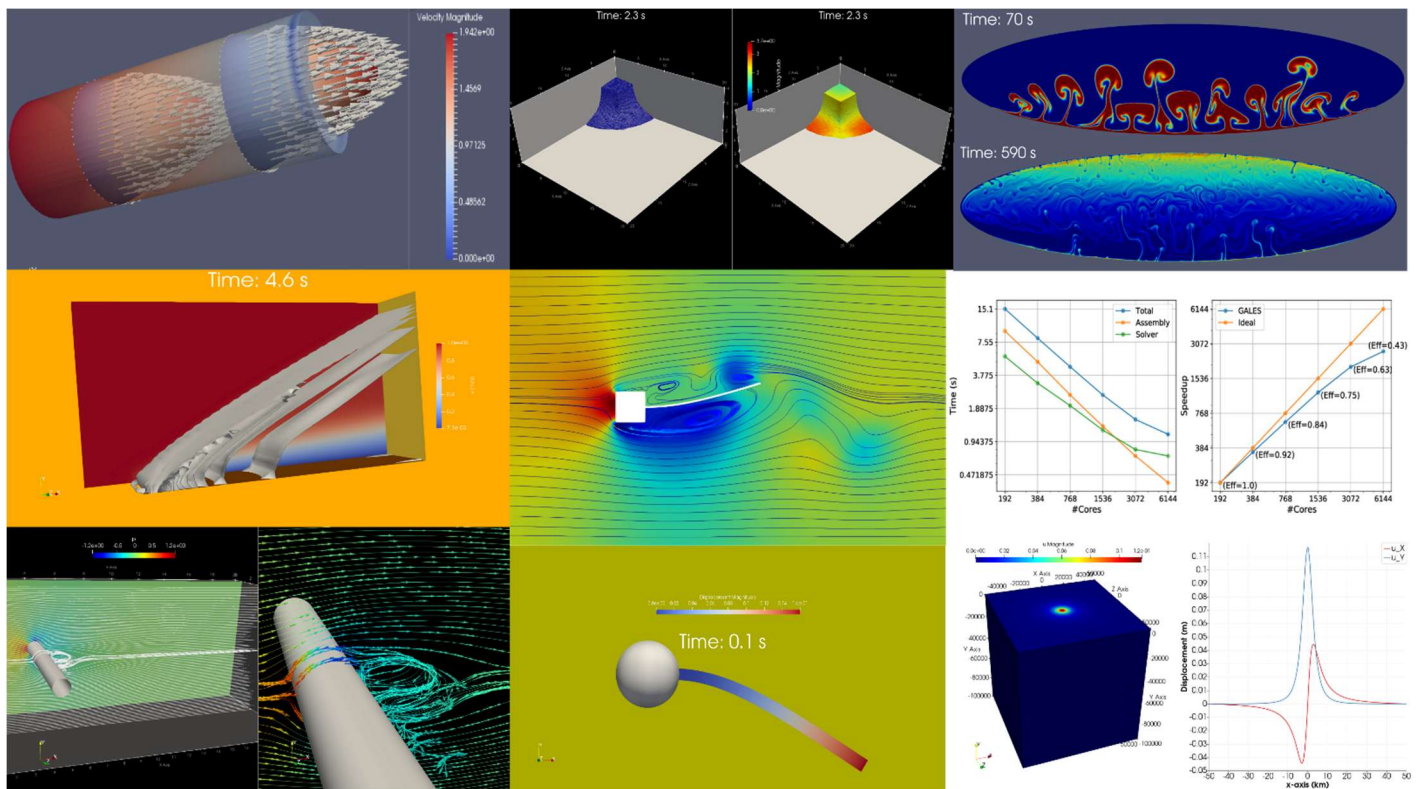




In questo seminario presentiamo GALES, un versatile codice numerico multifisico open source agli elementi finiti, sviluppato presso la sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) per la risoluzione di problemi inerenti la vulcanologia, ma strutturato in modo da poter essere di uso generale.

