Grid y Computación de Altas Prestaciones

GR y CAP

Tema 6. Programación de Aplicaciones Grid

Conceptos de la Computación en Grid y Cloud

Objetivos

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- Aplicar las Técnicas Más Adecuadas Para el Desarrollo de Aplicaciones que utilicen Infraestructuras Grid.
- Desarrollar e Implementar Aplicaciones Básicas Utilizando la Capacidad Computacional del Grid de globus.

Contenidos Teóricos

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Programación Aplicaciones Grid.
  - Alternativas
  - Etapas de desarrollo
- Casos de Estudio
  - Caso Estudio 1: Filtrado de Imágenes.
  - Caso Estudio 2: Ajuste de Parámetros en Resolución de Sistemas de Ecuaciones por SOR.

Prácticas

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- **PRÁCTICA 1:** Puesta en Marcha del Caso de Estudio 1.
- **PRÁCTICA 2:** Puesta en Marcha del Caso de Estudio 2.

Contenidos Teóricos

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- **Programación Aplicaciones Grid.**
  - Alternativas
  - Etapas de desarrollo
- Casos de Estudio
  - Caso Estudio 1: Filtrado de Imágenes.
  - Caso Estudio 2: Ajuste de Parámetros en Resolución de Sistemas de Ecuaciones por SOR.

Programación de Aplicaciones Grid
Alternativas

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- Command Line Interface (CLI)
  - Programación Mediante Scripts que Utilizan los Comandos de globus.
  - Menos Eficiente Pero Más Rápido de Desarrollo.
  - Mayor Portabilidad.

- Application Program Interface (API)
  - Enlazando con las Bibliotecas Software de globus o de Nivel Superior.
  - Más Eficiente y Compacto.
  - Más Dependiente de la Plataforma.

Programación de Aplicaciones Grid
Etapas de Desarrollo

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

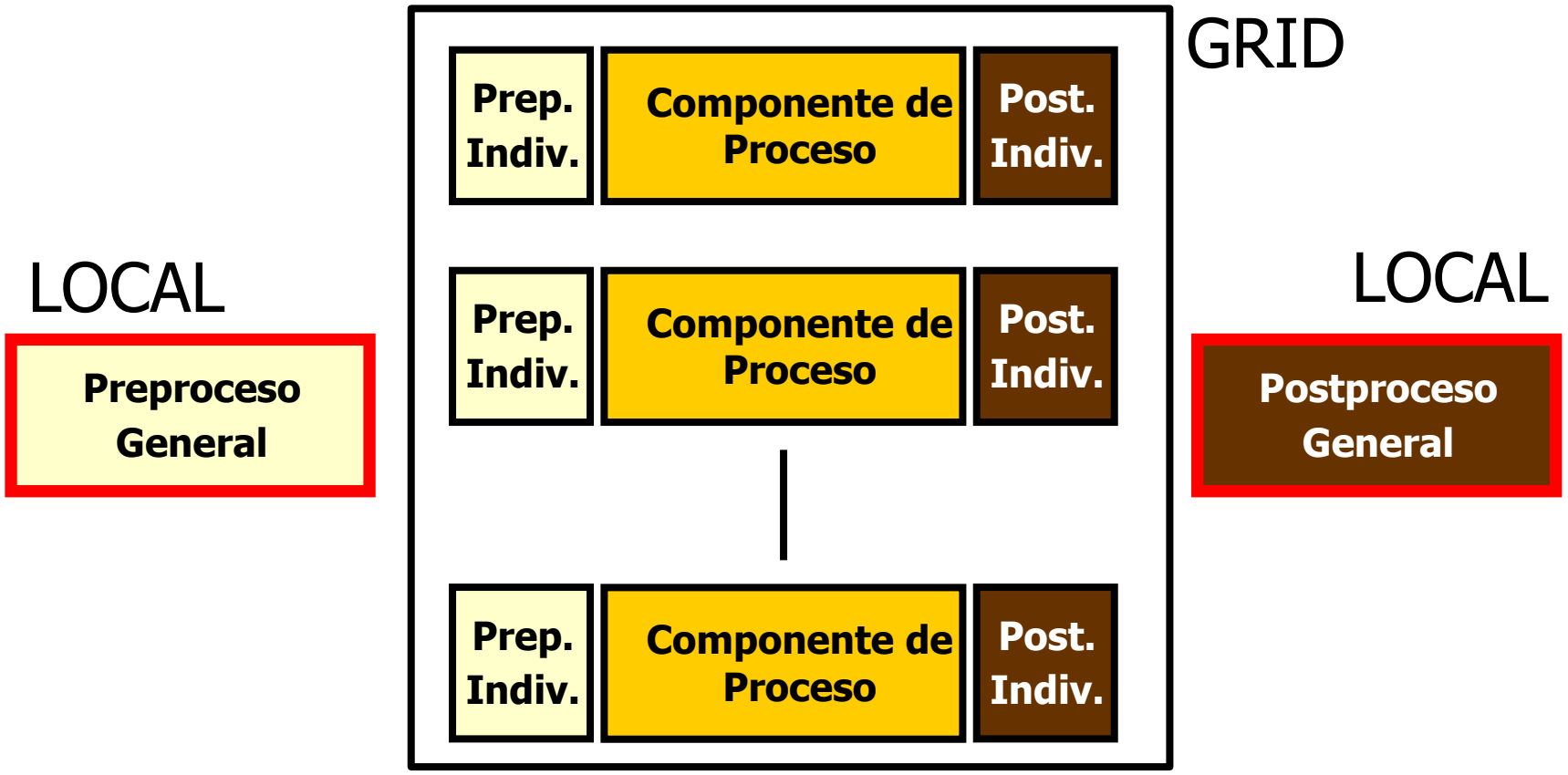
1. Análisis de las Dependencias.
2. Diseño de la Arquitectura Global y las Sincronizaciones.
3. Diseño de los Módulos Funcionales e Interfaces.
4. Implementación de los Módulos Relativos al Proceso.
5. Despliegue de la Aplicación.
6. Producción.

