Tecnologías Grid

Globus Toolkit

Curso de Doctorado 2008-2009
Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Universidad de Oviedo

Globus Toolkit

Introducción

Introducción

- Globus Toolkit:
  - Software de código abierto para construir Grids
    - Apache License version 2 (tipo BSD)
    - Estándar de facto para Grid computing
    - El "Grid SDK": base para desarrollar herramientas de Grid
  - Desarrollado por la Globus Alliance
    - Liderado por la Universidad de Chicago
  - Hitos más importantes
    - Comienzo del proyecto: 1996
    - Versión 1.0: 1998
    - Versión 2.0: 2002
    - Versión 4.0: 2005 - Primera basada en servicios web (WS)

Introducción

- Motivación para Globus
  - Heterogeneidad: distintos sitios, distintas políticas
    - Colas de trabajos, sistemas de monitorización, protocolos de red, etc.
  - Globus unifica mediante estándares
    - Basado en servicios web (Web Services, WS)
      - WS-RF
      - WS-Notification
    - Interfaces y abstracciones comunes

Introducción

- Enfoque de Globus
  - Herramientas y servicios para tratar los principales problemas técnicos
  - Modelo de "bolsa de servicios"
    - No es una solución integrada verticalmente
- Uso
  - Decenas de Grids nacionales, centenas de aplicaciones...
  - Para todo tipo de ciencias
  - Empleado en sistemas reales

Introducción

- Desarrollo (I)
  - dev.globus
  - Modelo de gobierno tipo Apache Jakarta
    - Basado en el consenso
  - Organización en proyectos
    - Cada proyecto tiene sus responsables
    - Coordinación entre proyectos
      - Interacciones compartidas
      - Reuniones entre responsables
    - Globus Management Comitee
      - Guía general y resolución de conflictos

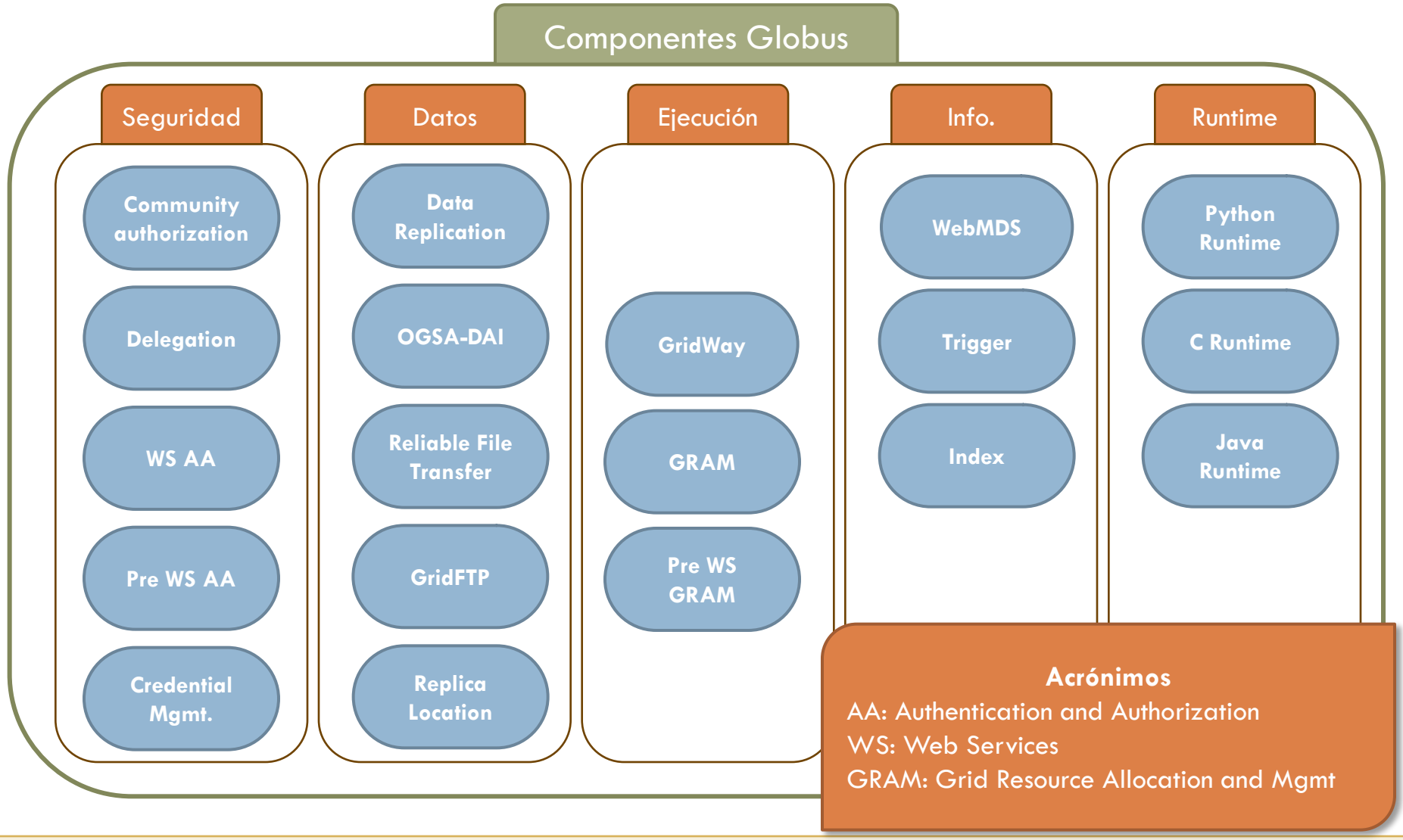
Introducción

- Desarrollo (II)
  - Proyectos no tecnológicos
    - Proyectos de distribución
    - Proyectos de documentación
    - Proyectos en la incubadora
      - Proyecto de gestión de incubadora
      - Proyectos que se quieren unir a Globus

Introducción

- Áreas tecnológicas en Globus
  - Core runtime
    - Infraestructura para construir nuevos servicios
  - Seguridad
    - Aplicar políticas uniformes entre distintos sistemas
  - Gestión de la ejecución
    - Provisión, despliegue y gestión de servicios
  - Gestión de datos
    - Descubrimiento, transferencia y acceso a grandes datos
  - Monitorización
    - Descubrimiento y monitorización de servicios dinámicos

Introducción



Globus Toolkit

Entorno de ejecución (runtime)

Entorno de ejecución

- Dos grandes versiones
  - Pre-WS
    - Basada en protocolos propios
  - WS (GT4)
    - Basada en servicios web
- ¿Por qué servicios web?
  - Independientes de la plataforma y del lenguaje
  - Adecuados para sistemas con bajo acoplamiento
    - Al contrario que CORBA, EJB, etc.
  - Estándares
  - Se autodescriben

Entorno de ejecución

- Definición de servicio web

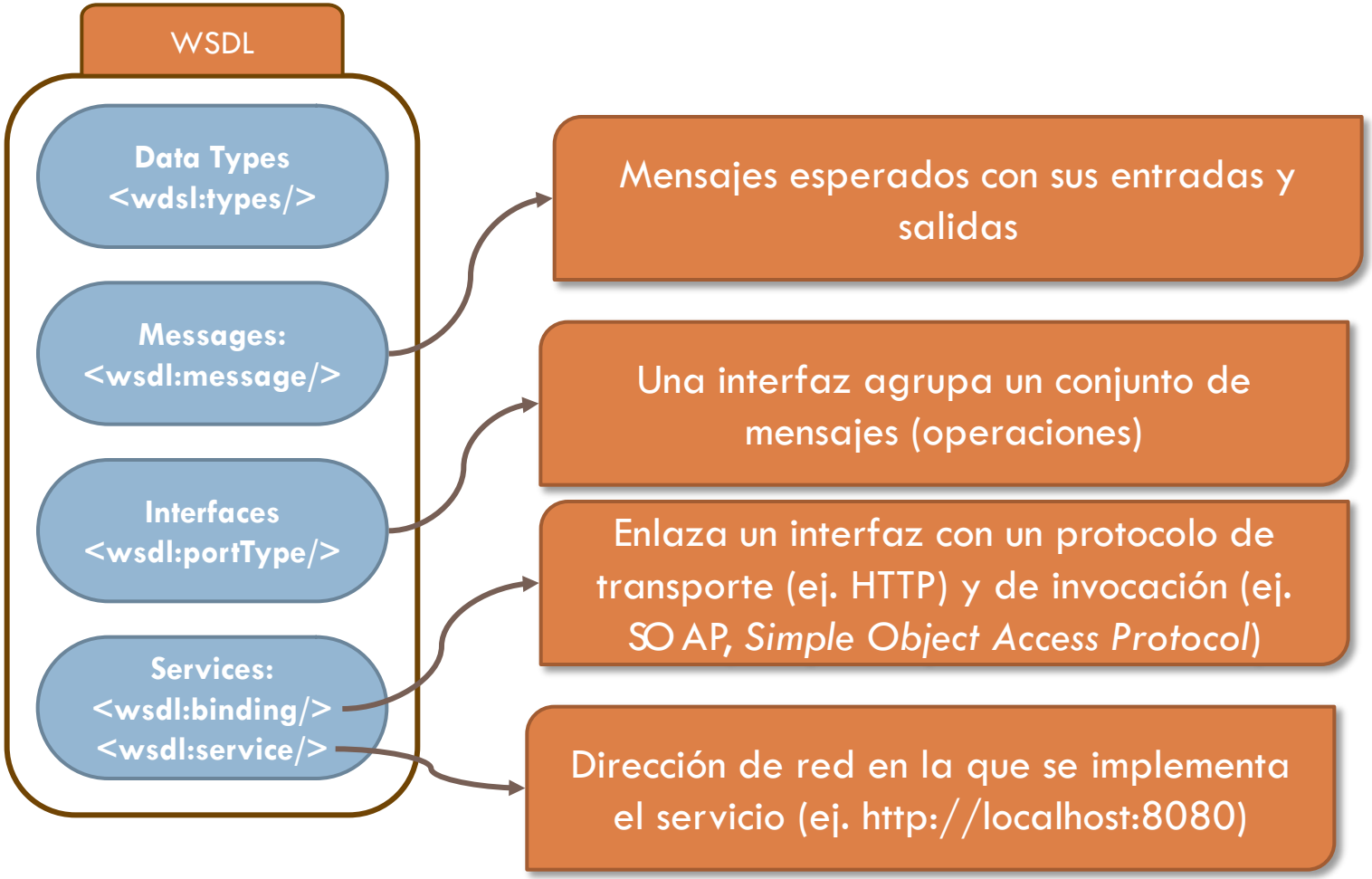
W3C

Sistema software diseñado para soportar interacciones máquina a máquina sobre una red

  - Típicamente: Servidores y clientes que se comunican por HTTP
    - Servicio web ≠ página web
      - El usuario es software, no un humano
  - Estándar de descripción: WSDL
    - Web Services Description Language
    - Basado en XML
    - Servicio = colección de puntos finales de red (puertos)

