

Introducción a :

# Code\_Aster

Análisis de Elementos Finitos con programas de  
Código Abierto



# Modulo 00: Introducción del curso

- Presentación del capacitador
- Presentación de los participantes
- Información de metodología de la capacitación
- Objetivos generales
- ¿Que es y que no es este curso?



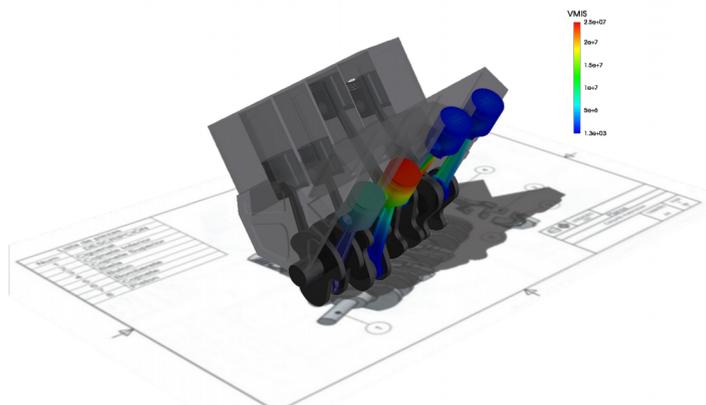
- Teléfono:  
[0351-15-658741](tel:0351-15-658741)
- Correo:  
[scopeingenieria@gmail.com](mailto:scopeingenieria@gmail.com)
- Pagina web:  
[www.scopeingenieria.com](http://www.scopeingenieria.com)





## Nuestros Servicios:

- Diseño mediante herramientas CAD de diferentes componentes y sistemas mecánicos.
- Confección de planos para fabricación o documentación de piezas o sistemas mecánicos.



- Cálculos analíticos y numéricos de sistemas mecánicos y sistemas fluido dinámicos

- Capacitación en distintos programas de Código Abierto para simulaciones numéricas





# Presentación de los participantes

- Comparta su experiencia
- ¿Que tipos de simulaciones usted desea realizar?

## ¿Que trata y que no trata este curso?

- Curso introductorio/intermedio sobre el manejo del software Code\_Aster y la plataforma Salome.
- Se analizaran principalmente modelos 3D.
- No es un curso de elementos finitos.
- No es un curso de dibujo CAD.
- No es un curso de Linux.



## Metodología:

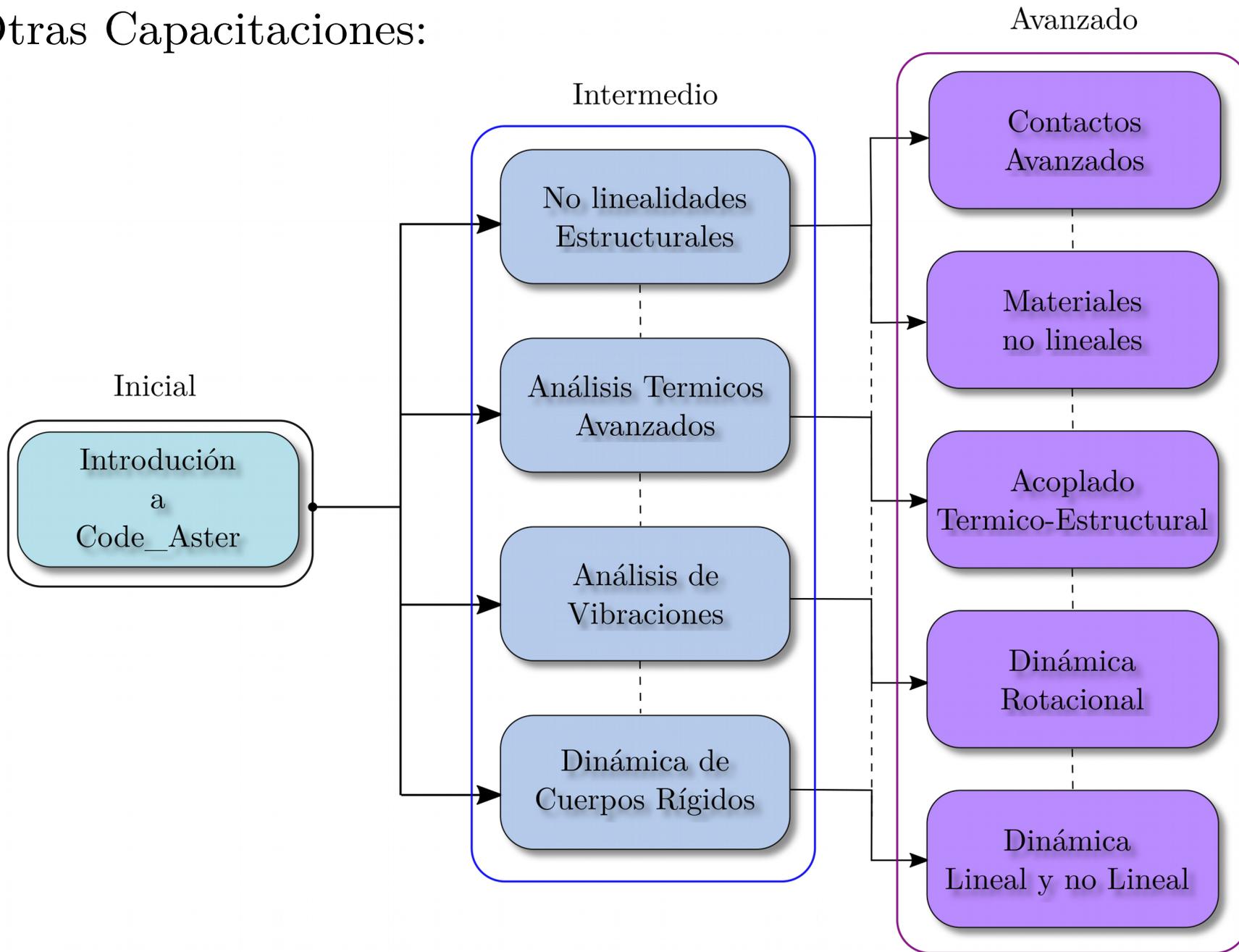
- Explicación conceptual
- Actividad Práctica
- Ejercitación personal
- Consultas

## Objetivos del curso:

Adquisición de un nivel básico-intermedio en el uso Code\_Aster para simulación de problemas mecánicos y térmicos.



# Otras Capacitaciones:





# Agenda

## 📦 Modulo 1:

- Introducción a Code\_Aster
- Introducción a Salome
- Práctico 1.1, 1.2

## 📦 Modulo 2:

- Elementos Estructurales (0D, 1D y 2D y 3D)
- Prácticos 2.1, 2.2 y 2.3

## 📦 Modulo 3:

- Modelos Axisimétricos
- Tipos de carga estructurales
- Prácticos 3.1 y 3.2

## 📦 Modulo 4:

- Contactos y acoplamientos lineales
- Introducción a Contactos no lineales
- Prácticos 4.1, 4.2 y 4.3

## 📦 Modulo 5:

- Preparación de Geometría y Mallado
- Prácticos 5.1, 5.2

## 📦 Modulo 6:

- Combinación 3D, chapa y vigas
- Análisis de modos de Vibrar
- Práctico 6.1 y 6.2



### Modulo 7:

- Funciones de carga
- Multi-step
- Interfaz ASTK
- Prácticos 7.1, 7.2 y 7.3

### Modulo 8:

- Análisis Térmicos
- Prácticos 8.1 y 8.2

### Modulo 9:

- Herramientas para Post-procesado
- Stanley
- Prácticos 9.1, 9.2 y 9.3

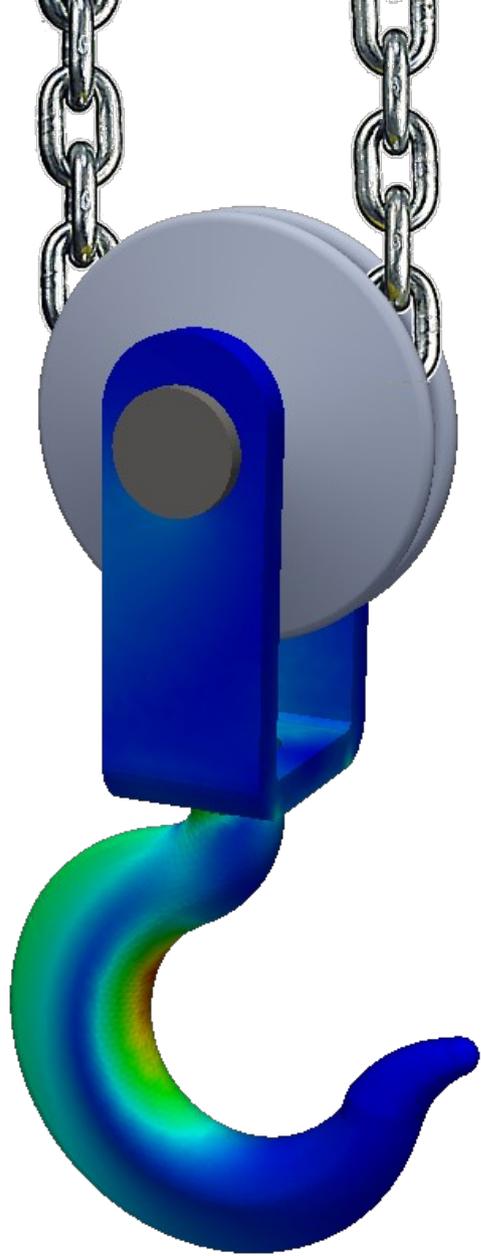
### Modulo 10\*:

- Pandeo Lineal
- Prácticos 10.1 y 10.2

\*La clase 10 y sus prácticos son opcionales y pueden ser reemplazados por un tema adicional de interés de los estudiantes y/o la empresa.

