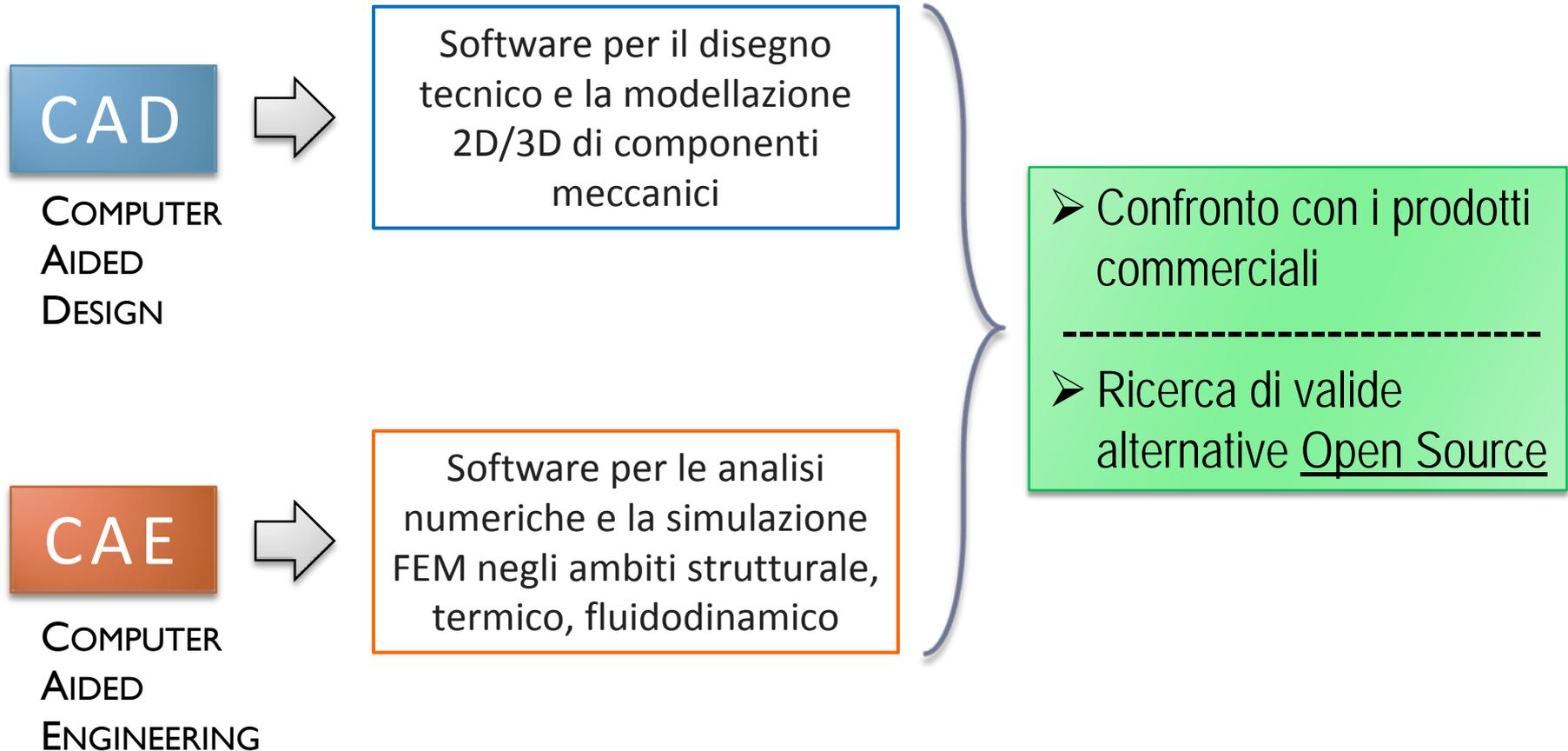


# Lo stato attuale del software Open Source nelle applicazioni CAD/CAE

Le alternative free agli applicativi tradizionali  
per la progettazione meccanica

Matteo Falasca  
24.11.2010 – Cento (FE)

# Settori di Interesse



# I Pro e i Contro dell'Open Source

I vantaggi: non solo l'assenza di costi di licenza...

- Possibilità di elevata customizzazione da parte degli utenti
- Velocità nell'individuare e correggere i bug (se ampia base utenti)
- Facilita la collaborazione e lo scambio di idee e informazioni

L'altro lato della medaglia...

- Documentazione e tutorial a volte carenti o poco aggiornati
- Difficoltà di utilizzo (GUI poco evolute e meno user friendly)
- A volte incertezza nel mantenimento e nello sviluppo del software

# Il settore del CAD meccanico 2D/3D

Principali competitors commerciali



Solid Works  
Solid Edge  
Catia  
Pro/Engineer  
AutoCAD/Inventor  
CoCreate OneSpace

Principali alternative Open Source



NaroCAD  
FreeCAD  
HeeksCAD  
Varkon  
Qcad (2D only)  
Altri... (BRLCAD)

# I CAD Open Source più validi

**NaroCAD** → CAD 3D solo per Win32, promettente e con interfaccia intuitiva con qualche bug, funzionalità mancanti, in fase di sviluppo, per ora è uno dei più promettenti.