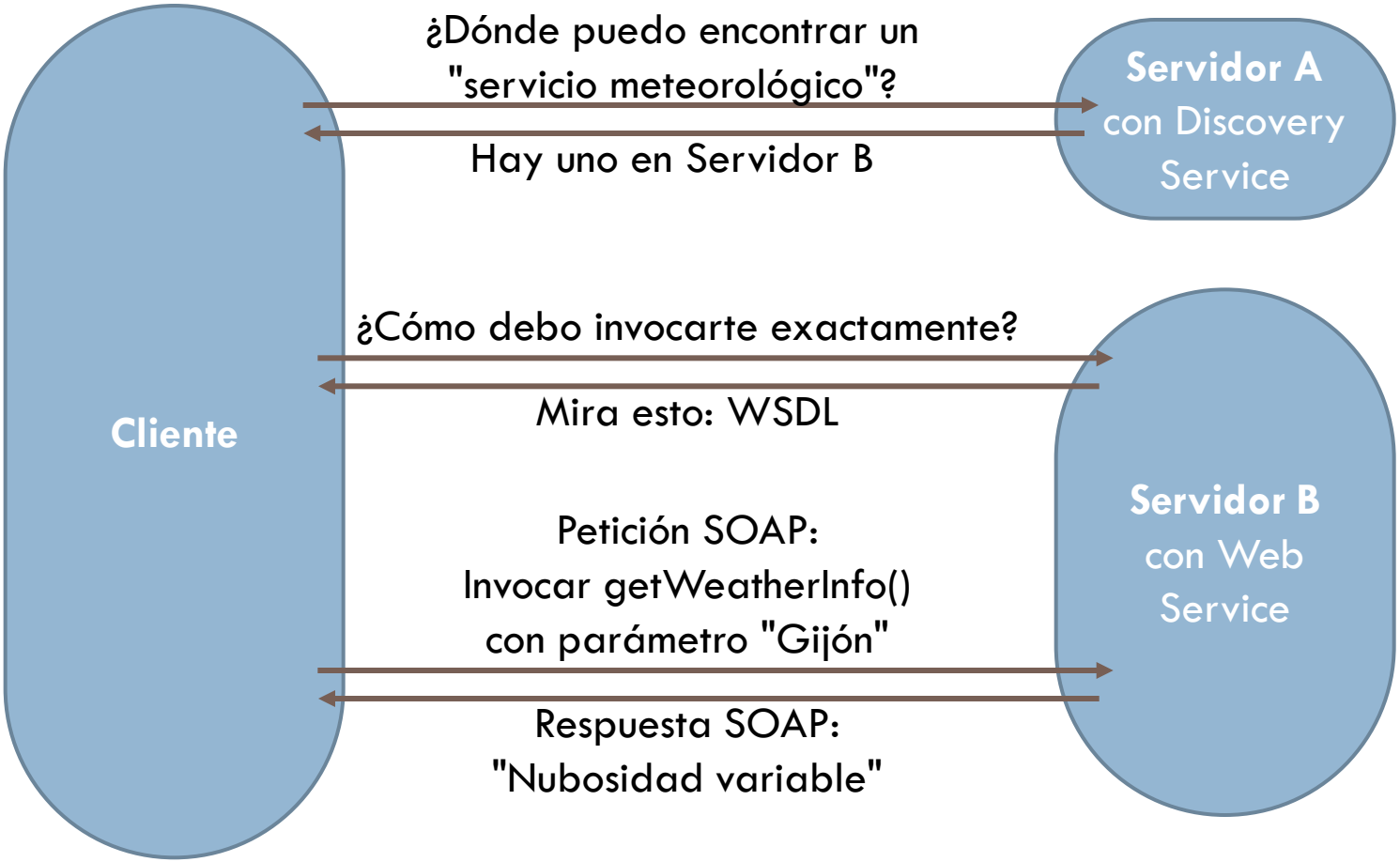
Entorno de ejecución

- Estructura de un fichero WSDL



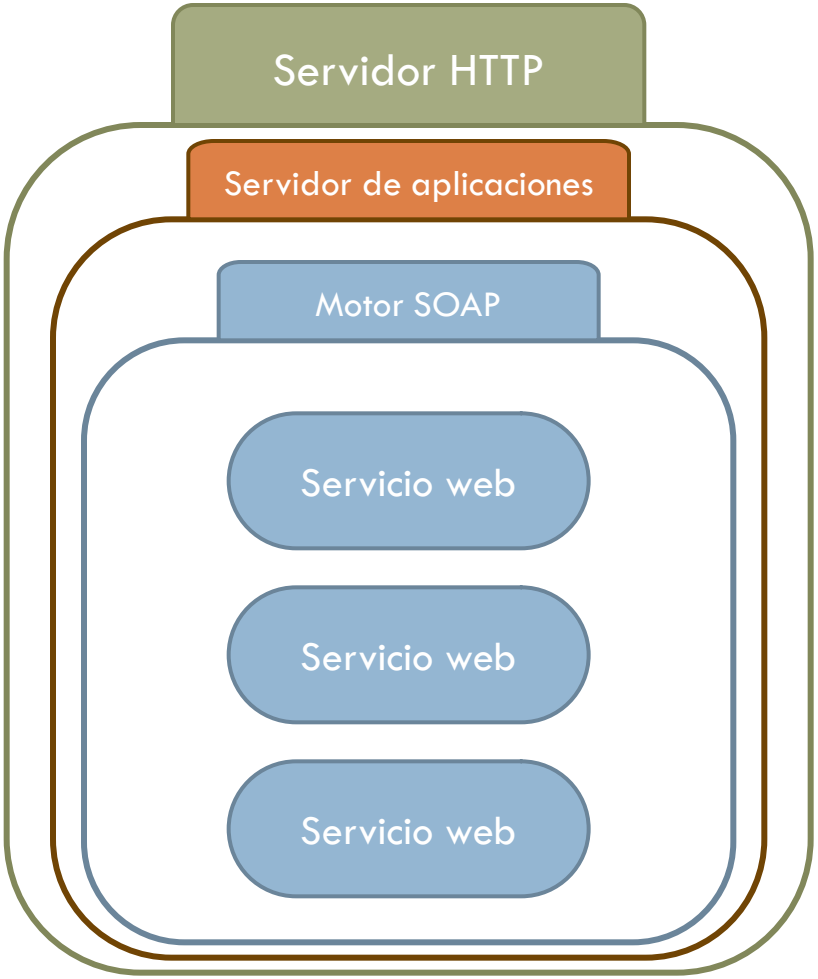
Entorno de ejecución

- Funcionamiento de un servicio web



Entorno de ejecución

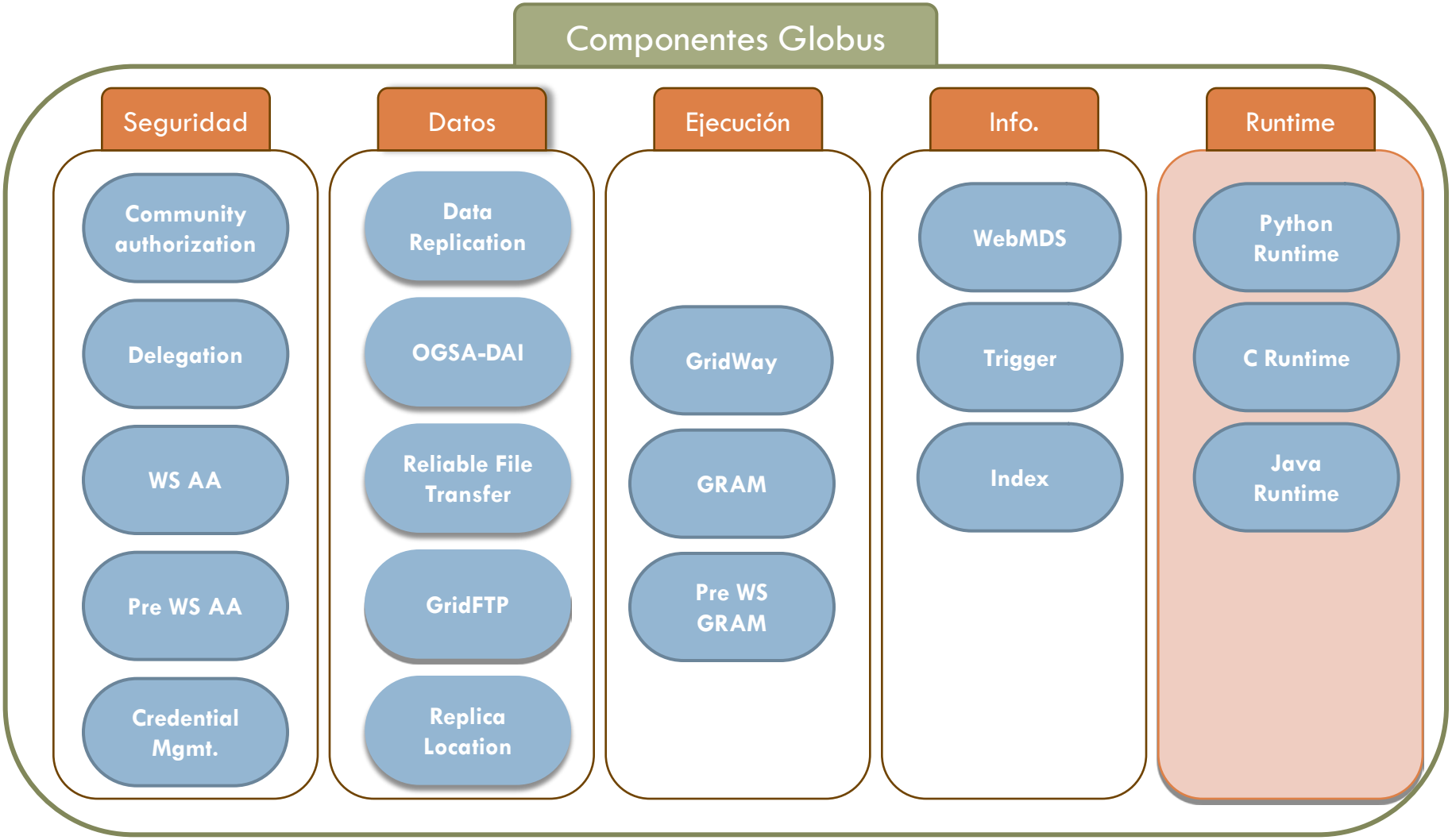
- Contenedor de WS
  - Servidor HTTP
    - Gestiona mensajes HTTP
      - Ej. Apache
  - Servidor de aplicaciones
    - Espacio para aplicaciones que deben ser accedidas por distintos clientes
      - Ej. Tomcat
  - Motor SOAP
    - Gestiona peticiones SOAP
      - Ej. Apache Axis



Entorno de ejecución

- Servicios con estado
  - Los servicios no tienen estado
    - No guardan información entre invocaciones
  - Problema: Muchas aplicaciones Grid requieren estado
    - Solución: Guardar el estado en un recurso
      - Soluciones ad-hoc: utilizar bases de datos, sesiones en cookies...
      - Solución propuesta por Globus Alliance e IBM: WSRF y WSN
        - Estándares OASIS
  - Web Service Resource Framework (WSRF)
    - Define interfaces estándar para acceder a WS-Resources
  - WS-Notification (WSN)
    - Permite programación orientada a eventos entre WS

Entorno de ejecución



Entorno de ejecución

- Entorno de ejecución común (*Common Runtime*)
  - Componentes que proporcionan librerías y herramientas para que los servicios de Globus Toolkit sean independientes de la plataforma
    - C Runtime
      - Capa de abstracción para tipos y estructuras de datos y llamadas a libc
    - C WS core, Java WS core y Python WS core
      - Implementación de WS, WSRF y WSN en C, Java y Python
      - Permiten implementar servicios y clientes web en esos lenguajes
      - Python WS core es una contribución externa a Globus
        - Muy básica

Globus Toolkit

Seguridad

Seguridad

- Necesidades
  - Comunicación segura entre los componentes de un Grid
  - Seguridad sobre distintas organizaciones
    - No permite un sistema de gestión central de la seguridad
  - Soporte para *Single Sign-On*
- Solución de Globus
  - Grid Security Infrastructure (GSI)
    - Basada en un conjunto de estándares de la IETF
    - Autenticación basada en certificados X.509
    - Criptografía de clave pública (criptografía asimétrica)

Seguridad

- Certificados X.509
  - Identifican
    - usuarios
    - máquinas
    - servicios
  - Componentes de un certificado
    - Nombre del sujeto
    - Clave pública del sujeto
    - Autoridad de Certificación (CA) que firma y certifica que la clave y la identidad pertenecen al sujeto
    - Firma digital de la CA

Seguridad

- Autenticación mutua
  - Las dos partes deben
    - Tener certificados
    - Reconocer las CAs respectivas
      - Deben tener el certificado de la CA de la otra parte
      - Deben confiar en ese certificado
  - En Globus, se consigue con *Secure Socket Layer* (SSL)
    - También llamado *Transport Layer Security* (TSL)

Seguridad

- Comunicación confidencial e íntegra
  - Confidencialidad
    - Por defecto, la comunicación entre partes no está cifrada
  - Integridad
    - Por defecto, se proporcionan mecanismos para asegurar la integridad de la comunicación
      - Cualquiera que escuche puede entender la comunicación pero no modificarla
  - Se pueden activar o desactivar la confidencialidad y la integridad

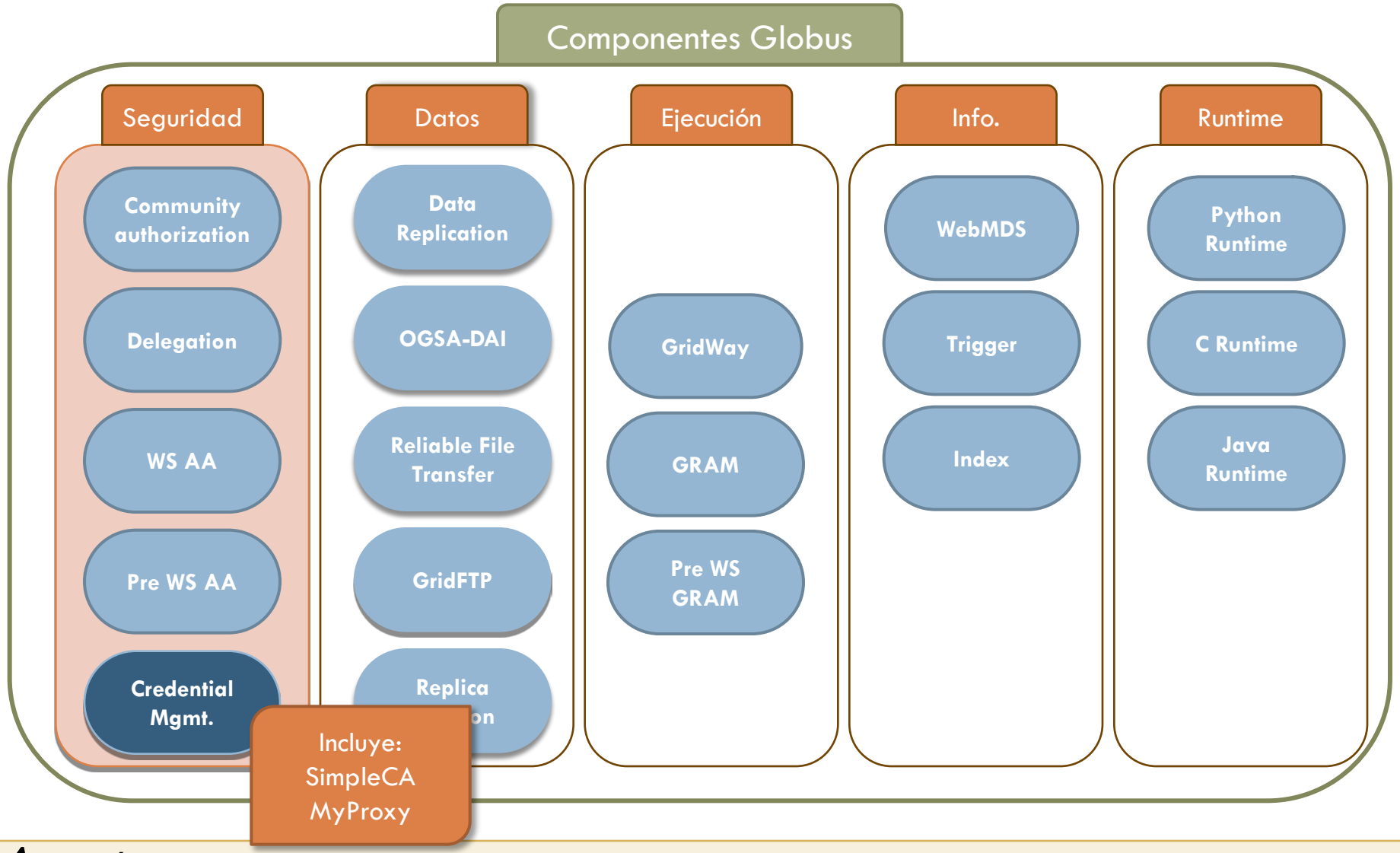
Seguridad

- Protección de la clave privada
  - Responsabilidad de cada usuario
  - Clave privada almacenada en el ordenador del usuario protegida por una frase de paso
- Delegación y *Single Sign-On*
  - Objetivo: reducir el nº de veces que el usuario tiene que teclear la frase de paso
    - Una computación en Grid puede requerir acceso a muchos recursos que requieran autenticación
  - Solución: delegación
    - Usar un *proxy* (poder, representante)

