

# Propuesta para la Creación de un Programa de e-Ciencia

## Área Temática de Astrofísica

### Coordinación:

Emilio José García (Instituto de Astrofísica de Andalucía. IAA)  
José Ruedas (Instituto de Astrofísica de Andalucía. IAA)

### Revisión:

Rafael Rodrigo (IAA)  
Francisco J. Carrera ( Instituto de Física de Cantabria. IFCA)

**Colaboración:** David Galadí (CAB) Miguel Ángel López Valverde (IAA), Jaime Perea Duarte (IAA), Lourdes Verdes-Montenegro (IAA), Rafael Garrido (IAA), Antxón Alberdi (IAA), Iván Agudo (IAA), Fernando Moreno-Insertis (IAC), Rafael Rebolo (IAC), Antonio Jiménez (IAC), Enrique Martínez-González (IFCA), Ramón Oliver (UIB), X. Barcons (IFCA), Emilio Elizalde (ICE), José M. Torrelles (ICE),.

### CONTENIDOS:

---

Resumen .....	1
Motivación de un Entorno Grid en el Área de Astrofísica .....	2
Justificación de la necesidad de uso y desarrollo de la tecnología Grid .....	3
Estudio de necesidades y proyectos de la comunidad.....	5
Informe por grupo del área de proyectos relevantes en programas nacionales / internacionales.....	5
Proyectos Grid en marcha en el área de Astrofísica. ....	5
Definición explícita de “Use Cases” .....	7
Evaluación del posible uso de middleware común .....	9
Desarrollo previsto de middleware específico del área .....	9
Definición de posibles proyectos piloto.....	10
Perspectivas de participación en el 6PM.....	10
Transferencia de tecnología, visibilidad y difusión de los proyectos. ....	11

---

### Resumen

El objetivo principal de este informe es destacar la necesidad actual de crear una infraestructura Grid en el ámbito nacional, y más concretamente el gran impulso que esto supondría en el área de Astrofísica.

Inicialmente se analizarán las principales motivaciones para la aplicación de esta tecnología en Astrofísica. Posteriormente se enumerarán los proyectos nacionales e internacionales con interés Grid en marcha y se detallarán posibles “use cases”, así como potenciales proyectos pilotos para un programa Grid en Astrofísica.

Finalmente se mencionará la perspectiva de cara al VI Programa Marco (6PM) y los fundamentos básicos para una futura transferencia de tecnología, visibilidad y difusión de proyectos.

## Motivación de un Entorno Grid en el Área de Astrofísica

Aunque las tecnologías Grid nacieron en el ámbito de la física de Altas Energías, rápidamente se expandieron a otras áreas científicas (meteorología, salud, biología, etc.), como fruto de su inmenso potencial y de las nuevas posibilidades que abre en prácticamente cualquier campo científico e industrial.

Concretamente en el ámbito de la Astrofísica se pueden mencionar tres aspectos donde la aparición de esta tecnología ha supuesto una autentica revolución: *acceso y tratamiento de archivos astronómicos, solución de problemas numéricos complejos y programas de observación remota.*

### *Acceso y tratamiento de archivos astronómicos*

La presente y futura generación de telescopios, antenas, satélites y misiones espaciales aseguran la generación de cientos de Gigabytes de datos astrofísicos cada día. Estos cubren distintos tipos de objetos (galaxias, estrellas, atmósferas planetarias, etc.), distintas longitudes de onda (radio, óptico, rayos X, etc.), hasta diferentes fenómenos (explosiones gamma, asterosismología, fenómenos cosmológicos, etc.). Además los detectores de última tecnología nos ofrecen imágenes de cada vez mejor resolución y mayor campo, con el consecuente aumento del “peso informático” de dichos datos (*Ej. : el interferómetro ALMA podrá generar señales de hasta 0.01 arcsec de resolución y un volumen de datos de hasta 42Gbytes/hora.*)

Toda esta información se almacena en un número cada vez mayor de bases de datos esparcidas por todo el globo, con una enorme variedad de formatos, formas de acceso, y políticas de uso. Son los llamados **archivos astronómicos**.

Estos archivos se están convirtiendo en la autentica materia prima de la investigación actual del astrónomo, ya sea como fuente de selección para solicitar observaciones más concretas, ya sea para el análisis directo sobre un determinado “dataset” (*un 10% del archivo ISO se descarga cada mes*). Además su existencia está permitiendo que emerja un nuevo estilo de astrofísica que requiere del manejo, tratamiento y análisis masivo de vastos “datasets” simultáneamente, como por ejemplo, los estudios estadísticos del gran catálogo estelar que generará la misión COROT, donde será necesario comparar cientos o miles de curvas de luz en búsqueda de planetas extrasolares.

Es evidente que este panorama abre un nuevo horizonte de enormes desafíos científicos, pero también exige superar un gran número de limitaciones actuales.

Por un lado, existe un claro problema de almacenamiento. Los archivos crecen de manera ilimitada (*el archivo del HST aumenta del orden de 1-2Tbyte/año*) y las nuevas misiones en marcha (*Herschel, XMM-Newton, etc.*) realizarán muestreos del cielo más grandes y completos, que harán que los archivos alcancen volúmenes del orden de los Petabytes en un plazo medio de tiempo.

Por otro lado, la información contenida en estos archivos no es independiente la una de la otra. Cada vez es más necesario consultar varios archivos simultáneamente, por ejemplo, para obtener información de un mismo objeto en diferentes longitudes de onda y que han sido recogidas por distintas misiones. Los astrónomos emplean una enorme cantidad de tiempo en la tediosa y compleja labor de correlacionar la información de diversos archivos. En este sentido, uno de los retos actuales más importantes y ambiciosos de la Astrofísica es el de integrar el mayor número de archivos en un único “**observatorio virtual**”. Este observatorio tendría un acceso único y sencillo, además de contener “agentes” capaces de interoperar entre los diferentes archivos a petición del usuario y de manera transparente para éste.

Por último, hasta la fecha, el “*data-mining*” de archivos completos de gran volumen ha quedado limitado a un pequeño grupo de especialistas, debido a la necesidad de un alto conocimiento técnico, acceso restringido en los archivos y una alta exigencia de recursos computacionales.

Es obvio que todas estas limitaciones exigen nuevos planteamientos tecnológicos.

### *Solución de problemas numéricos complejos*

La Astrofísica no es una ciencia exclusivamente observacional, y necesita de **modelos teóricos** que puedan ser contrastados con las observaciones. Además cuanto mayor y más precisa es la información que contienen éstas, más exigentes y complejas son las revisiones de dichos modelos, y más elementos debemos incluir en ellos. Por ejemplo, es necesario introducir la presencia de campos magnéticos y crear modelos magneto-hidrodinámicos, que a su vez se acoplen con modelos de emisión, para así poder reproducir con la mayor exactitud posible los “jets” relativistas en numerosas galaxias activas.