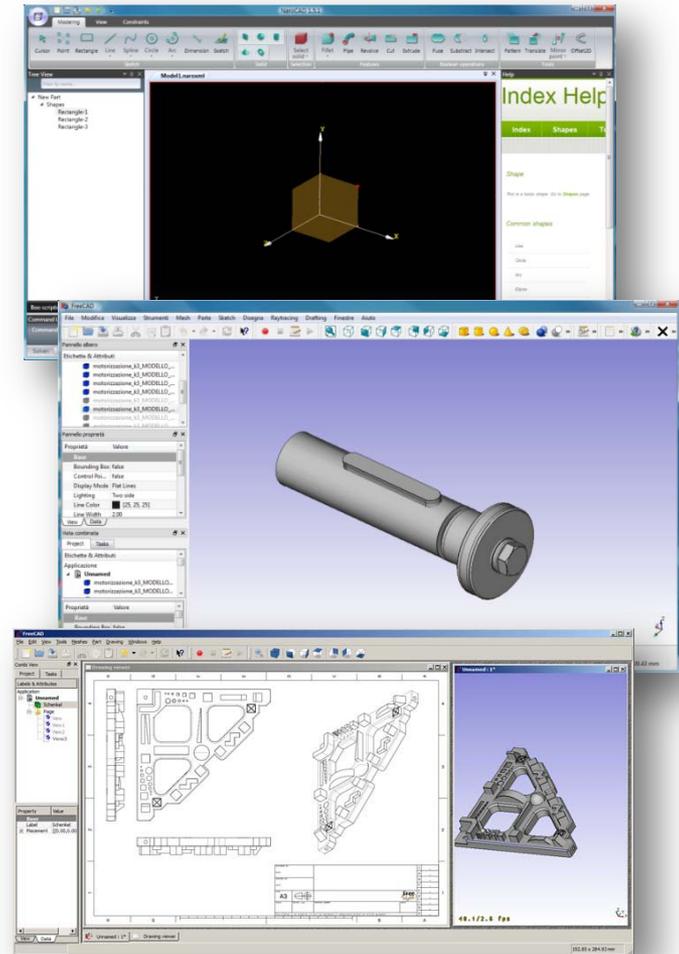
**FreeCAD** → CAD 3D Open Source con alcuni bug importanti, in fase di sviluppo, per ora poco utilizzabile ma promettente.

**HeeksCAD** → CAD 3D stabile e funzionale ma ancora con poche funzionalità. Ha anche un modulo dedicato al CNC.

**Varkon** → CAD 3D dall'utilizzo poco immediato, abbastanza stabile ma dall'interfaccia scarna e mancante di alcune funzionalità importanti.

**Qcad** → CAD esclusivamente 2D versione C.E di un software commerciale. Il più affidabile e stabile tra i 2D Open Source.

**Nota importante:** nessun CAD 3D Open Source sembra avere moduli funzionanti per la messa in tavola del 3D



# QCAD: l'alternativa free per il 2D

Principale competitor commerciale



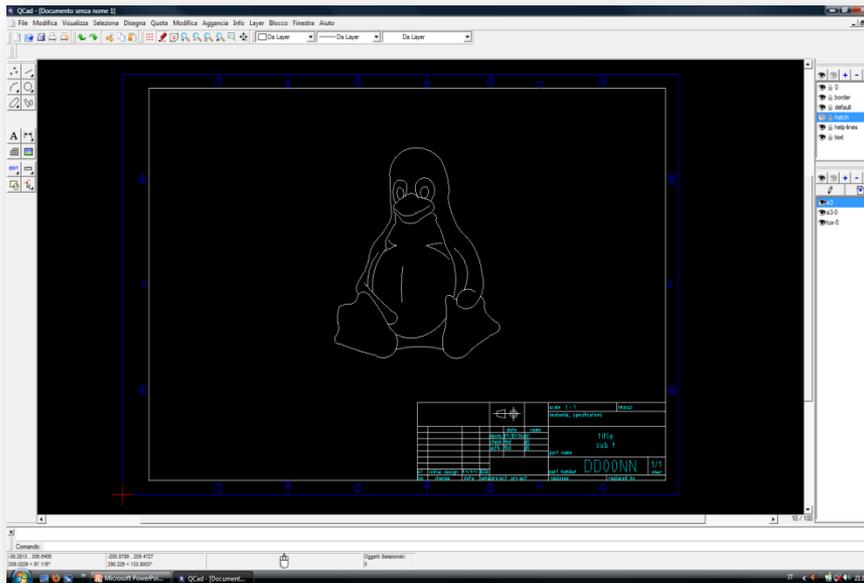
Autodesk AutoCAD

Principale alternativa Open Source



QCAD

È la versione CE di un software commerciale



## Caratteristiche di QCAD

- È il più completo tra i CAD 2D Open Source
- Ha un'interfaccia semplice da usare
- È compatibile con il formato DXF
- Manca di alcune funzionalità rispetto alla versione commerciale (scorciatoie da tastiera)
- Non è potente come le controparti commerciali
- È rilasciato sotto licenza GPL

Potrebbe essere proposto per l'utilizzo in aziende che non necessitano di un CAD molto sofisticato



## Sviluppi futuri...

I CAD Open Source sono in forte evoluzione ed il monitoraggio effettuato nell'ultimo anno ha evidenziato una evoluzione continua e costante di questi applicativi.

