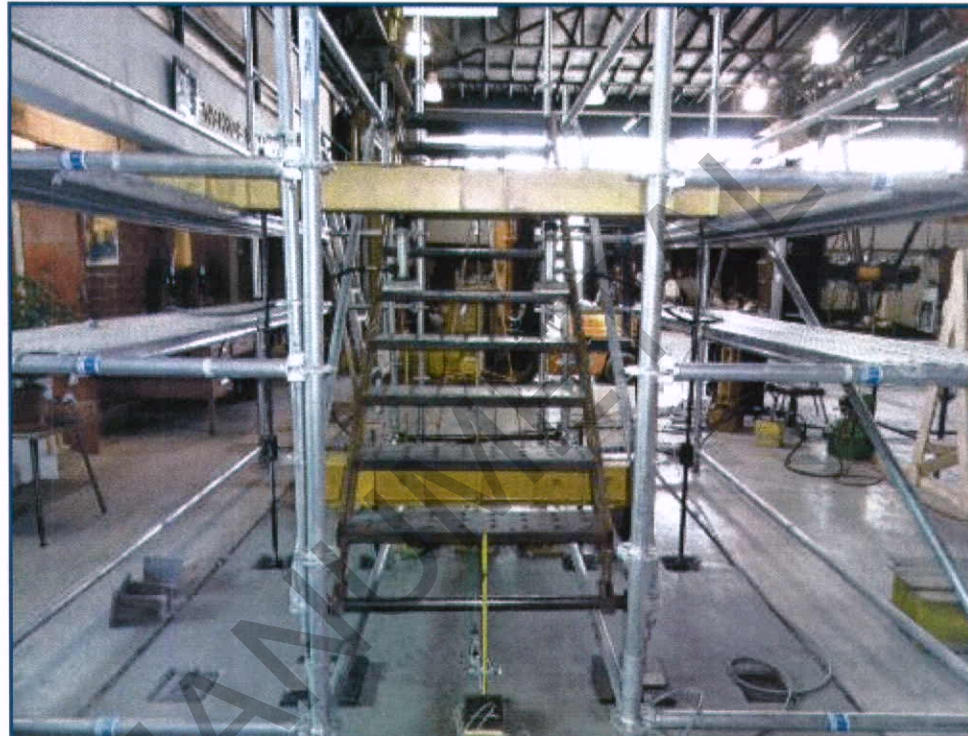


INFORME Nº 1050223

ENSAYOS DE FLEXIÓN Y CORTE A ESCALA DE ANDAMIO MULTIFRONT.



Para:
ANDECORP - MANUMETAL.

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 11 de diciembre de 2012.

Página 1 de 22

DICTUC es una filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile

Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago - Chile / Fono: (56-2) 354 4207- (56-2) 354 5761 / Fax: (56-2) 354 4243 / www.dictuc.cl

SOLICITANTE : **ANDECORP - MANUMETAL.**
RUT : **96.655.060-0 / 79.561.860-0**
DIRECCIÓN : **Senador Jaime Guzmán 141 Quilicura / Sótero del Río 341, la Florida.**
ATENCIÓN : **Sr. Jaime Gomez.**
TELÉFONO : **603-6411 / 281-0137**
TRABAJO SOLICITADO : **Dos ensayos de flexión a escalera de andamio modelo Multifront, con carga aplicada en el centro del vano y a los cuartos y un ensayo de corte en peldaño de conexión con travesaño.**

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe da a conocer los resultados obtenidos de tres tipos de ensayos de carga vertical hechos a una escala metálica, modelo Multifront, fabricada por las empresas Andecorp - Manumetal. De estas pruebas, una corresponde a una sollicitación flexural aplicada en el peldaño central del vano de la escala, otra implica una carga de corte a un peldaño de conexión con travesaño de apoyo, y la última considera la aplicación de una carga de flexión en dos peldaños ubicados cada uno a los cuartos del vano de la escalera, con el objeto de simular el efecto en flexión de una carga distribuida sobre el sistema. En cada una de las pruebas se realizó un único ensayo del sistema

Las pruebas fueron realizadas entre los días 23 y 24 de octubre de 2012, por profesionales DICTUC, en dependencias del Laboratorio de Ingeniería Estructural de DICTUC S.A., filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los ensayos fueron ejecutados a petición del Sr. Jaime Gómez en representación de Andecorp - Manumetal, bajo la aceptación de la propuesta de trabajo LIE-12-114.

El informe se divide en: Antecedentes, Ensayos realizados, Resultados obtenidos y Resumen y Comentarios.

2.- ANTECEDENTES

A continuación se presentan algunos de los antecedentes relevantes proporcionados por el mandante en relación a la escala Multifront ensayada, donde se describen ciertas características geométricas de los componentes principales de esta estructura. Todas las dimensiones de los elementos que conforman la escala fueron obtenidas en el Laboratorio.

El mandante proporcionó tres escalas Multifront, además de barandas y pies derechos suficientes, sobre los cuales se apoya la escalera, además de otros elementos necesarios para generar el montaje de los ensayos lo más parecido a lo utilizado en obra. No obstante, no se informan las características mecánicas de los materiales de sus componentes.

Con el objeto de identificar cada ensayo hecho a la escala Multifront, se utilizará la siguiente nomenclatura en el presente informe.

XXX - A&M - MFRONT- 01

FEC: Ensayo de flexión a escala con carga en el centro.
FEQ: Ensayo de flexión a escala con carga en los cuartos.
CEC: Ensayo de corte a escala con carga en peldaño de conexión

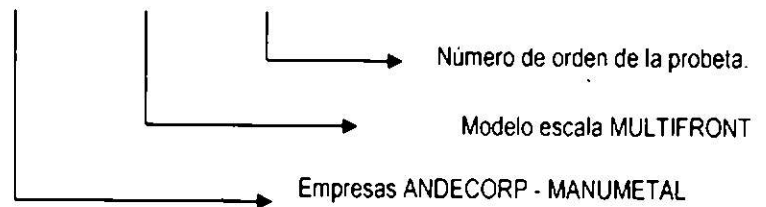


Figura 2.1. Nomenclatura para ensayos realizados.

Los peldaños de la escalera se apoyan en cada extremo sobre dos perfiles metálicos tubulares tipo cajón de largos 3100 mm y 2735 mm, sección de 50x20x1.3 mm, los cuales se conectan a los escalones mediante filetes de soldadura. Los peldaños están compuestos por perfiles canal perforados con alas atiesadas, y sección de 900x44x1.9 mm (ver Figura 2.2). En la parte superior e inferior de la escalera, los perfiles laterales se conectan entre sí mediante un trozo de tubo soldado de la misma sección, orientado verticalmente. En esta conexión, se encuentra un sistema de abrazadera, la cual sirve como unión con el travesaño horizontal del apoyo, habiendo una en cada extremo de cada travesaño. Cada perfil travesaño tiene una longitud total de 1100 mm, un diámetro exterior de 48 mm y un espesor de 2.75 mm. En sus extremos tiene un sistema de conexión, el cual corresponde a piezas de acero forjado tipo cajones, con una apertura al interior por la que se puede pasar una pletina y unir la escala a algún elemento con conexión tipo roseta, por ejemplo un pie derecho de andamio multidireccional. En la Figura 2.2 se pueden ver detalles geométricos de algunos elementos de la escalera.

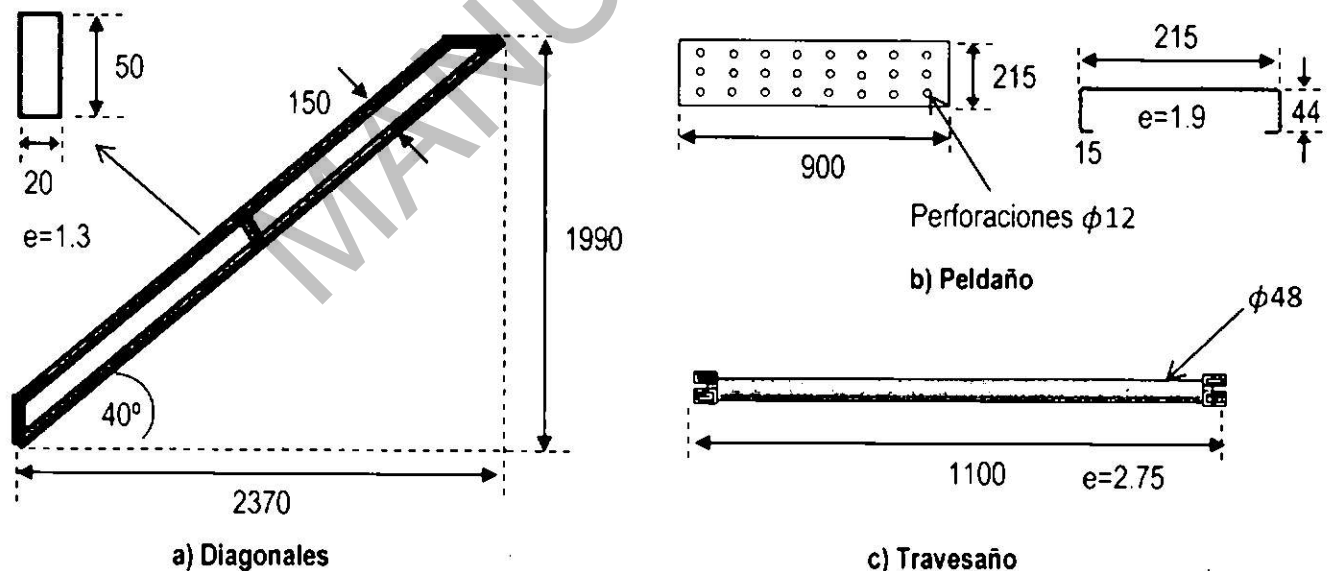


Figura 2.2. Esquemas geométricos de elementos escala (en milímetros).

