

**531693**

INFORME Nº .....

**ENSAYOS ESTRUCTURALES  
ANDAMIOS ALZATEC – MODELO 125**

Para  
**ALZATEC**

Preparado por  
**DICTUC S.A.**  
**Laboratorio de Ingeniería Estructural**

“La información contenida en el presente informe o certificado constituye el resultado de un ensayo, calibración o inspección técnica especificada acotado únicamente a las piezas, partes, instrumentos o patrones o procesos analizados, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido “certificados por DICTUC”, ni reproducir en ninguna forma el logo, nombre o marca registrada de DICTUC, salvo que exista una autorización previa y por escrito de DICTUC”.

Santiago, 31 de Marzo de 2005

**531693****INFORME Nº .....**

**SOLICITANTE** : **ALZATEC**  
**RUT** : 99.522.430-5  
**DIRECCION** : Cerro Los Cóndores 9681-A, Loteo Portezuelo, Quilicura.  
**FONO** : 738-5644  
**ATENCION** : **Sr. José Pablo Montes**  
**NORMA** : NCh 2501/1 y NCh 2501/2 Of. 2000 Andamios Metálicos Modulares Prefabricados - Requisitos Generales y Requisitos Estructurales.  
**TRABAJO SOLICITADO** : Ensayos de Carga Vertical a Marcos transversales y de Carga Vertical a Pies derechos de andamios.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe da a conocer los resultados obtenidos de ensayos realizados a un tipo de andamio metálico fabricado por la empresa ALZATEC, denominado Andamio ALZATEC, Modelo 125. Se informan ensayos de carga vertical a marcos transversales (carga puntual en travesaño) y ensayos de compresión (carga vertical) a pies derechos de marco transversal.

Los ensayos fueron ejecutados a petición del señor José Pablo Montes, realizándose en las dependencias del Laboratorio de Ingeniería Estructural de DICTUC S.A., filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

El informe se divide en: Antecedentes, Ensayos realizados, Resultados obtenidos, Conclusiones y observaciones.

## 2.- ANTECEDENTES

A continuación se presentan algunos de los antecedentes relevantes proporcionados por el mandante en relación a los andamios ensayados, donde se describen someramente las características geométricas y mecánicas de los componentes principales de dichos andamios. Todas las dimensiones de los elementos que conforman el andamio fueron obtenidas en el Laboratorio.

En general, los andamios están conformados por marcos transversales metálicos de sección tubular con conexión de momento unidos entre sí por elementos diagonales dispuestos longitudinalmente al andamio. Los tubos que conforman los pies derechos de los marcos poseen diferente diámetro en uno de sus extremos con el objeto de unirse en vertical con un siguiente marco y de esta forma disponer de varios cuerpos en su altura. Según el mandante, todos los elementos estructurales metálicos tubulares del andamio ALZATEC son fabricados por IMEL con acero CAP. En las Fotografías 1 y 2 (Anexo B) se pueden apreciar diferentes vistas de los andamios.

Con el objeto de identificar cada una de las probetas ensayadas en cada uno de los ensayos, en la Figura 1 (Anexo A) se presenta la nomenclatura utilizada en el presente informe.

## 2.1- Marcos Transversales.

Los marcos están compuestos por dos perfiles verticales metálicos tubulares (pie derechos) de 42mm de diámetro exterior y 2mm de espesor, unidos en su parte superior por dos travesaños tubulares, el superior de 25,5mm de diámetro. En la parte inferior los pies derechos se encuentran también unidos por un perfil tubular horizontal de 25,5mm de diámetro. Por el lado de uno de los pies derechos se encuentran 2 perfiles tubulares de 22mm de diámetro dispuestos a modo de peldaños por medio de un elemento tubular vertical también de 22mm de diámetro. Las dimensiones de los marcos metálicos fueron medidas en el laboratorio. Según el mandante, los marcos están compuestos por perfiles fabricados por IMEL con acero CAP. La Figura 2 muestra un esquema de las dimensiones nominales de los marcos transversales.

En la Fotografía 1 se aprecia un detalle del marco transversal.

En la Tabla 2.1 que se presenta a continuación, se muestran a modo de referencia algunas características de los marcos metálicos que fueron sometidos a ensayo.

**Tabla 2.1**  
**Propiedades de los marcos metálicos transversales sometidos a ensayo**

| Probeta        | Ancho total (mm) | Alto Total (mm) | Diámetro exterior pie derecho (mm) | Peso (kg) |
|----------------|------------------|-----------------|------------------------------------|-----------|
| VMT-ALZ-125-01 | 1245             | 2100            | 42                                 | 14,9      |
| VMT-ALZ-125-02 | 1245             | 2100            | 42                                 | 15,0      |
| VPD-ALZ-125-01 | 1245             | 2100            | 42                                 | 15,1      |
| VPD-ALZ-125-02 | 1245             | 2100            | 42                                 | 14,9      |

## 2.2- Diagonales Longitudinales

Las diagonales longitudinales están compuestas por perfiles metálicos tubulares de 21,5mm de diámetro exterior y 2mm de espesor. En ambos extremos las diagonales presentan un aplastamiento de su sección y una perforación de 14,5mm con objeto de servir de unión con los elementos verticales que conforman los marcos de los andamios. Dicha unión se realiza mediante un pasador de 10mm de diámetro y 50mm de largo útil soldado superficialmente al marco transversal. En las Fotografía 2 se aprecia una vista general de las diagonales. Según el mandante, las diagonales longitudinales son fabricadas por IMEL con acero CAP.

### 3.- ENSAYOS REALIZADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Se realizaron los siguientes ensayos de los elementos que componen el andamio metálico en estudio.

#### 3.1- Ensayo de Carga Vertical a Marco Transversal

Para el ensayo de carga vertical en marcos transversales, se armó un cuerpo de andamio completamente, tal como lo señala el mandante, de manera de reproducir su estructura real al ser utilizados en obra. Las Fotografías 1, 2 y 3 muestran diferentes detalles de los marcos ensayados, formando parte del andamio.

La carga fue aplicada sobre el punto central del perfil tubular horizontal superior del marco transversal, utilizando un gato de 5ton. El gato reaccionaba contra una viga de hormigón de 40 cm x 50 cm y 220 cm de largo, que a su vez se apoyaba en un marco de reacción.

