

Intercambiador neumático de muestras desarrollado para el segundo ensayo del amplificador de energía en el CERN⁽¹⁾

J. ALEIXANDRE (*); J. BUENO (*); E. CERRO (**); O. GONZÁLEZ (*); J. TAMARIT (*)

RESUMEN El sistema, llamado Detector Rabbit, ha sido diseñado para medir la radiación Gamma diferida de muestras activadas con decaimiento rápido, mediante contadores HPGe. Con el objeto de minimizar pérdidas de datos se ha desarrollado un sistema neumático para transferir, de la manera más rápida, la muestra depositada dentro de una pequeña cápsula, desde el emplazamiento de irradiación al emplazamiento de medida. La instalación del sistema neumático fue completada por el equipo del CEDEX en el CERN el 01.12.95.

PNEUMATIC EXCHANGER OF SAMPLES DEVELOPED FOR THE SECOND TEST OF THE ENERGY AMPLIFIER AT CERN

ABSTRACT The system, called Rabbit Detector, has been designed to measure the delayed gamma of rapidly decaying activated samples by HPGe counters. To minimise the losses of data, a pneumatic system has been designed to transfer, in a fast way, the sample inside a special capsule, from the irradiation site to the measuring site. The installation of this pneumatic system at CERN by the CEDEX group was completed the 01.12.95.

Palabras clave: Intercambiador; Rabbit; Radiación; Detector.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL DETECTOR RABBIT

El sistema neumático, usado para el detector Rabbit, consiste en dos puertos, el de irradiación (R) y el de medida (M), conectados mediante un tubo largo de plástico de 20.1 m de longitud. Una descripción esquemática se muestra en la Fig. 1. Cada puerto contiene un conjunto de 3 válvulas electro-mecánicas, una pareja de tanques de aire presurizados, piezas para definir la posición de la cápsula que contiene la muestra y un detector óptico montado sobre el tubo cerca del extremo unido al puerto.

Una caja de control diseñada especialmente, permite definir el estado de cada electroválvula de acuerdo a las señales recibidas desde los sensores ópticos, la presión en el tubo o bien mediante comandos externos. Estos comandos pueden generarse por medio de un control manual en la caja o bien, mediante un control automático externo.

El tubo que conecta los dos puertos está hecho de poliamida 11², y tiene diámetros externo e interno de 12 y 10 mm respectivamente. Por otra parte, la cápsula, hecha de fibra de carbono, tiene un diámetro externo de 9.7 mm. También han sido instalados una pareja de sensores de presión sobre el tubo. Hay un transductor de presión analógico que se

mide en la caja de control para propósitos de diagnóstico y calibrado, y un sensor digital que produce una señal siempre que la presión en el tubo supera un nivel predefinido. En operación normal del Rabbit, los valores de estos niveles son 1.9 y 2.97 bares.

EL PUERTO DE IRRADIACIÓN

El tubo del Rabbit en la zona de irradiación se conecta a una pieza especial de acero, llamado puerto de irradiación, Fig. 2. Este tubo es introducido dentro en uno de los taladros en el bloque de plomo del experimento TARC³ donde los neutrones, producidos por espalación en el plomo, activarán la muestra contenida en la cápsula.

El puerto de irradiación consta de dos tubos coaxiales de acero de pared delgada con diámetros 10/10.6 mm para el tubo interno y 15/15.8 mm para el externo, y 3 m de longitud.

La cápsula se mueve dentro del tubo interno. Este tubo se ha terminado mediante un tapón taladrado paralelo y perpendicularmente al eje, para mantener la sección eficaz de escape, al que se ha colocado una anilla de acero que define la posición final de la cápsula, Fig. 3.

El tubo externo, cerrado por otro tapón también de 3 cm de longitud, proporciona el camino para el escape del aire

(1) Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire.

(*) División de Técnicas Físicas y Electrónicas del CEDEX.

