



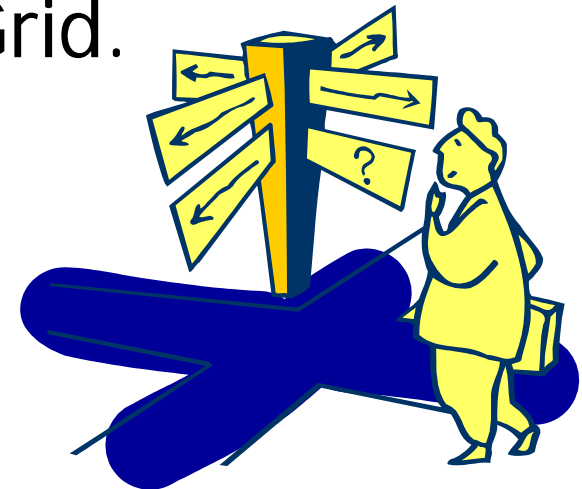
Tema 3.1: Arquitectura General de un Entorno Grid

Conceptos de la Computación en Grid y Cloud



- Describir los Componentes y la Arquitectura de un Entorno Grid.
- Presentar la Arquitectura de dos de los Middlewares Más Extendidos y que Serán Objeto de Estudio Durante el Curso.
- Estudiar el Concepto de Servicio y Trabajo en un Entorno Grid.

- Concepto de Grid.
- Requisitos y Funcionalidad de los Grids.
- Usuarios de un Grid.
- Descripción Básica de los Elementos.
- Taxonomía de Arquitecturas Grid.
- Infraestructuras Grid.
- Servicios Básicos en Entornos Grid.
- Arquitectura de Globus Toolkit GT2.
- Arquitectura de UMD.



Concepto de Grid

- El Término Grid se Acuñó a Principios de los 90 para Denotar una Metodología de Acceso a Recursos Distribuidos Orientada a la "Computación Bajo Demanda".
- El Término Grid Se Refiere a la Red de Suministro Eléctrico, en la que el Recurso Energético es Producido de Forma Transparente para el Consumidor, que Simplemente se Conecta y Consume Según su Necesidad.

- Actualmente, el Concepto de Grid se Refiere a:
 - “Coordinar Recursos que No Son Sujetos a un Control Centralizado Utilizando Protocolos e Interfaces Estándar, Abiertos y de Propósito General, para Proporcionar una Calidad de Servicio No Trivial”
 - Ian Foster, What is the Grid? A Three Point Checklist” GRID Today, 20 de Julio de 2002.

- Las Tecnologías Grid Pretenden Por Tanto Integrar un Entorno Virtual de Computador Único Capaz de:
 - Realizar Tareas Complejas y de Alto Coste Computacional que Normalmente Requerirían Supercomputadores.
 - Proporcionar una Estructura para el Registro y Almacenamiento de los Datos Producidos en Grandes Instalaciones Científicas.
 - Utilizar de Forma Efectiva Recursos que Permanecerían inactivos la Mayor Parte del Tiempo Ociosos.

Requisitos y Funcionalidad de los Grids

- Principales Objetivos del Uso de Grids
 - Mejorar la Eficiencia y/o Reducir Costes.
 - Reducir el Tiempo de Proceso.
 - Acceder a Recursos Adicionales.
 - Explotar Recursos Infrautilizados.
 - Permitir Colaboraciones.
 - Construir Recursos y Organizaciones Virtuales.
 - Incrementar la Capacidad y Productividad.
 - Proporcionar Capacidad de Procesamiento en Paralelo.
 - Soporte a Sistemas Heterogéneos.
 - Proporcionar Fiabilidad y Alta Disponibilidad.
 - Gestión y Planificación de Recursos.

- **Fiabilidad y Alta Disponibilidad**
 - Muchos Procesos Requieren de un Funcionamiento Continuo, 24x7.
 - La Fiabilidad (Baja Tasa de Fallos) y Alta Disponibilidad (Capacidad de Mantenerse Operativo) Requieren de Elementos Redundantes que se Encuentren Activos en Todo Momento y Puedan Retomar el Control del Sistema.
 - Los Grids Proporcionan Recursos y Servicios Redundantes que Aumentan Ambos Aspectos.
 - Además, Disponen de Capacidades Adicionales:
 - Resometimiento de Trabajos Ante Fallos.
 - Monitorización del Estado de los Recursos.
 - Manejo de Datos Replicados.