È auspicabile che nel giro di qualche anno appaiano degli strumenti free abbastanza potenti da poter competere con i prodotti commerciali.

La situazione attuale non consente la sostituzione completa degli strumenti commerciali con quelli Open Source, ma è possibile iniziare a testarli in azienda in previsione di un utilizzo futuro intensivo



# Il settore delle analisi FEM/CFD/Multiphysics

Principali competitors commerciali



Ansys  
Comsol  
Nastran  
Femap, altri...

Principali alternative Open Source



Salome Meca 2010  
OpenFOAM  
Elmer  
Calculix, altri...

# Salome Meca 2010

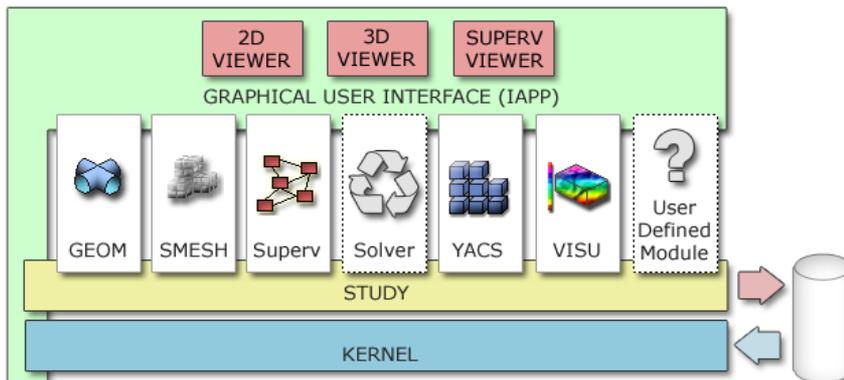
More info at:  
[www.salome-platform.org](http://www.salome-platform.org)



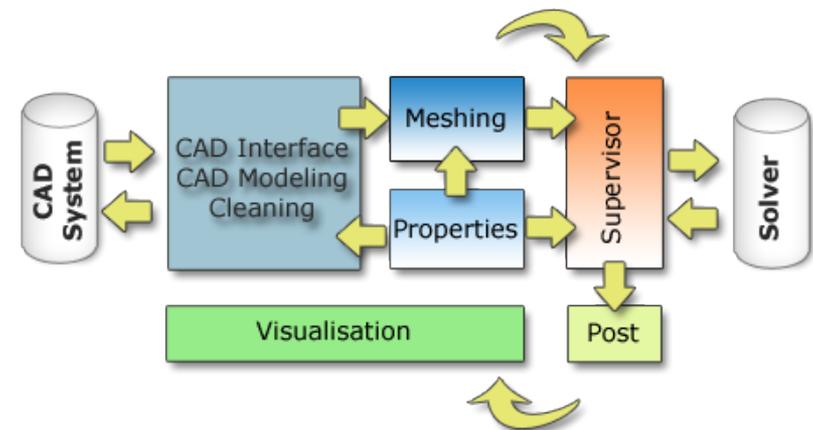
## Caratteristiche generali:

- Piattaforma completa di Pre/Post processing per analisi FEM strutturali e termomeccaniche
- GUI che permette di gestire in un unico ambiente i vari moduli per le diverse fasi di calcolo
- Ha capacità CFD se accoppiato a Code\_Saturne (EDF)
- Rilasciato sotto licenza GPL/LGPL
- Sviluppato da un consorzio di enti e aziende tra cui EDF, Open Cascade, Lab. D'Inf. Paris IV

## Architettura generale della piattaforma



## Workflow tipico



# Il solutore strutturale Code Aster



Code Aster v10  
[www.code-aster.org](http://www.code-aster.org)

