5 PLAN DE TRABAJO

5.1 L3

PLAN DE TRABAJO

5.1.1 METODOLOGÍA

La metodología a seguir en este Proyecto es la habitual en los Proyectos en Física Experimental de Altas Energías y es la que ha venido utilizando esta Unidad en los últimos 25 años. En cierta medida está reseñada en la descripción de antecedentes, estado actual del tema y objetivos concretos. Nuestra actividad se realiza en un entorno de colaboración con otros múltiples grupos europeos y americanos de I + D , y está integrada en el programa del CERN, donde se encuentran las instalaciones y equipos que permiten la realización de los experimentos. De ahí la necesidad de hacer viajes frecuentes a Ginebra, y requerir estancias prolongadas en el CERN, aspectos que vienen reflejados en nuestra financiación en el capítulo de presupuestos.

A continuación se presenta el plan de trabajo con desglose de tareas e identificación de participantes, así como una indicación de la evolución previsible de la actividad investigadora a lo largo del Proyecto.

5.1.2 PLAN DE TRABAJO Y DESGLOSE DE TAREAS

En lo que se refiere a tareas de análisis , se pretende potenciar nuestra contribución a la obtención de resultados con una mayor presencia, principalmente de los jóvenes investigadores de esta Unidad, en el CERN. Ello permitirá optimizar la integración en los grupos de trabajo de la colaboración L3, y también conseguir una más eficiente coordinación entre las actividades que se se realizan en el CIEMAT y las que tienen lugar en el CERN.

En relación a la explotación de los datos acumulados en la región del Z^0, y aprovechando la notable estadística acumulada que permitirá la realización de estudios muy detallados, la contribución del Grupo del CIEMAT se centrará en los temas siguientes:

- Estudios de QCD (producción de *jets*, medidas de los factores de color, determinación de α_s, ...)
- Estudio de propiedades del quark b (medida de R_{bb}, oscilaciones $B^0 - \bar{B}^0$, medidas de la vida media, ...)
- Estudios de QED (producción de estados finales multifotónicos, desviaciones de QED, ...)
- Estudio de propiedades del leptón τ

En cuanto a la participación en las tareas de comprensión del funcionamiento de los subdetectores "*L3 Forward - Backward Muon Chamber Detector*" y "*Silicon Microvertex Detector*", la contribución del Grupo del CIEMAT se centrará en los temas siguientes:

- Reconstrucción de muones a bajo ángulo polar con las cámaras FB. Determinación de constantes geométricas y comprobación de su correcto funcionamiento y alineamiento. Análisis de los datos registrados.
- Calibración y alineamiento del detector SMD y reconstrucción de partículas cargadas.

En cuanto a la participación en LEP 200, la contribución del Grupo del CIEMAT se centrará en los temas siguientes:

- Estudio de los bosones $W^{\pm}$: determinación de M_W, anchuras de desintegración y acoplos del bosón W (momento magnético anómalo, momento cuadrupolar, acoplo de 3 bosones, ...)
- Búsqueda del bosón de Higgs, fundamentalmente a través del proceso $e^+e^- \to ZH \to (q\bar{q})(b\bar{b})$
- Búsqueda de nuevas partículas: producción de nuevos bosones y fermiones, partículas supersimétricas, modelos compuestos etc.
- Estudio de procesos mediados por dos fotones

La evolución temporal de actividades vendrá en buena medida dictada por el programa general de toma de datos del CERN, la luminosidad integrada que se vaya acumulando y, lógicamente, los resultados que se vayan obteniendo. La actividad de análisis de datos es continuada. Previsiblemente, el porcentaje de actividad con datos correspondientes a LEP I disminuirá a lo largo de los próximos años y recíprocamente irá aumentando el esfuerzo dedicado a LEP 200.

5.1.3 PARTICIPANTES EN TAREAS

A continuación se enumera la relación de investigadores que van a participar más directamente en éste Proyecto, así como la actividad que van a realizar. Otros miembros de la Unidad realizarán aportaciones puntuales.

