



LABORATORIO DE EDIFICACION

CENTRO DE APLICACIONES DE DISEÑO E INVESTIGACION EN ARQUITECTURA  
ICT INSTITUTO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO DE NAVARRA S.A.

INFORME Nº: 4186.9  
Página 1 de 18

**PETICIONARIO:**

**HIDROSTANK, S.L.**  
Paseo García el de Nájera, 9 - Trasera  
31008 PAMPLONA

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO EN OBRA DE  
DOS ARQUETAS DE POLIPROPILENO.**





LABORATORIO DE EDIFICACION

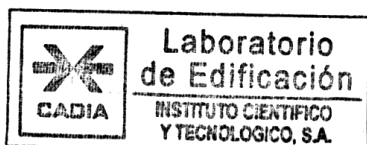
## ÍNDICE

### *MEMORIA*

0. ANTECEDENTES.
1. INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS.  
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.
2. RESULTADO DE LOS ENSAYOS.

### *ANEXOS*

- I. ACTAS DE ENSAYO.
- II. CROQUIS MOSTRANDO LA DISPOSICIÓN DE LOS ENSAYOS.
- III. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS.
- IV. INFORME FOTOGRÁFICO.





## **0. ANTECEDENTES.**

Con fecha 5 de noviembre de 1999, D. Alberto Ayesa, en representación de HIDROSTANK S.L., encargó al Laboratorio de Edificación del Instituto Científico y Tecnológico de Navarra, S.A., la realización de un informe en los terrenos de la fábrica de Hidrostack de Tafalla del comportamiento mecánico de dos arquetas de Polipropileno.

## **1. INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.**

### **1.1 MUESTRAS:**

Se realizó el ensayo sobre dos arquetas de polipropileno con 20% de fibra de vidrio, una de dimensiones 45 x 45 x 80 cm y otra de 45 x 45 x 60 cm. Se denominaron 1-B0-800 y 2-B0-600 respectivamente.

### **1.2 DISPOSICIÓN:**

Para la realización del ensayo se dispuso de la ejecución de una solera de hormigón H-200 de 10 cm de espesor como apoyo para cada una de las arquetas (F-1 y F-2).

La arqueta se colocó apoyada sobre la solera de hormigón.

Posteriormente serían enterradas envueltas en una zahorra semicompactada (F-3) y terminadas con tapa y marco metálicos de 40x40 cm de fundición, dúctil clase B-125 y hormigón H-200 de recibido del marco con un espesor de 10 cm (F-4).

### **1.3 DISPOSITIVO DE ENSAYO:**

El dispositivo que transmitió las cargas era un gato hidráulico de 100 T apoyado directamente sobre una placa metálica de dimensiones 45x45x1,5 cm colocada sobre la tapa de la arqueta, transmitiendo así la carga de forma homogénea desde un camión cargado con tierras y vigas metálicas(F-4).

La medida se hizo con una célula hidráulica de compresión Enerpac L-25 de dimensiones 102 mm de alto y diámetro de pistón de 70 mm provista de un manómetro de aguja de 23 Mp de capacidad y una resolución de 100 kp con una velocidad de aplicación de la carga de 100 kp por segundo (F-5).



## 2. RESULTADO DE LOS ENSAYOS.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Arqueta n°	Modelo	Observaciones	Carga de Rotura (kp)
1	B0-800 Polipropileno	Ensayo por etapas: 1-hasta 12,0 Mp 2-hasta 14,5 Mp 3-hasta 16,2 Mp 4-hasta 17,0 Mp 5-hasta 19,0 Mp	Sin rotura, a partir de los 17 Mp se aprecia alguna fisura en el hormigón de recibido del marco
2	B0-600 Polipropileno	Se alcanzan de una vez los 13,0 Mp	No se aprecia rotura

A partir de los 17 Mp se comienza a fisurar el hormigón de recibido del marco, pero no se observa rotura en las arquetas.

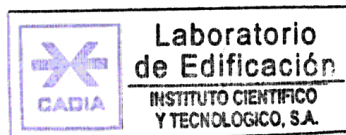
A partir de aquí no se pudo aumentar más la carga, dado que el gato levantaba el camión.