- Los Programas Grid Se Corresponden con un Modelo de Memoria Distribuida Poco Acoplado.
- Las Comunicaciones entre los Procesos son Poco Eficientes.
- Los Diferentes Bloques Concurrentes Deberán Requerir un Tiempo de Proceso que Compense los Retardos del Grid.

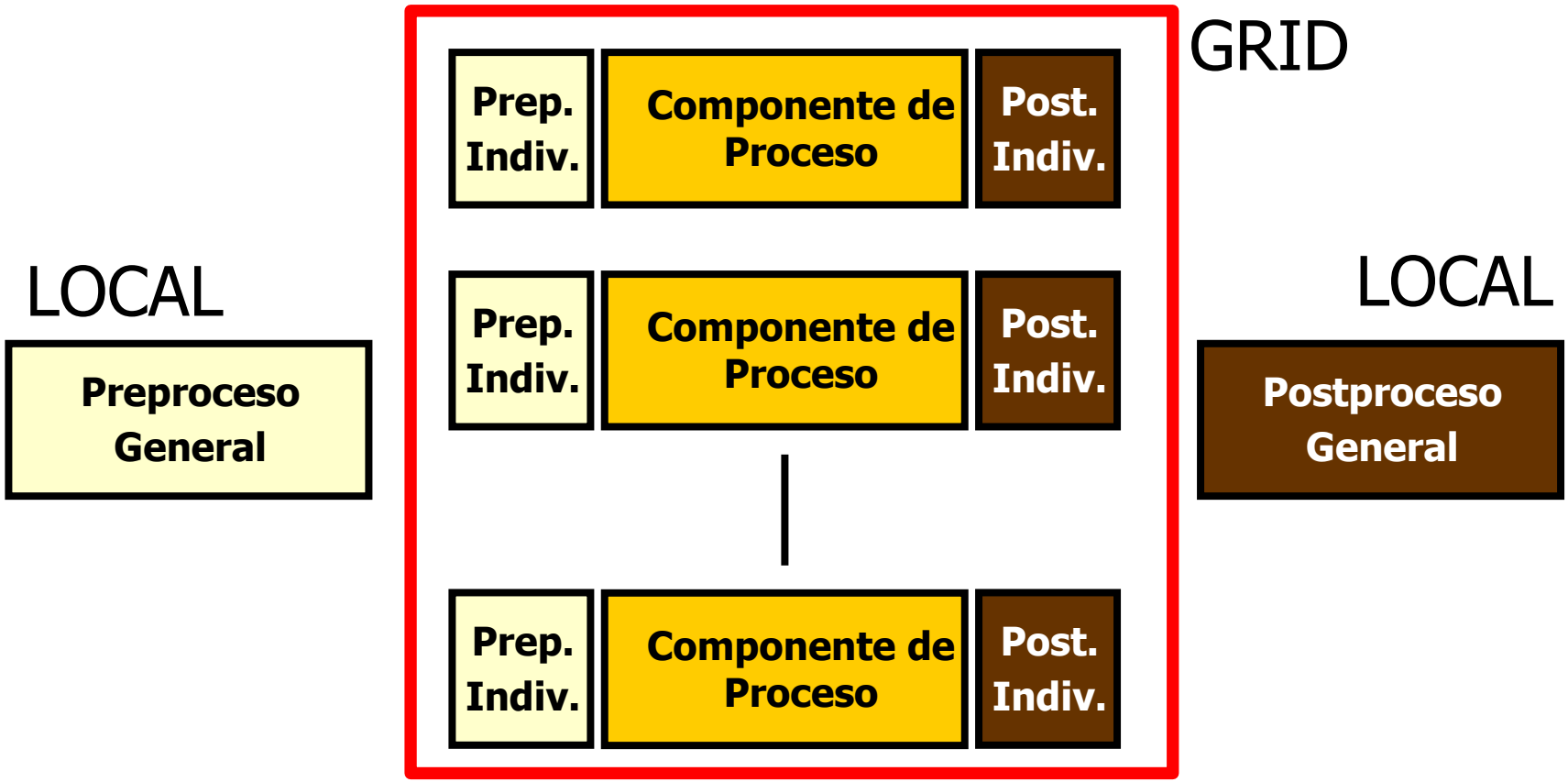
Programación de Aplicaciones Grid
Etapas de Desarrollo – Análisis de Análisis de Análisis de las Dependencias

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Modelos
  - Modelo 1: Ejecución Masiva de Proceso sobre Datos.
    - Se Debe Aplicar de Forma Independiente un Proceso a una Gran Cantidad de Datos.
    - P.e. Ecualización de un Conjunto de Ficheros de Audio.
  - Modelo 2: Ejecución Multi-paramétrica.
    - Se Debe Realizar la Misma Ejecución un Número Elevado de Veces Variando el Valor de Algunos Argumentos.
    - P.e. Generación de Imágenes Fotorealistas Desde Diferentes Puntos de Vista en una Animación.
  - Modelo 3: Programa Paralelo Poco Acoplado
    - Los Diferentes Procesos Trabajan de Forma Independiente sobre Datos Distribuidos.
    - P.e. Búsqueda de Homólogos en Bases de Datos de Proteínas


LOCAL
Preproceso General
GRID
Prep. Indiv.
Componente de Proceso
Post. Indiv.
Prep. Indiv.
Componente de Proceso
Post. Indiv.
Prep. Indiv.
Componente de Proceso
Post. Indiv.
LOCAL
Postproceso General

- Ejecución Local
  - Preproceso General
    - Generalmente Implica Particionar Datos de Entrada y Definir los Valores de los Parámetros Para Cada Trabajo Individual.
      - Puede Implicar Crear Scripts Adaptados al Vuelo.
    - Dependiendo del Caso, Puede Activar el GASS y Transferir los Ficheros Apropiados.
  - PostProceso General
    - Generalmente Implica Esperar la Finalización de los Diferentes Procesos Ejecutados en el Grid y Recoger y Consolidar su Salida.