Seguridad

- Delegación
  - Proxy = nuevo certificado + nueva clave privada
    - Nuevo certificado
      - Incluye una nueva clave pública
      - Incluye la identidad del usuario pero indicando que es un proxy
      - Firmado por el usuario, no por una CA
      - Incluye una fecha de caducidad
    - Nueva clave privada
      - Seguridad menos crítica si tiene validez limitada en el tiempo
        - Se puede almacenar sin cifrar (con permisos de lectura sólo para el usuario)
    - Se puede usar para autenticar al usuario
      - Sin necesidad de introducir la frase de paso

Seguridad


Componentes Globus
Seguridad
Datos
Ejecución
Info.
Runtime
Community authorization
Delegation
WS AA
Pre WS AA
Credential Mgmt.
Data Replication
OGSA-DAI
Reliable File Transfer
GridFTP
Replica
GridWay
GRAM
Pre WS GRAM
WebMDS
Trigger
Index
Python Runtime
C Runtime
Java Runtime
Incluye:
SimpleCA
MyProxy

Seguridad

- SimpleCA (I)
  - Paquete que proporciona una autoridad certificadora simple
  - Objetivo
    - Proporcionar credenciales a usuarios y servicios de Globus
    - Para hacer pruebas cuando no se dispone de una autoridad certificadora
    - No pensado para sistemas en producción
    - No es una verdadera CA
      - No revoca ni regenera certificados
      - No verifica la identidad
      - El servicio no es especialmente seguro

Seguridad

- SimpleCA (II)
  - Funcionamiento (I)
    - En la instalación de una máquina con Globus, ejecutar:
      - setup-simple-ca
      - setup-gsi -default
    - Pedir certificados de host
      - grid-cert-request -host 'hostname'
        - Crea tres ficheros en /etc/grid-security/
          hostkey.pem, hostcert_request.pem y hostcert.pem
    - Firmar certificados de host
      - grid-ca-sign -in hostcert_request.pem -out hostsigned.pem
        - Copiar hostsigned.pem a /etc/grid-security/hostcert.pem

En este paso hostcert.pem está vacío

Seguridad

- SimpleCA (III)
  - Funcionamiento (II)
    - Pedir certificados de usuario
      - grid-cert-request
        - Crea tres ficheros en $HOME/.globus

          userkey.pem, usercert_request.pem y usercert.pem
    - Firmar certificados de usuario
      - Enviar a la CA el fichero usercert_request.pem
      - grid-ca-sign -in usercert_request.pem -out signed.pem
      - El responsable de la CA envía signed.pem al usuario
      - El usuario debe copiarlo como $HOME/.globus/usercert.pem

En este paso usercert.pem está vacío

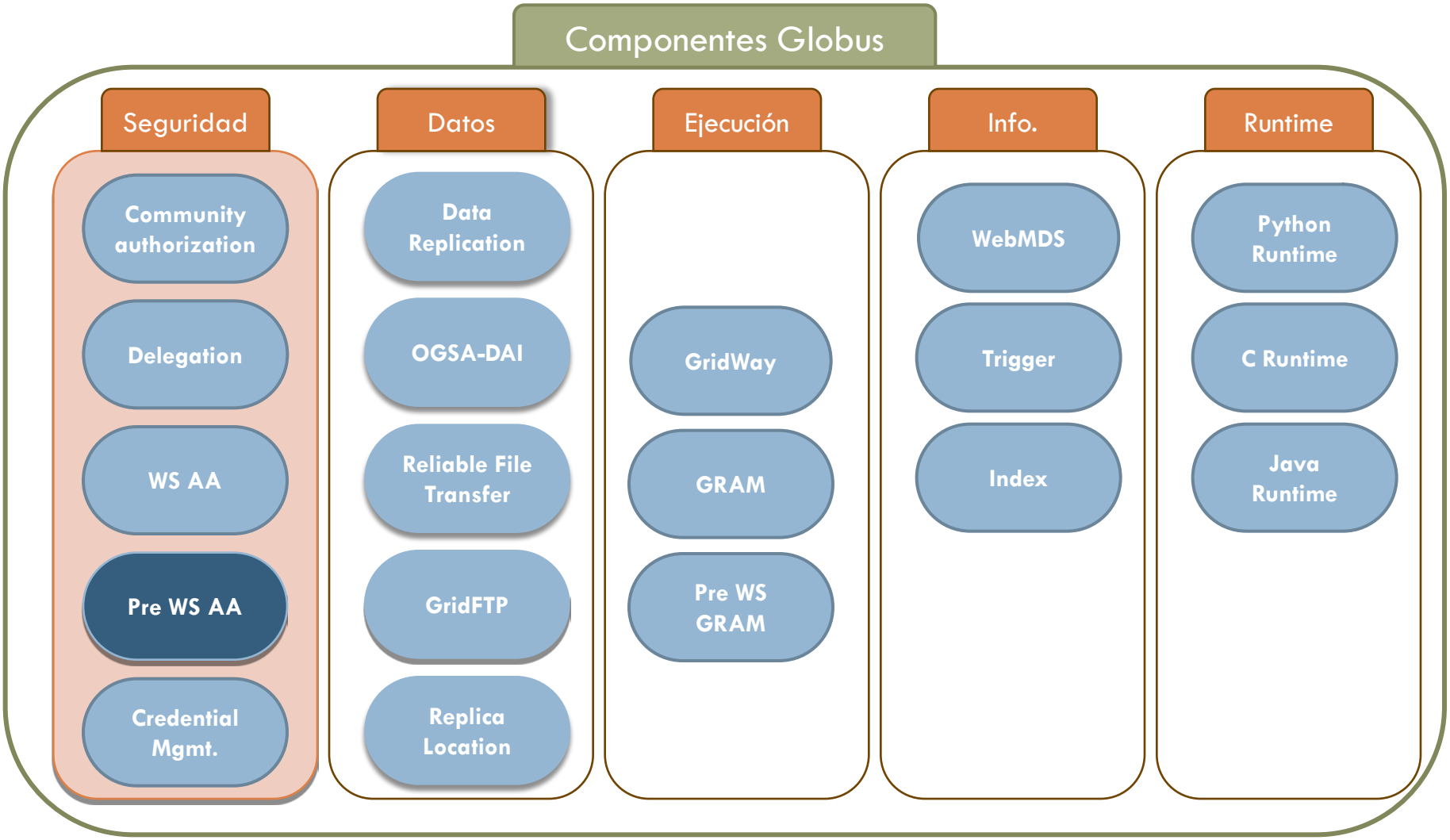
Seguridad

- Servicio MyProxy
  - Servicio de repositorio *on-line* de credenciales
    - Almacena credenciales
      - Protegidas por una palabra de paso
      - Accesibles a través de la red
    - Elimina la necesidad de copiar claves privadas y certificados entre máquinas
    - Sirve también para autenticarse en portales Grid y renovar credenciales con gestores de trabajo (*job managers*)
    - Almacenar y obtener credenciales de proxy:
      - myproxy-init, myproxy-logon
    - Almacenar y obtener credenciales de usuario final:
      - myproxy-store, myproxy-retrieve

Seguridad

- Tipos de credenciales
  - De CA
    - Utilizado para verificar la firma de una CA
      - Típicamente en /etc/grid-security/<hash>.0
        - El <hash> es el de la CA
  - EEC (End Entity Certificate)
    - Cualquiera que no sea de una CA
      - De usuario
      - De host
      - De servicio
      - Proxy

Seguridad


Componentes Globus
Seguridad
Datos
Ejecución
Info.
Runtime
Community authorization
Delegation
WS AA
Pre WS AA
Credential Mgmt.
Data Replication
OGSA-DAI
Reliable File Transfer
GridFTP
Replica Location
GridWay
GRAM
Pre WS GRAM
WebMDS
Trigger
Index
Python Runtime
C Runtime
Java Runtime

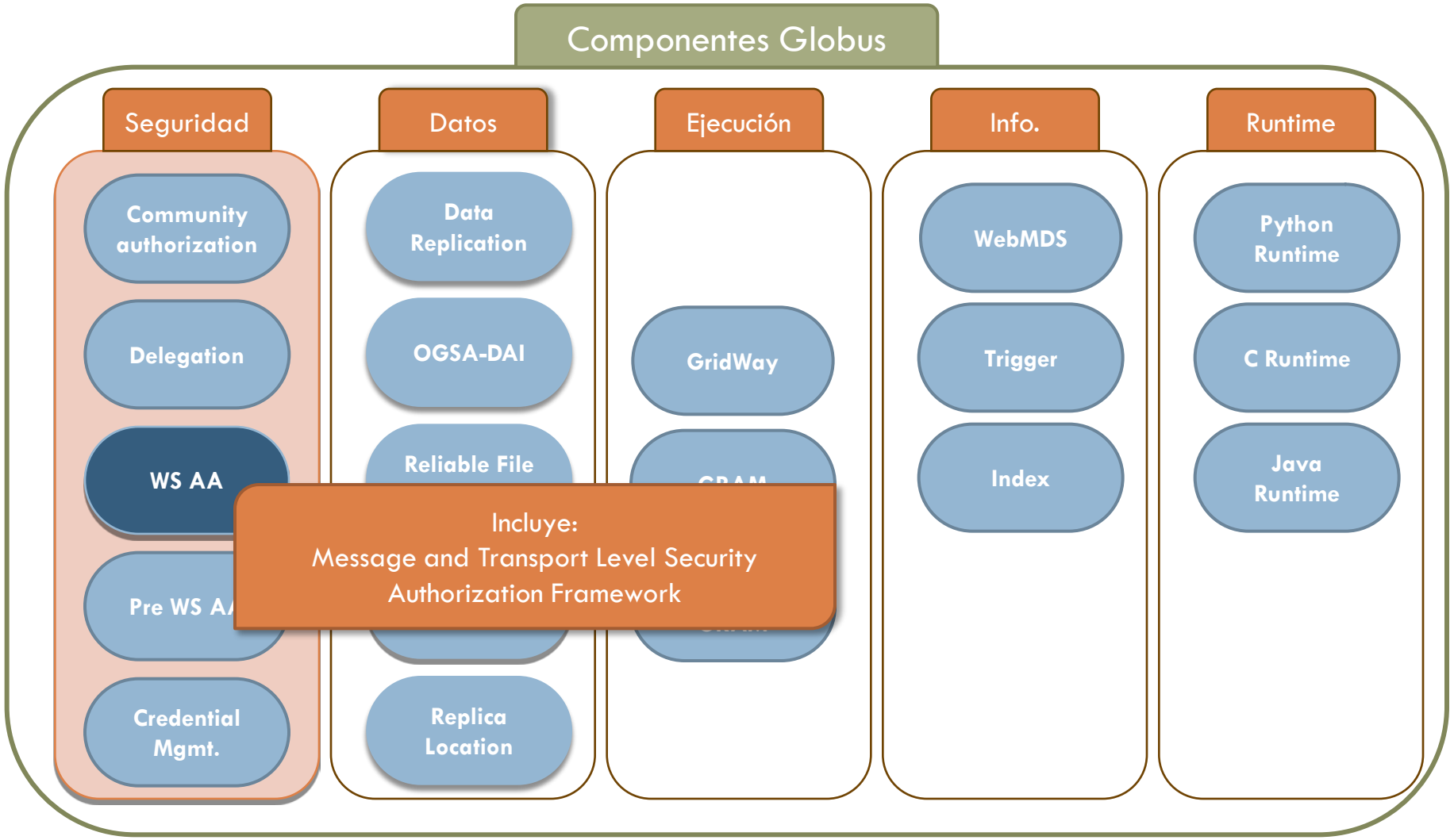
Seguridad

- Pre-Web Services Authentication and Authorization
  - APIs y herramientas para autenticación, autorización y gestión de certificados
  - Autorización basada en el mapfile
    - Mapea nombres distinguidos (los presentes en los certificados) a usuarios locales
      - Al final, las computaciones de un usuario del Grid tienen que ejecutarse como un usuario del sistema operativo
      - Pueden servir de lista de control de acceso para servicios que funcionen con GSI
      - Típicamente en /etc/grid-security/grid-mapfile

Seguridad

- Pre-Web Services Authentication and Authorization
  - Órdenes:
    - Autenticación
      - Generación y gestión de proxys
        - grid-proxy-init, grid-proy-destroy, grid-proxy-info
        - El proxy es un fichero en /tmp/x509up_u<uid>
    - Autorización
      - Gestión del mapfile
        - grid-mapfile-add-entry, grid-mapfile-check-consistency, grid-mapfile-delete-entry
    - Gestión de certificados
        - grid-cert-info, grid-cert-request, grid-default-ca, grid-change-passphrase

Seguridad


Componentes Globus
Seguridad
Datos
Ejecución
Info.
Runtime
Community authorization
Delegation
WS AA
Pre WS AA
Credential Mgmt.
Data Replication
OGSA-DAI
Reliable File
Replica Location
GridWay
WebMDS
Trigger
Index
Python Runtime
C Runtime
Java Runtime
Incluye:
Message and Transport Level Security
Authorization Framework