Parejo al aumento de la complejidad física de estos modelos, se encuentra la de su resolución que ha implicado el desarrollo de nuevos métodos numéricos más potentes – *refinamiento adaptativo de malla, técnicas de Fourier, modelos de mezcla gaussianos, etc.* – y por supuesto una cada vez mayor exigencia en recursos computacionales. En este sentido la aparición de las tecnologías de paralelización y de intercambio de mensajes han permitido el desarrollo de “clusters” de decenas a miles de nodos, dedicados exclusivamente a la resolución de modelos numéricos. Pero, incluso las configuraciones de cálculo más potentes hoy en día quedan limitadas ante la complejidad de muchos de los problemas existentes, que demandan un salto cualitativo en la tecnología de computo actual.

### *Observación remota*

Otro aspecto donde la astronomía actual está sufriendo importantes cambios es en el terreno de la observación remota. Los últimos avances en la tecnología de las comunicaciones, y el gran aumento de ancho de banda en las redes científicas, permiten el desarrollo de los llamados **observatorios robóticos**, cuyos telescopios e instrumentos pueden ser manejados remotamente por los observadores desde sus centros de investigación. Esto evita el desplazamiento físico al observatorio, lo que reduce los costes de construcción (no es necesario construir áreas de servicios para el observador) y produce un mayor aprovechamiento de las horas útiles de observación. Además, desde un único centro se pueden realizar observaciones coordinadas entre varios telescopios situados a diferentes latitudes, con el objeto de monitorizar, incluso 24 horas al día, distintos objetos. Esto resulta enormemente beneficioso, por ejemplo, en el caso del estudio de la pulsación estelar, donde es necesario disponer de observaciones con una base de tiempo lo más grande posible. Por último, una red de telescopios robóticos ofrece a la comunidad un sistema de respuesta rápida para la observación de fenómenos transitorios como novae, supernovas o explosiones de rayos gamma.

Es evidente, a la vista de lo expuesto, que la Astrofísica se encuentra en un importante punto de inflexión, donde se enfrenta a fascinantes retos científicos que exigen superar toda una serie de importantes limitaciones tecnológicas.

### **Justificación de la necesidad de uso y desarrollo de la tecnología Grid**

Al igual que en otros muchos entornos, la implantación de la tecnología Grid en el ámbito de la Astrofísica ha supuesto una auténtica revolución que ha abierto la posibilidad de enfrentarse a muchos retos inabordables hasta la fecha. Además, la comunidad astrofísica ofrece un entorno colaborativo (observatorios, centros de investigación, archivos astronómicos, etc.) que se ajusta perfectamente a la filosofía Grid.

Entre las ventajas que el uso de la tecnología Grid supone en Astrofísica se pueden destacar:

- El manejo y acceso remoto a los grandes volúmenes que conforman los archivos astronómicos requiere de sofisticados sistemas de almacenamiento (*configuraciones RAID, entornos SAN, etc.*), altos niveles de transferencia I/O, redes con gran ancho de banda, construcción de bases de datos bien indexadas, y sobre todo, de un personal cualificado y especializado que mantenga y administre estos sistemas. Un entorno Grid implica la existencia de una serie de centros especializados interconectados en una red de alta velocidad y con los recursos necesarios, tanto humanos como informáticos, para ofrecer servicio de acceso a estos archivos al resto de centros usuarios.
- Un tejido Grid de datos (*ver definición en el informe dedicado al área temática de Middleware*) conforma la base perfecta para mantener un “Observatorio Virtual” formado por diferentes archivos distribuidos geográficamente, interrelacionados entre sí y accesibles desde un único punto común.  
En este sentido, la existencia de un “*middleware*” específico para Astrofísica permite la construcción de herramientas básicas (*navegación, búsquedas, presentación de información, interfases, etc.*), que de una manera transparente para el usuario correlacionen la información de los diferentes archivos, mostrándola con un formato único y estándar.
- Además, la existencia de este “*middleware*” astrofísico permite pensar en más sofisticados niveles de explotación de los archivos – *visualización de grandes volúmenes de datos, selección interactiva de “datasets”, herramientas de análisis estadístico, herramientas de análisis masivo de fotometría y espectroscopia, etc.* –, o incluso en el desarrollo de herramientas capaces de buscar entre todos los archivos, determinados patrones de selección – “*discovery tools*” –, fundamentales para detección de objetos exóticos, eventos transitorios, etc.
- Una estructura Grid implica que todas estas herramientas se ejecuten de modo remoto y distribuido. Esto abre la posibilidad a que grupos de investigación puedan realizar estudios que de otra manera exigirían una gran inversión en tiempo y en recursos computacionales y humanos.
- Los problemas numéricos actuales – *modelos cosmológicos, relatividad numérica, interacciones galácticas, etc.*– y las técnicas empleadas – *análisis de Fourier, mallados adaptativos, etc.*– requieren de grandes exigencias computacionales – *clusters de cientos de nodos, máquinas de memoria distribuida, máquinas vectoriales, etc.* – equipos muy costosos, y en algunos casos insuficientes. La tecnología Grid supone alcanzar una nueva escala de capacidad computacional y la posibilidad de enfrentarse a problemas numéricos complejos hasta ahora inabordables.
- Además, un entorno Grid conlleva una red de centros especializados ofreciendo un uso colectivo de recursos computacionales de manera remota, a bajo coste, y con una única interfaz, transparente para el usuario y capaz de adaptarse a sus necesidades.
- Promueve la creación de una comunidad para compartir y desarrollar proyectos científicos entre diversos centros, basándose en el concepto Grid de Organización Virtual.
- Mantiene en todo momento los criterios de seguridad y autenticación que la explotación remota de los recursos exige.
- De igual forma que un tejido Grid integra recursos computacionales y de almacenamiento, también puede integrar diferentes tipos de dispositivos, como puedan ser telescopios e instrumentos de observación, distribuidos geográficamente. Por tanto un Grid puede conformar la estructura ideal para una red de observatorios robóticos diseñados para observación remota.

## **Estudio de necesidades y proyectos de la comunidad.**

La creación de un programa de e-ciencia nacional implica una importante inversión a diferentes niveles.

Siguiendo la arquitectura de capas planteada para este programa de e-ciencia nacional, el primer requerimiento para una infraestructura Grid es disponer de un conjunto de centros conectados en una red de alta velocidad. En este sentido la red académica nacional (RedIRIS) conforma un magnífico punto de partida al ofrecer anchos de banda que van desde los 155mbps a los 2.5Gbps.