Dr. Juan ALCARAZ . . . . SMD, quark b
Jorge CASAUS . . . . QCD, QED
Dr. Marcos CERRADA . . . . FB, W's
María CHAMIZO . . . . Quark b
Dr. Nicanor COLINO . . . . Experto informático
Dra. Begoña DE LA CRUZ . . . . $\gamma\gamma$
Dra. M. Isabel JOSA . . . . SMD
Miguel Angel FALAGÁN . . . . Búsqueda de nuevas partículas
Dr. Pedro LADRÓN DE GUEVARA . . . . $\gamma\gamma$
Dr. Carlos MAÑA . . . . W's, quark b, QED
Carmen PALOMARES . . . . W's, QED
Eusebio SÁNCHEZ . . . . Taus, búsqueda de nuevas partículas

Está previsto que en 1997 Eusebio Sánchez, María Chamizo y Jorge Casaus presenten sus tesis doctorales. Sería muy conveniente que estos investigadores continuasen asociados al Proyecto L3, en el CIEMAT (con una beca post-doctoral), en el CERN (con una beca de la Organización) o en algún Centro de Investigación. La actividad en L3 podría simultanearse con la participación en CMS o AMS.

PLAN DE TRABAJO

5.2.1 PLAN DE TRABAJO Y DESGLOSE DE TAREAS

CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS DE DERIVA

- Participación en la fabricación y pruebas de una cámara prototipo de tamaño real (MB97)

  La finalidad que se persigue con la construcción del prototipo MB97 es ultimar el diseño de los útiles a emplear durante el proceso de producción así como construir la cámara con el mayor grado de automatización posible y al ritmo previsto para el periodo de producción.

  Al igual que ya ocurriera en la fabricación del prototipo MB96, éste será un proyecto conjunto y coordinado de los diferentes grupos que participan en la construcción de las cámaras del detector central de muones de CMS. Las actividades en las que los miembros de la Unidad de Física de Partículas del CIEMAT participarán serán las siguientes:

  - Optimización del diseño y fabricación de un útil para el posicionado y pegado de electrodos centrales y un dispensador automático de pegamento.
  - Fabricación y pruebas de la cámara.

  Está previsto completar la construcción de este prototipo a finales de 1997 y realizar medidas en un haz de muones del CERN en junio de 1998.

- Equipamiento completo de la Nave de Montaje

  En el Plan General de Construcción e Instalación del experimento CMS se prevé el inicio del periodo de montaje de las cámaras del detector central de muones para principios de 1999. Esto implica que los centros de producción de cámaras (Aachen, CIEMAT y Padova) han de estar totalmente equipados a finales de 1998.

  Las cámaras consisten en 12 capas de tubos de deriva dispuestas en 3 supercapas independientes (SL) de 4 capas de tubos cada una. Una capa de tubos de deriva la forman una serie de vigas (perfiles en forma de I) pegadas entre dos chapas de aluminio. El montaje de las supercapas se realiza mediante sucesivos pegados de chapas y capas de vigas. El tiempo de producción de una cámara depende fundamentalmente del tiempo de fraguado del pegamento y por tanto del número de pegados que haya de realizarse consecutivamente. Para asegurar un ritmo de producción que satisfaga el calendario previsto (aproximadamente 20 cámaras al año) se ha optado por un procedimiento de montaje que contempla la producción en paralelo de cada una de las SL que forman la cámara, con lo que es necesario equipar 3 cadenas independientes.