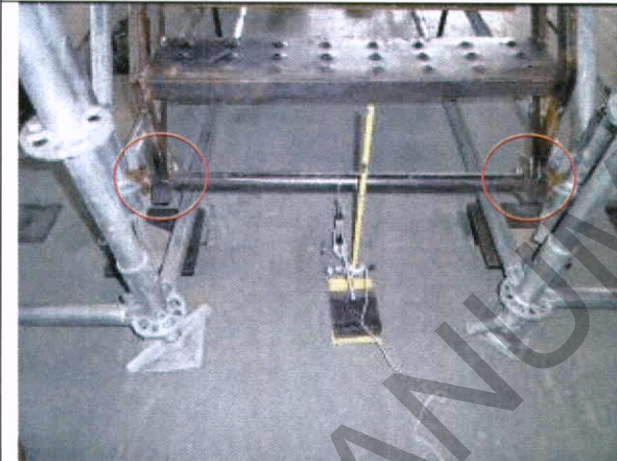
En la Fotografía 2.1 se ve un acercamiento a un peldaño tipo de la escala y en la Fotografía 2.2 se muestra uno de los dos travesaños de los apoyos. En la Fotografía 2.3 se ve una abrazadera que conecta un pie derecho con un travesaño y en la Fotografía 2.4 se aprecian los perfiles rectangulares que van diagonales en sentido longitudinal.



Fotografía 2.1: Detalle de uno de los peldaños de la escala Multifront.



Fotografía 2.2: Detalle de uno de los dos travesaños sobre los que se apoya la escala.



Fotografía 2.3: Detalle de las abrazaderas provistas por el mandante.



Fotografía 2.4: Vista lateral de las diagonales que unen los peldaños longitudinalmente a la escala.

3.- ENSAYOS REALIZADOS

A continuación se detalla el montaje de los tres ensayos de carga vertical a escala de andamio Multifront realizados.

3.1.- Flexión con carga en el centro de la escalera

La escalera Multifront es apoyada en sus extremos mediante los travesaños antes descritos, además se hace uso de un sistema de andamiaje para simular condiciones en obra y otorgar la estabilidad lateral para la escala y el sistema de aplicación de carga. Se disponen dos gatos hidráulicos de 5 tonf de capacidad dispuestos en el escalón ubicado en el centro del vano de la escala, dichos gatos hidráulicos están posicionados a los cuartos del vano del peldaño. Los gatos reaccionan contra una viga metálica robusta sujeta a la losa del piso mediante dos tensores de acero. Se colocaron dispositivos medidores de deformación (transductores) tanto en los apoyos de la escala

(travesaños) como en las diagonales rectangulares, al nivel del peldaño cargado, es decir, al centro del vano de la escala. En las Figuras 3.1.1 y 3.1.2, se esquematiza el montaje del ensayo y se destaca la posición de los transductores, así como de los gatos hidráulicos.

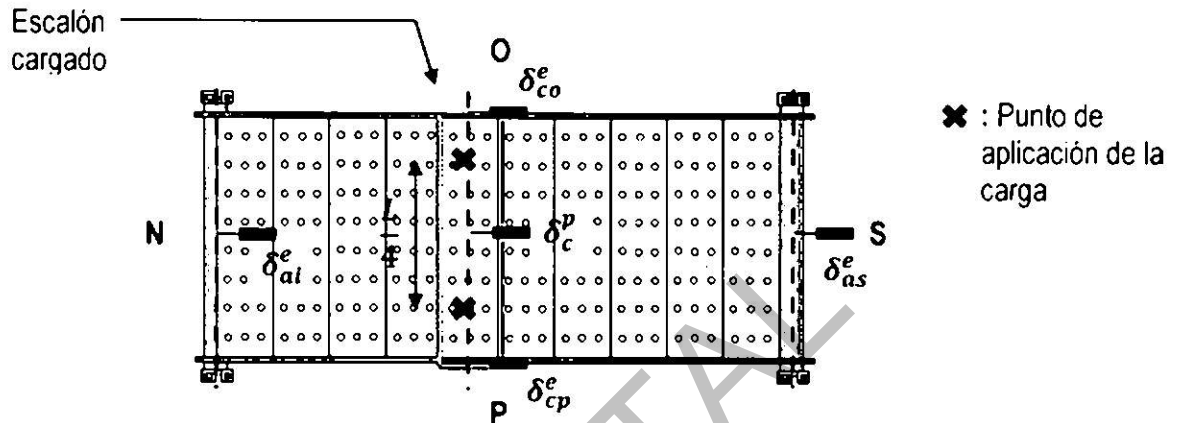


Figura 3.1.1. Esquema del montaje del ensayo de flexión al centro de la escala (Vista en planta).

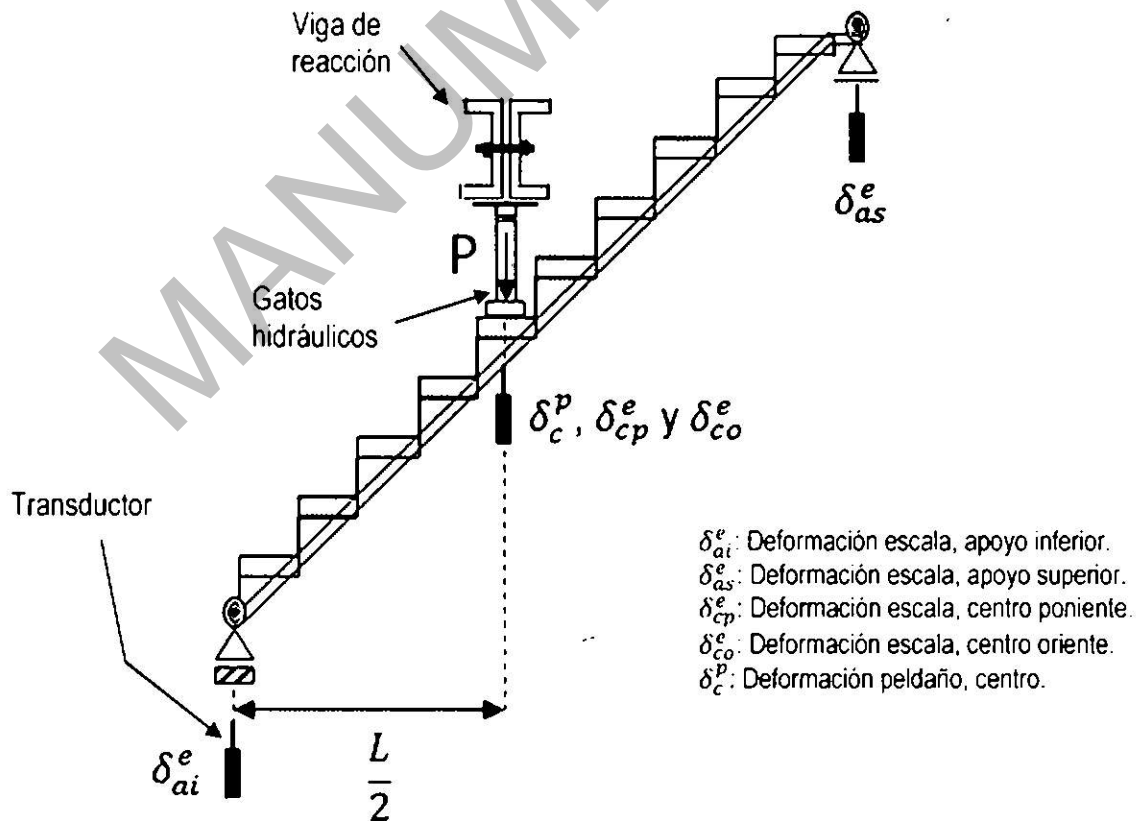


Figura 3.1.1. Esquema del montaje del ensayo de flexión al centro de la escala (Elevación).

En las Fotografía 3.1.1 a la 3.1.4, se muestran vistas generales y en detalle del montaje del ensayo, los sistemas de carga y medición utilizados.



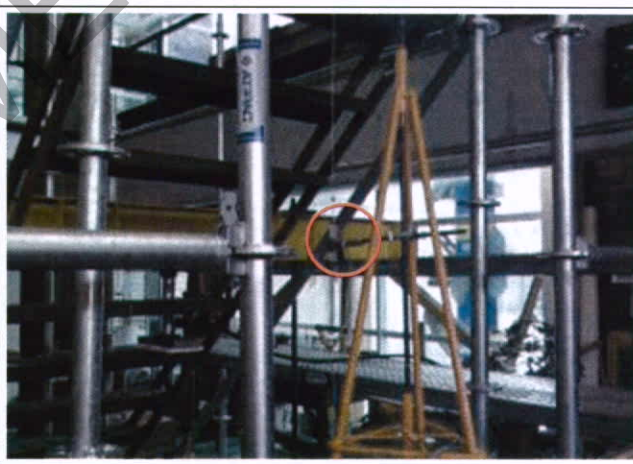
Fotografía 3.1.1: Vista general del montaje del ensayo de flexión al centro del vano de la escala.



Fotografía 3.1.2: Detalle de los gatos hidráulicos utilizados para efectuar la sollicitación.



Fotografía 3.1.3: Detalle de los tres transductores dispuestos al centro del vano de la escala Multifront.



Fotografía 3.1.4: Detalle del transductor puesto en el apoyo superior de la escalera.

El ensayo es realizado cargando monotónicamente hasta el colapso del sistema ya sea por ruptura de algún elemento de la escala o excesiva deformación del sistema. Los datos de carga y deformación son registrados por un sistema de adquisición de datos marca HBM, de origen alemán, modelo QuantumX MX840A, bajo una frecuencia de muestreo de 2 Hz.

3.2.- Corte en peldaño de conexión con travesaño superior

La configuración de este ensayo consiste en apoyar la escala Multifront en una posición similar a la adoptada en terreno, con la ayuda de dos travesaños $\phi 48$ mm y un sistema de andamiaje para otorgar sustento lateral y apoyar el sistema de carga, tal como se mencionó en 3.1. Dado que en esta prueba el objetivo es conocer el comportamiento del sistema de conexión y apoyo de la escalera con la estructura de andamio bajo carga, se procede a cargar el escalón unido al travesaño del apoyo superior mediante dos gatos hidráulicos posicionados a los cuartos del vano del peldaño. Las deformaciones son medidas mediante seis transductores posicionados como sigue:

- Uno en el apoyo inferior de la escala, en el punto central del travesaño.
- Dos en el apoyo superior de la escalera, en los extremos del travesaño.
- Dos en los apoyos (perfiles diagonales tipo cajón) del escalón cargado.
- Uno en el centro del peldaño solicitado.

