# Memoria de actividades de la División de Física de Partículas en 1994

# 1. FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS

Durante 1994 la Unidad de Física de Partículas ha continuado desarrollando un Programa de Investigación en Física Experimental de Altas Energías íntimamente conectado con el Programa Experimental de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN, Ginebra Suiza) y dentro del contexto del Programa Nacional de Física de Altas Energías integrado en el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

El programa de investigación de la Unidad de Física de Partículas se ha estructurado, en torno a las siguientes líneas:

1. Participación en el Programa Experimental del Anillo de Colisiones de Electrones y Positrones LEP (Large Electron Positron Machine) con el detector L3 instalado en el Área Experimental P2, que en una primera fase, 1989-1995, produce colisiones en la región del bosón $Z^o$. A finales de 1995 se iniciará el aumento progresivo de la energía de LEP hasta superar en 1997 el umbral de producción $W^+W^-$ LEP 200).

2. Participación en el Programa Experimental de Iones Ultrarrelativistas del SPS (Super Proton Synchrotron) con el detector Ω instalado en el Área Oeste. El SPS tiene capacidad para acelerar protones a 450 GeV/c y diversos tipos de iones hasta energías de 200 GeV/c per nucleón.

3. Participación en Proyectos del Programa de Investigación y Desarrollo para Detectores en el Anillo de Colisiones Hadrónicas LHC (Large Hadron Collider). LHC es un acelerador, ubicado en el tunel del LEP, que permitirá estudiar colisiones protón-protón a 14 TeV de energía y muy alta luminosidad ($10^{34}$) y colisiones de iones Pb-Pb ultrarrelativistas a 1100 TeV. El proyecto de construcción se aprobó el 15 de diciembre de 1994 y su entrada en funcionamiento está prevista para el año 2004.

4. Participación en la elaboración de la Propuesta Técnica de construcción del Experimento CMS (Compact Muon Solenoid) para LHC.

## 1.1 FÍSICA DE COLISIONES ELECTRÓN POSITRÓN

La actividad relacionada con el experimento L3 constituye actualmente la componente fundamental del programa de la Unidad y a ella se dedican buena parte de los recursos humanos e importantes recursos materiales.

Desde la entrada en funcionamiento de LEP en Agosto de 1989 y hasta fnales de 1994 el experimento L3 ha coleccionado una muestra de aproximadamente 3,6 millones de sucesos de desintegración del bosón intermediario $Z^o$ (correspondientes a 150 $pb^{-1}$). En concreto, durante 1994, LEP suministró una luminosidad integrada de 60,0 $pb^{-1}$, de los que unos 50,0 $pb^{-1}$ se utilizarán para el análisis y están siendo procesados en estos momentos. La muestra obtenida en 1994 consta de aproximadamente 1.500.000 sucesos hadrónicos y 150.000 desintegraciones leptónicas. En 1994 los datos se han tomado en un solo punto de energía ($\sqrt{s}$ = 91,219 GeV).

Durante 1994 se ha continuado el estudio combinado de los datos acumulados durante el período 1990-1993, incluyéndose en el análisis los datos obtenidos en 1994 a medida que van siendo procesados.

Los temas de investigación generales sobre los que se ha seguido trabajando en 1994 han sido: medida de las propiedades estáticas del bosón $Z^o$, medida de los acoplamientos de corrientes débiles neutras, medida de las propiedades de la producción de hadrones, medida de las propiedades del leptón $\tau$, Medida de propiedades del quark *b* y de hadrones B, búsqueda de bosones de Higgs, y búsqueda de Nuevas Partículas y Nuevas Interacciones.

En particular, durante 1994 se han abordado los estudios siguientes:

- Estudio de los procesos de cuatro fermiones $ee \rightarrow eeee$ , $ee \rightarrow ee\mu\mu$, $ee \rightarrow ee\tau\tau$, $ee \rightarrow \mu\mu\mu\mu$, $ee \rightarrow \mu\mu\tau\tau$, $ee \rightarrow eeqq$ y $ee \rightarrow \mu\mu qq$.

- Medida de las secciones eficaces hadrónica y leptónicas y de las asimetrías angulares en el pico del $Z^o$.

- Estudio de la producción inclusiva de las partículas neutras $\pi^0$, $\eta$, $K^0$ y $\Lambda$.

- Medida de la frecuencia de desintegración BR ($b \rightarrow \tau \upsilon X$).

- Medida del parámetro de oscilación para $B^0$ - $B^0$ y de la asimetría angular en el proceso $e^+e^- \rightarrow bb$.

- Medida de la producción de mesones B* a partir de sucesos $Z \rightarrow bb$.

- Medida de la polarización del lepton $\tau$ en función del ángulo polar de producción.

- Estudio detallado del flujo de energía y de partículas en el plano del suceso para sucesos con tres jets (qqg) y para sucesos radiativos de dos jets ($qq\gamma$).