Temas posibles:

- ✓ Pandeo Lineal
- ✓ Acoplamiento Térmico-Estructural
- ✓ Sub-modelado
- ✓ Scripting en la plataforma Salome
- ✓ Análisis Paramétrico
- ✓ Pretensado de Bulones
- ✓ Consultas
- ✓ Otros



# Code\_Aster

## Modulo 1: Introducción

Introducción a Code\_Aster

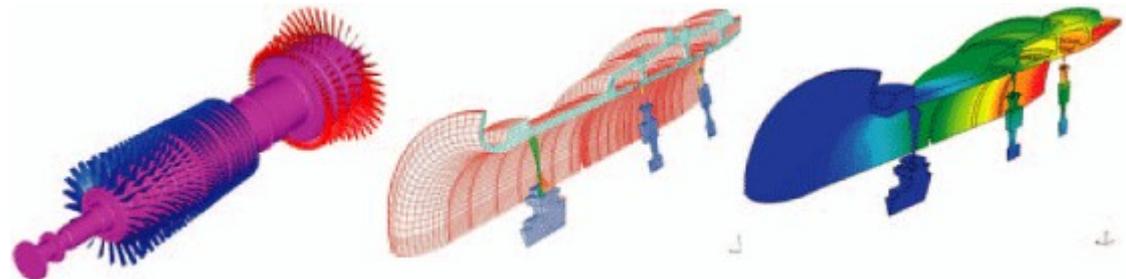
## 1.00 ¿Que es Code\_Aster?



- Code Aster es un software de código abierto para el análisis de elementos finitos y simulación numérica en mecánica estructural y multifísica.
- Desarrollado por Electricite de France (EDF) para el estudio y mantenimiento plantas de generación y distribución de energía eléctrica en Europa, principalmente plantas nucleares.
- En principio solo funciona sobre el sistema operativo Linux.
- Cuenta con mas de 2000 casos de verificaciones independientes con resultados analíticos, experimentales y con comparaciones con otros programas comerciales ampliamente usados en la industria.

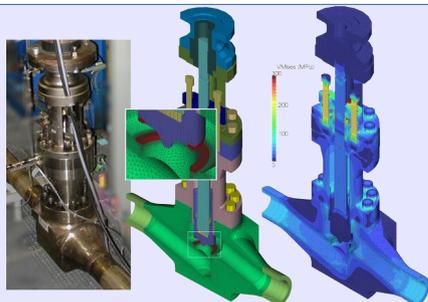
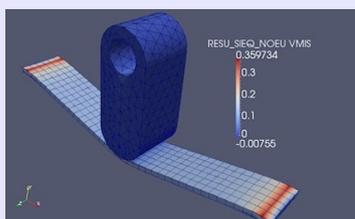


Nonlinear thermomechanical calculation of a combustion turbine compressor: bladed rotor and quarter compressor.

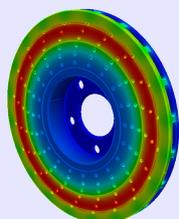
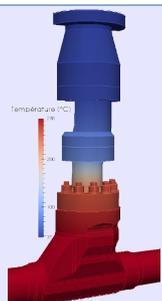


# 1.01 Code\_Aster posibilidades (1/2)

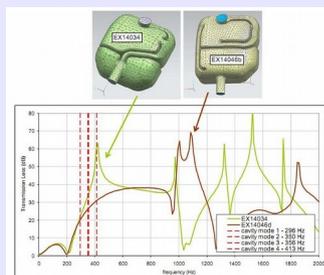
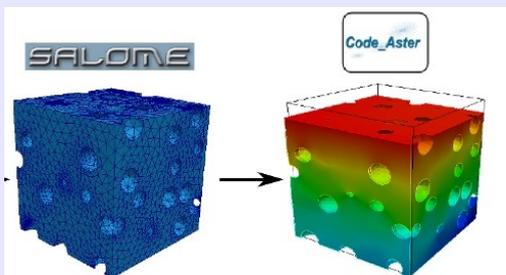
## Análisis y simulaciones posibles



- Mecánicos:**
- Estático, Cuasi-Estático, lineal y no lineal.
  - Dinámico, lineal o no lineal. Análisis modales.
  - Fractura, Daño y fatiga.
  - Interacciones Termo-Mecánicas y Fluido-Estructura.

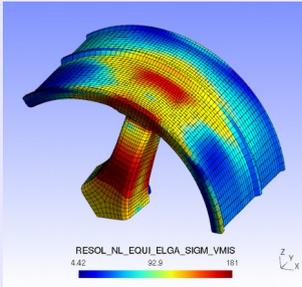
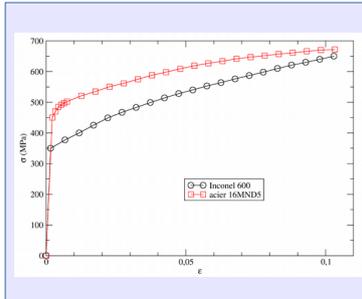


- Térmicos:**
- Estacionario, transitorios, lineal y no lineal.
  - Fuentes de calor fijas o móviles.
  - Cambios de fase.
  - Tratamientos térmicos



- Otros fenómenos:**
- Acústica
  - Metalurgia, soldaduras.
  - Hidratación y secado.
  - Suelo-Estructuras.

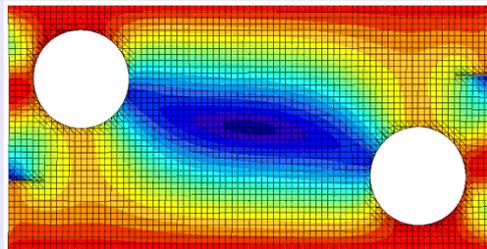
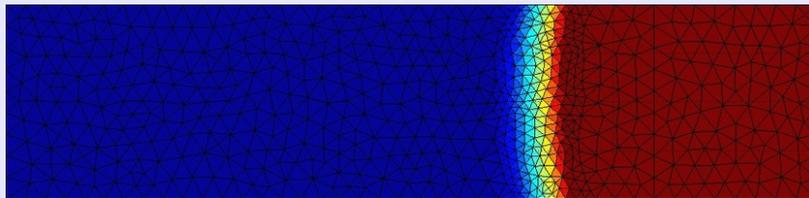
# 1.02 Code\_Aster posibilidades (2/2)



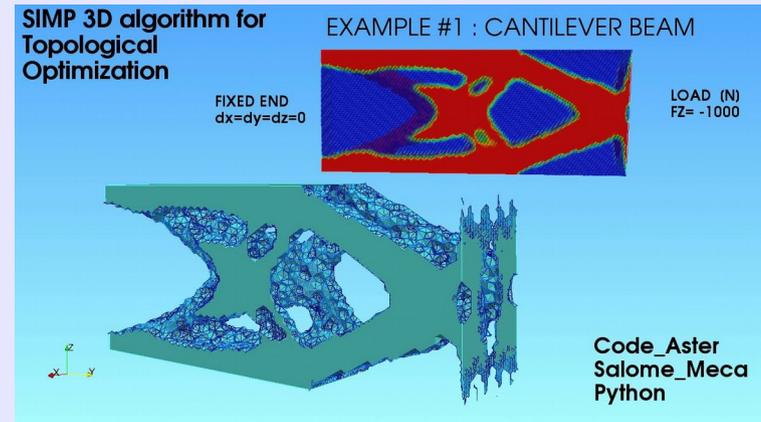
**Materiales**  
(Mas de 90 leyes constitutivas de materiales)