El ensayo se realizó hasta alcanzar la resistencia de fluencia o la falla del marco. La deformación se midió mediante dos transductores. Uno de los transductores se colocó bajo el punto de aplicación de la carga, midiendo la deformación vertical y el otro ubicado en la parte superior del pie derecho para poder medir algún desplazamiento horizontal que pueda presentar el marco. El esquema del ensayo de las probetas sometidas a carga vertical se muestra en la Figura 3. La Fotografía 3 muestra el sistema de carga y medición empleado en el ensayo de carga vertical de un marco transversal del andamio.

Durante el ensayo se registraron los datos obtenidos (carga y deformación) mediante un equipo de adquisición de datos de origen japonés marca TML, modelo TDS-302. En la Fotografía 4 se aprecia una de las probetas una vez finalizado el ensayo.

Una vez terminados los ensayos, se dibujaron las curvas carga aplicada en kilos vs. deformación vertical y vs. deformación horizontal en milímetros. Los Gráficos 1 a 4 muestran las curvas obtenidas para cada ensayo.

La Tabla 3.1 muestra un resumen de los resultados obtenidos del ensayo de carga vertical de los marcos transversales.

**Tabla 3.1**  
**Resultados de los ensayos de carga vertical en marcos transversales.**

| Probeta         | Deformación vertical asociada al 50% de la carga máxima del marco (mm) | Rigidez asociada al 50% de la carga máxima del marco (kg/mm) | Carga máxima (kg) |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|
| VMT-ALZ-125-01  | 7,39                                                                   | 65,7                                                         | 970               |
| VMT-ALZ-125-02  | 7,64                                                                   | 62,4                                                         | 954               |
| <b>Promedio</b> |                                                                        | <b>64,1</b>                                                  | <b>962</b>        |

Los marcos experimentaron una deformación combinada por flexión del perfil horizontal superior y flexo-compresión de los perfiles verticales (pies derechos).

### 3.2- Ensayo de Carga vertical a Pie Derecho

Los Pies Derechos fueron ensayados formando parte de sus respectivos marcos metálicos. En la parte superior del pie derecho, donde se presenta el angostamiento y donde se aplicó la carga, se adicionó un tramo de perfil metálico tubular que representa el apoyo del pie derecho del andamio del siguiente nivel.

La carga fue aplicada utilizando la prensa Amsler, que posee una capacidad de 200 toneladas (precisión  $\pm 1\%$ ) y es capaz de controlar la velocidad de aplicación de la carga. Se colocaron 4 transductores (LVDT) para medir las deformaciones de la siguiente forma: 2 transductores a ambos lados de la altura del pie derecho, midiendo la deformación vertical del pie derecho en la longitud total del mismo y 2 transductores situados a la mitad de altura, para medir la deformación del puntal según dos direcciones ortogonales en horizontal. Los datos obtenidos de deformación se registraron mediante un equipo de adquisición de datos de origen japonés marca TML, modelo TDS-302. El esquema del ensayo de los pies derechos sometidos a compresión axial se muestra en la Figura 4. La Fotografía 5 muestra una vista general el ensayo de compresión axial de pies derechos metálicos.

El ensayo se realizó hasta obtener una rigidez = 0 de la probeta (incremento de deformación sin incremento de carga) o el colapso del pie derecho. En la Fotografía 6 se aprecia una de las probetas una vez finalizado el ensayo.

Una vez terminados los ensayos, se dibujaron las curvas carga aplicada en kilos vs. deformación vertical y horizontal en milímetros. Los Gráficos 5 a 8 muestran las curvas obtenidas para cada ensayo.

La Tabla 3.2 muestra un resumen de los resultados obtenidos del ensayo de carga vertical de los pies derechos.

**Tabla 3.2**  
**Resultados de los ensayos de carga vertical en Pies Derechos de andamios.**

| Probeta          | Carga máxima (kg) | Deformación vertical total asociada a la carga máxima (mm) |
|------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|
| VPD-ALZ-125-01   | 5.280             | 3,30                                                       |
| VPD-ALZ-125-02   | 5.240             | 3,33                                                       |
| <b>Promedio:</b> | <b>5.260</b>      |                                                            |

En ambas probetas la falla se produjo por pandeo global del sistema (ver Fotografía 6).

#### 4.- CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

A continuación se presenta un resumen ejecutivo con los resultados obtenidos de los ensayos.

De los ensayos de carga vertical a marco transversal de andamio, aplicada al centro de la luz entre pies derechos, se puede concluir:

- 5.1.- El valor total promedio de la carga aplicada máxima obtenida es:  $P_{\max} = 962 \text{ kg.}$   
5.2.- **Se sugiere una carga de trabajo asociada a un factor de seguridad 2.5:**  $P_{\text{trabajo}} = 385 \text{ kg.}$

De los ensayos de carga vertical a Pies Derechos se puede concluir:

- 5.4.- El valor total promedio de la carga aplicada máxima obtenida por pie derecho es:  $P_{\max} = 5.260 \text{ kg.}$   
5.5.- **Se sugiere una carga de trabajo (por pie derecho) asociada a un factor de seguridad 2.5:**  
 $P_{\text{trabajo}} = 2.105 \text{ kg.}$

La verificación global de los andamios y sus anclajes al edificio en construcción debe realizarse para cada caso en particular con las sollicitaciones (sobrecarga, viento y efectos debido a las irregularidades de montaje) que entrega la Norma NCh 2501/2.Of2000 y las resistencias experimentales admisibles que se destacan en negrita en este capítulo del informe.

Los valores de carga de trabajo entregados y/o sugeridos por elemento en el presente informe, (producto del ensayo de cada uno de ellos), deben ser además cotejados con el elemento de apoyo que corresponda, eligiendo la menor de las cargas obtenidas. Se deberá además comparar el nivel de deformaciones de la carga de trabajo (en los gráficos carga aplicada vs. deformación vertical neta del elemento), con el nivel de deformaciones admisible del proyecto, eligiendo la menor.



DICTUC S.A.  
LABORATORIO DE  
INGENIERIA ESTRUCTURAL

Ing. Raúl Álvarez Medel  
Jefe Laboratorio Ing. Estructural



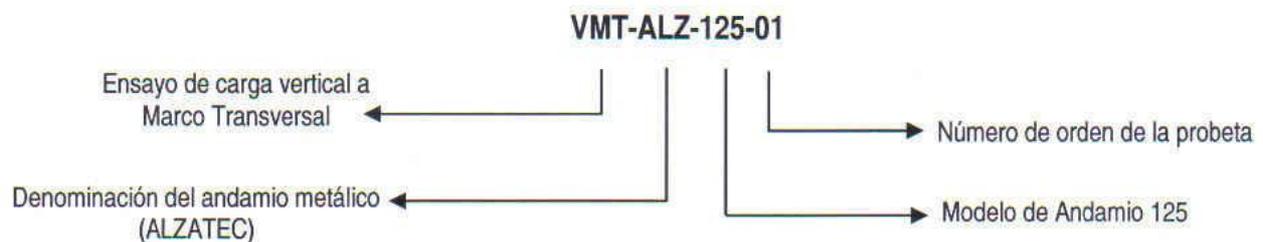
M<sup>a</sup> SOLEDAD FERNANDEZ ALLENDE  
Gerente de Calidad y Desarrollo

DICTUC S.A.