Las arquetas cumplen las solicitudes exigidas contempladas en la especificación de requisitos sobre arquetas prefabricadas (punto 9.1.3. hipótesis III).

Asimismo, se contemplan las presiones en paredes descritas en el anexo III (punto 9.1.4) y ensayadas en el informe 2768.7 (ver anexo I).

*Este informe consta de 18 páginas numeradas y selladas correlativamente.*

Pamplona, 14 de diciembre de 1999



Fdo. Fco Javier Bada Ruisánchez  
Ingeniero industrial  
Director

Fdo. Antonio Aretxabala Díez  
Geólogo  
Técnico responsable



LABORATORIO DE EDIFICACION

## ANEXOS





LABORATORIO DE EDIFICACION

## I. ACTAS DE ENSAYOS.





LABORATORIO DE EDIFICACION

CENTRO DE APLICACIONES DE DISEÑO E INVESTIGACION EN ARQUITECTURA  
ICT INSTITUTO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO DE NAVARRA S.A.

**PETICIONARIO:** HIDROSTANK, S.L. Paseo García el de Nájera, 9-trasera. 31008-PAMPLONA

**MUESTRAS A ENSAYAR:** 2 Arquetas desmontables modulares de Polipropileno.

**ENSAYOS SOLICITADOS:** Rotura a compresión, en obra, de arquetas montadas "in situ", fabricadas por el peticionario.

FECHA SOLICITUD: 6/10/99

### ROTURA A COMPRESIÓN

Se realizó el ensayo "in situ", en fábrica, con las arquetas enterradas en una zahorra medianamente compactada, en la base se procedió al hormigonado previo, quedando apoyadas las arquetas sobre una solera de 10 cm de hormigón en masa, se utilizó un gato hidráulico, célula de carga de 23 t y resolución de 100 kp. La velocidad de aplicación de la carga aproximada fue de 100 kp/s.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Arqueta n°	Modelo	Observaciones	Carga de Rotura (kp)
1	B0-800 Polipropileno	Ensayo por etapas: 1-hasta 12,0 Mp 2-hasta 14,5 Mp 3-hasta 16,2 Mp 4-hasta 17,0 Mp 5-hasta 19,0 Mp	Sin rotura, a partir de los 17 Mp se aprecia alguna fisura en el hormigón de recibido del marco
2	B0-600 Polipropileno	Se alcanzan de una vez los 13,0 Mp	No se aprecia rotura

Fecha de realización del ensayo: 8.11.99

Pamplona, 8 de noviembre de 1999

Vº Bº: Javier Bada Ruisánchez  
Director del Laboratorio



Fdo.: Antonio Aretxabala Díez  
Técnico responsable

Nota: De acuerdo con la norma UNE 66501 Apdo 5.4.3, se hace constar que los resultados del presente informe conciernen, única y exclusivamente, a las muestras sometidas a ensayo; quedando prohibida su reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio de Edificación.



LABORATORIO DE EDIFICACION

CENTRO DE APLICACIONES DE DISEÑO E INVESTIGACION EN ARQUITECTURA  
ICT INSTITUTO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO DE NAVARRA S.A.

**PETICIONARIO:** HIDROSTANK, S.L. Paseo García el de Nájera, 9-trasera. 31008-PAMPLONA  
**MUESTRAS A ENSAYAR:** Hormigón procedente de la solera donde se apoyan las arquetas.  
**ENSAYOS SOLICITADOS:** Fabricación de 2 probetas de hormigón, s/UNE 83.300, conservación y rotura a compresión s/UNE 83.301 - 83.303 - 83.304

**RESISTENCIA A COMPRESION S/UNE 83.301 - 83.303 - 83.304**

DATOS DE LA MUESTRA:

DESIGNACIÓN: H-200  
T.MAX.ARID (mm): 19  
FECHA FABRICACIÓN: 5/11/99

PROBETA N°	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DE LAS PROBETAS (días)	TENSION DE ROTURA A COMPRESION (kp/cm <sup>2</sup> )
1	8/11/99	3	239
2	9/11/99	4	217
VALOR MEDIO			228

Pamplona, 9 de noviembre de 1999



V° B°: Javier Bada Ruisánchez  
Director del Laboratorio

Fdo.: Antonio Aretxabala Díez  
Responsable del Área

Nota: De acuerdo con la norma UNE 66501 Apdo 5.4.3, se hace constar que los resultados del presente informe conciernen, única y exclusivamente, a las muestras sometidas a ensayo; quedando prohibida su reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio de Edificación.





