

# ORGANIZACIÓN DE LA GARANTÍA DE CALIDAD

Raimundo Ruíz García, Ingeniero de Caminos\*

José M.<sup>a</sup> García San Martín y Daniel Mediero Almendros,

Licenciados en Ciencias Químicas\*\*

## 1. ORGANIZACIÓN DE GARANTÍA DE CALIDAD

La organización de Garantía de Calidad en este proyecto se ha estructurado en dos secciones, correspondientes a los dos tipos de actividades principales, obra civil y construcciones metálicas e instalaciones.

El organigrama 1 da idea de las posiciones y responsabilidades involucradas en este proyecto. En obra ha sido instalado un laboratorio de tierras y hormigones, y de revelado de radiografías.

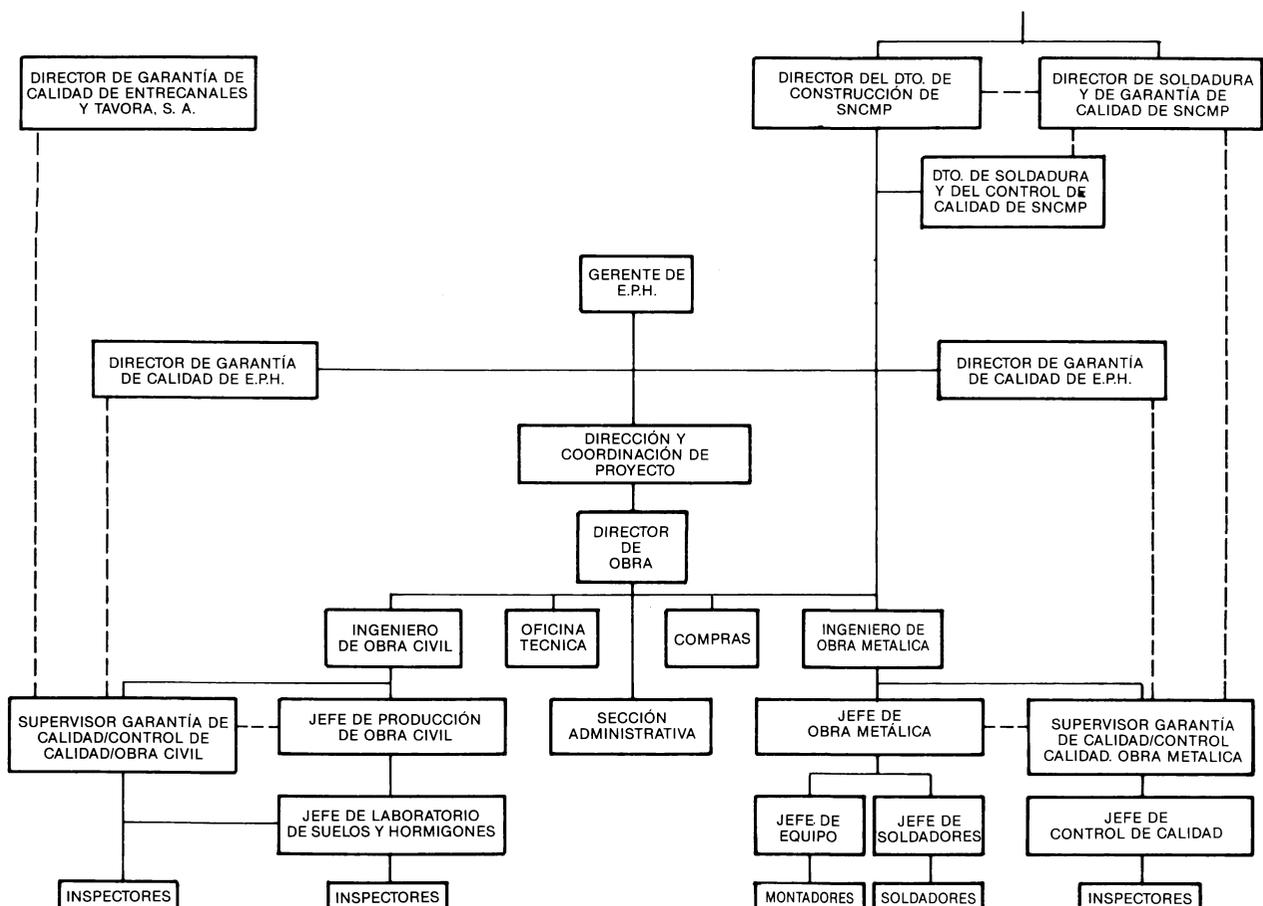
## 2. NORMATIVA APLICADA. ESPECIFICACIONES. PROCEDIMIENTOS

**NORMATIVA.**— Las normas fundamentales, que han guiado este Proyecto, han sido las siguientes:

— **Aplicables** a todos los aspectos se han utilizado:

- Reglamento de Seguridad de Refinerías de Petróleo y Parques de Almacenamiento de Productos Petrolíferos (BOE 3/12/85).
- Norma Sismorresistente española P.D.S-1 (1974).

ORGANIGRAMA 1



\*Jefe de Garantía de Calidad de Obra Civil de ENTRECANALES Y TAVORA, S. A.

\*\*Laboratorio para Ensayos de materiales de IBERINSA (Ibérica de Estudios e Ingeniería, S. A.).

#### — Aplicables al tanque interior

- American Petroleum Institute  
API - 620 (Recommended Rules for Design and Construction of Large, Welded, Low Pressure Storage Tanks).
- American Society of Mechanical Engineers  
ASME VIII (ASME Boiler and Pressure Vessel Code).  
ASME IX (Welding and Brazing Qualifications).
- American Society for Testing Materials  
ASTM-A-553 (Calidad del material tanque interior).
- National Fire Prevention Association  
NFPA 59.A Standard for the Production, Storage and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG).