El sistema cerrado de carga se compone de dos gatos hidráulicos de 5 tonf de capacidad, una viga de reacción robusta de acero y dos tensores dispuestos como se describió en el ensayo anterior. Para los detalles geométricos de la configuración de transductores, el sistema de carga y la escala misma, ver las Figuras 3.2.1 y 3.2.2.

El ensayo es realizado cargando monotónicamente hasta el colapso del sistema ya sea por ruptura de algún elemento de la escala o excesiva deformación del sistema. Los datos de carga y deformación son registrados por un sistema de adquisición de datos marca HBM, de origen alemán, modelo QuantumX MX840A, bajo una frecuencia de muestreo de 2 Hz.

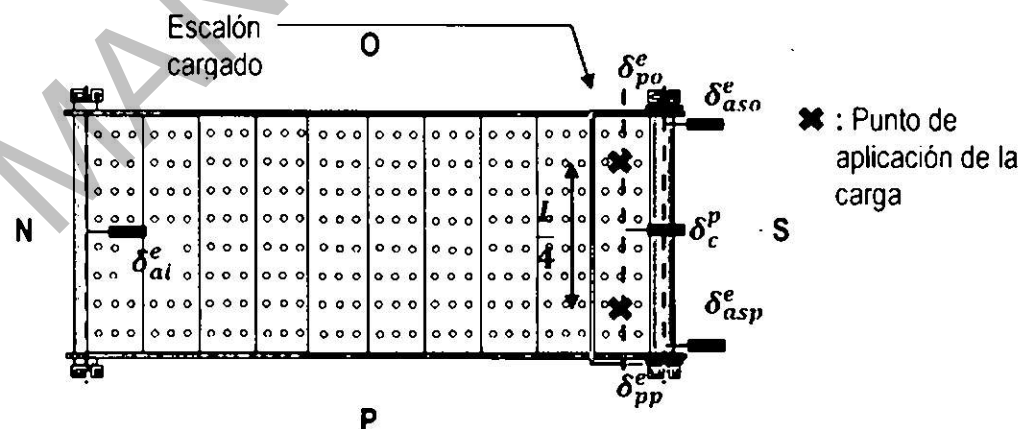


Figura 3.2.1. Esquema del montaje del ensayo de corte a peldaño de conexión con travesaño (Vista en planta).

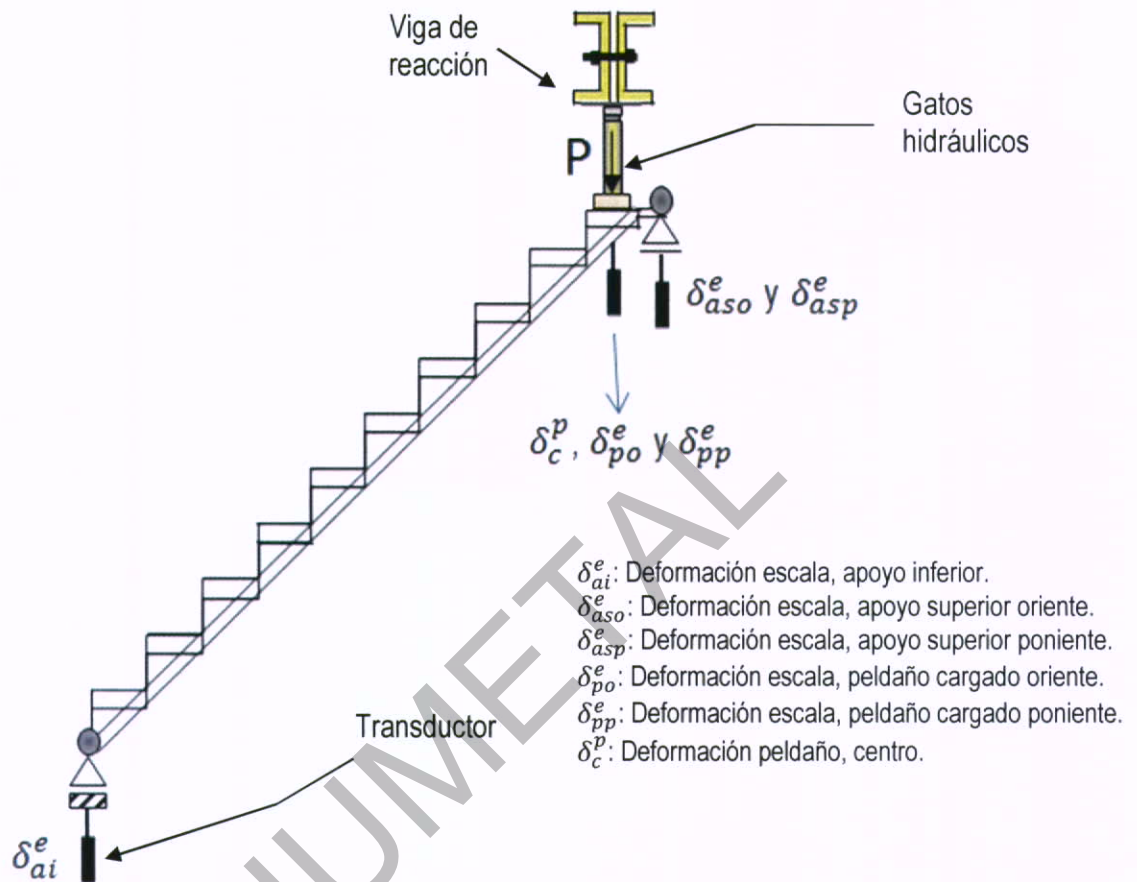
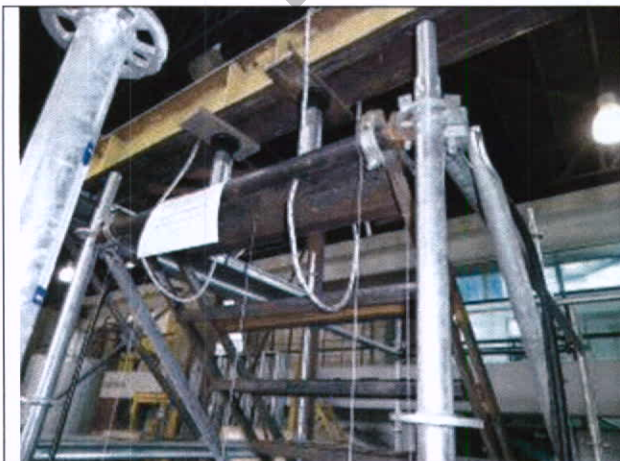
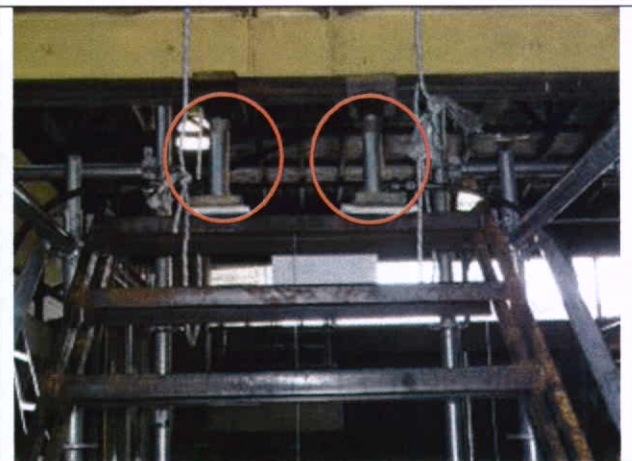


Figura 3.2.2. Esquema del montaje del ensayo de corte a peldaño de conexión con travesaño (Elevación).

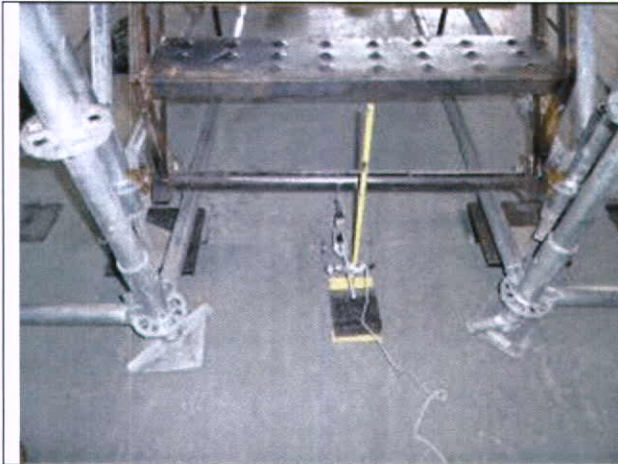
Las Fotografías 3.2.1 a la 3.2.4, muestran vistas generales y en detalle del montaje del ensayo, los sistemas de carga y medición utilizados.



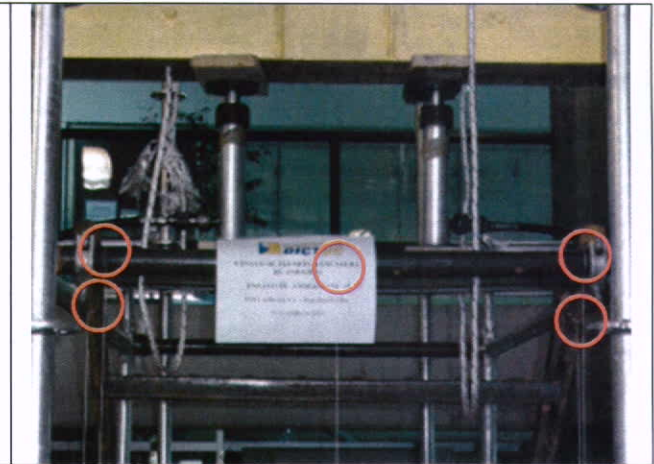
Fotografía 3.2.1: Vista general del montaje del ensayo de corte a peldaño de conexión con travesaño del apoyo superior.



Fotografía 3.2.2: Detalle de los gatos hidráulicos utilizados para efectuar la sollicitación.



Fotografía 3.2.3: Detalle de uno de los transductores utilizados. Apoyo inferior de la escalera.



Fotografía 3.2.4: Posiciones de los transductores en peldaño cargado y travesaño del apoyo superior de la escala.