- Acceso a Recursos Adicionales
 - El Objetivo del Grid es que al Compartir se Posibilite Resolver Problemas Mayores.
 - Compartir Implica Acceder a Recursos Adicionales en Momentos en los Que se Necesite.
 - Cuando Diferentes Organizaciones Sufren de Necesidades Puntuales de Recursos, Compartir Puede Implicar Mejorar la Productividad.
 - Además, el Acceso a Recursos Adicionales puede Implicar Equipos Avanzados de Investigación, Licencias de Software, o Incluso Ancho de Banda.

- Gestión y Planificación de Recursos
 - La Gestión de los Recursos en un Grid es uno de los Aspectos Más Complejos.
 - Por un Lado, es Necesario Conocer el Estado y Configuración de los Recursos de Forma Dinámica.
 - Por Otro Lado, los Sistemas de Planificación Deben Analizar las Características de los Trabajos y Encontrar el Recurso o Recursos Más Apropriados.
 - Los Objetivos que Se Persiguen son
 - Equilibrio de la Carga.
 - Reducción del Tiempo de Respuesta.
 - Eficiencia.
 - Fiabilidad.

- Virtualización de Recursos y Organizaciones
 - Grid Proporciona un Paso Más en la Integración de Recursos Heterogéneos con Respecto a los Sistemas Distribuidos.
 - A Nivel de Usuarios, Éstos Integran Organizaciones Virtuales que Comparten Permisos de Acceso, Facilitando la Gestión de los Recursos.
 - A Nivel de Datos, El Almacenamiento Distribuido se Organiza a Través de Catálogos que Involucran Múltiples Recursos e Instituciones.
 - A Nivel de Proceso, Los servicios de Planificación y Metaplanificación Proporcionan la Visión de Computador Único.

- Capacidad de Proceso en Paralelo
 - Compartir Centenares o Miles de Recursos de Proceso Proporciona la Capacidad de Abordar Problemas de Mayor Dimensión.
 - Sin Embargo, no Todos los Procesos se Pueden Beneficiar del Procesamiento Paralelo, e Incluso Muchos Programas Paralelizables no Son Eficientes en una Infraestructura Grid.
 - Son Generalmente Adecuados
 - Los Problemas Multiparamétricos.
 - Los Programas Paralelos de Grano Grueso y con Buena Escalabilidad.
 - Algunos Programas Paralelos que se Encuentran Limitados por Recursos de Memoria o Disco.
 - No Son Generalmente Adecuados
 - Los Programas Paralelos de Grano Fino.
 - Los Programas Paralelos con Alto Coste de Comunicaciones.
 - Los Programas con Requerimientos de Tiempo Real.

- **Explotar Recursos Infrautilizados**
 - Compartir Recursos en un Grid Permite Aprovechar los Recursos No Utilizados Disponibles en la Infraestructura.
 - Muchos Recursos se Encuentran por Debajo del 5% de Utilización.
 - Los Recursos son Tanto Tiempo de Proceso como Espacio de Almacenamiento.
 - Para Que esto sea Posible y Efectivo:
 - Los Programas Deben Poder Ejecutarse en Cualquiera de los Recursos Disponibles y Seleccionables. Esto Implica Utilizar Arquitecturas Homogéneas, Instalaciones Compatibles, Programas Multiplataforma o Incluso Recompilar Fuentes.
 - Los Planificadores Deben Disponer de la Información Sobre el Estado y las Características de los Recursos.

Usuarios de un Grid

- Universidades y Centros de Investigación
- Grandes Empresas y Corporaciones
- Pequeñas Empresas y Usuarios Particulares
- Ejemplos en “Historias del Grid”
 - <http://www.egi.eu/news-and-media/videos/>

Descripción Básica de los Elementos

Descripción Básica de los Elementos

- Conceptos Básicos en los Grids
 - Recurso
 - Trabajos y Aplicaciones
 - Organización Virtual
 - Servicios

- Tipos de Recursos
 - Proceso: Ciclos de Computación Disponibles en los computadores del Grid.
 - Almacenamiento: Primaria (RAM) o Secundaria.
 - Comunicaciones: Anchos de Banda de Diferentes Conexiones y Aprovechamiento de la Topología.
 - Software y Licencias: Aplicaciones Instaladas en Otros Computadores.
 - Equipos Especiales: Radiotelescopios, Equipos de Adquisición de Imágenes, Aceleradores de Partículas.