Por otro lado, los centros que conformen este tejido deben estar provistos de altos recursos computacionales para poder ofrecer un servicio Grid de calidad. En consecuencia, es necesario una importante inversión, probablemente llevada a cabo en varias fases, y con el objetivo de crear una infraestructura computacional potente y distribuida geográficamente por todo el estado español.

Sobre esta infraestructura debe descansar un “*middleware*” básico que ofrezca un punto de acceso común a las distintas áreas específicas, y que aproveche de forma efectiva los recursos. Actualmente existen varios centros con experiencia en desarrollo y mantenimiento de este tipo de “*middleware*”, pero se necesitará apoyo para diseminar este conocimiento entre los posibles nuevos centros especializados, a través de estancias, colaboraciones y cursos, y a su vez para mantener y reforzar las líneas de desarrollo existentes.

El acceso temático a los recursos Grid (Astrofísica, Altas Energías, Salud, etc.) se realizará a través de organizaciones virtuales (VO). Estas organizaciones serán las encargadas de desarrollar, mantener y promover el “*middleware*” y aplicaciones específicas de cada área, y en concreto en el área de Astrofísica. En consecuencia, será necesario dotar a estas organizaciones de personal que desarrolle estas tareas, así como las de mantenimiento, soporte y acceso a los recursos Grid en cada área.

## **Informe por grupo del área de proyectos relevantes en programas nacionales / internacionales.**

Como anexo a este documento se adjunta una lista detallada de algunos de los grupos nacionales de Astrofísica que susciben el interés en la formación de un programa de e-ciencia nacional.

## **Proyectos Grid en marcha en el área de Astrofísica.**

En la actualidad existen numerosos proyectos Grid en marcha y que abarcan distintas áreas de investigación. En USA podemos citar proyectos como **PDG** y **GriPhyN** (Física de Partículas), **DOE ScienceGrid**, **Earth System Grid** (Meteorología), **NEESGrid** (Sismología), **Fusion Collaboratory** (Fusión nuclear), así como el **International Virtual Data Grid Laboratory (iVDGL)**, y el proyecto **TeraGrid** que pretende unir cuatro centros de supercomputación a 40 Gbps.

Por parte europea, en el año 2000 se lanzó el proyecto **European DataGrid (EDG)** coordinado por el CERN y que desarrolla nuevo “*middleware*” para construcción de aplicaciones para tratamiento de grandes volúmenes de datos en las áreas de Física de Partículas, de Bioinformática, y de Observación de la Tierra. Este proyecto cuenta con participación española, concretamente en el desarrollo de un testbed distribuido por toda Europa, a través de los grupos de Física de Altas Energías: IFAE, IFIC, IFCA,

Universidad de Oviedo, UAM y CIEMAT. Otros proyectos Europeos son **GridLab**, **DataTag** y **CrossGrid**, este último también cuenta con una alta participación española en centros como RedIris, IFCA, IFIC, UAB, USC, CESGA y la Universidad de la Coruña.

Más detalladamente, y con implicaciones en el área de Astrofísica podemos mencionar:

- **Astrophysical Virtual Observatory (AVO):** Actualmente en fase A y consistente en un estudio para el diseño de un observatorio virtual para la comunidad astronómica europea basándose en el paradigma Grid. Los principales participantes son: ESO, ST-ECF, Consorcio ASTROGrid, CNRS y el Jodrell Bank Observatory (Victoria University of Manchester)
- **US National Virtual Observatory :** Financiado por el US National Science Foundation y cuyo objetivo, entre otros, es la realización de una serie de prototipos para demostrar el interés y eficiencia del uso de las tecnologías Grid en la construcción de un observatorio virtual. Estos tres prototipos ya implementados son:
  - Búsqueda de gamma-ray burst.
  - Búsqueda de candidatas a enanas marrones.
  - Servicio de análisis de morfología galáctica.
- **AstroGrid:** Proyecto de e-ciencia en Reino Unido cuya principal motivación es la de construir un tejido Grid para la interconexión de los archivos astronómicos de cinco misiones con participación inglesa: WFCAM, VISTA, XMM-SSC, e-MERLIN, SOHO y Cluster.
- **The International Virtual Observatory Alliance (IVOA):** Fusión de los tres proyectos anteriores con el objetivo de conformar un observatorio virtual mundial. A este consorcio se están uniendo otros proyectos de observatorios virtuales nacionales (Ej. *Australian Virtual Observatory (AUSVO)*, *Japanese Virtual Observatory (JVO)*, *IDGAR (Italia)*, etc.).
- **European Grid of Solar Observations (EGSO):** Consiste en un testbed Grid para la formación de un observatorio virtual solar, financiado bajo el programa comunitario IST del 5PM y con tres años de duración.
- **eStar:** Un proyecto realizado por las Universidades de Liverpool y Exeter. Desarrollar infraestructura software para la formación de una red de telescopios robóticos que realicen monitorizaciones de 24 horas, y de agentes de búsqueda inteligentes. Esta red utiliza *Globus* como “middleware” básico.
- **iAstro:** Una “*COST action*” lanzada en el 2001 con la motivación de asegurar la calidad de aplicaciones Grid en el ámbito de la Astrofísica. Dentro de iAstro se encuentra el proyecto **CABGrid**, dirigido por el CAB y la UCM, y con el objetivo de generar un laboratorio virtual para Astrobiología tomando *Globus* como punto de partida.
- **GridLab :** IST del 5PM que está realizando todo un conjunto de aplicaciones Grid (GAT) para ejecución de códigos de simulación numérica en escenarios de Relatividad Numérica y detección y análisis de ondas gravitacionales. Estas aplicaciones están basadas en *Cactus*, una aplicación “open source” para cálculo numérico en Grid. Varios centros científicos y empresas, como Sun Microsystems, participan en el proyecto.

A tenor de estos proyectos se hace palpable el enorme interés mundial que suscitan las tecnologías Grid, y su aplicación al mundo de la ciencia y de la industria.

## Definición explícita de “Use Cases”

Dentro de las primeras iniciativas de IRIS-GRID se encontrará el diseño de unos “use-cases” a partir de una estrecha interacción con la comunidad astrofísica, y que servirán de directrices para el desarrollo de futuros proyectos dentro del Grid nacional.

Sin entrar en detalles, dos posibles “use cases” pueden tratar sobre la *resolución de problemas complejos en Astrofísica* y el *desarrollo de un observatorio Virtual Nacional*.

### *Resolución de problemas numéricos complejos en Astrofísica*

Como se ha mencionado anteriormente, la Astrofísica actual se enfrenta a problemas de una Física muy compleja y que requieren de tratamientos numéricos elaborados y con un alto coste computacional.