3.3.- Flexión con carga a los cuartos del vano

El montaje de este ensayo es similar al de flexión en el centro del vano, con la salvedad de que en este caso existen dos peldaños cargados, ubicados a los cuartos del vano de la escala Multifront, esto es, se cargan el tercer y el octavo escalones. En esta prueba, la carga es aplicada mediante un solo gato hidráulico por escalón, pero distribuyéndose en dos puntos, correspondientes a bloques de madera de 20 cm de ancho, cuyo centro de gravedad está ubicado aproximadamente en los cuartos del vano del escalón. Las deformaciones son medidas con diez transductores posicionados como sigue:

- Uno en el apoyo inferior de la escala, en el punto central del travesaño inferior.
- Uno en el apoyo superior de la escalera, en el punto central del travesaño superior.
- Dos en el centro de la escala: uno en las diagonales cajón de cada lado.
- Tres en el peldaño cargado en $L/4$: dos en los extremos (diagonales) y uno en el centro.
- Tres en el peldaño cargado en $3L/4$: dos en los extremos (diagonales) y uno en el centro.

El sistema cerrado de carga se compone, por cada escalón solicitado, de un gato hidráulico de 5 tonf de capacidad, una viga de reacción robusta de acero y dos tensores dispuestos como se describió en 3.1. Para los detalles geométricos de la configuración de transductores, el sistema de carga y la escala misma, ver las Figuras 3.3.1 y 3.3.2, que entregan una vista en planta y elevación, respectivamente.

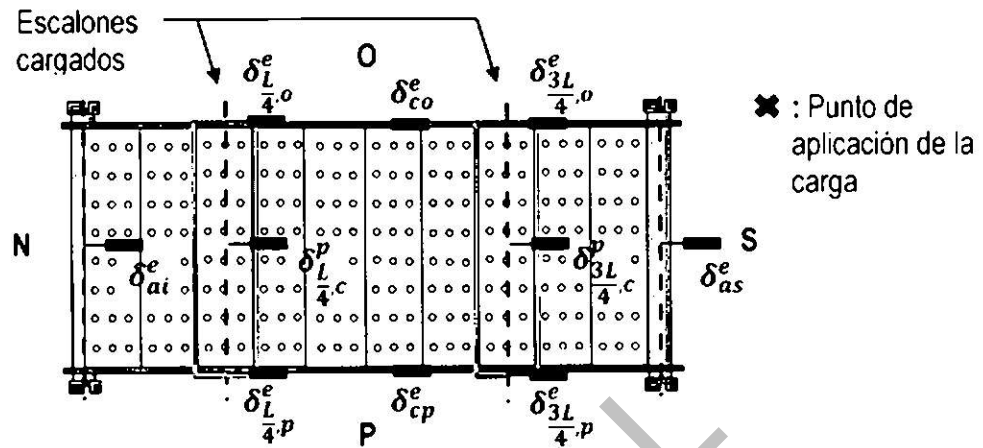


Figura 3.3.1. Esquema del montaje del ensayo de flexión a los cuartos de la escala (Vista en planta).

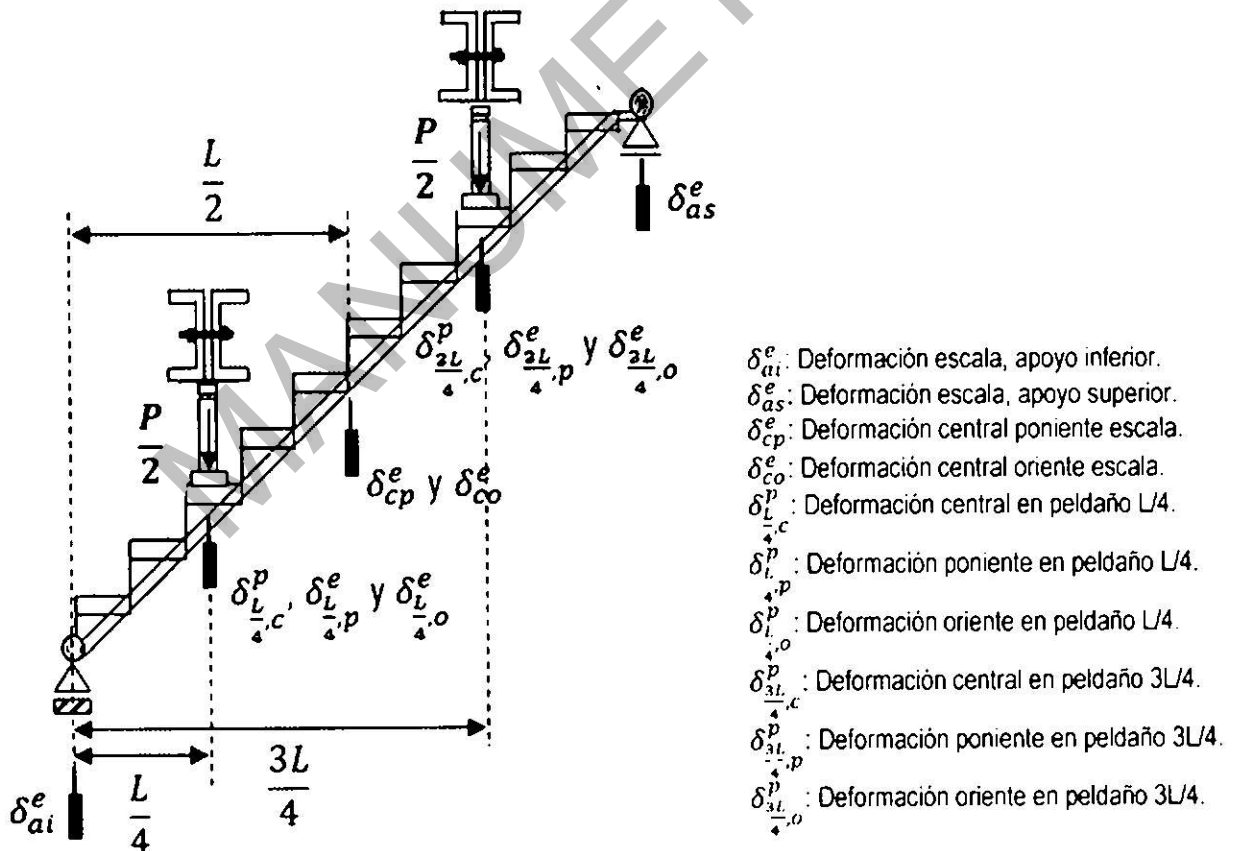
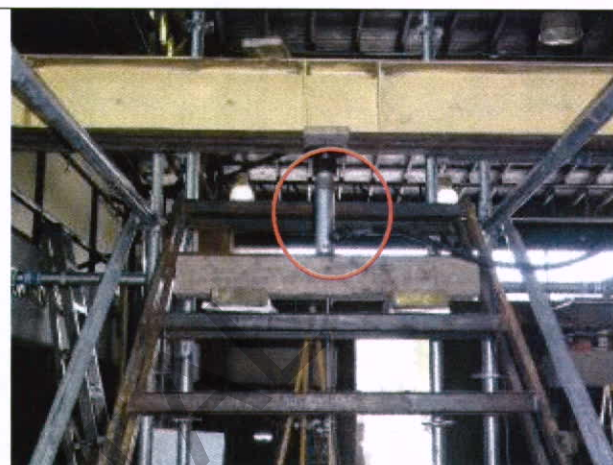


Figura 3.2.2. Esquema del montaje del ensayo de flexión a los cuartos de la escala (Elevación).

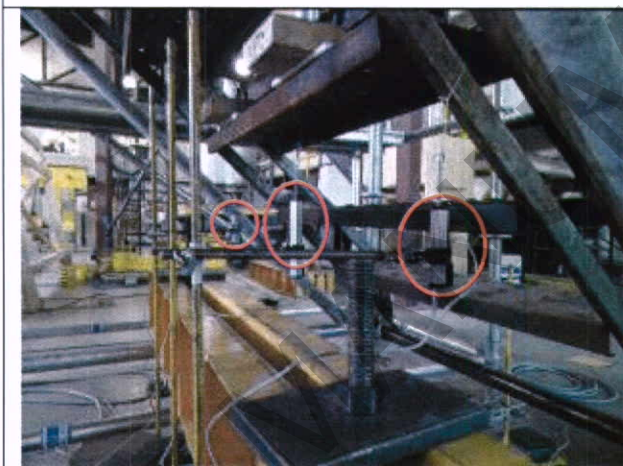
Las Fotografías 3.3.1 a la 3.3.4 muestran vistas del montaje del ensayo, así como los elementos de medición de deformación y el sistema de carga utilizados, con sus posiciones asignadas.



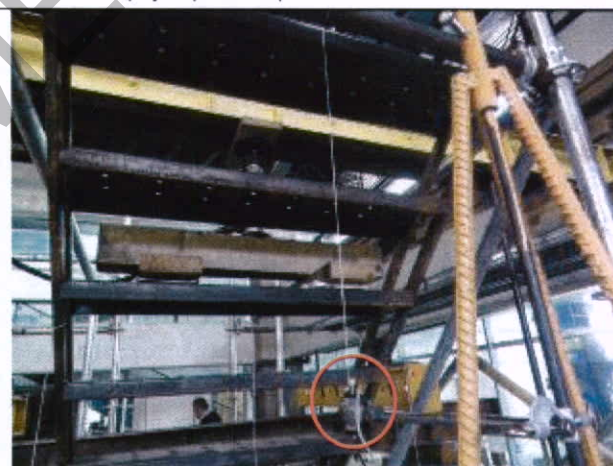
Fotografía 3.3.1: Vista general del montaje del ensayo de flexión a los cuartos del vano de la escala.



Fotografía 3.3.2: Detalle de uno de los gatos hidráulicos y el sistema de apoyos para la aplicación de la solicitación.



Fotografía 3.3.3: Detalle de los tres transductores dispuestos al nivel de uno de los peldaños cargados.



Fotografía 3.3.4: Detalle del transductor puesto en el apoyo superior de la escalera.