(**) Universidad Autónoma de Madrid.

(2) Bilson, Polyamid 11, Hoeser for Fluids and Gases - Catalogue des magasins CERN 38.40.30.612.4.

(3) TARC: Transmutation Adiabatic Resonance Crossing.

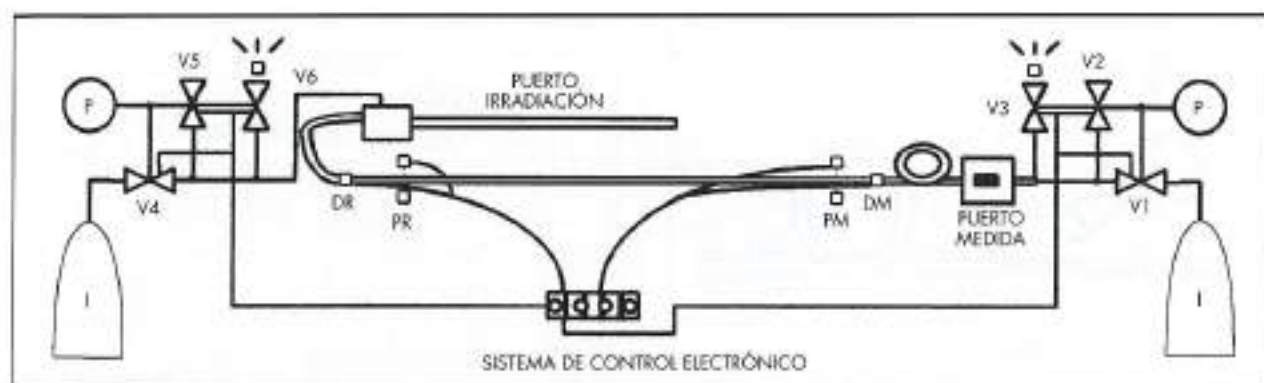


FIGURA 1. Representación esquemática del sistema.

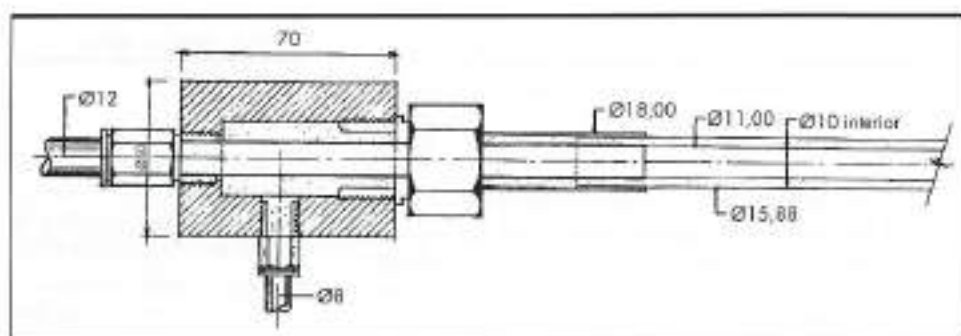


FIGURA 2.

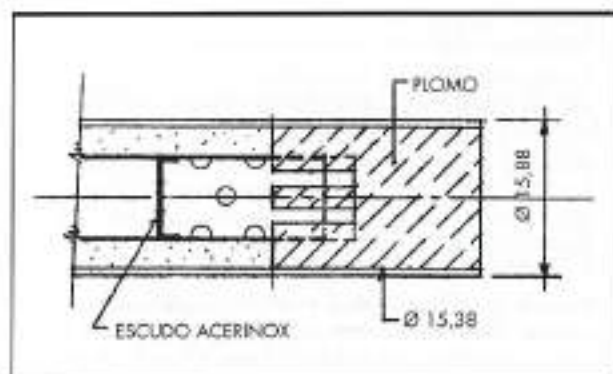


FIGURA 3.

cuando la cápsula se aproxima al extremo del tubo interior, o para introducir la presión cuando la cápsula es enviada al puerto de medida.