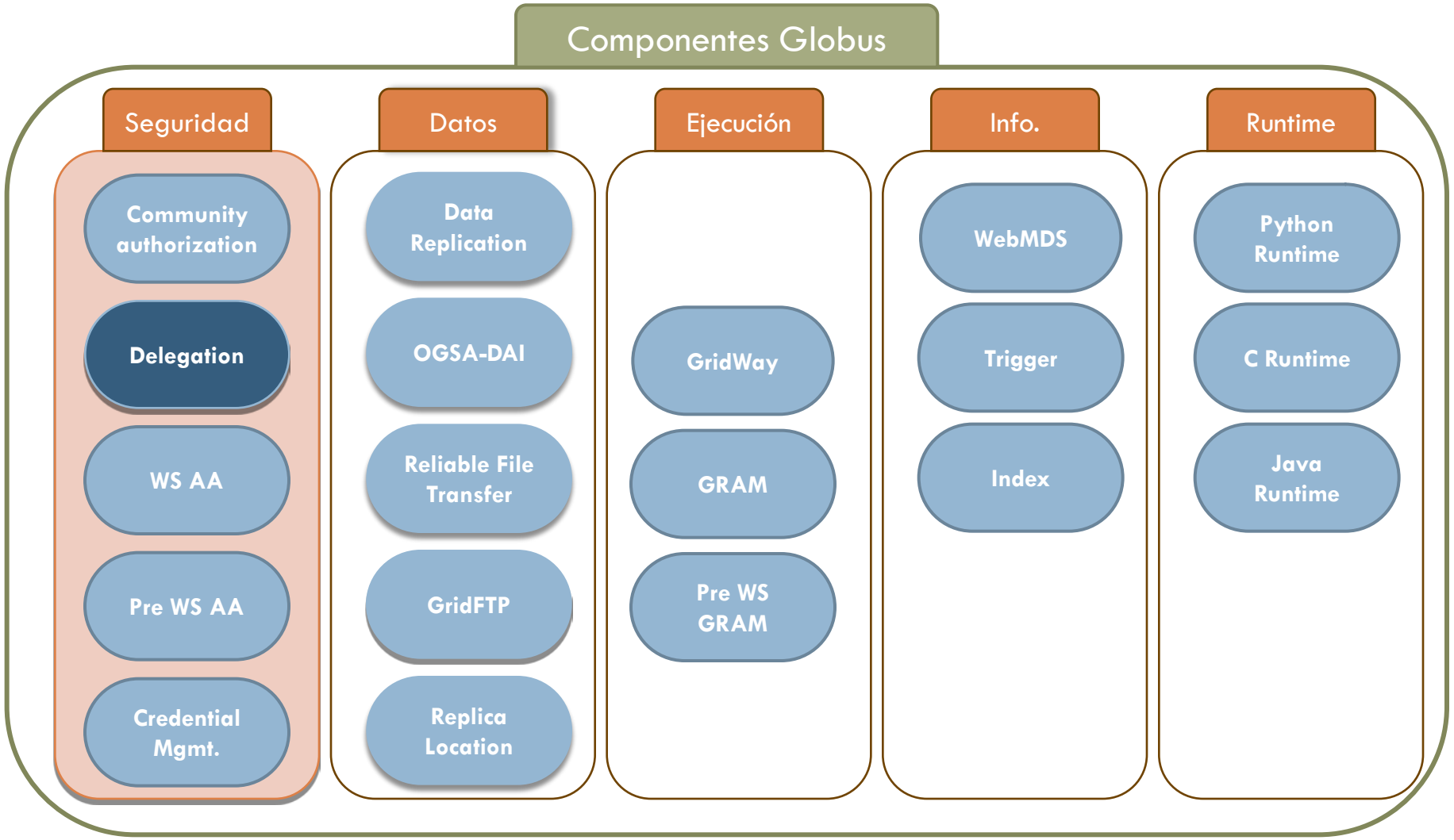
Seguridad

- Message and Transport Level Security
  - Proporciona protección a los mensajes SOAP
    - Usa HTTPS (HTTP over SSL/TLS)
  - Implementa los estándares
    - WS-Security
    - WS-SecureConversation
  - Extiende HTTPS para usar certificados proxy

Seguridad

- Authorization Framework
  - Proporciona un *framework* para autorización a nivel de contenedor
  - Distintas implementaciones de la autorización
    - none
    - self
      - Sólo se autoriza a servicios de uno mismo
    - gridmap
      - Utiliza el grid-mapfile
    - SAML (Security Assertion Markup Language)
      - Permite pasar la autorización a entidades externas
    - Otros

Seguridad


Componentes Globus
Seguridad
Community authorization
Delegation
WS AA
Pre WS AA
Credential Mgmt.
Datos
Data Replication
OGSA-DAI
Reliable File Transfer
GridFTP
Replica Location
Ejecución
GridWay
GRAM
Pre WS GRAM
Info.
WebMDS
Trigger
Index
Runtime
Python Runtime
C Runtime
Java Runtime

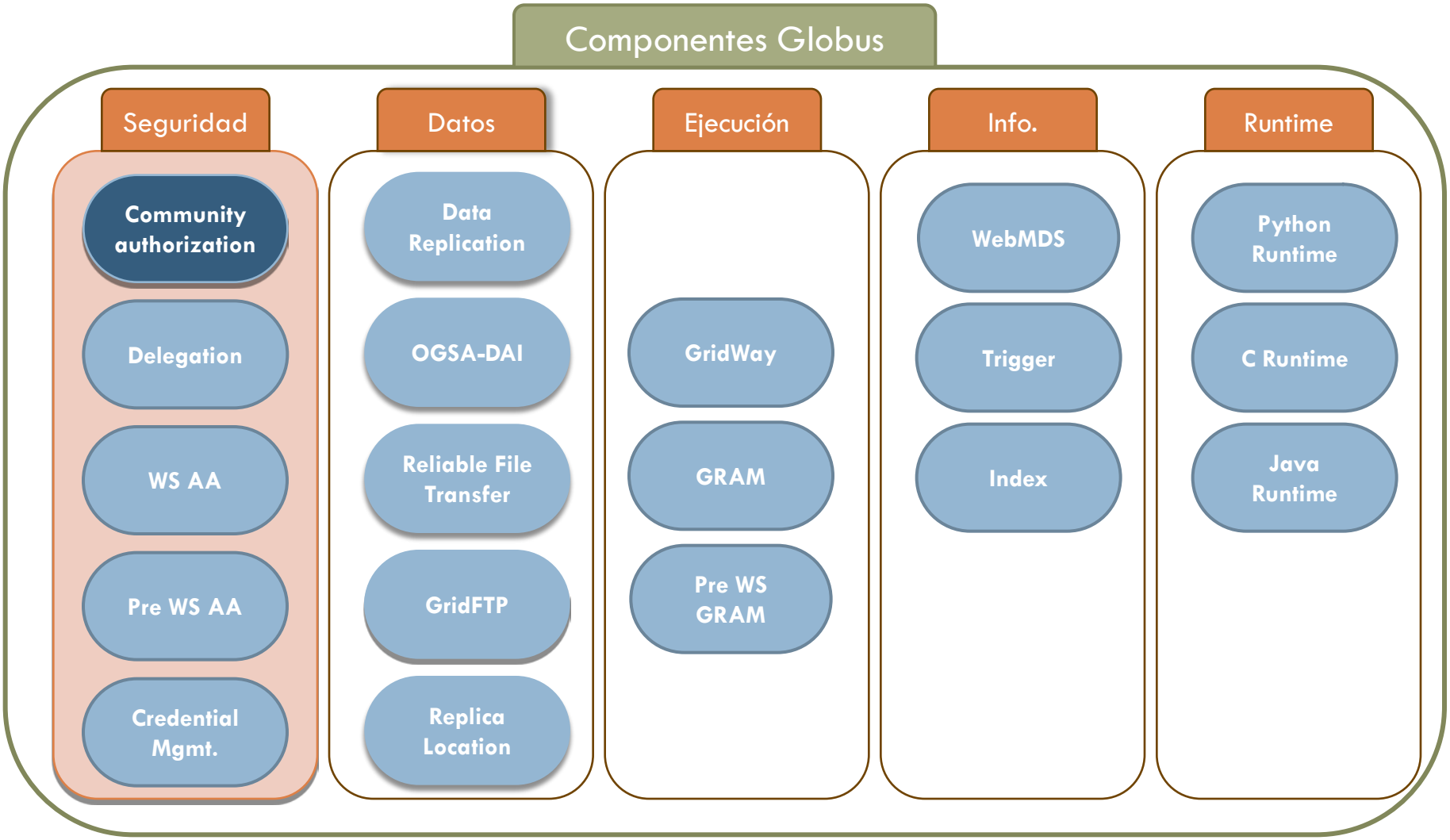
Seguridad

- Servicio de delegación de Globus (I)
  - Permite delegar derechos a un servicio del mismo contenedor que el servicio de delegación
  - Acepta una credencial del usuario y proporciona acceso a esa credencial a cualquier servicio autorizado del mismo contenedor
  - Le da al usuario un *Endpoint Reference (EPR)* que se puede utilizar como identificador de la credencial
  - El usuario puede refrescar la credencial a través del *EPR*
    - El servicio de delegación lo notifica a cualquier servicio que la esté utilizando

Seguridad

- Servicio de delegación de Globus (II)
  - Órdenes:
    - globus-credential-delegate
      - Permite delegar una credencial
    - globus-credential-refresh
      - Permite refrescar una credencial
    - globus-delegation-client
      - Cliente de delegación en C. Permite delegar o refrescar
    - wrsf-destroy
      - Destruye un recurso (por ejemplo, una credencial)
    - wsrf-query
      - Inquiere sobre un documento de propiedades de recurso (por ejemplo, el tiempo de expiración de una credencial)

Seguridad


Componentes Globus
Seguridad
Community authorization
Delegation
WS AA
Pre WS AA
Credential Mgmt.
Datos
Data Replication
OGSA-DAI
Reliable File Transfer
GridFTP
Replica Location
Ejecución
GridWay
GRAM
Pre WS GRAM
Info.
WebMDS
Trigger
Index
Runtime
Python Runtime
C Runtime
Java Runtime

Seguridad

- Community Authorization Service (CAS) (I)
  - Objetivo:
    - Gestionar la política de accesos de una organización virtual
    - Los proveedores de recursos asignan políticas de grado grueso a la comunidad
    - La comunidad gestiona las políticas de grado fino
  - Funcionamiento (I)
    - Crear un servidor CAS para una comunidad
      - Una persona adquiere una credencial GSI para representar a la comunidad
      - Ejecuta el servidor CAS para esa comunidad con esa credencial de comunidad

Seguridad

- Community Authorization Service (CAS) (II)
  - Funcionamiento (II)
    - Los proveedores de recursos dan privilegios a esa credencial de la comunidad
      - Usando mapfiles, cuotas de disco, permisos de fichero, etc.
    - Los representantes de la comunidad usan el CAS para
      - Gestionar las relaciones de confianza (ej., añadir usuarios y proveedores)
      - Otorgar acceso de grado fino a los usuarios
    - Para usar un recurso gestionado por un CAS
      - El usuario hace una petición al servidor CAS
      - Si el servidor da permiso, crea un proxy con el permiso limitado para ese usuario

Seguridad

- Community Authorization Service (CAS) (III)
  - Funcionamiento (III)
    - El usuario usa la credencial del proxy. El recurso
      - Aplica la política local de acceso a la comunidad
      - La restringe en función de la credencial
  - Órdenes para el usuario
    - cas-proxy-init -t <tag>
      - Pide al CAS una credencial proxy del usuario en esa comunidad
    - cas-wrap -t <tag> <programa-grid> <argumentos>
      - Ejecuta <programa-grid> con sus <argumentos> con el permiso otorgado por las credenciales de ese usuario en esa comunidad
    - cas-wrap -t <tag> grid-proxy-destroy
      - Destruye la credencial <tag> del usuario en esa comunidad

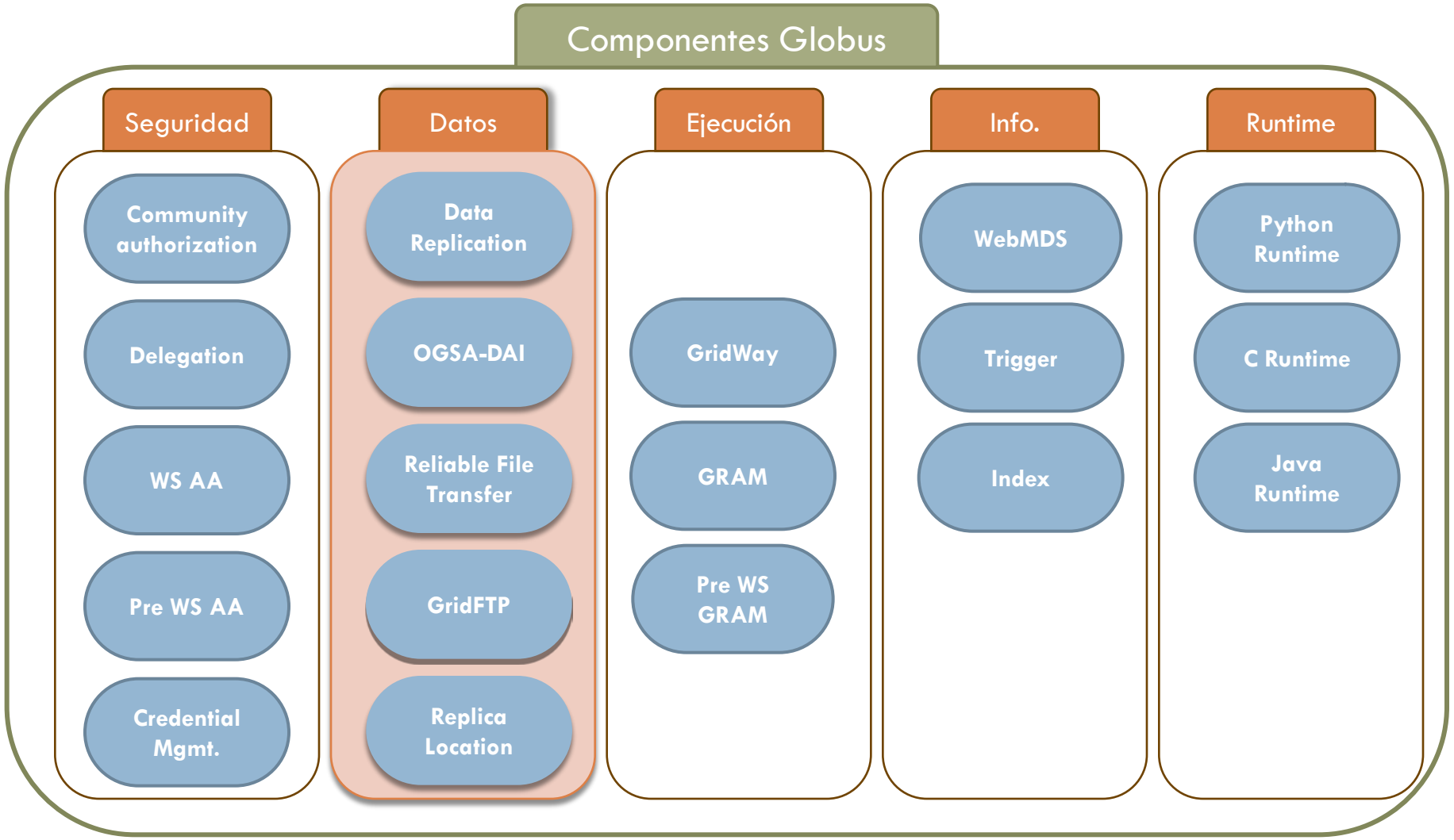
Seguridad

- Community Authorization Service (CAS) (IV)
  - Órdenes para el administrador
    - cas-enroll, cas-remove
      - Añadir o eliminar un usuario o un recurso a la comunidad
    - cas-action [add | remove]
      - Añadir o quitar acciones a un recurso
    - cas-group-admin
      - Para crear o quitar grupos (de usuarios o recursos) dentro de la comunidad
    - cas-group-add-entry, cas-group-remove-entry
      - Para añadir o quitar usuarios y recursos a grupos
    - cas-rights-admin
      - Para dar o quitar permisos a un recurso

