

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE SISTEMA DE ANDAMIO MULTIDIRECCIONAL - ALZATEC - VERIFICACIÓN SEGÚN NORMA NCH2501/1 Y NCH2501/2

Para: Alzatec

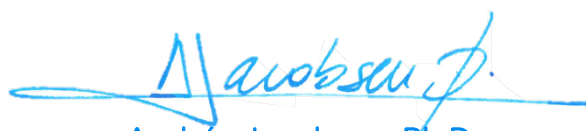
Santiago, 03 de septiembre de 2024

Informe N°1628173

Nombre Cliente	Alzatec
RUT Cliente	99.522.430-5
Dirección	Panamericana norte km17/1 Sitio 33.
Atención	Carlos Montes Larraín
Correo electrónico	cmontes@alzatec.cl
Teléfono	+56 9 8428 5613

Trabajo Solicitado	Estudio Experimental de Sistema de Andamio multidireccional - Alzatec
Responsable	Nicolás Tapia Flores
Correo electrónico	nftapia@dictuc.cl
Teléfono	+56 9 8581 7312
Fecha	03 de septiembre de 2024

Preparó	Javier Cortés
Revisó	Nicolás Tapia
Aprobó	Andrés Jacobsen, Ph.D.



Andrés Jacobsen, Ph.D.
Ingeniería Estructural
DICTUC S.A.

Contenido

1	Normas Generales.....	6
2	Resumen Ejecutivo	7
3	Introducción	7
4	Objetivos	7
5	Alcances.....	7
6	Antecedentes.....	8
7	Metodología y Resultados	9
7.1	Ensayo de Flexión de sistemas de tablón	9
7.1.1	Metodología del Ensayo.....	9
7.1.2	Resultados del Ensayo.....	10
7.2	Ensayo de Flexión de sistemas de plataforma.....	13
7.2.1	Metodología del Ensayo.....	13
7.2.2	Resultados del Ensayo.....	14
7.3	Ensayo de Flexión de Travesaño	15
7.3.1	Metodología del Ensayo.....	15
7.3.2	Resultados del Ensayo.....	16
7.4	Ensayo de Compresión de pie derecho	19
7.4.1	Metodología del Ensayo.....	19
7.4.2	Resultados del Ensayo.....	20
7.5	Ensayo de carga Axial a bases regulables	22
7.5.1	Metodología del Ensayo.....	22
7.5.2	Resultados del Ensayo.....	23
7.6	Ensayo de resistencia y rigidez del sistema de barandas.....	24
7.6.1	Metodología del Ensayo.....	24
7.6.2	Resultados del Ensayo.....	25
7.7	Ensayo de resistencia de Arriostramiento del andamio y sus anclajes en sentido longitudinal.....	27
7.7.1	Metodología del Ensayo.....	27
7.7.2	Resultados del Ensayo.....	28

7.8	Ensayo de resistencia de Arriostramiento del andamio y sus anclajes en sentido Transversal.....	30
7.8.1	Metodología del Ensayo.....	30
7.8.2	Resultados del Ensayo.....	31
7.9	Ensayo de Resistencia de Torre de andamios.....	33
7.9.1	Metodología del Ensayo.....	33
7.9.2	Resultados del Ensayo.....	34
7.10	Ensayo de Flexión de escaleras con carga puntual central	37
7.10.1	Metodología del Ensayo.....	37
7.10.2	Resultados del Ensayo.....	38
7.11	Ensayo de Flexión de escaleras con carga puntual a los cuartos de luz.....	40
7.11.1	Metodología del Ensayo.....	40
7.11.2	Resultados del Ensayo.....	41
7.12	Ensayo de Corte mediante carga puntual en peldaño de conexión con travesaño	43
7.12.1	Metodología del Ensayo.....	43
7.12.2	Resultados del Ensayo.....	44
7.13	Ensayo de carga horizontal de plataforma.....	46
7.13.1	Metodología del Ensayo.....	46
7.13.2	Resultados del Ensayo.....	47
7.14	Ensayo de Corte Conexión (pie derecho y elementos horizontales).....	49
7.14.1	Metodología del Ensayo.....	49
7.14.2	Resultados del Ensayo.....	50
7.15	Ensayo de Flexión Conexión (pie derecho y elementos horizontales).....	51
7.15.1	Metodología del Ensayo.....	51
7.15.2	Resultados del Ensayo.....	52
7.16	Ensayo de Flexión Conexión Transversal (pie derecho y elementos horizontales)	54
7.16.1	Metodología del Ensayo.....	54
7.16.2	Resultados del Ensayo.....	55

