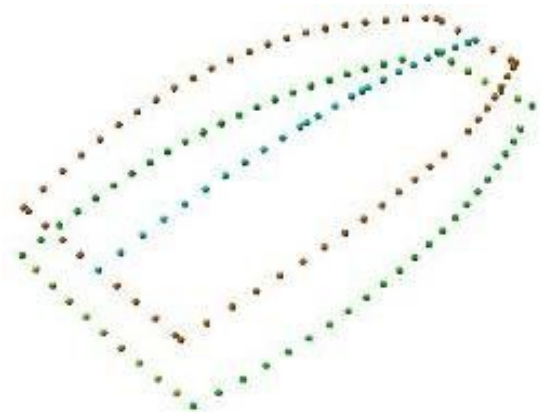
Finalità:

- Controllo sulle simmetrie dell'esistente
- Generazione di un modello che tenga conto dei vincoli dati dalla Federazione

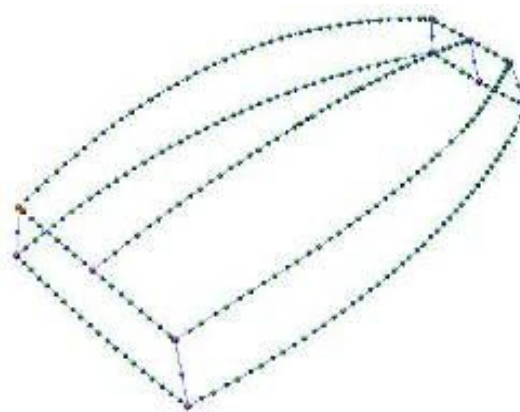
Caso studio_RM per la progettazione nautica da modello reale (2)

Ricostruzione digitale del **modello teorico**

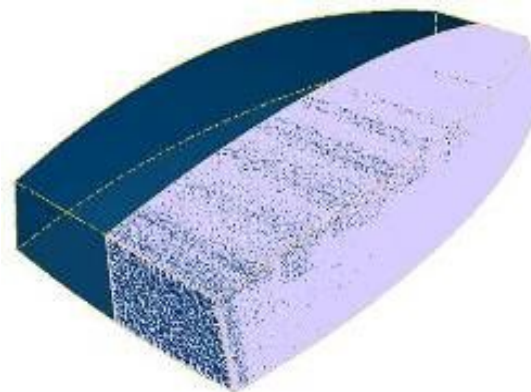
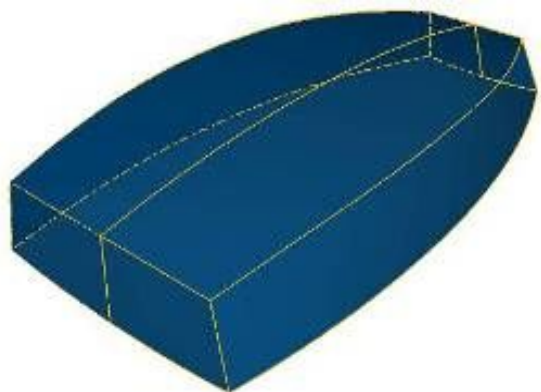
Utilizzo dei parametri forniti dalla Federazione
→ disegnare le curve passanti per i punti dati



Modellazione delle superfici



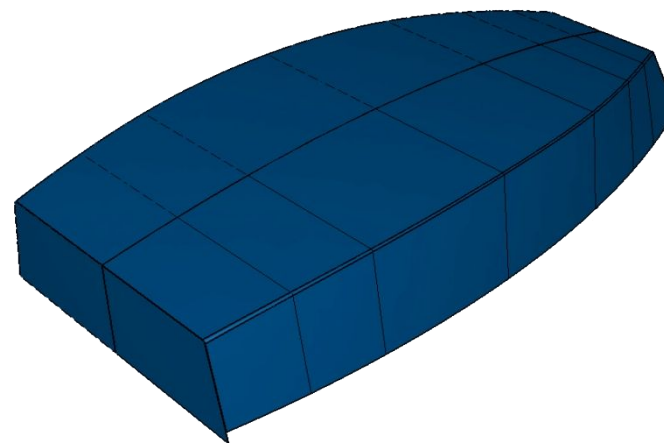
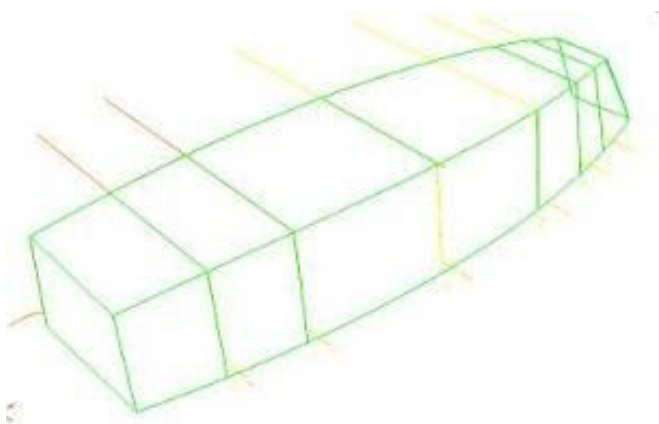
Poligonalizzazione



