

IMPACTO TECNOLÓGICO DE LAS ALTAS ENERGÍAS EN EL SECTOR FABRICANTE DE BIENES DE EQUIPO

L. DOMINGUEZ SOL

El programa de Altas Energías en la Europa de la que España forma parte, ha producido un gran incremento y asimilación de tecnología al sector fabricantes de Bienes de Equipo, como lo demuestra su presencia en mercados supranacionales en los que se está concurriendo con éxito.

Como antecedentes que demuestran que las empresas han desarrollado su alto grado de capacitación en la construcción de equipos, con arreglo a normas internacionales y teniendo que seguir controles rígidos de calidad, podemos mencionar la participación en el equipamiento y montaje de la Planta de Enriquecimiento de Uranio de Tricastín (método de difusión gaseosa) en cuyo consorcio propietario, "EURODIF", España aportó un 11,1 % del capital.

Como datos significativos de lo que fue la participación española en este proyecto se pueden enunciar los siguientes:

Unas sesenta empresas presentaron su documentación para ser precalificadas como posibles ofertantes y todas ellas fueron aceptadas.

Posteriormente, y por parte de EURODIF, se pidieron las ofertas de los diversos equipos y trabajos, tanto de obra civil como de montajes eléctricos y mecánicos, y de instrumentación, y concurrieron con casi cien ofertas, varias de una misma empresa. El resultado fue que se adjudicaron pedidos a 21 empresas españolas cuyo valor alcanzó al 13,7 % del importe total de las compras sujetas a licitación internacional.

Esto reportó económicamente a nuestro país un balance beneficioso a través de las ventas efectuadas, ya que el extorno por pedidos fue superior a la aportación española al capital de EURODIF.

Esta experiencia, indudablemente, dio a las empresas de nuestro sector un caudal tecnológico en la ejecución de los trabajos que hoy día forma parte de su acervo propio, que están dedicando a otras actividades y suministros y que, además, las ha puesto en disposición de ir asimilando los nuevos avances de la técnica más sofisticada en todos los campos.

En la actualidad, en particular en los

proyectos del CERN —Organización Europea para la Investigación Nuclear— y muy en particular en el LEP (Large Electron Positron), la presencia española está siendo muy significativa. Hasta el momento presente, y teniendo en cuenta nuestra reincorporación —finales del año 1983—, el CERN ha lanzado del orden de 150 peticiones de precalificación que han sido difundidas a más de 200 firmas españolas y que han dado como resultado la presentación de documentación de más de 100 empresas de los más diversos sectores industriales (mecánicos, eléctricos, electrónicos, ingeniería, montajes, etc.), las cuales han sido todas precalificadas.

Posteriormente, el CERN ha solicitado —y siempre refiriéndose desde finales de 1983— alrededor de 130 peticiones de oferta, a las que nuestra industria ha presentado más de 70 ofertas, habiéndose obtenido adjudicaciones de pedido para 23 empresas, por un montante equivalente a 5.800 millones de pesetas, y habiéndose quedado en muy buenos lugares en algunos otros concursos a los que se han presentado ofertas españolas.

Nuestras empresas han concurrido en consorcio con firmas de otros países, siendo de destacar el relativo a la obra civil correspondiente a los trabajos más complejos de excavación del túnel del anillo de 28 km de longitud y de los pozos y laboratorios ubicados en el mismo.

Luis Angel DOMINGUEZ SOL es Doctor Ingeniero Industrial. En la actualidad ocupa los cargos de Secretario General de la Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo —SERCIBE—; miembro de la delegación española en el CERN en el Comité de Finanzas; representante en el Comité de Compras del programa ESRF (European Synchrotron Radiation Facility); representante español en la Comisión de grandes equipos mecánicos y eléctricos en la Comisión Económica para Europa-ONU y, anteriormente, representante de España en la Comisión de Equipamiento de la OCDE. Es autor de diversos trabajos publicados en revistas técnicas, y ha tomado parte en numerosos congresos, todos ellos relacionados con los bienes de equipo y la energía.



No hay que olvidar que las peticiones de adjudicación del CERN se realizan a la oferta más económica de las que cumplen todos los condicionantes técnicos requeridos en la petición de oferta. Pero si quisiéramos analizar lo que pudiéramos llamar un balance por "extorno por adjudicaciones", hay que tener en cuenta ciertos extremos.

La aportación de España al CERN hasta finales de 1986, teniendo en cuenta las cláusulas del compromiso de reincorporación de nuestro país, ha sido de 7.100 millones de pesetas.

Por lo tanto, España ha obtenido un extorno del 81,6 % de lo invertido. Si se tiene en cuenta que de los ingresos del CERN se dedica a adquisiciones el 35 % aproximadamente, hemos logrado como extorno 23 veces el valor de nuestras aportaciones en este capítulo de nuevas instalaciones y equipamientos.

No hay que olvidar que el CERN está siendo una fuente de formación en tecnología punta que, tanto por la comunidad científica como por los técnicos de la industria, está siendo aprovechada y es de desear que en un futuro próximo la presencia de nuestros técnicos y nuestros científicos sea más elevada, pues las posibilidades que se ofrecen son muy amplias en ambos campos.

Nuestras expectativas van más allá de las realizaciones del CERN y las industrias están preparadas para acudir a nuevos grandes proyectos de altas energías, como puede ser la fusión. Para ello se mantienen continuos contactos con la comunidad científica y tecnológica, no sólo en nuestro país, sino también en el ámbito internacional.

El esfuerzo que realiza el fabricante español para estar presente en los grandes concursos internacionales, estamos seguros que redundará en una proyección de nuestra ciencia, nuestra tecnología y nuestros fabricados en el contexto tecnológico mundial.