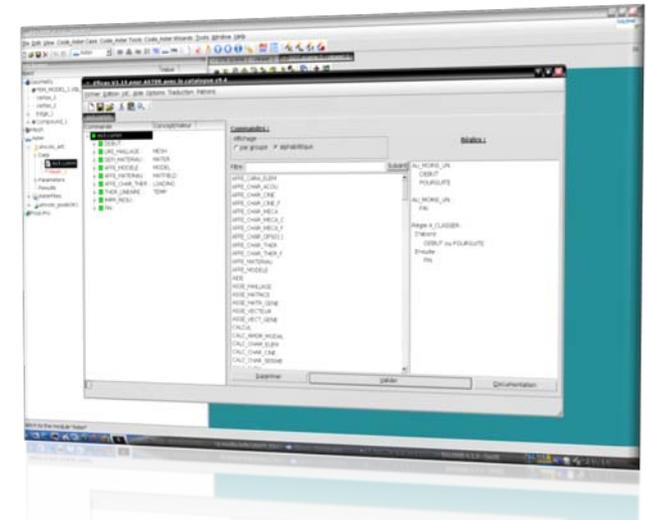


## Modulo Aster

- Possibilità di affrontare problemi strutturali e termomeccanici con numerose possibilità di vincolo e carico
- Possibilità di risolvere problemi statici e dinamici, lineari e non, stazionari e transitori
- Possibilità di modellare comportamenti oltre l'elasticità lineare dei materiali (elastoplastici, creep, fatica)
- Scrittura del codice facilita grazie ad appositi editor (EFICAS)
- In continua evoluzione e upgrading grazie anche ad una enorme base utenti

## Alcuni numeri su Code\_Aster...

- ✓ Team di 20 elementi dedicato allo sviluppo, centinaia di tester aziendali
- ✓ Oltre 100 tipi di elementi finiti (modellazioni 1D,2D,3D, Assialsimm.)
- ✓ 95 leggi costitutive per modellazione di materiali diversi
- ✓ Oltre 2000 Validation Test , certificazione ISO 9001
- ✓ 13000 pagine di documentazione (in francese)
- ✓ 1.200.000 righe di codice (Python e Fortran)



# Gli altri moduli di Salome Meca



## Modulo geometrico

- Importazione e modifica delle geometrie nei formati igs, step, brep.



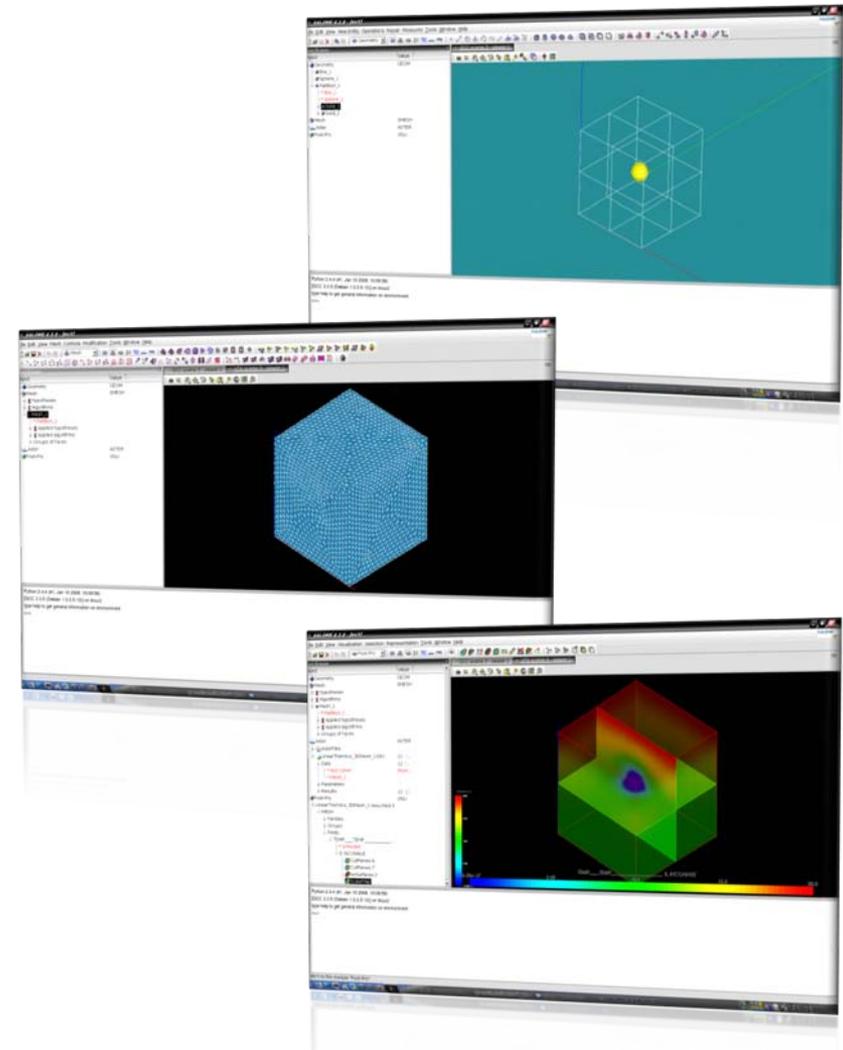
## Modulo mesh

- Generazione della mesh e creazione dei gruppi su cui applicare carichi e vincoli.