- Elástico lineales y no lineales.
- Elastoplásticos y viscoelásticos no lineales.
- Hiperelásticos no lineales.
- Efectos Metalurgicos, Geomateriales, Hidratación, Hormigón, etc

## Opciones avanzadas



**Mallado Adaptativo**



**Optimización topológica**



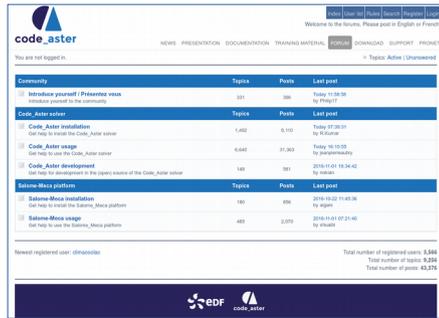
# 1.03 Pagina Oficial de Code\_Aster

## <http://code-aster.org>



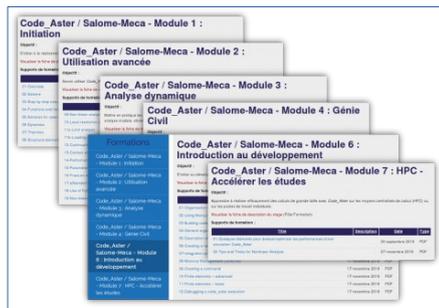
**Descarga la ultima versión Estable y de Desarrollo**

Descarga cualquiera de las distintas opciones que se ofrecen, Salome-Meca, código fuente de versiones estables y de desarrollo.



**Foro oficial y contactos**

Consulta en los foros oficiales, ponte en contacto con desarrolladores y conoce la ProNet.



**Accede a una enorme cantidad de Documentación**

Consulta la documentación oficial de uso, referencia, desarrollo y validación. Accede al material de entrenamiento oficial.





## 1.04 Documentación Oficial (1/2)

Documentation 13

**1** Utilisation

U0 U1 U2 U3 U4 U7

operators by name

**2** Reference

R0 R3 R4 R5 R6 R7

**3** Validation

V0 V1 V2 V3 V4 V5 V6  
V7 V8 V9

testcases by name

**4** Developer

D0 D1 D2 D4 D5 D6 D8  
D9

Warning : The translation process used on this website is a "Machine Transor in part and is provided as a convenience.

Utilisation - U - 252 documents

- [U4.42.01] Operator AFFE\_CARA\_ELEM
- [U4.44.04] Operator AFFE\_CHAR\_ACOU
- [U4.44.03] Operators AFFE\_CHAR\_CINE et AFFE\_CHAR\_CINE\_F
- [U4.44.01] Operators AFFE\_CHAR\_MECA et AFFE\_CHAR\_MECA\_F
- [U4.44.02] Operators AFFE\_CHAR\_THER et AFFE\_CHAR\_THER\_F
- [U4.43.03] Operator AFFE\_MATERIAU
- [U4.41.01] Operator AFFE\_MODELE
- [U4.61.21] Macro-command MACRO\_MATR\_ASSE
- [U4.65.12] Operator ASSE\_ELEM\_SSD
- [U4.23.03] Operator ASSE\_MAILLAGE
- [U4.61.22] Operator ASSE\_MATRICE
- [U4.65.04] Operator ASSE\_MATR\_GENE
- [U4.61.23] Operator ASSE\_VECTEUR
- [U4.65.05] Operator ASSE\_VECT\_GENE
- [U4.32.12] Macro-commande CALC\_SPECTRE\_IPM
- [U4.51.10] Operator CALCUL
- [U4.52.13] Operator CALC\_AMOR\_MODAL
- [U4.81.04] Operator CALC\_CHAMP
- [U4.81.03] Operator CALC\_CHAM\_ELEM
- [U4.66.04] Opérateur CALC\_CHAM\_FLUI
- [U4.61.03] Operator CALC\_CHAR\_CINE
- [U4.63.01] Operator CALC\_CHAR\_SEISME
- [U4.52.16] Opérateur CALC\_CORR\_SSD
- [U4.53.41] Opérateur CALC\_ERC\_DYN

Existen 4 tipos de documentación:

1. Utilización: Descripción de los comandos y consejos de uso.
2. Referencia: Modelos de los fenómenos disponibles, métodos analíticos, algoritmos numéricos.
3. Validación: Documentos de las pruebas de validación teóricas, experimentales y comparativas. Todos los archivos están disponibles.
4. Desarrollo: Documentación sobre es software su estructura de datos, algoritmos, arquitectura, etc.

Advertencia: El proceso de traducción utilizado es una "traducción automática". Los documentos son originalmente en Francés y son traducidos por un programa de computadora.



# 1.05 Documentación Oficial (2/2)

- Filminas de Entrenamiento

**code\_aster** NEWS PRESENTATION DOCUMENTATION **TRAINING** FORUM DOWNLOAD SUPPORT PRONET

**Training**

- Code\_Aster / Salome-Meca - Module 1 : Basic training
- Code\_Aster / Salome-Meca - Module 2 : Advanced training
- Code\_Aster / Salome-Meca - Module 3 : Dynamic analysis
- Code\_Aster / Salome-Meca - Module 4 : Civil engineering models
- Code\_Aster / Salome-Meca - Module 6 : Development training
- Code\_Aster / Salome-Meca - Module 7 : HPC - Speeding up studies

## Code\_Aster / Salome-Meca - Module 1 : Basic training

Training material:

Titre	Description	Date	Type
01-Overview		20 mars 2017	PDF
02-Salome		19 septembre 2016	PDF
03-Step by step ca...			
04-Functions and f...			
05-Services for ope...			
06-Dynamics			
07-Thermics			
08-Structural elem...			

### Presentation of code\_aster and Salome-Meca



Code\_Aster, Salome-Meca course material  
GNU FDL license (<http://www.gnu.org/copyleft/tdf.html>)

### Outline

- General principles of code and platform
- Presentation of Code\_Aster
- General information for computation

### Outline

- General principles of code and platform
- Presentation of Code\_Aster
- General information for computation

### General principles of code and platform (1/4)

Code\_Aster is a « stand-alone » thermo-mechanical solver

- No integrated GUI to create geometries and meshes
- No colourful post-processing
- With study data prepared in a text file



- Input: mesh and data setting
- Output: physical fields (displacement, strain, stress, temperature ...)

- Otras Secciones

**Documentation**

- Code\_Aster version 13
- Code\_Aster version 12
- Code\_Aster version 11
- Old versions
- Salome-Meca
- Newsletter
- Mfront





## 1.06 Contacto con la comunidad

The screenshot shows the Code\_Aster forum interface. At the top, there is a navigation bar with links for Index, User list, Rules, Search, Register, and Login. Below this, a welcome message reads: "Welcome to the forums. Please post in English or French". The main navigation bar includes links for NEWS, PRESENTATION, DOCUMENTATION, TRAINING MATERIAL, FORUM (highlighted), DOWNLOAD, SUPPORT, and PRONET. A status bar indicates "You are not logged in." and shows "Topics: Active | Unanswered".

Community	Topics	Posts	Last post
<input type="checkbox"/> <b>Introduce yourself / Présentez vous</b> Introduce yourself to the community	354	430	Yesterday 20:19:39 by jemassucci
Code_Aster solver	Topics	Posts	Last post
<input type="checkbox"/> <b>Code_Aster installation</b> Get help to install the Code_Aster solver	1,511	8,227	2017-04-08 02:14:00 by Aki
<input type="checkbox"/> <b>Code_Aster usage</b> Get help to use the Code_Aster solver	6,857	32,243	Today 22:02:28 by Volker
<input type="checkbox"/> <b>Code_Aster development</b> Get help for development in the (open) source of the Code_Aster solver	159	616	2017-04-25 09:49:18 by bhattarai
Salome-Meca platform	Topics	Posts	Last post
<input type="checkbox"/> <b>Salome-Meca installation</b> Get help to install the Salome_Meca platform	189	891	Yesterday 20:43:19 by jemassucci
<input type="checkbox"/> <b>Salome-Meca usage</b> Get help to use the Salome_Meca platform	508	2,188	Today 15:06:53 by AMIN

### Recomendaciones:

- Al crear una cuenta introduce a ti mismo.
- Usa el buscador para consultas similares.
- Publica en la sección correspondiente.
- Al publicar la consulta se claro, y comparte los archivos necesarios para que se entienda correctamente el problema.
- Agradece y ayuda a otros.