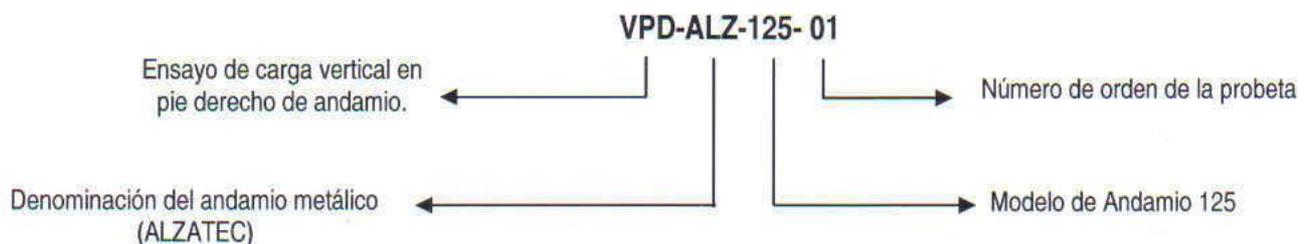
*La información contenida en este certificado no podrá ser reproducida total o parcialmente para fines publicitarios sin la aprobación por escrito de Dictuc S.A."*

RAM/  
Santiago, 31 de Marzo de 2005.  
c.c.: LIE/2700

**ANEXO A**  
**Figuras**

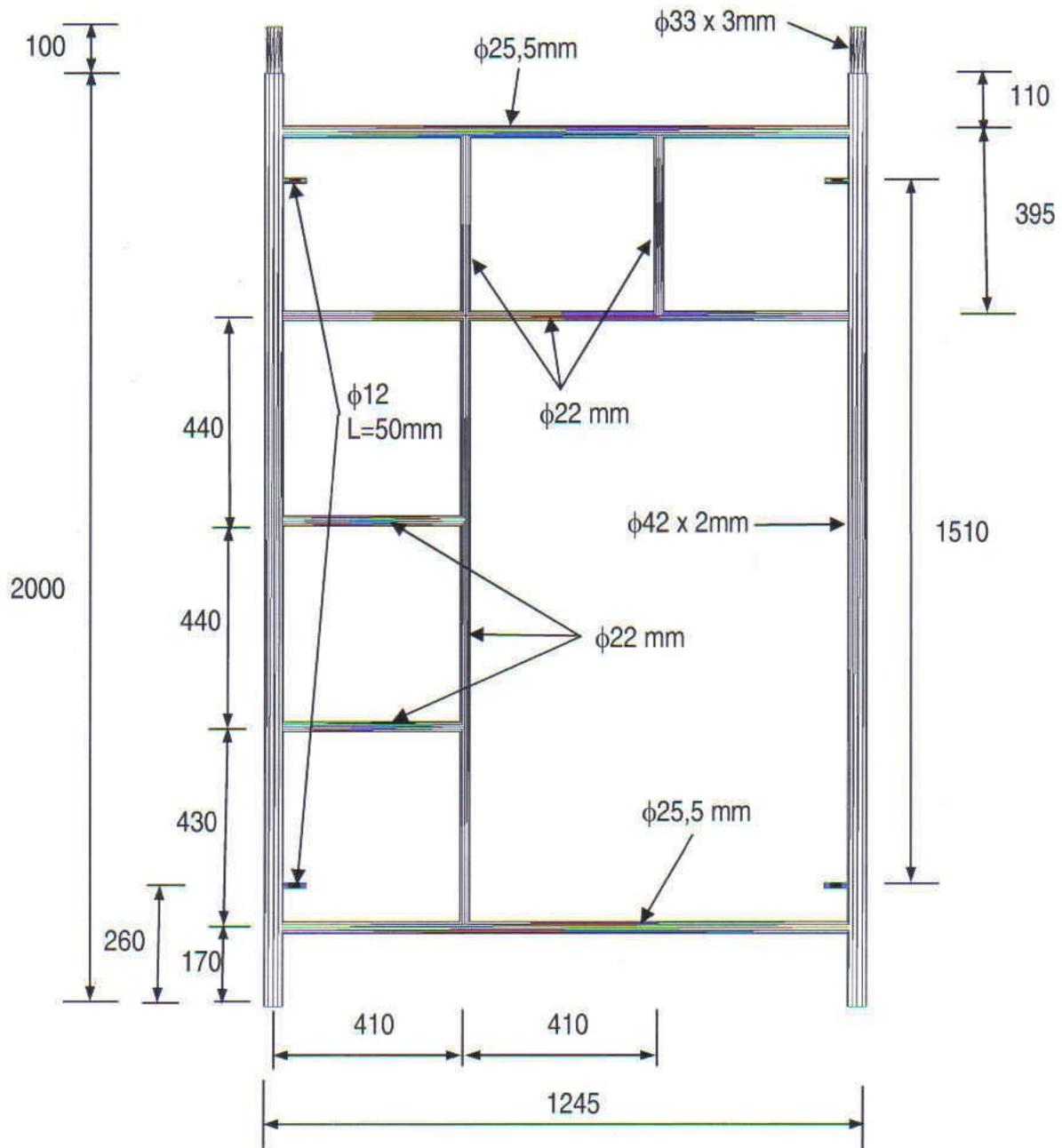


**Nomenclatura utilizada para la identificación de las probetas en ensayo de Carga vertical a Marco Transversal de andamio.**