La construcción por el CERN de un acelerador de electrones y positrones llamado LEP es bien conocida, y se ha glosado en numerosos artículos en publicaciones científicas internacionales y españolas. Consta del acelerador propiamente dicho, y de las posiciones experimentales que, por el momento, son cuatro, denominadas ALEPH, DELPHI, L3 y OPAL. El acelerador está financiado por el CERN y los experimentos por grupos de organismos de varios países. España participa en el L3 por medio del CIEMAT. Los procesos de aprovisionamiento de los equipos y servicios para cada uno de los cinco programas, siguen pautas comunes y están organizados por el departamento de compras del CERN.

La industria española ha participado en los concursos convocados para todos los equipos. En lo que sigue, se exponen las contribuciones de seis empresas españolas a los programas del CERN.

ANGLO NAVAL E INDUSTRIAL, S. A. (ANISA)

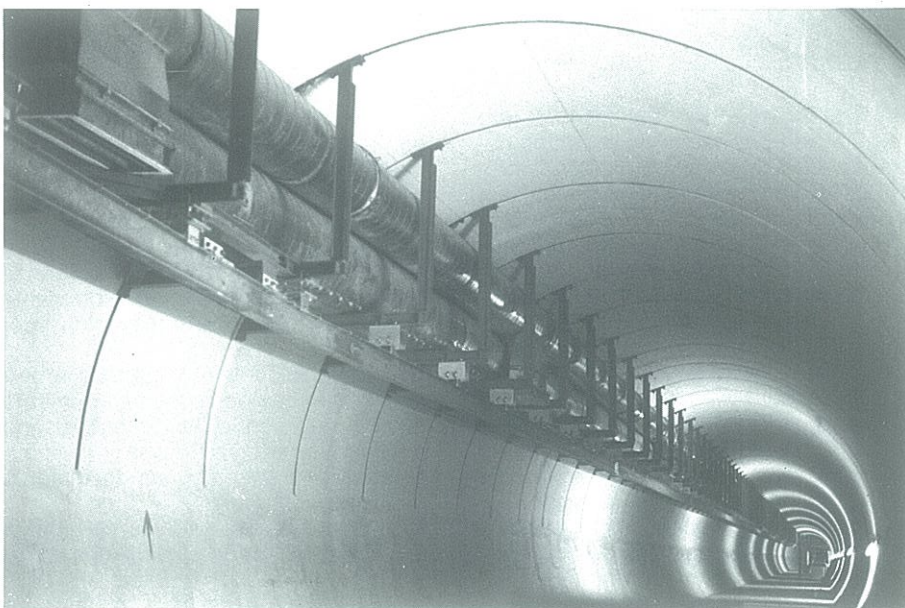
J. BURES FRAILE

ANGLO NAVAL E INDUSTRIAL, S. A. (ANISA)

ANISA (Anglo Naval e Industrial) es una empresa española fundada hace veinticinco años, que, partiendo de un centro de ingeniería ubicado en Barcelona, ataca distintas actividades con 27 delegaciones dentro y fuera de España. Los campos cubiertos, entre otros, comprenden el desarrollo de ingeniería, proyecto, fabricación e instalación, cumpliendo las normas más exigentes y que apliquen de C. de Calidad de la ventilación industrial terrestre y marítima (Unidades, ventiladores, conductos, soportes, etc.), grúas, puertas para servicios especiales, producción de nieve artificial, sistemas contra incendios, etc., estando a cubierto de las homologaciones más exigentes en los campos nuclear, militar e industria general.

SISTEMA DE VENTILACION Y UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

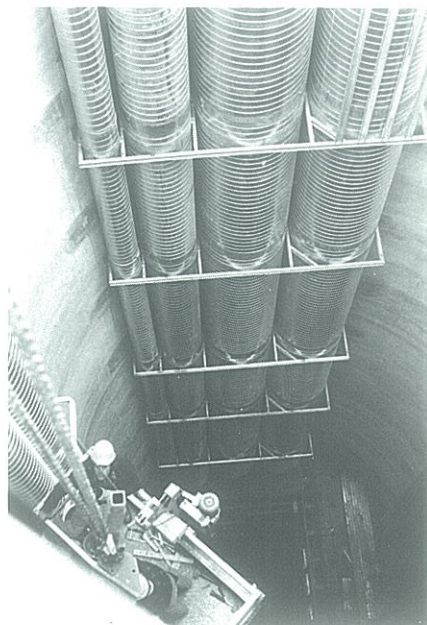
En el proyecto LEP juega un papel muy importante la ventilación, con sus facetas de refrigeración, control de hume-



Montaje de Conductos

dad, extracción, aporte y tratamiento general del aire.

Estas tareas, tras concurso con distintas empresas europeas especializadas en esta actividad, han sido encomen-



Javier BURES FRAILE es Ingeniero Aeronáutico. Ha desempeñado, con ANISA, el puesto de Director Adjunto en la Central Nuclear de Cofrentes, Director en la Central Térmica de Compostilla, Central Nuclear de Laguna Verde (México), CN de Valdecaballeros, CN de Vandellós II y actualmente Director de ANISA-Francia con el proyecto CERN.

instalaciones en Francia que comprenden un taller de 2.000 m² y edificio de oficina técnica, sistemas informáticos, etc.

Con respecto a proyectos nucleares anteriormente efectuados por ANISA en distintas Centrales Nucleares dentro y fuera de España, este proyecto no trae a los condicionantes técnicos habituales (conducción y distribución adecuada de aire, deshumectación, tratamiento de gases ionizados por radiación, tratamiento de gases tóxicos, filtrado, refrigeración, etc.) más dificultades que las directamente derivadas de la configuración física de la instala-

ción (pozos de 180 m de altura en algún caso, líneas absolutamente tocando paredes y muros) que ha originado el desarrollo de nuevos sistemas de ensamblaje, diferentes a los habitualmente utilizados, todo ello garantizando desmontabilidad y estanqueidad.

La otra actividad que se está cubriendo actualmente es el proyecto, suministro, instalación y pruebas de unidades de tratamiento de aire, básicamente situadas en cavidades que drenan al túnel principal y que alojan el equipo electrónico de alto voltaje, transformadores y baterías.