# 1.07 La Pronet

Italy	France	France	Switzerland	France	Spain	France
Switzerland	France	France	Switzerland	France	France	France
France	UK	France	France	France	Czech Republic	France
Germany	Canada	Spain	France	France	Germany	France
UK	Germany	Germany	France	Korea	Italy	France
France	France	France	UK	France	France	Poland
Switzerland	France	France	Switzerland	Germany	France	Spain
France	France	Japan	France	Poland	France	Germany
France	Poland	France	France	Germany	Switzerland	Italy
Germany	Canada	Germany	Mexico	China	France	Canada
	Latvia	Germany	Chile	Algeria		

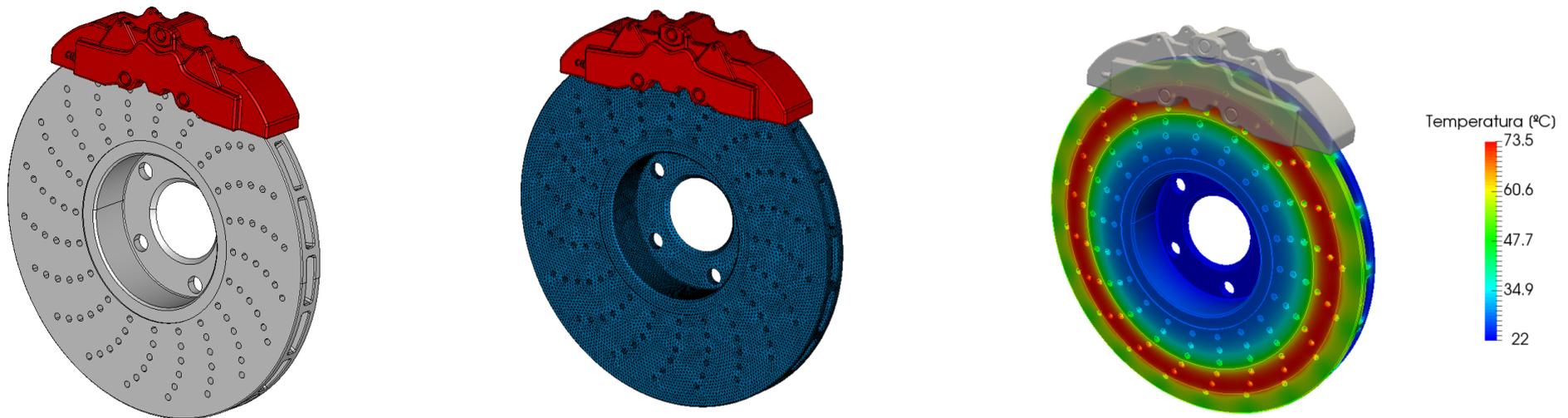
- 75 miembros
- 17 países



## 1.08 Procedimiento Básico para un análisis

En un análisis de elementos finitos es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física.

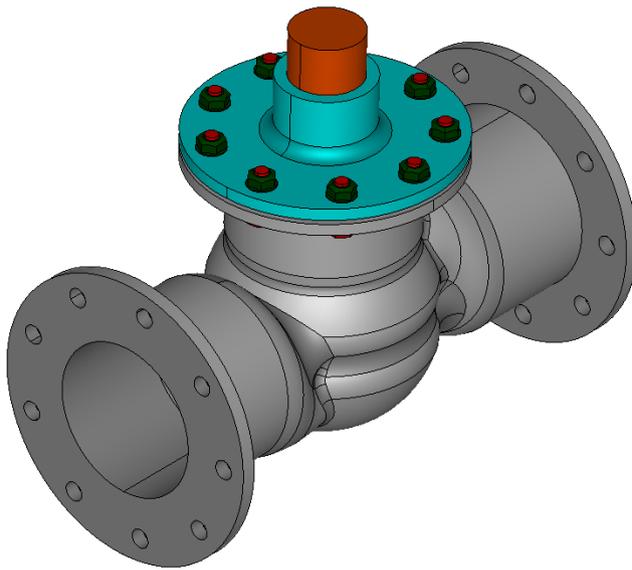
- El CAD es una idealización del objeto real.
- El mallado es una representación aproximada por elementos discretos del CAD.
- El resultado del **modelo** de elementos finitos es una aproximación de la solución real.



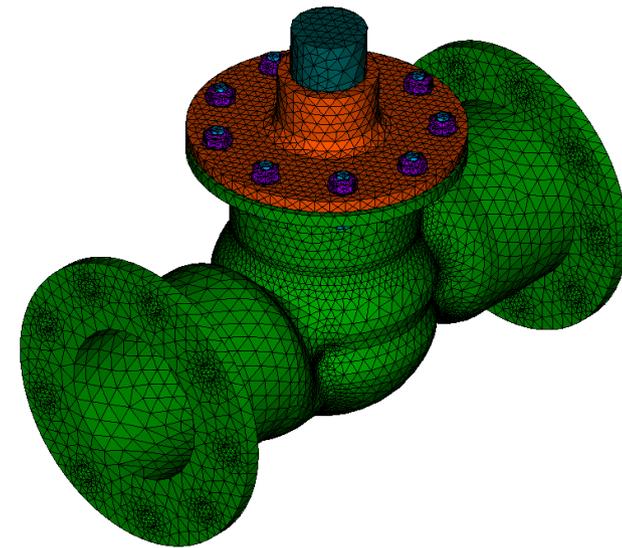
## 1.09 Procedimiento Básico para un análisis

En un análisis de elementos finitos generalmente lo podemos describir en 4 pasos:

- **Análisis preliminar:** Hipótesis a utilizar, simplificación y reparación del objeto 3D, resultados preliminares por ensayos experimentales o analíticos
- **Pre-procesado:** Definir el modelo de elementos finitos y los factores ambientales que influyen en él.
- **Simulación-Solución:** Solucionar el modelo de elementos finitos.
- **Post-procesado:** Procesar y analizar resultados usando herramientas de visualización.



Modelo CAD

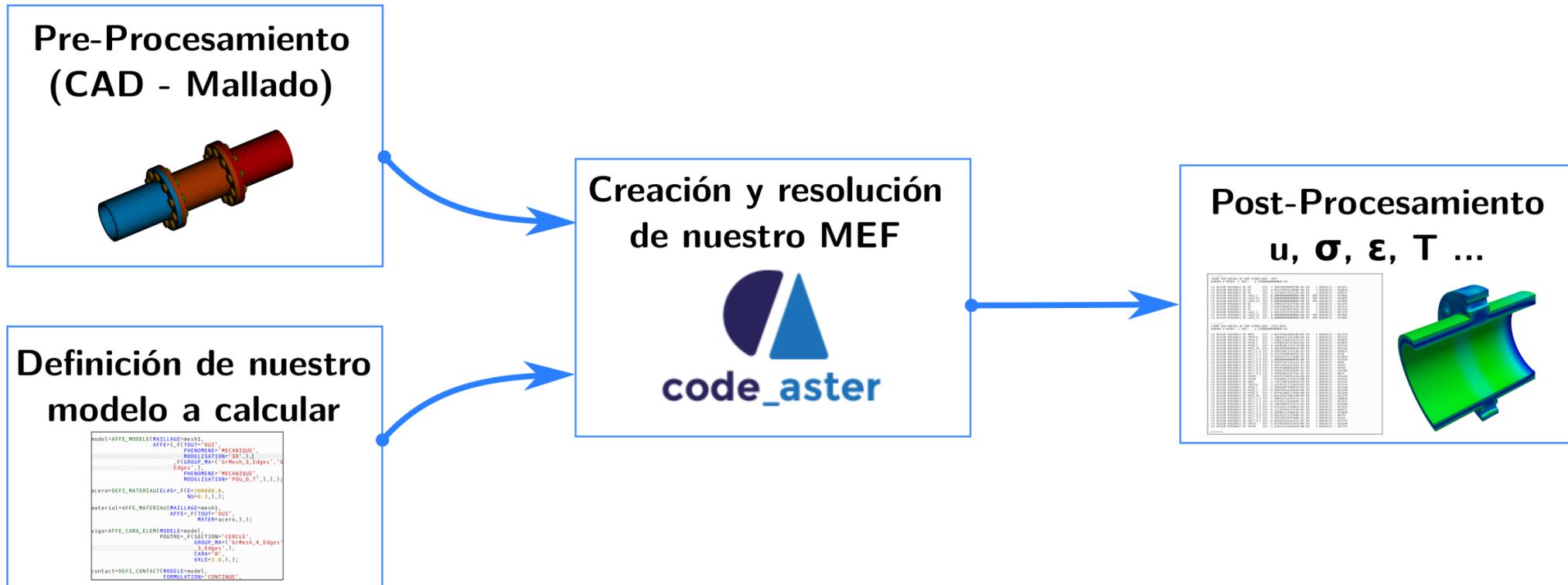


Modelo de elementos Finitos



## 1.10 Principios de uso de Code\_Aster

Code\_Aster es un solver de elementos finitos, el cual en principio no tiene interfaz gráfica para crear geometría, mallas, o post-procesamientos en escala de colores. Los datos del estudio y los resultados son archivos de texto.

