



[6626] Arquitecturas paralelas

Alumnos

Arturi Augusto
Rozanec Matias

97498
97404

Profesor

Pantazis, Ricardo Demetrio

Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires

Diciembre 2018

Contenidos

Resumen

Objetivo del proyecto

Herramientas

Análisis preliminar

Casos de estudio

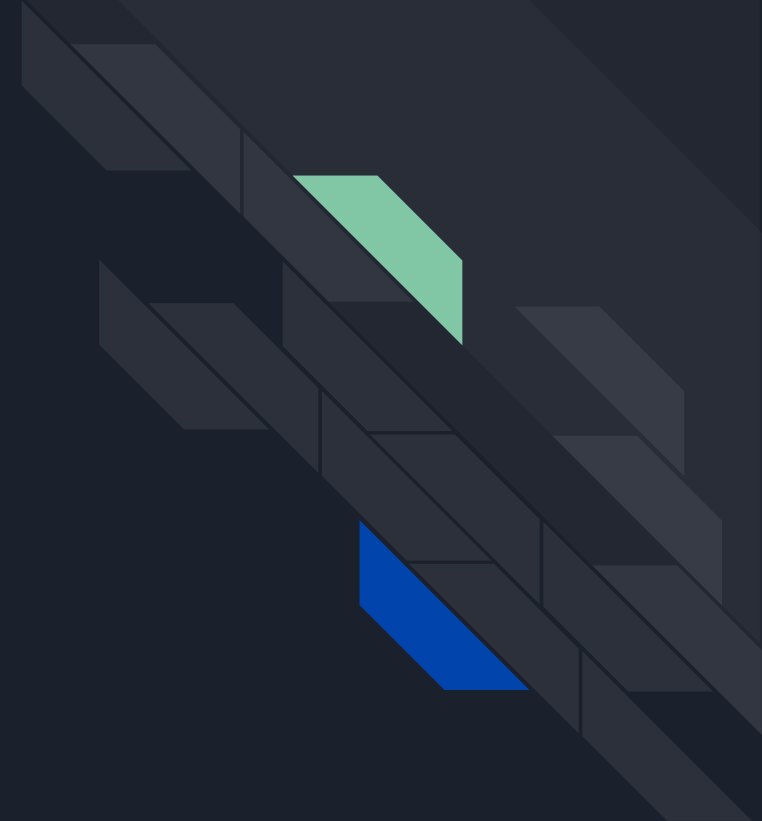
Preparación del entorno

Ejecución

Análisis de las ejecuciones

Conclusiones

Posibles expansiones del proyecto





Resumen

¿Qué se estudia en este trabajo?

- Factores que puedan llegar a afectar el speedup en la resolución de problemas que requieren soluciones numéricas.
- Centrado en las funcionalidades que brinda el software OpenFOAM y mpirun.
- Problema de Dinámica de Fluidos
- Desempeño del solver en función de la cantidad de procesadores disponibles y en función de las distintas opciones de binding que admite mpirun.



Objetivo del proyecto

Poder integrar todos los conceptos estudiados en la materia a lo largo del cuatrimestre en un estudio de caso real.

Salir así del esquema fuertemente estructurado y entrar en un análisis que exija desarrollar una mirada dinámica de los temas y que deba ser apreciado desde distintas perspectivas.





Herramientas

Hardware

- PC 1: Intel Core i5-7200U 2.5 GHz with Turbo Boost up to 3.1 Ghz
2 núcleos, 4 subprocesos.
2 canales de memoria
6 GB DDR4 memoria RAM 2400 MHz
- PC 2: AMD Ryzen™ 5 2400G 3.6GHz
4 núcleos, 8 subprocesos.
2 canales de memoria
16 GB DDR4 memoria RAM 2400 MHz
- PC 3: Intel® Core™ i5-5200U CPU @ 2.20GHz 3M Cache, up to 2.70 GHz
2 núcleos, 4 subprocesos.
2 canales de memoria
8 GB DDR4 memoria RAM 2400 MHz



Herramientas

Software - Sistemas operativos

- PC 1: Ubuntu 16.04 LTS
- PC 2: Ubuntu 18.04 LTS
- PC 3: Ubuntu 16.04 LTS



Herramientas

Software de resolución numérica



OpenFOAM

- Open source
- Utilizado en muchas áreas de ciencia e ingeniería, tanto en ámbitos comerciales como educativos
- Permite resolver una amplísima gama de problemas de fluidos, incluyendo pero no limitándose a:
 - reacciones químicas
 - turbulencias
 - transferencia de calor
 - acústica
 - mecánica de sólidos
 - electromagnetismo
 - otros



Herramientas

Software de paralelización



mpirun (Open MPI) 1.10.2

Herramientas

Software de medición de tiempo

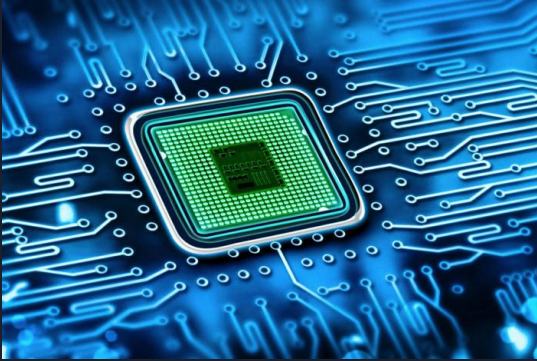


comando **time** desde la terminal.

- **Real:** mide el tiempo desde que arrancó a correr el programa hasta que terminó.
- **User:** mide tiempo en que la CPU está ocupada en modo usuario.
- **Sys:** mide tiempo en que la CPU está ocupada en modo kernel.

Análisis preliminar

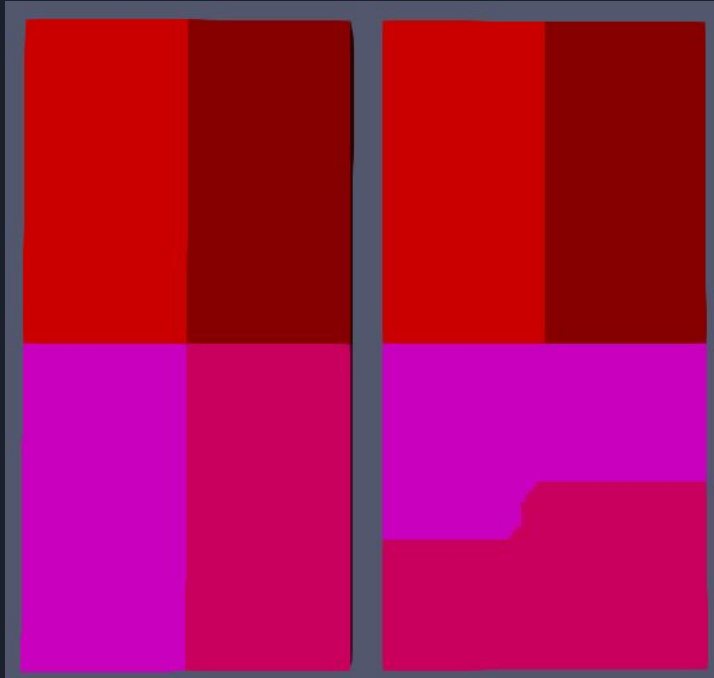
Hardware



- Velocidad de CPU/RAM
- Canales de memoria RAM
- Turbo boost
- Hyper-threading

Análisis preliminar

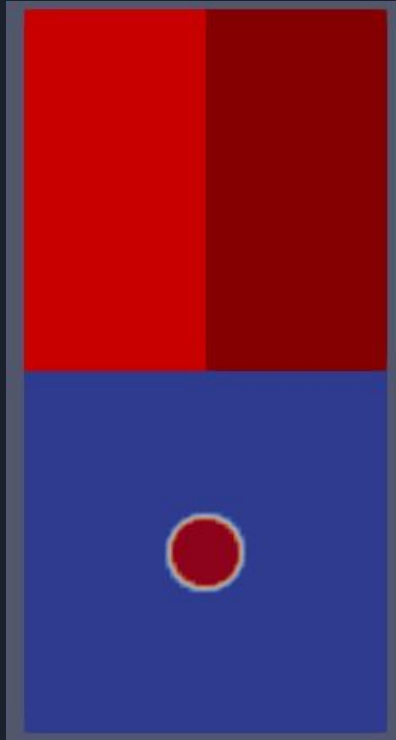
Software



- Binding y distribución
- Case size y descomposición
 - Simple
 - Jerárquica
 - Scotch
 - Manual



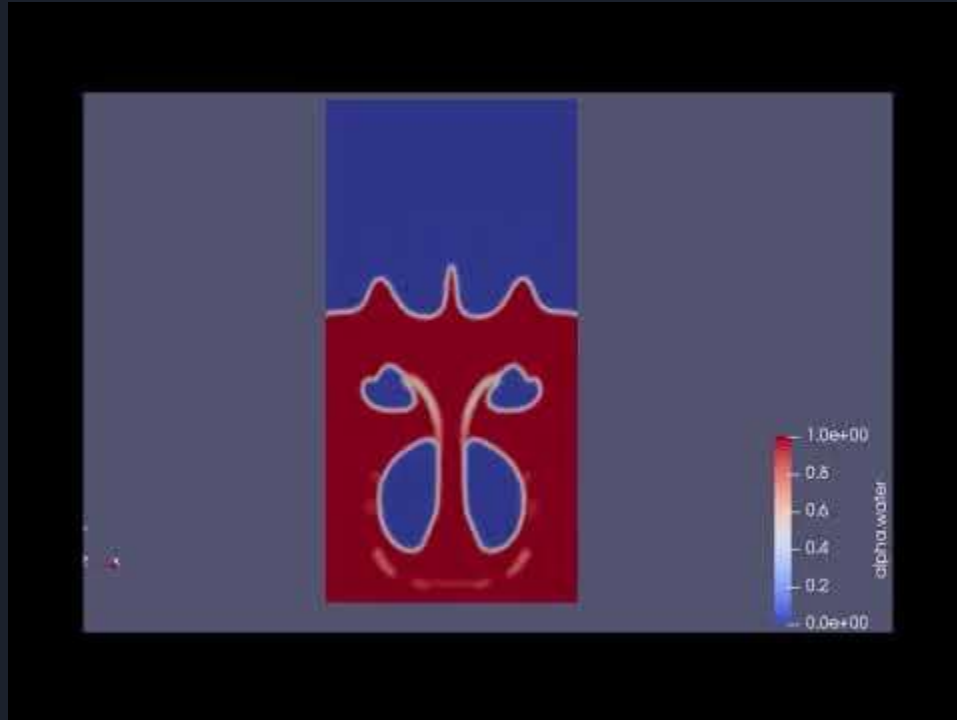
Casos de estudio



Problema que involucra dos fluidos compresibles no isotérmicos e immiscibles, en este caso se los estudia en un recipiente, habiendo una burbuja en la parte inferior.

Opciones: 2d vs 3d.