Globus Toolkit

Gestión de datos

Gestión de datos



Gestión de datos

- Servicios de datos proporcionados por Globus (I)
  - GridFTP: transferencia de información
    - Extiende el protocolo FTP
    - No es un servicio WSRF
      - globus-url-copy <origen> <destino>
  - Reliable File Transfer (RFT): transferencia de información fiable
    - Servicio WSRF
    - Permite crear colas de transferencia fiables
    - Utiliza y extiende GridFTP
      - rft -file <fichero_EPR> -f <fichero_descr>

Gestión de datos

- Servicios de datos proporcionados por Globus (II)
  - Reliable Location Service (RLS): registro y búsqueda de información replicada
  - Data replication: herramientas de alto nivel para GridFTP, RFT y RLS
  - OGSA-DAI (Open Grid Services Architecture - Data Access and Integration): Framework basado en servicios web para flujos de trabajo centrados en datos

Globus Toolkit

Gestión de la ejecución

Gestión de la ejecución

- Gestión de la ejecución
  - En un Grid se tienen diversos recursos donde ejecutar
  - Tareas que se deben llevar a cabo para gestionar la ejecución
    - Planificar en qué recurso se ejecuta
      - Ejemplo de planificadores: Unix, Condor, LSF, PBS, SGE...
    - Obtener permisos
    - Tener el ejecutable en el recurso donde se ejecuta
    - Tener acceso a los datos
    - Resolver dependencias entre trabajos
    - Monitorizar
    - Destruir y limpiar

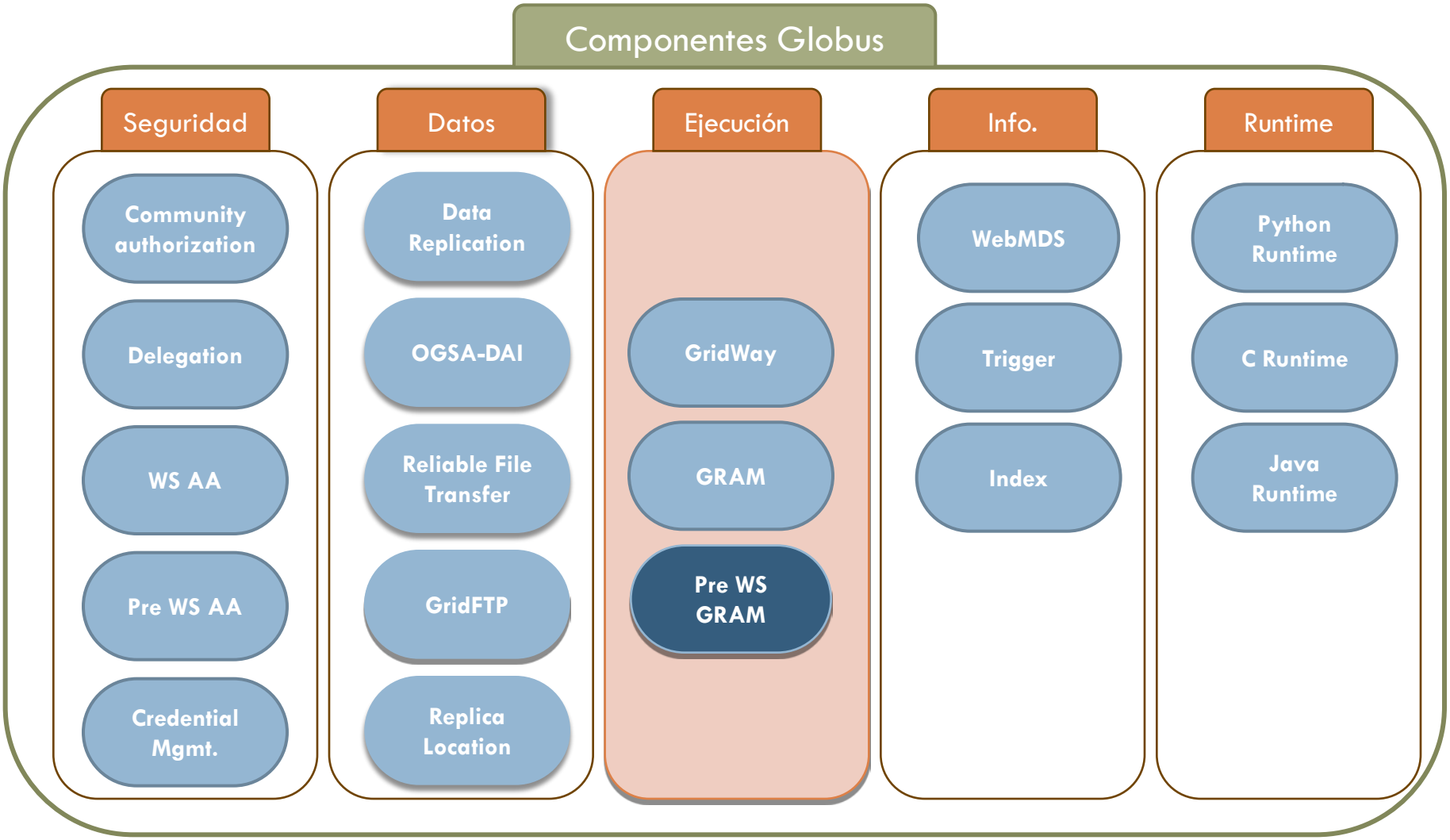
Gestión de la ejecución

- Grid Resource Allocation Manager (GRAM)
  - Interfaz uniforme para envío y control de trabajos
    - Puesta en escena (*file staging*)
      - Transferencia de ficheros necesarios para la ejecución
    - Fiabilidad
    - Seguridad Grid
    - Disponible en dos versiones:
      - Pre-WS: GRAM2
      - WS: GRAM4
  - No es un planificador
    - No planifica
    - Es un interfaz hacia los planificadores

Gestión de la ejecución

- GRAM está pensado para trabajos...
  - Que son programas arbitrarios
  - Que necesitan monitorización del estado o gestión de credenciales
  - En los que la organización de ficheros es importante
- Si la aplicación es ligera, con poca entrada/salida, puede ser mejor implementarla como un servicio WSRF

Gestión de la ejecución

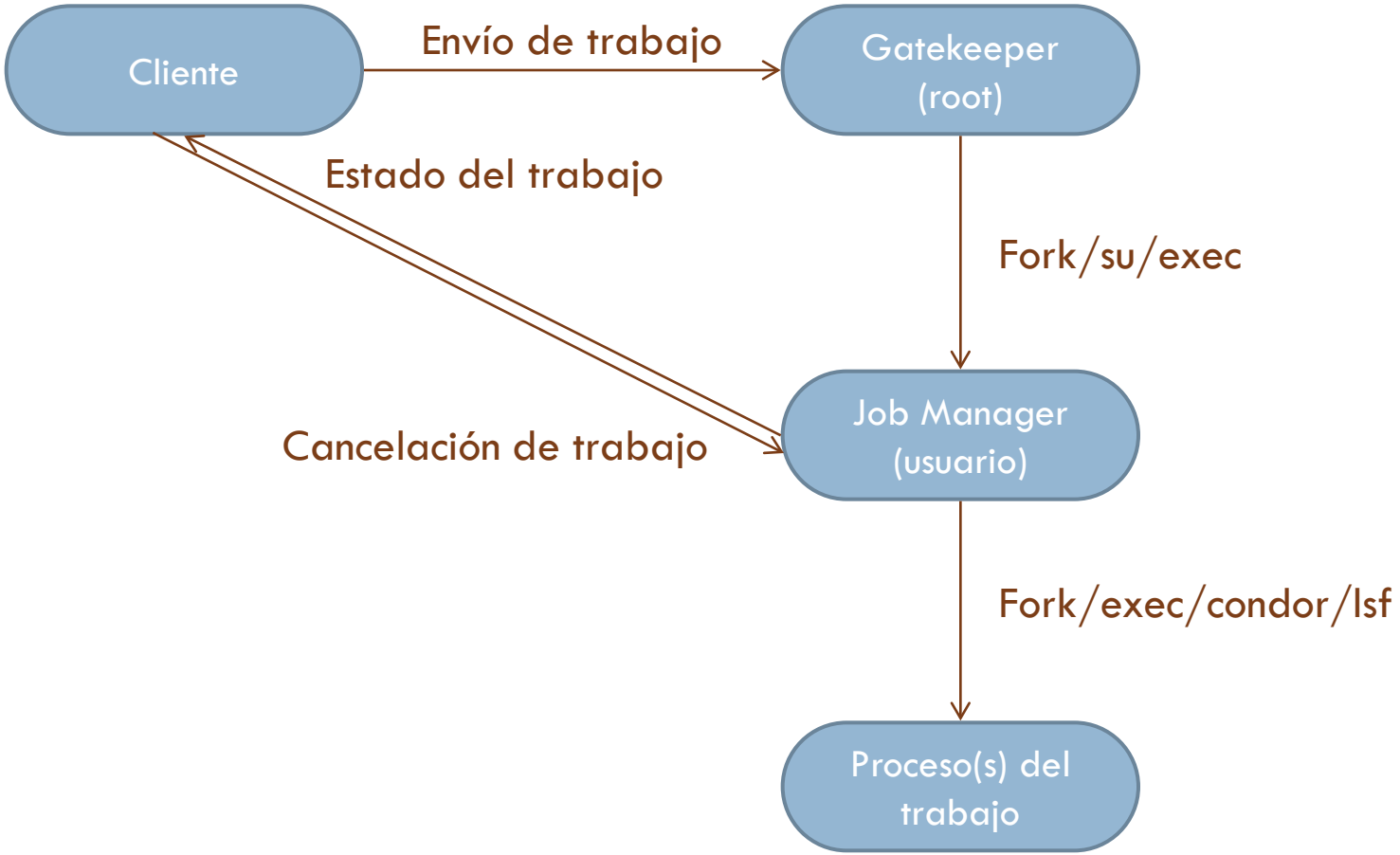


Gestión de la ejecución

- GRAM2 o Pre-WS GRAM
  - Se incluye en GT4 para dar soporte a sistemas antiguos
  - La versión de GRAM2 en GT4 añade una característica a la de GT2:
    - Permite escoger con qué usuario ejecutar si una credencial tiene asociados varios usuarios

Gestión de la ejecución

- Arquitectura de GRAM2 (I)



Gestión de la ejecución

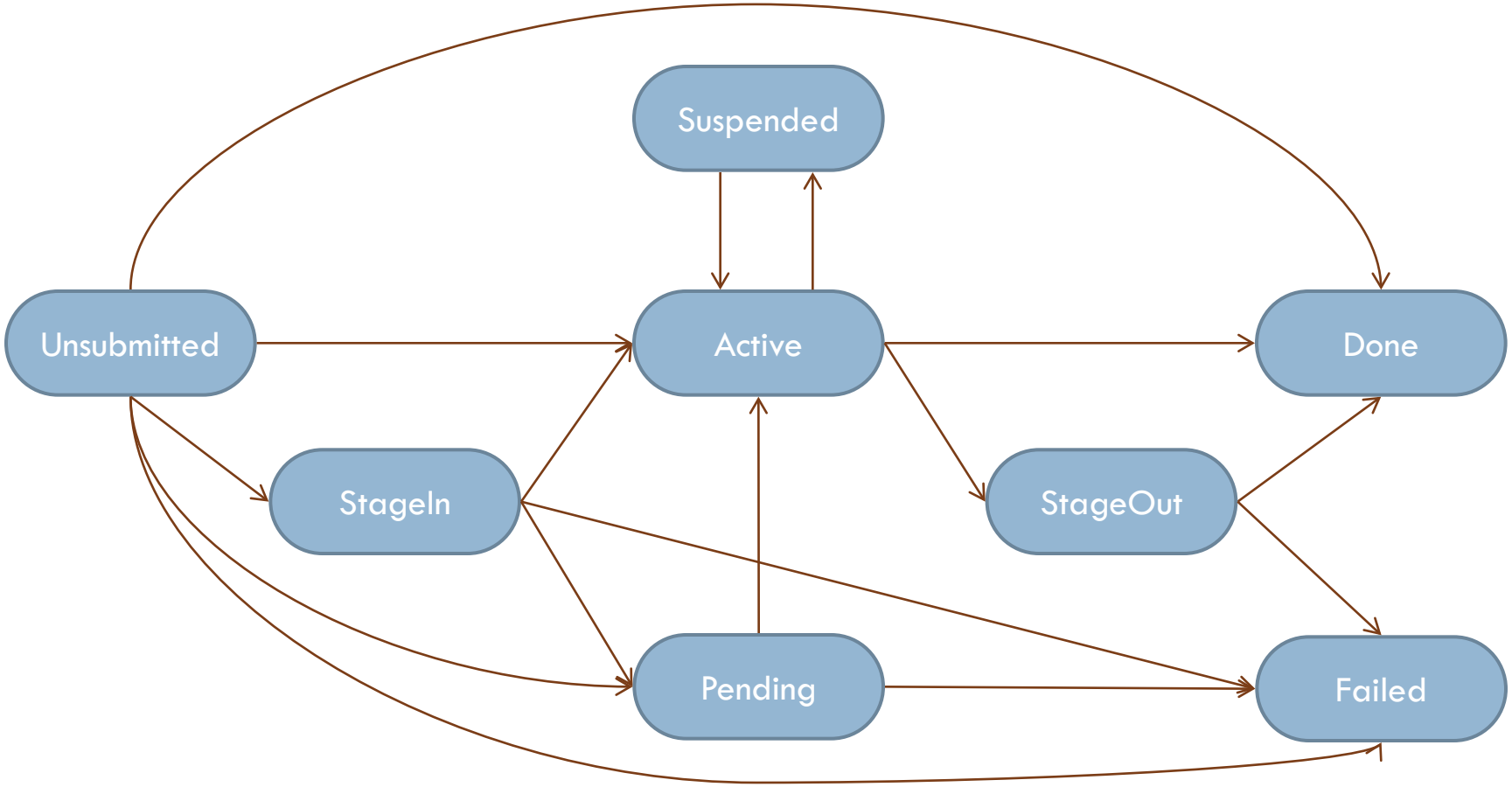
- Arquitectura de GRAM2 (II)
  - Cliente
    - Proceso que usa el API de GRAM
  - Trabajo
    - Proceso o conjunto de procesos resultado de una petición de trabajo
  - Petición de trabajo
    - Petición con formato RSL que guía:
      - La selección de recursos (cuándo y dónde crear los procesos del trabajo)
      - La creación de procesos de trabajo (qué procesos crear)
      - El control del trabajo (cómo se deberían ejecutar los procesos)