Muchos de ellos son revisiones más completas de problemas conocidos, como puedan ser refinamientos en los modelos de interior estelar, donde se incluye transporte convectivo, lo que exige la introducción de métodos numéricos no lineales; o modelos de evolución galáctica con síntesis de formación estelar más complejas, o simulaciones de interacción entre galaxias con condiciones iniciales y de contorno más próximas a las observadas, etc. Por otro lado, existe toda una línea de investigación denominada *Relatividad Numérica*, basada en el tratamiento numérico de la teoría de la Relatividad General en Astrofísica, y que sirve de base para la elaboración de complejos modelos cosmológicos sobre el origen y evolución del Universo. Las misiones en marcha, como *Planck*, dan muestra del enorme interés en este campo existente en la comunidad científica.

Enfrentarse a estos problemas exige de una altísima capacidad de cálculo y de recursos informáticos y humanos tan sólo al alcance de unos pocos centros especializados, debido a su alto coste económico, y que en bastantes problemas concretos es, a día de hoy, todavía insuficiente. Como ejemplo, una simulación de una colisión de dos estrellas de neutrones, un posible evento generador de ondas gravitatorias, requiere de más de 1024 Gigabytes de memoria y un pico de 100000 Gigaflops.

La creación de un tejido Grid que aglutine toda una serie de recursos distribuidos geográficamente para dar servicio a la comunidad astrofísica, no sólo aumentaría la capacidad computacional en varios órdenes de magnitud, sino que además conllevaría toda una serie de ventajas que se pueden enumerar en:

- Promover la creación de una comunidad para compartir y desarrollar códigos numéricos y resultados científicos, a través del concepto de Organización Virtual.
- Ofrecer un acceso transparente y remoto a una red de recursos (clusters, almacenamiento, etc.) distribuidos geográficamente para la ejecución de códigos y simulaciones numéricas de alta exigencia computacional, que puede llegar al orden de los Teraflops en potencia de cálculo, y de los Terabytes en capacidad de almacenamiento.
- Estimular el desarrollo de servicios y aplicaciones dentro de un entorno Grid en el área de Astrofísica, tales como el desarrollo de códigos de simulación para resolución de problemas concretos, o de aplicaciones Grid avanzadas (visualización, estadística, etc.) para uso general de la comunidad astrofísica.
- Permitir la interacción remota con los recursos de cálculo, de forma que los centros usuarios puedan instalar, compilar, chequear, ejecutar e interactuar con sus propios códigos.
- Mantener en todo momento los criterios de autenticación, seguridad y fiabilidad durante el proceso.
- Permitir el acceso a los clientes del área a los resultados totales, parciales o colaterales (animaciones, gráficas, etc.) generados durante la ejecución de la simulación.

Así pues, la idea básica es que una serie de centros especializados y con altas prestaciones computacionales y humanas conformen una organización virtual capaz de ofrecer, no solamente una inmensa capacidad de cálculo, sino también el desarrollo de una serie de aplicaciones Grid enfocadas a

la resolución de simulaciones numéricas de interés en Astrofísica, y que puedan ser explotadas por cualquier centro usuario. De igual manera, debe ofrecer a cualquier grupo científico la posibilidad de poder desarrollar y ejecutar sus propios códigos numéricos en dicho entorno Grid.

Como ejemplo de la potencia de cálculo de un entorno Grid, se lanzaron simulaciones de Astrofísica Relativista en un grid formado por máquinas del SDSC (USA), NCSA (USA) y el Max Planck (Germany), hasta alcanzar más de 1500 procesadores unidos entre ambos continentes por una red de 622mbps. Se utilizó *Cactus* y una adaptación Grid de las librerías de paralelización MPICH (MPICH-G2), todo ello sobre *Globus*. El resultado fue mejorar en un 70% el rendimiento de ejecución habitual.

#### *Desarrollo de un observatorio Virtual Nacional*

Un observatorio virtual es un conjunto de archivos astronómicos conectados e interrelacionados a través de una red de alta velocidad, y de herramientas de software para la explotación y análisis de dichos archivos por parte de la comunidad científica.

Manteniendo la analogía con uno real, en un observatorio virtual los “telescopios” estarían representados por la red de archivos, mientras que los “instrumentos” sería la colección de aplicaciones software empleadas en la petición y análisis de los datos, sin que sea necesario que estos se muevan físicamente del archivo, y respondiendo a las solicitudes realizadas por los “observadores”.

Un Observatorio Virtual Nacional estaría conformado por archivos astronómicos desarrollados y/o mantenidos por grupos de investigación propios de un país.

Entre las numerosas ventajas que ofrecen los Observatorios Virtuales, se pueden enumerar:

- Los datos pueden ser explotados múltiples veces y por diferentes grupos de investigación. Además, son almacenados de una manera controlada y con una interfaz uniforme, lo que asegura su utilización por largo tiempo.
- Permite el acceso y explotación de los archivos a instituciones que de otra manera no podrían, por carecer de recursos económicos suficientes.
- Evita al astrónomo tener que correlacionar diferentes archivos cuando, por ejemplo, el estudio implique datos en diferentes longitudes de onda.
- Facilita el análisis masivo y simultáneo de diferentes archivos, en busca de correlaciones físicas entre los datos, búsqueda de nuevos objetos, estudios estadísticos, etc.
- Asegura los requerimientos de autenticación y confidencialidad del acceso a los archivos.
- Genera un entorno colaborativo de servicio, etc.

Las necesidades de almacenamiento, cómputo y acceso que exige la existencia de un observatorio virtual y su explotación por parte de la comunidad, ha hecho que su formación haya ido paralela a la aparición y desarrollo de las tecnologías Grid, hasta el punto que la práctica totalidad de los Observatorios Virtuales nacionales e internacionales que están en marcha o en formación se sustentan sobre un grid de datos.

Las ventajas de un Grid en esta materia son obvias:

- Ofrece una red de centros especializados distribuidos geográficamente con los suficientes y escalables recursos de almacenamiento, cálculo y humanos para el mantenimiento de los archivos astronómicos.
- Implica la existencia de un “*middleware*” común donde pueden construirse las aplicaciones necesarias para la interacción con los datos.



- Su alta capacidad computacional permite abordar programas que exijan procesamiento y análisis masivo de diferentes archivos correlacionados, y que de modo individual serían imposibles de realizar por cada centro.

Así pues, un primer y fundamental paso para la formación de un Observatorio Virtual Nacional, que pueda en el futuro integrarse en las iniciativas internacionales abiertas como **AVO** o **IWOA**, es el de generar una infraestructura Grid adecuada.