- Medida de las relaciones de desintegración para los modos hadrónicos $\tau \rightarrow \pi/K n\pi^0 \upsilon$( o $\leq n \leq 3$) utilizando técnicas de redes neuronales.

- Búsqueda de sucesos anómalos $Z \rightarrow \gamma\gamma\gamma$ .

- Estudio de una muestra de sucesos con un fotón energético ( $E_\gamma \geq 15$Gev).

La Unidad de Física de Partículas ha participado activamente en algunos de estos análisis y en particular en :

- Medida de las propiedades estáticas del bosón $Z^o$ utilizando el canal de desintegración bb.

- Medida de las propiedades de jets de quarks y gluones y estudio del vértice de tres gluones.

- Medida de las relaciones de desintegración y polarización, mediante técnicas análiticas, del leptón $\tau$.

- Estudio de propiedades de leptón $\tau$ mediante redes neuronales.

- Medida de relaciones de desintegración y vida media del quark b y de hadrones B.

- Tests de Electrodinámica Cuántica.

Es interesante hacer notar que durante 1994 las cuatro colaboraciones que realizan experimentos en LEP (ALEPH, DELPHI, L3 Y OPAL) han realizado una serie de análisis utilizando de manera combinada los datos obtenidos durante 1990-1993, y que totalizan 8 millones de desintegraciones del $Z^o$ en hadrones y pares de leptones, que han dado como resultado una determinación global de los parámetros electrodébiles del $Z^o$ ($M_z$, $\Gamma_z$, $\tau_z$, $R_l$, $A_{FB}^{o,l}$, $\Gamma_l$, $\Gamma_{had}$, $\Gamma_{inv}$, $g_{Vl}$, $g_{Al}$, $sen^2\theta^{lept}_{eff}$), así como una predicción para la masa del quark top y para la masa del boson $W^{\pm}$.

En 1994 se ha puesto un énfasis especial en reducir los errores sistemáticos en las medidas realizadas. La excepcional precisión ( $4 \times 10^{-5}$) obtenida en la medida del parámetro fundamental $M_Z$o ha requerido incluir los efectos de deformación del anillo de LEP debida a las acciones gravitatorias inducidas por la luna y el sol, así como por los cambios producidos como consecuencia de la variación en los niveles de las capas freáticas.

Todas las medidas realizadas hasta la fecha en L3 confirman la validez del Modelo Standard de las interacciones electrodébiles (Teoría de Glashow - Weinberg - Salam) y fuertes (Cromodinámica Cuántica). La precisión en las medidas realizadas ha permitido predecir, a través de las correcciones radiativas electrodébiles, el valor de la masa del quark top, que coincide con el valor obtenido en la medida directa realizada por el Experimento CDF de FERMILAB que, a principios de 1994, anunció su detección.

En 1994 la Unidad de Física de Partículas ha participado en los períodos de toma de datos del detector L3. Investigadores de la Unidad han contribuído a asegurar el correcto funcionamiento del espectrómetro de muones y de otros subsistemas de detección de L3.

Dentro del Programa de Remodelación del Detector L3, la Unidad de Física de Partículas ha participado en la construcción del "*Forward-Backward Muon Detector*" y en la puesta a punto del "*Silicon Microvertex Detector*", detectores de enorme relevancia para LEP 200.

En relación con el Detector de Muones, la Unidad de Física de Partículas ha completado en 1994, en estrecha colaboración con la Dirección de Tecnología del CIEMAT, la fabricación de elementos estructurales para los nuevos detectores, la construcción de ultra - precisos sistemas de alineamiento y la instalación del sistema de monitorización de temperatura.

En particular, en 1994 se han terminado las siguientes fases del proyecto:

- Fabricación de las 32 estructuras soporte para el espectrómetro FM-FO.

- Fabricación de todos los componentes para el sistema de alineamiento FI- (MM-MO) y en particular de las piezas mecánicas para instalar los 16 bloques de referencia.

- Fabricación y verificación del conjunto de 512 sensores para el sistema de monitorización de temperatura y acoplo a las cámaras correspondientes. Instalación en el CERN del sistema de adquisición de datos y monitorización en tiempo real desarrollado en el CIEMAT.

- Fabricación de las estructuras mecánicas para el transporte de cables desde el espectrómetro hasta la sala de control e instalación en el detector.

En relación con el Detector de Microvértice, la Unidad de Física de Partículas ha desarrollado complejos procedimientos de alineamiento, con una precisión inferior a 10 μm, con respecto al detector de trazas TEC (Time Expansion Chamber) e implementado los correspondientes algoritmos de reconstrucción de trayectorias que utilizan toda la información registrada en el SMD y TEC. También se ha realizado un notable esfuerzo en la puesta a punto de técnicas de calibración automática de canales electrónicos que permite una rápida detección de anomalías de funcionamiento y su transcripción a las bases de datos.