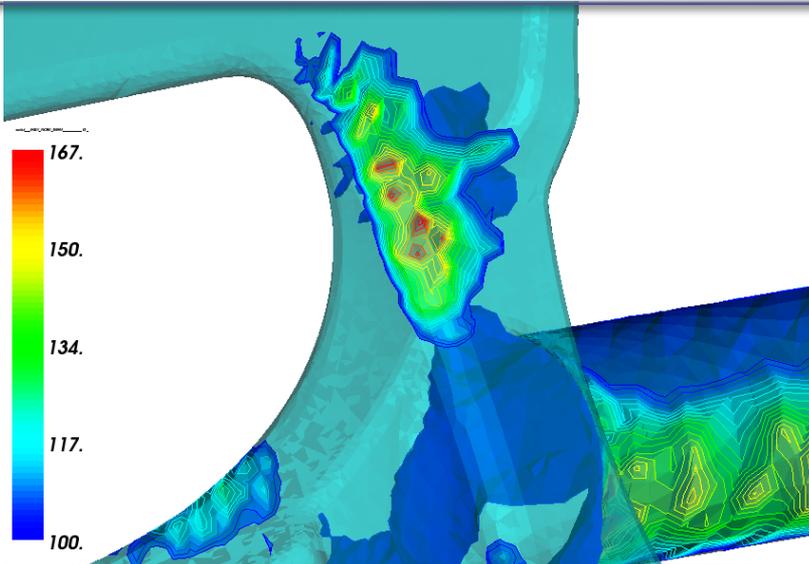
## Modulo Post-Pro

- Visualizzazione dei risultati ed elaborazione dei dati di post-processing.



# Casi reali di studio per Salome Meca 2010

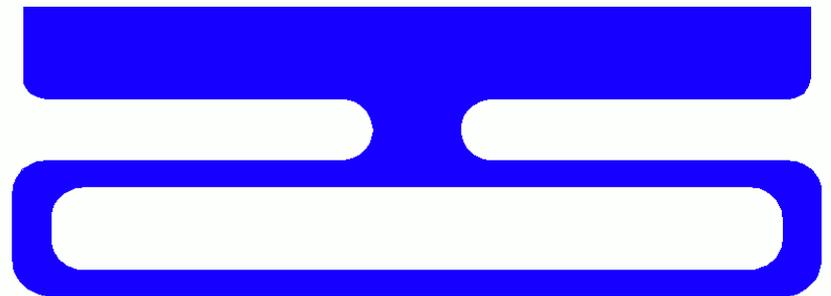
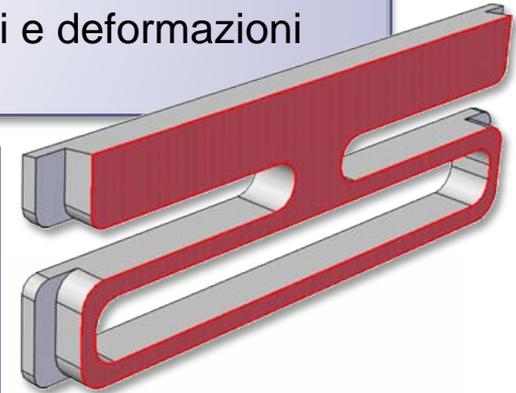
Analisi strutturale di geometrie complesse con mesh ad elevato numero di nodi



Analisi strutturale di un agitatore sottoposto a coppia torcente sull'albero: calcolo della tensione equivalente secondo Von Mises e rappresentazione con isosuperfici

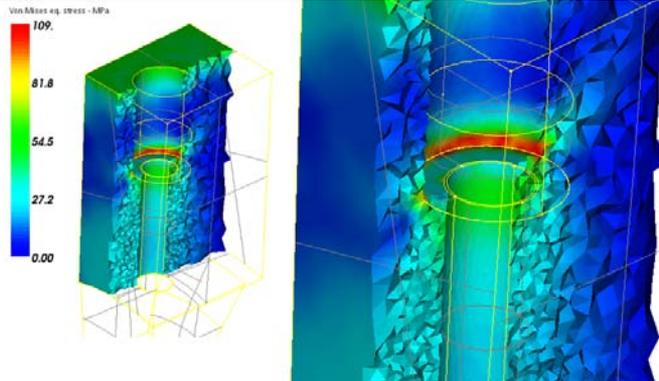
Analisi di comportamenti oltre il limite di elasticità: tensioni e deformazioni residue

Deformazione di un aletta in materiale plastico utilizzando una sezione 2D della geometria CAD tridimensionale