### **Evaluación del posible uso de middleware común**

Aunque existen numerosos proyectos en marcha desarrollando y chequeando entornos Grid, es cierto que esta tecnología aun no se encuentra en un estado de total madurez. Todo el “*middleware*” específico del área de astrofísica debe sostenerse sobre una capa básica y común, que permita aprovechar de manera más efectiva los diferentes recursos del Grid. Entre los elementos y funciones básicas que este “*middleware*” común debe encargarse se puede listar:

- Disponibilidad y monitorización de recursos (computadores, almacenamiento, etc.)
- Seguridad y acceso
- Registro de usuarios y autenticación
- Protocolos de intercambio de información
- Manejo de sesiones, etc.

Actualmente, el “*toolkit*” *Globus*, es utilizado en más de cien centros en todo el mundo, y concretamente su próxima versión, denominada OGSA (*Open Grid Services Architecture*), se muestra como el estándar más fuerte para el futuro. En cualquier caso la decisión debe permanecer aún abierta, y dependerá de la evolución futura de esta tecnología.

Más información sobre el desarrollo y uso del “*middleware*” común se puede encontrar en el informe sobre el área temática de “*middleware*”.

### **Desarrollo previsto de middleware específico del área**

La mayor parte de las aplicaciones astrofísicas necesitan de elementos comunes que se deberán adaptar al entorno Grid. Estos elementos conforman la capa intermedia específica del área. Entre los posibles módulos o librerías que conformarían esta capa se puede mencionar:

- Módulos de interconexión con el “*middleware*” común.
- Interfases de acceso.
- APIs para programación Grid en el ámbito de la Astrofísica.
- Definición de estándares adecuados con la federación de archivos astronómicos.
- Módulos de lectura / escritura, que sean capaces de manejar y convertir los distintos formatos comunes en astrofísica: FITS, XML, etc.
- Módulos de interfaz SQL. Es decir módulos que se encarguen de la interacción con las bases de datos a bajo nivel, manejo de metadatos, procesamiento de peticiones, etc.
- Algoritmos y módulos de visualización. De imágenes, señales, espectros, etc.
- Librerías para “*data-mining*”, sobre las cuales construir herramientas de análisis de mayor sofisticación (*procesado, estadística, análisis masivo, “discovery tools”*).

- Librerías adaptadas para la construcción de simulaciones numéricas astrofísicas en un entorno Grid (Ej. MPICH-G2).
- Módulos de interacción, que permita a los usuarios compilar, chequear, correr y monitorizar sus propios códigos y aplicaciones, etc.

### **Definición de posibles proyectos piloto.**

El objetivo básico de un programa Grid en el área de Astrofísica consiste en la construcción del “middleware” específico para dicho área. En esta línea, y como paso inicial, habría que interactuar con la comunidad científica y realizar un detallado estudio de “use cases” concretos. Este estudio serviría de guía para la definición de los proyectos piloto iniciales. Una lista de potenciales aplicaciones piloto podría ser:

- Investigar las posibilidades de adaptación a la arquitectura Grid de software de uso común en Astrofísica (IDL, GAIA, IRAF, STARLINK, MIDAS, AIPS, FTOOLS, etc.).
- Construir o adaptar herramientas de visualización y manipulación de datos astrofísicos.
- Estudio piloto de la integración y correlación de diferentes archivos astrofísicos en un entorno Grid.
- Construcción de herramientas de acceso, búsqueda, navegación y presentación de resultados de un conjunto de archivos astronómicos integrados.
- Construcción o adaptación de librerías básicas de cálculo numérico para su empleo en un entorno Grid, etc.

### **Perspectivas de participación en el 6PM.**

Continuando con lo ya establecido en el 5PM, la Comisión Europea sigue apostando fuertemente por el desarrollo y uso de la tecnología Grid, como lo demuestra que en el 6PM existan tres líneas prioritarias donde se promueve explícitamente el uso de esta tecnología. Concretamente en *Information Society Technology (IST)*, donde aparece en dos apartados, *Complex Problem Solving* y *e-Health*, en *Life Sciences, Genomics and Biotechnology for Health*, y en *Research Infrastructures del programa Structuring the European Research Area*.

Dentro de este marco, existen numerosas propuestas con implicación Grid, pero en concreto una con participación española, *Enabling Grids for e-Science and Industry in Europe (EGEE)*, lleva asociado un “workpackage” con aplicación en el área de Astrofísica, concretamente para aplicaciones Grid en simulaciones numéricas del fondo de microondas.

En este sentido, es fundamental de cara a futuros proyectos europeos, la formación de una infraestructura Grid nacional, como la que representa IRIS-GRID.

## **Transferencia de tecnología, visibilidad y difusión de los proyectos.**

La implantación de un programa de e-ciencia nacional y con conexión Europea implica grandes beneficios tanto para el mundo científico, como para el empresarial.

Un grid es un enorme sistema de cálculo distribuido geográficamente y que puede ofrecer a la comunidad una potencia de cálculo de pico del orden de los Teraflops, así como una capacidad de almacenamiento del orden de los Petabytes.

Esta infraestructura permite que grupos de investigación, así como pequeñas y medianas empresas puedan abarcar proyectos que de otra manera les exigiría una inversión en infraestructura generalmente inabordable.

Además la existencia y funcionamiento de esta infraestructura genera toda una serie de fuentes de financiación inerciales a distintos niveles: institucionales, locales, nacionales, europeas.

Por estos motivos es necesario promover el uso de estas tecnologías, dando a conocer al mayor número de potenciales centros y empresas usuarias las ventajas de su aplicación. Este proceso de disseminación y transferencia tecnológica debe realizarse a través de:

- Encuentros con empresas con el objetivo de fomentar la colaboración y el desarrollo conjunto de proyectos relacionados con las tecnologías Grid. En el área de astrofísica en concreto, pueden ejecutarse programas conjuntos entre empresas y centros de investigación relacionados con la fabricación y puesta a punto de instrumental de alta tecnología para telescopios y misiones espaciales.
  - Participación y organización de “workshops” nacionales e internacionales para intercambio de ideas sobre los distintos aspectos de las tecnologías Grid y de e-ciencia.
  - Construcción y mantenimiento de un portal Web único, donde se concentre toda la información sobre IRIS-Grid. Desde documentación de uso, proyectos en marcha, material de difusión, monitorización de aplicaciones, etc.
  - Motivar a través de seminarios, estancias y cursos en centros de investigación el uso del Grid nacional.
-

## **ANEXO**

Relación de grupos de investigación en Astrofísica con interés en IRIS-GRID

**GRUPO CAB (Centro de Astrobiología, CSIC-INTA, Torrejón de Ardoz - Madrid)**  
(<http://www.cab.inta.es/~CABGrid>)

**Contacto:** David Galadí (Científico del CAB)

**Integrantes:** Ignacio Martín Llorente ([martinli@inta.es](mailto:martinli@inta.es), Científico Senior del CAB y Profesor Titular de la UCM), Luis Vázquez Martínez (Científico Senior y Profesor Catedrático de la UCM), Paulino Gómez Puertas (Científico Senior), Javier Gómez Elvira (Científico Senior), Eduardo Huedo Cuesta (Científico), José Antonio Rodríguez Manfredi (Científico), Antonio Giaquinta (Científico), M<sup>a</sup> Paz Zorzano (Científico), Kai Neuffer (Técnico) y Alain Lepinette Malvitte (Científico).