Casos de estudio



Preparación del entorno

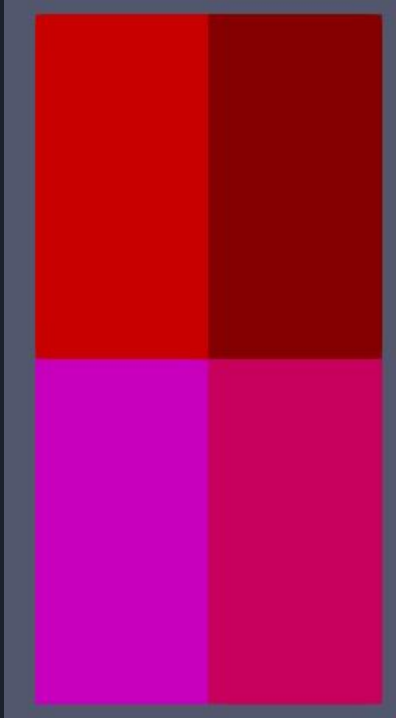


- Preparación del dominio de acuerdo a la cantidad de procesadores disponibles o que se quieran utilizar.
- Detalles de discretización (cantidad de celdas a usar)
- Tipo de descomposición a usar
- Flags mpi



Preparación del entorno

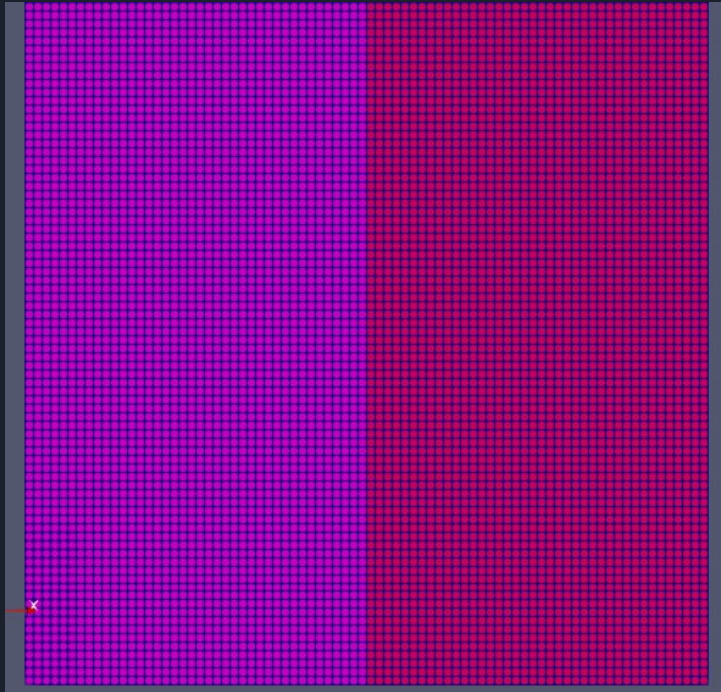
Detalles



Problema en su subdivisión en 4 núcleos.

Preparación del entorno

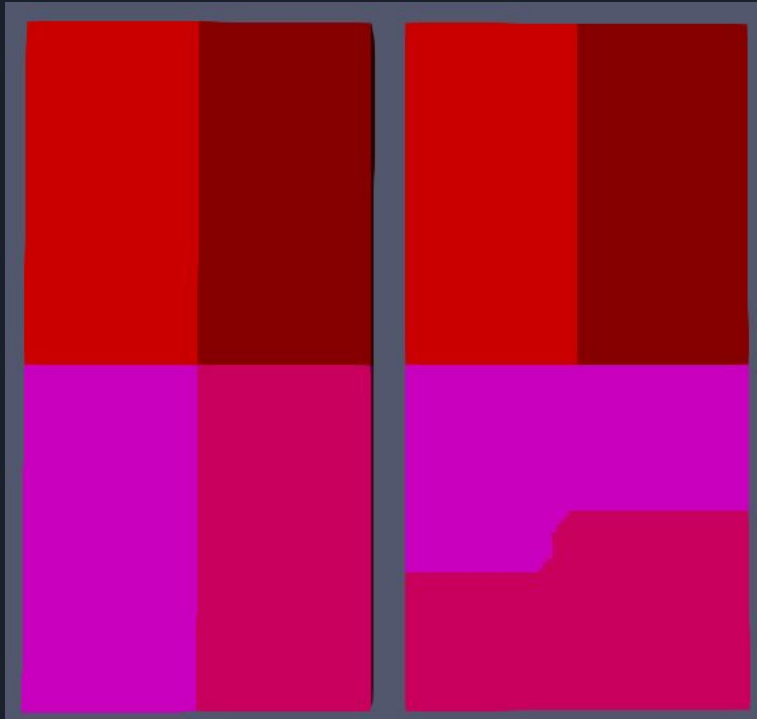
Detalles



Detalle de la discretización

Preparación del entorno

Detalles



Descomposición Jerárquica vs Scotch



Ejecución

Monocore

./Allrun

```
#!/bin/sh
cd ${0%/*} || exit 1
. $WM_PROJECT_DIR/bin/tools/RunFunctions

runApplication blockMesh
restore0Dir
runApplication setFields
#runApplication $(getApplication)

# Run from this directory
# Tutorial run functions
```



Ejecución

Multicore

```
mpirun -np 4 compressibleInterFoam -parallel > log.6626
```

guardar output en archivo

indicar resolución en paralelo

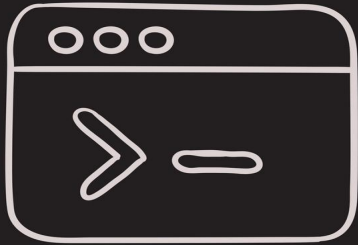
solver a utilizar

cantidad de procesadores a usar



Ejecución

Multicore bindings



- `--bind-to core`
- `--bind-to none`
- `--bycore`



Análisis de las ejecuciones

PC #2

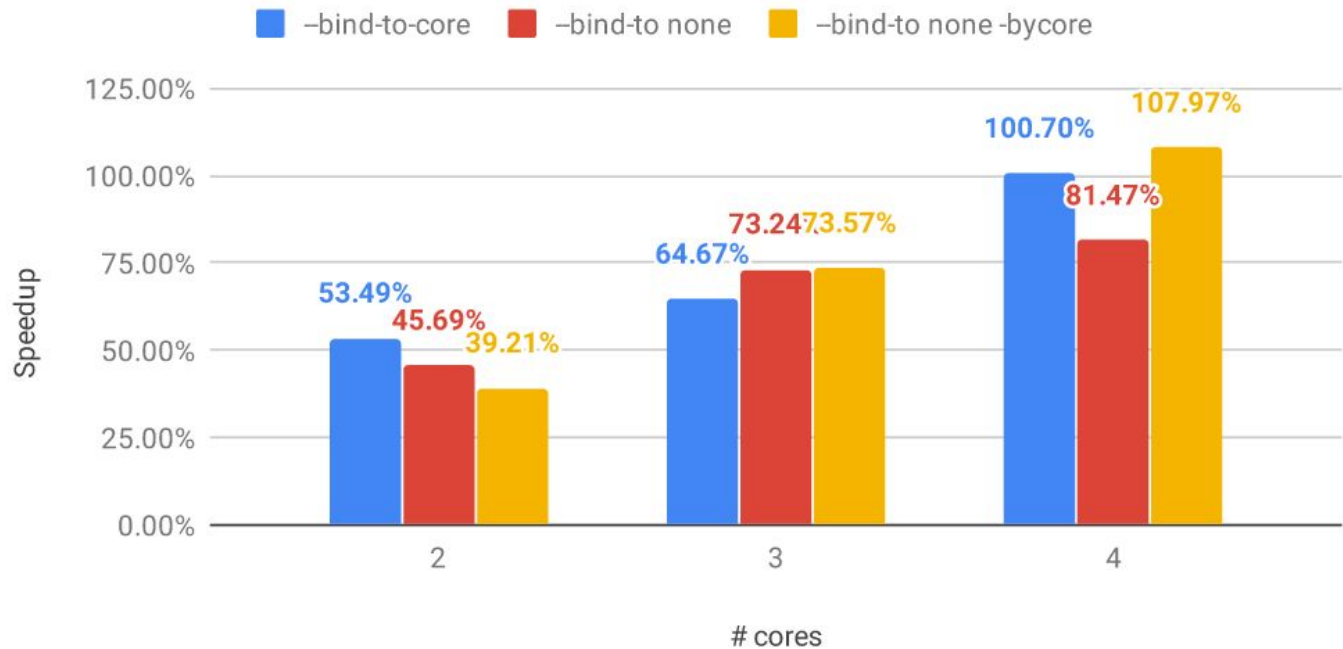


- PC 2: AMD Ryzen™ 5 2400G 3.6GHz
4 núcleos, 8 subprocesos.
2 canales de memoria
16 GB DDR4 memoria RAM 2400 MHz