7.17	Ensayo de carga vertical a sistema de puentes simplemente apoyado .	57
7.17.1	Metodología del Ensayo	57
7.17.2	Resultados del Ensayo	58
7.18	Ensayo de carga vertical a sistema de puentes de voladizo	60
7.18.1	Metodología del Ensayo	60
7.18.2	Resultados del Ensayo	62
7.19	Ensayo de resistencia de abrazaderas	63
7.19.1	Metodología del Ensayo	63
7.19.2	Resultados del Ensayo	64
7.20	Ensayo de Cáncamo de anclajes.....	65
7.20.1	Metodología del Ensayo	65
7.20.2	Resultados del Ensayo.....	67
8	Verificación del cumplimiento de la norma NCh2501/1 OF. “Requisitos generales”	68
9	Verificación del cumplimiento de la norma NCh2501/2 OF.2000.....	69
10	Resumen Ejecutivo y/o Conclusiones.....	70

1 Normas Generales

- El presente informe entrega los resultados finales del proyecto “Estudio Experimental de Sistema de Andamio multidireccional - Alzatec”, desarrollado en los meses de julio y agosto de 2024.
- El presente informe fue preparado por **Dictuc** a solicitud del **Mandante** para evaluar su sistema estructural, bajo su responsabilidad exclusiva.
- Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en el Capítulo 5 del presente informe. Las conclusiones de este informe se limitan a la información disponible para su ejecución.
- Para el desarrollo de este estudio **Dictuc** utilizó la información individualizada en el Capítulo 6. Dicho Capítulo identifica además las fuentes que proporcionaron dichos antecedentes.
- La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de **Dictuc** mediante un Contrato de Uso de Marca.
- El **Mandante** podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean estos autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por **Dictuc**, y si decide entregar el conocimiento del presente informe de **Dictuc**, a cualquier tercero, deberá hacerlo en forma completa e íntegra, y no partes del mismo.
- El presente informe es propiedad del **Mandante** sin embargo si **Dictuc** recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito al **Mandante**.
- El presente informe es resultado de las metodologías desarrolladas por **Dictuc**, del alcance del informe encomendado y de los antecedentes que el **Mandante** puso a disposición de **Dictuc**. El **Mandante** acepta expresamente que los resultados del presente informe pueden, en definitiva, no serles favorables a sus intereses particulares.
- El **Mandante** declara conocer y aceptar los términos y condiciones generales para la prestación de servicios, disponibles para todo el público en su sitio web oficial www.dictuc.cl/tyc.
- Este informe anula y reemplaza al infome Dictuc 1628153, modificando la descripción del andamio.

2 Resumen Ejecutivo

Se realizaron distintas tipologías de ensayos a andamios basados en la normativa NCh2501 of2000. A partir de los resultados se define que la clase de la superficie de trabajo depende del tipo de plataforma utilizada: tablón de 19cm, tablón de 32cm y plataforma tienen una clase de 5, 6 y 3 respectivamente, donde todos los requisitos generales de la norma NCh2501/1 y NCh2501/2 se cumplen.

3 Introducción

El presente informe entrega los resultados obtenidos de los ensayos realizados a andamios multidimensionales. Los ensayos se realizaron de acuerdo con la norma NCh2501 of2000.

Los ensayos fueron realizados a petición del Sr. Carlos Montes Larraín, en representación de la empresa Alzatec, bajo aceptación de la propuesta de trabajo número 41359, asociada al Ticket N° 51820.

Los ensayos fueron realizados desde el 31 de julio al 23 de agosto por el técnico-laboratorista Daniel Hernández y la redacción del presente informe fue realizada por el Ingeniero Javier Cortés.

4 Objetivos

Evaluar el comportamiento de andamios multidimensionales de la empresa Alzatec. Todos los ensayos propuestos consideran carga cuasiestática y monotónica creciente hasta alcanzar la carga límite fijada por la normativa.

