

Análisis de Rendimiento: Solver de Laplace

Modelamiento Físico Computacional

Camilo Huertas, Julian Avila¹

¹*Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

May 12, 2025

1 Objetivo

Este trabajo presenta un análisis del rendimiento computacional de un solver para la ecuación de Laplace utilizando el método de diferencias finitas. El estudio se centra en la relación entre el tiempo de ejecución y el tamaño de la malla utilizada. Se automatizó la medición del tiempo de CPU (user) para la implementación en Fortran 90, Python, C y Octave.

2 Metodología

2.1 Modelo Matemático

La ecuación de Laplace en una dimensión es:

$$\frac{d^2u}{dx^2} = 0 \quad (1)$$

La discretización por diferencias finitas de esta ecuación conduce a un sistema de ecuaciones lineales de la forma:

$$\frac{u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}}{h^2} = f(x_i) \quad (2)$$

donde h es el tamaño de paso de la malla.

2.2 Implementación Computacional

El sistema de ecuaciones se resolvió mediante el método iterativo de Gauss-Seidel implementado en Fortran 90, Python, C y Octave.

3 Resultados

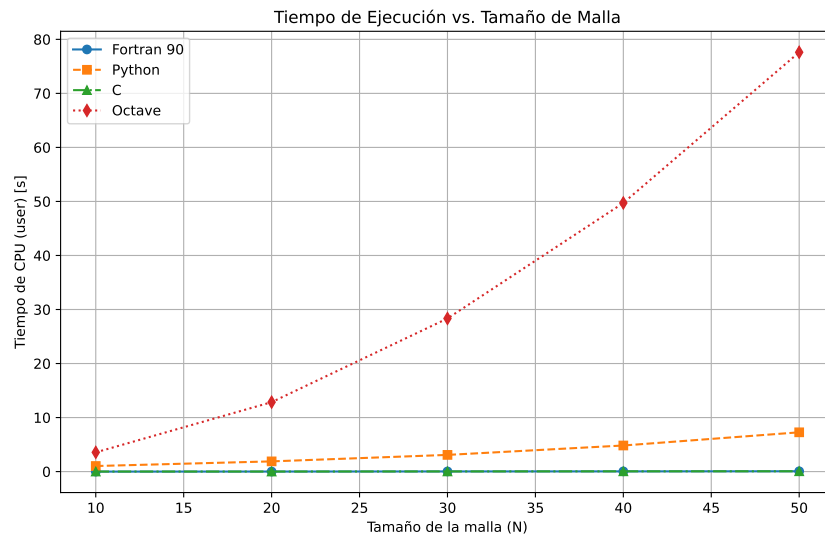


Figure 1: Tiempo de CPU (user) vs. tamaño de malla N para Fortran, Python, C y Octave.

4 Análisis

Como se observa en la Figura 2, el tiempo de ejecución muestra una tendencia aproximadamente cuadrática con respecto al tamaño de la malla para las cuatro implementaciones, lo que concuerda con la complejidad teórica del método de Gauss-Seidel, que es $\mathcal{O}(N^2)$ por iteración. Se puede observar una diferencia en el tiempo de ejecución entre Fortran, Python, C y Octave, lo cual es esperado debido a la naturaleza de los lenguajes (compilado vs. interpretado). La implementación en C y Fortran muestran un rendimiento superior al de Python y Octave, si una diferencia notable entre los dos.

4.1 Comparación C y Fortran

Al ser estos los 2 lenguajes de programación con menor tiempo de ejecución, se grafica una comparación entre los dos.

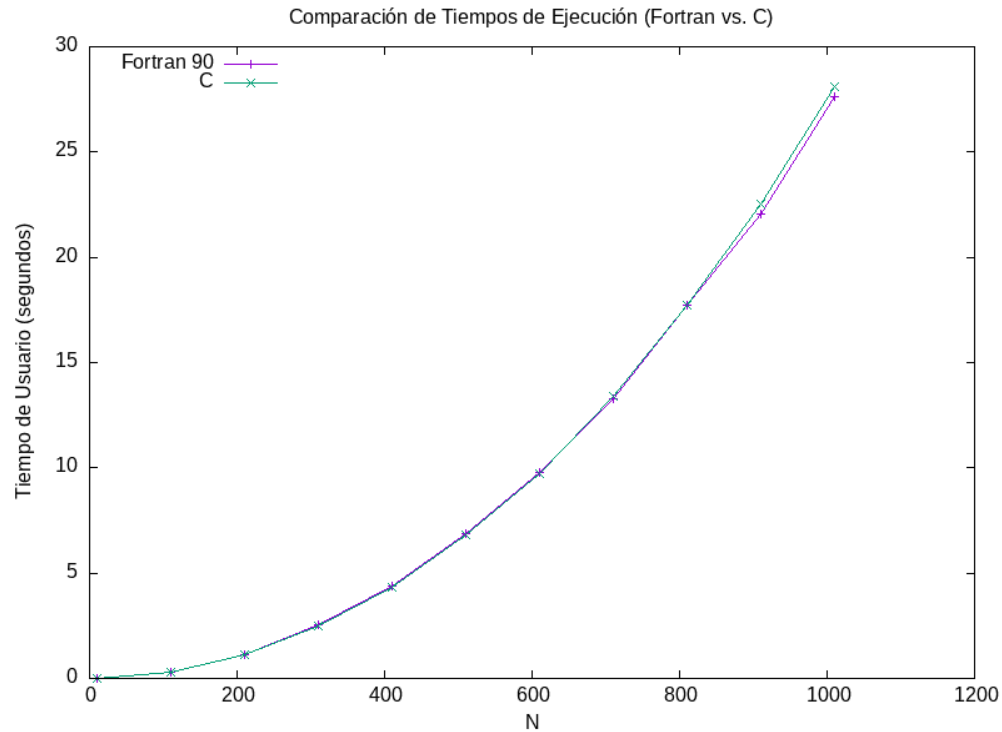


Figure 2: Tiempo de CPU (user) vs. tamaño de malla N para Fortran y C.

5 Conclusión

La cadena de herramientas implementada permite automatizar todo el proceso desde la medición hasta la generación del informe PDF para las cuatro implementaciones. La implementación demuestra la relación cuadrática entre el tiempo de ejecución y el tamaño de la malla en la resolución de la ecuación de Laplace mediante diferencias finitas y el método de Gauss-Seidel en Fortran, Python, C y Octave. La comparación entre lenguajes subraya las diferencias en rendimiento que pueden surgir en problemas computacionalmente intensivos, donde los lenguajes compilados como C y Fortran tienden a ser más rápidos que los lenguajes interpretados como Python y Octave.