## 1.2 FÍSICA DE COLISIONES DE IONES ULTRARRELATIVISTAS

Durante 1994 se ha continuado la actividad relacionada con el programa exploratorio, centrado en el SPS del CERN, para el estudio de las interacciones de iones de energías ultrarrelativistas con la materia y cuyo objetivo más notable es la detección del hipotético estado de la materia conocido por "Plasma de Quarks y Gluones " (QGP).

En 1994 se han completado diversos análisis de los datos experimentales registrados en años anteriores, resumiéndose a continuación los más notables.

### *Experimento NA36*

1. Se ha completado el estudio de la producción de partículas con extrañeza ($\Lambda$, $\bar{\Lambda}$, $\Xi$, $\bar{\Xi}$, $K^0$) en colisiones p - Pb a 200 GeV/c. Se han medido distribuciones de rapidez y dependencias con la multiplicidad, comparándose con diferentes modelos.

2. Se han completado las medidas de los cocientes de las secciones eficaces de producción $\bar{\Lambda}/\Lambda$, $\Xi^+/\Xi$, $\bar{\Xi}^-/\Lambda$, $\Xi^+/\Lambda$, analizándose los datos en el contexto de una desintegración rápida de un plasma de quarks y gluones y de un gas hadrónico resonante.

3. Se han analizado distribuciones de interacciones muy periféricas S - Pb y S - S, comparándose la producción de piones con distintos modelos que incluyen diferentes grados de difusión de partículas secundarias.

### *Experimento WA85*

Durante el año 1994 se ha continuado el análisis de los datos obtenidos en 1990, en colisiones S - W a 200 GeV/c (60 millones de sucesos), última toma de datos de este experimento. Los análisis realizados en 1994 se han concentrado en la producción de hiperones. En particular, se ha detectado un incremento de un factor dos en la producción de partículas extrañas al pasar de colisiones p - Pb a colisiones S - Pb. Se ha medido el parámetro característico (pendiente$^{-1}$) de las distribuciones de masa transversa $m_T$ en las relaciones de producción de $\Lambda$, $\bar{\Lambda}$, $\Xi$ y $\bar{\Xi}$, encontrándose valores compatibles entre sí y próximos a 230 MeV. Se han extraído también por primera vez en este tipo de colisiones una muestra de 14 candidatos $\Omega^- + \bar{\Omega}^-$, midiéndose el cociente de producción $\bar{\Omega}^-/\Omega^-$ en la región central de rápidez para valores de $p_T \geq 1.6$ GeV/c.

***Experimento WA94***

Este experimento está especialmente diseñado para estudiar la producción de bariones y antibariones con valores de la extrañeza iguales o superiores a $|1|$ eninteracciones azufre - azufre a 200 GeV/c por nucleón. En 1994 se han medido distintas distribuciones para el estudio de la producción de las partículas extrañas $\Lambda$, $\Lambda$, $\Xi$ y $\Xi$ en la región central de rapidez para valores de $p_T \geq 1{,}0$ GeV/c.

## 1.3 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL LHC

Dentro del marco del Programa de Investigación y Desarrollo aprobado por el CERN, con vistas a la preparación de experimentos en el LHC (Large Hadron Collider), la Unidad de Física de Partículas participa, desde 1990, en los proyectos RD5, RD37, RD24 y RD38. A continuación se resúmen las actividades realizadas en cada uno de ellos.

***Proyecto RD5***

El dispositivo experimental RD5, situado en la línea de haz H2 de la zona Norte del SPS del CERN, se ha seguido utilizando en 1994 para el estudio de diversos aspectos relacionados con la identificación, detección, reconstrucción y "trigger" de muones en un entorno experimental similar al del Experimento CMS (Compact Muon Solenoid), cuya construcción está prevista para el acelerador LHC.

En 1994 el dispositivo RD5 ha sido utilizado de manera intensa como banco de pruebas para estudiar las prestaciones de distintos tipos de cámaras de muones para "trigger", como son las "*Resistive Plate Chambers* (RPC)", y las "*Parallel Plate Chambers* (PPC)", o para medida precisa de segmentos de trayectorias, como son las "*Honeycomb Strip Chambers* (HSC)", "*Drift Chambers with Bunch Crossing Capability* (DTBX)". "*Wall-Less Drift Chambers* (WLDC)" y "*Cathode Strip Chambers* (CSC)".

Los estudios realizados en RD5 han permitido seleccionar los detectores DTBX y CSC como elementos básicos para la construcción de los sistemas de detección de muones en la región central (barrel) y laterales (endplugs) y los detectores RPC para la conformación del trigger en la zona central. Los experimentos realizados en RD5 durante 1994 han confirmado la idoneidad de los detectores PPC como elementos activos de la calorimetría a pequeño ángulo.