- Tipos de Trabajos
 - Por el Tipo de Ejecución
 - Multiparamétricos: Muchas Repeticiones de una Ejecución Variando los Datos de Entrada.
 - Paralelos: Una Única Ejecución Distribuida Entre Múltiples Computadores.
 - Por el Interfaz
 - A Partir de una Aplicación Específica Instalada en Cada Computador del Grid.
 - A Partir de una Aplicación Específica que es Capaz de Dividir su Trabajo entre los Diferentes Nodos Disponibles en el Grid.
 - A Partir de un Portal.
 - Desde Línea de Comandos.
- Un Trabajo Contiene Ejecutables, Datos de Entrada, Especificación del Destino de los Resultados, Parámetros de Ejecución, Requerimientos y Priorizaciones.

Descripción Básica de los Elementos : Organización Virtual

- Una VO es una Asociación de Usuarios de Diferentes Organizaciones Para la Resolución de Problemas Comunes.
- Generalmente Consiste en un Directorio de Identificaciones de Diferentes Usuarios a los que se les Autorizará el Uso de Recursos de una Forma Más o Menos Global.

Descripción Básica de los Elementos : Servicio

- Los Servicios Permiten Gestionar de Forma Global la Infraestructura Grid.
- Los Servicios Deberán Proporcionar:
 - Seguridad.
 - Gestión de los Recursos Remotos.
 - Lanzamiento de Trabajos.
 - Información sobre el Estado de los Recursos y Trabajos.
 - Acceso a Datos Remotos.
 - Tolerancia a Fallos.

Infraestructuras Grid

- Una Infraestructura Grid es un Conjunto de Recursos, Servicios y el Middleware que los Une que Permite a un Conjunto de Usuarios Organizados en Grupos Compartir Datos y Dichos Recursos en un Entorno Distribuido Geográficamente y con Diferentes Dominios Administrativos.
- La Infraestructura es el Despliegue de Todos los Servicios.

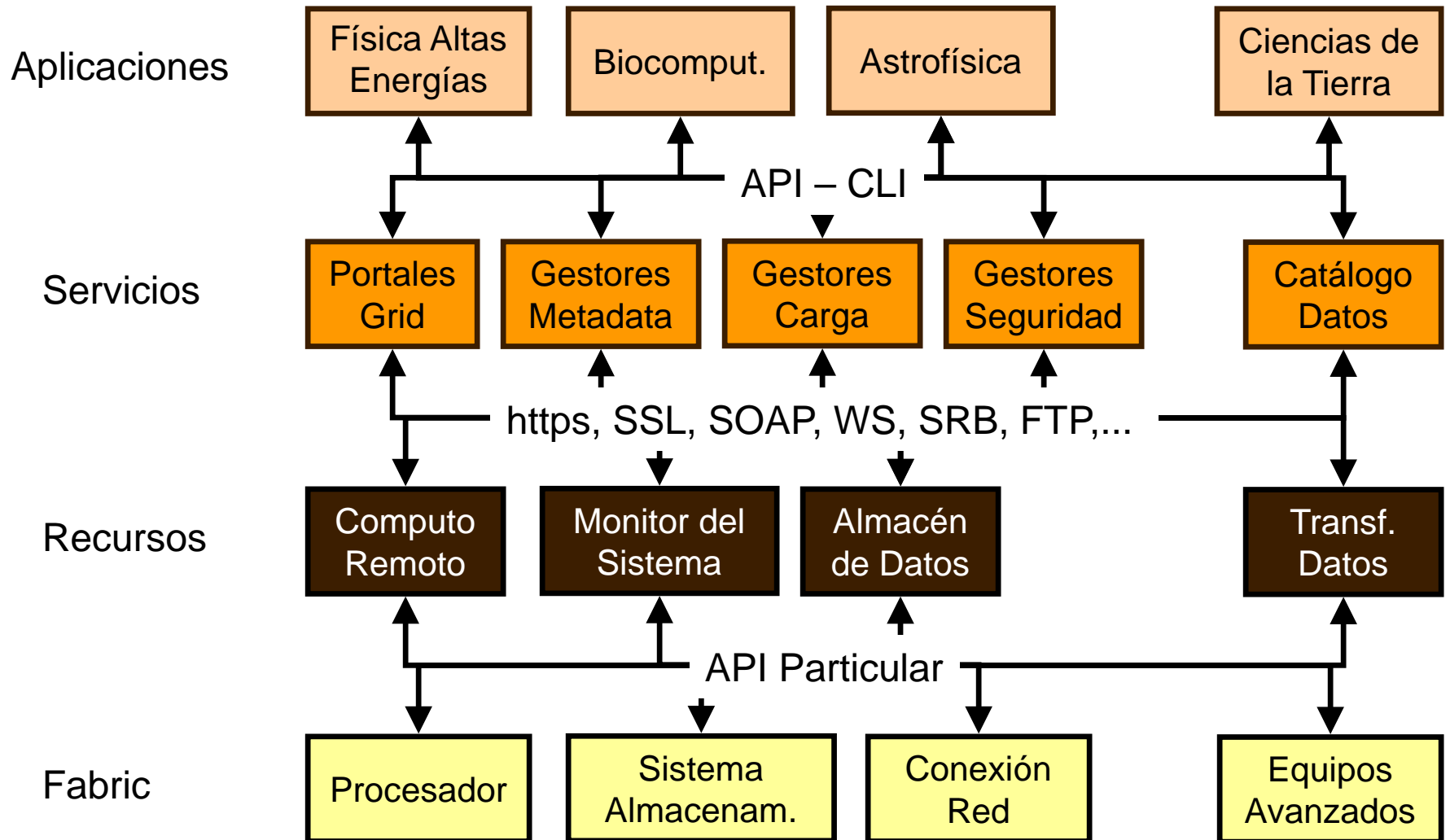
- European Grid Infrastructure (EGI)
 - www.egi.eu
 - Anteriormente -> www.eu-egee.org
- Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE)
 - www.prace-project.eu
 - A menor escala: Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications (DEISA), www.deisa.org
- Open Science Grid (OSG)
 - www.osg.org
- Teragrid
 - www.teragrid.org