**Experiencia e interés en áreas GRID:** Bancos de pruebas, infraestructura software para alta productividad, Grids de datos e integración de instrumentos científicos para adquisición de datos bajo demanda.

**Proyectos Relacionados:**

1) CABGrid: Tecn. Grid Aplicada a Astrobiología Computacional ([www.cab.inta.es/~CABGrid](http://www.cab.inta.es/~CABGrid))

Entidad financiadora: INTA

Entidades participantes: CAB

Duración desde: Enero 2003 hasta: Diciembre 2005

Investigador principal: Ignacio Martín Llorente

Número de investigadores participantes: 10

Fases finales de puesta a punto de una red de tres telescopios robóticos que, una vez se encuentren a pleno rendimiento, se usen de manera compartida por medio de grids. La red consta de tres telescopios robotizados, uno de 40 cm y dos de 50 cm de diámetro, situados en diferentes sitios de España y accesibles remotamente a través de Internet.

2) iAstro ([www.iaastro.org](http://www.iaastro.org))

Entidad financiadora: UE (COST Action 283)

Entidades participantes: Centro de Astrobiología, Universidad Complutense de Madrid, Queen's University Belfast, Strasbourg Astronomical Observatory, Univ. Federico II, Albert-Einstein-Institute, University of Barcelona, University of Granada, National Univ. of Ireland, Konkoly Observatory, Space Research Institute, Rutherford Appleton Laboratory, University of Sofia, Theoretische Physik y Univ Applied Sciences,

Duración desde: Noviembre 2001 hasta: Noviembre 2003

Investigador principal: Fionn Murtagh, coordinador del CAB: Ignacio Martín Llorente

Número de investigadores participantes: 20

**Recursos de infraestructura:**

Cluster con servidor Compaq DS20 (dual Alpha EV6) y 30 nodos Compaq DS10 (Alpha EV6) conectados con Fast Ethernet y una red ServerNet de altas prestaciones.

Cluster de 4 servidores Intel (dual Pentium III) conectados con Fast Ethernet.

Estaciones Sun Ultra-60 (dual UltraSPARC-II) y Sun Ultra-5 (UltraSPARC-III).

Conexión interna con Gigabit y Fast Ethernet. Conexión con RedIRIS a 2Gbps (planificada).

Diversos instrumentos científicos (red de telescopios robóticos, microscopios electrónicos, espectrómetros, brazos robóticos...)

**Grupo Atmósferas Planetarias (Departamento de Sistema Solar. Instituto de Astrofísica de Andalucía. IAA . CSIC).**

**Contacto:** Manolo López Puertas (Investigador Científico)

**Integrantes:** Miguel Ángel López Valverde (Científico Titular), Bernd Funke (contrato IAA), María José López González (Científico Titular), Maya García Comás (Becaria pre-doctoral), Sergio Gil (Becario pre-doctoral), Francisco González Galindo (Becario pre-doctoral).

**Proyectos de investigación con interés Grid:**

*“Remote sensing of atmospheric temperature and composition with Envisat”*

*Objetivo:*

Mejorar significativamente el conocimiento de la temperatura y composición en la estratosfera, analizando las medidas obtenidas con los instrumentos MIPAS y SABER a bordo de los satélites Envisat (ESA) y Timed (NASA) respectivamente. El proyecto analizará la presión y temperatura atmosférica y las abundancias de los constituyentes menores, incluyendo en dicho análisis procesos en no-equilibrio termodinámico local (No-ELT).

Los requerimientos computacionales necesarios para la aplicación de técnicas de inversión no-ETL en las medidas de alta resolución espacial que ofrece MIPAS, son de un mínimo de 16 procesadores y 16 Gigabytes de memoria RAM compartida.

**Recursos de infraestructura:**

- Cluster Tru64 UNIX formado por dos nodos conectados con tecnología Memory Channel: un Compaq AlphaServer ES40 (cuatro procesadores Alpha EV6 833MHz y 8Gb RAM) y un AlphaServer CS20 (dual Alpha EV6 833MHz y 2GB RAM).
- Sistema de almacenamiento Compaq Enterprise StorageWorks RAID Array: controladora HSG80 de 6 canales, switch Fibre Channel de 8 puertos a 2 Gbps, 3 cabinas de disco con una capacidad total de 3 TBytes.
- Sistema de backup DLT Compaq Storageworks TL891DX Library 800Gb (10 slots DLT IV).
- Conexión ATM 155Mbps con troncal RedIRIS.
- Instrumentación científica: red de telescopios ópticos, fotómetros, espectrógrafos, cámaras CCD, etc.

**Grupo Astronomía Extragaláctica (Departamento de Astronomía Extragaláctica. Instituto de Astrofísica de Andalucía. IAA . CSIC).**

**Contacto:** Jaime Perea Duarte (Científico Titular)

**Integrantes:** Ascensión del Olmo (Científico Titular), Lourdes Verdes-Montenegro (Científico Titular), Stephan Leon (Contrato Marie-Curie), Ute Lisenfield (Contrato I3P), Daniel Espada (Becario Pre-Doctoral), Simon Verley (Becario Pre-Doctoral), José Ruedas (Técnico especializado), Emilio J. García (Técnico especializado)

**Proyectos de investigación con interés Grid:**

1.) *Multiwavelength observational study and modelization of compact groups of galaxies*

Descripción:

Discriminar entre las características genéricas de una galaxia y aquellas producidas por su entorno.

El proyecto estudia los *Grupos Compactos de Galaxias*, donde las interacciones entre galaxias son especialmente intensas, centrándose en:

El análisis de su medio interestelar

La modelización de su estado dinámico actual: Con un buen cubrimiento en el espacio de fases de los modelos (alto número de partículas, condiciones realistas, etc.) y condiciones iniciales marcadas por el estudio observacional.

Es necesario una gran red de máquinas interconectadas a muy alta velocidad, trabajando de forma paralela para cálculo intensivo de las simulaciones y la reducción de los grandes volúmenes de datos observados.

2.) *Statistical study of the Interstellar Medium (ISM) and Star Formation of a complete sample of 760 isolated galaxies*

Descripción:

Cuantificar las propiedades del Medio Interestelar en una bien definida y estadísticamente significativa muestra de galaxias aisladas, con el objetivo de caracterizar una muestra de referencia con una mínima influencia del entorno.

La muestra contendrá una información completa a diferentes longitudes de onda y será de especial interés para el análisis de los datos generados por galaxias de alto *redshift*.