#### — Aplicables al tanque exterior

- EP-80. Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de Hormigón pretensado.
- ACI - Standard 318-1983 - Building Code Requirement for Reinforced Concrete.
- Complementos para el comportamiento del hormigón a baja temperatura.
- ASTM-A 416 y Complementos. (Características del acero de pretensado).
- UNE-36088 y Complementos. (Características del acero para armar en barras).

### ESPECIFICACIONES

A partir de las normativas básicas anteriores, se han elaborado especificaciones de detalle:

- Técnicas (relativas a la compra de equipos),
- de Materiales (relativas a la compra de materiales),
- de Soldadura (a aplicar en trabajos en obra y en talleres colaboradores).

### PROCEDIMIENTOS

Complementando a las especificaciones de detalle y planos, se han elaborado igualmente, procedimientos de detalle:

- de control y/o administrativos,
- de fabricación/construcción,

- de montaje (relativos fundamentalmente al tanque interior),
- de pruebas,
- de inertizado y enfriamiento del tanque.

### 3. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES, ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y CONTROL

#### 3.1. Depósito exterior

##### A - Características de materiales

En todos los hormigones convencionales, así como en el hormigón de retracción compensada, se han utilizado los mismos materiales, además de un aditivo especial para este último.

En total han sido cinco tipos diferentes de hormigones formulados, todos ellos, de acuerdo con la técnica convencional de los hormigones fluidos sin segregación ni exudación (reoplásticos\*), según la propia experiencia y consideraciones de ACI 304.

Las características de los hormigones, armaduras activas y pasivas empleadas, han sido ya descritas en "Consideraciones de Diseño", pág. 13.