La fabricación de estas unidades se

está llevando a cabo en nuestras instalaciones en España, efectuándose en Francia todo el suministro de bombas, cambiadores de calor, presionadores, sistemas hidráulicos y ventilación, así como el montaje de todo ello.

Básicamente, y dada la actual fase de avance de esta obra, cabe esperar que estas actividades mencionadas puedan ampliarse dentro del campo que ofrecerá el CERN en el futuro, con nuevos trabajos y/o modificaciones, que origina un proyecto vivo y adaptable como éste, dentro de la cooperación y contribución técnica de las distintas empresas.

ENTRECANALES Y TAVORA, S. A. A. FERNANDEZ

ENTRECANALES Y TAVORA, S. A., realiza sus actividades en el campo de las Obras Públicas y Edificación, tanto en España como en numerosos países extranjeros. Cabe destacar una especial experiencia en centrales nucleares: Zorita, Sta. María de Garoña, Almaraz, Lemóniz, Cofrentes, Trillo y Valdecaballeros. Igualmente la construcción de grandes proyectos hidroeléctricos y de riego, como Paute en Ecuador, Guavio en Colombia, Majes en Perú y Cortes de Pallas en España, las Centrales Térmicas de Guardo y Shoubrah-El-Jeima en Egipto, son sectores punteros de la Sociedad. Actualmente, además de otros proyectos, dedica sus esfuerzos a la realización de los grandes contratos: el llave en mano del Metro de Medellín, la Presa de La Serena y la remodelación del Estadio Olímpico de Montjuich para los próximos Juegos Olímpicos.

CONSTRUCCION DEL TUNEL PARA EL LEP

ENTRECANALES Y TAVORA, S. A., en asociación con otras cuatro sociedades de sendos países europeos, ha firmado el contrato en 1983 para la construcción del túnel cuasicircular de 26,7 km de longitud, donde deberán situarse las instalaciones del "Large Electron Positron Gollider" (LEP) para acelerar y almacenar las partículas elementales. El túnel se encuentra en un plano ligeramente inclinado, variando, pues, su profundidad, y por consiguiente sus 17 pozos verticales de acceso, entre 60 y 150 m.

La sección de perforación del túnel es circular, de 4,50 m de diámetro, para 3,80 m de diámetro útil, una vez revestido.

Las características especiales de los instrumentos de detección y experimentación del acelerador, cuyos imanes de focalización deben situar los ha-

ces a la centésima de milímetro, obligan a una cuidadosa elección del emplazamiento donde asentarse: molasa terciaria de depósitos fluvio-marítimos consolidados y además a unas tolerancias de replanteo del eje del túnel, en sus tres coordenadas, de sólo algunos centímetros, lo que es absolutamente inusual en obras de excavación subterránea.

La triangulación de replanteo de superficie se ha medido con un instrumento de alta precisión, el Terrámetro, usado por primera vez en Europa, que reduce el error a sólo algunas décimas de milímetro en 10 km.

La perforación del túnel se ha realizado con ayuda de tres máquinas excavadoras de sección completa (TBM), cada una en un sector y dotadas de rayo láser y ordenador para la correcta alineación del eje de la máquina que debe inscribirse en un cuasicírculo situado en un plano ligeramente inclinado.

Los TBM o topos van provistos de brazos hidráulicos para colocación de dovelas prefabricadas que cumplen la función de sostener la roca recién excavada. Posteriormente se realiza un

revestimiento de hormigón de todo el túnel.

Las galerías anexas a las salas de experimentación de grandes dimensiones (140 x 22 x 23 m) se excavan con máquinas rozadoras, utilizándose en los días punta hasta un total de 18. El sostenimiento provisional en estos casos ha sido mediante el llamado "nuevo" método austriaco consistente en hormigón proyectado contra una malla sujeta a su vez a pernos de anclaje de gran longitud.

Los pozos de acceso al túnel se han excavado atravesando dos capas de suelo: una primera formada por depósitos de morrenas de gravas, arenas y limos con espesor entre 10 y 70 m, y una segunda capa subyacente de roca blanda, la molasa terciaria mencionada anteriormente. Para atravesar las morrenas saturadas de agua se utilizaron muros pantalla en algunos casos, combinados con congelación del suelo en los pozos con espesor de morrenas superior a los 30 m.

Los trabajos subterráneos del Proyecto LEP, actualmente en curso, son, sin duda, una de las obras más singulares en este género en todo lo que va del siglo. La tecnología europea, tanto la industrial como la de obra civil, está siendo sometida a una dura prueba. Creemos que saldrá de ella con gran éxito.



Alvaro FERNANDEZ FERNANDEZ es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1967. Actualmente desarrolla su trabajo en la División de Comercio Exterior de Entrecanales y Távora, S. A. Es miembro del Comité de Dirección del Consorcio Eurolep para la construcción de las Obras Civiles del Proyecto LEP, para el CERN.

EQUIPOS NUCLEARES, S. A. (ENSA)

