

Un'applicazione di Reverse Engineering nell'ambito della meccanica sperimentale

Francesca Campana



Sapienza
Università di Roma



Cos'è il Reverse Engineering

- Il significato di RE è molto esteso ed applicabile a vari settori dell'ingegneria.
- Si fa RE tutte le volte che si esamina e rileva un componente già esistente.
- In campo industriale è uno strumento utile nell'ambito del *benchmarking* o per congelare modifiche su prototipo reale.
- In ambito scientifico è interessante sia lo sviluppo di sistemi di rilievo che di procedure di elaborazione in grado di restituire al computer l'oggetto acquisito.



Processo di RE

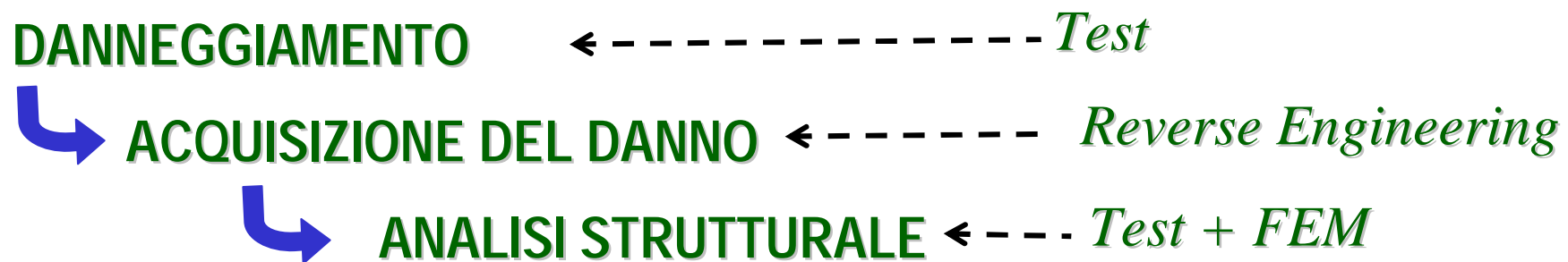
- Acquisizione della nuvola di punti
- Elaborazione
 - Filtraggio (riduzione del rumore, semplificazione della gestione grafica)
 - Ricomposizione viste
 - Riconoscimento di aree specifiche (segmentazione)
 - Ricostruzione delle superfici
 - Tessellazione



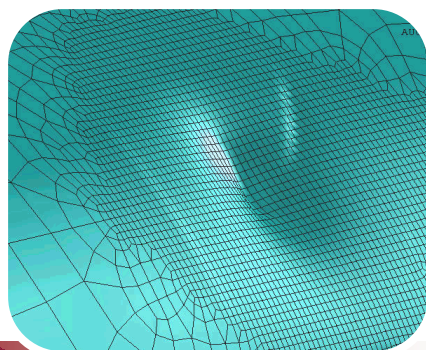
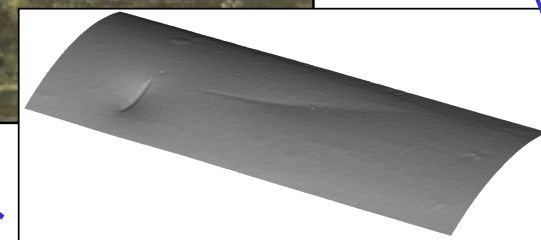
Un esempio di RE

La causa principale di messa fuori servizio di tubazioni per gasdotti è il danneggiamento meccanico accidentale.

Lo studio degli effetti del danneggiamento meccanico è utile per stabilire se è necessaria manutenzione o sostituzione del tratto danneggiato.