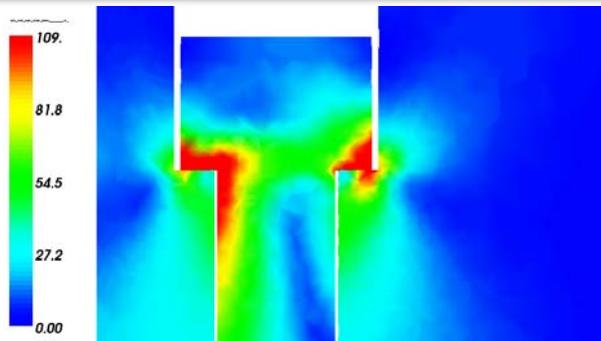


# Casi reali di studio per Salome Meca 2010

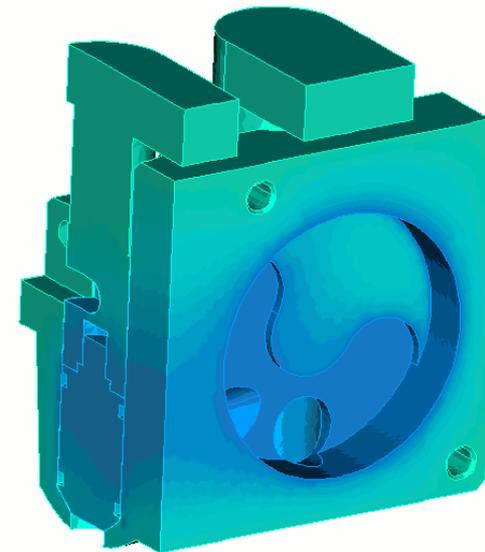
## Analisi termomeccaniche



Tensione su una vite indotta dalla deformazione per variazione di temperatura



## Analisi termiche in regime transitorio



Variazione di temperatura nella zona di erogazione di una macchina per gelato soft durante l'esercizio

# OpenFOAM

More info at: **OpenFOAM**

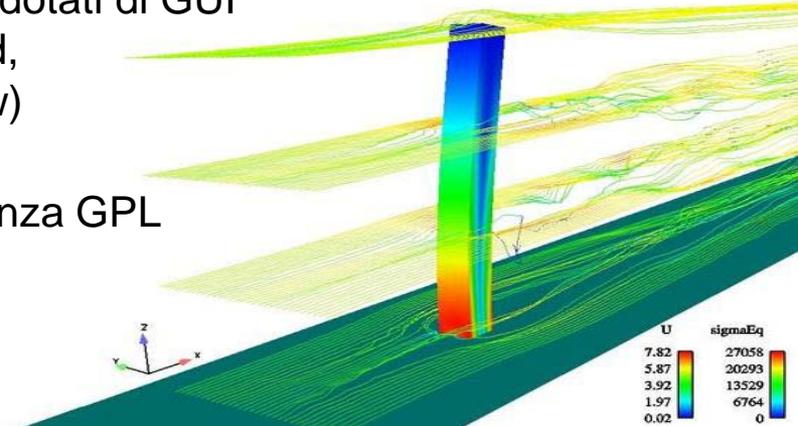
[www.openfoam.com](http://www.openfoam.com) *The Open Source CFD Toolbox*

## Caratteristiche generali:

- Principalmente è un toolbox in C++ costituito da una serie di solutori standard molto orientanti alla computazione fluidodinamica (CFD)

**Alcuni dei solutori standard:** Basic CFD (fluidodinamica computazionale di base), Flussi incomprimibili, Flussi comprimibili, Flussi multifasici, RANS e LES, Particle-tracking flussi (tracciamento delle particelle), Combustione, Trasferimento termico, Convezione, Electromagnetismo, Dinamica dei solidi, Finanza (flussi finanziari)

- Di base è stato concepito per la meccanica dei continui ma può affrontare anche altri tipi di problemi grazie a solutori di terze parti
- Ha dei tool di pre e post processing integrati, non tutti dotati di GUI (per il Pre-Processing è consigliabile utilizzare EnGrid, per il Post-processing è integrato il software Paraview)
- È sviluppato dalla OpenCFD Ltd. e rilasciato sotto licenza GPL
- Ha una documentazione di base in Inglese



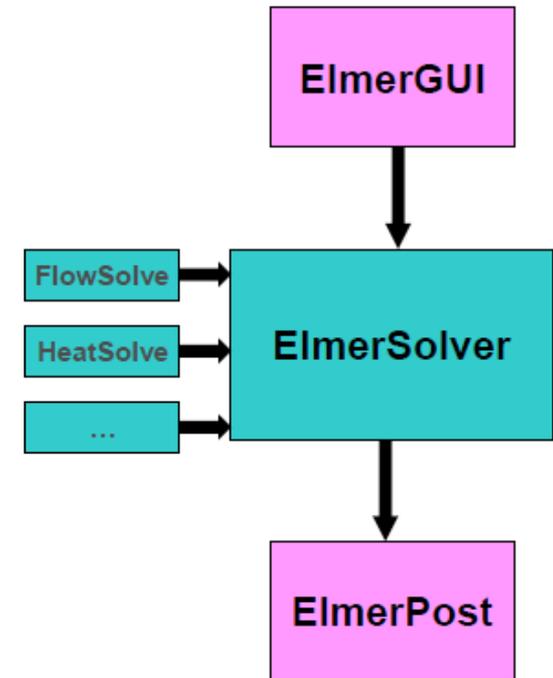
# CSC Elmer

More info at:  
[www.csc.fi/elmer](http://www.csc.fi/elmer)