LOCAL
Preproceso General
GRID
Prep. Indiv.
Componente de Proceso
Post. Indiv.
Prep. Indiv.
Componente de Proceso
Post. Indiv.
Prep. Indiv.
Componente de Proceso
Post. Indiv.
LOCAL
Postproceso General

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- Ejecución en el Grid
  - Preproceso
    - Puede Implicar el Compilar Fuentes, Cambiar Permisos de Ejecución o Incluso Copiar Ficheros Remotos.
  - Proceso
    - Generalmente es un Ejecutable Autónomo que Realiza el Proceso de los Datos Preparados por los scripts de preproceso.
  - PostProceso
    - Generalmente Puede Implicar Copiar Resultados y Eliminar Temporales.

- Ejecutables Autónomos, Preferiblemente Enlazados con Bibliotecas Estáticas y Funcionando en Modo Batch.
- Normalmente Obtienen los Datos de Entrada por Línea de Comandos o por Ficheros de Entrada y Configuración.
- La Salida Se Realiza por la Salida Estándar y/o Ficheros Específicos.
- A Veces es Necesario Compilar y Enlazar en las Máquinas Destino.

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- El Despliegue Puede Implicar la Preinstalación de Software o Datos Específicos.

- Una Vez Completados, Se Activan las Credenciales (Creación del Proxy) y se Lanza el Proceso Desde el Ordenador Local.

Contenidos Teóricos

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Programación Aplicaciones Grid.
  - Alternativas
  - Etapas de desarrollo

- **Casos de Estudio**
  - Caso Estudio 1: Filtrado de Imágenes.
  - Caso Estudio 2: Ajuste de Parámetros en Resolución de Sistemas de Ecuaciones por SOR.

Casos de Estudio

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Caso Estudio 1: Filtrado de Imágenes.

  (Modelo 1 Ejecución Masiva de Proceso sobre Datos)

- Caso Estudio 2: Ajuste de Parámetros en Resolución de Sistemas de Ecuaciones por SOR.

  (Modelo 2: Ejecución Multiparamétrica)

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

Caso de Estudio 1: Filtrado de Imágenes

Caso de Estudio 1: Descripción

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Filtrado de Imágenes.
  - Implementación de un Filtrado Artístico a una Serie de Imágenes.
    - Comando convert –paint 25 filein fileout
    - Para una Imagen de 3MP el Tiempo Invertido para su Ejecución es de 350 Segundos.
    - Probar con –paint 5
  - El Objetivo es Utilizar un Grid Para Transformar un número grande de Imágenes.
  - Aplicación poco Acoplada sin Posprocesamiento Posterior
  - Típico Caso de Ejecución Masiva de Proceso sobre Datos

Casos de Estudio 1

- Etapas
  - Selección de los Recursos Donde Ejecutar.
  - Particionado de Tareas.
    - Copiado de los Ficheros de Imagen Originales (Staging).
    - Ejecución de la Transformación.
    - Copiado de los Resultados (Staging).
    - Verificación de los Errores.
  - Monitorización.

Casos de Estudio 1

- Para la selección de los Recursos Donde se van a ejecutar los trabajos, crea un fichero con el nombre de las máquinas de tus compañeros y llámalo ***recursos*** (puedes consultar */etc/hosts* para crear dicho fichero):
  - XXX.ccgc.mucnap.upv.es
  - …
- Uso de GASS server de mi maquina LOCAL para realizar el staging de datos.