Introduzione

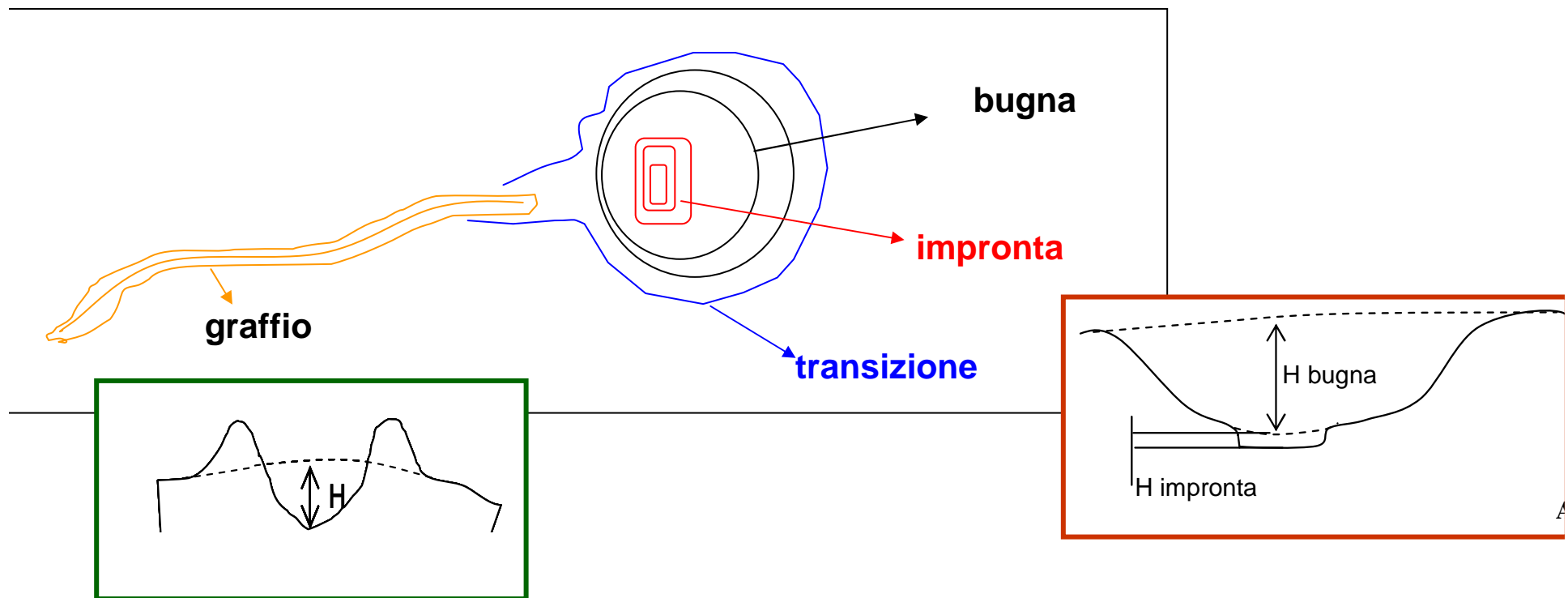


Sapienza
Università di Roma



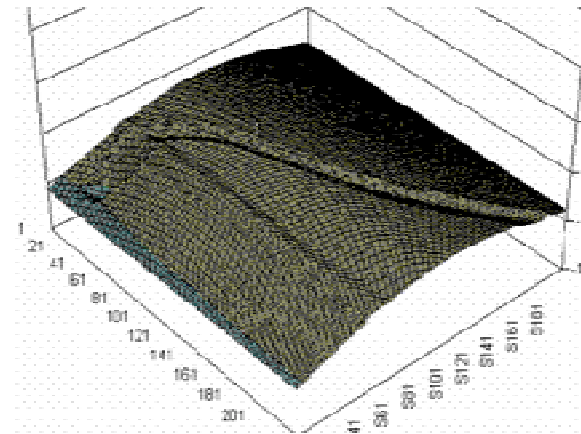
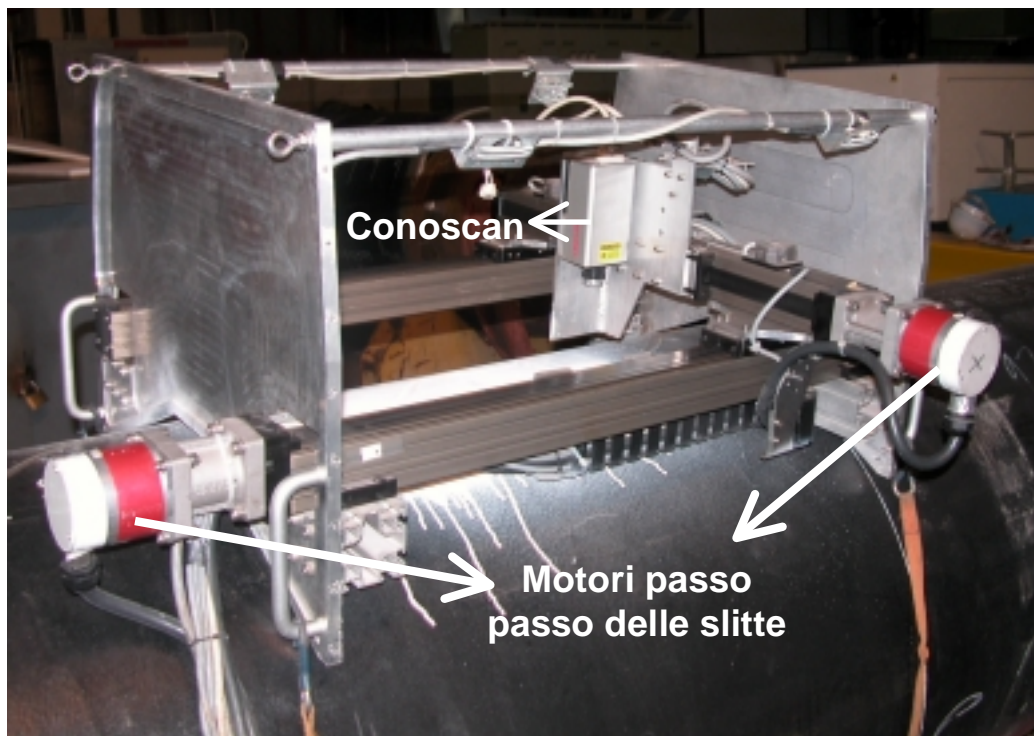
Classificazione dei difetti