**Nomenclatura utilizada para la identificación de las probetas en ensayo de Carga vertical a pie derechos de andamio.**

**Figura 1**  
**Nomenclatura utilizada para la identificación de las probetas en los ensayos.**

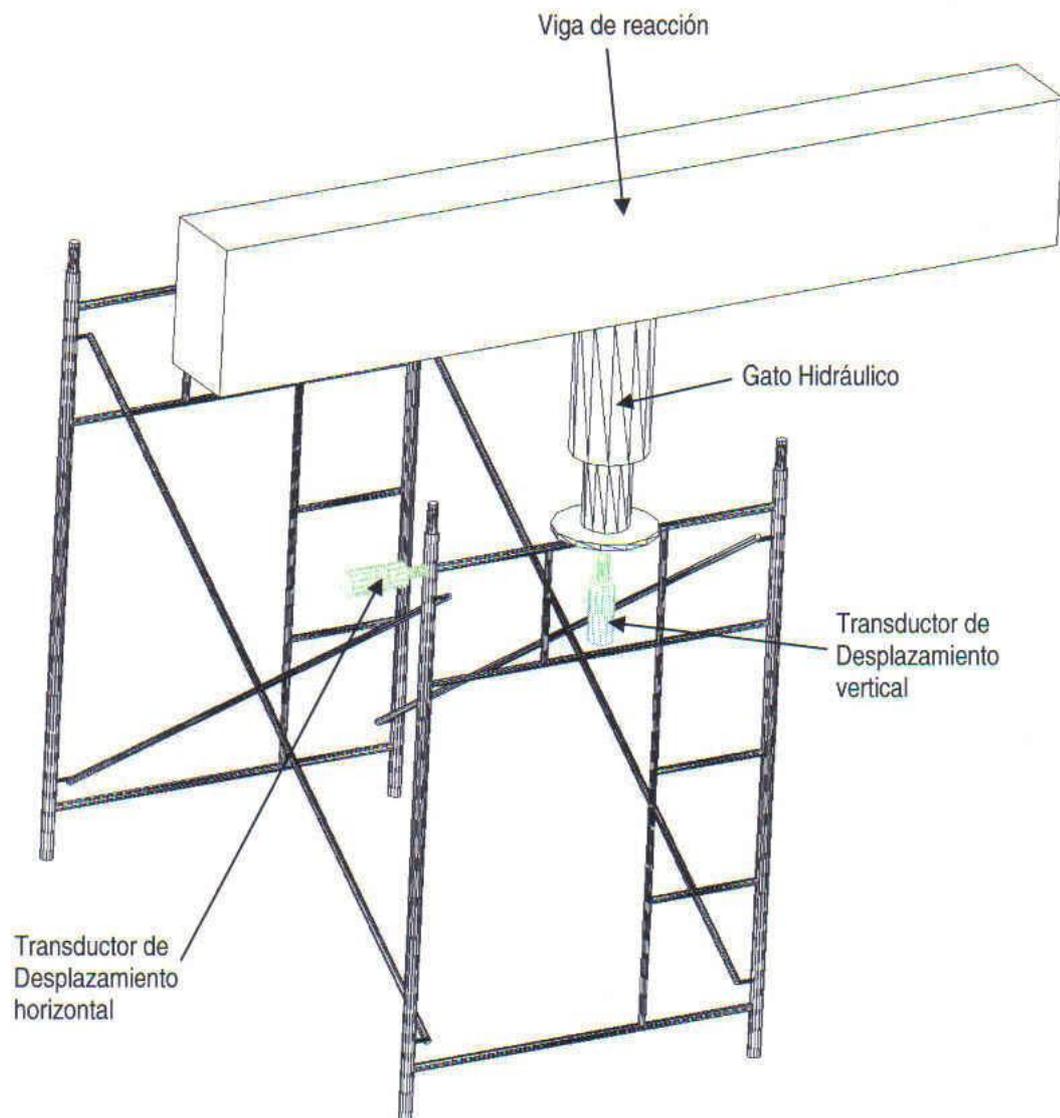


Nota: Dimensiones en milímetros

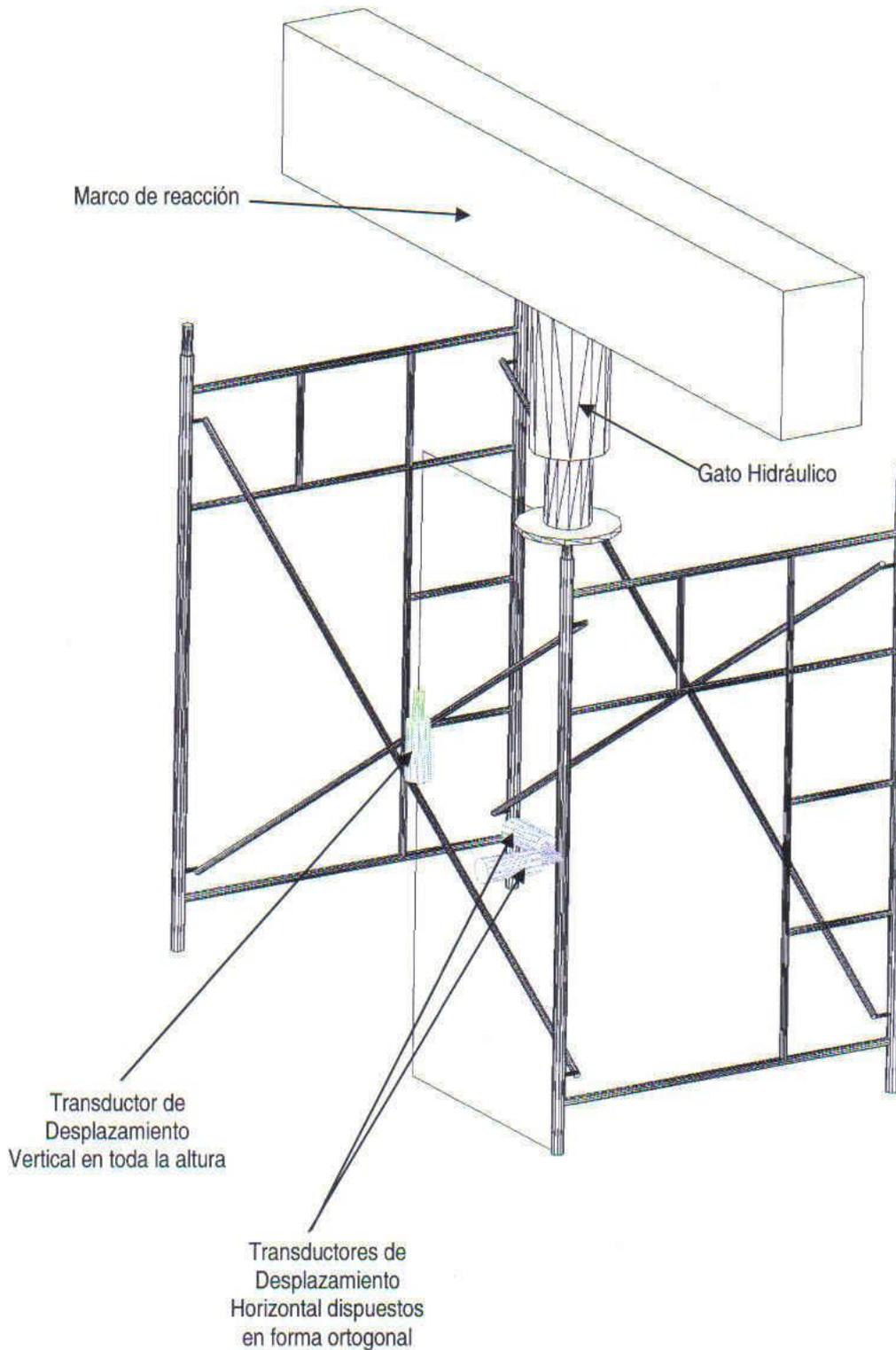
**Figura 2**  
**Detalles generales del Marco de andamio ALZATEC, Modelo 125.**