LABORATORIO DE EDIFICACION



LABORATORIO DE EDIFICACION

CENTRO DE APLICACIONES DE DISEÑO E INVESTIGACION EN ARQUITECTURA  
ICT INSTITUTO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO DE NAVARRA S.A.

Informe N°: 2768.7  
Página 1 de 1

**PETICIONARIO:** HIDROSTANK, S.L. Paseo García el de Nájera, 9-trasera. 31008-PAMPLONA  
**MUESTRAS A ENSAYAR:** 1 Arqueta de Polipropileno con un 20% de fibra de vidrio, de 600 mm de altura  
**ENSAYOS SOLICITADOS:** Rotura a compresión en posición tumbada, simulando empuje lateral.

FECHA RECEPCIÓN: 17/12/97

### ROTURA A COMPRESIÓN

Se realizó el ensayo utilizando un pórtico con gato hidráulico de 25 t de capacidad, célula de carga de 23 t y resolución de 100 kp.

Velocidad de aplicación de la carga: 100 kp/s.

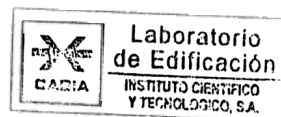
Los resultados obtenidos son los siguientes:

Arqueta N°	1
Carga rotura (kp)	9500

Fecha de realización del ensayo: 19.12.97

Pamplona, 19 de diciembre de 1997

Vº Bº: Javier Bada Ruisánchez  
Director del Laboratorio



Fdo.: Antonio Aretxabala Díez  
Técnico responsable

Nota: De acuerdo con la norma UNE 66501 Apdo 5.4.3, se hace constar que los resultados del presente informe conciernen, única y exclusivamente, a las muestras sometidas a ensayo, quedando prohibida su reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio de Edificación.