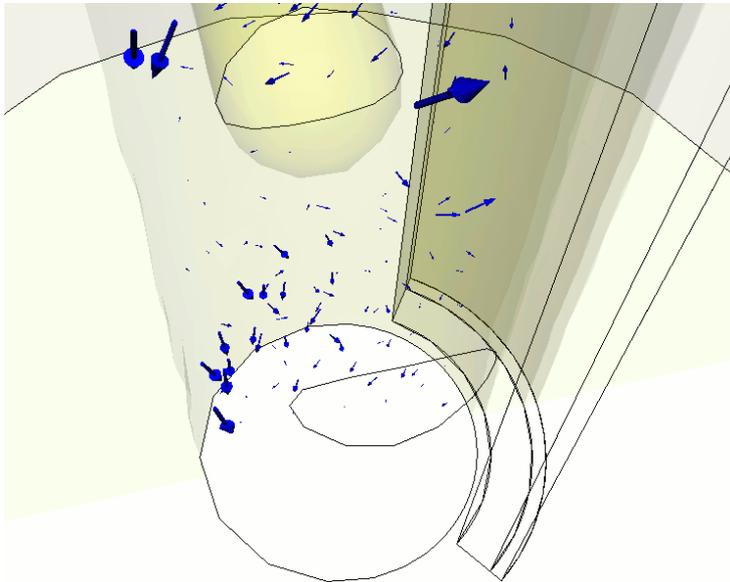
## Caratteristiche generali:

- Piattaforma per analisi multifisiche composta dall'insieme di diversi tools
  - **ElmerGUI** → Interfaccia grafica principale di pre-processing
  - **ElmerSolver** → Codice solutore FEM based composto da diversi moduli
  - **ElmerPost** → Post-processing, visualizzazione e manipolazione dei risultati
- Possibilità di usare Pre/Post Processor differenti (Salome, GMSH, VTK)
- Possibilità di accoppiare problemi multifisici (strutturali, termofluidodinamici, elettromagnetici) con relativa semplicità
- Non potente come alcuni software proprietari
- Sviluppato e mantenuto dalla CSC – I T Center for Science, organizzazione no-profit governativa controllata dal Ministero dell'Educazione finlandese, licenza GPL

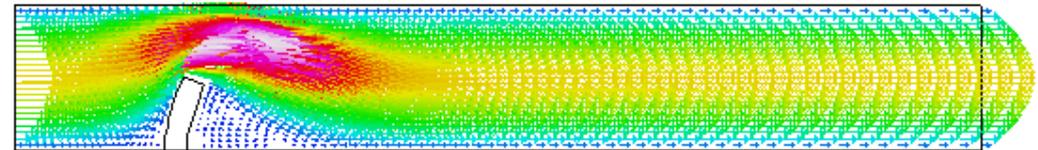


# Casi reali di studio per OpenFOAM ed Elmer

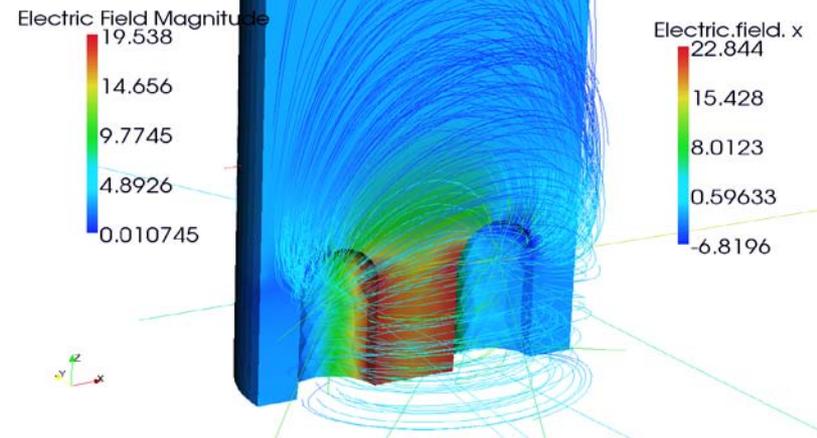
Studio dei moti convettivi in una cartuccia riscaldata da una resistenza