Tipologie di danneggiamento provocate da un escavatore di stazza media (15-35 tonnellate) su tubazioni per gasdotti di diametri di 24", 36", 42", 48"



Obiettivi del lavoro

Procedura automatica per individuare e localizzare i diversi tipi di danno a partire dal rilievo di forma realizzato da un sistema di misura basato sul principio della olografia conoscopica.



> 65000 i punti
acquisibili



Sapienza
Università di Roma



Obiettivi del lavoro

Per consentire la misura oggettiva dei diversi tipi di danno:

- ➡ ogni difetto deve essere misurato con la medesima procedura (ripetibilità del rilievo);
- ➡ le nuvole di punti devono essere tradotte in superficie ed importate in ambiente CAD per facilitare il post processing (estrazione delle sezioni, zebra plot, ecc.).

Strumento: le tecniche di *Reverse Engineering*



Elaborazione proposta

- ⇒ Segmentazione = analisi della nuvola per localizzare i difetti (graffio e bugne)
- ⇒ Classificazione = scelta della superficie *NURBS* che meglio approssima le varie aree
- ⇒ Creazione delle superfici
- ⇒ Post Processing al CAD



Elaborazione proposta

➡ **Segmentazione** = analisi della nuvola per localizzare i difetti (graffio e bugne)

Attraverso lo studio delle curvature è possibile localizzare brusche variazioni di forma.