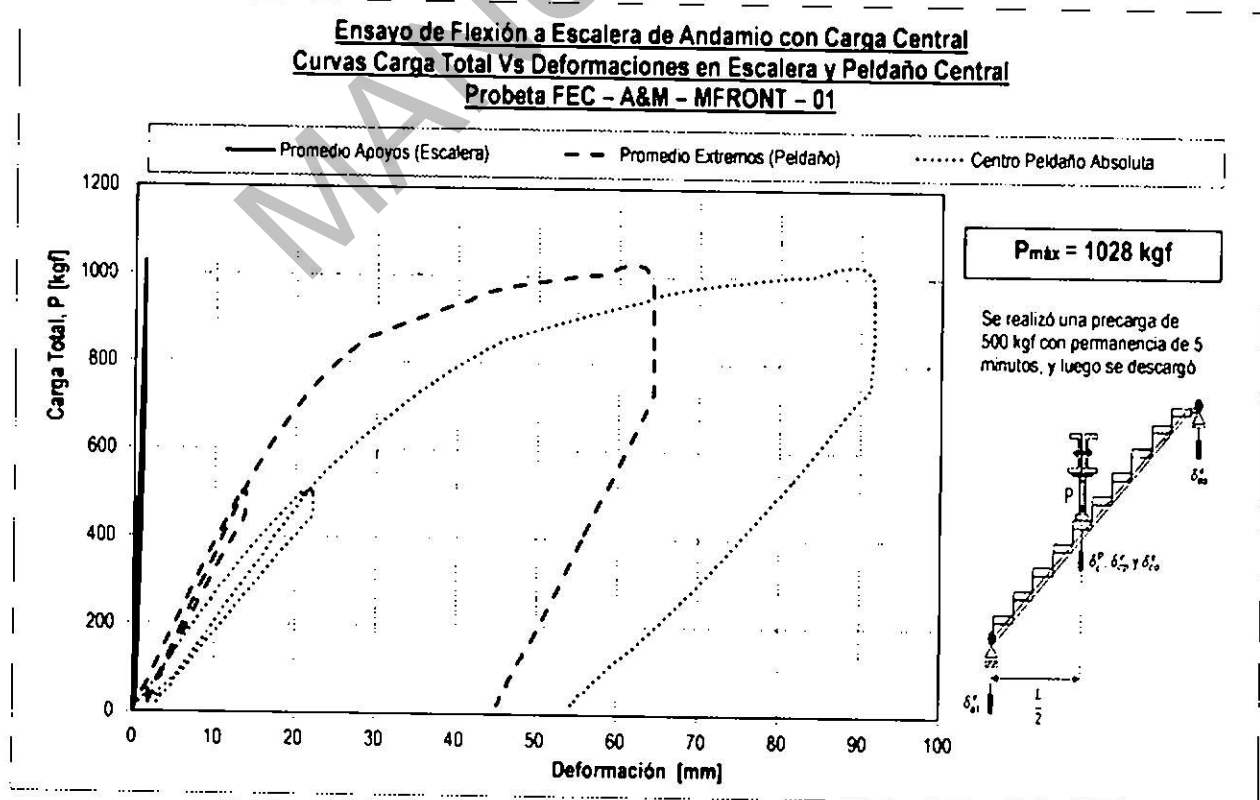
El ensayo es realizado cargando monotónicamente hasta el colapso del sistema ya sea por ruptura de algún elemento de la escala o excesiva deformación del sistema. Los datos de carga y deformación son registrados por un sistema de adquisición de datos marca HBM, de origen alemán, modelo QuantumX MX840A, bajo una frecuencia de muestreo de 2 Hz.

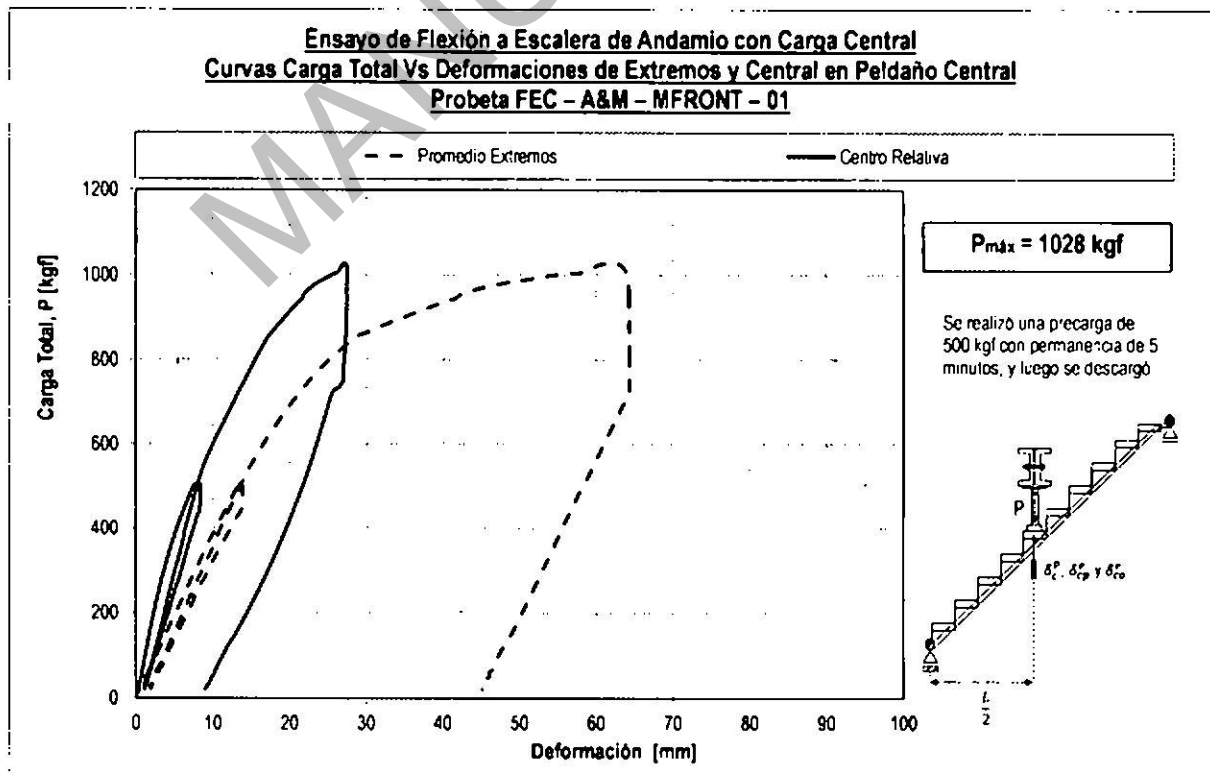
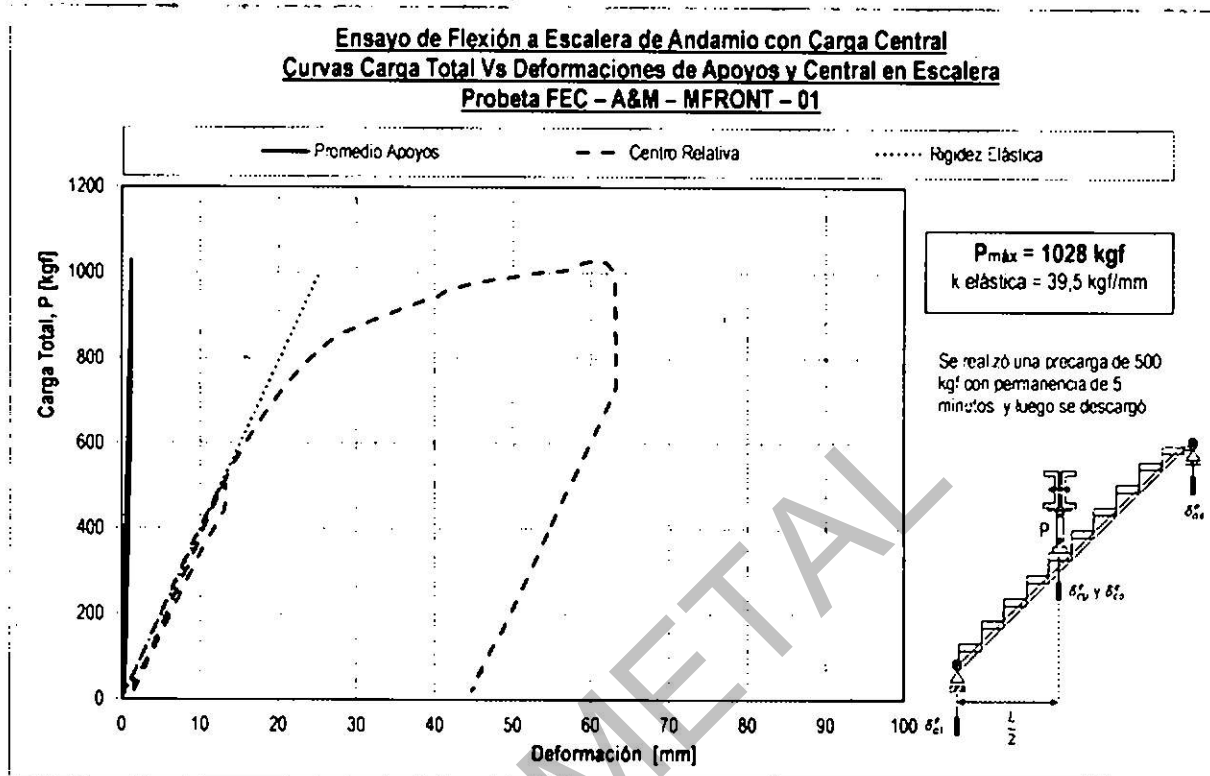
4.- RESULTADOS DE ENSAYOS

A continuación se presentan los resultados de los tres ensayos de carga vertical a escala de andamio Multifront.