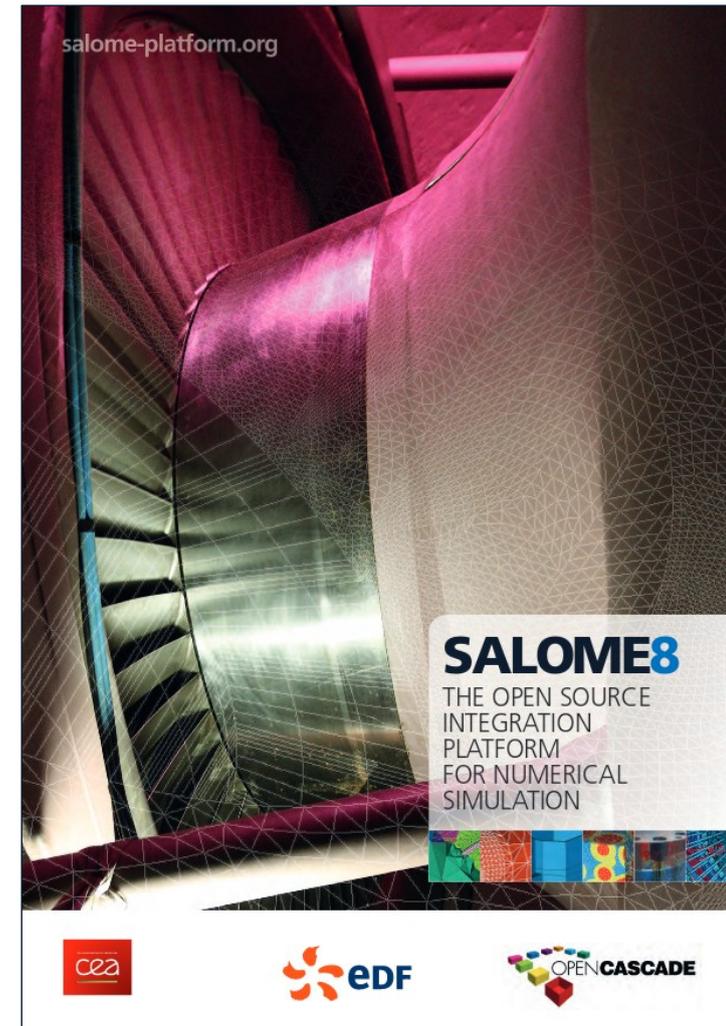


## 1.11 Plataforma Salome

La plataforma **Salome** es una plataforma genérica de Pre-procesamiento y Post-procesamiento para simulaciones numéricas.

- **Preparar la geometría:** Crear/modificar, importar/exportar (iges, step, brep), analizar, reparar/limpiar modelos CAD
- **Crear el mallado:** Mallar modelos CAD. Edición, análisis de calidad, control, importación/exportación (med, unv, dat, stl).
- **Ejecutar una simulación:** Resolver modelo de elementos finitos con solvers externos (acoplamiento).
- **Post-procesar:** Analizar los resultados.

Se basa en una arquitectura abierta y flexible, lo cual posibilita su integración con otras herramientas libres y de código cerrado.





## 1.12 Pagina Oficial de la plataforma Salome

**SALOME**  
The Open Source Integration Platform for Numerical Simulation

ce2 edf OPEN CASCADE

HOME NEWS DOWNLOADS SUPPORT ECO-SYSTEM FORUM USER SECTION EVENTS CONTACTS

You are here: Home Log In Register

**NAVIGATION**

- News
- Downloads
- Support
- Eco-System
- Forum
- User Section
- Events
- Contacts

Login Name:   
Password:   
Log In  
Forgot your password?  
New user?

Search Site:  Search  
Advanced Search...

Get brochure

**>>> What is SALOME?**

SALOME is an open-source software that provides a generic platform for Pre- and Post-Processing for numerical simulation. It is based on an open and flexible architecture made of reusable components.

SALOME is a cross-platform solution. It is distributed as open-source software under the terms of the GNU LGPL license. You can download both the source code and the executables from this site.

**>>> How can SALOME be used?**

SALOME can be used as standalone application for generation of CAD model, its preparation for numerical calculations and post-processing of the calculation results.

SALOME can also be used as a platform for integration of the external third-party numerical codes to produce a new application for the full life-cycle management of CAD models.

**>>> SALOME key features**

- Supports interoperability between CAD modeling and computation software (CAD-CAE link)
- Makes easier the integration of new components into heterogeneous systems for numerical computation.
- Sets the priority to multi-physics coupling between computation software.
- Provides a generic user-friendly and efficient user interface, which helps to reduce the costs and delays of carrying out the studies.
- Reduces training time to the specific time for learning the software solution based on this platform
- Provides access to all functionalities via the integrated Python console.

**>>> What can you do with SALOME?**

- Create/modify, import/export (IGES, STEP, BREP), repair/clean CAD models
- Mesh CAD models, edit mesh, check mesh quality, import/export mesh (MED, UNV, DAT, STL)
- Handle physical properties and quantities attached to geometrical items
- Perform computation using one or more external solvers (coupling)
- Display computation results (scalar, vectorial)
- Manage studies (create, save, reload)

Lear more about SALOME...

**>>> What's next?**

- Download Salome
- Learn Documentation
- Read Materials
- Discuss at Forum
- Get Support

**Optimisation structurelle à l'aide de Python, Salomé et Code-Aster**

Optimisation d'un rouet pour banc de calibration de capteurs inductifs

NRCTech SA, Lausanne, Suisse, www.nrctech.ch

<http://www.salome-platform.org/>

- Descarga del programa.
- Documentación y tutoriales para usuarios y desarrolladores.
- Información y novedades sobre la plataforma.
- Opciones de soporte y entrenamiento pago.
- Foro oficial y contacto.





## 1.13 Salome-Meca (1/1)

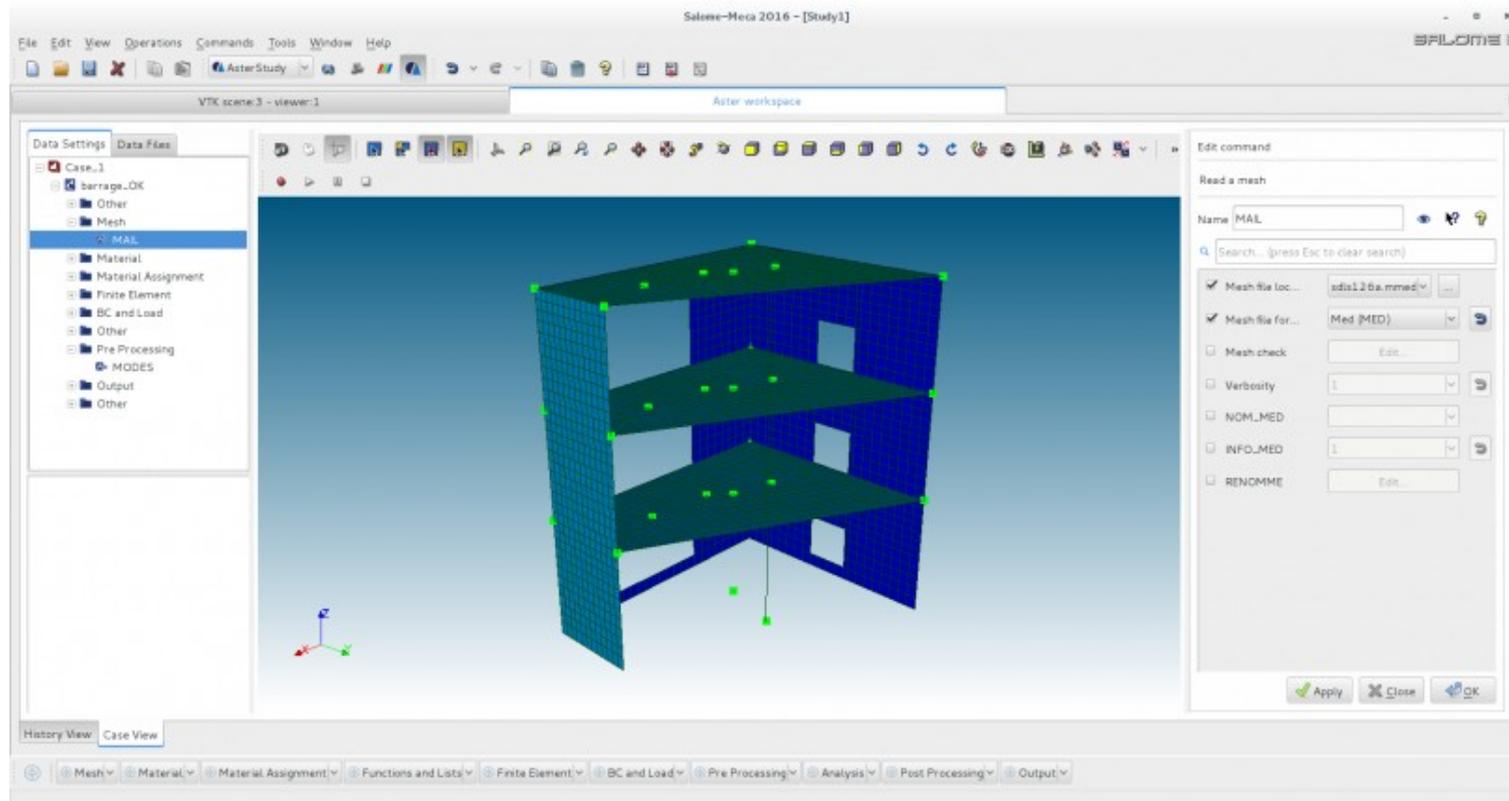
Salome-Meca es una versión de Salome integrada con Code\_Aster distribuida por EDF.