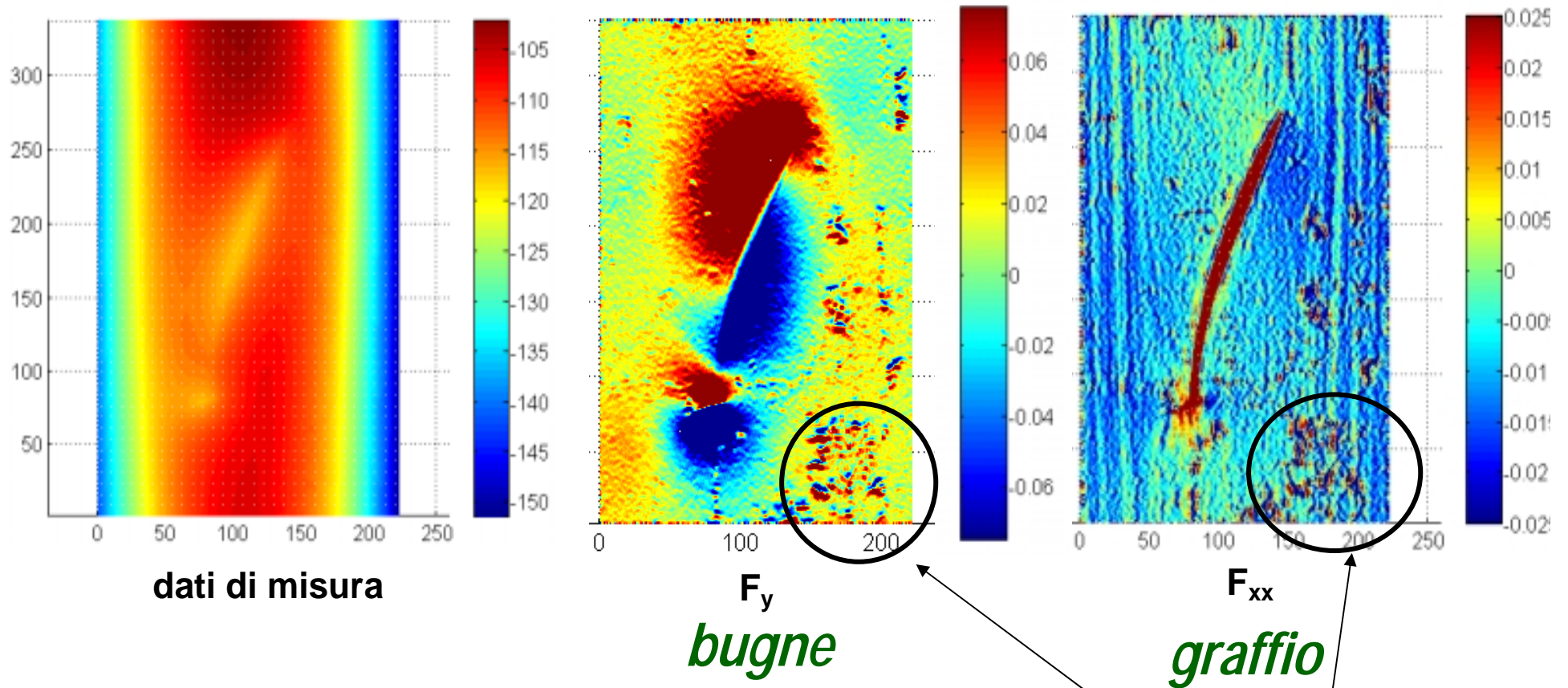
Dall'analisi di una serie di acquisizioni sono state trovate delle soglie empiriche da applicare sulla derivata prima e seconda lungo x ed y.

$|F_x| > 0.075$ per la bugna; $|F_{yy}| > 0.025$ per il graffio;

$|F_y| > 0.075$ per la bugna; $|F_{xx}| > 0.025$ per il graffio.