Este tubo externo, está conectado a un conjunto de 3 electro-válvulas, V4, V5 y V6. La válvula V5 cuando se abre, permite el escape libre del aire. V6 sin embargo, permite el escape de un flujo limitado de aire. Cuando estas dos válvulas están cerradas, V4 entrega presión al tubo interno. La presión se suministra mediante un tanque de aire comprimido, con una preselección a 4 bares. Adicionalmente se dispone de otro tanque a una presión de 5 bares que alimenta a los circuitos de conmutación mecánica de las válvulas.

Finalmente, un sensor óptico está localizado a 252 cm del extremo del puerto. La señal entregada por este sensor al

paso de la cápsula activa la secuencia de frenado mediante el cierre de la válvula V5.

EL PUERTO DE MEDIDA

En el lado de medida, la cápsula se para mediante una pieza especial dentro del tubo de plástico, localizada justo frente de los detectores, Fig. 4. La posición de esta pieza es ajustable respecto a la estructura que soporta el imán. La pieza, cilíndrica, está cortada a un ángulo de 45 grados respecto a la vertical. La idea que subyace al utilizar esta geometría, es que combinada con su complementaria en la cápsula Fig. 5, permite definir la orientación de la muestra respecto a los detectores. Sin embargo, en los primeros intentos de posicionamiento, no se conseguía un acoplamiento perfecto entre ambas. Para resolver este problema se incluyó un tirabuzón de 40 cm de radio en el tubo justo antes de que este alcanzara el puerto de medida. Esto produce una aceleración centrífuga que alinea correctamente la cápsula antes de su recepción por el puerto.

En este puerto el tubo está conectado a un conjunto de 3 electro-válvulas, V1, V2 y V3. La apertura de V2 permite el escape libre del aire. V3 sin embargo, permite el escape de un flujo limitado de aire. Además, esta válvula es seleccionable activa siempre (abierta o cerrada según demande el ciclo neumático) o activa en modo lento (slow) y pasiva (cerrada siempre) en modo rápido (fast), mediante un "puente" en placa. Cuando las dos válvulas de escape están cerradas, V1 suministra presión al tubo. Existen dos tanques de presión en este puerto cuya función es similar a la explicada para el puerto de irradiación aunque en este caso, el tanque principal trabaja a una presión máxima de 3,5 bares.

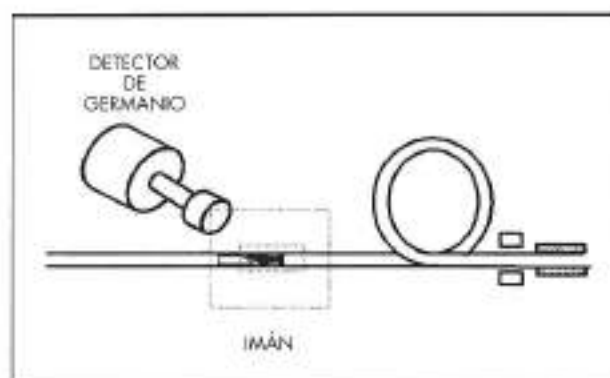


FIGURA 4. Puerto de medida.

También en este puerto hay un sensor óptico, esta vez localizado a 215 cm del final de aquel, y cuya función es análoga a la descrita para el sensor óptico en el puerto de irradiación, operando sin embargo sobre V5 en lugar de V2.

LA CAJA DE CONTROL DEL SISTEMA NEUMÁTICO

El control completo de las electroválvulas del sistema neumático y la información electrónica del estado presente está concentrada en una serie de módulos montados sobre un bastidor diseñado por el CEDEX, y que a partir de ahora llamaremos caja de control. La caja recibe los comandos y entonces ejecuta una secuencia de acciones cableada que lleva a las electroválvulas a un estado determinado. La sucesión de éstos determina el ciclo de transporte de la cápsula de un puerto al otro. El comando M envía la cápsula desde el puerto de irradiación al puerto de medida y el comando R realiza la operación recíproca.