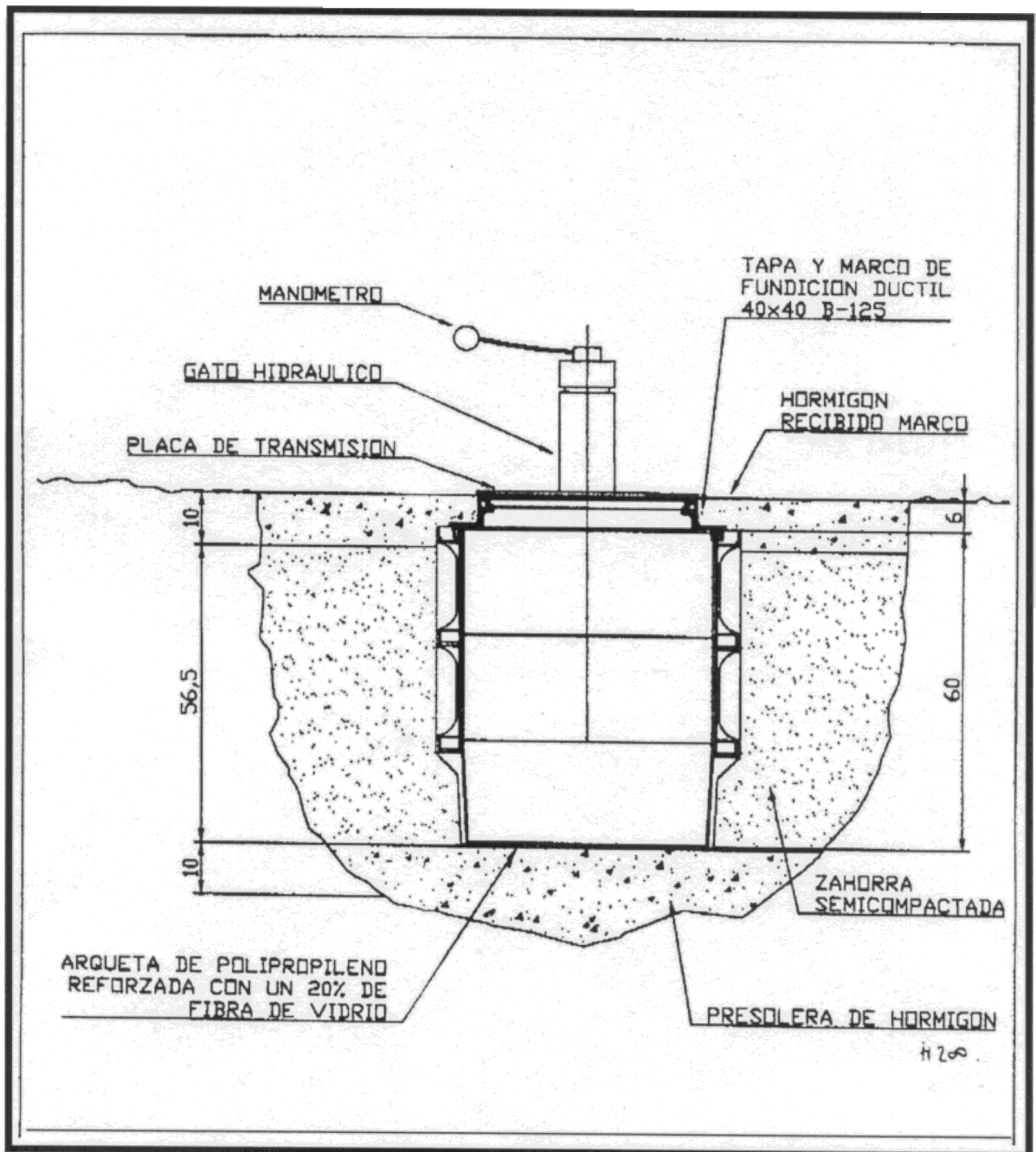




LABORATORIO DE EDIFICACION

## II. CROQUIS.







LABORATORIO DE EDIFICACION

### III. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS.





## 9. CALCULO ESTRUCTURAL DE LAS ARQUETAS PREFABRICADAS

Este apartado tiene por objeto fijar las sobrecargas, acciones permanentes, hipótesis de cálculo y restantes consideraciones que se han empleado para el diseño estructural.

En el ANEXO N° 8 "ARMADURAS" se indica la distribución de armaduras.

Si el fabricante opta por realizar sus propios cálculos, deberá cumplir con lo indicado en este apartado.

### 9.1 SOLICITACIONES

Las arquetas estarán sometidas a las siguientes solicitaciones:

#### 9.1.1 Pesos

Hormigón de peso específico  $\gamma_h = 2,5 \text{ T/m}^3$   
 Peso específico del acero  $\gamma_a = 7,85 \text{ T/m}^3$   
 Peso específico del terreno  $\gamma_{\text{ext}} = 2,2 \text{ T/m}^3$   
 (Terreno arcilloso-saturado)

Para hallar las presiones efectivas ( $\sigma'$ ) se parte del peso específico sumergido ( $\gamma'$ ). La presión total se calculará sumando a la presión calculada con el peso sumergido, la debida a la presión hidrostática, o sea:

$$\gamma' = \gamma_{\text{ext}} - \gamma_w$$

donde  $\gamma_w =$  peso específico agua =  $1 \text{ T/m}^3$

Cuando, en lo sucesivo, se hable de sobrecargas ficticias de tierra, es decir, correspondiente a tierras no existentes física y realmente, nos estaremos refiriendo a un terreno de peso específico  $\gamma = 1,8 \text{ T/m}^3$  que, lógicamente, no guarda relación alguna con el terreno antes denominado.

#### 9.1.2 Empuje de las tierras

Como se ha tenido en cuenta que el terreno es del tipo arcilloso saturado, para el cálculo de empujes de tierra se considera un ángulo de rozamiento interno  $\phi = 15^\circ$ .