***Proyecto RD37***

El 10 de febrero de 1994 el Research Board del CERN aprobó la recomendación del Comité DRDC (Detector Research and Development Committee) relativa al Proyecto de Investigaciçon y Desarrollo para el LHC ("Very Forward Hadron Calorimetry at the LHC using Parallel Plate Chambers") preparado por la Unidad de Física de Partículas.

El propósito de esta propuesta de I&D es la construcción de prototipos de módulos calorimétricos de respuesta rápida y resistentes a la radiaciçon en la región cinemática $3{,}0 \leq |\eta| \leq 5{,}0$. La solución propuesta se basa en las Parallel Plate Chambers que se han ido desarrollando en el contexto de RD5.

Durante 1994 se ha progresado de manera signitficativa en el logro de los tres objetivos explicitados en la propuesta de I&D aprobada por el DRDC, relativos a:, construcción de

prototipos PPV, construcción de prototipos PPC y construcción de componentes electrónicos.

Se ha construído un prototipo PPV, midiendose la colección de carga en función de la alta tensión, la linealidad de la respuesta y la resolución de energía, y se han comparado los resultados con las predicciones realizadas por simulación Monte Carlo de los procesos básicos. También se ha construido un prototipo de 8 planos de cámaras PPC y estudiado multiples aspectos de las propiedades de las cámaras PPC fabricadas a partir de cerámica metalizada, tales como uniformidad, eficiencia, resolución temporal, capacidad de respuesta a flujos intensos, probabilidad de descargas eléctricas, estabilidad de la respuesta, colección de carga, resistencia a la radiación inducida por fotones y neutrones, resistencia a descargas y dependencia de ruidos electrónicos con la longitud de cables.

***Proyecto RD24***

Desde finales de 1993 la Unidad de Física de Partículas participa en el Proyecto RD24 ("*Applications of the Scalable Coherent Interface /SCI to Data Acquisition at the LHC*"), en el que también colaboran diferentes firmas comerciales.

Durante el año 1994 se ha realizado en el CIEMAT el diseño e integración del nodo de memoria SCI. Las órdenes del SCI son captadas a traves del bus interno (CBUS) por un circuito integrado programable FPGA (Field Programmable Gate Array) que actúa tambien como controlador de memoria. Durante 1994 se ha realizado el diseño interno de los tres diferentes FPGA y se han integrado sus funciones entre ellos y con el *cbus* y la memoria. También se ha realizado un análisis temporal del comportamiento del sistema en su conjunto. Por último se ha diseñado una tarjeta de circuito impreso de 6 capas para contener todos los componentes del nodo de memoria.

***Proyecto RD38***

Desde finales de 1993 la Unidad de Física de Partículas participa en el Proyecto RD38 (*"CICERO: Control Information System Concepts Based on Encapsulated Real-Time Objects"*) en el que participan otros Centros de Investigación y firmas comerciales.

Este proyecto está destinado a proporcionar soluciones técnicas para el control automatizado de la información suministrada por el elevado número de sensores (en algunos casos superior a $10^5$) que monitorizan el funcionamiento seguro de un detector de alta complejidad y que necesitan un control permanente (mezclas de gases y posibles escapes, control del alto voltage, ventilación y refrigeración de componentes, parámetros de los imanes). En 1994 la investigación se ha centrado en el desarrollo de sistemas de control de bajo nivel y de instrumentos de operación de alto nivel, priorizando la integración de productos comerciales.

## 1.4 EXPERIMENTO CMS (COMPACT MUON SOLENOID)

La Unidad de Física de Partículas es uno de los Centros de Investigación firmantes de la Carta de Interés y de la Propuesta Técnica para construir el experimento CMS, que el comité LHCC (Large Hadron Collider Experiments Committee) aprobó en la reunión celebrada en el CERN los días 6-8 de abril de 1993.

El detector CMS es un detector de uso general ("general purpose") diseñado para operar a la máxima luminosidad del LHC. El detector CMS ha sido optimizado para la búsqueda del

bosón de Higgs del Modelo Standard en el intervalo de masas 90 GeV - 1 TeV, pero que también posibilita la detección de una amplia gama de señales originadas por mecanismos alternativos de rotura de la simetría electrodébil. CMS es un detector perfectamente adecuado para el estudio de los quarks t y b del leptón $\tau$ a bajas luminosidades así como de aspectos importantes del programa de física de iones pesados. En CMS se ha puesto énfasis en la identificación y medida muy precisa de fotones, muones y electrones. El núcleo de CMS es un gran imán solenoidal superconductor generando un campo magnético de 4 Teslas.

Durante 1994 la Unidad de Física de Partículas ha identificado las siguientes posibles áreas de participación en este Proyecto:

1. Contrucción de un conjunto completo de estaciones de muones (60) para el detector central de muones (barrel) con tecnología de tubos de deriva (DTBX).