Análisis de las ejecuciones

PC #2

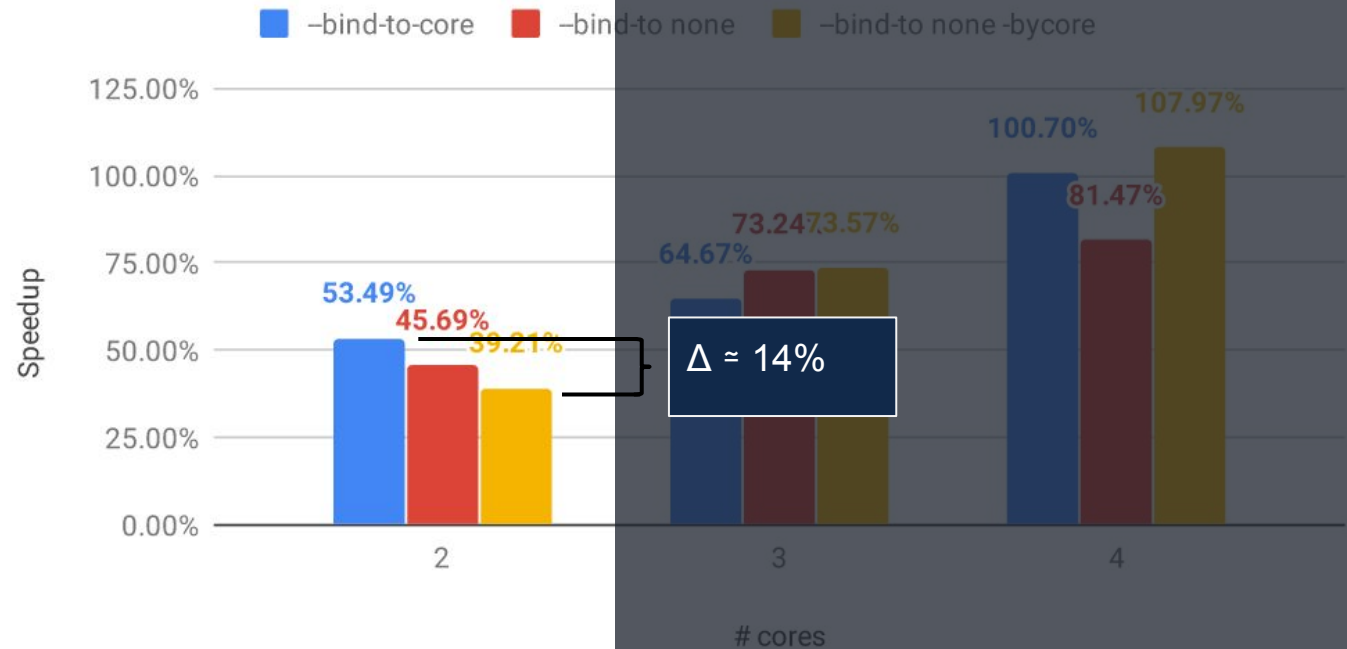
cores 2 a 4



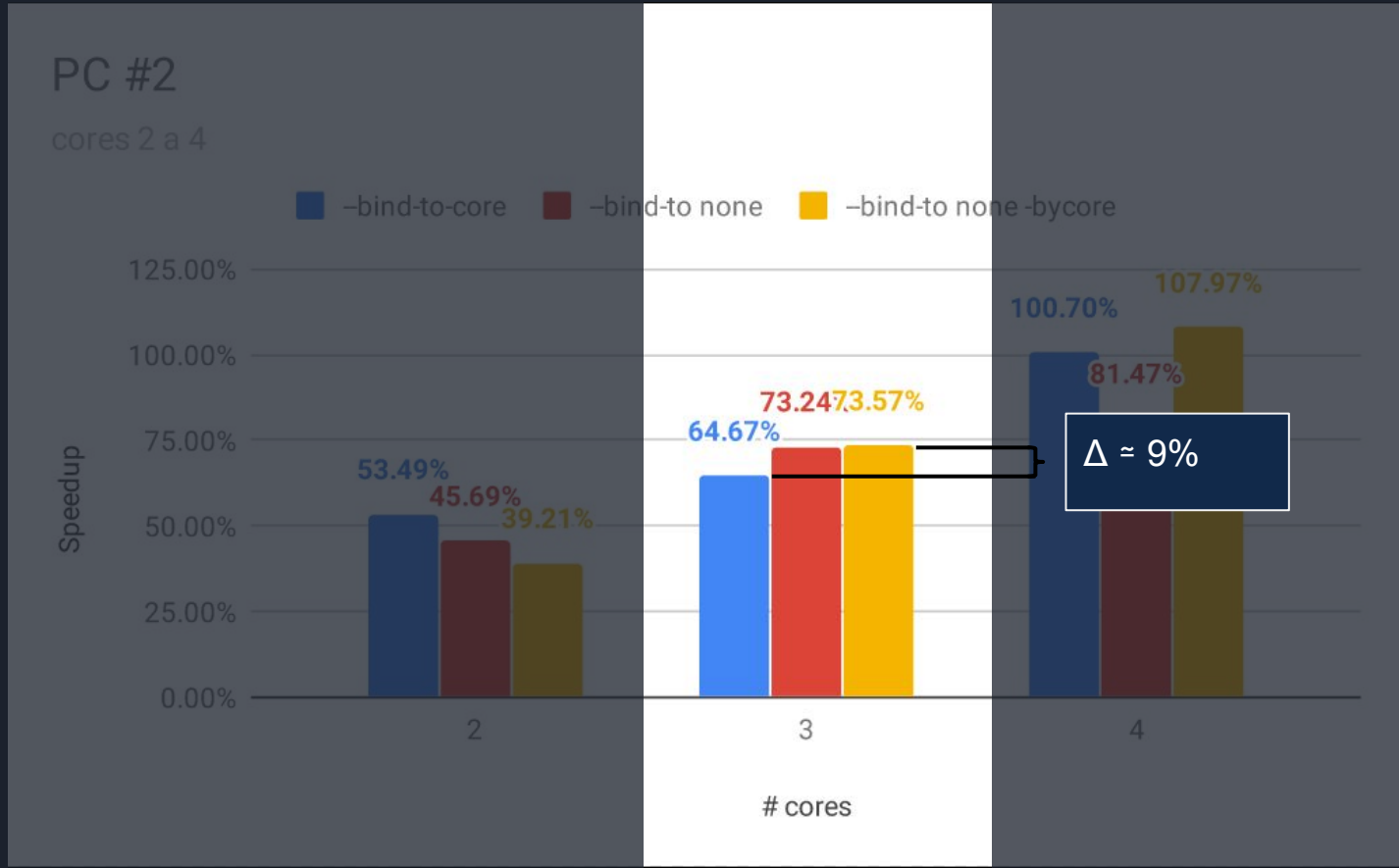
Análisis de las ejecuciones

PC #2

cores 2 a 4



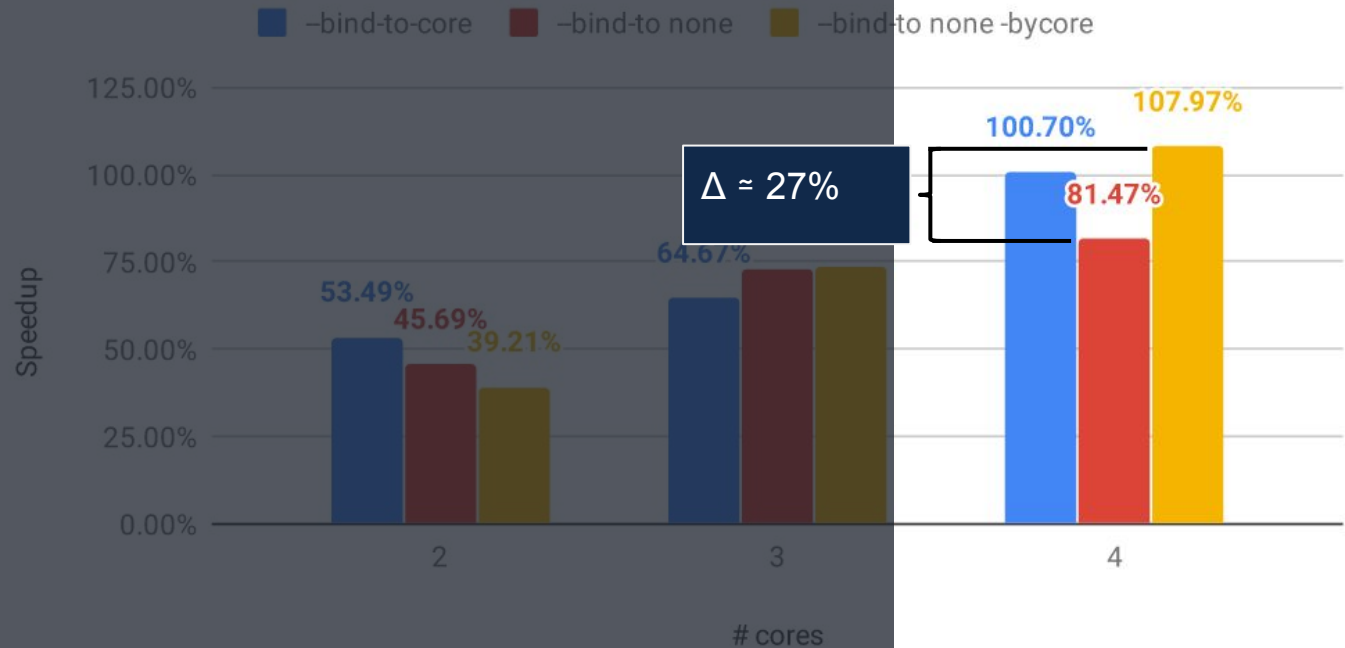
Análisis de las ejecuciones



Análisis de las ejecuciones

PC #2

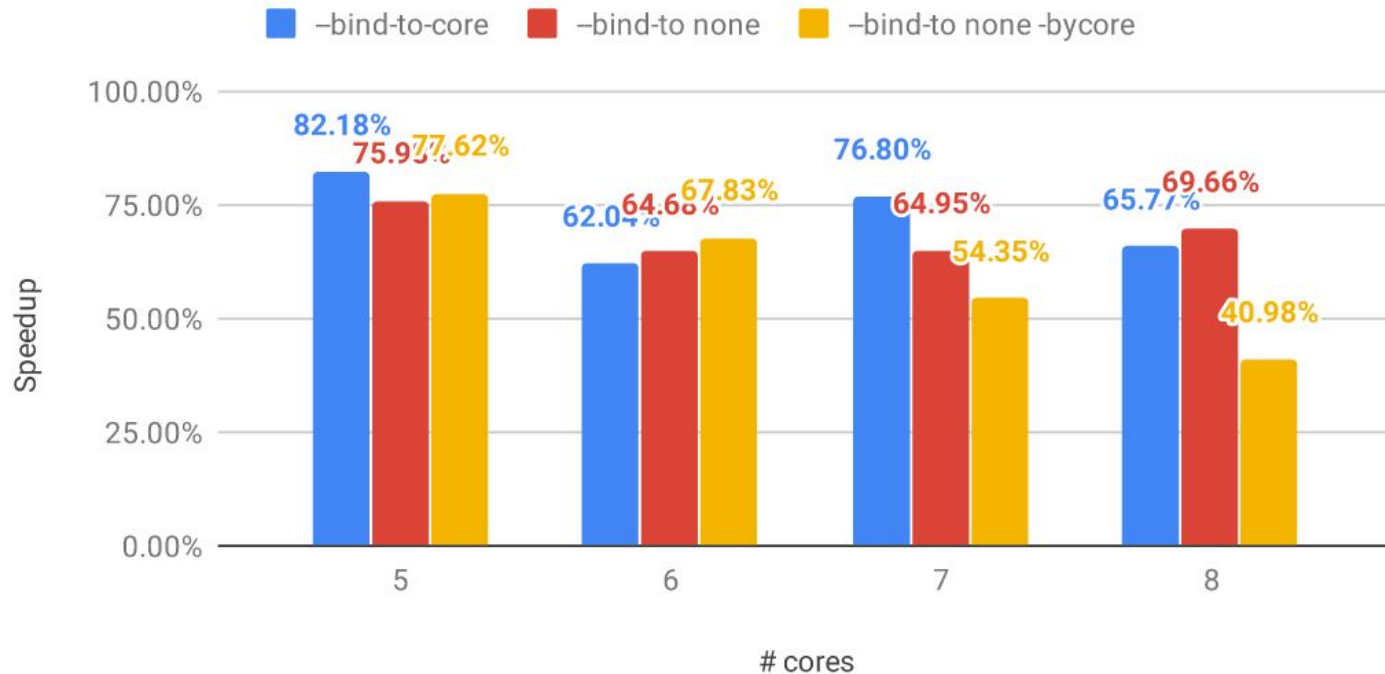
cores 2 a 4



Análisis de las ejecuciones

PC #2

cores 5 a 8



Análisis de las ejecuciones

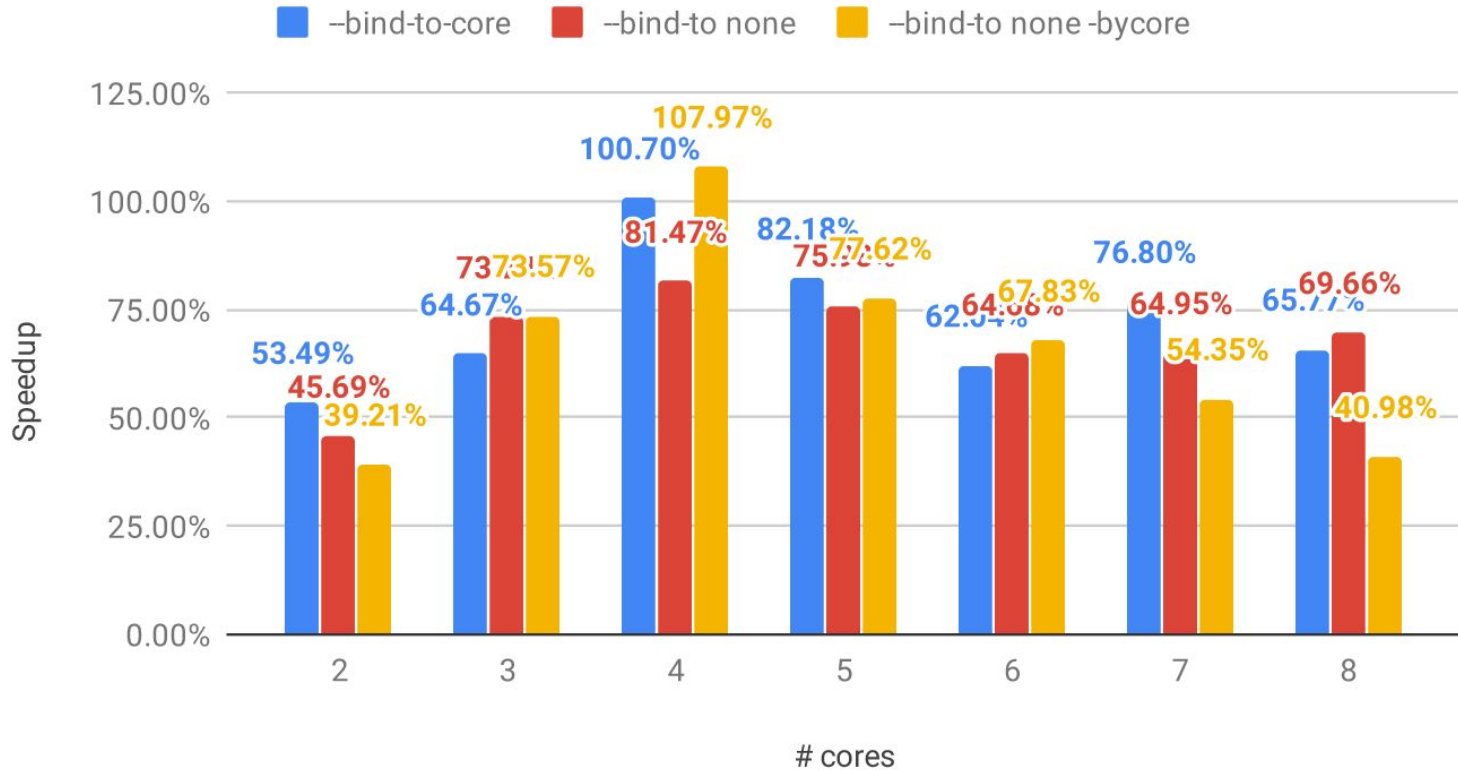
PC #2

cores 5 a 8



Análisis de las ejecuciones

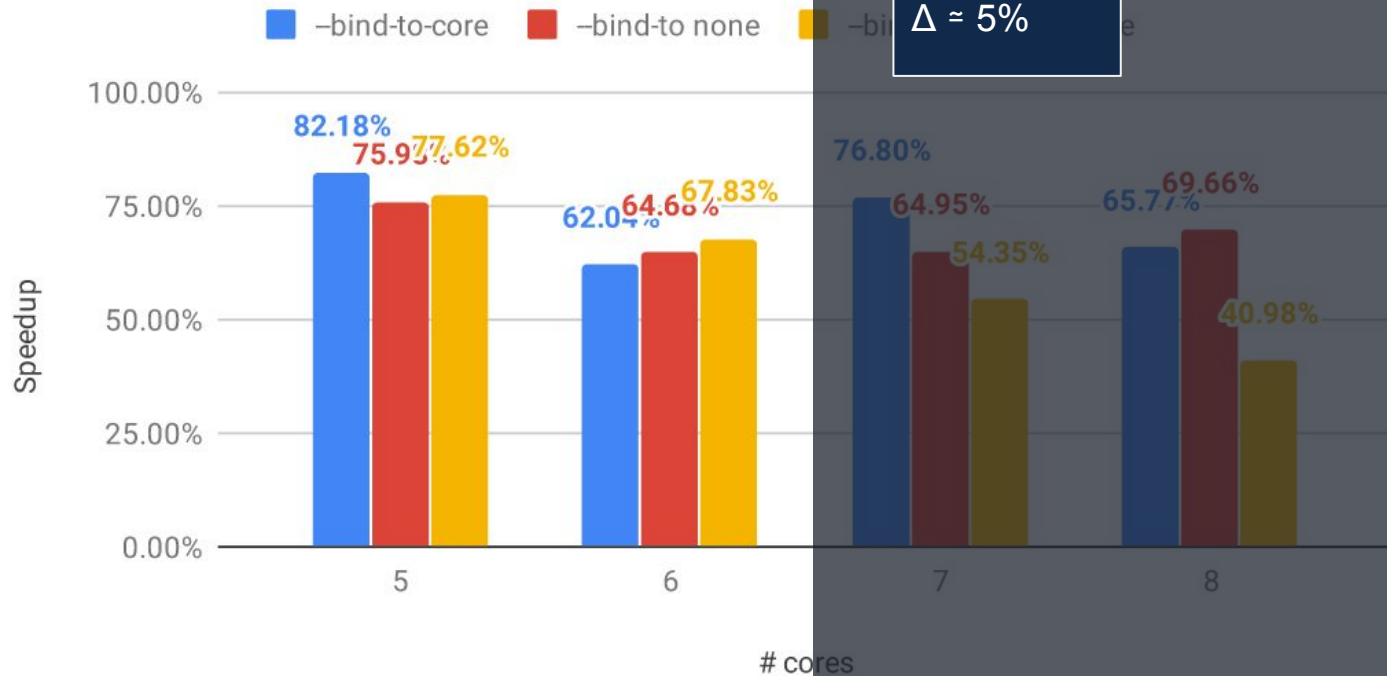
PC #2