- Operations Portal <http://operations-portal.egi.eu/>
 - Información sobre las VOs y otras herramientas
- GOCDB <https://next.gocdb.eu/portal/>
 - Información sobre los sites de EGI
- GSTAT <http://gstat-prod.cern.ch/gstat>
 - Estado de las colas de ejecución y el almacenamiento
- Real-time Monitor <http://rtm.hep.ph.ic.ac.uk/webstart.php>
 - Monitor en tiempo real de la actividad

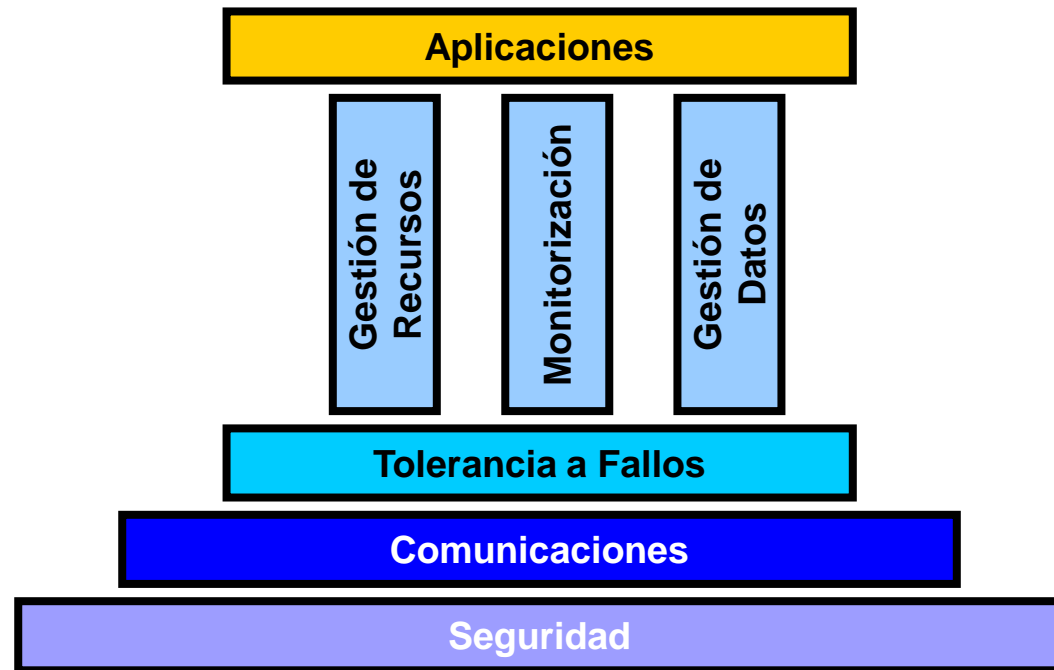
- **GGUS** <http://helpdesk.egi.eu/>
 - Herramienta de tickets para la resolución de incidencias
- **SAVANNAH** <https://savannah.cern.ch/>
 - Knowledge base de operacioens
- **NAGIOS** <https://rnagios.ibergrid.cesga.es/nagios/>
 - Herramienta de monitorización
- **DASHBOARD** <http://dashboard.cern.ch/atlas/>
 - Visualización integrada
- **METRICS** <http://accounting.egi.eu/egi.php>
 - Uso de los recursos

Servicios Básicos en Entornos Grid

Arquitectura Grid



- Seguridad.
- Sistema de Información.
- Gestión de la Carga, Tolerancia a Fallos
Monitorización y
Registro.
- Gestión de Datos.