Gestión de la ejecución

- Arquitectura de GRAM2 (III)
  - Gatekeeper
    - Servicio del ordenador remoto que comienza la gestión de una petición de trabajo
      - Realiza la autenticación mutua con el cliente
      - Mapea el peticionario a un usuario local
      - Comienza un Job Manager en su máquina
      - Pasa los argumentos al Job Manager
  - Job Manager
    - Hay uno por petición y gestiona la comunicación con el cliente

Gestión de la ejecución

- Modelo de planificación en GRAM2 (I)



Gestión de la ejecución

- Modelo de planificación en GRAM2 (II)
  - Unsubmitted: El trabajo todavía no se ha enviado al planificador
    - Se utiliza cuando el Job Manager se para y reinicia antes de haber enviado el trabajo
  - Stagein: El Job Manager está preparando el fichero ejecutable, la entrada o los datos para el trabajo
  - Pending: El trabajo ha sido enviado al planificador pero todavía no se le ha asignado un recurso

Gestión de la ejecución

- Modelo de planificación en GRAM2 (III)
  - Activo: El trabajo tiene todos sus recursos y se está ejecutando
  - Suspended: El trabajo ha sido detenido temporalmente por el planificador
  - StageOut: El Job Manager está enviando ficheros de salida de su máquina al almacenamiento remoto
  - Done: El trabajo se completó con éxito
  - Failed: El trabajo terminó antes de completarse
    - Por un error
    - Por cancelación del usuario

Gestión de la ejecución

- Resource Specification Language v1.0
  - Lenguaje de intercambio común para describir recursos
  - Para GRAM2, no compatible con GRAM4
  - La sentencia básica es la asignación
  - Ejemplo:

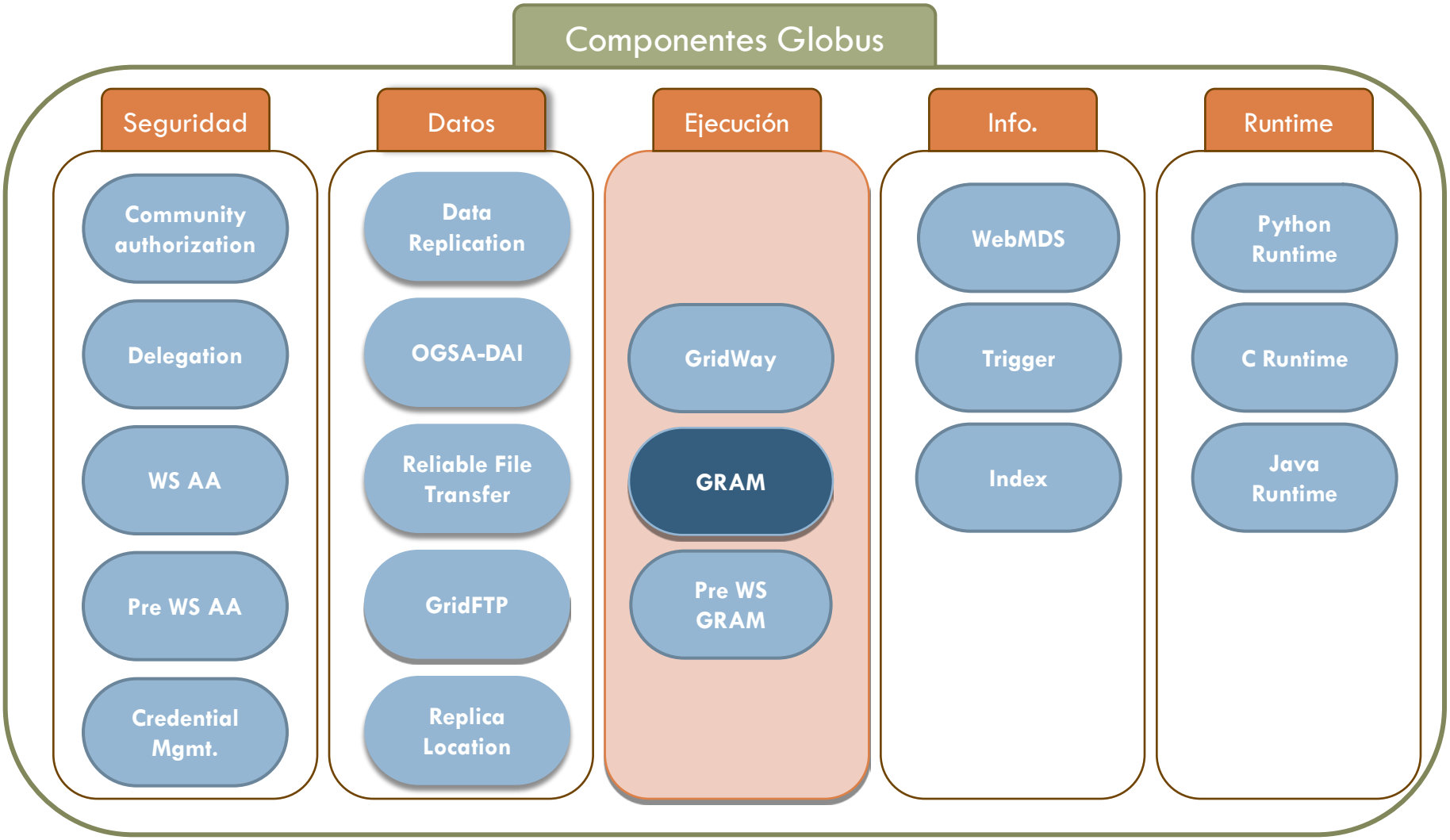
```
(* esto es un comentario *)
& (executable = programa )
  (directory  = /home/nobody )
  (arguments  = arg1 "arg 2")
  (count = 1)
```

- GASS (Global Access to Secondary Storage)
  - Utilizado para la puesta en escena en GRAM2

Gestión de la ejecución

- Órdenes de GRAM2
  - globus-job-run
    - Ejecuta interactivamente un trabajo
  - globus-job-submit
    - Ejecuta un trabajo en modo *batch*
  - globusrun
    - Ejecuta trabajos utilizando RSL
      - globus-job-run y globus-job-submit son *wrappers* de globusrun

Gestión de la ejecución

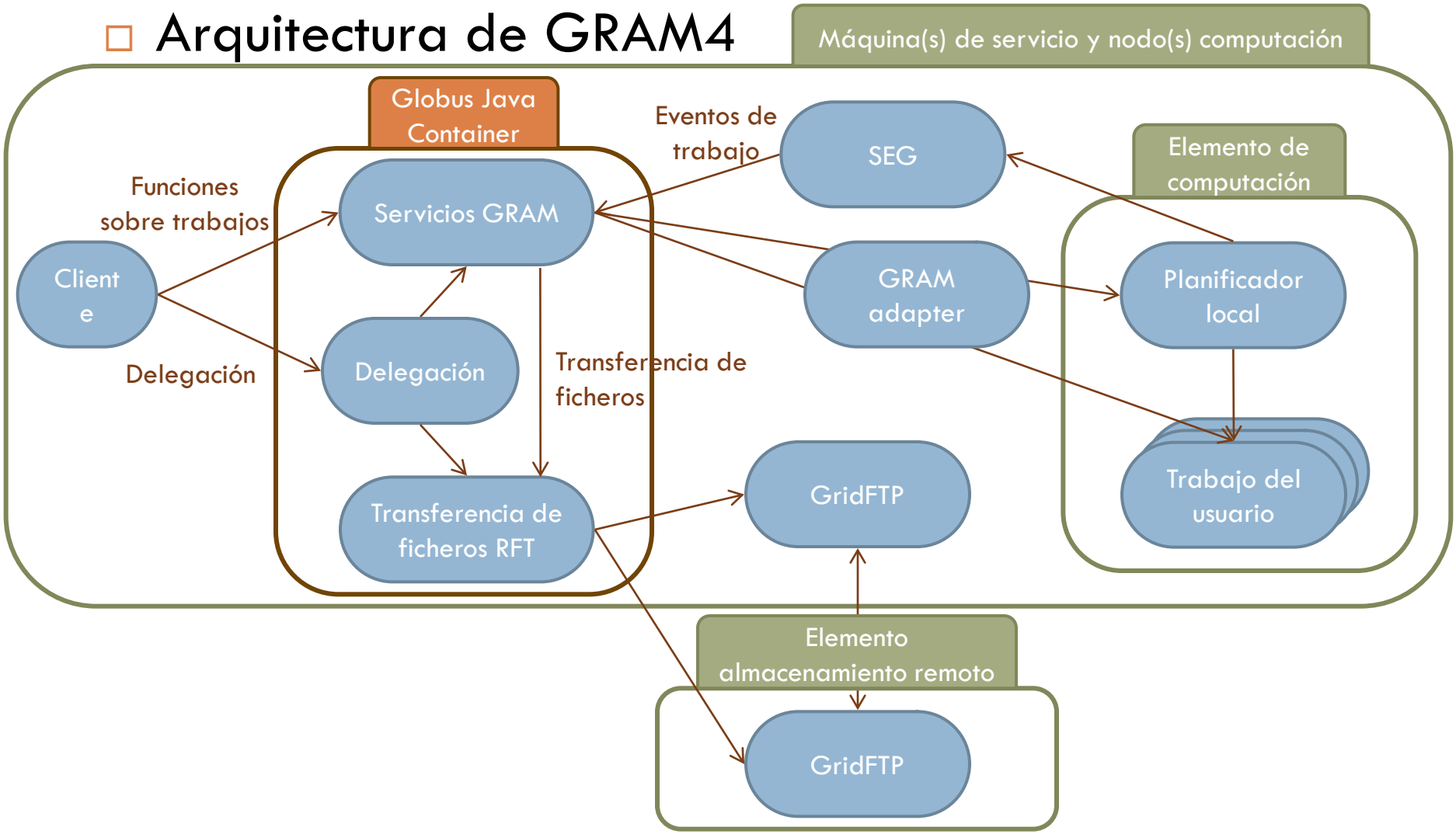


Gestión de la ejecución

- GRAM4 o WS GRAM
  - Mejor rendimiento, flexibilidad, estabilidad y escalabilidad
    - GRAM2: ~300 trabajos activos como máximo
    - GRAM4: 32,000 trabajos activos como máximo
  - Mayor sencillez en el camino crítico
    - Usar sólo lo que se necesite en cada caso
  - Gestión de credenciales flexible
    - Caché de credenciales y servicio de delegación
  - Usa GridFTP y RTF para las operaciones de datos
    - Elimina código GASS redundante

Gestión de la ejecución

- Arquitectura de GRAM4



Gestión de la ejecución

- Servicios GRAM4
  - Alojados en el contenedor de WSRF
    - ManagedJob
      - Cada trabajo enviado se expone como una instancia de este servicio
      - Permite monitorizar y finalizar el trabajo
    - ManagedJobFactory
      - Cada elemento de computación se expone como una instancia de este servicio
      - Permite crear recursos ManagedJob para ejecutar trabajos

Gestión de la ejecución

- Componentes de GT4 usados por GRAM4
  - ReliableFileTransfer (RFT)
    - Para realizar la puesta en escena
  - GridFTP
    - Usado por RFT
    - GRAM4 sólo podrá hacer puesta en escena en nodos que compartan el GridFTP registrado con GRAM4
    - Usado también en la monitorización
      - Permite obtener la salida de cualquier fichero
      - GRAM2 sólo permitía obtener la salida estándar y la de error
  - Delegation
    - Usado para delegar en los servicios GRAM4 y RFT

Gestión de la ejecución

- Componentes externos usados por GRAM4
  - Planificador de trabajos local
    - GRAM4 puede ejecutar con fork() o llamar a un planificador de trabajos como PBS, LSF, Condor, etc.
  - Sudo
    - Utilizado para ejecutarse como un usuario local del elemento de computación sin necesidad de ser root
      - En GRAM2, Gatekeeper necesitaba ejecutarse como root
      - Mejora la seguridad

Gestión de la ejecución

- Componentes internos usados por GRAM4
  - Scheduler Event Generator (SEG)
    - Permite monitorizar trabajos
    - Hay *plug-ins* para distintos planificadores locales
  - Fork Starter
    - Ejecuta y monitoriza trabajos cuando no hay un planificador local