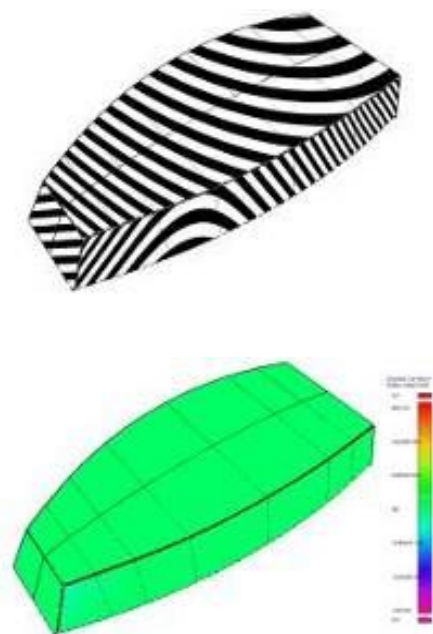
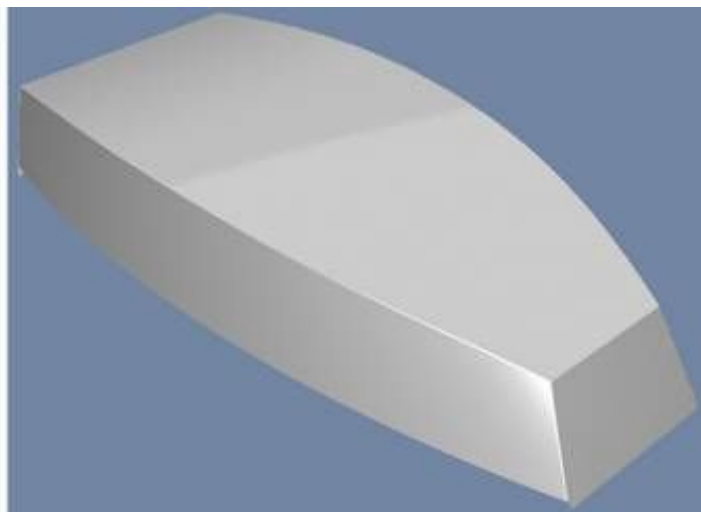
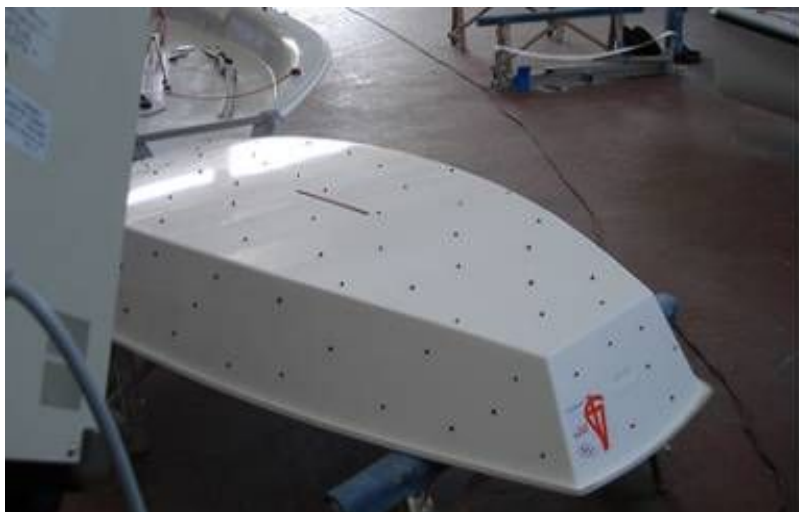
Caso studio_RM per la progettazione nautica da modello reale (3)