Los datos de la muestra pasarán a ser públicos en una base de datos con el interés centrado en su integración en un futuro Observatorio Virtual.

**Recursos de infraestructura:**

- Cluster Tru64 UNIX formado por dos nodos conectados con tecnología Memory Channel: un Compaq AlphaServer ES40 (cuatro procesadores Alpha EV6 833MHz y 8Gb RAM) y un AlphaServer CS20 (dual Alpha EV6 833MHz y 2GB RAM).
- Cluster Linux formado por 16 nodos (dual Pentium III 1GHz) conectados por Myrinet 2 Gbps y Fast Ethernet.
- Sistema de almacenamiento Compaq Enterprise StorageWorks RAID Array: controladora HSG80 de 6 canales, switch Fibre Channel de 8 puertos a 2 Gbps, 3 cabinas de disco con una capacidad total de 3 TBytes. Sistema de backup DLT Compaq Storageworks TL891DX Library 800Gb (10 slots DLT IV).
- Conexión ATM 155Mbps con troncal RedIRIS.
- Instrumentación científica: red de telescopios ópticos, fotómetros, espectrógrafos, cámaras CCD, etc.

**Grupo COROT (Departamento de Física Estelar. Instituto de Astrofísica de Andalucía. IAA . CSIC).**

**Contacto:** Rafael Garrido (Investigador Científico)

**Integrantes:** Hans Deeg (Contrato), Pedro Amado (Contrato I3P), Juan Carlos Suárez (Contrato Post-Doctoral), Ahmed Grigahcene (Becario Pre-Doctoral), Andrés Moya (Becario Pre-Doctoral), Ricardo Casas (Becario Pre-Doctoral)

**Proyectos de investigación con interés Grid:**

*Spanish participation in the mission COROT (Convection, Rotation and planetary Transits)*

*Descripción:*

COROT es un telescopio espacial dedicado a fotometría estelar de extremadamente alta precisión. La misión tiene dos objetivos principales:

- *Asterosismología:* COROT ejecutará observaciones de larga duración durante cinco meses de un catálogo de estrellas con el objetivo de caracterizar su pulsación. Estas observaciones serán de una precisión de una parte en un millón.
- *Detección de planetas extrasolares:* Debido a la alta precisión y al largo periodo observacional que es capaz de ofrecer COROT, la búsqueda de planetas extrasolares por el *método del tránsito planetario* es fácilmente integrable en el perfil de la misión.

**Recursos de infraestructura:**

- Cluster Tru64 UNIX formado por dos nodos conectados con tecnología Memory Channel: un Compaq AlphaServer ES40 (cuatro procesadores Alpha EV6 833MHz y 8Gb RAM) y un AlphaServer CS20 (dual Alpha EV6 833MHz y 2GB RAM).
- Cluster Linux formado por 16 nodos (dual Pentium III 1GHz) conectados por Myrinet 2 Gbps y Fast Ethernet.
- Sistema de almacenamiento Compaq Enterprise StorageWorks RAID Array: controladora HSG80 de 6 canales, switch Fibre Channel de 8 puertos a 2 Gbps, 3 cabinas de disco con una capacidad total de 3 TBytes.
- Sistema de backup DLT Compaq Storageworks TL891DX Library 800Gb (10 slots DLT IV).
- Conexión ATM 155Mbps con troncal RedIRIS.
- Instrumentación científica: red de telescopios ópticos, fotómetros, espectrógrafos, cámaras CCD, etc.



**Grupo Radioastronomía (Departamento de Radioastronomía y Estructura Galáctica. Instituto de Astrofísica de Andalucía. IAA . CSIC).**

**Contacto:** Antxón Alberdi (Científico Titular)

**Integrantes:** José Luis Gómez (Científico Titular), Lucas Lara Garrido (Doctor Vinculado), Iván Agudo (Doctor Vinculado), Miguel Angel Pérez (Contrato I3P)

**Areas Temáticas:** Actividad Galáctica

**Proyectos de investigación con interés Grid:**

*Radiointerferometry applied to the study of Active Galactic Nuclei*

*Descripción:*

Estudia los jets, en la escala del pársec, de los Núcleos Galácticos Activos (AGN), utilizando Interferometría de Muy Larga Base (VLBI). El proyecto permite la obtención de conclusiones estadísticas sobre la física de los AGN, combinando observaciones VLBI multi-época y multi-frecuencia.

Se realizan modelos numéricos magnetohidrodinámicos de jets relativistas con el fin de caracterizar la radioemisión espectral.

Actualmente, los códigos numéricos están ejecutándose en un cluster formado por 24 nodos con cuatro procesadores a 1.3GHz, con un pico de 166 Gflops y 64Gb de memoria RAM cada nodo.

**Recursos de infraestructura:**

- Cluster Tru64 UNIX formado por dos nodos conectados con tecnología Memory Channel: un Compaq AlphaServer ES40 (cuatro procesadores Alpha EV6 833MHz y 8Gb RAM) y un AlphaServer CS20 (dual Alpha EV6 833MHz y 2GB RAM).
- Cluster Linux formado por 16 nodos (dual Pentium III 1GHz) conectados por Myrinet 2 Gbps y Fast Ethernet.
- Sistema de almacenamiento Compaq Enterprise StorageWorks RAID Array: controladora HSG80 de 6 canales, switch Fibre Channel de 8 puertos a 2 Gbps, 3 cabinas de disco con una capacidad total de 3 TBytes.
- Sistema de backup DLT Compaq Storageworks TL891DX Library 800Gb (10 slots DLT IV).
- Conexión ATM 155Mbps con troncal RedIRIS.
- Instrumentación científica: red de telescopios ópticos, fotómetros, espectrógrafos, cámaras CCD, etc.

**Grupo del Fondo C3smico de Microondas. (Instituto de Astrof3sica de Canarias. IAC)**

**Contacto:** Rafael Rebolo (Prof. CSIC)

**Personal:** Ricardo Genova-Santos (Astrof3sico Residente) ,Silvia Cerezo (Astrof3sico Residente),  
Sergi Hillebrandt (Post-doc), Carlos Gutierrez (Post-doc Ramon y Cajal)

**Inter3s en Grid:**

The IAC group working on CMB has been involved for many years in CMB experiments producing data processing and analysis. In particular, we run a cluster of 10 PCs fully dedicated to analysis of CMB data, including simulations of CMB observations, data processing and analysis using Monte Carlo Markov Chains to constrain multiparametric cosmological models.

The group is also responsible of the Radiometer Electronic Box of the Low Frequency Instrument, both for hardware and software and participate in several working groups of the Planck satellite.