La caja incluye varias funciones que determinan el modo de operación. Primero, puede ser operada de forma manual o automática. En el primer caso, los comandos se envían desde una pareja de botones accionados manualmente y situados en uno de los módulos de la caja. En el segundo caso, los comandos se reciben como externos por un módulo de acoplamiento TTL que a su vez los reenvía al módulo antes mencionado.

Hay también la opción de elegir ciclos rápidos o lentos. La operación normal toma lugar en modo rápido, mientras que el modo lento está reservado para la inicialización del sistema, operaciones de seguimiento y chequeo, y extracción o depósito de cápsulas.

La caja también incluye un conjunto de lamparillas que presentan el estado de las electroválvulas, la fase del ciclo (situación de la cápsula), una alarma visible y audible, que avisa de alguna inconsistencia en la ejecución del comando, así como el modo de operación del sistema y otras, para propósitos de chequeos internos. Se completa con una interfaz de entrada-salida TTL. Las entradas son dos líneas de comandos y las salidas tres líneas, dos (una para cada puerto) con estado verdad alto cuando la cápsula está en uno u otro puerto, y la tercera con estado de verdad alto cuando la alarma se activa.

DIAGRAMA LÓGICO DE ESTADOS QUE DETERMINA EL CICLO DEL SISTEMA

El ciclo neumático normal del Rabbit comienza con la cápsula en el puerto de irradiación y entonces, después que el

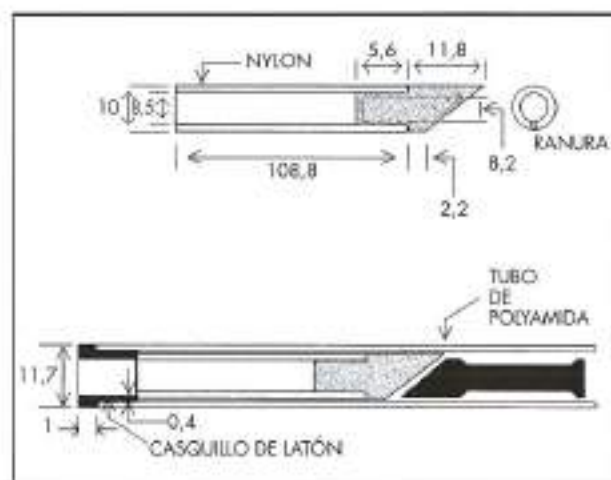


FIGURA 5. Puerto de medida.

haz llega y produce la activación de la muestra, el sistema recibe un comando M. La secuencia de operaciones programada en la caja de control después de este comando, representada en la Fig. 6, sigue los siguientes pasos:

- El estado antes del comando debería ser: las válvulas V1, V2, V3 y V4 están cerradas y V5 y V6 abiertas.
- Cuando el comando M se recibe, V2 y V4 se abren eliminando la sobrepresión en el puerto de medida; V5 y V6 se cierran y V4 se abre, produciendo una sobreposición en el puerto de irradiación. Esta diferencia de presiones impulsará la cápsula hacia el puerto de medida.
- La cápsula sale inmediatamente desde el puerto de irradiación y entonces, el nivel PortR "cápsula en el puerto de irradiación" cae a cero.
- Inmediatamente después, la cápsula cruza el sensor óptico PM, V2 se cierra, V4 y V3 permanecen como antes, lo que produce el frenado de la cápsula antes que llegue al puerto de medida (sólo se permite, dependiendo de la configuración, un flujo de escape de aire limitado).
- Cuando la cápsula llega al puerto de medida, el sensor de presión observará un incremento de presión mayor que el nivel programado, en funcionamiento normal 1,9 bares, y enviará la señal DM. En ese momento la válvula V4 se cierra y V2 y V3 se abren. La variable PortM, "cápsula en el puerto de medida", alcanza el nivel L.