4.1.- Flexión con carga en el centro de la escalera

El ensayo se detuvo por excesiva deformación de los perfiles rectangulares diagonales inferiores, puesto que pandearon por compresión al centro del vano de la escala Multifront. Posterior a la descarga, se verificó presencia de deformaciones permanentes producto de la plastificación de estos perfiles. El peldaño sufrió poca deformación permanente relativa a sus apoyos (diagonales rectangulares), puesto que estos últimos plastificaron de forma importante. Se obtuvieron de los resultados curvas Carga Total versus Deformaciones Verticales, según los transductores mencionados anteriormente. Estas curvas se pueden ver en los Gráficos 4.1.1 a 4.1.3. En el primero se muestran las deformaciones promedio de los apoyos de la escala (δ_{ai}^e y δ_{as}^e) y de los extremos del peldaño cargado (δ_{cp}^e y δ_{co}^e), la cual corresponde a la deformación absoluta de las diagonales tipo cajón al centro de la escala y, por último, se añade la deformación absoluta del centro del escalón cargado (δ_c^p). En el segundo gráfico, se muestran las deformaciones de la escala, tanto el promedio de las de los apoyos, como la central relativa (diferencia entre promedio diagonales al centro de escala y promedio apoyos escala), también se incluye una proyección de la zona elástica de esta última curva, de acuerdo al criterio del 45% de la carga máxima. Finalmente, en el tercer gráfico se muestran las deformaciones del peldaño cargado, esto es, su promedio de extremos (diagonal cajón) y la central relativa, equivalente a la central menos el promedio de extremos.



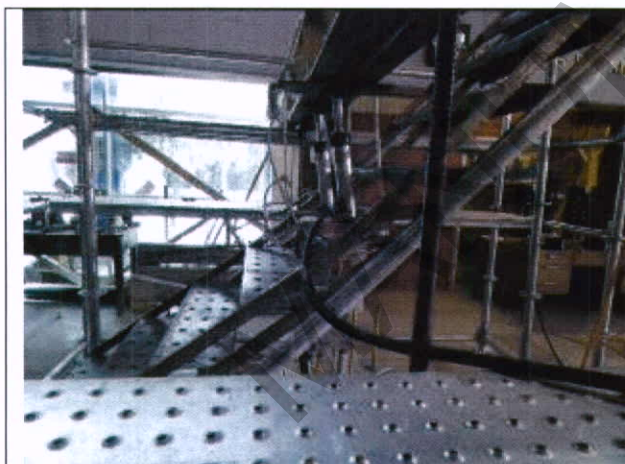


En la Tabla 4.1.1 se resumen algunos parámetros de interés del ensayo de flexión a escala con carga concentrada al centro del vano. La rigidez entregada ha sido estimada considerando el criterio del 45% de la carga máxima aplicada.

Tabla 4.1.1
Resultados del ensayo de flexión de la escalera Multifront con carga en el centro.

Probeta	Carga máxima total, P _{máx} (kgf)	Deformaciones			Rigidez elástica central relativa asociada a 45%P _{máx} (kgf/mm)
		Central relativa promedio escala asociada a P _{máx} (mm)	Central absoluta escalón cargado asociada a P _{máx} (mm)	Central relativa escalón cargado asociada a P _{máx} (mm)	
FEC-A&M-MFRONT-01	1028	61	89	27	39.5

La Fotografía 4.1.1 presenta una vista lateral de la escala deformada bajo carga máxima, donde se puede apreciar la deformación de las diagonales tipo cajón en el centro del vano, la Fotografía 4.1.2 muestra un detalle de la diagonal superior deformada por una compresión inducida pandeo flexural.



Fotografía 4.1.1: Vista lateral de la escala con perfiles diagonales deformados bajo carga máxima.



Fotografía 4.1.2: Detalle de la diagonal superior pandeada por deformación flexural en el centro del vano de la escala.

4.2.- Corte en peldaño de conexión con travesaño superior

El ensayo se detuvo por excesiva deformación del vano del peldaño cargado, quedando éste con deformaciones remanentes posterior a la descarga. En este caso, las diagonales tipo cajón y el apoyo superior (travesaño) no presentaron deformaciones importantes, en menor medida aun lo hizo el apoyo inferior. Se obtuvieron de los resultados curvas Carga Total versus Deformaciones Verticales, según los transductores mencionados anteriormente. Estas curvas se pueden ver en los Gráficos 4.2.1 y 4.2.2. En el primero se muestran las deformaciones del apoyo inferior (δ_{ai}^e) y el promedio de las del apoyo superior de la escala (δ_{aso}^e y δ_{asp}^e), se incluye también la deformación promedio de las diagonales al nivel del peldaño cargado (δ_{po}^e y δ_{pp}^e); por último, se muestra la deformación absoluta del centro del escalón cargado (δ_c^p). En el segundo gráfico se muestran el promedio de las deformaciones del apoyo superior de la escala (travesaño), el promedio de las deformaciones de las diagonales al nivel del peldaño cargado y la diferencia positiva entre ellos.

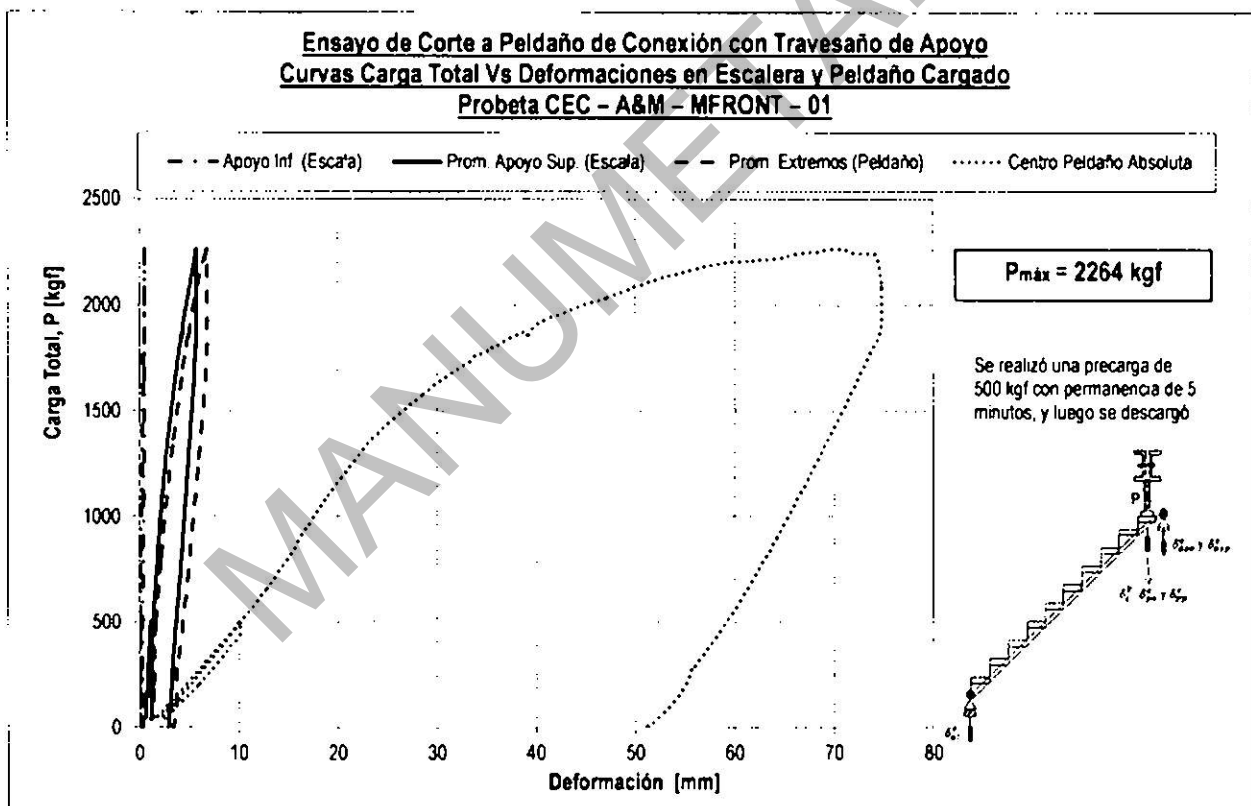


Gráfico 4.2.1. Corte peldaño conexión con travesaño superior. Probeta CEC - A&M - MFRONT - 01

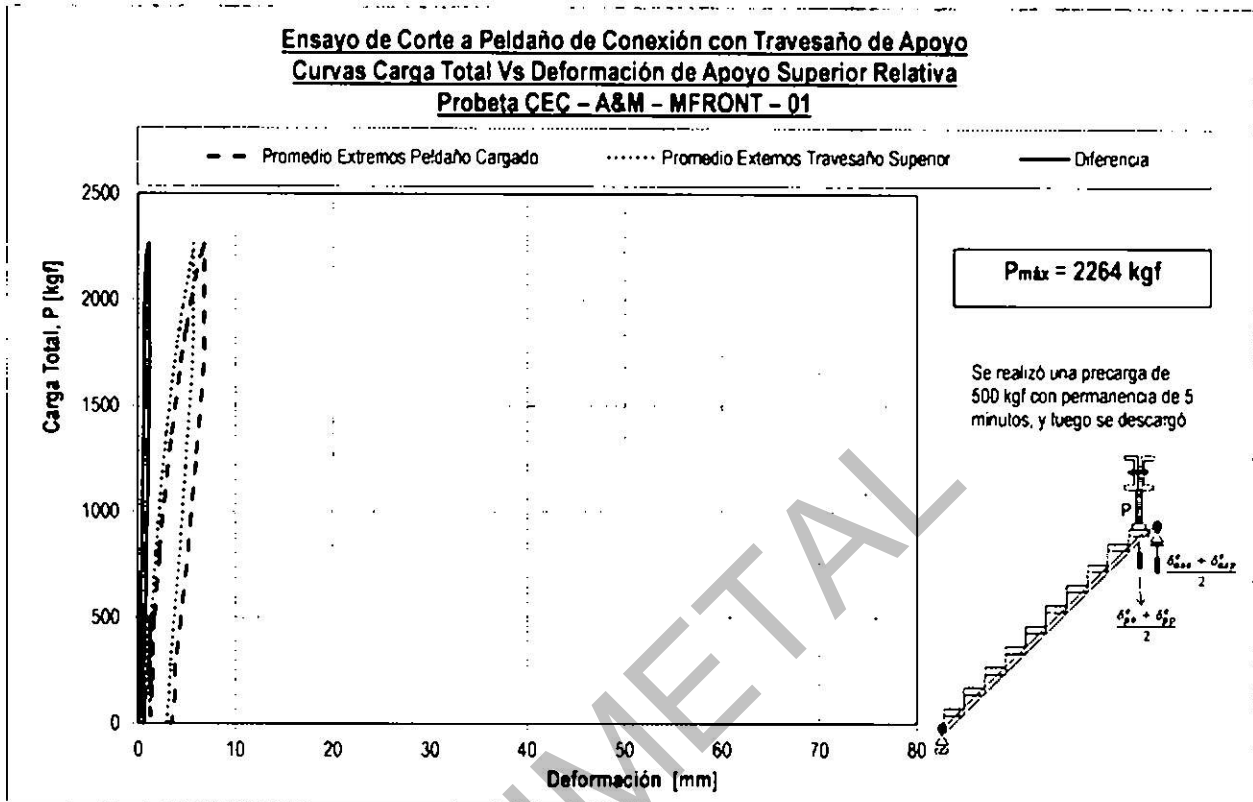


Gráfico 4.2.2. Corte peldaño conexión con travesaño superior. Probeta CEC - A&M - MFRONT - 01