A principios de 1997 se ha iniciado el equipamiento de una de estas cadenas de montaje. El objetivo de este Proyecto es equipar las 2 cadenas de montaje restantes así como las áreas auxiliares necesarias para producir las cámaras. La tareas a realizar son las siguientes:

A) Completar 2 líneas de montaje de supercapas (SL)

- Adquisición de 2 mesas de montaje de precisión.
- Construcción de 2 dispensadores automáticos de pegamento (uno por mesa)

B) Equipar las áreas auxiliares de la Nave de Montaje:

- Area de preparación de las planchas de aluminio con los electrodos centrales de cobre. Para equipar este área será necesario
  - ∗ adquirir o fabricar una mesa auxiliar de trabajo,
  - ∗ construir un útil de posicionado y pegado de electrodos,
  - ∗ construir un útil de medida del posicionado de los electrodos.
- Area de producción de vigas con aislantes de *lexan*. El equipamiento de este área implica
  - ∗ adquirir o fabricar una mesa auxiliar de trabajo,
  - ∗ construir un útil para dispensar de forma automática el pegamento,
  - ∗ construir plantillas de pegado de aislantes a vigas.
- Area de preparación de los hilos, equipado con un
  - ∗ útil que corte los hilos a la longitud deseada y los atenace a los bloques metálicos que los soportan.
- Area de acabado de la cámara donde se realizarán las tareas de instalación de electrónica, cierre de gas y acabado de las supercapas y que requerirá una mesa auxiliar.

Además del equipamiento de las áreas de trabajo, la fabricación de las cámaras requiere una serie de útiles de montaje y control:

C) Utiles especiales

- Construcción de 2 plantillas de pegado de capas de vigas con sus pesos respectivos.
- Construcción de 2 útiles de medida del posicionado de hilos.
- Construcción de útiles de transporte de plantillas y supercapas dentro de la Nave.
- Desarrollo de un Sistema de Control de útiles automáticos.
- Adquisición de un sistema de soldadura por puntos.

• Equipamiento de la Zona de Pruebas

La producción de cámaras ha de llevar asociado un Control de Calidad de las mismas. Para ello se ha reservado una zona en la Nave de Montaje donde se realizarán pruebas que certifiquen la funcionabilidad de las cámaras (estanqueidad del gas y alto voltaje, uniformidad de cuentas en todos los canales, etc).

Con las subvenciones concedidas en los dos ultimos años, se ha desarrollado una infraestructura mínima de pruebas para los prototipos construídos en el CIEMAT. En este Proyecto se pretende equipar la zona de pruebas con los módulos electrónicos necesarios para certificar (al ritmo de producción) el funcionamiento de las cámaras.

La zona de pruebas ha de estar operativa en la misma fecha que la Nave de Montaje (finales de 1998).

• Producción de cámaras. Acopio de material

Como ya se ha indicado anteriormente, la producción de cámaras en serie comienza en 1999. Se ha previsto un periodo de 6 meses (hasta julio de 1999) de adaptación y optimización de los procedimientos de montaje y pruebas de las cámaras. En ese periodo se espera realizar la construcción y tests de 3 cámaras completas. A partir de entonces se pretende continuar la producción a un ritmo aproximado de 20 cámaras por año. Se estima producir 13 cámaras en 1999.

SISTEMA DE ALINEAMIENTO

Las actividades relativas al desarrollo del Sistema de Alineamiento que se proponen serán realizadas conjuntamente por

- la Unidad de Física de Partículas y la Dirección de Tecnología y
- los Departamentos de Física Moderna y Física Aplicada de la Universidad de Cantabria,

continuación natural del trabajo que se viene realizando en equipo en tareas de I + D de un sistema de Alineamiento optomecánico para CMS.

Operativamente, las tareas de cada grupo están bien definidas: el diseño, a nivel de concepción y planos, se desarrolla principalmente en Madrid, al igual que las pruebas de la mayoría de los componentes individuales, la preparación de la electrónica y el desarrollo del software necesarios para la toma de datos.

Los subsistemas completos se montan en Santander, donde se procede a su calibración, toma de datos y pruebas definitivas en un banco óptico (dos piezas de granito de 6 y 3 metros de longitud).

La fabricación de componentes mecánicos y preparaciones diversas (fuentes de luz, máscaras, etc.) se vienen haciendo indistintamente en ambos laboratorios, según necesidades y capacidades. En las tareas de montaje de prototipos en el banco de granito y tomas de datos intervienen los dos grupos. Esto tambien es aplicable al análisis de datos y discusión de resultados.