5 Alcances

El presente trabajo descrito en este informe corresponde exclusivamente a plasmar en este documento los resultados obtenidos de los ensayos experimentales y no contempla interpretaciones de efectos o soluciones a posibles problemáticas que pueda implicar los resultados obtenidos.

6 Antecedentes

Las probetas sometidas a los ensayos fueron proporcionadas en forma íntegra por el mandante en las dependencias del Laboratorio de Ingeniería Estructural de DICTUC.

La Figura 7.1.1 muestra la nomenclatura utilizada en la denominación de los ensayos de los andamios, y en la Tabla 7.1.1 muestran todos los ensayos a realizar junto con sus abreviaturas.

XX: Abreviatura del ensayo ← XX - Elemento a Ensayar - OY → N° de ensayo
Depende del tipo de ensayo

Figura 7.1.1 Nomenclatura utilizada para los ensayos de andamios

Tabla 7.1.1 Tipologías de ensayos a realizar

N°	Abr. Ensayo	Elemento a ensayar	Ensayo
1.	EFT	Tablón1	Ensayo Flexión de sistema de Tablón de 19cm
		Tablon2	Ensayo Flexión de sistema de Tablón de 32cm
2.	EFP	Plataforma	Ensayo Flexión de sistema de Plataforma
3.	EFTTr	Travesaño1	Ensayo de Flexión de Travesaño.
		Travesaño2	Ensayo de Flexión de Travesaño reforzado.
4.	ECP	PieDerecho	Ensayo de Compresión de Pie derecho.
5.	EAB	Base	Ensayo de carga Axial a Bases rectangulares.
6.	ERB	Baranda	Ensayo de Resistencia y rigidez del sistema de Barandas.
7.	EAL	Arriostramiento	Ensayo de resistencia de Arriostramiento del andamio y sus anclajes en sentido Longitudinal.
8.	EAT	Arriostramiento	Ensayo de resistencia de Arriostramiento del andamio y sus anclajes en sentido Transversal.
9.	ERT	Torre	Ensayo de Resistencia Torre andamios.
10.	EFE	Escalera	Ensayo de Flexión de Escalera con carga puntual central.
11.	EFE2	Escalera	Ensayo de Flexión de Escalera con cargas puntuales en los cuartos de luz.
12.	ECE	Escalera	Ensayo de Corte mediante carga puntual en Peldaño de conexión con travesaño.
13.	EHP	Plataforma	Ensayo de carga Horizontal de Plataforma.

14.	ECC	Conexión	Ensayo de Corte Conexión (pie derecho y elementos horizontales).
15.	ECT	Conexión	Ensayo de Corte Transversal Conexión (pie derecho y elementos horizontales).
16.	EFC	Conexión	Ensayo de Flexión Conexión (pie derecho y elementos horizontales).
17.	EVP	Puente	Ensayo de Carga Vertical a sistema de Puentes simplemente apoyados entre dos andamios.
18.	EVV	Puente	Ensayo de Carga Vertical a sistema de Puentes en Voladizo Configuración 1.
19.	ERA	Abrazadera	Ensayo de Resistencia de Abrazaderas.
20.	ERC	Cáncamo	Ensayo de Resistencia de Cáncamos.

7 Metodología y Resultados

7.1 Ensayo de Flexión de sistemas de tablón

7.1.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplican cargas puntuales a los cuartos de luz del tablón. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en el centro y borde de la probeta. En la Tabla 7.1.1, Figura 7.1.2 y Figura 7.1.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.1.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados. Se consideran 2 tipos de tablón: TABLON1 de un ancho de 19cm y TABLON2 de 32cm, ambos de 250cm de largo.