Página 9 de 18

DICTUC es una filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile

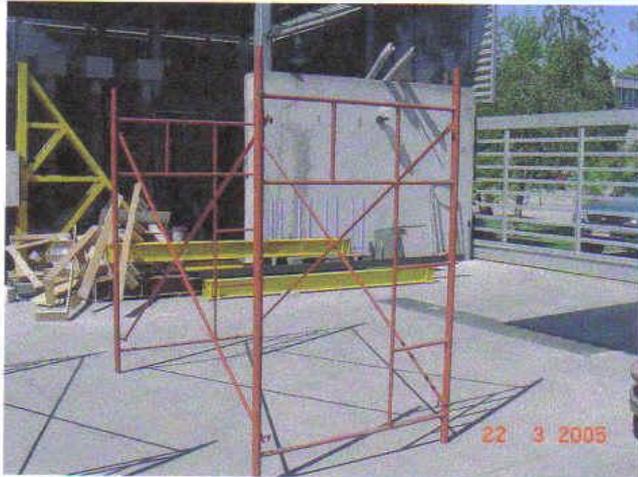


**Figura 3**  
**Esquema del ensayo de Carga Vertical a Marco Transversal de Andamio**



**Figura 4**  
**Ensayo de Carga Vertical a Pie Derecho**

**ANEXO B**  
**Fotos**



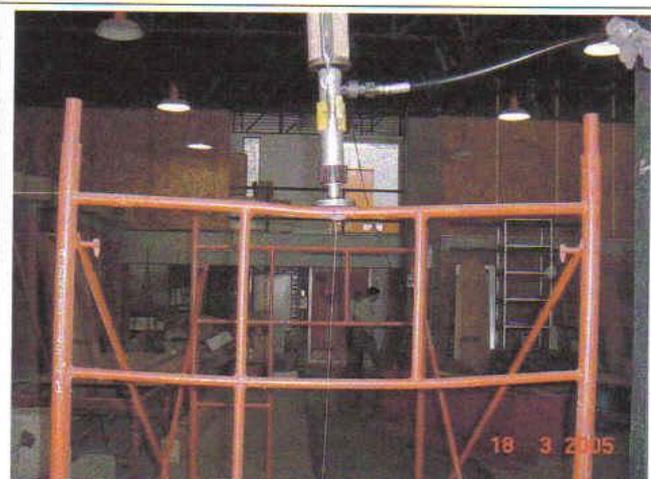
**Fotografía 1: Vista general del andamio.**