=

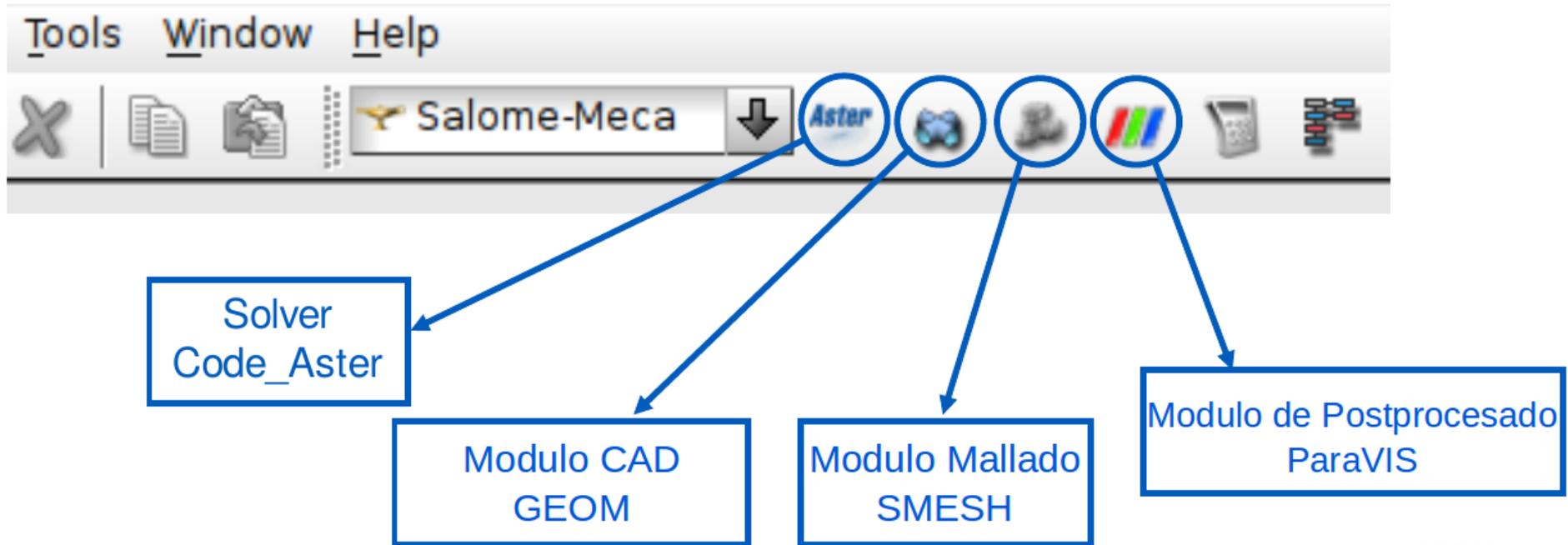


+

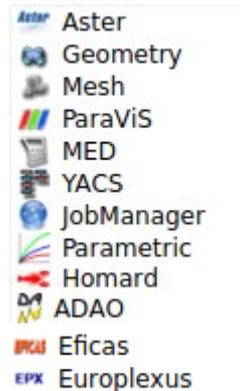


## 1.14 Salome-Meca (1/2)

Una simulación Salome-Meca se realiza y se analiza utilizando distintos módulos de la plataforma.



- Modulo de Geometría
- Modulo de Mallado
- Modulo AsterStudy
- Modulo MED
- Modulo ParaViS
- Modulo para Mallado Adaptativo (Homard)
- Modulo YACS
- Modulo JobManager
- Otros.
- Externos.





# 01.17 Interfaz plataforma Salome-Meca

The image shows the Salome-Meca 2016.0 interface. At the top, the menu bar includes File, Edit, View, Mesh, Controls, Modification, Measurements, Tools, Window, and Help. Below it is a toolbar with various icons, including a 'Mesh' button. A secondary toolbar below that contains manipulation tools. The main 3D viewer shows a butterfly valve assembly with a green mesh on the main body and a red mesh on the internal disc. On the left, the Object Browser lists the hierarchy: Geometry (OX, OY, OZ), Butterfly Valve (multiple Solid1 objects), Mesh (Hypotheses, Algorithms, Mesh\_Cuerpo, Mesh\_Disco, Mesh\_Cuerpo2), and a Notebook with a table. At the bottom, there is a Python Console. A 'Create mesh' dialog box is open on the right, showing settings for 'Mesh\_1' on 'Solid1' using the 'Tetrahedron (Netgen)' algorithm.