Análisis de las ejecuciones

PC #2

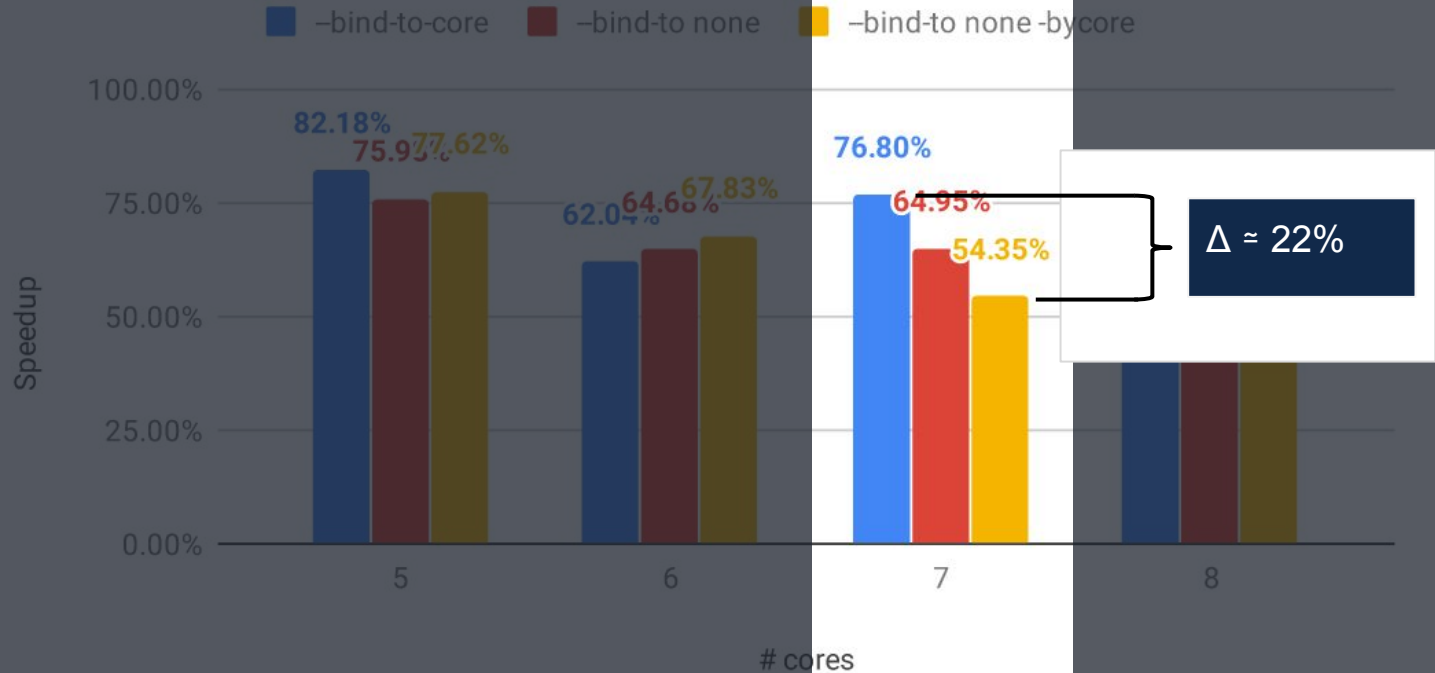
cores 5 a 8



Análisis de las ejecuciones

PC #2

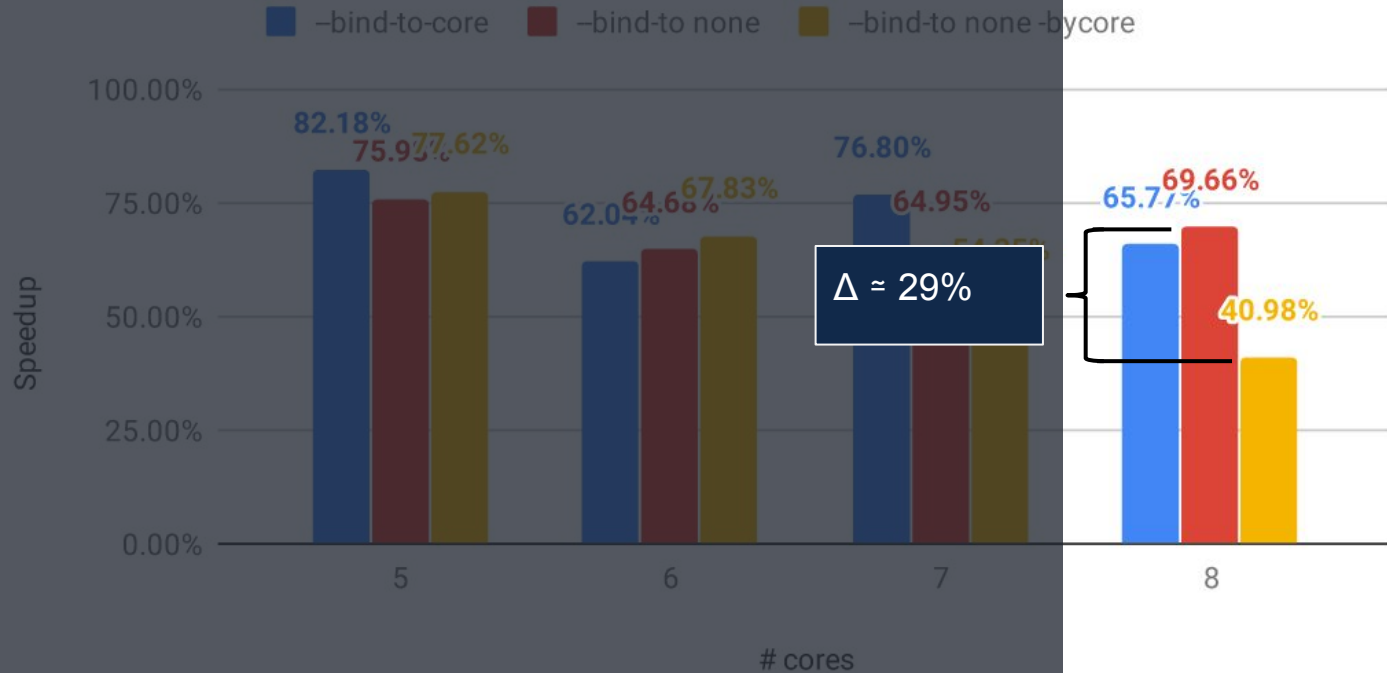
cores 5 a 8



Análisis de las ejecuciones

PC #2

cores 5 a 8



Análisis de las ejecuciones

PC #2

cores 5 a 8



Análisis de las ejecuciones

PC #2

cores 5 a 8



Análisis de las ejecuciones

PC #3

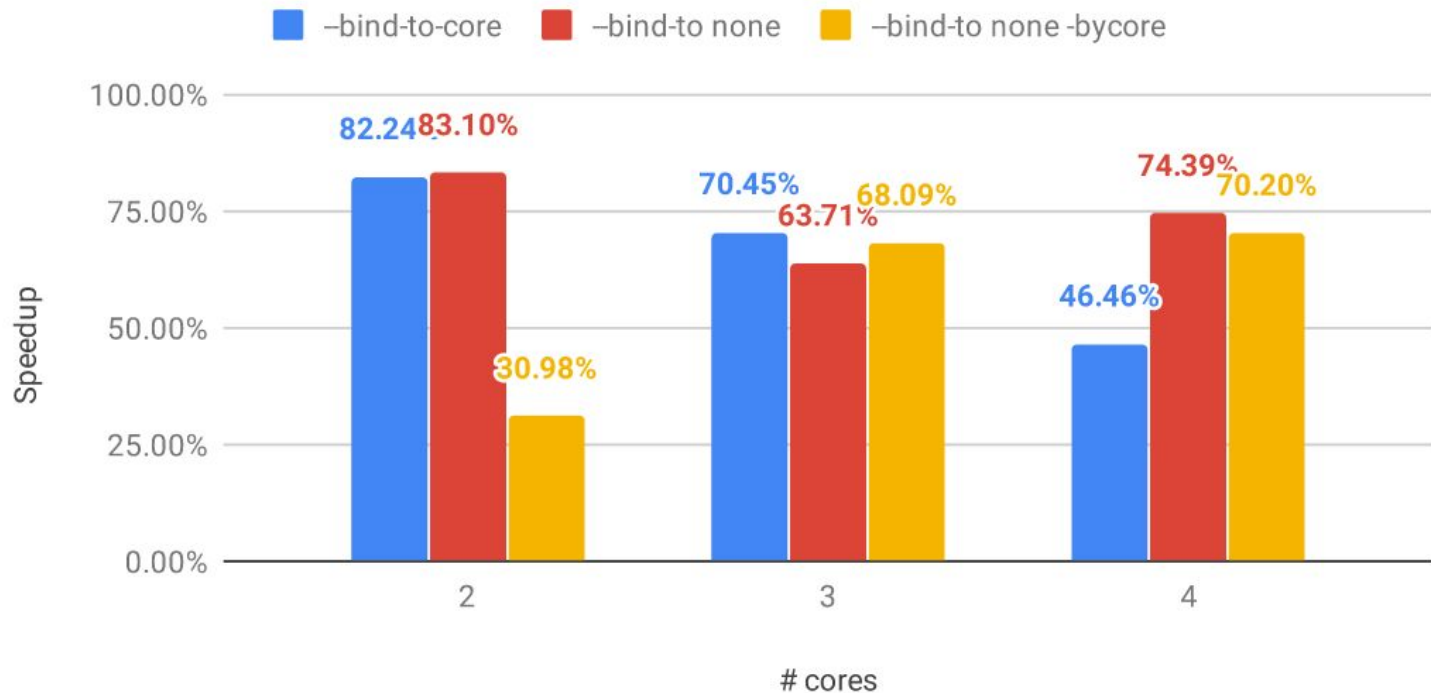


- PC 3: Intel® Core™ i5-5200U CPU @ 2.20GHz 3M Cache, up to 2.70 GHz
2 núcleos, 4 subprocesos.
2 canales de memoria
8 GB DDR4 memoria RAM 2400 MHz