- Seguridad: Autenticación y Autorización
 - El Grid Debe Asegurar la Autenticidad de las Identidades de Usuarios, Procesos y Recursos.
 - La Identidad y su Validación se Integra en un Certificado Digital Firmado que es Presentado por los Procesos.
 - La Autorización se Realiza en Conjunto a los Miembros de una VO, Pudiendo Existir Permisos Específicos para Grupos de Usuarios Concretos.
 - La Autorización Implica Tanto el Acceso a Recursos y Servicios como las Acciones que se Pueden Realizar Sobre Éstos. Este Esquema Se Gestiona de Forma Centralizada Actualizándose las Copias de Forma Local.

- Sistema de Información
 - Los Recursos son Heterogéneos y Su Estado Varía Dinámicamente, Pudiendo estar Incluso Inactivos.
 - La Información de la Ubicación, Características y Estado Debe Ser Dinámicamente Recogida y Actualizada para que los Diferentes Servicios del Grid Puedan Ser Efectivos.
 - Los Sistemas de Información son Generalmente Jerárquicos y Muestran Diferentes Niveles de Detalle.

- Gestión de la Carga

- La Gestión de los Recursos Disponibles en el Grid Debe ser lo Más Transparente Posible al Usuario.
- La Redundancia y la Tolerancia a Fallos Debe Ser Gestionada a Nivel General.
- La Gestión de la Carga está Íntimamente Ligada a los Sistemas de Información.
- La Gestión Implica Varios Niveles (Como Mínimo Grid y Recurso).
- Estos Servicios También Deben Permitir la Monitorización y Registro de Trabajos Para Permitir el Seguimiento de Usuarios y Trabajos.

- ## Gestión de Datos

- La Gestión Distribuida de los Recursos de Almacenamiento Implica la Gestión de Catálogos, La Transmisión y el Propio Almacenamiento Local.
- La Gestión de Catálogos Implica Disponer de Listados Actualizados de la Ubicación, Nombre y Permisos de los Unidades de Datos Susceptibles de ser Recuperados.
- La Transmisión de los Datos Implica Disponer de Protocolos Efectivos y Acordes con los Servicios del Grid Para Intercambiar Datos entre Usuarios y Recursos.
- La Gestión del Almacenamiento Local Implica Disponer de los Mecanismos Para Almacenar y Recuperar Datos en los Recursos Locales.

- Las Infraestructuras Grid Actuales se Encuentran Principalmente Orientadas al Proceso de Trabajos y el Almacenamiento Masivo de Datos, Siendo UMD el Entorno Más Completo.
- En Cada Caso se Han Adaptado los Componentes y Servicios a las Particularidades de los Problemas Tratados, Aunque Comparten como Base Común el Globus Toolkit.
- Por Tanto, Para el Estudio de los Entornos Grid, Se han Seleccionado el UMD y el Globus Toolkit.

Globus Toolkit

- Desarrollado en Argonne por un Equipo Liderado por Ian Foster.
- Desde su Primera versión en 1998, Pasando por la Versión 2.0 en 2002 y Actualmente con la 4.0 Globus Toolkit se ha Convertido el Estándar "de facto" para Grid computing.
- Globus es un Middleware Software Compuesto por un Conjunto de Bibliotecas, Servicios y APIs.
- Globus no es una Herramienta de Usuario o un Planificador, ni una Aplicación.
- <http://www.globus.org>