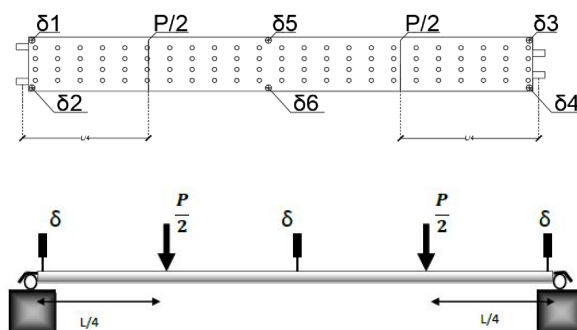


Figura 7.1.1 Esquema ensayo



Figura 7.1.2 Montaje del ensayo

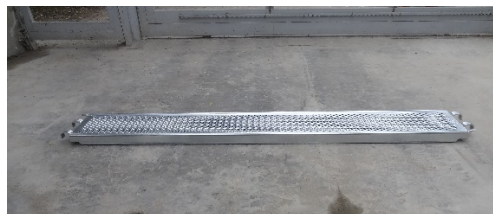


Figura 7.1.3 Probeta ensayo

Tabla 7.1.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB28140	5 tonf
δ1	Deformación vertical	Novotechnik	107759/A01	50mm
δ2	Deformación vertical	Novotechnik	107759/A04	50mm
δ3	Deformación vertical	Novotechnik	107759/A03	50mm
δ4	Deformación vertical	Novotechnik	107155/A07	50mm
δ5	Deformación vertical	Baumer	OM30_1	300mm
δ6	Deformación vertical	Baumer	OM30_2	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FA1	-

(1) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.1.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.1.4, Figura 7.1.5, Figura 7.1.6 y Figura 7.1.7, se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.1.2 y se resumen los resultados máximos.