2. Construcción del calorímetro VFCAL (Very Forward Calorimeter).

3. Diseño de un sistema de alineamiento entre subdetectores y construcción de componentes del mismo.

4. Fabricación de componentes de los sistemas de adquisición de datos, en base a las tecnologías desarrolladas en RD24**.**

5. Programación de sistemas de control, en base a las tecnologías desarrolladas en RD38.

A continuación se decriben las opciones de mayor interés para la Unidad, en las cuales participa:

**Detector Central de Muones**

El detector de muones propuesto está formado por cuatro estaciones y permite medidas del momento de los muones en el interior del detector central, inmediata-mente después de la bobina del solenoide y en el entrehierro del solenoide. Estas medidas, hasta cierto punto independientes, proporcionan una fiable identificación de los muones. El detector central de muones (*barrel*) se basa en un sistema de 240 cámaras de tubos de deriva, dispuestas en cuatro estaciones concéntricas MS1, MS2, MS3 y MS4.

La gran relevancia del detector de muones en el Experimento CMS, unido a la considerable experiencia de la Unidad, consecuencia de su participación en la construcción de los detectores de muones del Experimento L3, han justificado la decisión de integrarse en el Grupo de Muones de CMS. Esta decisión, aprobada por el Management Board, se refleja en la distribución de responsabilidades que aparece en la Propuesta Técnica actual.

Desde mediados de 1994 la Unidad de Física de Partículas del CIEMAT ha iniciado el proceso de integración en el Grupo de Muones del Experimento CMS participando en las actividades de éste.

En términos generales los objetivos de esta actividad son los siguientes:

- Construcción de un prototipo de tamaño reducido de una cámara de deriva con características similares a las que se fabricarán para el detector central de muones ("barrel").

- Pruebas del prototipo en un haz para determinar la resolución espacial.

- Evaluación de procedimientos de construcción. Diseño de útiles de montaje. Estudio de necesidades de infraestructura.

- Seguimiento de la actividades realizadas en los otros Institutos responsabilizados en la construcción del detector central de muones (Padua, Aquisgran).

- Participación en la preparación de programas de simulación y reconstrucción para el detector de muones.

- Participación en el estudio de procesos físicos en los que el detector de muones juega un papel especialmente relevante.

Las tareas iniciadas se integran en el contexto de la actividad genérica de I&D para el LHC de la Unidad de Física de Partículas, en colaboración con la Dirección de Tecnología del CIEMAT. Constituye la fase inicial de un proyecto cuyo objetivo final es la construcción de una serie de 60 cámaras de deriva para el detector central de muones de CMS.

***Calorímetro VFCAL***

El calorímetro a pequeño ángulo VFCAL cubre la región de "rápidez" $3{,}0 \leq |\eta| \leq 5{,}0$, mejora la medida de la energía residual transversa ($E_t^{miss}$) y permite la identificación de jets producidos a pequeño ángulo con respecto a los haces incidentes.

La solución preferida por la Colaboración CMS ha sido la propuesta por la Unidad de Física de Partículas del CIEMAT y que se ha ido desarrollando desde 1990 en el contexto de los Proyectos de I&D RD5 y RD37, descritos anteriormente. La solución aceptada es un calorímetro modular de muestreo con hierro y gas basado en las cámaras PPC. El calorímetro VFCAL/PPC consta de cuatro módulos de dimensiones transversas 165 x 135 $cm^2$ dispuestos a cada lado del vértice de interacción. Cada módulo está formado por 60 planos de cámaras PPC intercalados con placas de hierro de 35 mm de espesor. Cada plano de cámaras PPC en un módulo contiene ≈652 celdas PPC. El espesor total de VFCAL/PPC es de ≈3,3 m. De conformidad con la Colaboración CMS y con el DRDC, la Unidad de Física de Partículas participará en la construcción de un prototipo, que comprenderá 2800 cámaras.

***Sistema de alineamiento***

Aprovechando la experiencia adquirida por la Unidad en el desarrollo de técnicas de alineamiento de alta precisión (del orden de decenas de micras) de componentes de detectores separados por distancias de varios metros, se ha iniciado en 1994 una actividad de investigación y desarrollo sobre este tema, en colaboración con Unidades de la Dirección de Tecnología y con el Grupo de Altas Energías de la Universidad de Cantabria. Durante 1994

se ha realizado un diseño conceptual de las especificaciones técnicas requeridas por sistema de alineamiento entre el detector central de trazas (central tracker) y los detectores de muones. Simultaneamente han definido las tareas para construir y calibrar un prototipo (láseres, sensores, mecanismos y plataformas, bancos ópticos, electrónica de control y lectura, software, instrumentación de haces, interferómetros, instrumentos ópticos, sistemas de referencia- "rectitud" y "planaridad"). Durante 1994 se han fabricado y verificado numerosos elementos destinados a la construcción del prototipo, cuyas pruebas se realizarán en el dispositivo experimental RD5 .