Madrid y Santander trabajan en estrecha colaboración con el resto de los grupos de CMS responsables de sistemas de alineamiento del detector: el grupo del CERN (alineamiento del detector central de muones), los institutos americanos (alineamiento del detector *Forward-Backward* de muones), y los grupos del detector central de trazas. La fase de I + D y la construcción de prototipos deberá finalizar a finales de 1998.

- DISEÑO INTEGRADO DEL SISTEMA DE ALINEAMIENTO DEL DETECTOR DE MUONES

  El diseño del Sistema de Alineamiento formará parte del *Technical Design Report* que la Colaboración elaborará y presentará en octubre de 1997. Se pretende que el diseño incluya todos los componentes y subsistemas que intervienen en el Alineamiento de CMS y garantice una buena conexión entre los mismos con mínimas interferencias con otros subdetectores. Posibles modificaciones y ajustes al diseño del sistema podrán tener lugar tras las pruebas del prototipo a escala real.

- Producción y validación de un prototipo a escala real del Sistema LINK

  Uno de los hitos marcados por el Management Board de la Colaboración CMS es la construcción y validación de un prototipo a escala real del Sistema de Alineamiento.

  El montaje y las pruebas se realizarán en un sector del anillo ISR del CERN que será instrumentado como Laboratorio de Alineamiento del detector CMS. El prototipo lo constituirán 2 estructuras de alineamiento del detector central de muones totalmente equipadas (MAB's), una línea de alineamiento del detector *Forward Backward* (SLM's), un plano de alineamiento del detector central de trazas y un plano del Sistema LINK.

  En 1996 se han iniciado las tareas de producción de este prototipo (adquisición y caracterización de componentes). En este Proyecto se pretende completar el prototipo así como llevar a cabo las pruebas del mismo en el laboratorio del CERN. Las actividades a realizar son:

  - Producción de los elementos necesarios para definir el camino de luz.
    - 2 Fuentes de luz y ópticas asociadas.
    - Plataforma soporte autocontrolada de la fuente de luz.
    - Periscopio.
  - Producción y calibración del Sistema de medida en ϕ.
    - Niveles láser y su óptica y mecánica asociadas.
    - Sensores matriciales y electrónica asociada.
  - Producción y calibración del Sistema de medida en x.
    - Sensores matriciales y electrónica asociada.
  - Producción y calibración del Sistema de medida en r.
    - Estructuras calibradas de fibra de carbono.
    - Sensores de proximidad.
  - Producción y calibración del Sistema de medida en z.
    - Estructuras calibradas de fibra de carbono.
    - Sensores de proximidad.
  - Montaje y validación del sistema en el laboratorio del CERN.

- ACTIVIDADES DE I + D DE COMPONENTES Y SISTEMAS

  Las actividades de I + D a realizar son continuación de las ya iniciadas en años anteriores:

  - Optimización de sensores matriciales de Si-Amorfo y construcción y evaluación de un prototipo. El objetivo es desarrollar un detector alternativo a los CCD-2D existentes en el mercado y con una mayor resistencia a la radiación.
  - Caracterización y validación de componentes en ambientes de alta radiación y campo magnético.
  - Fabricación y pruebas de DAQ (tarjetas de electrónica y desarrollos software).
  - Participación en la definición de la electrónica de *slow control*, *monitoring* y base de datos del experimento.

ELECTRÓNICA DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

El objetivo de estas actividades es realizar el diseño y validación del Sistema de Lectura de Datos de las cámaras de muones.

En 1996 se ha iniciado el diseño de la tarjeta de lectura y las pruebas de caracterización del circuito integrado de TDC. En este Proyecto se pretende finalizar las tareas de diseño y producir un prototipo de la tarjeta de lectura (ROB) y de la unidad de control (ROS) para su validación con datos reales tomados con una cámara en el Test Beam del CERN. Las actividades a desarrollar son:

- Diseño y fabricación de un prototipo de tarjeta de 128 canales.
- Prueba de la tarjeta de 128 canales en el laboratorio (simulación de las señales de entrada).
- Diseño y desarrollo del primer prototipo de la unidad de control ROS Master.
- Instalación de la tarjeta de 128 canales en las cámaras reales (prototipos MB96 y/o MB97).
- Pruebas del conjunto de la electrónica con datos reales en el Test Beam del CERN.