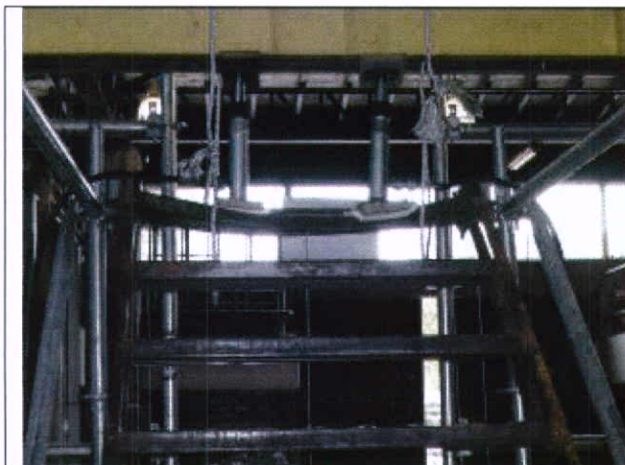
En la Tabla 4.2.1 se resumen algunos parámetros de interés del ensayo de corte en peldaño de conexión con travesaño superior. En esta tabla, la Deformación relativa apoyo superior, corresponde a la diferencia entre la deformación promedio de las diagonales cajón a nivel del peldaño cargado y el promedio de las deformaciones del apoyo superior de la escala, es decir, el travesaño (ver Gráfico 4.2.2).

Tabla 4.2.1

Resultados del ensayo de flexión de la escalera Multifront con carga en el centro.

Probeta	Carga máxima total, $P_{\text{máx}}$ (kgf)	Deformaciones			
		Promedio diagonales peldaño cargado asociada a $P_{\text{máx}}$ (mm)	Promedio travesaño superior asociada a $P_{\text{máx}}$ (mm)	Central absoluta escalón cargado asociada a $P_{\text{máx}}$ (mm)	Relativa apoyo superior asociada a $P_{\text{máx}}$ (mm)
CEC-A&M-MFRONT-01	2264	7	6	71	1

La Fotografía 4.2.1 presenta una vista general del peldaño cargado, con una deformación importante; las Fotografías 4.2.2 y 4.2.3 muestran en detalle la zona de conexión entre el escalón y las diagonales tipo cajón, donde, en general, no se aprecian daños ni en las abrazaderas, ni en el travesaño. Sin embargo, la soldadura del apoyo sur-poniente (Fotografía 4.2.3), presenta inicio de daño en esa unión, situación ocurrida para la carga máxima; y en la Fotografía 4.2.4 se muestra el escalón cargado con deformaciones remanentes una vez retirada la carga.



Fotografía 4.2.1: Vista frontal del peldaño de conexión deformado bajo carga máxima.



Fotografía 4.2.2: Detalle de la zona de soldadura de las diagonales al escalón cargado. Lado oriente.



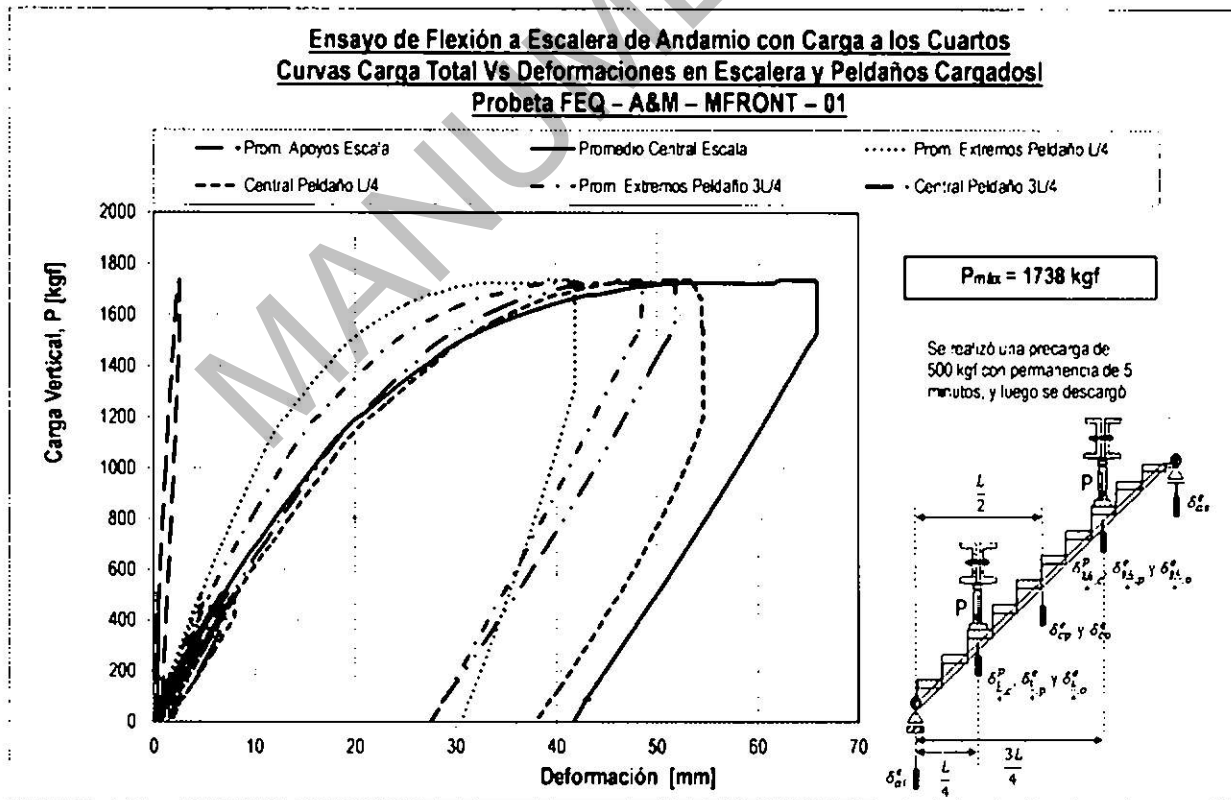
Fotografía 4.2.3: Detalle de la zona de soldadura de las diagonales al escalón cargado. Lado poniente

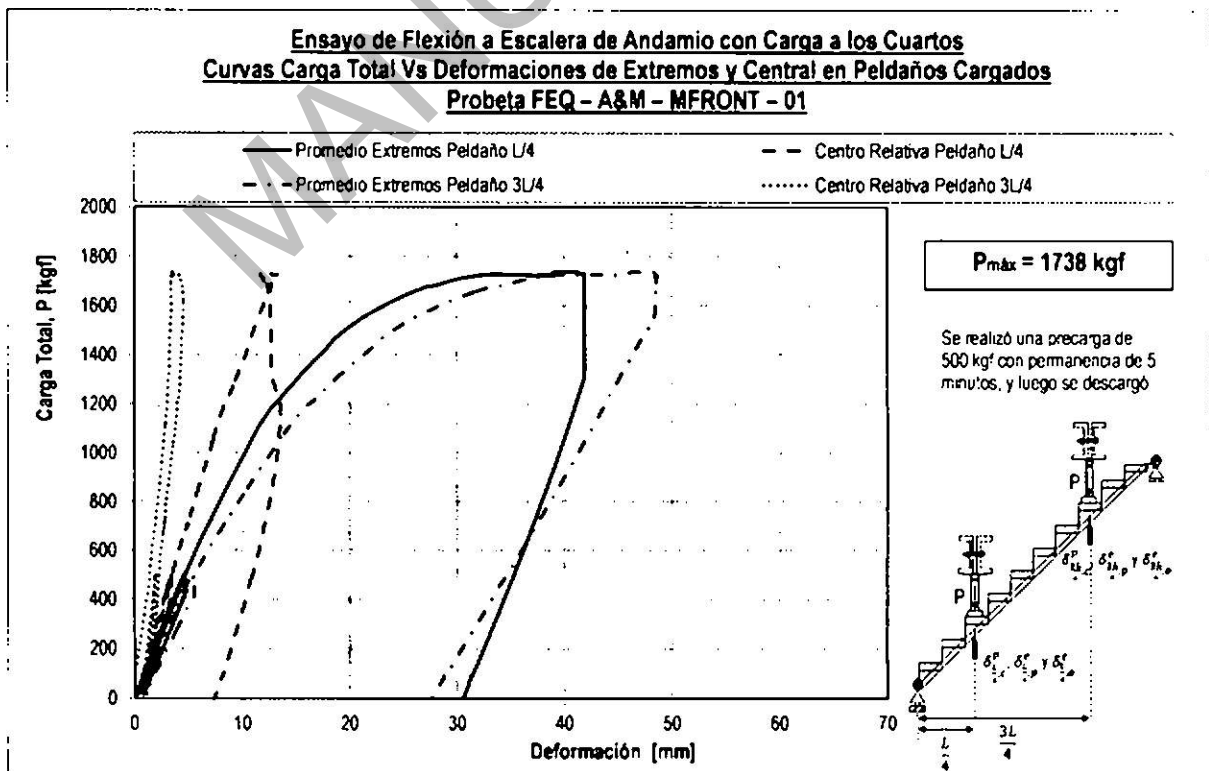
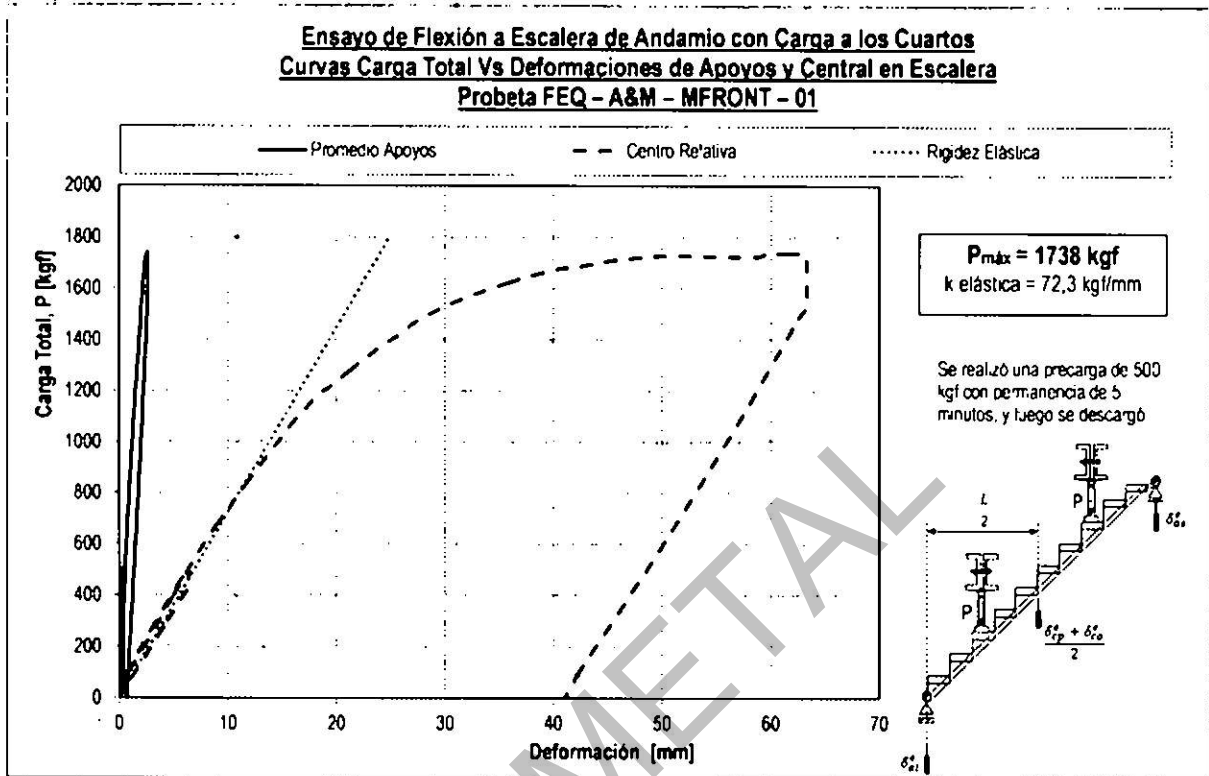