## 1.5 OTRAS ACTIVIDADES

Además de las tareas señaladas anteriormente, durante 1994 la Unidad de Física de Partículas ha realizado otras actividades de carácter investigador o de organización. A continuación se indican algunas de las más importantes.

1. Participación en los trabajos del Particle Data Group y preparación de la edición del Review of Particle Properties, publicada en agosto de 1994.

2. Participación en el Comité Organizador de la "XIV International Conference on Physics in Collision" celebrada en Tallahassee (15-17 junio 1994).

3. Participación en el Comité Organizador del "XXII International Meeting on Fundamental Physics" celebrado en Jaca ( 7-11 febrero 1994).

4. Participación en las tareas del Comité RECFA (Restricted European Committee for Future Accelerators). Un físico de la Unidad es en la actualidad el delegado español en dicho Comité.

## 1.6 PUBLICACIONES

| | |
|---|---|
| Artículos en revistas internacionales | 13 |
| Informes, preprints y notas técnicas | 30 |
| Comunicaciones a congresos | 39 |
| Tesis doctorales | 1 |
| Tesinas de tercer ciclo | 3 |
| Colaboraciones en libros | 1 |

Detalle de las publicaciones:

### a) Artículos en publicaciones científicas

1. *"Study of Four-Fermion Processes at LEP"*
   A. Adam et al., Phys. Lett. B, **321**, 283-294 (1994)

2. *"Measurement of the Inclusive Production of Neutral Hadrons from Z Decays".*
   A. Acciarri et al, Phys. Lett. B **328**, 223-233 (1994)

3. *"Measurement of the Inclusive b $\rightarrow \tau \upsilon X$ Branching Ratio".*
   M. Acciarri et al, Phys. Lett. B **332**, 201-208 (1994)

4. *"Measurement of Cross Sections and Leptonic Forward-Backward Asymmetries at the Z Pole and Determination of Electroweak Parameters".*
   M. Acciarri et al, Z. Phys. C **62**, 551-573 (1994)

5. *"Measurement of the $B^o$ - $B^o$ Mixing Parameter and the Z $\rightarrow$ bb Forward-Backward Asymmetry".*
   M. Acciarri et al, Phys. Lett. B **335**, 542-553 (1994)

6. *"Review of Particle Properties"*
   M. Aguilar-Benítez et al , Phys. Rev. **50**, 1173-1826 (1994)

7. *"Ceramic PPC Technology and Performance"*
   V. Akimov et al, Nucl. Instrum. Methods A **334**, 120-124 (1994)

8. *"Production of $\Lambda$, $\bar{\Lambda}$ and $\Xi$, $\bar{\Xi}$ Particles in S + Pb Collisions at 200 GeV/c per Nucleon".*
   E. Andersen et al, Phys. Lett. B **327**, 433-438 (1994)

9. *"Strange Particle Production in S - S Interactions at 200 GeV/c per Nucleon".*
   S. Abatzis et al, Nucl. Phys. A **566**, 499-520 (1994)

10. *"New Results from WA85 on Multistrange Antihyperon Production in 200 A GeV/c S - W Interactions"*
    S. Abatzis et al, Nucl. Phys. A **566**, 499-520 (1994)

11. *"Results from the NA36 Experiment on the Production of Strangeness S = 1 and S = 2 Particles".*
    E. Andersen et al, Nucl. Phys. A **566**, 217-224 (1994)

12. *"Strangeness Production in p + Pb Reactions at 200 GeV/c".*
    E. Andersen et al, Nucl. Phys. A **566**, 491-494 (1994)

13. *"$\Omega^-$ Signal in WA85"*
    E. Andersen et al. Nucl. Phys A **566**, 491-492 (1994)

**b) Informes, preprints y notas técnicas**

1. *"B* Production in Z Decays at LEP"*
   M. Acciarri et al, CERN-PPE/94-143, enviado para su publicación a Physics Letters B

2. *"A Measurement of $\tau$ Polarization at LEP"*
   M. Acciarri et al, CERN-PPE/94-145, enviado para su publicación a Physics Letters B

3. *"Energy and Particle Flow in Three-Jet and Radiative Two-Jet Events from Hadronic Z Decays".*
   M. Acciarri et al, CERN-PPE/94-164, enviado para su publicación a Physics Letters B

4. *"The L3 Silicon Microvertex Detector"*
M. Acciarri et al, CERN-PPE/94-122, enviado para su publicación a Nucl. Instrum. Methods A

5. *"Measurement of Exclusive Branching Fractions of Hadronic One- Prong Tau Decays".*
M. Acciarri et al, CERN-PPE/94-178, enviado para su publicación a Physics Letters B

6. *"Searchs for Anomalous Zγγγ Events at LEP"*
M. Acciarri et al, CERN-PPE/94-186, enviado para su publicación a Physics Letters B