#### 9.1.3 Hipótesis de sobrecarga

En la construcción de arquetas prefabricadas, sólo se consideran las hipótesis de sobrecarga II o III. Estas son:

**Hipótesis II:** Correspondiente al tren de cargas del MOPU, en aceras, que consiste en una carga de 6 T supuesta, actuando sobre una superficie de 0,3x0,3 metros cuadrados en la posición más desfavorable. Además se considera una sobrecarga uniforme de 400 kp/m<sup>2</sup> y el empuje o peso del terreno.

**Hipótesis III:** Correspondiente a la sobrecarga de uso de calzadas y garajes con camiones, de la norma NBE-AE-88 "Acciones en la edificación", es decir 1 T/m<sup>2</sup>. Se considera además un coeficiente de impacto de 1,4 y el empuje o peso del terreno.



#### 9.1.4 Presiones resultantes

Se tendrá en cuenta a la hora del cálculo de las presiones resultantes sobre paredes, tapa y solera, lo siguiente:

Que las tapas de las arquetas están a nivel del suelo o pavimento.

Que el empuje del terreno es según RANKINE:  
Coeficiente  $\text{tg}^2 (45 - \phi/2)$  con  $\phi = 15^\circ$

Se considera que el reparto de presiones al aumentar la profundidad, es con  $\text{tag } \alpha = 0,7$  ( $\alpha = 35^\circ$ ) o sea que las dimensiones de la huella aumentan en  $2 \times 0,7H$  cuando la profundidad aumenta en  $H$ .

Si bien las presiones en las paredes laterales sólo actuarían en franjas horizontales de pared o trozos de ella sobre todo en profundidades pequeñas, se ha de suponer que actúan en toda la pared para simplificar el planteamiento, y habida cuenta que esta hipótesis está del lado de la seguridad.

En la hipótesis II la presión en paredes nunca será inferior a  $5 \text{ T/m}^2$  y en la hipótesis III el mínimo será de  $2 \text{ T/m}^2$ .

El proyectista deberá calcular para las hipótesis II y III las arquetas D y H, y para la hipótesis III la arqueta M.

#### 9.2 RESISTENCIA DE CALCULO

Para dimensionar y comprobar las secciones se partirá de las siguientes características de los materiales:

Hormigón de resistencia de proyecto  $f_{cd} = 350 \text{ kp/cm}^2$ .

Barras corrugadas de acero B 500S de límite elástico de proyecto  $f_{td} = 5.100 \text{ kp/cm}^2$ .

Los coeficientes de seguridad que se adoptarán son:

Coeficiente de minoración del hormigón  $\gamma_c = 1,4$

Coeficiente de minoración del acero  $\gamma_s = 1,1$

Coeficiente de mayoración de cargas  $\gamma_r = 1,4$

Las resistencias de cálculo que se derivan de lo anterior son:

$f_{cd} = 250 \text{ kp/cm}^2$

$f_{yd} = 4.636,36 \text{ kp/cm}^2$

#### 9.3 DIMENSIONADO

Para el dimensionado de espesores y de armaduras, se consideran los momentos flectores y esfuerzos cortantes máximos sobre cada elemento de la arqueta, teniendo en cuenta para el dimensionamiento la instrucción EH-91 aplicada estrictamente, no permitiéndose para el dimensionado simplificación alguna en el cálculo.

Los recubrimientos mínimos de hormigón se establecerán de acuerdo con la tabla




LABORATORIO DE EDIFICACION

### III. INFORME FOTOGRÁFICO.





**Fotografía 1**   
**Vibrado del hormigón de  
la base**

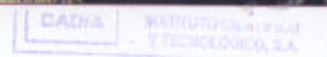




**Fotografía 2**  
**Final de hormigonado**



**Fotografía 3**  
**Arqueta envuelta en zahorra  
semicompactada**





**Fotografía 4**  
**Dispositivo de ensayo**



LABORATORIO, S.A.



**Fotografía 5**  
**Dispositivo de aplicación de  
la carga**