Fotografía 4.2.4: Vista frontal del tablón cargado con deformaciones permanentes posterior a la descarga.

4.3.- Flexión con carga a los cuartos del vano

El ensayo se detuvo por excesiva deformación flexural de las diagonales tipo cajón al centro de la escala, las que pandearon en la zona comprimida. Las deformaciones de los peldaños cargados no fueron muy importantes, y en menor medida aun lo fueron las de los apoyos de la escala. Se obtuvieron de los resultados curvas Carga Total versus Deformaciones Verticales, según los transductores mencionados anteriormente. Estas curvas se pueden ver en los Gráficos 4.3.1 a 4.3.3. En el primero se muestran el promedio de las deformaciones de los apoyos de la escalera (δ_{ai}^e y δ_{as}^e) y el promedio de la deformación central de la escala (δ_{co}^e y δ_{cp}^e); se incluye también la deformación promedio de las diagonales al nivel del peldaño cargado en $L/4$ ($\delta_{L/4,o}^e$ y $\delta_{L/4,p}^e$) y en $3L/4$ ($\delta_{3L/4,o}^e$ y $\delta_{3L/4,p}^e$); por último, se muestra la deformación absoluta del centro del escalón cargado en $L/4$ ($\delta_{L/4,c}^p$) y en $3L/4$ ($\delta_{3L/4,c}^p$). En el segundo gráfico, se muestran las deformaciones de la escala Multifront, tanto el promedio de las de los apoyos, como la central relativa (diferencia entre promedio deformación central y promedio apoyos escala), también se incluye una proyección de la zona elástica de esta última curva, de acuerdo al criterio del 45% de la carga máxima. Finalmente, en el tercer gráfico se muestran las deformaciones de cada peldaño cargado, esto es, el promedio de extremos (diagonal cajón) y la central relativa, equivalente a la central menos el promedio de extremos.





En la Tabla 4.3.1 se resumen algunos parámetros de interés del ensayo de flexión a escala con carga en los cuartos de su vano. La rigidez entregada ha sido estimada considerando el criterio del 45% de la carga máxima aplicada

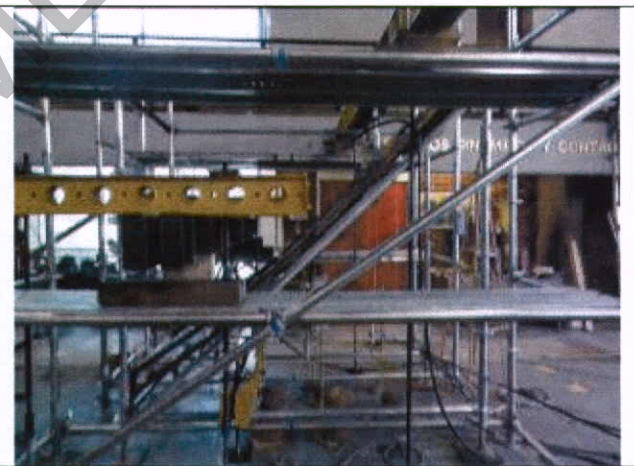
Tabla 4.3.1
Resultados del ensayo de flexión de la escalera Multifront con carga a los cuartos.

Probeta	Carga máxima total, P _{máx} (kgf)	Deformaciones			Rigidez elástica central relativa asociada a 45%P _{máx} (kgf/mm)
		Central relativa promedio escala asociada a P _{máx} (mm)	Promedio diagonales peldaño cargado en L/4 asociada a P _{máx} (mm)	Promedio diagonales peldaño cargado en 3L/4 asociada a P _{máx} (mm)	
FEQ-A&M-MFRONT-01	1738	61	40	47	72.3

En las Fotografías 4.3.1 a 4.3.2 se muestra la escala deformada bajo carga máxima, en una vista frontal y otra lateral respectivamente.



Fotografía 4.3.1: Vista frontal de escalera cargada a los cuartos donde no se aprecian mayores deformaciones de los peldaños.



Fotografía 4.3.2: Vista longitudinal de la escalera bajo carga máxima, donde se aprecian las diagonales cajón deformadas.

5.- RESUMEN Y COMENTARIOS

A continuación se presenta un resumen ejecutivo con los resultados obtenidos de los ensayos de flexión con carga central, ensayo de flexión a los cuartos, y de corte en peldaño de conexión con travesaño de apoyo, realizados a tres escaleras de andamio Multifront, provistas por ANDECORP-MANUMETAL, entre los días 23 y 24 de octubre de 2012, por profesionales DICTUC en el Laboratorio de Ingeniería Estructural de DICTUC S.A. De cada una de los tipos de ensayos se realizó un único ensayo del sistema. De las pruebas realizadas al sistema de escala se extrae lo siguiente:

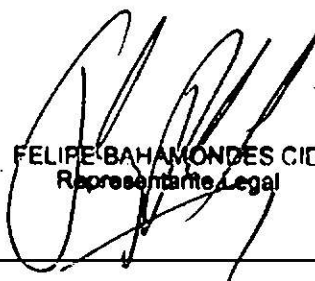
-
- 5.1.- Para el ensayo de flexión central, el valor de la carga total máxima obtenida es: $P_{\text{máx}} = 1028 \text{ kgf.}$
La rigidez elástica relativa central, con el criterio del 45% de $P_{\text{máx}}$, es: $k_{45\%} = 39.5 \text{ kgf/mm.}$
- 5.2.- El tipo de falla presentado fue una deformación excesiva de tipo dúctil de los perfiles diagonales tipo cajón al nivel central de la escala, pandeándose flexuralmente en su zona comprimida.
-
- 5.3.- Para el ensayo de corte en peldaño de conexión, la carga total máxima obtenida es: $P_{\text{máx}} = 2264 \text{ kgf.}$
La deformación relativa del travesaño respecto al escalón cargado asociada a $P_{\text{máx}}$ es: $\Delta\delta_{\text{travesaño}} = 1 \text{ mm.}$
- 5.4.- No se aprecian daños en la conexión de las abrazaderas con el travesaño ni en la soldadura que une el escalón cargado con las diagonales, por cuanto su tipo de falla fue una deformación excesiva de tipo dúctil del centro del peldaño cargado.
-
- 5.5.- Para el ensayo de flexión a los cuartos, el valor de la carga total máxima es: $P_{\text{máx}} = 1738 \text{ kgf.}$
La rigidez elástica relativa central, con el criterio del 45% $P_{\text{máx}}$, es: $k_{45\%} = 72.3 \text{ kgf/mm.}$
- 5.6.- El tipo de falla presentado fue por deformaciones de tipo plástico importantes en la parte central de los perfiles diagonales tipo cajón, pandeándose flexuralmente en su zona comprimida.
-

Para configuraciones y usos que se asemejen cargas distribuidas sobre la escalera Multifront, se sugiere una carga de trabajo, asociada a un factor de seguridad de 2.5, de **695 kgf**. Se debe tener en cuenta que si se aplican cargas concentradas, se recomienda una carga de trabajo, asociada a un factor de seguridad de 2.5, de **411 kgf**.

Los resultados presentados son validos solo para las muestras ensayadas y no representan lote alguno.



Ing. Jaime Arriagada Rosas
Subgerente Área Ing. Estructural



FELIPE BAHAMONDES CID
Representante Legal

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. **

JAR/EPH

Santiago, 11 de diciembre de 2012.

c.c.: LIE/2700