Il rilievo digitale tridimensionale degli scafi come ausilio alla progettazione

Ricostruzione digitale del modello esistente



Modello finale e verifiche di qualità

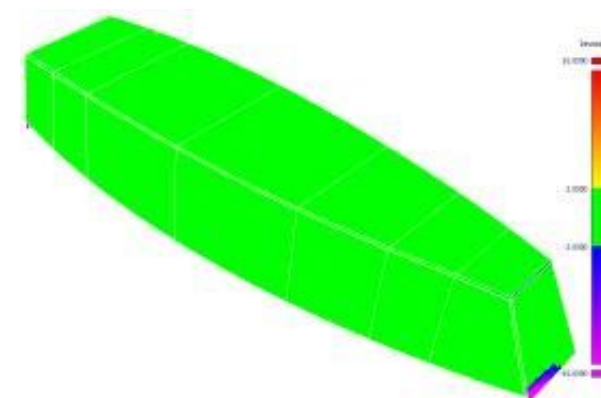
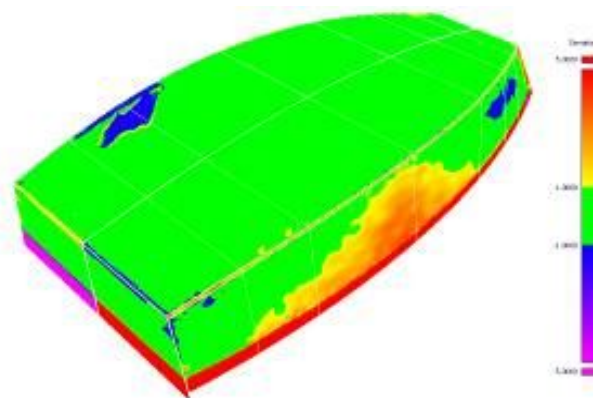
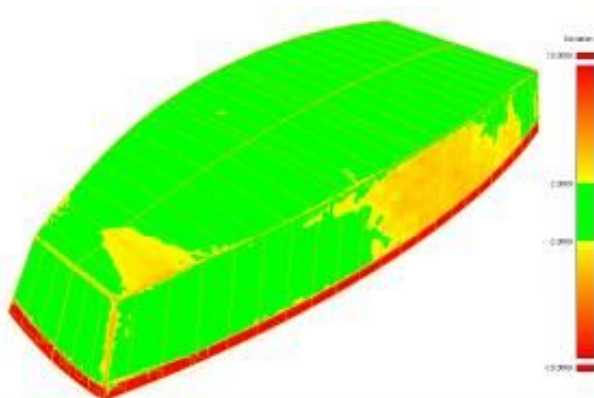


Caso studio_RM per la progettazione nautica da modello reale (4)

Il rilievo digitale tridimensionale degli scafi come ausilio alla progettazione

Confronti:

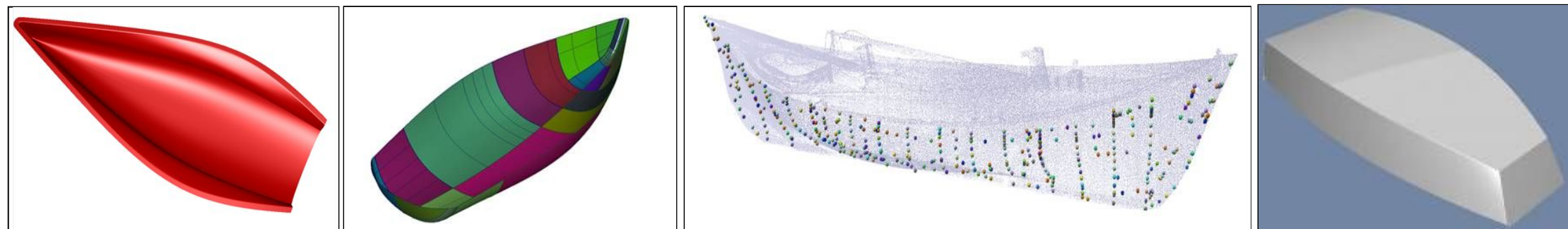
- Modello teorico Federazione (Gold S tandard) - Modello rilevato
- Modello rilevato - Modello riprogettato da rilievo
- Modello teorico Federazione (Gold S tandard) - Modello riprogettato da rilievo



Conclusioni

Vantaggi del rilievo digitale:

- Accuratezza
- Precisione
- Elevato numero di dati



Conseguenze dirette:

- qualità dei prodotti
- ottimizzazione dei processi