**Fotografía 2: Vista general del marco de andamio.**



**Fotografía 3: Detalle del ensayo de Carga Vertical a Marco Transversal**



**Fotografía 4: Marco Transversal una vez finalizado el ensayo de carga vertical**

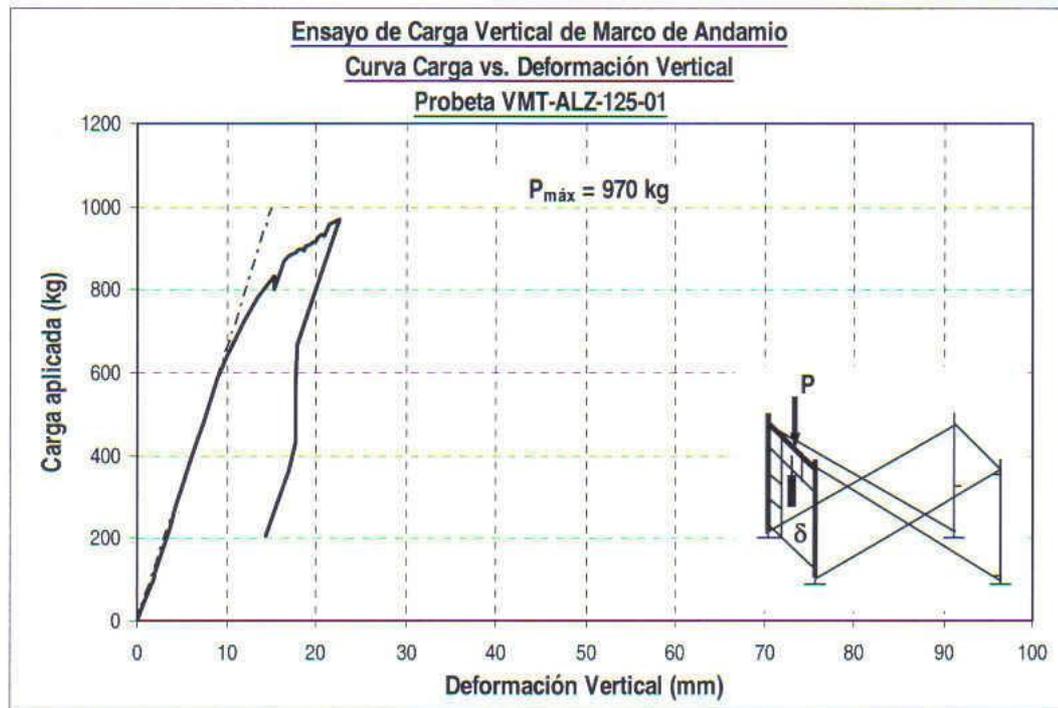


**Fotografía 5: Vista general del ensayo de carga vertical a pie derecho.**

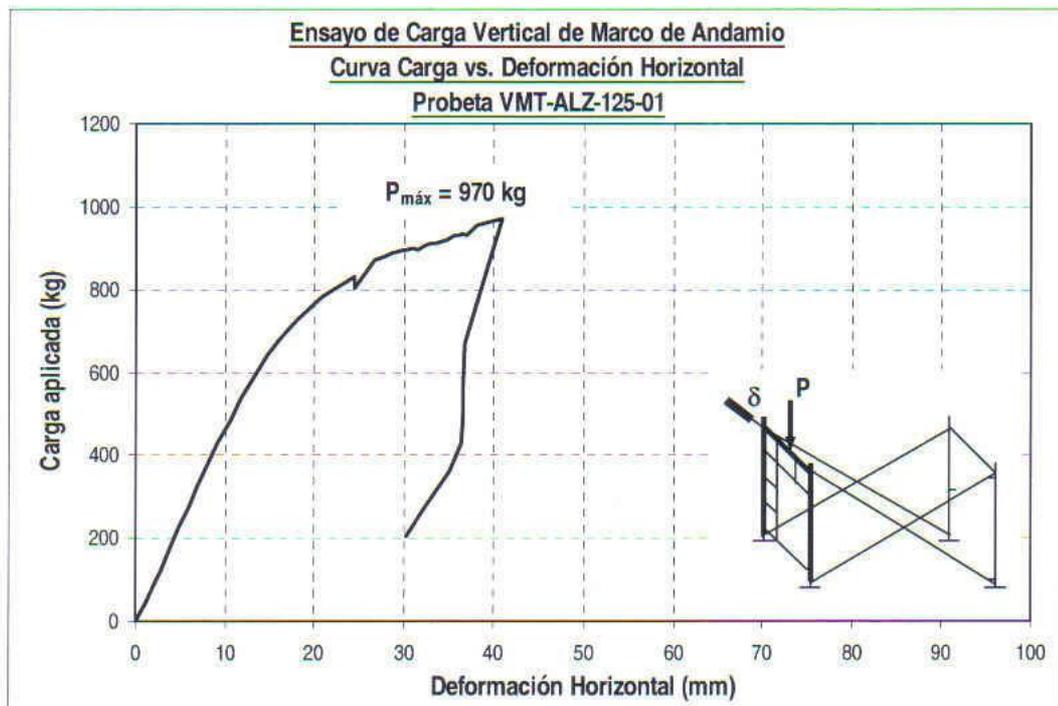


**Fotografía 6: Pie derecho sometido a la carga máxima durante el ensayo de carga vertical.**

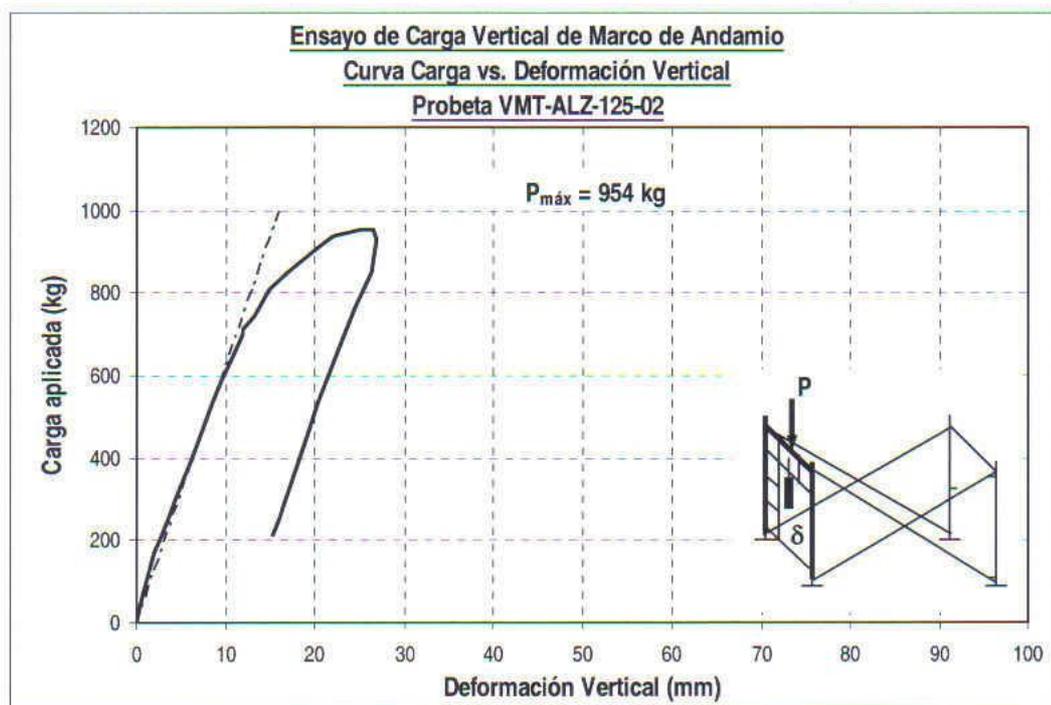
**ANEXO C**  
**Gráficos**



**Curva Carga Aplicada vs Deformación vertical. Ensayo de carga vertical a Marco Transversal.**  
**Probeta VMT-ALZ-125-01.**