SOFTWARE

Hasta ahora, las tareas de Software del detector de muones realizadas por miembros de la Unidad han estado estrechamente relacionadas con las pruebas de las cámaras prototipo llevadas a cabo en el Test Beam del CERN. A partir de mediados de 1997 se pretende iniciar una mayor participación en las tareas generales de software del Detector de Muones contribuyendo en

- la producción de sucesos Monte Carlo para la colaboracion,
- el desarrollo de software específico de apoyo al diseño y pruebas del Detector de Muones y del Sistema de Alineamiento,
- el desarrollo de software general de simulacion, reconstrucción y analisis de datos.

No se descarta establecer, en colaboración con la Universidad de Cantabria, una colaboración con el experimento CDF que se realiza actualmente en el acelerador Tevatrón de Fermilab (Batavia, Illinois). Este experimento estudia las colisiones protón-protón a 1.8 TeV y permite calibrar las técnicas de análisis de datos que, a partir del 2005, se utilizarán en el LHC. Desde el punto de vista de formación de personal investigador esta iniciativa es altamente rentable.

5.2.2 PARTICIPANTES EN TAREAS

A continuación se enumera la relación de investigadores que van a participar en este Proyecto, indicándose la actividad a la que están asociados.

- UNIDAD DE FISICA DE PARTICULAS

  Dr. Luciano ROMERO . . . . Cámaras

  Dr. Javier BERDUGO . . . . Cámaras y Alineamiento

  Dr. Marcos CERRADA . . . . Cámaras

  Dr. Nicanor COLINO . . . . Cámaras y Software

  Manuel DANIEL . . . . Cámaras

  Marcos FERNANDEZ . . . . Alineamiento

  Dr. Antonio FERRANDO . . . . Alineamiento

  Dra. María de la Cruz FOUZ . . . . Cámaras y Software

  Dra. María Isabel JOSA . . . . Alineamiento y Software

  Dr. Pedro LADRON de GUEVARA . . . . Cámaras

  Jorge MOCHOLI . . . . Cámaras

  Dr. Jesús SALICIO . . . . Alineamiento y Software

- PROGRAMA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

  Javier ALBERDI . . . . Alineamiento y Electrónica

  Jesús MARIN . . . . Electrónica

  Antonio MOLINERO . . . . Alineamiento

  Javier NAVARRETE . . . . Alineamiento y Electrónica

  José Luis de PABLOS . . . . Electrónica

  Juan Carlos OLLER . . . . Alineamiento y Electrónica

  Dr. Carlos WILLMOTT . . . . Electrónica

- OFICINA TÉCNICA DE ADQUISICIONES

  Dr. Carlos BURGOS . . . . Alineamiento

PLAN DE TRABAJO

5.3.1 PLAN DE TRABAJO

Conforme a lo mencionado en secciones previas, la tarea a realizar a corto plazo es la participación en el desarrollo de software y en las pruebas del detector que se llevarán a cabo en el ETH hasta diciembre de 1997 y posteriormente en Houston hasta su lanzamiento en mayo de 1998.

A partir de la primavera de 1998, se colaborará en el análisis de los datos obtenidos y en los estudios que se lleven a cabo con objeto de optimizar el detector que se instalará en la Estacion Espacial en la segunda fase del experimento.

5.3.2 PARTICIPANTES EN TAREAS

A continuación se enumera la relación de investigadores que van a participar más directamente en éste Proyecto.

Dr. Juan ALCARAZ . . . . Software
Dr. Javier BERDUGO . . . . Software
Jorge CASAUS . . . . Software
Dr. Carlos MAÑA . . . . Software