Menús

Selección de Módulos

Barra de Herramientas

Manipulación 3D

Ventana de propiedades de la herramienta

Arbol de Operaciones

Ventana 3D

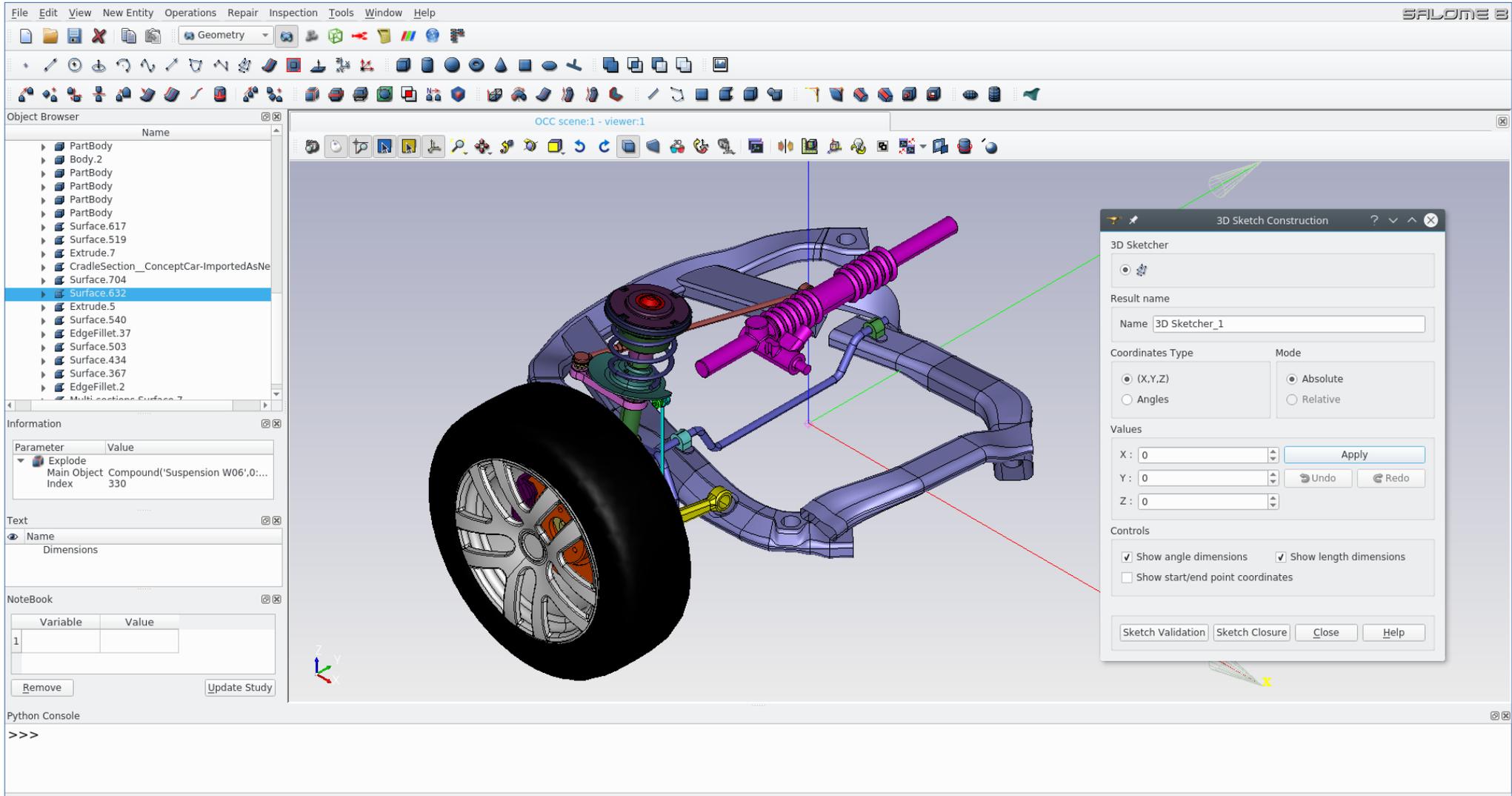
Consola de Python

Variable	Value
1	



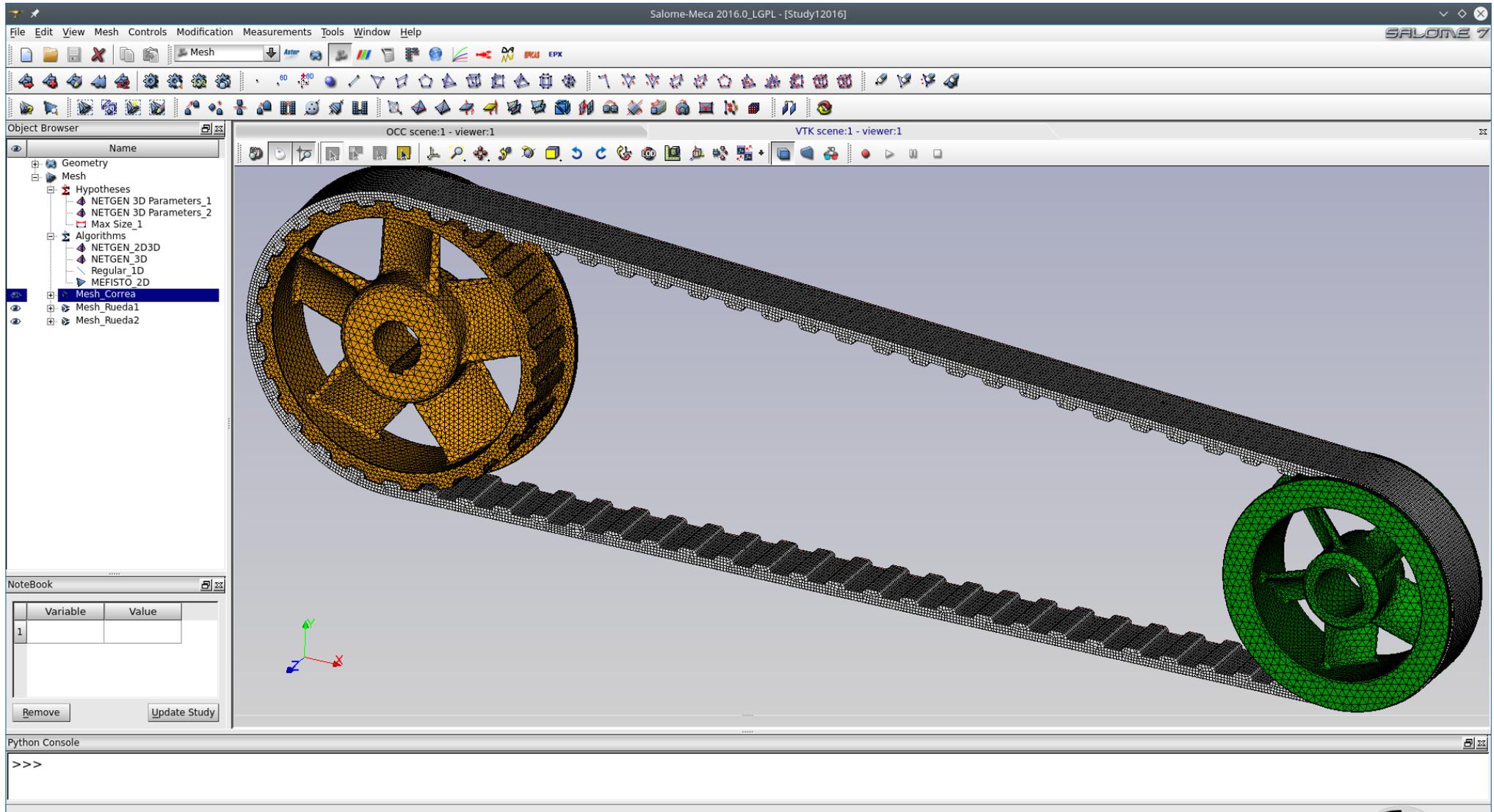
# 01.18 Modulo Geometry (GEOM)

En este modulo podemos crear y modificar la geometría de nuestro problema aprovechando el kernel de geometría de código abierto **OpenCascade**.



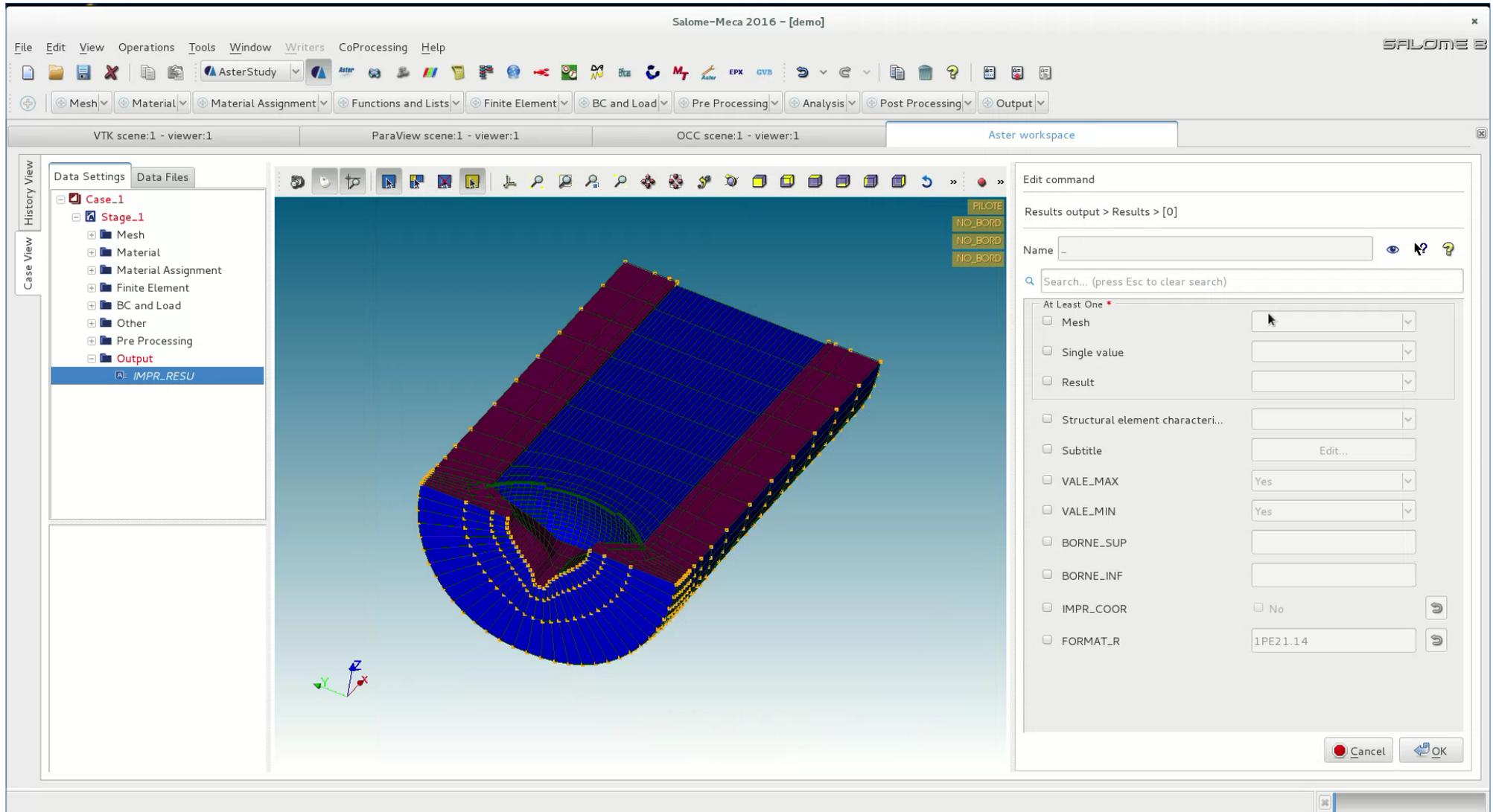
## 01.19 Modulo Mesh (SMESH)

En este modulo podemos mallar nuestro modelo CAD utilizando distintos algoritmos disponibles en Salome o por malladores externos a través de plugins de la plataforma.