Una vez que la cápsula está en el puerto de medida, el contador HPGe debería observar el decaimiento fotónico de la muestra activada, por un período de tiempo fijo (típicamente 10 segundos). Entonces se envía el comando R y la secuencia siguiente programada se ejecuta:

- Cuando el comando R se recibe, V5 y V6 se abren, eliminando la sobrepresión en el puerto de irradiación, V2 y V3 se cierran y V1 se abre, produciendo una sobreposición en el puerto de medida. Esta diferencia de presión impulsará la cápsula hacia el puerto de irradiación.
- La cápsula sale inmediatamente desde el puerto de medida y entonces, la variable PortM caerá a cero.
- Inmediatamente después la cápsula cruza el sensor óptico PR, V5 se cierra, permaneciendo V6 y V1 como antes, de

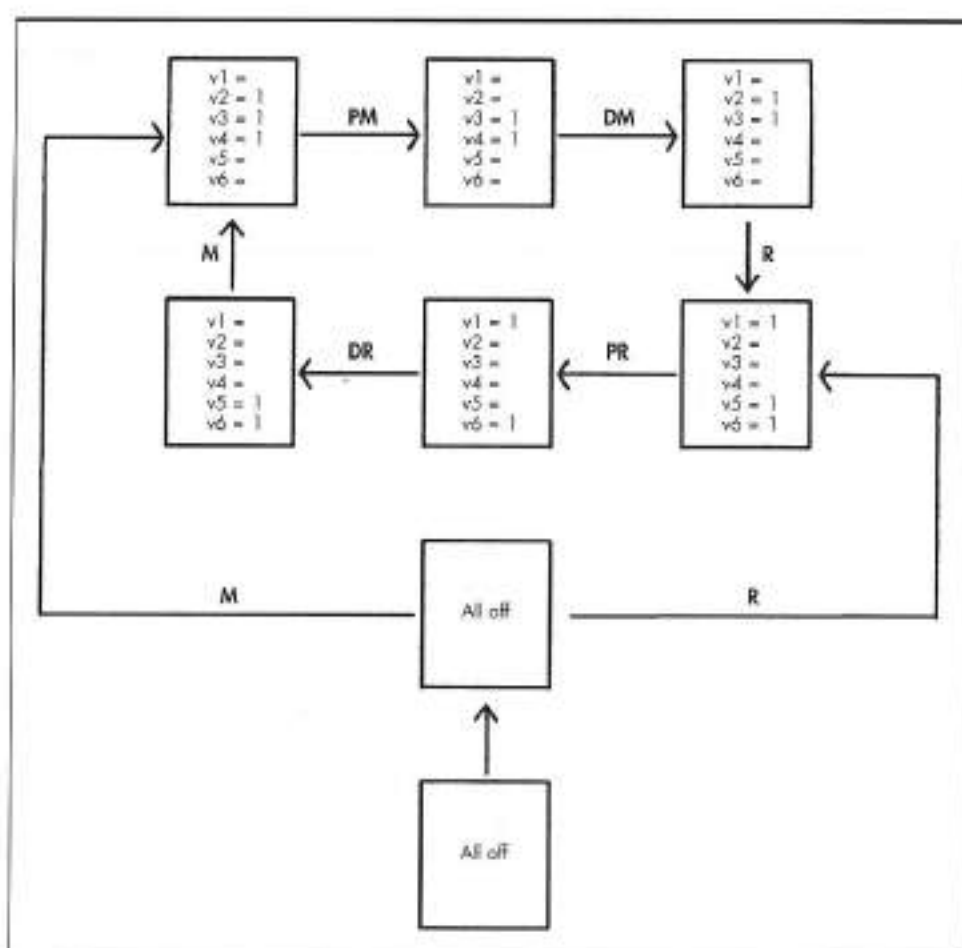


FIGURA 6. Diagrama de estados.

manera que la cápsula es frenada antes de que llegue al puerto de irradiación (sólo se permite el escape de un flujo pequeño de aire).