E. MESONES

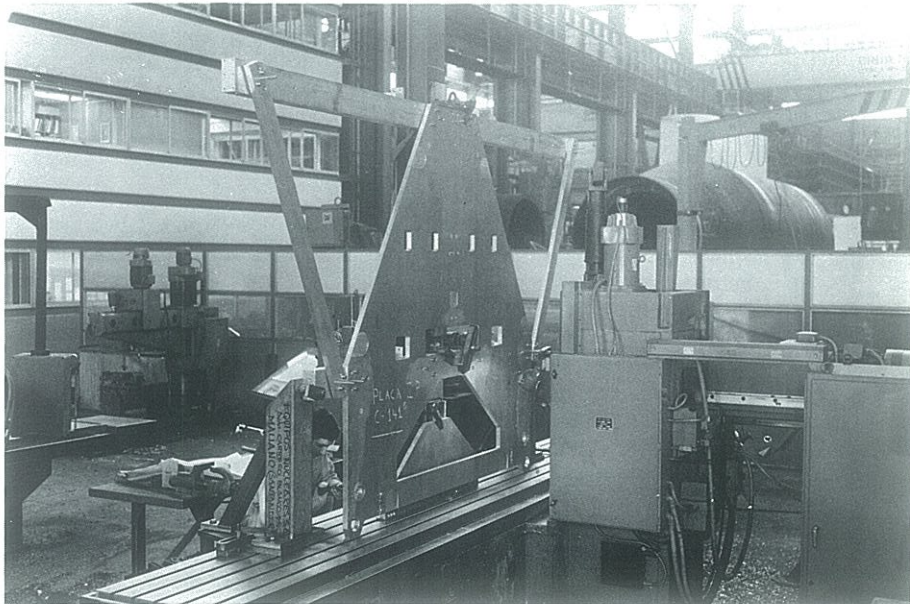
ENSA, fundada en 1973, es una empresa creada específicamente para el proyecto y fabricación de los componentes primarios de las centrales nucleares. Su fábrica de Maliaño (Santander) es una de las más modernas del mundo.

En la actualidad, además de la fabricación de equipos para España y para la exportación, se ocupa de la prestación de servicios de gran calidad a las centrales nucleares españolas.

FABRICACION DE OCTANTES PARA EL EXPERIMENTO L3

En colaboración con el CIEMAT (antiguo JEN), ENSA está fabricando los 16 octantes que forman el detector de muones.

El detector de muones del L3 estará situado entre el tubo cilíndrico central de 4 m de diámetro que contiene y soporta los componentes más cercanos al punto de interacción de los haces de electrones y positrones (cámara de vértice y calorímetros electromagnético y hadrónico), y las espiras del aluminio del gran imán de 14 m de diámetro rodea a todo el detector, proporcionando en su interior un campo magnético solenoidal uniforme de 5 kgauss. Está formado por dos ruedas, con forma octogonal, cada una de las cuales está compuesta por ocho módulos llamados "octantes". Su finalidad es la determinación, con muy alta precisión, de la trayectoria seguida por las partículas subatómicas que se conocen con el nombre de muones. Dentro de un octante se posicionan tres capas de detección, cada una de las cuales proporcionará el punto de paso del muón con precisión de 60 micras. Dadas las grandes dimensiones del octante (4 m de ancho x 4 m de alto x 6 m de largo)



Fresado de placas de los octantes en fresadoras de CN.

conseguir este grado de precisión es sólo posible gracias a un diseño muy elaborado, un proceso de mecanizado muy preciso, y un control exhaustivo de dimensiones y deformaciones, a lo largo de las diferentes fases de fabricación y de montaje. A posteriori, es preciso realizar una detallada calibración con instrumentación muy especial (Laser "Beacon" para definición de planos y Láser Ultravioleta para alineamiento y simulación de trayectorias rectas). La estructura principal de un octante consta de dos placas laterales con barras soporte de cámaras, tirantes y "longeron", así como un número importante de piezas auxiliares. Especial esfuerzo ha requerido el sis-

tema de amarre de las piezas en máquina, evitando solicitaciones de tensiones de forma que al soltarlas no se produzcan deformaciones posteriores permanentes fuera de tolerancias.

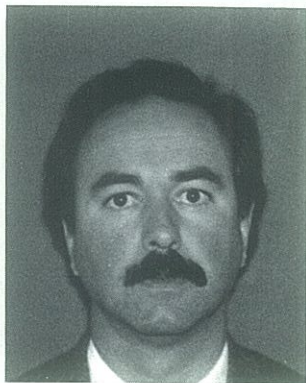
El ensamblaje de los diversos elementos se efectúa por medio de uniones atornilladas con reforzamiento de helicoils y guías especiales de acero tronco-cónicas "Metaligner". La precisión del posicionado requiere agujeros de precisión para los que ha sido necesario, así como en otras diversas operaciones de mecanizado, la utilización del interferómetro láser.

Otra característica fundamental que debe poseer la estructura es su estabilidad a largo plazo. Todo el material utilizado ha sido aluminio SB-221 aleación 0001 en estado T6, y en el mecanizado se ha puesto especial énfasis en que la eliminación de material sea la mínima posible para conservar al máximo sus óptimas propiedades mecánicas en este sentido.

FABRICACION DE TAPAS PARA YUGO MAGNETICO DEL ALEPH

En junio de 1984, Equipos Nucleares firmó con el CERN un contrato para la fabricación y suministro de las dos tapas de cierre del yugo magnético para el experimento ALEPH.

Cada una de estas dos tapas, idénticas entre sí, está formada por seis módu-



Eduardo GONZALEZ MESONES es Ingeniero Industrial por la ETSII de Madrid. Ingresó en EQUIPOS NUCLEARES, S. A., en 1975, desarrollando labores de Garantía de Calidad y Dirección de Proyectos de Sistematistas (General Electric, KWU y Westinghouse). En la actualidad es responsable de la División de Ingeniería y Administración de Proyectos.