Gestión de la ejecución

- Visión general del protocolo GRAM4 (I)
  1. Creación
     - Llamando a ManagedJobFactory::createManagedJob()
  2. Puesta en escena de credenciales (opcional)
     - Inicializar credenciales para RFT y GridFTP
  3. Credenciales del trabajo (opcional)
     - Se puede crear una credencial para que la use el trabajo durante su ejecución
  4. Refresco de credenciales (opcional)
     - Las credenciales anteriores se pueden refrescar

Gestión de la ejecución

- Visión general del protocolo GRAM4 (II)
  5. Mantenimiento de la salida (opcional)
     - Si se desea acceder a los ficheros de salida (que no sean puesto en escena) antes de que se borren
  6. Destrucción del trabajo
     - Borrado de ficheros y destrucción del trabajo

Gestión de la ejecución

- Órdenes de GRAM4
  - globusrun-ws
    - Parámetros para trabajos sencillos
      - -F <maquina>
      - -job-command <trabajo>
      - -submit
      - -streaming (-s)
        - Redirige stdout y stderr
    - Para trabajos más complejos, se usa RSL
      - -submit -f <ficheroRSL>

Gestión de la ejecución

- Job Description Language (RSL) de GRAM4
  - Basado en XML
  - Ejemplo sencillo:

```
<job>
  <executable>/bin/echo</executable>
  <directory>/tmp</directory>
  <argument>12</argument>
  <environment>
    <name>PI</name>
    <value>3.141</value>
  </environment>
  <stdin>/dev/null</stdin>
  <stdout>stdout</stdout>
  <stderr>stderr</stderr>
</job>
```

Gestión de la ejecución

- Resource Specification Language (RSL) de GRAM4
  - Se pueden utilizar estas variables predefinidas
    - GLOBUS_USER_HOME
    - GLOBUS_USER_NAME
    - GLOBUS_JOB_ID
      - Cada trabajo tiene un UUID
    - GLOBUS_SCRATCH_DIR
      - Directorio alternativo a GLOBUS_USER_HOME, típicamente con más espacio
    - GLOBUS_LOCATION
      - Ruta de la instalación de Globus

Gestión de la ejecución

- Resource Specification Language (RSL) de GRAM4
  - Para puesta en escena, utiliza etiquetas importadas del esquema de RFT. Ejemplo:

```
<job>
  [...]
  <fileStageIn>
    <transfer>
      <sourceUrl>gsiftp://submitting.host:2811/bin/echo</sourceUrl>
      <destinationUrl>file:///${GLOBUS_USER_HOME}/my_echo</destinationUrl>
    </transfer>
  </fileStageIn>
  [...]
  <fileStageOut>
    <transfer>
        <sourceUrl>file://${GLOBUS_USER_HOME}/salida</sourceUrl>
      <destinationUrl>gsiftp://submitting.host:2811/tmp/sal</destinationUrl>
    </transfer>
  </fileStageOut>
 [...]
</job>
```

Gestión de la ejecución

- Resource Specification Language (RSL) de GRAM4
  - Limpieza:

```
<job>
  [...]
  <fileCleanUp>
    <deletion>
      <file>file://${GLOBUS_USER_HOME}/my_echo</file>
    </deletion>
  </fileCleanUp>
  [...]
</job>
```

Gestión de la ejecución

- Resource Specification Language (RSL) de GRAM4
  - Credenciales durante la puesta en escena
    - Los servidores de GridFTP pueden necesitar credenciales distintas a las del servicio GRAM
    - RSL permite especificar credenciales distintas para
      - Ejecución
        - -Jc fich-credencial-trabajo.epr
      - Puesta en escena
        - -Sf fich-credencial-RFT.epr
        - -Tf fich-credencial-GridFTP.epr
  - Se pueden especificar varios trabajos en un fichero
    - <multijob>

Gestión de la ejecución

- Resource Specification Language (RSL) de GRAM4
  - Se pueden escoger parámetros del planificador
    - A cuál lanzar
    - A qué proyecto asignar el uso
    - Máximos tiempos de CPU y totales a consumir
    - Mínima y máxima memoria requerida
  - Se puede escoger bajo qué usuario local ejecutar
    - Si hay varios disponibles en el mapfile

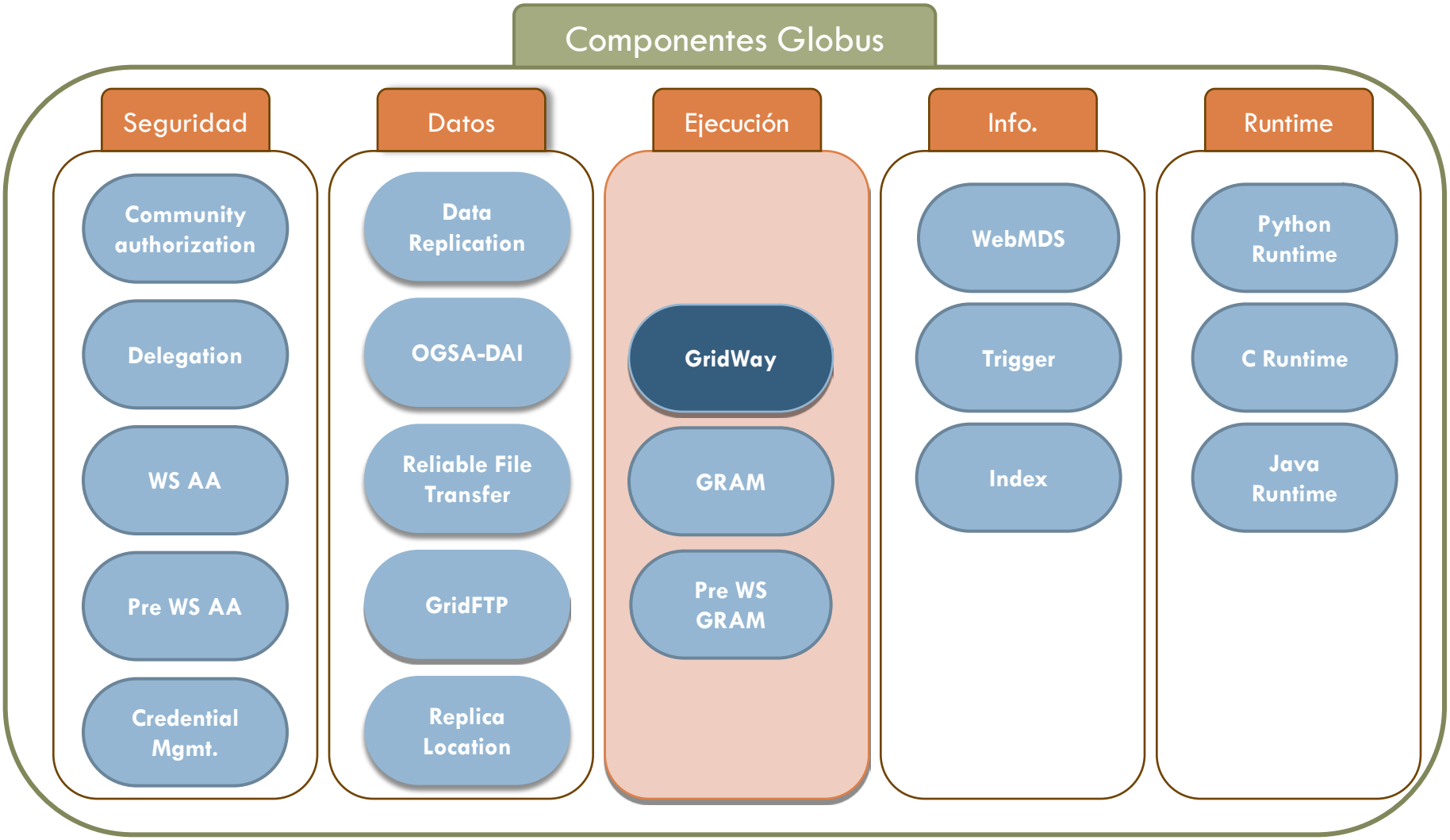
Gestión de la ejecución

- Lanzamientos de trabajo por lotes
  - Con -batch
  - El cliente devuelve un EPR del trabajo
    - Se puede redireccionar a fichero con -o
  - El EPR se puede utilizar para
    - Obtener el estado del trabajo
      - -status
      - -monitor
    - Matar el trabajo
      - -kill

Gestión de la ejecución

- Puntos a meter aparte de seguir la arquitectura Globus
  - Herramientas de alto nivel
  - GridWay
  - Instalación

Gestión de la ejecución



Gestión de la ejecución

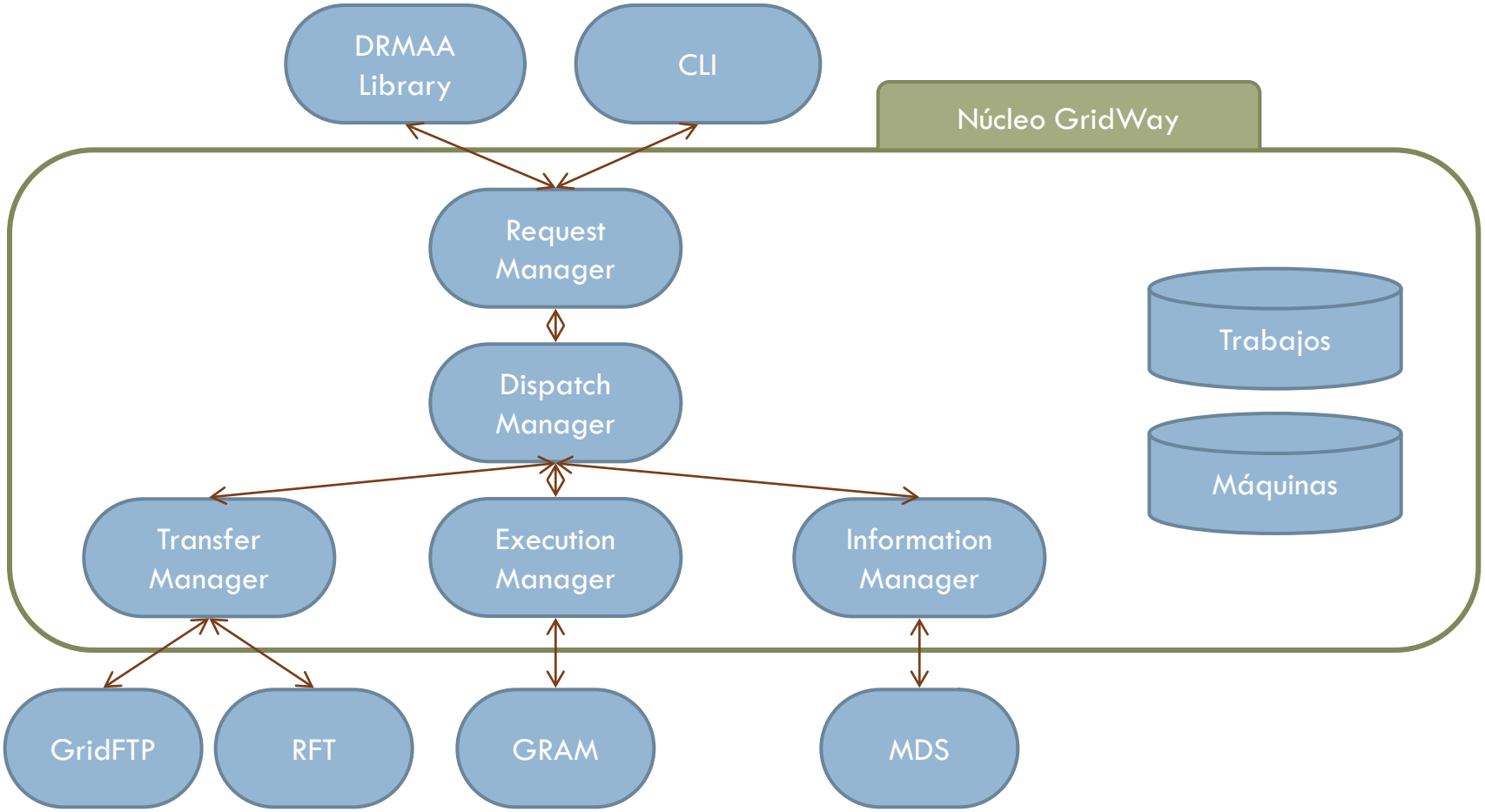
- GridWay
  - Metascheduler
    - Planifica entre varias instalaciones de Globus
    - Cada instalación puede tener un planificador distinto
      - Planificador = Local Resource Management (LSR)
  - Desarrollo
    - Por la Universidad Complutense de Madrid
    - Primer proyecto en pasar de la incubadora a GT4
      - Incluido en octubre de 2007
    - Basado en otros servicios de Globus
      - GRAM, MDS, GridFTP, RFT

Gestión de la ejecución

- Funcionalidades
  - Políticas de planificación específicas para Grid
  - Detección de fallos y recuperación
  - Contabilidad
  - Trabajos en array, flujos de trabajo DAG, MPI
- Interfaz de usuario
  - Estándares del Open Grid Forum (OGF)
    - JSDL (Job Submission Description Language)
    - DRMAA (Distributed Resource Management Application API)
  - Interfaz de línea de comandos

Gestión de la ejecución

- Arquitectura de GridWay



Globus Toolkit

Servicios de información

Servicios de información

- Monitoring and Discovery System (MDS)
  - Conjunto de servicios web para monitorizar y descubrir recursos y servicios en Grids
    - La versión Pre WS (MDS2) está obsoleta
  - Sirve de interfaz estándar de información para otros servicios
    - Monitores de clusters (Ganglia, Nagios...)
    - Servicios (GRAM, RFT, RLS)
    - Planificadores (PBS, LSF, Torque, Condor...)
  - Interfaces de
    - consulta
    - suscripción