Análisis de las ejecuciones

PC #3

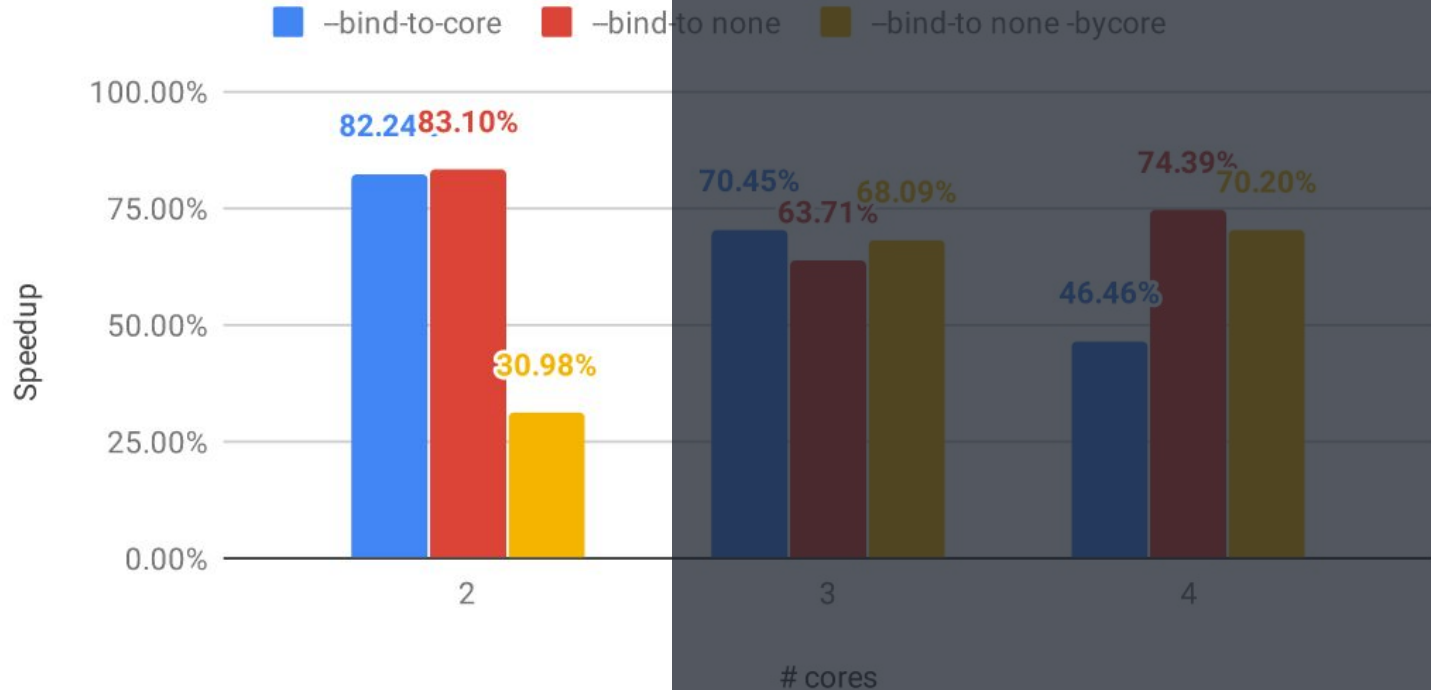
Descomposición Jerárquica



Análisis de las ejecuciones

PC #3

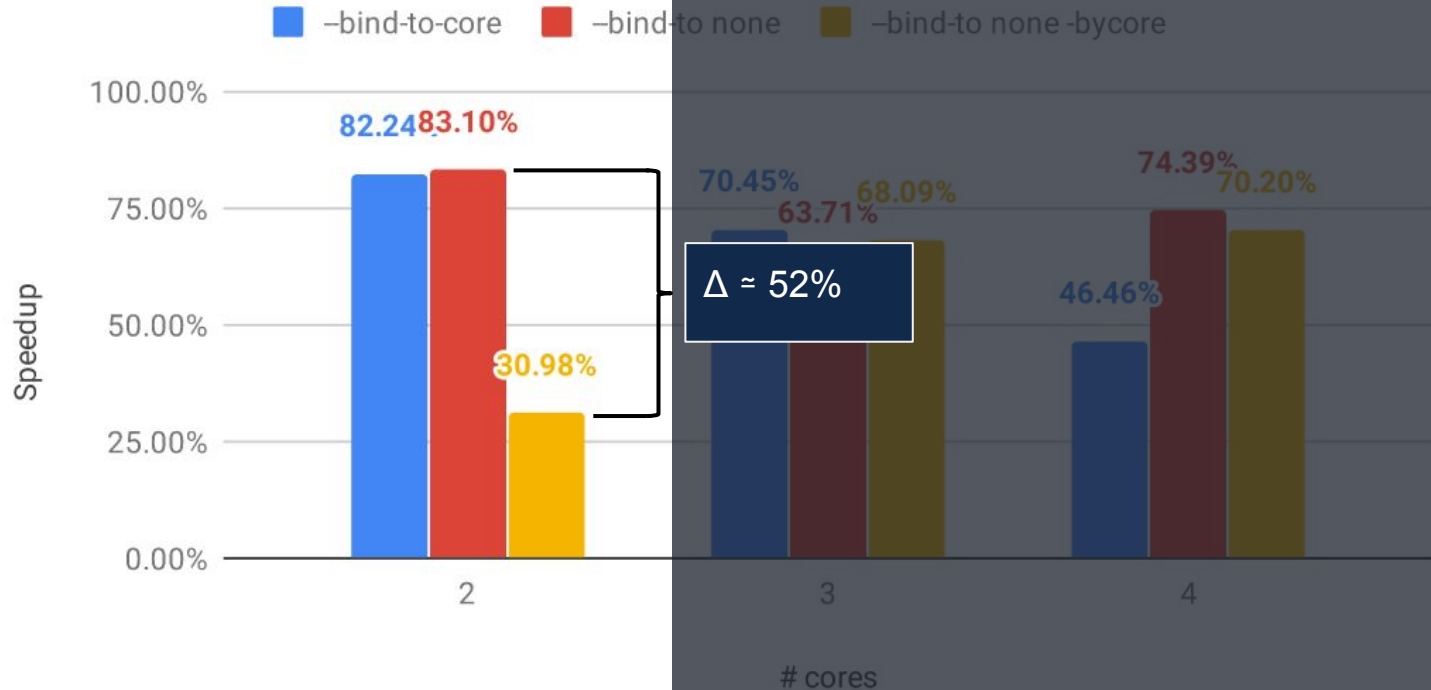
Descomposición Jerárquica



Análisis de las ejecuciones

PC #3

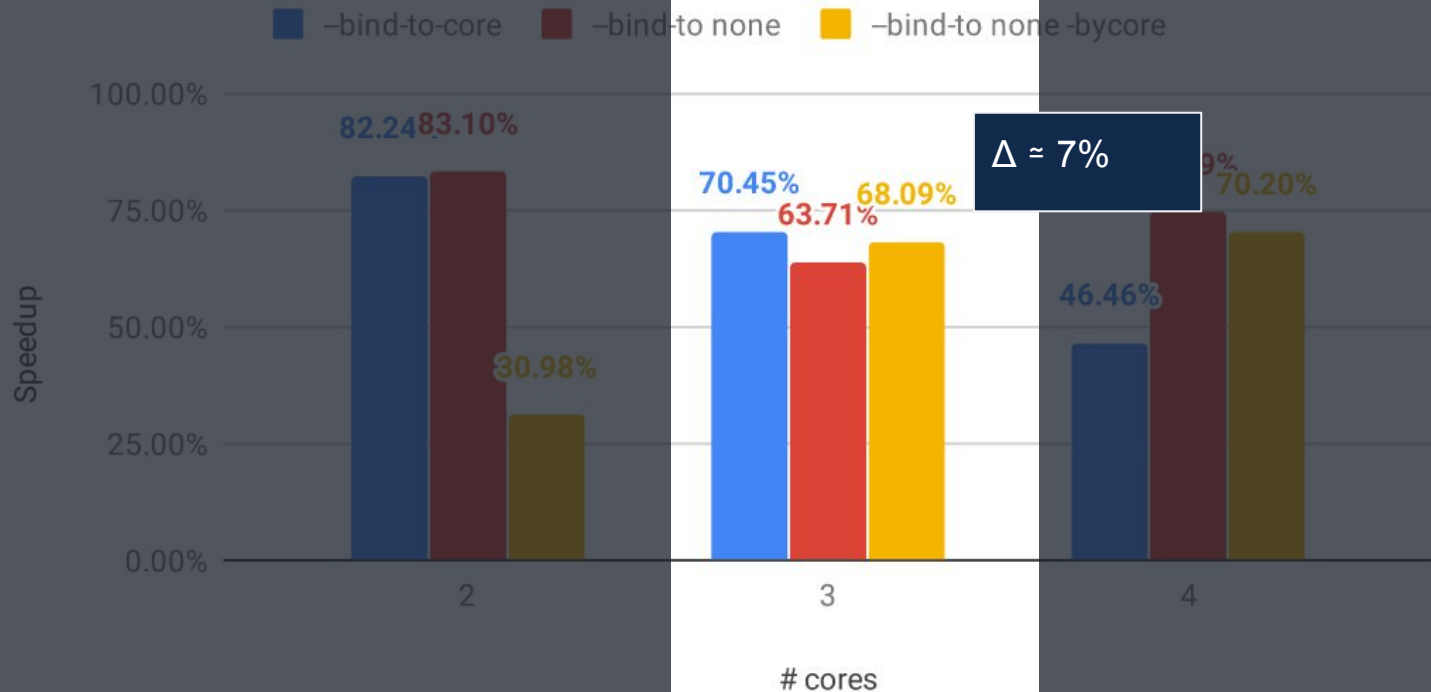
Descomposición Jerárquica



Análisis de las ejecuciones

PC #3

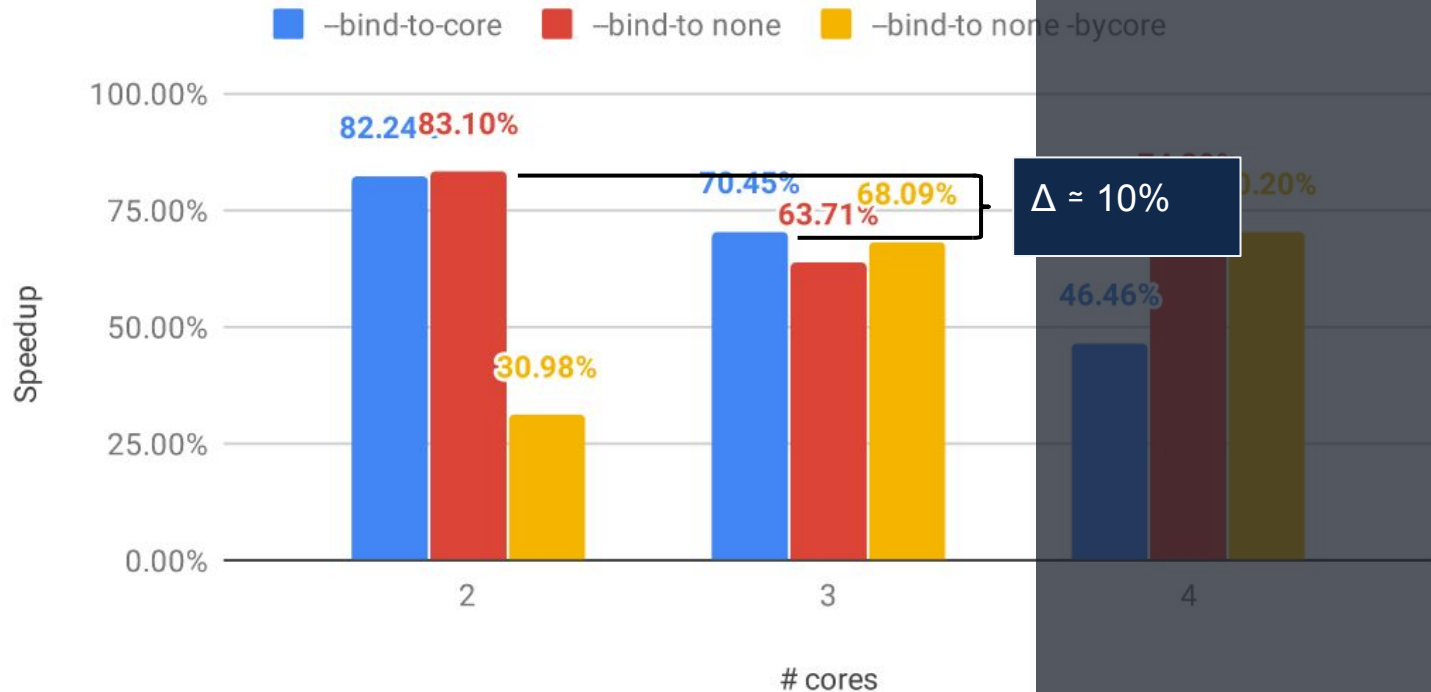
Descomposición Jerárquica



Análisis de las ejecuciones

PC #3

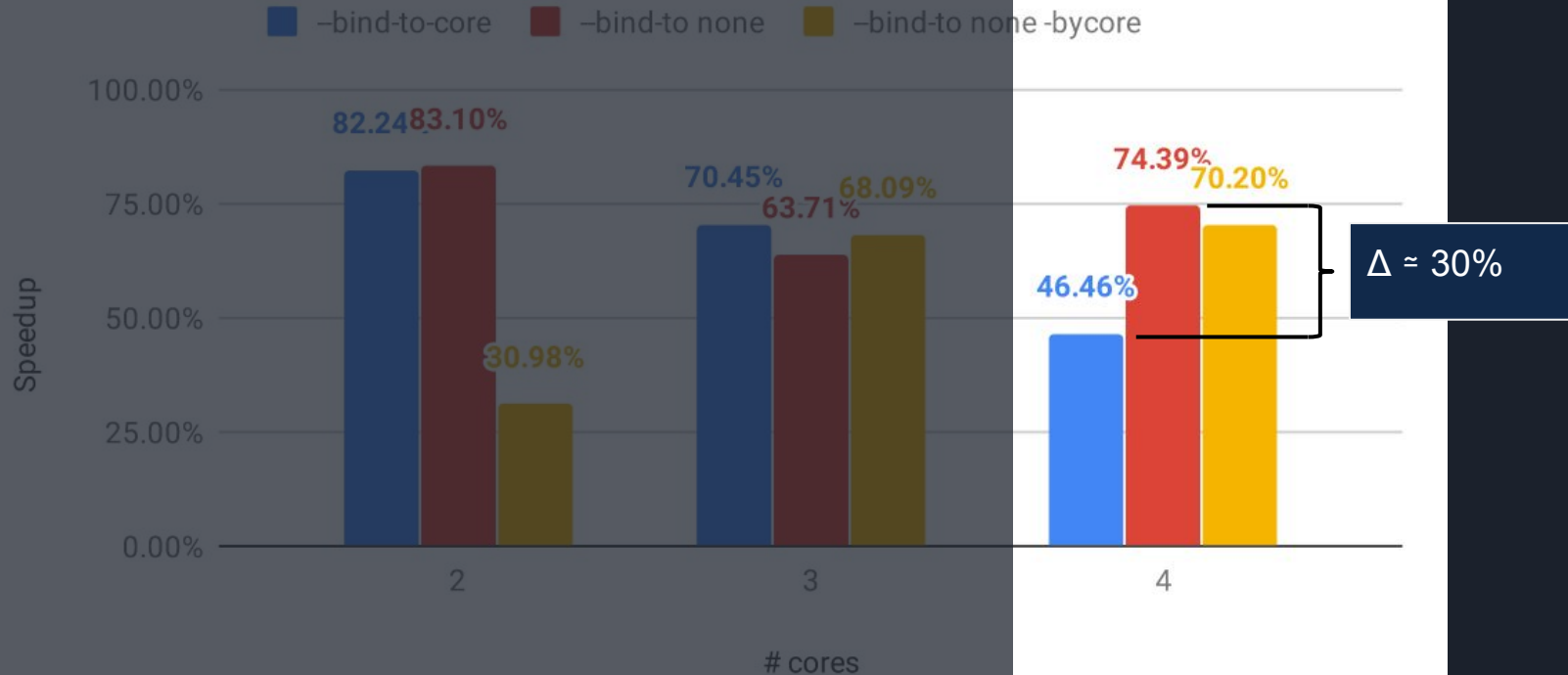
Descomposición Jerárquica