- Cuando la cápsula llega al puerto de irradiación, el sensor de presión observará un incremento de aquella superior al nivel programado, seleccionado esta vez a 2,75 bares y envía la señal DR. En este momento, la válvula V1 se cierra abriéndose V5 y V6. La variable PortR alcanza el nivel 1, indicando que la cápsula está en el puerto de irradiación.

GENERACIÓN DE LOS COMANDOS DE CONTROL A PARTIR DE LA SEÑAL DEL HAZ

En condiciones normales, los comandos M y R se generan automáticamente como impulsos TTL con retrasos fijos respecto de la señal de llegada del haz. Durante la preparación del experimento se simula la señal del haz mediante un pulso de un módulo NIM cada 14,32 segundos.

Los comandos así retrasados son generados por un conjunto de monoestables contenidos en un módulo "Allongeur". El esquema de tiempos resultante para los comandos M y R y para las señales PortM y PortR se muestran en la Fig. 7. Como se indica en la figura, el comando M se envía 0,5 segundos después de la llegada de la señal del haz (más que suficiente para el desarrollo de la cascada de espalación), y el comando R se envía 11,30 segundos después del haz. Este tiempo incluye los 0,5 segundos anteriores de retraso, el pe-

riodo de tránsito, TRM, requerido para que la cápsula vaya desde el puerto de irradiación al puerto de medida y el tiempo empleado por la cápsula en este segundo puerto TM. Este último es igual al tiempo de lectura del contador HPGe (10 segundos) más un pequeño margen de seguridad. Entonces la cápsula tomará TMR segundos en alcanzar el puerto de irradiación, siempre antes de que el siguiente pulso de llegada de haz se efectúe. El tiempo total con la cápsula en el puerto de irradiación, TR, debería ser lo suficientemente grande para permitir la relajación parcial de la presión en el tubo y así, evitar retrasos en el próximo viaje al puerto de medida (tiempo crítico).

MEDIDAS DE TIEMPOS DE TRÁNSITO Y TIEMPOS DE PERMANENCIA EN LOS PUERTOS

Para medir el tiempo de permanencia de la cápsula en ambos puertos y el tiempo de tránsito de uno a otro, se ha utilizado un conjunto de tres contadores NIM. Los pulsos de un reloj de 1 kHz, se cuentan en cada uno de ellos, utilizando como disparo los flancos de subida y bajada de tres señales acopladas a NIM. Para medir TM, una de las puertas es directamente la señal de salida PortM (convertida a niveles NIM); para medir TR se emplea el mismo procedimiento y para medir o bien TRM o TMR, se construye una función lógica NOT de OR sobre la pareja de variables (PortM, PortR).

Se recogieron varias series de ciclos, representándose la media y la dispersión de cada medida. Hubo una primera

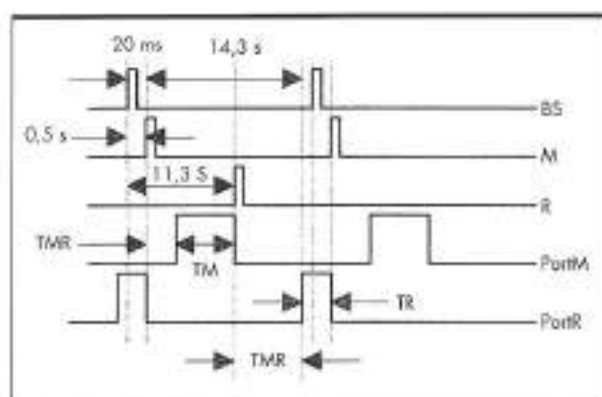


FIGURA 7.

medida con una cápsula vacía de diámetro externo de 9,8 mm; tres series, en días diferentes, con una cápsula vacía de 9,5 mm de diámetro; finalmente dos series con una cápsula llena con el porta-muestras (0,5 gr) y 9,8 mm de diámetro.