Modelo de Capas

Aplicaciones

Servicios y Herramientas

DRM

Grid Status

Cactus

MPI-G

globusrun

Nimrod/G

Condor-G

Servicios Globus

GASS

GRAM

GridFTP

MDS

GSI

Replica

I/O

Servicios Locales

Condor

SSL

SGE

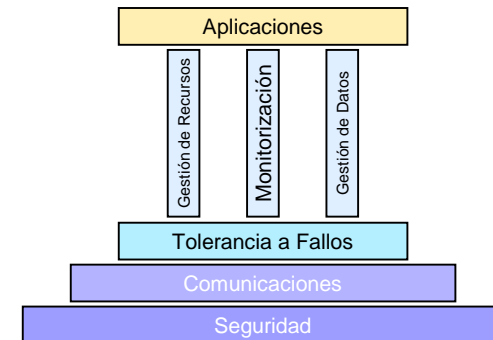
MPI

Linux

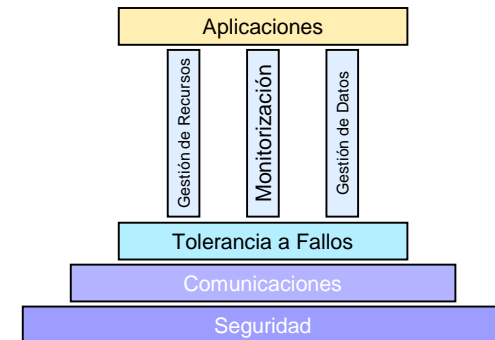
TCP

FTP

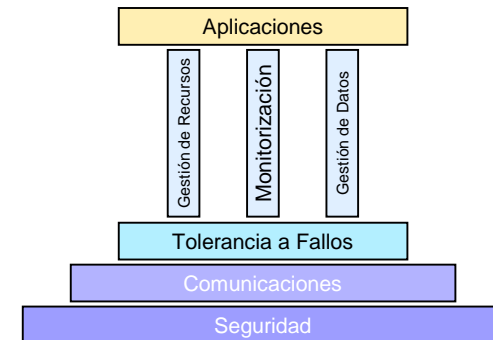
- GSI (GRID Security Interfacing)
 - Tecnologías
 - Secure Socket Layer (Sobre OpenSSL).
 - Public Key Infrastructure (PKI) con Certificados X.509.
 - Seguridad: Responsabilidades
 - Autenticación, Autorización y Encriptación.
 - Identificar las Entidades Solicitando Certificados.
 - Emitir, Almacenar y Revocar Certificados.
 - Proteger la Entidad Certificadora.
 - Mantener un Espacio de Nombres Único par todos los Propietarios de Certificados.
 - Validar los Certificados.



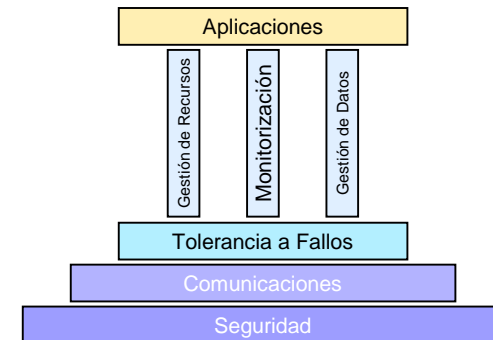
- Global Resource Allocation Manager (GRAM)
 - GRAM Permite Realizar la Ejecución Remota y Monitorizar el Estado de los Trabajos.
 - GRAM Utiliza los Gestores de Recursos Locales para el Lanzamiento de Trabajos Dentro de un Recurso
 - PBS, LSF, SGE.
 - GRAM Utiliza el GSI para Asegurar el Correcto uso de los Recursos.



- Monitoring and Discovery Service (MDS)
 - Permite Obtener el Estado Actual de los Recursos, Así como Cualquier Otra Información que se Considere Interesante Publicar.
 - Se Basa en dos Componentes Jerárquicos
 - Globus Index Information Service (GIIS)
 - Publica la Información del Estado de los Recursos.
 - Basado en LDAP.
 - Globus Resource Information Service (GRIS)
 - Obtiene la Información del Recurso de Forma Actualizada.
 - Se Registra en un GIIS para la Publicación de la Información.



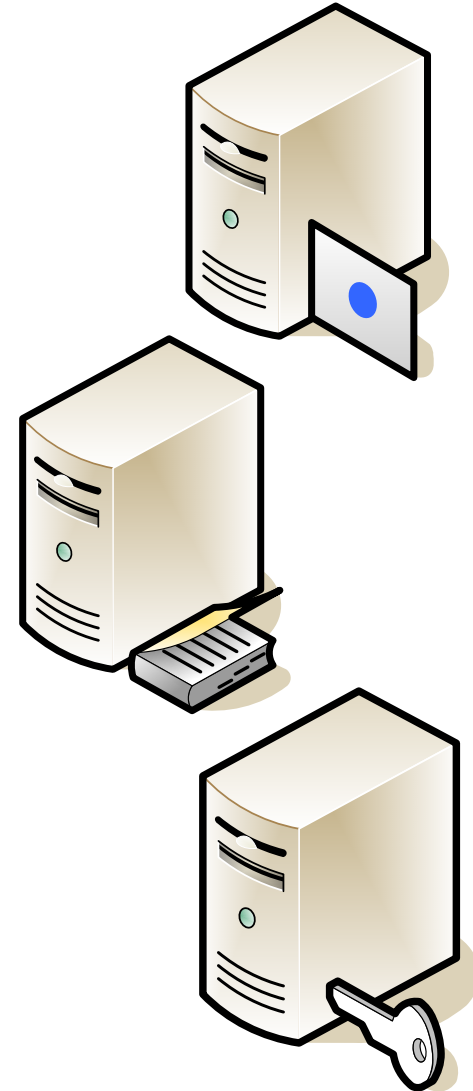
- Global Access to Secondary Storage
 - Permite Definir “Rutas de Directorio” Virtuales con las que Acceder a los Recursos.
 - Similar a las URL.
 - Los Procesos Pueden Acceder de Forma Ubicua a Ficheros Independientemente de Donde se Ejecuten.
 - Los Datos se Transfieren por una Versión Modificada del FTP (Grid FTP) que Tiene en Cuenta los Requerimientos del GSI.