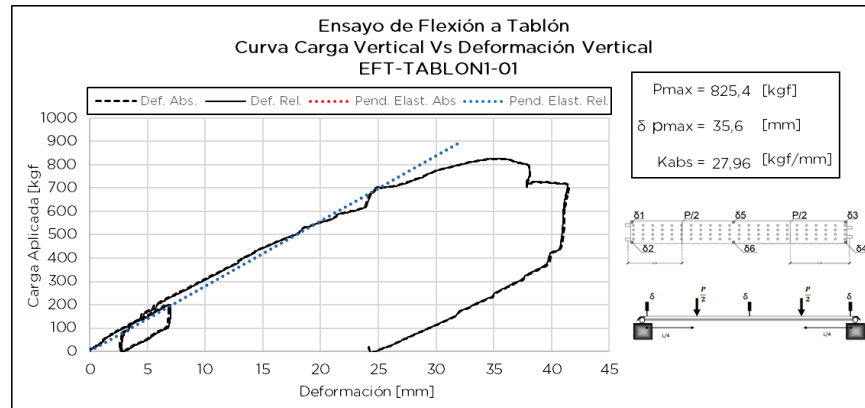


Figura 7.1.4 Respuesta de ensayos de Probeta EFT-TABLON1-01

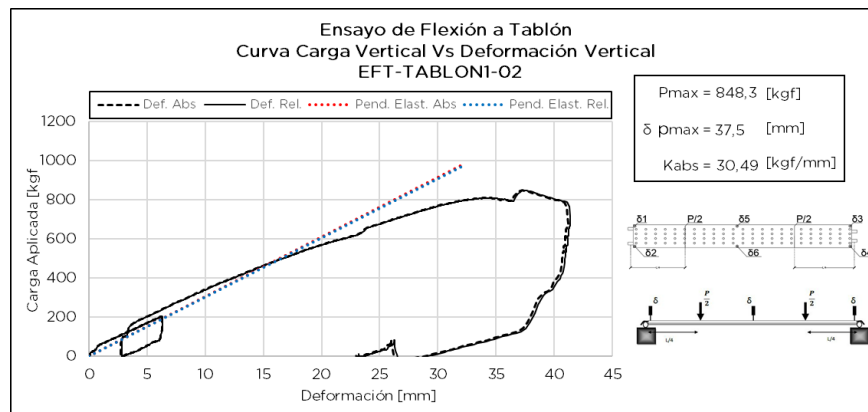


Figura 7.1.5 Respuesta de ensayos de Probeta EFT-TABLON1-02

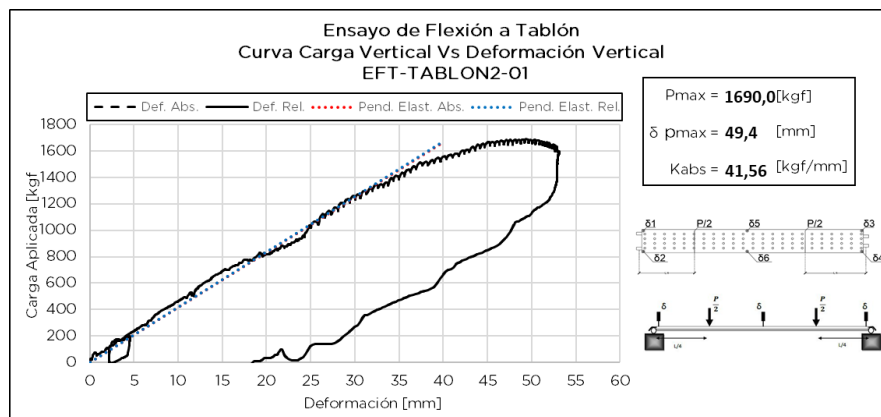


Figura 7.1.6 Respuesta de ensayos de Probeta EFT-TABLON2-01

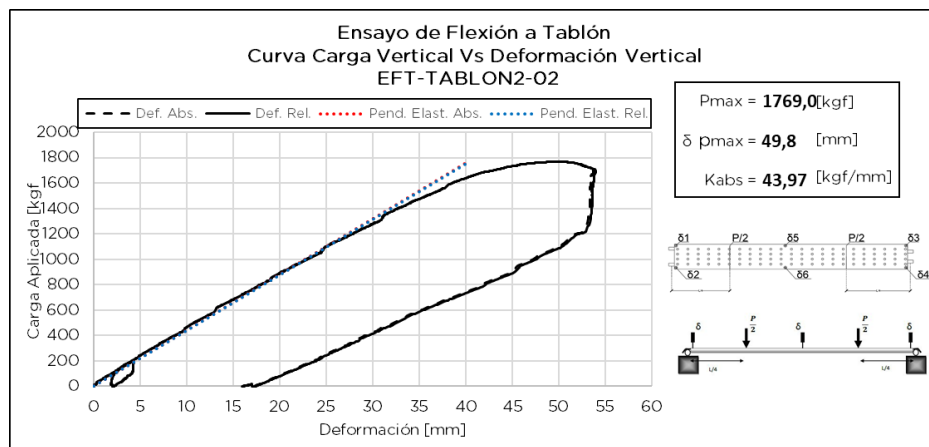


Figura 7.1.7 Respuesta de ensayos de Probeta EFT-TABLON2-02

Tabla 7.1.2 Resumen de resultados TABLON1 de 19cm

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFT-TABLON1-01	825.4	35.6	27.96
EFT-TABLON1-02	848.3	37.5	30.49
Promedio	836.85	36.55	29.23

Tabla 7.1.3 Resumen de resultados TABLON2 de 32cm

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFT-TABLON2-01	1690.0	49.4	41.56
EFT-TABLON2-02	1769.0	49.8	43.97
Promedio	1729.5	49.6	42.77



Figura 7.1.8 Estado final Probetas

7.2 Ensayo de Flexión de sistemas de plataforma

7.2.1 Metodología del Ensayo

El ensayo se realiza de forma equivalente al ensayo descrito en 7.1. En la Figura 7.2.1 se muestra el montaje del ensayo. En la Tabla 7.2.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados



Figura 7.2.1 Montaje del ensayo

Tabla 7.2.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	Nº de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ1	Deformación vertical	Novotechnik	107759/A01	50mm
δ2	Deformación vertical	Novotechnik	107759/A06	50mm
δ3	Deformación vertical	Novotechnik	107759/A08	50mm
δ4	Deformación vertical	Novotechnik	107759/A04	50mm
δ5	Deformación vertical	Baumer	OM30_11231079	300mm
δ6	Deformación vertical	Baumer	OM30_2	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(2) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.2.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.2.2 y Figura 7.2.3, se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.2.2 se resumen los resultados máximos.