La distribución de los diferentes intervalos de tiempo muestran que los valores para todos los ciclos son muy similares y ninguno, es mayor que $3 \times \text{RMS}$ del valor central. Se constata también, que el tiempo de permanencia en el

puerto de medida y el del viaje desde el puerto de irradiación al puerto de medida tienen una dispersión muy pequeña. Sin embargo hay una diferencia entre cápsulas vacías y llenas, entre las que se observa una deriva a tiempos superiores en los tránsitos para las cápsulas llenas.

CONCLUSIONES

El sistema neumático diseñado por el CEDEX para el detector Rabbit ha sido calibrado. Después de observar un buen funcionamiento en el mismo, se midieron los tiempos de permanencia y de tránsito en el ciclo, tomado éste último en forma muy similar a como se hará en el experimento TARC.

De los ensayos realizados sobre el mismo, se ha constatado la fiabilidad de los componentes instalados, tanto electrónicos como neumáticos. El sistema permite varias configuraciones mecánicas, esto es, distintas longitudes de tubo de transporte, a su vez con diferentes geometrías, necesitando solamente ser recalibrado. Este proceso se realiza en tiempo máximo de 30 minutos, lo que da gran flexibilidad y versatilidad al sistema.

En cuanto al posicionamiento de la cápsula porta-muestras en el puerto de medida, necesaria para definir una geometría de toma de datos, se ha constatado que el conjunto definido por la curva del tubo de transporte a su entrada al puerto, y las piezas de acoplamiento entre cápsula y puerto, asegura el posicionamiento perfecto de la muestra con una tasa de fallo máxima de una vez entre mil.

Nombramientos en inypsas



Se ha incorporado a INYPSA, José Antonio Osuna Gómez, Ingeniero de Caminos, MBA por ICADE y con experiencia en el desarrollo de estudios y proyectos de Obra Civil y Medio Ambiente —especialmente en el tratamiento de aguas residuales—.

Osuna va a hacerse cargo de la Dirección de Hidráulica.



Miguel Llopis Franco, economista especializado en desarrollo, ha sido nombrado Director de Comercio Exterior de INYPSA, empresa española de ingeniería con una importante cartera de trabajo en el exterior. Llopis será el responsable de las estrategias de planificación internacional, la preparación técnica financiera de las

licitaciones internacionales y las relaciones con organismos internacionales para la financiación de proyectos en el extranjero.

Fundada en 1970, INYPSA es una de las empresas españolas de ingeniería más importantes con actividad en los campos de Agronomía, Medio Ambiente, Obra Civil e Industrial. En estos momentos desarrolla importantes proyectos, entre ellos, el PAIDAR, Programme d'Action Intégrée pour le Développement et l'Aménagement de la Région Méditerranéenne Marocaine, desarrollado en colaboración por los Reinos de España y Marruecos.

giscolene®

ATENOR



Producto
Certificado

LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE DEL SIGLO XXI
(A BASE DE CAUCHO E.P.D.M.)

¡Adelántese al futuro!

CUANDO EMPLEE CAUCHO E.P.D.M. PARA SUS
PROYECTOS, PIENSE QUE ESTÁ UTILIZANDO LA
MÁS ALTA TECNOLOGÍA EN IMPERMEABILIZACIÓN.