Elaborazione proposta

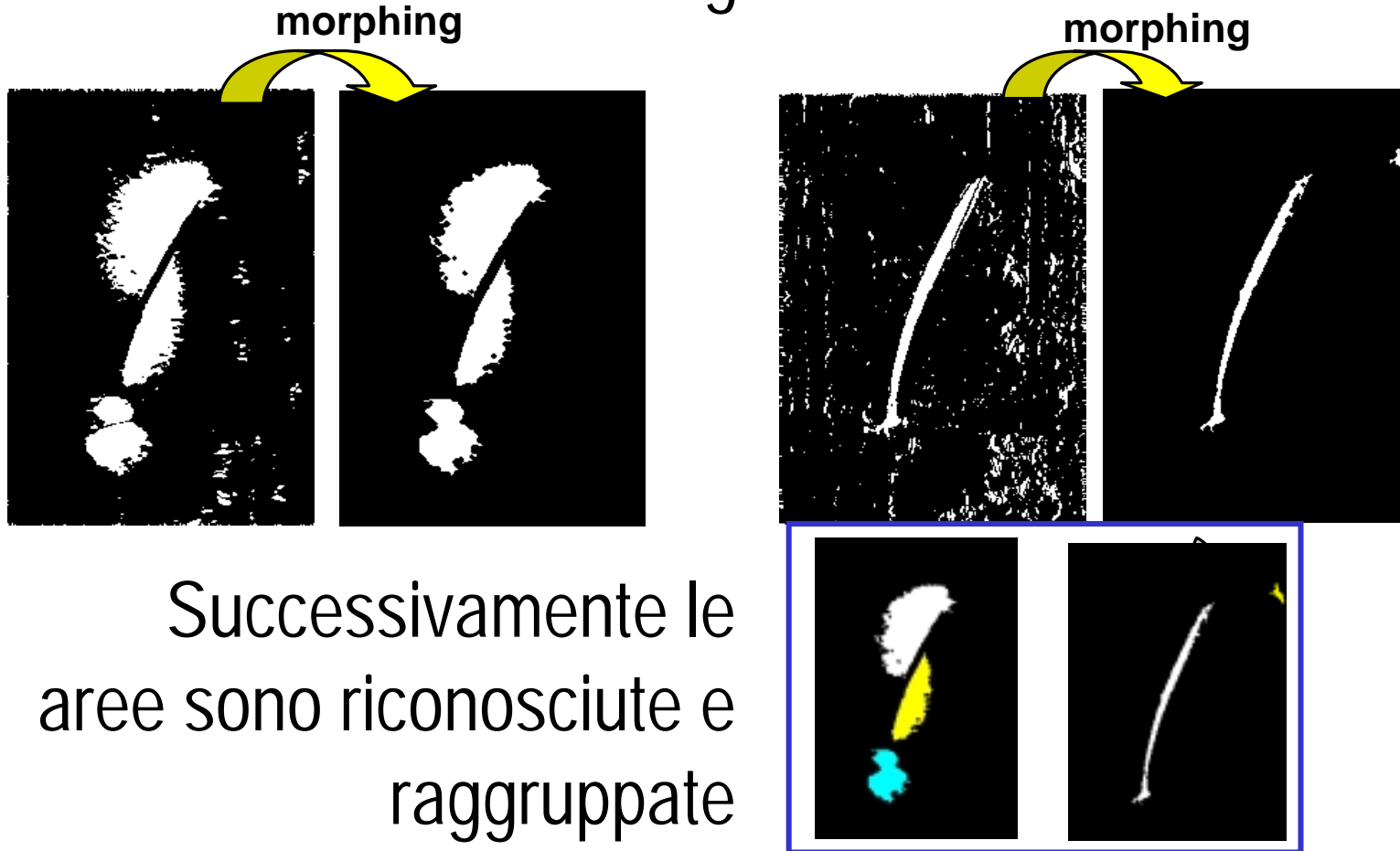


Successivamente occorre filtrare le zone spurie



Elaborazione proposta

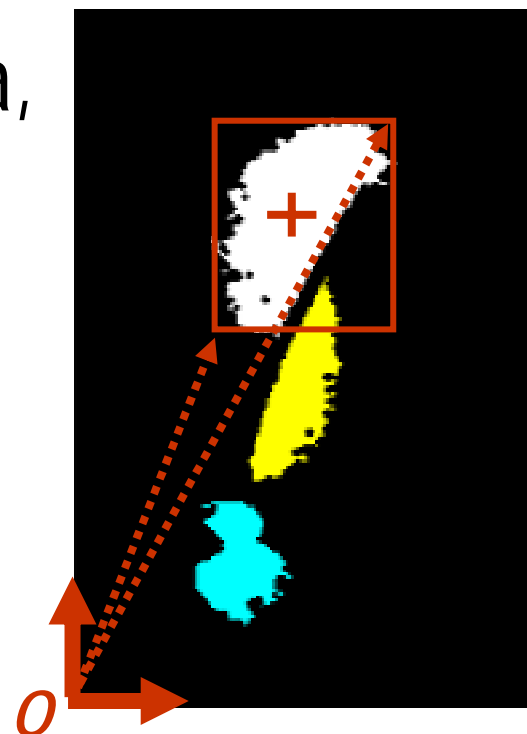
Il filtering viene realizzato con tecniche di *morphing* mutuata dall'analisi di immagine



Misure effettuabili

Dalla localizzazione è possibile:

- Individuare il difetto rispetto allo 0,0 della matrice (in termini di minimo rettangolo circoscritto),
- la sua estensione ed eccentricità,
- il baricentro ed il perimetro,
- il punto di massima profondità.