**Recursos:**

5 Sun workstations (100 Gbytes space disk)  
Cluster 10 PCs (400 Gbytes space disk total)

**Grupo de simulación numérica en Astrofísica. (Instituto de Astrofísica de Canarias. IAC)**

**Persona de contacto:** Fernando Moreno-Insertis (fmi@ll.iac.es)

**Personal integrante:** Javier Trujillo Bueno, Marc Balcells Comas, Vasilis Archontis, Rafael Manso

**Proyectos con interés en Grid:**

Uso y desarrollo de códigos de ordenador (C y Fortran) para simulación numérica de procesos físicos en Astrofísica (con especial énfasis en problemas de hidrodinámica, física del plasma, transporte radiativo y problemas de N cuerpos).

Necesidades de calculo: En un caso típico se desea utilizar una red numérica tridimensional de 526x526x526 puntos, orden de 100000 pasos temporales, con requerimientos de (por cada run) unos 10 Gigas de Memoria RAM total y hasta 300 Gigas en disco duro. Los cálculos se realizan en modo paralelo (usando típicamente MPI o - caso de fortran- también HPF) y el escalado puede ser muy bueno hasta, por lo menos, 32 CPUs.

**Recursos de infraestructura existentes:**

5 Sun workstations (100 Gbytes space disk)

Cluster 10 PCs (400 Gbytes space disk total)

## **Instituto de Ciencias del Espacio (ICE, CSIC)**

**Persona de contacto:** Emilio Elizalde

**Personal integrante:** Francisco Castander, Emilio Elizalde, Enrique Gaztañaga, Josep Guerrero (System Manager del IEEC), Margarita Hernanz, Jordi Isern, Gabriel Martínez-Pinedo (contrato ICREA), Antonio Rius, José M. Torrelles

### **Experiencia e interés en GRID:**

Existe experiencia, por parte de E. Elizalde y E. Gaztañaga. Se ha concedido una Acción Especial por parte de la Generalitat de Catalunya y se ha participado en reuniones en el IFAE. Conocimiento del proyecto a fondo y las necesidades del grupo con vistas a integrarse al mismo. Existe interés en formar un nodo propio y hemos empezado acciones en tal sentido.

### **Proyectos:**

- Simulación de Explosiones Estelares: Supernovas gravitacionales y termonucleares, novas.
- Algoritmos de minimización de problemas multiparamétricos
- Compresión de información en telemetría para Planck
- Simulación de colisiones estelares
- Correlaciones a 2 y 3 puntos en mapas de radiación cósmica de fondo (WMAP) y catálogos de galaxias (SDSS y 2DF).
- Función zeta de Riemann, caos y gravedad cuántica

### **Recursos de infraestructura existentes:**

- Cluster de Cálculo tipo Beowulf

**Grupo de Astronomía de Rayos X ( Instituto de Física de Cantabria, CSIC-UC, Santander).**

**Contacto:** Francisco J. Carrera (Prof. Titular de Universidad)

**Integrantes:** X. Barcons (Prof. Investigación CSIC), M. Teresa Ceballos (contratada post-doctoral), Silvia Mateos (estudiante de doctorado), Ludolfo Caiña (contratado Titulado Superior)

**Areas Temáticas:** Astronomía de rayos X

**Experiencia en Grid:** Utilización del "Grid wall" del IFCA para tratamiento de datos de XMM-Newton.

**Proyectos (futuros o en marcha) con naturaleza adaptable a Grid**

**XMM-Newton:** Continuar con el análisis masivo de espectros de rayos X de fuentes de flujo intermedio. El cuello de botella (en CPU) es la generación de ficheros de calibración para cada fuente y cada observación. El trabajo actual de analizar unas 300 fuentes ha llevado muchas semanas de CPU en 10-20 PCs del grid. En la actualidad estamos con el análisis de la exposición más profunda de XMM que involucra 17 observaciones x 150 fuentes, probablemente un mes de CPU en 10 PCs. Otros proyectos similares seguirán a estos.

**Misiones futuras (DUET/DUO/ROSITA):** Se trata de misiones en estudio para cartografiar el cielo completo, o al menos 1 sr, en rayos X. La cantidad de procesado involucrada necesitará de este tipo de recursos.

**Recursos de infraestructura:**

**Comunes del Insituto de Física de Cantabria:**

Cluster 80 servidores IBM X220 dual CPUs PIII 1.26 GHz 36GB SCSI + 60 GB IDE

Backbone gigabit (24 puertos) + fast-ethernet (72+24 puertos)

Conexión hasta router RedIRIS en el PER de Cantabria (Centro de Cálculo de la Universidad a 100 Mbps) (upgrade a Gigabit en Julio '03) (PER: Universidad)

Servidor afs IBM X250(5x36 GB SCSI), 2x IBM X235,

Sistema de almacenamiento en cinta LTO Dell Powervault 136 T, 7Tb (slots) + castor (stager IBM X220). Servidor disco RAID IDE ( 6x120 GB).

**Propios del Grupo de Astronomía de rayos X:**

Servidor de disco RAID IDE (4x120Gb)

5 PC Linux (371Gb en total)

**Grupo de Radiación Cósmica del Fondo de Microondas ( Instituto de Física de Cantabria IFCA , CSIC-UC, Santander).**

**Persona de contacto:** Enrique Martínez-González (Científico Titular CSIC)

**Personal Integrante:** Julio Gallegos (Contrato UC), Belén Barreiro (Contrato R&C), José L. Sanz (Catedrático UC), Antonio Aliaga (Contrato Planck), Oscar Gómez (becario pre-doc), Maria Jesús Salmón (becario pre-doc).

**Experiencia e interés en GRID:** Experiencia en el ámbito de usuario con el GRID del IFCA y con los sistemas de computación del CESGA. Interés en el uso de la tecnología GRID y en el estudio de "*feasibility*" de la ejecución de nuestro software de análisis de datos de la misión Planck.

**Proyectos con naturaleza Grid:**

Participación a nivel de Col en el instrumento LFI de Planck . Manager nacional del Data Processing Center del LFI. El análisis de los datos de la misión y la preparación para su explotación involucra el manejo de una gran cantidad de datos (entre cientos de GB y TB) y el desarrollo de abundante software de análisis dentro de una colaboración internacional.

**Recursos de infraestructura existentes:** 11 PCs, SUN cluster y TB de disco.

**Grupo de Física Solar UIB (Departament de Física).**

**Contacto:** Ramón Oliver (ramon.oliver@uib.es)

**Integrantes:** Tres profesores y dos becarios pre-doctorales.

**Líneas de investigación con interés Grid:**

Propagación de ondas magnetohidrodinámicas en el Sol, oscilaciones magnetohidrodinámicas en la corona solar, variabilidad solar...

**Recursos de infraestructura:**

- Un AlphaServer GS160.
- Pc's y estaciones de trabajo digital.