Análisis de las ejecuciones

PC #3

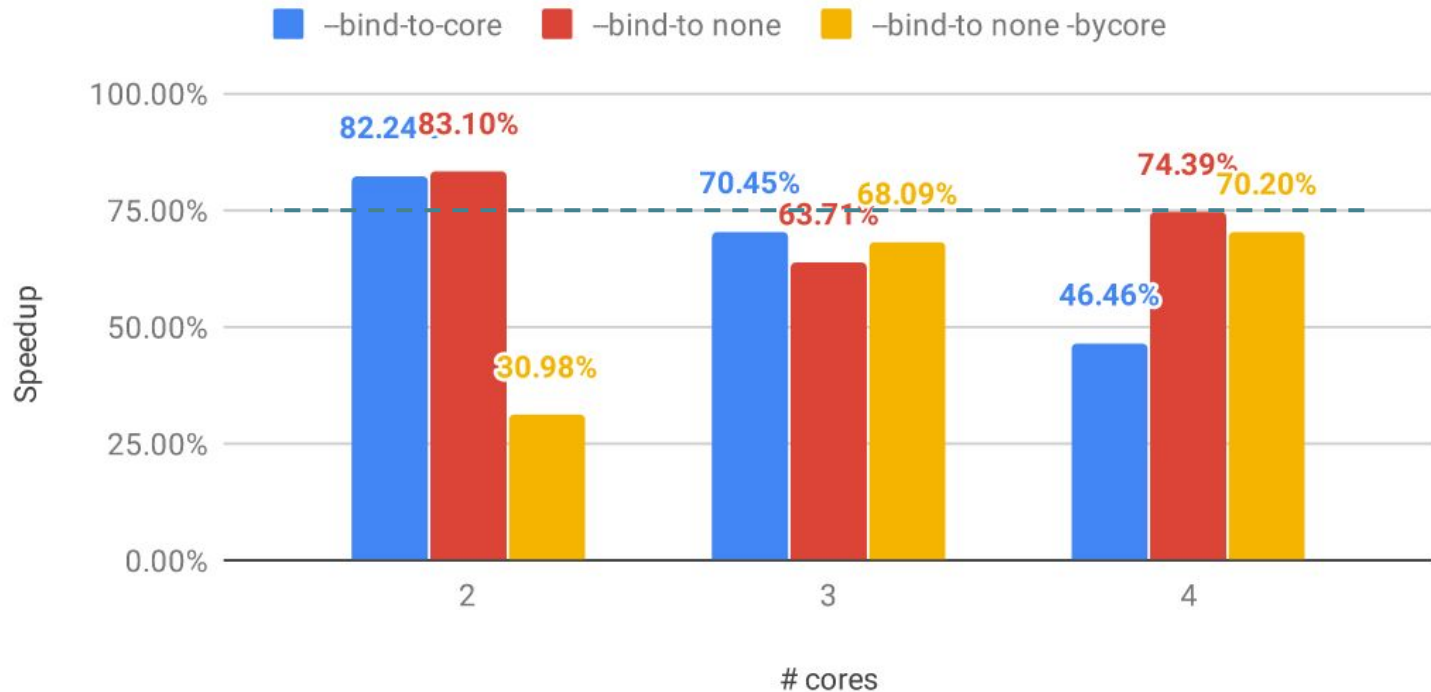
Descomposición Jerárquica



Análisis de las ejecuciones

PC #3

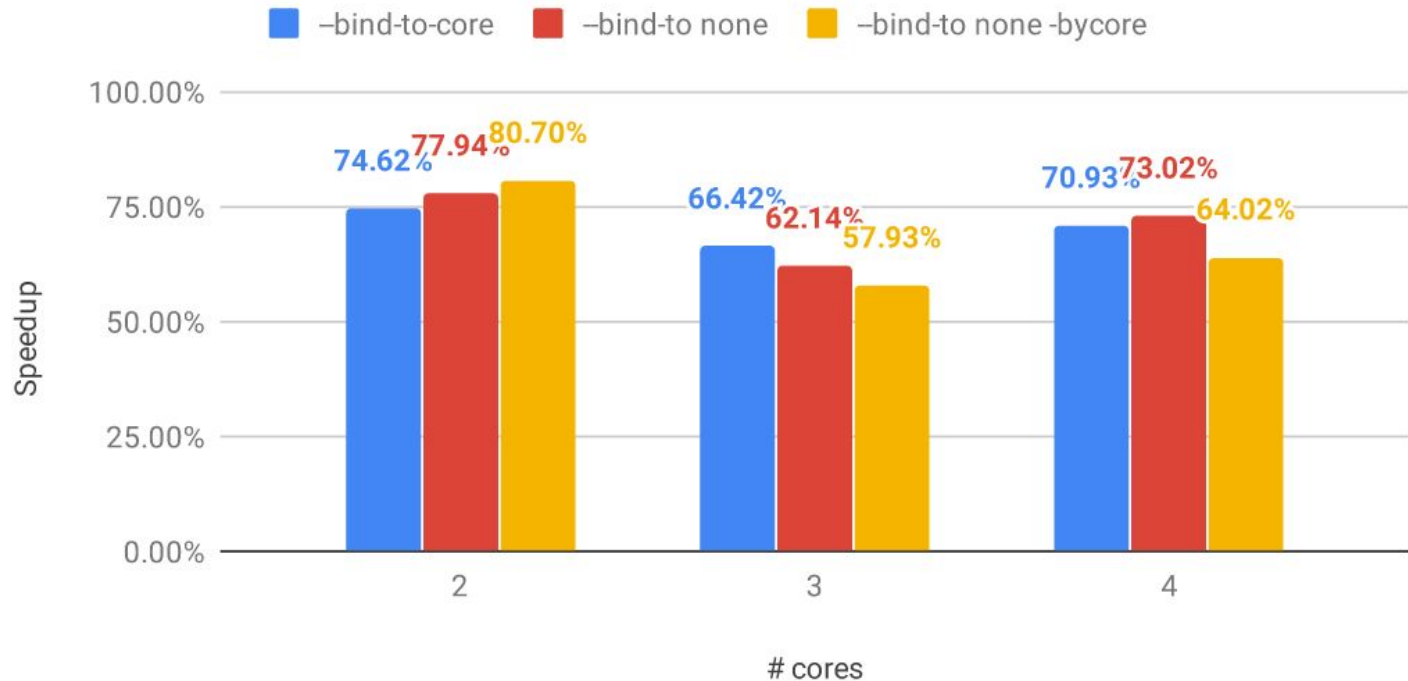
Descomposición Jerárquica



Análisis de las ejecuciones

PC #3

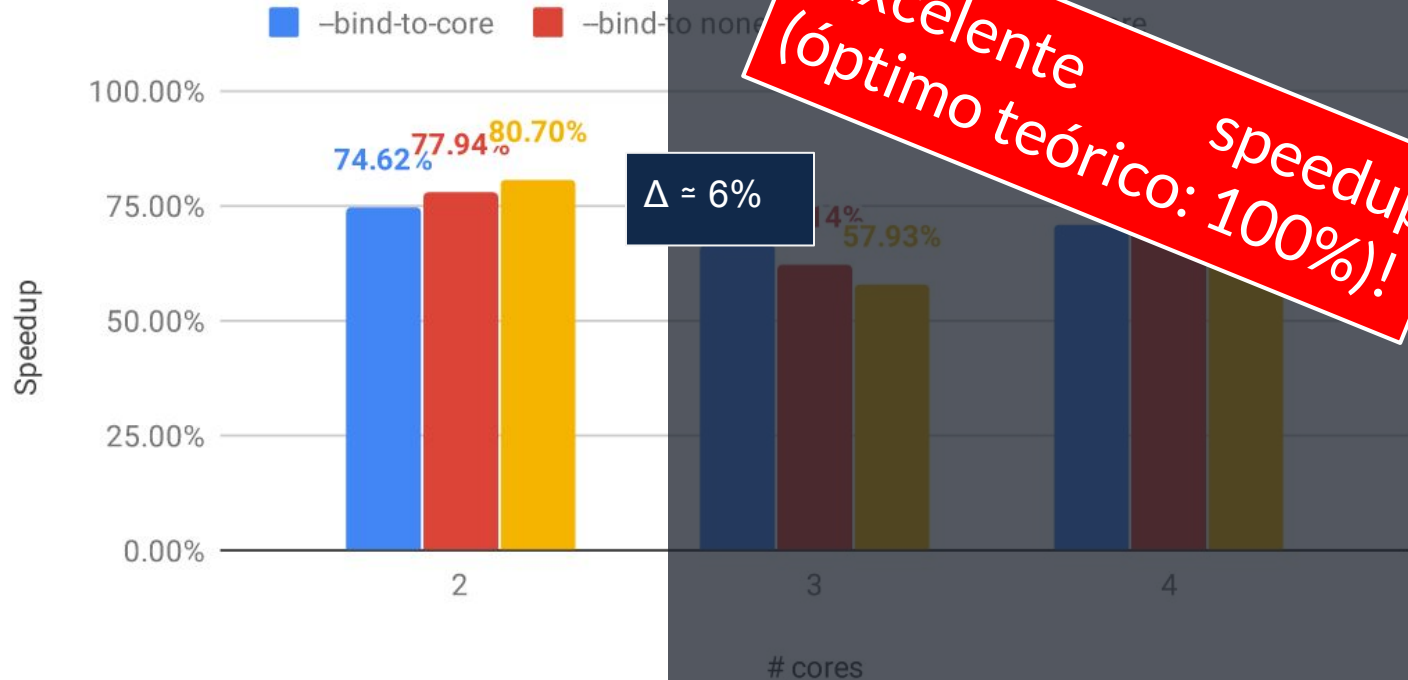
Descomposición Scotch



Análisis de las ejecuciones

PC #3

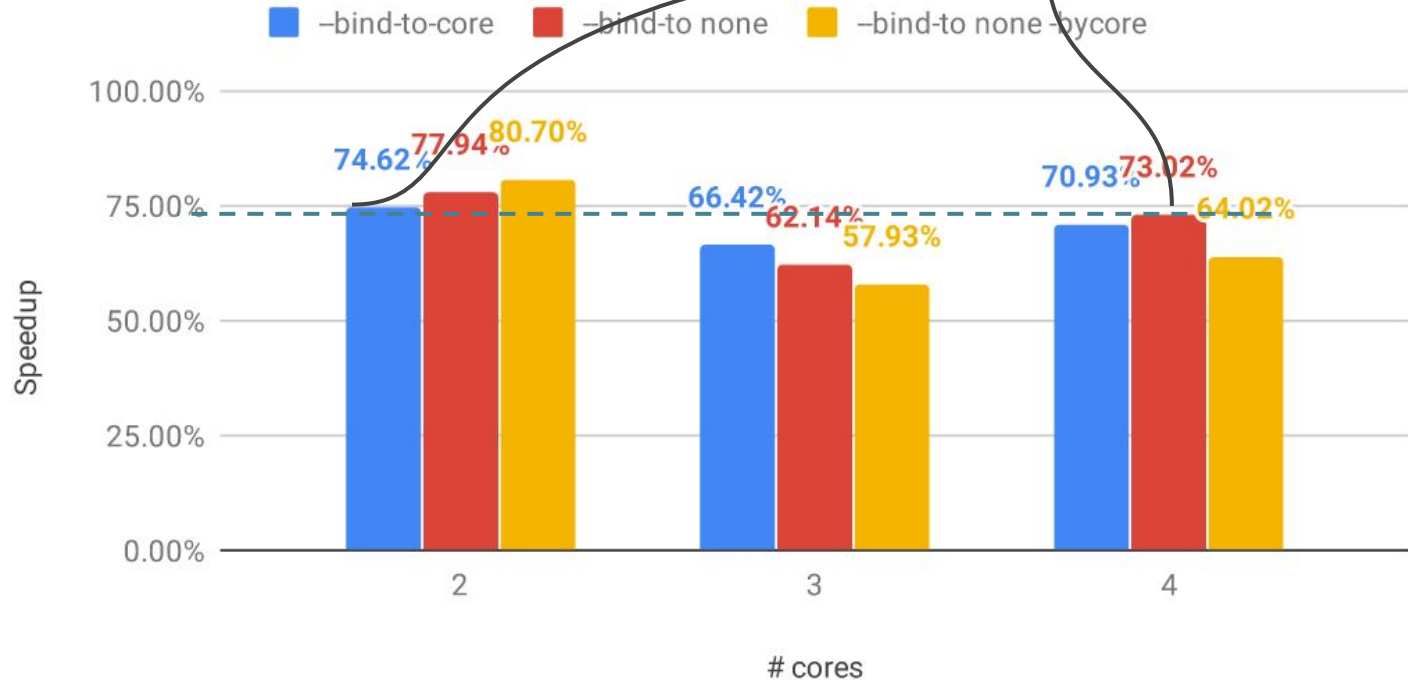
Descomposición Scotch



Análisis de las ejecuciones

PC #3

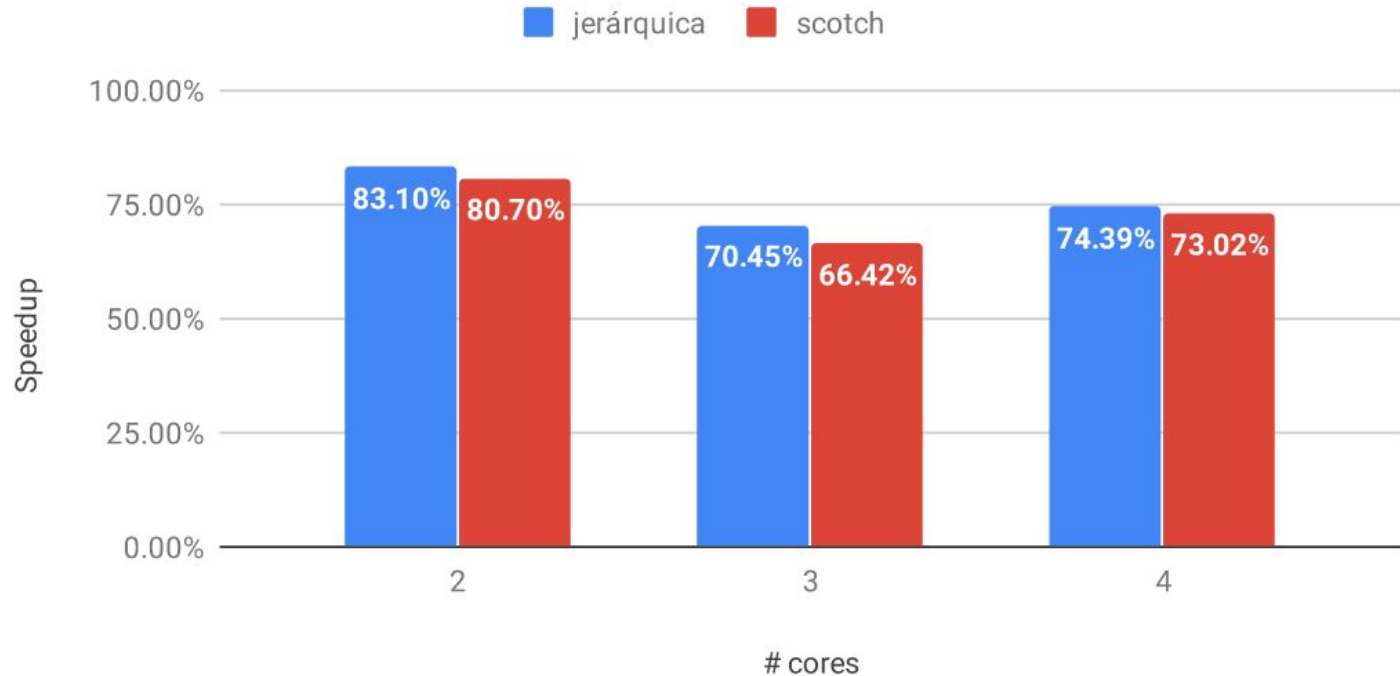
Descomposición Scotch