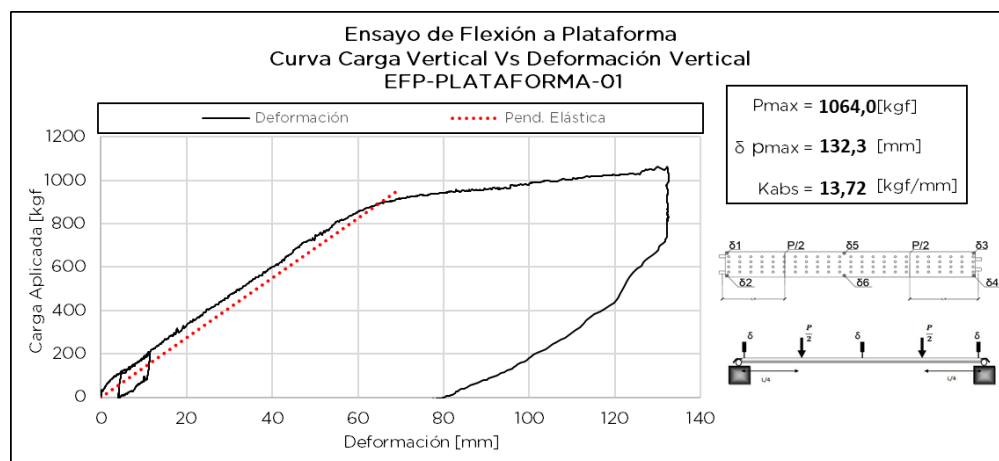


Figura 7.2.2 Respuesta de ensayos de Probeta EFP-PLATAFORMA-01

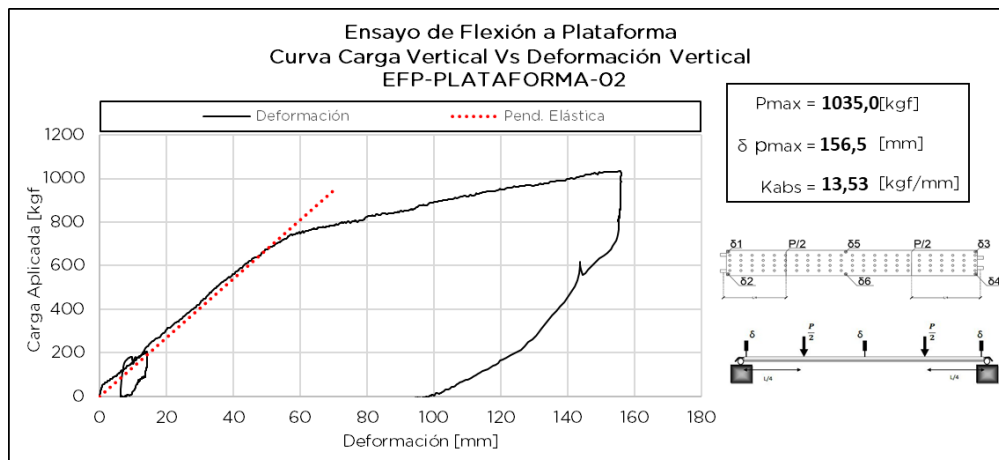


Figura 7.2.3 Respuesta de ensayos de Probeta EFP-PLATAFORMA-02

Tabla 7.2.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Carga Max elástica [kgf]	Deflexión elástica asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFP-PLATAFORMA-01	1064.0	960.6	60.2	13.72
EFP-PLATAFORMA-02	1035.0	947.0	55.7	13.53
Promedio	1049.5	953.8	57.9	13.63



Figura 7.2.4 Estado final Probetas

7.3 Ensayo de Flexión de Travesaño

7.3.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga puntual en el centro luz del Travesaño. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en el centro. En la Figura 7.3.1, Figura 7.3.2 y Figura 7.3.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.3.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

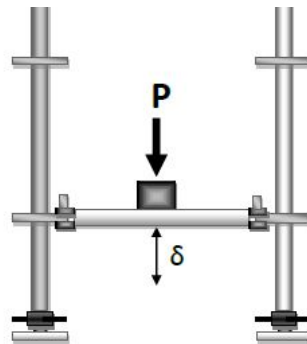


Figura 7.3.1 Esquema ensayo



Figura 7.3.2 Montaje del ensayo EFTr-TRAVESAÑO1



Figura 7.3.3 Montaje del ensayo EFTr-TRAVESAÑO2

Tabla 7.3.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos a flexión del travesaño

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	Nº de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación Vertical	SLC	B2862114	1200mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5002700	-

(3) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.3.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.3.4, Figura 7.3.5, Figura 7.3.6 y Figura 7.3.7 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.3.2 y Tabla 7.3.3 se resumen los resultados máximos.