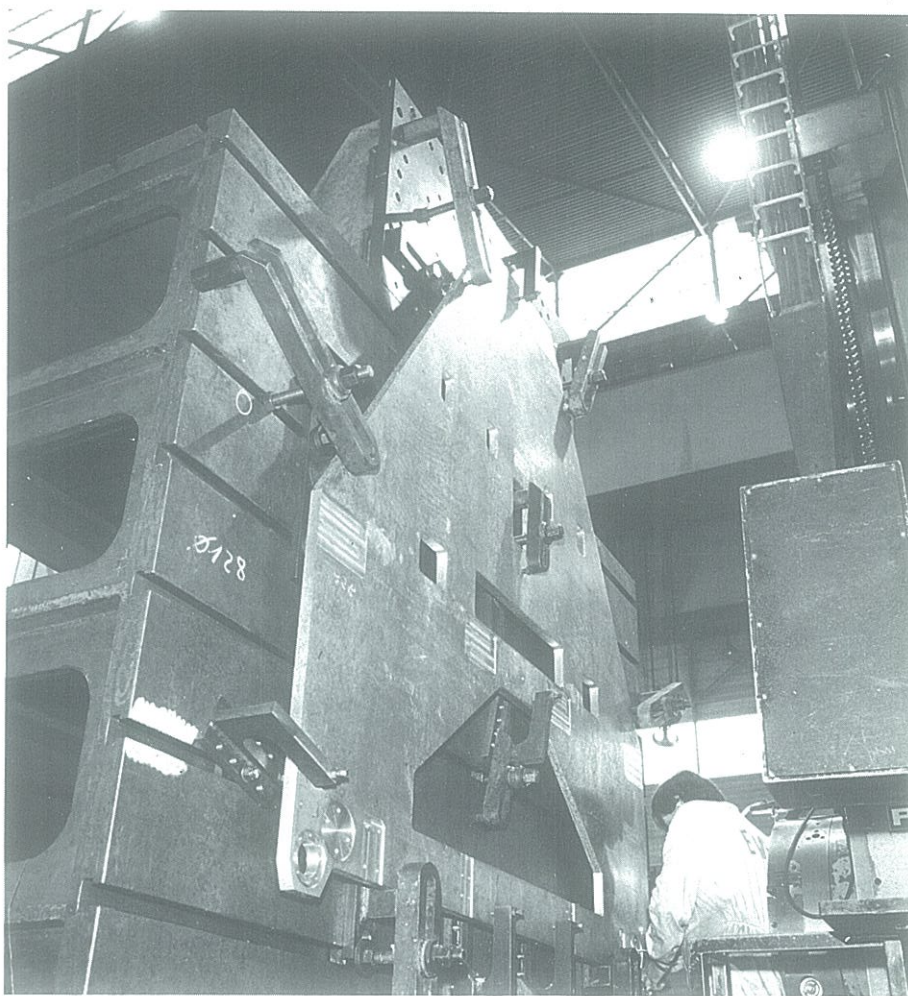
los, similares. La configuración de estos módulos es muy próxima a un triángulo equilátero, de forma que la unión de los seis confecciona una figura semejante a un exágono.

Lo verdaderamente peculiar de este suministro, del que no existe ninguna referencia anterior en el mundo, son su tamaño y peso (75 t por módulo, 450 t cada tapa) y los estrictos requisitos de construcción que obligaron a desarrollar tres prototipos antes de acometer la obra. Cada módulo está formado por 23 chapas de acero de 4,5 m de lado, superpuestas cada una con idéntica forma a la anterior y en espesores de 50 y 100 mm, distanciadas entre sí por separadores de acero al carbono e inoxidable de 22 mm que deben mantener las chapas totalmente paralelas y equidistantes.

Para poder realizar el ensamblaje de las chapas correctamente, es necesario preparar un utillaje especial, de muy elevada resistencia, capaz de evitar la deformación de las chapas, a medida que éstas van siendo soldadas. El conjunto de las chapas, una vez unidas entre sí lateralmente y por unos nervios perpendiculares a las mismas que van soldados a cada chapa, recibe un tratamiento térmico de distensionado a 600 °C, que dado el peso de cada módulo (75 t) y la mínima distancia entre chapas (22 mm), resulta de extrema lentitud (una semana aprox.) y dificultad.

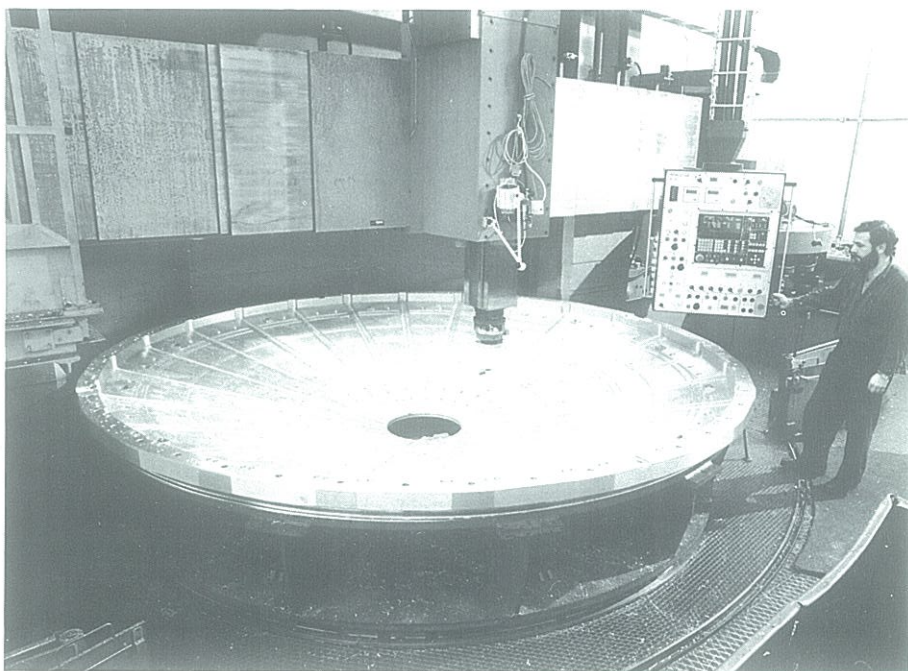
Una vez distensionados, los módulos pasan a la fase de mecanizado, la cual se realiza en dos etapas diferentes: la primera en la que se mecanizan los laterales a 60° exactos, y una segunda en la que se mecanizan las caras superior e inferior. Debido a las estrechas tolerancias de mecanizado y el mínimo offset permitido en el montaje final, esta operación resulta de suma dificultad y requiere controles exhaustivos. Finalmente, una vez mecanizados los módulos, se procede a su pre-montaje vertical para garantizar el adecuado montaje definitivo *in situ*. Para ello, hay que preparar una base similar a la que llevará la tapa en su emplazamiento y nivelarla para posicionar el primer módulo. Los restantes módulos se van añadiendo al anterior, uniéndolos mediante pernos y cuidando su perfecto alineamiento para que todas las caras estén en un solo plano. Tras esto, se comprueba mediante galgas que no existe holgura entre los módulos, y con un microscopio de alineamiento se comprueba que toda la superficie de la tapa que forman los seis módulos está en un solo plano ($-0,5$ mm).