7. *"Combined Preliminary Data on Z Parameters from the LEP Experiments and Constraints on the Standard Model".*
The LEP Collaborations, CERN-PPE/94-187

8. *"Measurement of Energetic Single-Photon Production at LEP"*
M. Acciarri et al, , CERN-PPE/94-216, enviado para su publicación a Physics Letters B

9. *"Addendum to the R&D Proposal 'Very Forward Calorimetry at the LHC using Parallel Plate Chambers' : Answers to the Requests, Questions and Remarks of the Referee"*
The PPC Collaborations, CERN-DRDC/94-3, DRDC/P51 Add.1

10. *"Status Report of the RD5 Experiment"*
H Faissener et al, CERN/DRDC 93/94, RD5 Status Report

11. *"Expected Energy Resolution in the CMS Iron/Gas Very Forward Calorimeter. Part II: Jets".*
A. Ferrando et al, CMS TN/94-158

12. *"Proceedings of the 1st Workshop on PPCs for Muon Trigger and Very Forward Calorimetry".*
A. Ferrando et al, CMS TN/94-159

13. *"CMS: Status Report and Milestones".*
The CMS Collaboration, CERN/LHCC 94/20

14. *"Proceedings of the 1st Workshop on the CMS Alignment".*
The CMS Alignment Group, CMS TN/94-209

15. *"CMS Meeting with LHCC Referees"*
The CMS Alignment Group CERN/LBCC 94/33

16. *"Performace of a Parallel Plate Volume Calorimeter Prototype"*
CMS TN/94-273, RD37 TN/93-2

17. *"The CMS Technical Proposal"*
The CMS Collaboration, CERN/LHCC 94/38

18. *"Present Status of the R&D on the Parallel Plate Chambers for LHC Experiments".*
DFF Note 218

19. *"Irradiation of Ceramic Parallel Plate Chambers with Gammas and Neutrons"*
CMS TN/94-330, RD37 TN/94-3

20. *"Application of the Scalable Coherent Interface to Data Acquisition af LHC"*
A. Bogaerts et al, The RD24 Collaboration, CERN/DRDC/94-23

21. *"Geometrical Constants of the Forward Backward Muon System"*
J. Berdugo, C. Burgos, M. Cerrada

22. *"The Study f the Electronic Background in the L3 SMD".*
P. Ladrón de Guevara

23. *"Global Alignment of the L3 Silicon Microvertex Detector".*
J. Alcaraz, M.I. Josa, J.C. Pinto

24. *"Helicoidal tracks"*
J. Alcaraz

25. *"A Consistent Treatment of Systematic Errors for LEP Electroweak Heavy Flavour Analyses".*
LEPHF/94-01, L3 note 1577, Frebuary 1994

26. *"LEP Electroweak Heavy Flavour Results for the Summer 1994 Conferences".*
LEPHF/94-03, L3 note 1630, July 1994

27. *"CP - Violation in Non-Leptonic Hyperon Decays at the Tau-Charm Factory".*
E. González et al, CERN - PPE/94-033

28. *"Experimental Temperature Measurements for the Energy Amplifier Test".*
Colaboración Española para el Amplificador de Energía.
CERN/AT/94-38 (ET)

29. *"Measurement of the Relative Neutron Flux in the Subcritical Assembly Used for the Energy Amplifier Test".*
Colaboración Española para el Amplificador de Energía.
CERN/AT/94-41 (ET)

30. *"Experimental Determination of the Energy Generated in Nuclear Cascades by a High Energy Beam".*
S. Andriamonje et al, CERN/AT/94-45 ET)

**c) Comunicaciones a Congresos**

**XXVII International Conference on High Energy Physics, Glasgow, 20-27 Julio**

1. *"Strange Particle Production in Sulphur - Sulphur Interactions at 200 GeV/c per Nucleon".*
The WA94 Collaboration, Paper No. 81

2. *"Results from WA85 on K$^o$ Production in S - W Collisions at the SPS".*
The WA85 Collaboration, Paper No. 107

3. *"Recent results from WA85 on Multi- Strange Baryon Production in S - W Collisions at the SPS"*
The WA85 Collaboration, Paper No. 112

4. *"Experience with the L3 Silicon Microvertex Detector".*
The L3 Collaboration, Paper No. 464

5. *"Neutral Hadron Production from Z Decay".*
The L3 Collaboration, Paper No. 618

6. *"A Determination of the Partial Width, $\Gamma(bb)$, of Z into bb, and the Semi-Leptonic Branching Ratio for b - Quarks".*
The L3 Collaboration, Paper No. 619

7. *"A Measurement of BB Mixing and $Z \rightarrow bb$ Forward - Backward Asymmetry".*
The L3 Collaboration, Paper No. 620

8. *"A Mising Energy Analysis in Tagged b - Hadron Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 621