  Ej. [profesor]$ globus-gass-server –r –w -t https://xxx.ccgc.mucnap.upv.es:47301

Casos de Estudio 1

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Particionado de Tareas
  - Cada Imagen (puedes coger las de poliformaT input_images) se Procesará de Forma Independiente
    - convert –paint 15 img0x.jpg img0x_f.jpg
  - Las Imágenes de Entrada y Salida se Copiarán por Staging.
  - Se Generará un Fichero "RSL" por Cada Proceso.

```
&
(count = 1)
(executable = /usr/bin/convert)
(arguments = -paint 15 img00.jpg img00_f.jpg )
(rsl_substitution = (GASS_URL
   https://xxx.ccgc.mastercpd.upv.es:XXXXX/home/ccgc/Evidencias/Grid/04_P
   rogramacion/P1))
(stdout = $(GASS_URL)/miStdout)
(stderr = $(GASS_URL)/miStderr)
(file_stage_in = ( $(GASS_URL)/input_images/img00.jpg img00.jpg ) )
(file_stage_out = (img00_f.jpg $(GASS_URL)/output_images/img00_f.jpg ) )
```

Casos de Estudio 1

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Particionado de Tareas
  - Un **Script Generará los N Ficheros RSL** (uno por cada fichero imagen) y Lanzará los N Trabajos.
    - Cada Script Se Adaptará a un Fichero Concreto y Producirá un Resultado Diferente.
    - Los datos de entrada y salida se enviarán por Staging.
  - Un **Script para el lanzamiento** de los trabajos, que se Enviarán Mediante Staging.
    - Los Procesos se Someterán en Background y se Capturará el Identificador del Proceso.
  - El **Script Deberá Monitorizar** la Terminación de los Procesos Sometidos Comprobando de Forma Periódica el Estado de los Procesos.
  - Un **Script para recuperar los Resultados**, se recuperarán Mediante Staging.una vez finalizados todos los trabajos

Casos de Estudio 1

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Creación de los RSL (gen_rsl.sh) con un argumento de entrada que indica el número de imágenes a procesar.

```
#!/bin/bash
GASS_PORT=YYYY
LOCAL_HOST=XXX.ccgc.mastercpd.upv.es
NUMBER_IMAGES=$1
# Creacion de los RSL

i=0

while [ $i -lt $NUMBER_IMAGES ]
do
 echo "&" >script_$i.rsl
 echo "(count = 1)" >>script_$i.rsl
 echo "(executable = /usr/bin/convert)" >>script_$i.rsl
 echo "(arguments = -paint 5 img0$i.jpg img0${i}_f.jpg )" >>script_$i.rsl
 echo "(rsl_substitution = (GASS_URL
    https://$LOCAL_HOST:${GASS_PORT}/home/ccgc/Evidencias/Grid/04_Programacion/P1))"
    >>script_$i.rsl
 echo "(stdout = \$(GASS_URL)/miStdout)" >>script_$i.rsl
 echo "(stderr = \$(GASS_URL)/miStderr)" >>script_$i.rsl
 echo "(file_stage_in=( \$(GASS_URL)/input_images/img0$i.jpg img0$i.jpg ) )" >>script_$i.rsl
 echo "(file_stage_out=(img0${i}_f.jpg \$(GASS_URL)/output_images/img0${i}_f.jpg) )"
    >>script_$i.rsl
 i=$(( i+1 ))
done
```

Caso de Estudio 1

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Lanzamiento (sub_jobs.sh)
  - Copiamos en un Fichero los Identificadores de Todos los Trabajos Generados.
  - Mostramos por Pantalla Cada Identificador para su Verificación.

```
#!/bin/bash
# Lanzamiento de los trabajos
rm -r proc_ids.txt
NUM_JOBS=$1
JOB=0
LINE=1

while [ $JOB -lt $NUM_JOBS ]
do
  RES=`sed -n ${LINE}p recursos`    #capturo el nombre del recurso
  echo globusrun -b -r ${RES} -f script_$JOB.rsl
  globusrun -b -r $RES -f script_$JOB.rsl | grep http >> proc_ids.txt
  JOB=$(( JOB+1 ))
  LINE=$(( LINE+1 ))
done
```

Casos de Estudio 1

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Monitorización (stat_jobs.sh)
  - Comprobamos que los Procesos Hayan Acabado como "Done".

```
NUM_JOBS=$1
procesos=$1
JOB=0
LINE=1

while [ $procesos -gt 0 ]; do
        while [ $JOB -lt $NUM_JOBS ]
        do
                id=`head -${LINE} proc_ids.txt | tail -1`
                echo 'Analizando proceso' ${id}
                if [ `globus-job-status ${id}` = "DONE" ]; then
                      procesos=$((procesos-1))
                fi
                LINE=$(( LINE+1 ))
                JOB=$((  JOB+1 ))
        done
        echo .Pendientes: $procesos esperamos 30 segundos
        sleep 30
done
```