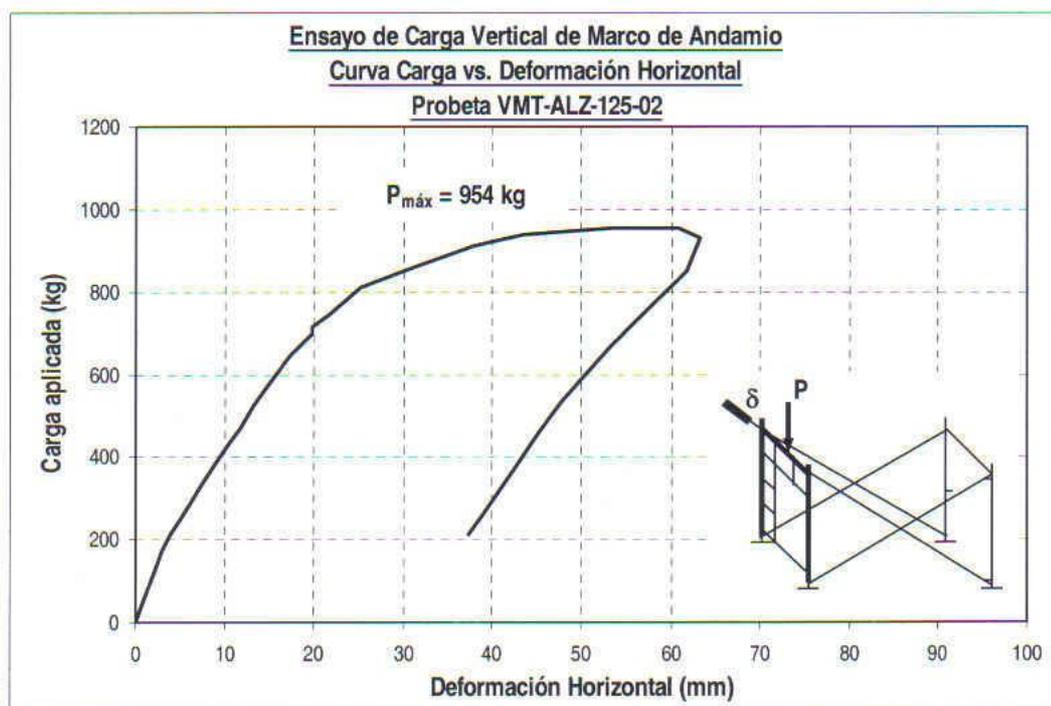


**Curva Carga Aplicada vs Deformación horizontal. Ensayo de carga vertical a Marco Transversal.**  
**Probeta VMT-ALZ-125-01.**



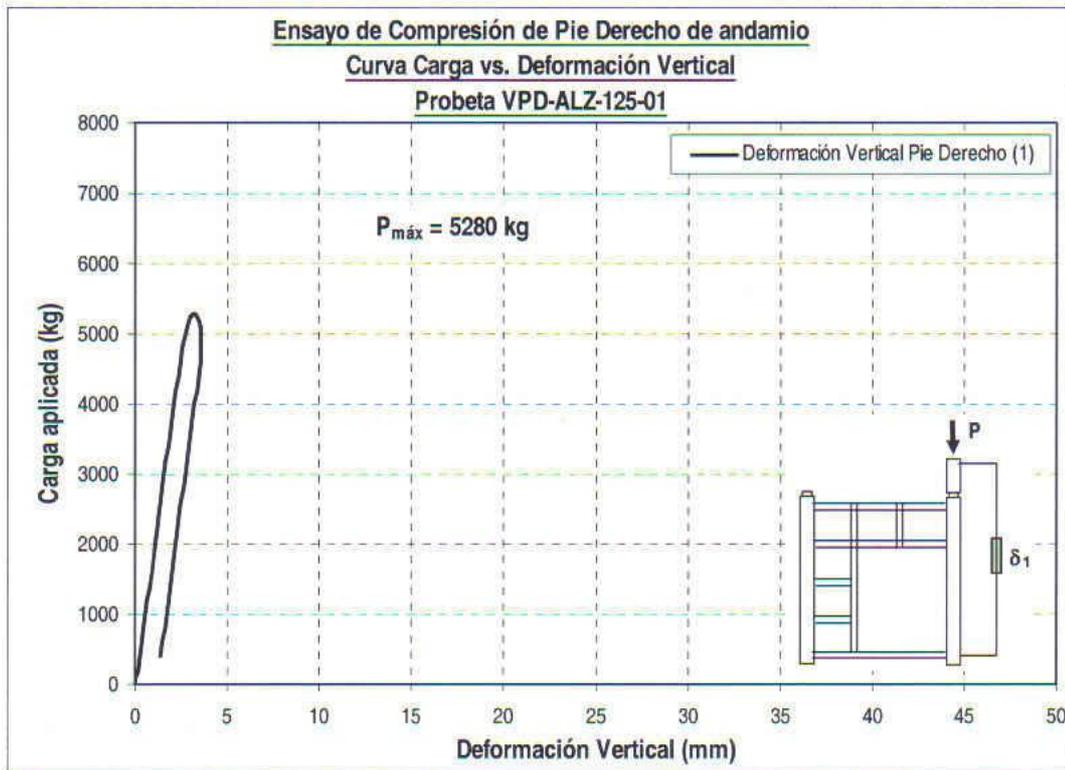
**Gráfico 3**

**Curva Carga Aplicada vs Deformación vertical. Ensayo de carga vertical a Marco Transversal.**  
**Probeta VMT-ALZ-125-02.**



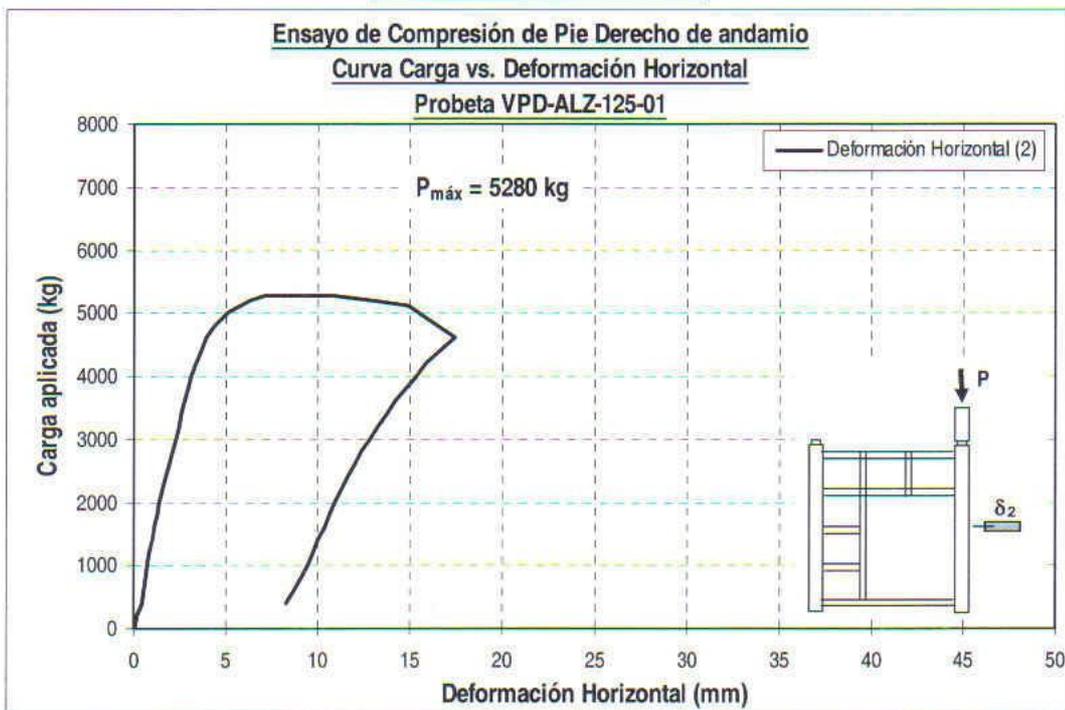
**Gráfico 4**

**Curva Carga Aplicada vs Deformación horizontal. Ensayo de carga vertical a Marco Transversal.**  
**Probeta VMT-ALZ-125-02.**