Componentes y Estructura del UMD (EGI)

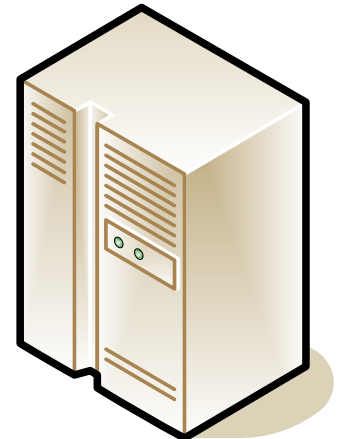
- User Interface (UI).
- Information Service (IS).
- Computing Element (CE).
- Worker Nodes (WN).
- Storage Element (SE).
- Replica Catalog (RC, RLS, LFC).
- Resource Broker (RB/WMS).
- Entidad Certificadora (CA).

- **Information Service (IS - BDII).**
 - Servidor LDAP que Contiene la Información de los Recursos Disponibles en el Grid.
 - Los Recursos Publican el Estado y las Características de Forma Periódica para que se Conozca la Visión Global del Estado del Grid.
 - También Contienen las Listas de Usuarios de las Organizaciones Virtuales.
- **Entidad Certificadora (CA).**
 - Entidad No Necesariamente Vinculada al Grid que Expide y Firma los Certificados que Autentican la Identidad de Usuarios y Máquinas.



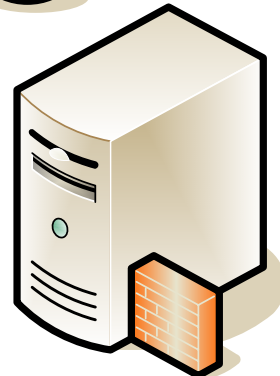
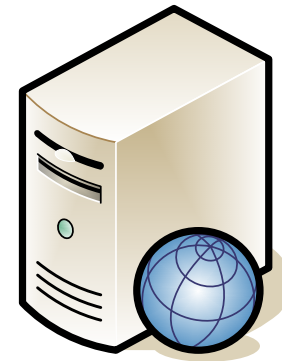
Recursos Principales del UMD

- **Computing Element (CE).**
 - Recurso de Computación.
 - Computador Capaz de Lanzar los Trabajos que le Solicitan los Usuarios del Grid.
 - Puerta de Acceso al Exterior de los Recursos Locales.
 - Típicamente el Front-End de un Cluster.
- **Worker Nodes (WN).**
 - Nodo de Cálculo Interno.
 - Controlado Directamente por el CE.
 - Típicamente los Nodos de un Cluster Accedidos Mediante un Gestor de Colas (PBS, SGE, LSF).
- **Storage Element (SE).**
 - Recurso de Almacenamiento.
 - Almacena los Datos a Petición del Gestor de Recursos de Almacenamiento (RLS, RM).