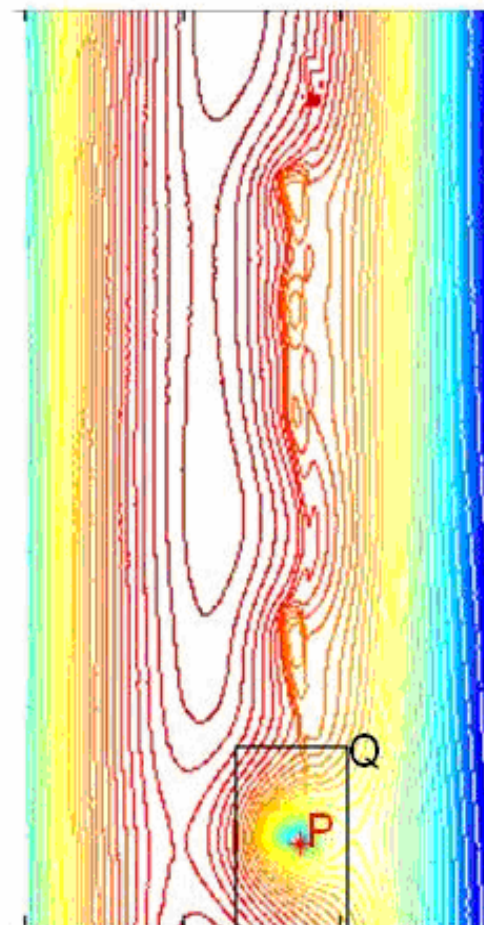
Misure assolute

	GRAF.	AVV.
AREA (mm ²)	4428	6247
PER. (mm)	-----	1261
A%	3%	4%
Ecc.	0.94	0.60
Ret.C. (mm)	369x26	
	110x71	

Area acquisizione: 541 x 302 mm

Passo: 1 mm

*Ordine di grandezza: G=10mm A=100
mm*



P=avvallamento massimo

Q=area di avvallamento

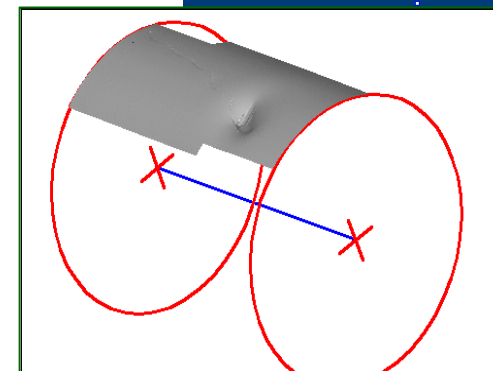
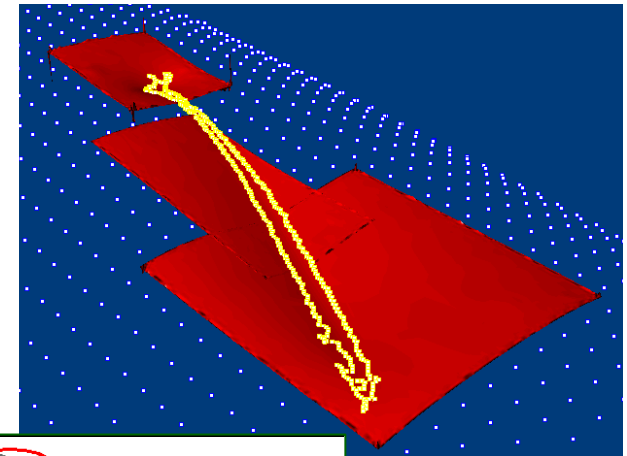


Ricostruzione delle superfici

La localizzazione delle aree di graffio e bugna è una forma di segmentazione.

Per ciascuna di queste aree occorre definire le formule ottimali per la loro ricostruzione tramite NURBS.

Aspetti critici: scelta delle modalità di costruzione (per rete di curve, per linee di confine, ...);
posizionamento dell'area di misura rispetto al tubo indeformato



Riferimenti Bibliografici

Riferimenti sulle tematiche di ricerca generiche:

- Y. Li, P. Gu, "Free-form surface inspection techniques state of the art review", in Computer Aided Design , Vol.36, pp.1395-1417, 2004
- P. Benko, T. Varady, "Segmentation methods for smooth points regions of conventional engineering objects", in Computer Aided Design, Vol.36, pp.511-523, 2004

Sulla specifica applicazione:

- F. Campana, A. Lucci, "Localizzazione e misura della geometria di urti meccanici su tubazioni per gasdotti attraverso tecniche di reverse engineering", XXXV Convegno AIAS, 2006