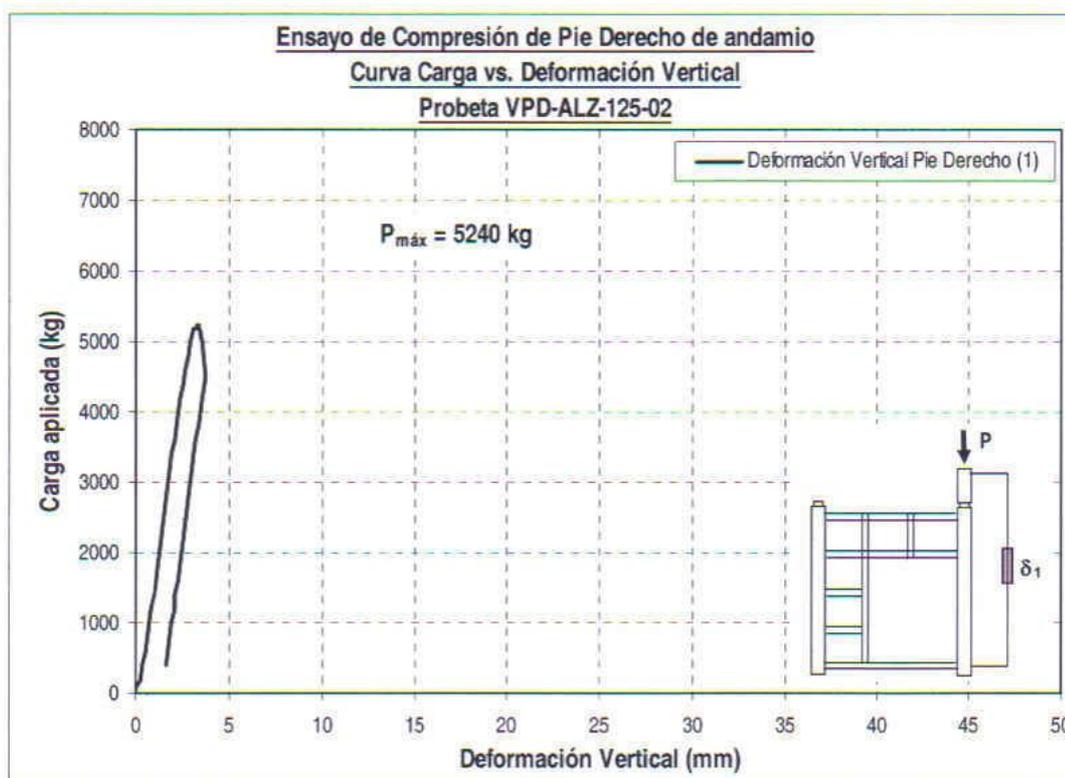
**Gráfico 5**

**Curva Carga Aplicada vs Deformación Vertical. Ensayo de carga vertical Pie Derecho. Probeta VPD-ALZ-125-01.**



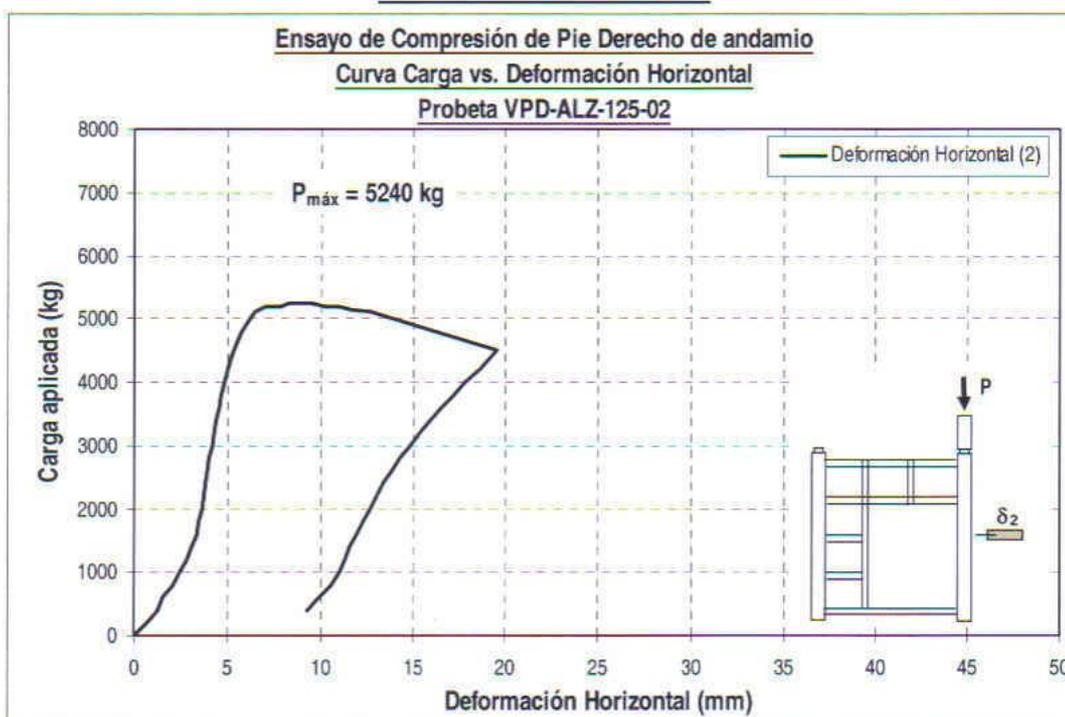
**Gráfico 6**

**Curva Carga Aplicada vs Deformación Horizontal. Ensayo de carga vertical Pie Derecho. Probeta VPD-ALZ-125-01.**



**Gráfico 7**

**Curva Carga Aplicada vs Deformación Vertical. Ensayo de carga vertical Pie Derecho. Probeta VPD-ALZ-125-02.**



**Gráfico 8**

**Curva Carga Aplicada vs Deformación Horizontal. Ensayo de carga vertical Pie Derecho. Probeta VPD-ALZ-125-02.**