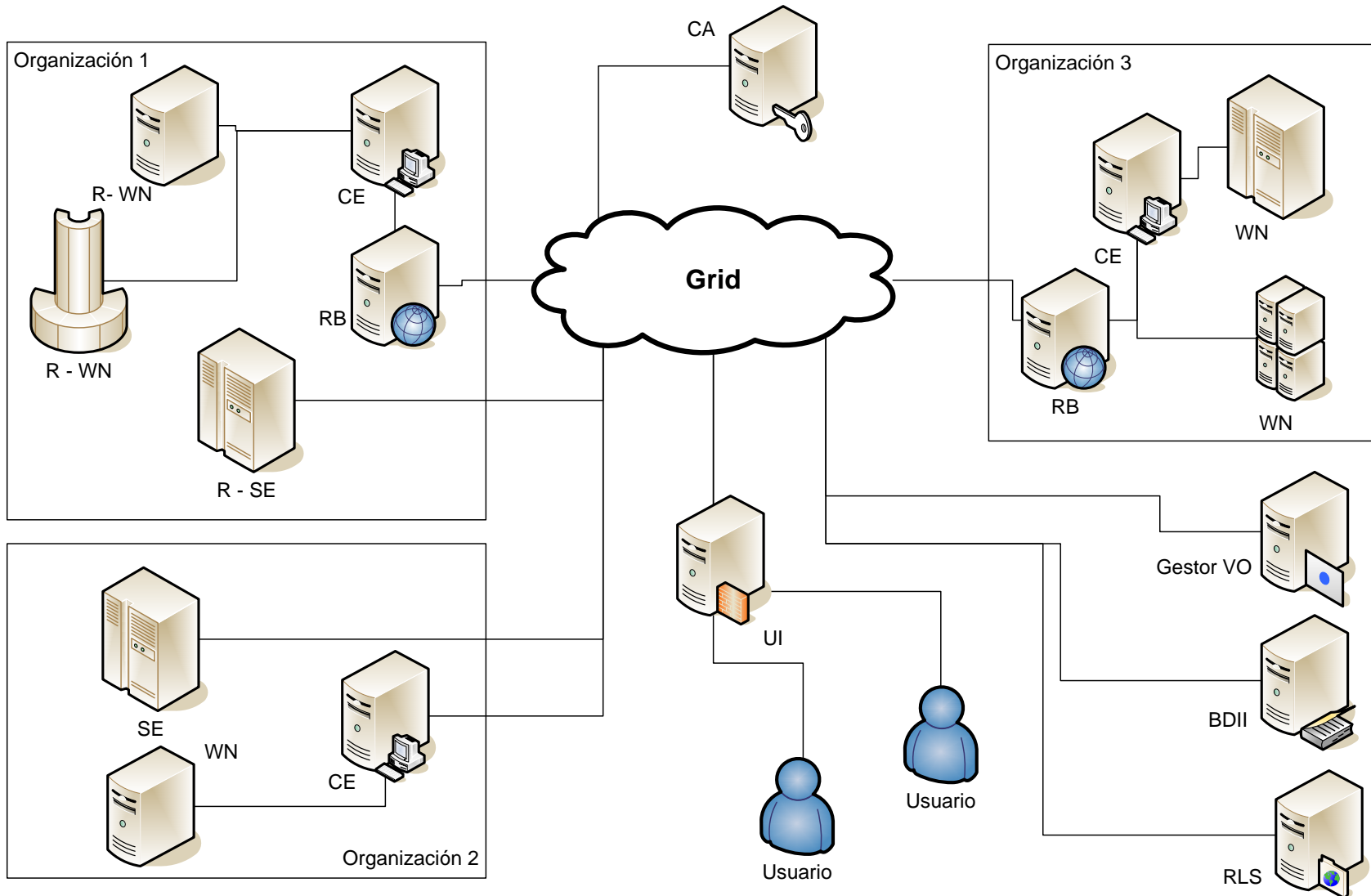


Recursos Principales de UMD

- **Replica Catalog (RC, RLS, LFC).**
 - Gestor de los Datos Almacenados en el Grid.
 - Decide e Informa la Ubicación de un Fichero.
 - Gestiona las Diferentes Réplicas.
 - Asocia Recursos de Proceso y De Almacenamiento.
- **Resource Broker (RB / WMS).**
 - Gestiona los Trabajos que se Ejecutan en el Grid.
 - Decide el CE Más Adecuado para cada Trabajo.
- **User Interface (UI).**
 - Punto de Entrada al Grid.
 - Terminal que Ofrece los Comandos de Ejecución, Almacenamiento, Monitorización, etc.
 - Contiene las Cuentas de Usuario.



Estructura de un Grid EGEE



- El Alumno Deberá Haber Entendido los Conceptos Básicos Relativos al Grid, Recursos, Servicios y Trabajos.
- Deberá Haber Entendido las Diferencias entre el Middleware y la Infraestructura, Así como los Componentes Principales de la Misma.
- El Alumno Deberá Ser Consciente de las Ventajas y Dificultades de las Tecnologías Grid, Así como de las Diferentes Aproximaciones Actuales.
- Deberá Haber Adquirido un Conocimiento Básico de la Estructura de los Dos Middlewares Básicos (Globus y UMD).