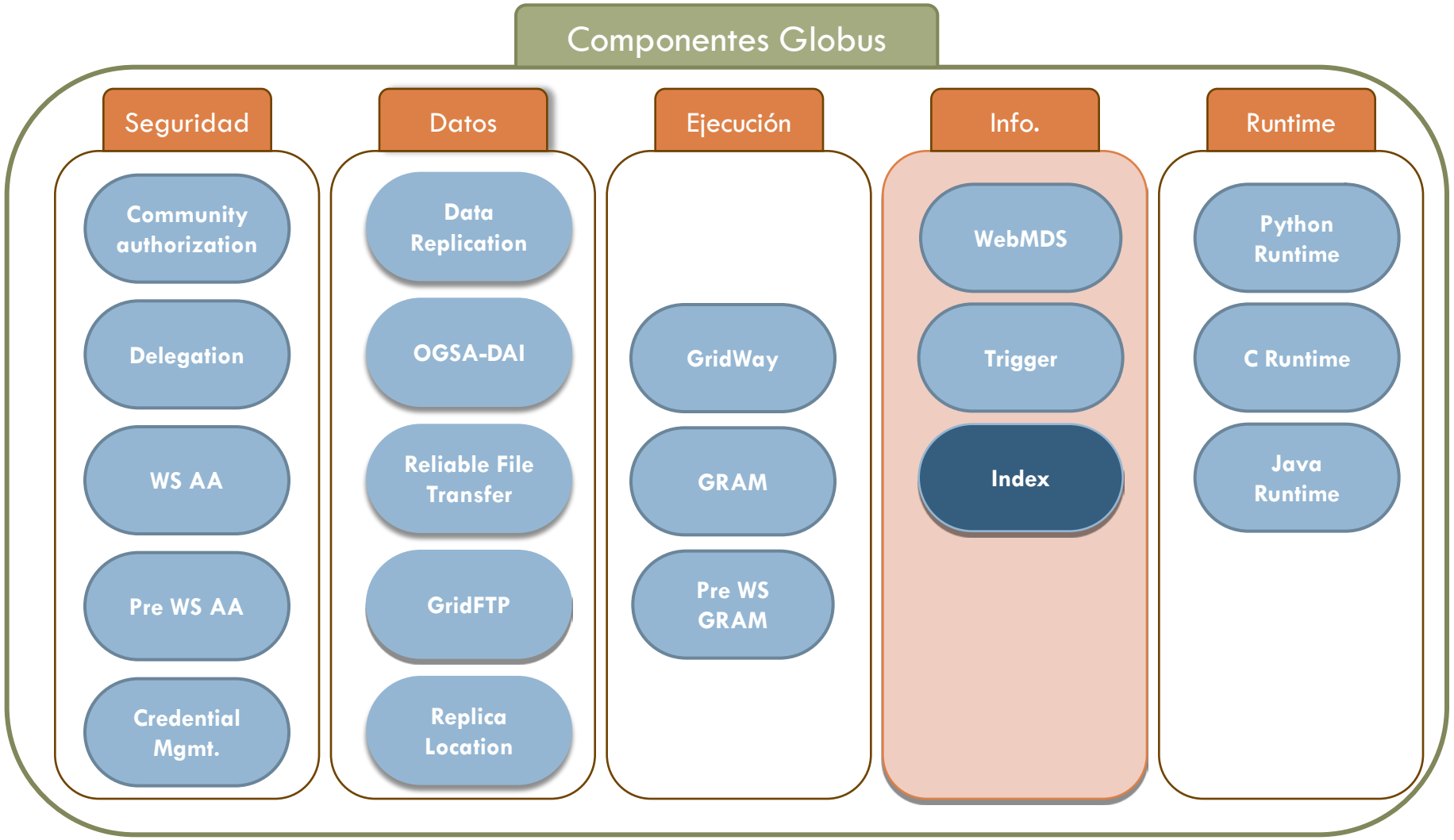
Servicios de información

- Componentes de MDS4
  - Proveedores de información
    - Todos los servicios WSRF tienen incluida monitorización
    - Se pueden usar servicios no WSRF
    - Se puede usar cualquier fuente que sepa generar XML
  - Servicios de alto nivel
    - Index Service: agrega datos
    - Trigger Service: notifica de cambios en los datos
    - Basados en el Aggregator Framework
  - Cliente
    - WebMDS

Servicios de información

- Aggregator Framework
  - Framework para construir servicios de información
  - Elementos comunes
    - Aggregator source
      - Clase Java que implementa una interfaz para recoger información formateada en XML
    - Mecanismo de configuración
    - Auto-limpieza: un servicio se destruye si después de un tiempo no se refresca
  - Proveedores de información integrados
    - Haweye (Condor), Ganglia, GRAM4, RTF, CAS

Servicios de información

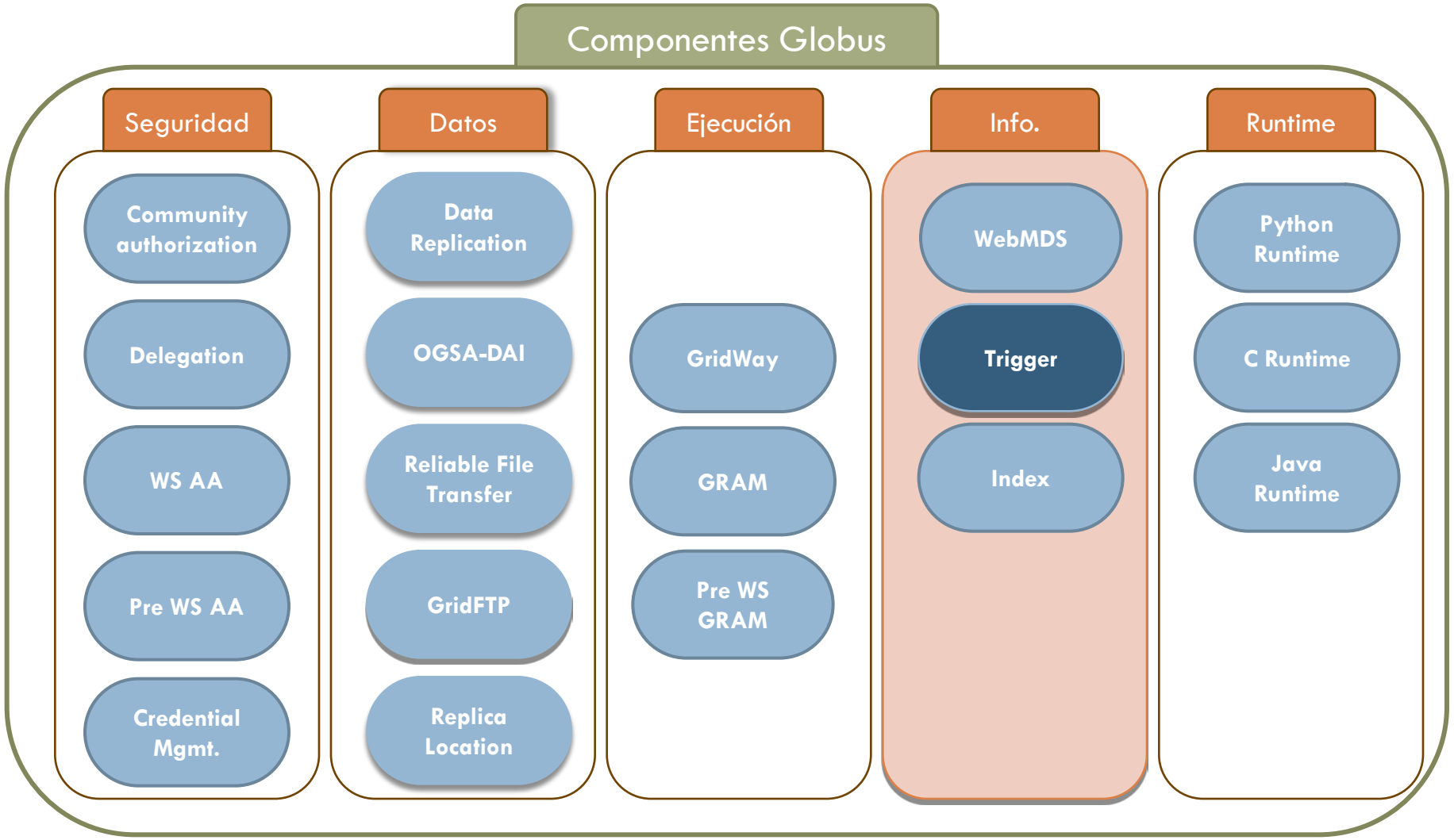


Servicios de información

- Index Service
  - Guarda la información como propiedades de recursos
  - Cada contenedor de Globus por defecto tiene un DefaultIndexService que monitoriza los servicios GRAM, RTF y CAS
  - Lectura: A través de los interfaces estándar de WSRF
    - Ejemplo desde línea de comandos:

      wsrf-query -s
      https://localhost:8443/wsrf/services/DefaultIndexService '/*'
    - Lo normal es utilizar una interfaz como WebMDS
  - Los índices pueden registrarse entre sí
    - Jerarquía multi-raíz de índices para agregar datos

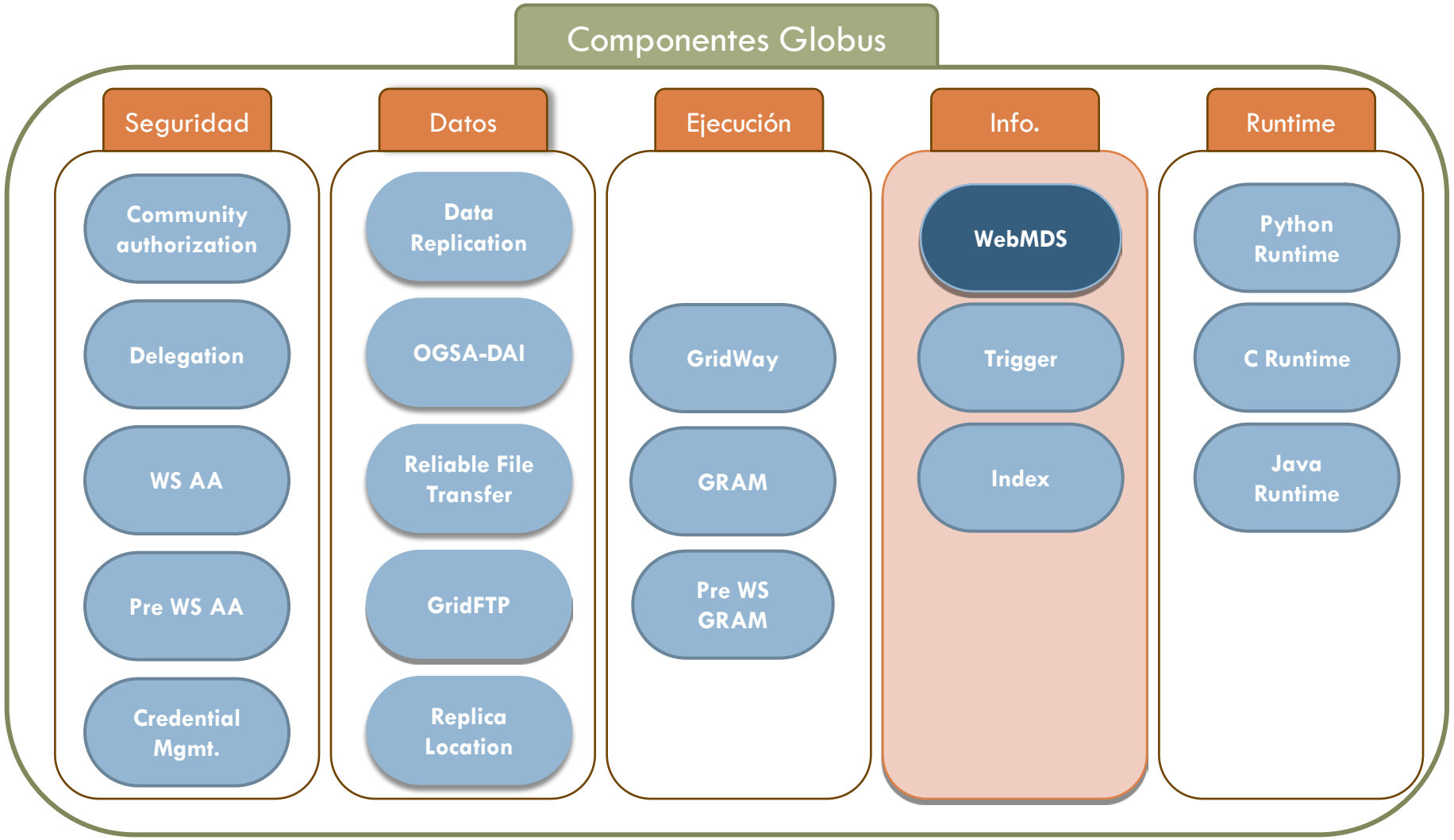
Servicios de información



Servicios de información

- Trigger Service
  - Recoge información del Grid
  - Permite ejecutar programas cuando se cumplen ciertas condiciones
  - Funcionamiento
    - Seleccionar qué información recoger y cada cuánto
    - Definir *triggers*: condiciones para generar eventos
      - Tienen asociada una acción cuando ocurra el evento
    - El servicio recoge la información y ejecuta las acciones si se cumple la condición
  - Órdenes
    - mds-trigger-create, mds-trigger-view, mds-trigger-edit

Servicios de información



Servicios de información

- WebMDS
  - Interfaz web para obtener propiedades WSRF
  - Front-end amigable para el Index Service
  - Creación de páginas personalizadas usando XSLT
    - Ejemplo:
      - http://mds.globus.org:8080/webmds

Globus Toolkit

Instalación y herramientas de alto nivel

Instalación y herramientas de alto nivel

- Instalación
  - Plataforma
    - Probado en muchos tipos de Linux/Unix
    - En Windows, sólo soporte para los componentes Java
  - Documentación
    - http://www.globus.org/toolkit/docs/
    - Quickstart
  - Formas de instalación
    - Desde los fuentes
    - Con VDT

Instalación y herramientas de alto nivel

- Herramientas de alto nivel
  - Problema: Globus da una funcionalidad
    - muy básica
    - y poco amigable para el usuario final
  - Solución: construir herramientas por encima
    - Ejemplos
      - gLite: Desarrolladas en el EGEE
      - P-GRADE (Parallel Grid Application and Development Environment): Desarrolladas en Hungarian SuperComputing Grid
      - PURSE (Portal-Based User Registration Service): Herramientas de autenticación desarrolladas en el ESG (Earth System Grid)