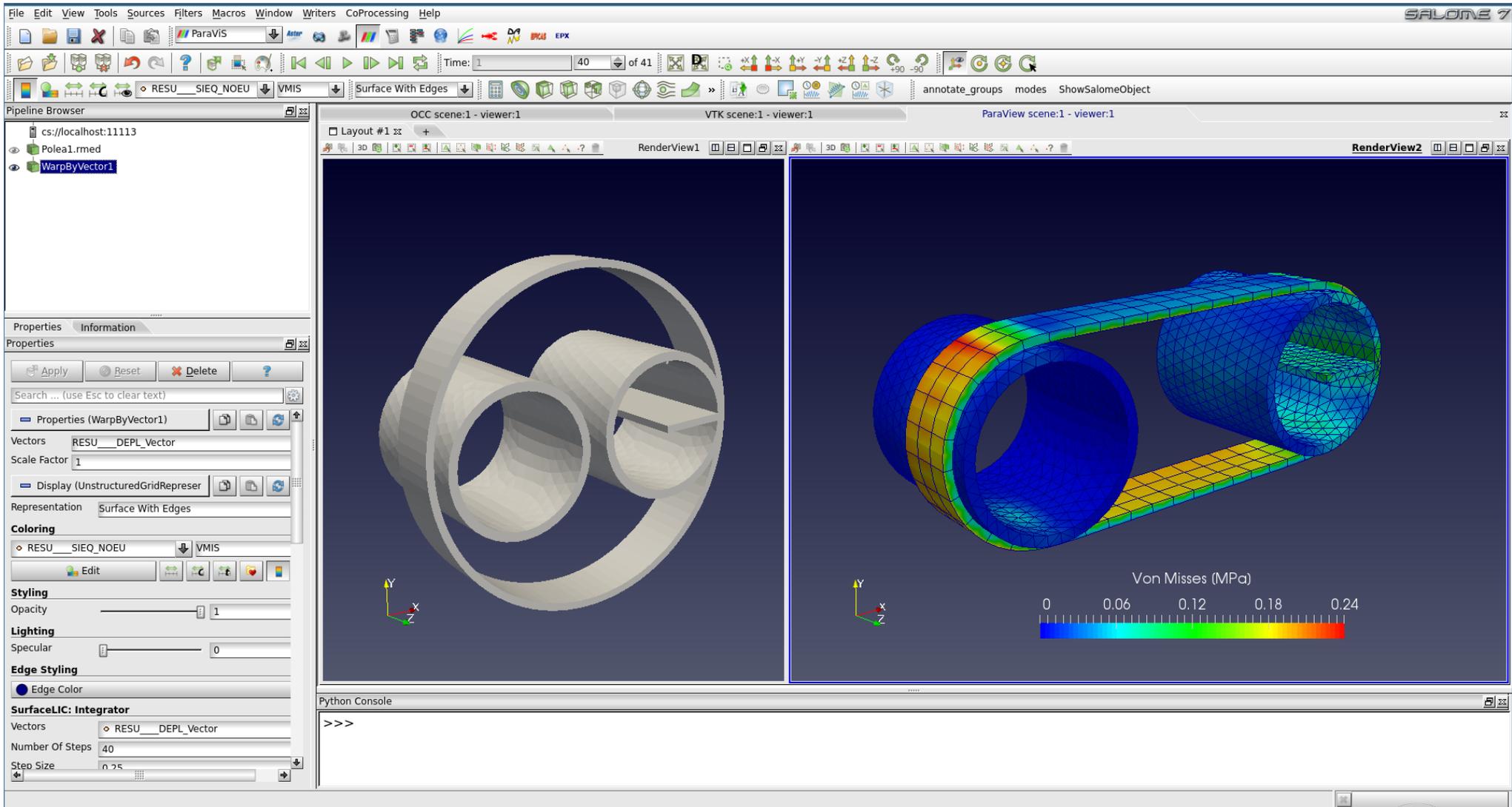
## 01.20 Modulo Aster-Study

AsterStudy nos permite desarrollar y definir nuestro modelo FEM en Code\_Aster utilizando una interfaz gráfica integrada en la plataforma Salome.



## 01.21 Modulo ParaVIS

Modulo dedicado para analizar y post-procesar los resultados de nuestros cálculos de elementos finitos en Code\_Aster u otro solver.





# 1.22 Archivos de entrada y de salida

## Archivos de Entrada:

Archivo de comando

Mallado:

- Med (.med)
- Ideas (.unv)
- GMSH (.msh)
- Aster (.mail)
- Gibi (.mgib)

Carpeta de base de resultados

Distos archivos de texto



## Archivos de Salida:

Archivos de mensajes

Resultdos:

- Formato Aster
- Med (.rmed, .med)
- GMSH (.pos)
- Ideas (.unv)
- otros

Carpeta de base de resultados

Distos archivos de texto

```

DEBUT ()

# Reading of the mesh
mesh=LIRE_MALLAGE (FORMAT='MED')

# Model definition
model=APFE_MODELE (MAILLAGE=mesh,
                  APFE_F (TOUT='OUI',
                        PHENOMENE='MECANIQUE',
                        MODELISATION='AXIS',),)

# Definition of material properties
steel=DEFI_MATERIAU (ELAS=_F (E=2.1E11,
                              NU=0.3,))

# Affection of the material on the mesh
mater=APFE_MATERIAU (MAILLAGE=mesh,
                   APFE_F (TOUT='OUI',
                           MATER=steel,))

# Definition of boundary conditions
bc=APFE_CHAR_MECA (MODELE=model,
                  FACE_IMPO=_F (GROUP_MA='LAB',
                                DY=0,))

# Definition of loadings
f_y=DEFI_FONCTION (NOM_PARA='Y',
                  VALE=(0.,200000.,
                       4.,0.,))

load=APFE_CHAR_MECA_F (MODELE=model,
                     PRES_REP=_F (GROUP_MA='LDA',
                                   PRES=f_y,))

```

4 - Code\_Aster and Salome-Meca course material

GNU FDL Licence

```

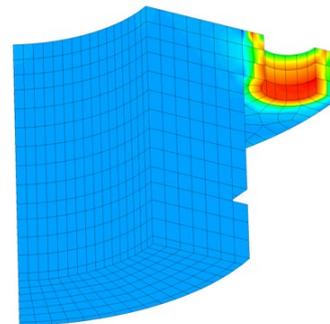
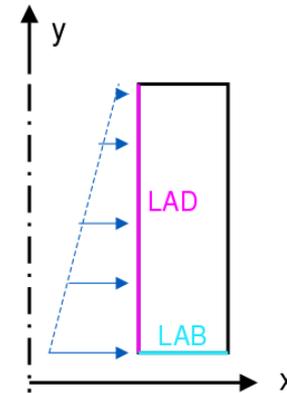
# Resolve
result=MECA_STATIQUE (MODELE=model,
                    CHAM_MATER=mater,
                    EXCIT=(_F (CHARGE=load,),
                          _F (CHARGE=bc,)),)

# Stress Calculation at nodes
result=CALC_CHAMP (reuse=result,
                  RESULTAT=result,
                  CONTRAINTE='SIGM_ELNO')

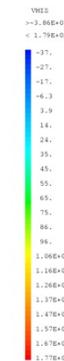
# Print results for display in Salome
IMPR_RESU (FORMAT='MED',
          RESU=_F (RESULTAT=result))

FIN ()

```



Contraintes equivalentes de Von Mises





## 1.23 Procedimiento Básico para un análisis

Paso	Salome-Meca	Otros
Definición de Geometría	GEOM	CAD genérico (FreeCAD, Catia, Gmsh, etc)
Generación de malla	SMESH	Mallador externo con soporte de malla med o unv (Netgen, Gmsh, Distene, etc)
Definición del modelo	Aster-Study	Editor Texto, Eficas
Ejecución de Simulación	Aster-Study, ASTK	Consola
Análisis de Resultado	MED, ParaVIS	Aplicación de post-procesado (Gmsh, Femap, CGX, etc), hoja de cálculo

## 1.24 Practica 01

### Objetivo:

Usar el wizard “Linear Elastic” del modulo Aster para obtener tensiones y deformaciones de un gancho para acoplado de un camión.