P1

P1

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

Caso de Estudio 2: Resolución de Sistemas de Ecuaciones por SOR

Casos de Estudio 2: Descripción

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- Ajuste de Parámetros en Resolución de Sistemas de Ecuaciones por SOR
  - La Resolución de un Sistema de Ecuaciones Mediante el Método Iterativo de SOR Implica el Ajuste de un Parámetro de Convergencia (w) que Puede Tomar Valores entre 1 y 2.
  - Se Debería Repetir la Ejecución Para Distintos Valores de w y Escoger Aquél que Requiera el Mínimo Número de Iteraciones (Siempre y Cuando Converja).
  - Aplicación Multiparamétrica Típica. Se Debe Realizar la Misma Ejecución un Número Elevado de Veces Variando el Valor de Algunos Argumentos.

Casos de Estudio 2

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Utilizaremos Octave para la Ejecución
  - octave -q test_sor.m <dim> <w>

```
d = int32(str2num(argv(){1}));
w = double(str2num(argv(){2}));

n = d*d;
mu = 0.01;
v1 = ones(d*d-1,1);
v2 = ones(d*(d-1),1);
A = eye(n)+eye(n)*4*mu +
    diag(v1,1)*mu + diag(v1,-1)*mu +
    diag(v2,d)*mu + diag(v2,-d)*mu;
b = zeros(n,1); b(n/2,1)=1;
x0 = zeros(n,1);
it = 0;
salir = 0;


Maxits = 1000;
tol = 1e-8;
```

```
while (it<Maxits) & (salir==0)
    for i=1:n
        x(i) = b(i);
        for j=1:i-1
            x(i) = x(i) - A(i,j)*x(j);
        end
        for j=i+1:n
            x(i) = x(i) - A(i,j)*x0(j);
        end
        x(i) = x(i)/A(i,i);
        x(i) = w*x(i) + (1-w)*x0(i);
    end
    if (norm(x(:)-x0(:))< tol)
        salir = 1;
    end
    it = it +1;
    x0 = x(:);
end
it
```

Casos de Estudio 2

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- Etapas
  - Creación de un Script que Construya los RSLs y Lance los Trabajos.
  - Lanzamiento de los Trabajos y Monitorización.
  - Recogida de Resultados y Postproceso.
  - Selección del Valor Óptimo de ‘w’.

Casos de Estudio 2

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

- Etapas
  - Puesta en marcha del GASS (globus-gass-server) LOCAL.
  - Creación de un Script que Construya los RSLs (rsl.sh).
  - El fichero *test_sort.m* se debe de pasar por stage_in

Casos de Estudio 2

Grid y Computación de Altas Prestaciones GRyCAP

- Etapas
  - Lanzamiento de los Trabajos (sub_jobs.sh de la P1)
    - globusrun –r XXX.ccgc.mastercpd.upv.es –b –f script_XX.rsl
  - Recogida de Resultados por el Staging.
  - Selección del Valor Óptimo de 'w' (post_out.sh).

```
tail -1 miStdout_0 >> aux.txt
maximo=`sed -e 's/it =//' aux.txt`
echo max=${maximo}
w=0
for id in 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ; do
        rm aux.txt
        tail -1 miStdout_${id} >> aux.txt
        valor=`sed -e 's/it =//' aux.txt`
        echo max=${maximo}
        echo val=${valor}
        if [ ${valor} -lt ${maximo} ]; then
                maximo=${valor}
                w=${id}
                echo 'cambio:' ${maximo}
        fi
done
echo 'optimo = ' ${w}
echo '   con ' ${maximo} ' iteraciones '
rm aux.txt
```

Grid y Computación de Altas Prestaciones
GRyCAP

P2