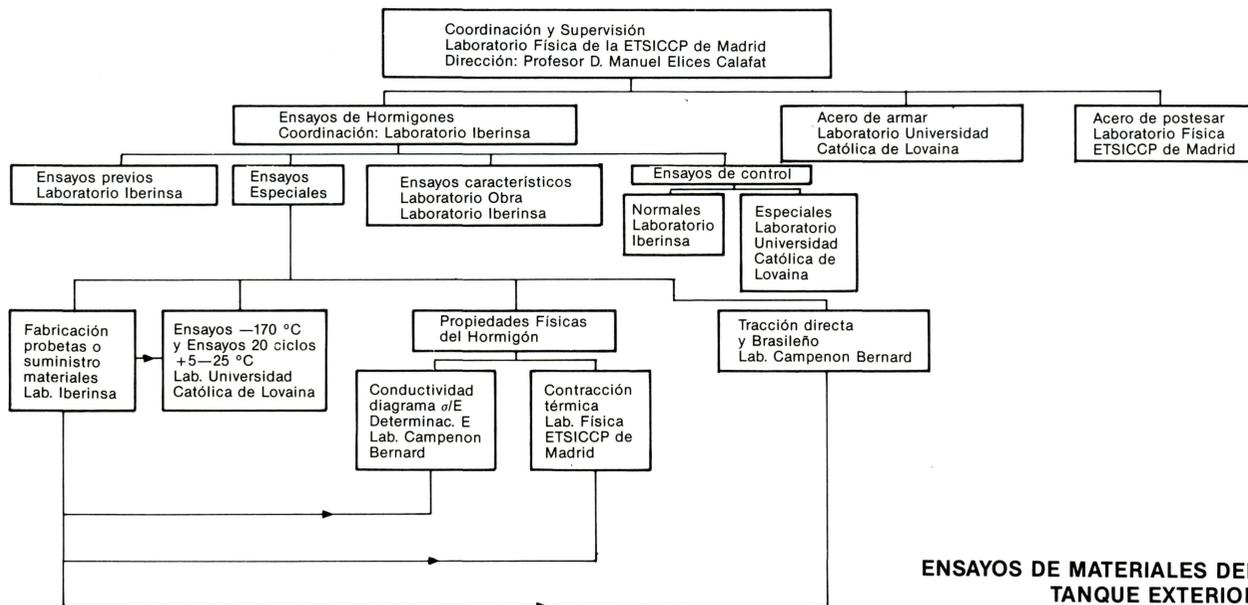
##### B - Ensayos de homologación y control

Los laboratorios que han colaborado en los ensayos y su funcionamiento integrado se ha llevado a cabo según el Organigrama 2.

Para la verificación de las características de los materiales a bajas temperaturas, tenidas en cuenta en el diseño de los elementos estructurales, así como para su homologación y control, se han realizado ensayos con determinación de propiedades físicas de los mismos, como conductividad, módulo de elasticidad, dilatometría en hormigones (Fig. 1), resistencias y deformaciones, etc., a bajas temperaturas ( $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y después de ciclos térmicos ( $+5\text{ }^{\circ}\text{C}/-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). También se incluye, a título de ejemplo, la Fig. 1 con el registro de un ensayo a tracción a  $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$  de un alambre de pretensado.

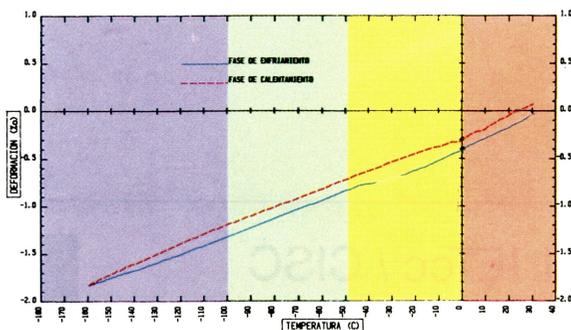
\*Hormigón reoplástico, es aquel cuyo índice de reoplasticidad 1/B no es inferior a 500. B es la capacidad de exudación según Powers, para una consistencia de 20 cm.