9. *"Search for Anomalous $Z\gamma$ Coupling in $e^+e^-$ Annihilations near the Z Resonance".*
The L3 Collaboration, Paper No. 622

10. *"A Measurement of Branching ratios for Hadronic One - Prong $\tau$ Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 623

11. *"Improved Measurement of Luminosity in L3".*
The L3 Collaboration, Paper No. 624

12. *"Search for Neutralinos at LEP".*
The L3 Collaboration, Paper No. 625

13. *"A Measurement of the Neutrino Energy Spectrum in Tagged Semileptonic b - Hadron".*
The L3 Collaboration, Paper No. 626

14. *"A Study of String Effect in Z Hadronic Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 627

15. *"Measurement of the $\tau$ Leptonic Branching Ratios".*
The L3 Collaboration, Paper No. 628

16. *"Coherence Effects in Perturbative QCD".*
The L3 Collaboration, Paper No. 629

17. *"A Test of Gluon Self Coupling in QCD".*
The L3 Collaboration, Paper No. 630

18. *"Precise Determination of Electroweak Parameters with the L3 Detector at LEP".*
The L3 Collaboration, Paper No. 631

19. *"Bose - Einstein Correlations in $\pi^o$ $\pi^0$ Pairs in Hadronic Z Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 632

20. *"A Measurement of B* Production in Z Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 633

21. *"L3 Results of Model - Independent Analyses of the Z".*
The L3 Collaboration, Paper No. 634

22. *"A Study of Muon Pairs Produced at the Z Resonance with Initial State Radiation".*
The L3 Collaboration, Paper No. 635

23. *"Search for Non Minimal Higgs Bosons in Z Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 636

24. *"Neutrino Counting Using Single Photon Events".*
The L3 Collaboration, Paper No. 637

25. *"A Study of the Weak Charged Hadronic Current in b - Hadron Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 638

26. *"A Measurement of Michel Parameters in the Leptonic $\tau$ Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 639

27. *"Search for Lepton Flavour Violation in Z Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 640

28. *"Rare Radiative Z Decays to a Single Final State Meson".*
The L3 Collaboration, Paper No. 641

29. *"Search for the Standard Model Higgs Boson in Z Decays".*
The L3 Collaboration, Paper No. 642

30. *"A Measurement of Tau Polarization at LEP".*
The L3 Collaboration, Paper No. 643

31. *"Lepton Pair Production in Tagged $\gamma\gamma$ Collisions at LEP".*
The L3 Collaboration, Paper No. 644

32. *"A Measurement of $\alpha_s$ , for b- quarks".*
The L3 Collaboration, Paper No. 645

33. *"Inclusive Search of the Decay $b \rightarrow s\gamma$".*
The L3 Collaboration, Paper No. 646

34. *"Search for Z $\rightarrow\gamma\gamma\gamma$ Decays at LEP".*
The L3 Collaboration, Paper No. 647

35. *"The L3 Forward-Backward Muon Chambers".*
The L3 Collaboration, Paper No. 843

**European Research Conference on Physics of High Energy Heavy - Ion Collisions, Vuosaari, 17-22 Junio**

36. *Some Selected Results on Multistrange Particle Production in High Energy Hadron Nucleus and Nucleus - Nucleus Collisions".*
The NA36 Collaboration

**International Symposium on Strangeness and Quark Matter, Crete, 1-5 Septiembre**

37. *"Production of Multiply and Singly Strange Baryons in p + Pb Reactions at 200 geV/c".*
The NA36 Collaboration

**Hadron Structure 94, Kosive, 19-23 Septiembre**

38. *"Doubly Strange Particle Production in High Energy Hadron - Nucleus and Nucleus - Nucleus Collisions".*
The NA36 Collaboration

**XII International Seminar on High Energy Physics Problems, Dubna, 19-23 September**

39. *"Strange Particle Production in S + Pb Collisions at 200 GeV/c per Nucleon".*
The NA36 Collaboration

**d) Tesis doctorales**

1. *"Estudio de la física de los quarks con belleza a las energías del bosón Z".*
Pedro Arce Dubois.
Universidad Autónoma de Madrid, 10 marzo 1994.

**e) Tesinas de tercer ciclo**

1. *"Determinación de los parámetros electrodébiles del quark b".*
Maria Chamizo Llatas.
Universidad Autónoma de Madrid

2. *"Neural Network Analysis of Leptonic $\tau$ Decays".*
Eusebio Sánchez Alvaro
Universidad Complutense de Madrid

3. *"Estudio de la producción del bosón de Higgs en LEP a $\sqrt{s} \approx M_{Z^o}$".*
Javier Rodriguez Calonge
Universidad Complutense de Madrid

**f) Colaboraciones en libros**

1. *"Proceedings of the Third Workshop on the Tau - Charm Factory".*
   Contribuciones de Enrique González
   Editions Frontieres ISBN 2-86332-149-8