Análisis de las ejecuciones

Descomposición jerárquica vs scotch

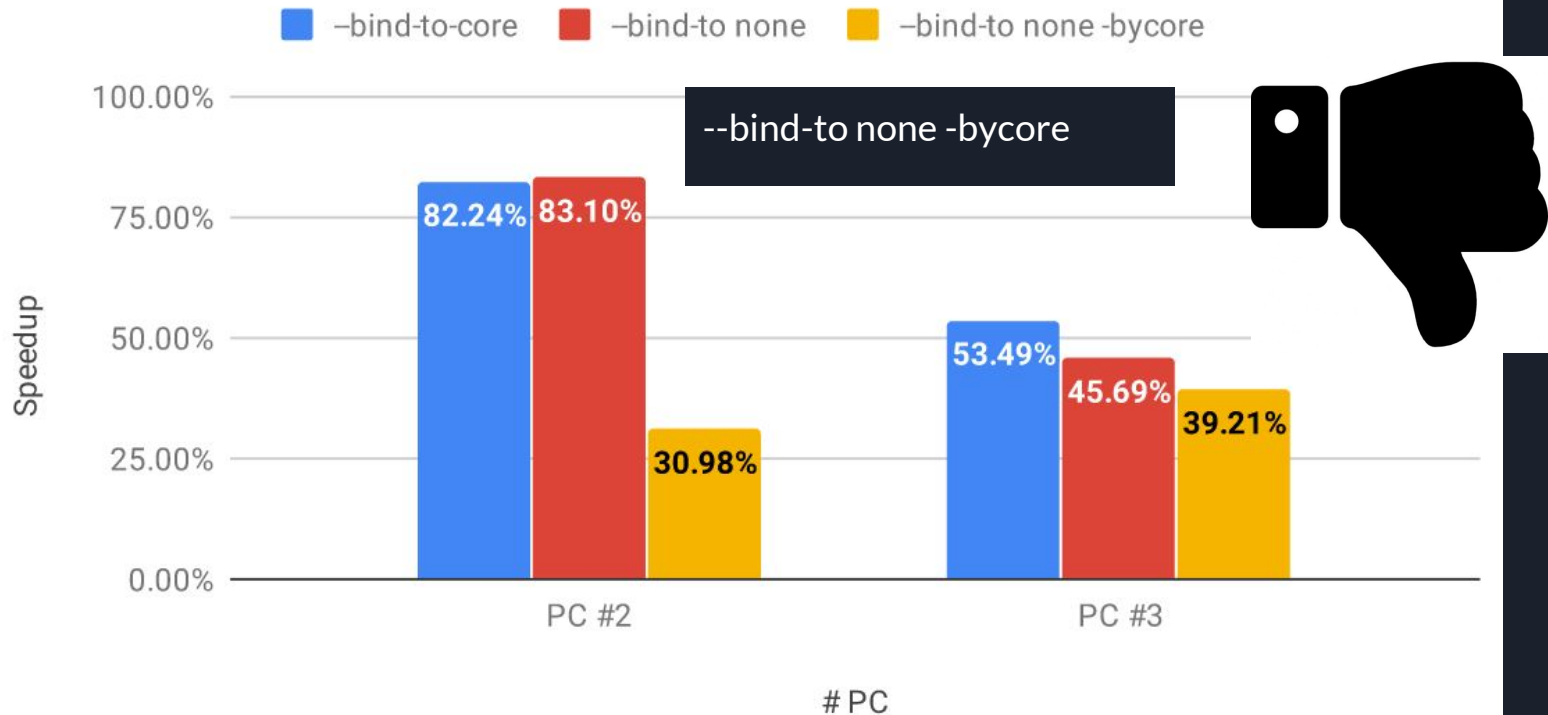
Óptimo speedup para cada caso



Análisis de las ejecuciones

Comparación de bindings

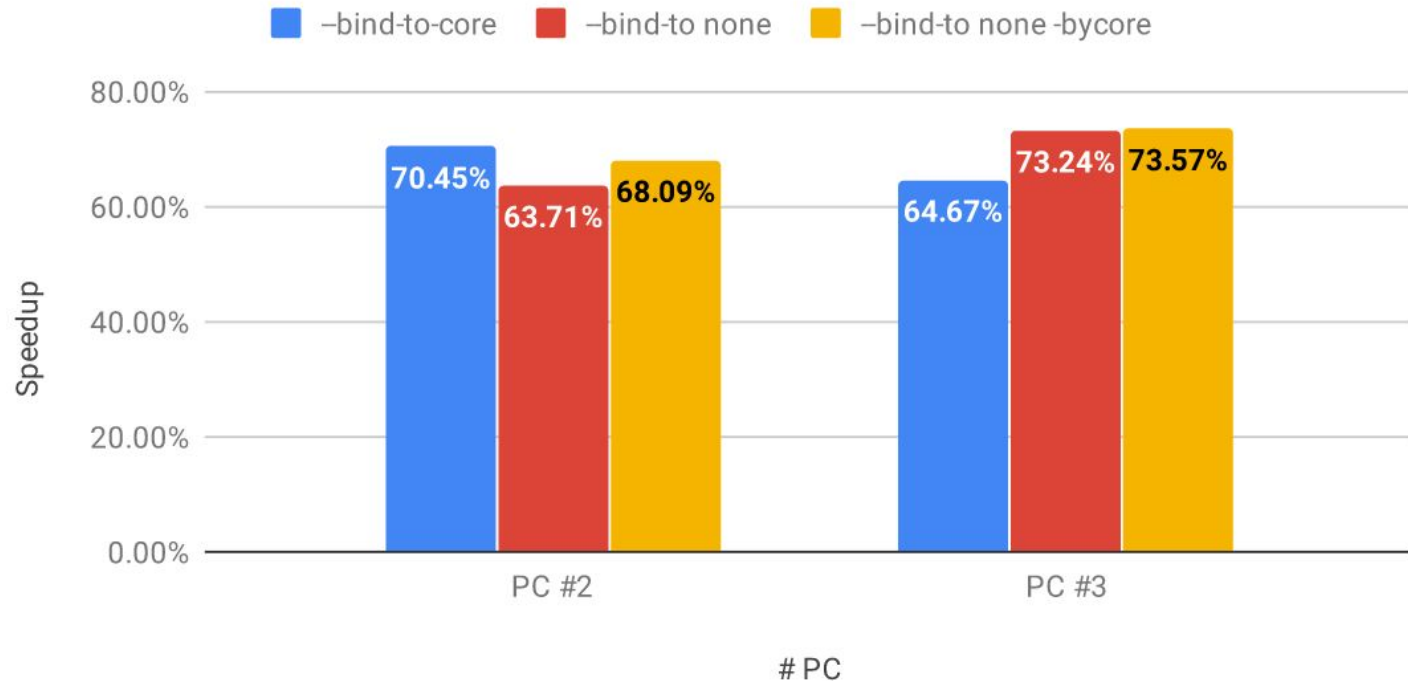
Descomposición jerárquica con 2 núcleos



Análisis de las ejecuciones

Comparación de bindings

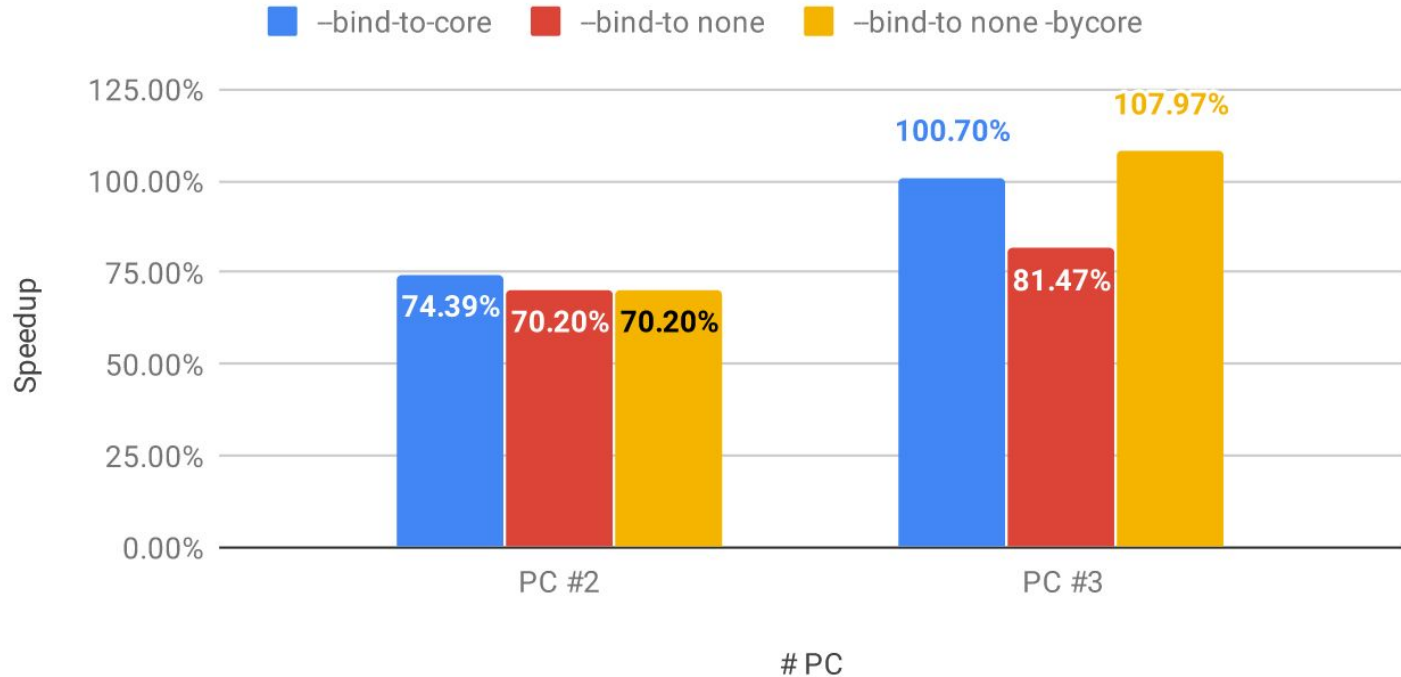
Descomposición jerárquica con 3 núcleos



Análisis de las ejecuciones

Comparación de bindings

Descomposición jerárquica con 4 núcleos





Conclusiones



- No siempre se cumple que al agregar más procesadores aumenta el speedup (tener cuidado con los hyper-threads!)
- Setear Binding de a acuerdo a topología usada.

Posibles extensiones del proyecto



- continuar la investigación expandiéndose a un cluster de computadoras
- estudiar desempeño aumentando el tamaño del problema
- utilizar otra implementación de MPI (por ejemplo IntelMPI)
- usar software de análisis de desempeño (profiling), como Intel Parallel studio (licencia gratis por 30 días o para completa para estudiantes)



Gracias