**ORGANIGRAMA 2**



**ENSAYOS DE MATERIALES DEL TANQUE EXTERIOR**

DEPARTAMENTO DE FÍSICA Y FÍSICA DE MATERIALES. ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS, MADRID.		
ENSAYO DE DILATOMETRIA DE HORMIGON SIN CARGA CURVA TEMPERATURA-DEFORMACION	peticionario: ENTRECANALES Y TAYORA S.A. material: HORMIGON H-400 - 902 H.R.	fecha ensayo: 18/MAY/86 probeta ensayada: 1-1



ENSAYO DE TRACCION SIMPLE A BAJA TEMPERATURA CURVAS DE ENFRIAMIENTO		
peticionario: ENTRECANALES Y TAYORA S.A. material: ALAMBRE TREFILADO #4, 35 mm	fecha ensayo: 30/JUN/86 probeta: 4.1.A	

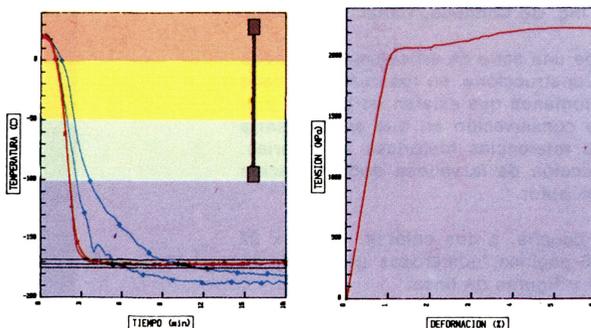


Fig. 1

### 3.2. Depósito interior

El acero de paredes y fondo del tanque interior ha sido de fabricación japonesa del tipo de 9% de Níquel, ASTM-A-553-82 Tipo I, con inspección al 100% por ultrasonidos, ensayos de resiliencia a  $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mínimo Charpy-V en probeta de  $10 \times 10$  de 70 Julios, y ensayos de soldabilidad incluyendo ensayos COD de desplazamiento de grieta bajo carga no menores de 0,30 mm siguiendo la B.S. 5762. En estos ensayos coordinados por el Departamento de Soldadura de SNCMP han intervenido l'Institute de Soudure francés y el Belgian Welding Institute de Gante.

### 3.3. Aislamiento

Se han utilizado los siguientes materiales:

- En el apoyo del borde perimetral del tanque interior, un hormigón descrito anteriormente, con áridos a base de bolas de espuma de vidrio con conductividades de alrededor de  $0,10\text{ kcal/m.h }^{\circ}\text{C}$ .
- Como apoyo del resto del fondo del tanque, bloques de vidrio celular con conductividades de alrededor de  $0,40\text{ kcal/m.h }^{\circ}\text{C}$ .

- En las paredes laterales perlita expandida, con conductividades alrededor de  $0,035\text{ kcal/m.h }^{\circ}\text{C}$ .

Todos estos aislamientos han sido colocados en los espesores adecuados para alcanzar el grado de aislamiento previsto en proyecto, para cuya verificación se han realizado los correspondientes ensayos de caracterización y control de los materiales, en los que han intervenido, además de los laboratorios de los propios suministradores, el Laboratorio para ensayos de Materiales de Construcción de Iberinsa, el Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción de Madrid y el Centre Experimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics de París, coordinados directamente por la Dirección Técnica y la de Garantía de Calidad de EPH.

### 3.4. Instalaciones

Todos los materiales, accesorios y equipos de las instalaciones diversas del tanque, han sido ensayados en los laboratorios de los propios suministradores, bajo la supervisión de la Dirección Técnica y la de Garantía de Calidad del Constructor (EPH), siguiendo las especificaciones de proyecto de M. W. KELLOGG.

\* \* \*

## publicación del IETcc / CISC

### ACUEDUCTOS ROMANOS EN ESPAÑA

**Carlos Fernández Casado**

Prof. Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

Esta publicación se compone de una serie de artículos, publicados en la Revista «Informes de la Construcción», en los cuales se hace un análisis de los acueductos romanos que existen en España y el balance de las condiciones de conservación en que se encuentra cada uno de ellos, incluyendo referencias históricas y literarias. Se ha ilustrado con la reproducción de la valiosa documentación gráfica que posee el prestigioso autor.

Un volumen encuadernado en couché, a dos colores, de  $21 \times 27$  centímetros, compuesto de 238 páginas, numerosos grabados, dibujos, fotos en blanco y negro y figuras de línea.

Precio: España, 1.500 ptas., 21 \$ USA.