Conseguido este objetivo, se desmontan los módulos y se pintan en la zona exterior, preparándose a continuación para el transporte hasta Ginebra.



Mecanizado de octantes en mandrinadora de 130 mm.

Vista del lado cóncavo del cono "SIGNAL" durante el proceso de barrenado.



MECANICA DE LA PEÑA

M. GARMENDIA

Esta Sociedad se constituyó en Bilbao bajo el nombre de Mecánica Erhardt, S. L., el 22 de mayo de 1940. En 1957 se trasladó a sus actuales instalaciones de Urduliz (Vizcaya), a 22 km de Bilbao capital. Actualmente ocupa una superficie total de terrenos de 180.000 m², de los que 50.060 m² están cubiertos bajo gancho de grúa, y cuenta con naves de 25 m de luz y con capacidad de carga de hasta 400 t.

La maquinaria es moderna, de gran capacidad, lo cual hace que sus instalaciones sean muy versátiles en su conjunto y están consideradas entre las mejores de España. Sus realizaciones comprenden todos los sectores de la industria pesada, con especial dedica-

ción a aquellos contratos que incluyen el diseño técnico, fabricación y montaje de grandes bienes de equipo para la generación de energía de centrales hidráulicas, térmicas y nucleares, así como la construcción de instalaciones y plantas industriales "llave en mano".

FABRICACION DE CONOS DE ALTA TENSION Y DE SEÑALES PARA EL OPAL

El detector central del OPAL está destinado a determinar las trayectorias de las partículas resultantes de la colisión electrón-positrón en el espacio, mediante señales obtenidas en los conductores instalados entre los dos co-

nos que son procesados por los ordenadores, los cuales dibujan las trayectorias, ángulos, etc. de las partículas resultantes de la colisión.

FABRICACION DE SOPORTES Y PLACAS TERMINALES PARA EL DELPHI

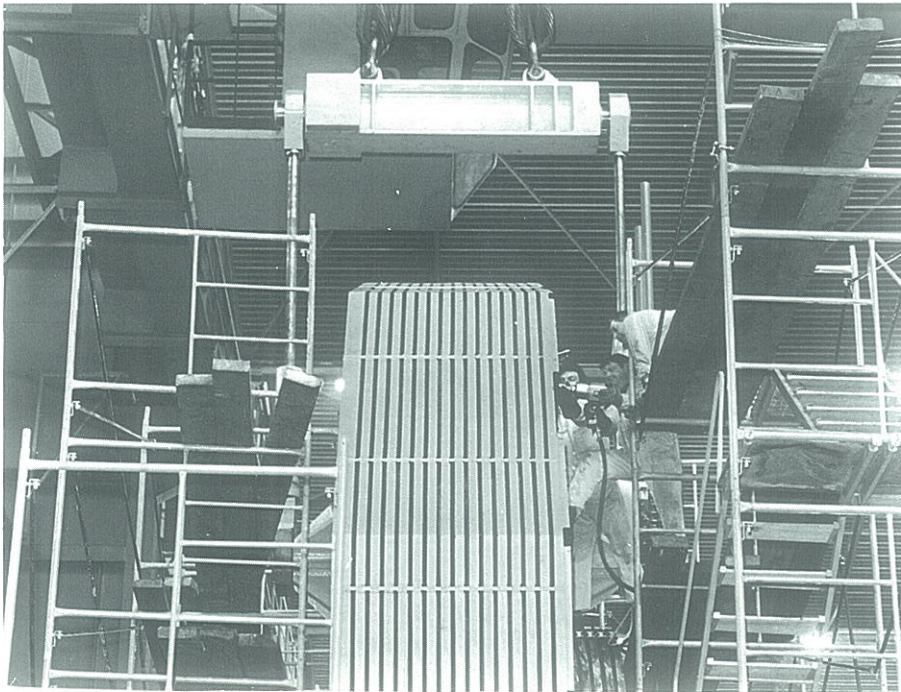
MECANICA DE LA PEÑA está fabricando dos "End Plates" y "End Supports" para el colisionador BARREL RICH del detector DELPHI (Detector with Lepton, Photon and Hadron Identification). El colisionador BARREL RICH (Ring Imaging Cherenkov), diseñado para medir la velocidad de las partículas de la colisión electrón-positrón, está basado en el siguiente principio: la luz cherenkov emitida por un líquido o gas irradiador es recogida en un tubo-arrastre que contiene TMAE, un gas de bajo potencial de ionización, los fotones (cherenkov) de energía comprendida entre 6.2 y 7.2 eV, son convertidos en electrones en el interior del tubo de arrastre y posteriormente guiados por un campo eléctrico hasta una cámara proporcional multiconductora con lectura anódica y catódica.

Mediante este sistema se determina el punto de colisión de entrada en el tubo arrastre y el de salida, y, por tanto, se puede conocer la velocidad y el ángulo de salida de las partículas de la colisión.

El Barrel Rich (BR) opera en un campo magnético de 1,2 teslas producido por una solenoide superconductor, consecuentemente todos los materiales de BR son amagnéticos.

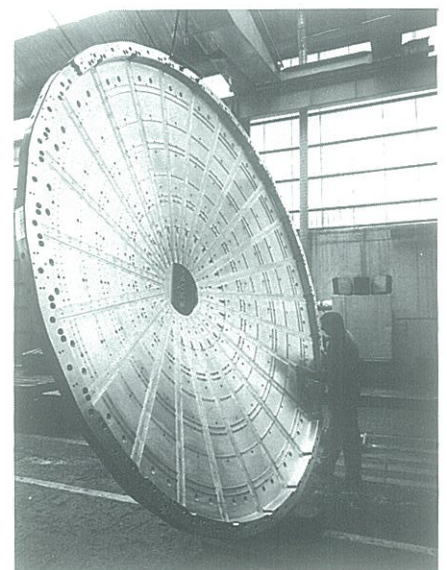
MECANICA DE LA PEÑA, S. A. está fabricando, como hemos indicado anteriormente los "End Plates" y "End Supports". Los "End Supports" son estruc-

Tapa del imán para ALEPH.