Il software è scritto in C++ ed è parallelizzato utilizzando le librerie OpenMPI e Trilinos. Esso comprende diversi solutori (per geometrie sia 2D che 3D) per la fluidodinamica computazionale, la dinamica computazionale dei solidi (CSD) e l'interazione fluido-solido (FSI). In dettaglio, sono stati implementati dei solutori che trattano il trasferimento di calore, flussi mono- e multifluidi da comprimibili a incomprimibili in formulazioni Euleriane e Lagrangiane-Euleriane Arbitrarie (ALE), deformazione elastica (statica e dinamica) dei solidi, interazione fluido-solido, problemi con superficie libera. I solutori per fluidi considerano sia reologie newtoniane che non newtoniane. Si trattano sia problemi transitori che stazionari. I problemi non lineari vengono linearizzati utilizzando il metodo di Newton.

Tutti i solutori sono stati accuratamente verificati e validati su svariati benchmark standard. Il software viene regolarmente utilizzato per il calcolo ad alte prestazioni (HPC) sui nostri computer del cluster locale presso l'INGV di Pisa, per risolvere una serie di problematiche relative alla dinamica del magma e dei vulcani quali, ad esempio, il trasporto e il mescolamento del magma nelle camere magmatiche e la deformazione delle rocce alle pareti della camera magmatica.

Inizialmente lo studio si è concentrato su problemi in geometria 2D, ma, recentemente, il codice numerico è stato esteso al 3D, e, per tali situazioni che richiedono prestazioni elevate, viene utilizzato sulla macchina Leonardo presso il CINECA.

Il software è destinato all'uso per il calcolo ad alte prestazioni (HPC) su macchine cluster per un ambiente parallelo. Per questo motivo, abbiamo eseguito un approfondito studio di scalabilità su diversi solutori di GALES per problemi 3D e abbiamo analizzato le prestazioni del codice mediante una serie di test di strong-scaling condotti sul supercomputer Marenosturm presso il Barcelona Supercomputing Centre (BSC) fino a 12288 cores. I risultati hanno evidenziato un'accelerazione computazionale prossima a quella ideale e superiore a livelli soddisfacenti, purché il rapporto elemento/nucleo sia sufficientemente ampio, rendendo GALES una scelta eccellente per l'utilizzo efficiente delle risorse HPC per problemi complessi che coinvolgono sia la dinamica del fluido che la deformazione del solido.

---

In this seminar, we present GALES, a versatile open-source finite element multiphysics numerical code, developed at the Pisa branch of the National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV) for solving problems related to volcanology, but structured so as to be of general use.

The software is written in C++ and is parallelised using the OpenMPI and Trilinos libraries. It includes several solvers (for both 2D and 3D geometries) for computational fluid dynamics, computational solid dynamics (CSD) and fluid-solid interaction (FSI). In detail, solvers have been implemented that deal with heat transfer, mono- and multifluid flows from compressible to incompressible in Eulerian and Arbitrary Lagrangian-Eulerian (ALE) formulations, elastic deformation (static and dynamic) of solids and fluid-solid interaction, free surface problems. The fluid solvers consider both Newtonian and non-Newtonian rheologies. Both transient and stationary problems are addressed. Nonlinear problems are linearised using Newton's method.

All solvers have been thoroughly verified and validated on several standard benchmarks. The software is regularly used for high-performance computing (HPC) on our local cluster computers at INGV Pisa, to solve a variety of problems related to magma and volcano dynamics such as, for example, the transport and mixing of magma in magma chambers and the deformation of rocks at the walls of the magma chamber. Initially, the study focused on problems in 2D geometry, but the numerical code has been recently extended to 3D and for such computationally demanding conditions it is used on the Leonardo machine at CINECA.

The software is intended for high-performance computing (HPC) on cluster machines for a parallel environment. For this reason, we performed an extensive scalability study on several GALES solvers for 3D problems and analysed the code performance through a series of strong-scaling tests conducted on the Marenosturm supercomputer at the Barcelona Supercomputing Centre (BSC) with up to 12288 cores. The results showed a computational speedup close to the ideal and above satisfactory levels, provided that the element/core ratio is sufficiently large, making GALES an excellent choice for the efficient use of HPC resources for complex problems involving both fluid dynamics and solid deformation.

-----  
<https://gales.pi.ingv.it/>

Longo, A., M. Barsanti, A. Cassioli, and P. Papale

A finite element Galerkin/least-squares method for computation of multicomponent compressible-incompressible flows

Comput. Geosci., 67, 57-71 (2012)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.compfluid.2012.07.008>

<https://dx.doi.org/10.1155/2018/6154251>

<https://meetingorganizer.copernicus.org/GC11-solidearth/GC11-solidearth-17.html>

<https://doi.org/10.13127/rpt/441>  
-----