Studio dell'interazione fluido-solido

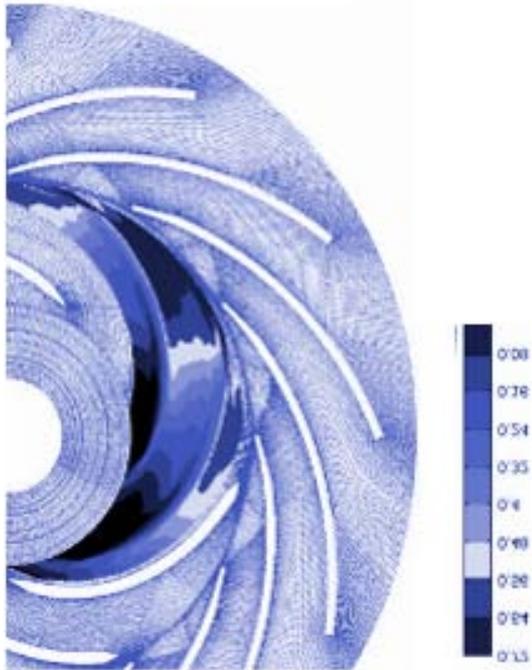


Campo elettrico tra due elettrodi

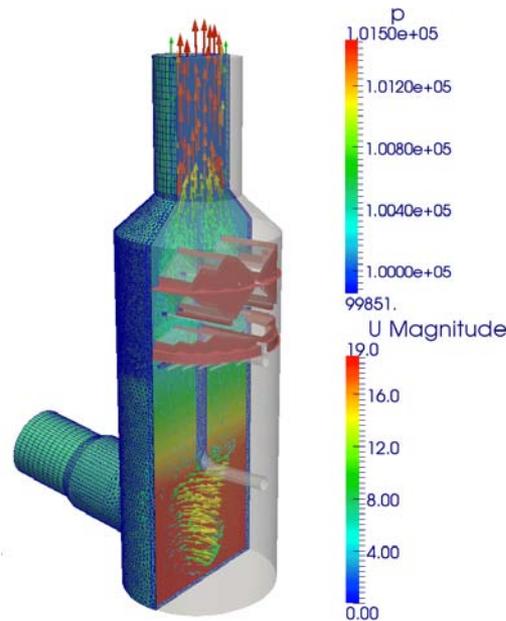


# Casi reali di studio per OpenFOAM ed Elmer

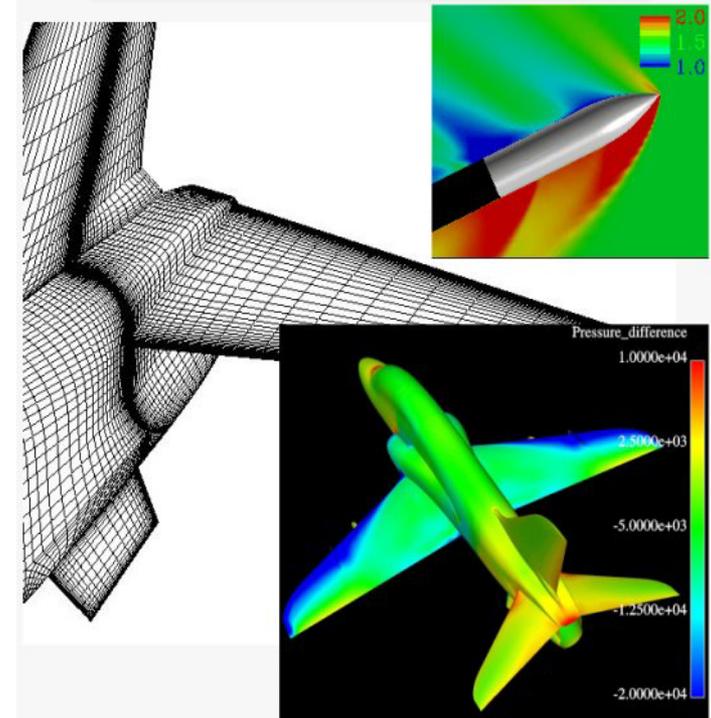
Studio di macchine a fluido



Studio del flusso di gas in una condotta



Studi avanzati di superfici aerodinamiche complesse e flussi turbolenti di fluidi comprimibili



# Considerazioni finali sul CAE Open Source

Questi strumenti per l'analisi e la simulazione numeriche, grazie alla loro elevata maturità, possono essere introdotti con successo in ambito aziendale con investimenti estremamente ridotti rispetto ai software commerciali.

L'importanza e la solidità delle società che sviluppano tali progetti Open Source fanno ben sperare per quanto riguarda il mantenimento e l'evoluzione degli stessi.



# Settori di studio da approfondire in futuro...

## Il CAM (COMPUTER AIDED MANUFACTURING)

Esistono strumenti Open Source dedicati al controllo delle macchine automatiche e dei centri CNC da testare per eventuale introduzione a livello aziendale, alcuni di questi possono essere:

- **HeeksCAD/CNC**
- **EMC**
- **CAMExpert (estensione per Qcad)**
- **gCAD3D**

# Grazie per l'attenzione!

## Per maggiori info:

- ❖ Code\_Aster: [www.code-aster.org](http://www.code-aster.org)
- ❖ Salome Platform: [www.salome-platform.org](http://www.salome-platform.org)
- ❖ CSC Elmer: [www.csc.fi/english/pages/elmer](http://www.csc.fi/english/pages/elmer)
- ❖ CFD Online: [www.cfd-online.com](http://www.cfd-online.com)
- ❖ CAELinux: [www.caelinux.com](http://www.caelinux.com)
- ❖ Opennovation: [www.opennovation.org](http://www.opennovation.org)
- ❖ Fernando Varas: Free software for numerical simulation  
<http://hermite.mac.cie.uva.es/ehf2008/transparencias/FVaras.pdf>