Manuel GARMENDIA ZARANDONA, nacido en el año 1956, Ingeniero Industrial por la ETSI de Bilbao. Ingresó en MECANICA DE LA PEÑA en el año 1980, donde ha desarrollado su actividad como Jefe de Proyecto de Equipos para Centrales Nucleares, tales como Cofrentes, Vandellós, Trillo, Valdecaballeros, etc. Actualmente es el Jefe de Proyecto responsable de los equipos con destino al Laboratorio de Alta Energía de CERN (Suiza).

Vista del lado cóncavo del cono "HIGH TENSION".



turas rígidas que unen el recipiente del BR con la estructura soporte del mismo, y son la referencia mecánica de todos los componentes del mismo. Los "End Plates" son los extremos donde se fijan los 12 pares de tubos de arras-

tre y tubos de líquido irradiador ($C_5 F_{12}$). Los "End Plates" y "Supports" son de construcción mecanosoldada de aluminio calidad Al Mg 4,5 mm, con diámetro de 3.950 mm y altura de 580 mm y espesores de chapa de aluminio hasta 90

mm de espesor. Todas las costuras soldadas van examinadas por radiografiado y por líquidos penetrantes. Los conjuntos contruidos son térmicamente tratados para el distensionado antes del mecanizado final.

CONDUCTORES ELECTRICOS ROQUE, S. A.

J. MONTEYS

Desde su fundación en Manlleu (Barcelona), en el año 1923, CONDUCTORES ELECTRICOS ROQUE, S. A., ha experimentado un proceso de crecimiento continuo que la ha situado entre los principales fabricantes nacionales de cables eléctricos.

En la actualidad, la empresa dispone de unas modernas instalaciones de producción altamente informatizadas, así como de unos laboratorios dotados de los más modernos medios. El potencial humano está formado por un total de 450 personas entre las que se incluyen ingenieros superiores, técnicos de grado medio y especialistas. La fabricación de ROQUE comprende una amplia gama de cables que va de los pequeños cables de instrumentación y control a los grandes cables de energía de hasta 110 kV.

SUMINISTRO DE CABLE FLEXIBLE DD-SEPP-FLEX

Se trata de un cable flexible, de 0,6/1 kV de tensión nominal, con conductor de cobre estañado, flexible (Clase 5), aislado con goma EPR y con cubierta exterior termoestable de goma. Este cable tiene las siguientes propiedades esenciales para la función requerida: Superar la prueba de no propagación de incendio, según norma IEC 332-3 y Documento 20 (Sec) 215; emitir durante el incendio muy poca cantidad de humos (Prueba de densidad de humos s/ASTM-E-662), exentos de halógenos y sulfuros, lo que les confiere una baja toxicidad (ph 4 y conductividad 100 s/cm, medidos s/norma DIN 57.472 Parte 813).

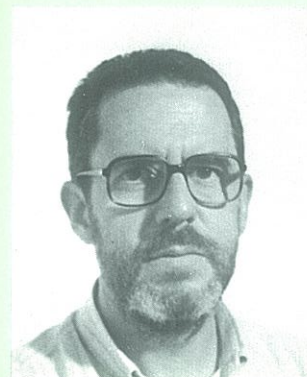
Al mismo tiempo, la cubierta exterior presenta una buena resistencia a la radiación, manteniendo, después de una dosis de 5×10^5 Gy (s/método IEC 554, tabla A), un 50 % y un 75 % de los valores iniciales de resistencia a la tracción y rigidez dieléctrica, respectivamente, y un alargamiento a la rotura inferior al 100 %.

El cable está dimensionado según la norma IEC 502 (1983).

Las principales características de aislamiento y cubierta se relacionan a continuación:

	Aislamiento	Cubierta
- Sin envejecer		
Resistencia a la tracción	7 N/mm ²	8 N/mm ²
Alargamiento a la rotura	150 %	200 %
- Después de envejecer en estufa de aire	168h a 135 °C	168h a 100 °C
Variación de resistencia a la tracción	± 30 %	± 30 %
Variación alargamiento a la rotura	± 30 %	± 40 %
- Después de envejecer en bomba de aire	40h a 127 °C	-
Variación de resistencia a la tracción	± 30 %	-
Variación de envejecimiento en aceite	± 30 %	-
- Después de envejecimiento en aceite	-	24h a 100 °C
Variación de resistencia a la tracción	-	± 40 %
Variación alargamiento a la rotura	-	± 40 %
- Resistencia al ozono (S/IEC 540 Punto 13)	Satisfactorio	Satisfactorio
- Ensayo de presión en caliente	15' a 250° bajo carga de 20 N/cm ²	
Máximo alargamiento bajo carga	175 %	175 %
Alargamiento permanente	15 %	15 %
- Absorción de agua, 14 días a 85 °C	5 mg/cm ²	-
- Resistencia de aislamiento. Valor Ki a 90 °C	3,67	-
- Índice de oxígeno (s/ASTM-D-2863)	30	36
- Densidad de humos (s/ASTM-E-662, modalidad con llama)	Ds 250	Ds 250
- Emisión de halógenos y sulfuros	nulo	nulo
- Ensayo de doblado sobre cable completo a - 20 °C	Satisfactorio	Satisfactorio

Jordi MONTEYS VIÑALS estudió en la ETSII de Barcelona, acabando en 1964. Doctor en 1972, ha trabajado en FECSA en estudios de redes de transporte y distribución. Ha sido, entre 1967 y 1972, profesor de la Escuela de Barcelona, cátedra de Electrotécnica. Desde 1972 es Director Técnico de CE Roqué.