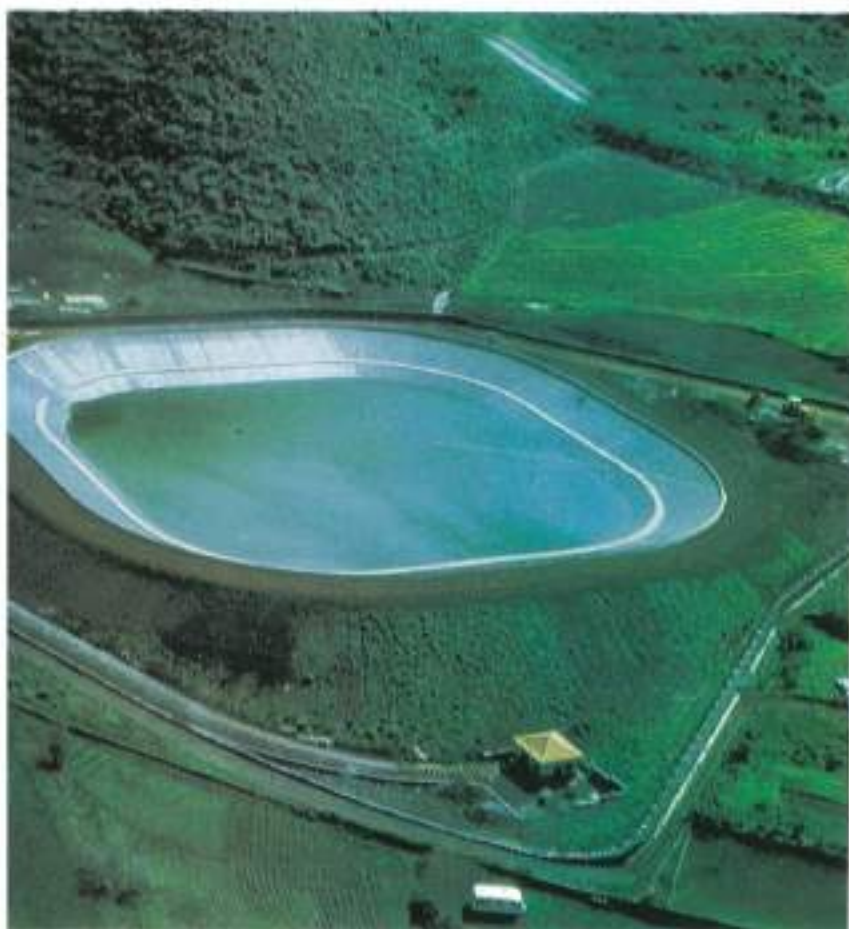
EMBALSE EN LA ISLA DE HIERRO (CANARIAS)
PARA AGUA DE RIEGO



DETALLE INSTALACIÓN ANCLAJE
EN ZANJA INTERMEDIA



DETALLE FIJACIÓN: BERMA INTERIOR-MURO PERIMETRAL



BALSA DEL BOQUERÓN - VALLE GUERRA - TENERIFE



giscosa®



Agustina Saragossa, 3 - Tel (93) 205 71 12*
Telefax (93) 205 71 62 - 08017 BARCELONA

Calle Torres Quevedo Nave 2-3-4

Polígono Industrial Coslada - Tel (91) 672 42 62*

Fax (91) 672 26 38 - 28820 Coslada (MADRID)

LA CALIDAD ES LA BASE DE NUESTRO PRESTIGIO

Aseguramos la Calidad Integral de nuestras obras, con el compromiso total de satisfacer las exigencias de nuestros clientes.



EONet

Laguna de Barlovento. Isla de La Palma

**GINES NAVARRO
CONSTRUCCIONES, S.A.**

Cuestión de Eficacia

C/ O'Daly, 35-1ª
Tel.: (922) 41 67 42
Fax: (922) 41 56 50
38700 Santa Cruz de la Palma

C/ Italia, 1
Tel.: (928) 24 15 44
Fax: (928) 23 49 19
35006 Las Palmas

C/ Puerta Consueco, 49
Tel.: (922) 29 23 08
Fax: (922) 28 71 07
38003 Santa Cruz de Tenerife

Avda. Dacio Darias, 109
Tel.: (922) 55 14 03
Fax: (922) 55 14 03
38900 Valverde. Isla del Hierro