SIEMENS, S. A.

R. GARCIA

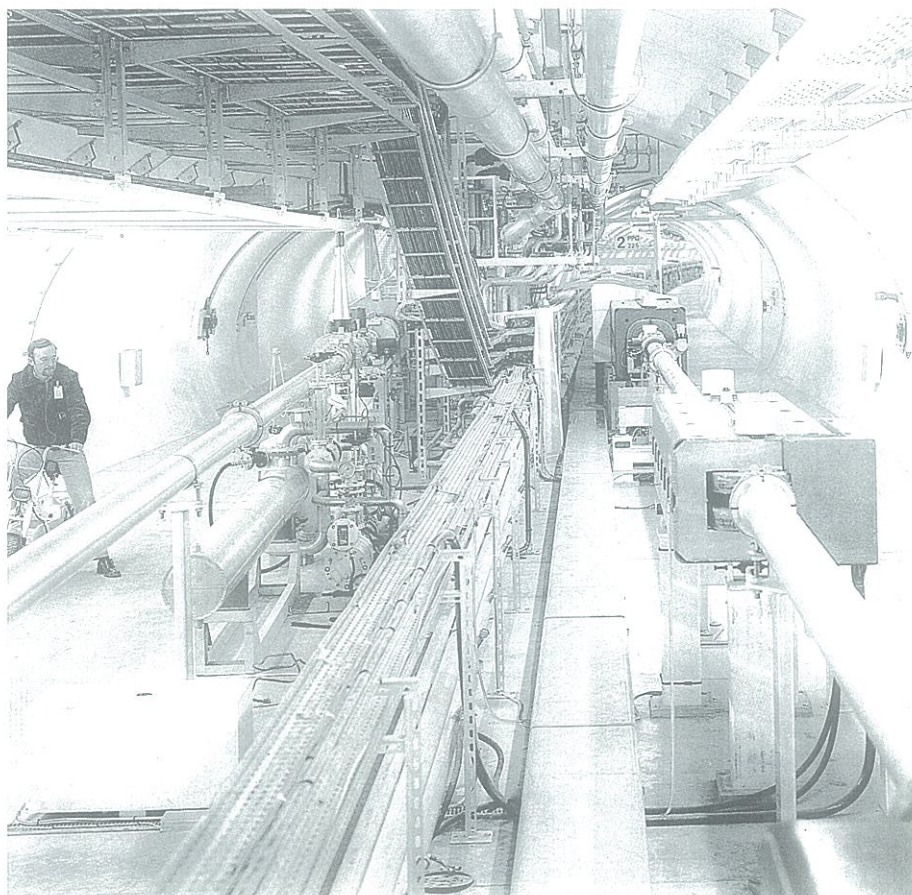
La Compañía SIEMENS tiene en Getafe una fábrica dedicada al diseño y construcción de equipos electrónicos, de electromedicina y cuadros de baja y media tensión. En los últimos años, se ha realizado un importante esfuerzo para dotar a la misma de una moderna tecnología, así como en la cualificación técnica de su personal, lo que ha hecho posible incorporar a su espectro de fabricación productos de alta tecnología, tales como generadores de rayos X controlados por microprocesadores, mesas de radiodiagnóstico telemandadas, equipos de control distribuido, autómatas programables, etc., algunos de ellos íntegramente desarrollados en la propia fábrica, que tiene un importante laboratorio de I + D, dotado de los medios más modernos, así como de un equipo técnico humano de alta cualificación.

SUMINISTRO DE EQUIPOS ELECTRONICOS PARA LA MEDICION DE POTENCIA DE RADIOFRECUENCIA

Recientemente la fábrica de SIEMENS, S. A., en Getafe, ha realizado para el CERN el suministro de equipos electrónicos para la medición de potencia de Radiofrecuencia para el LEP. La primera fase de la construcción del LEP incluye la instalación de los sistemas magnéticos y de vacío, así como de radiofrecuencia y equipos auxiliares necesarios para la aceleración de partículas de electrones y positrones hasta una energía de entre 50 y 60 GeV. En la primera fase, las estaciones de aceleración de RF se localizarán en dos puntos diametralmente opuestos del anillo LEP, y se alimentarán con 16 MW de potencia de RF procedente de los

Klystrons instalados en el túnel subterráneo. La potencia de los Klystrons será conducida por medio de una cadena de guías de ondas a las cavidades de aceleración y de almacenamien-

to. Las cavidades de aceleración producen un fuerte campo eléctrico en su eje que se usa para acelerar las partículas que circulan hasta una mayor energía, y para reponer la pérdida por las partículas debido a la radiación. La distribución de la potencia de RF en el sistema de guías de ondas y las reflexiones causadas por desajustes en las cavidades y por variaciones de potencia son monitorizadas con los medi-



Rafael GARCIA BEITES, Ingeniero Superior de Telecomunicación, terminó sus estudios en el año 1970, prestando sus servicios desde entonces en la firma Siemens, S. A., primero en el grupo de Automatización Industrial, y a continuación en la Fábrica de Siemens de Getafe, donde ha desempeñado el cargo de Jefe de Laboratorio de Diseño, y en la actualidad, desde 1982, el de Jefe del Sector Electrónica.

dores de potencia de RF.

La aportación realizada por la fábrica de Getafe de Siemens para este proyecto ha consistido en la construcción, prueba y suministro de 96 unidades electrónicas de medida de potencia. Cada una de las mencionadas unidades consta de dos bastidores tipo EUROPA, dos módulos detectores de amplitud, dos módulos de radiación y división, dos módulos de indicación de potencia reflejada, dos módulos interfases de medición de potencia, un módulo de unidad central, un módulo de control del rango de medida, un módulo de control del coeficiente de reflexión y dos fuentes de alimentación reguladas para el suministro de todas las tensiones necesarias.