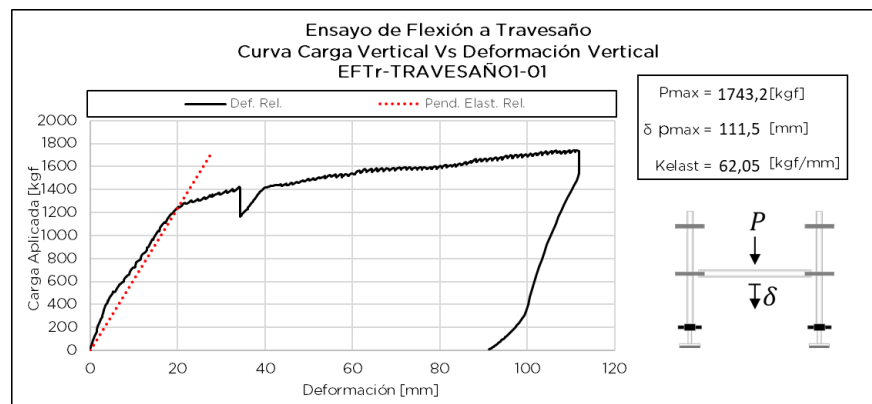


Figura 7.3.4 Respuesta de ensayo EFTr-TRAVESAÑO1-01

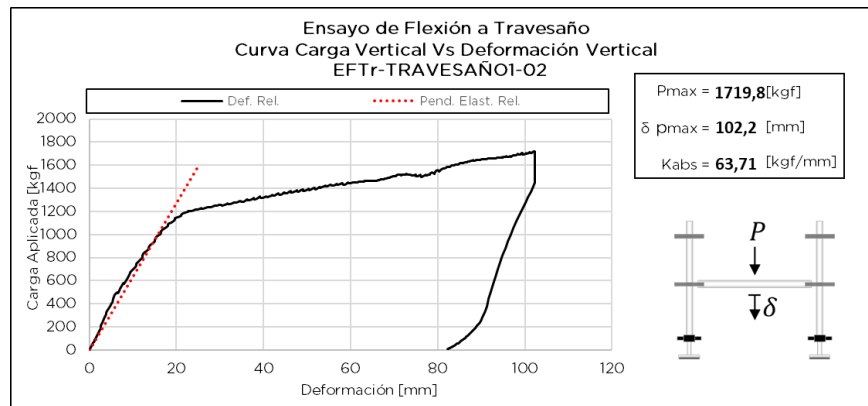


Figura 7.3.5 Respuesta de ensayo EFTr-TRAVESAÑO1-02

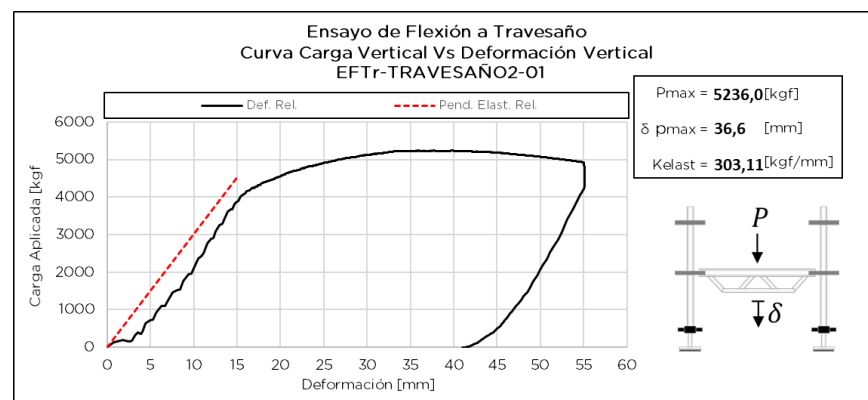


Figura 7.3.6 Respuesta de ensayo EFTr-TRAVESAÑO2-01

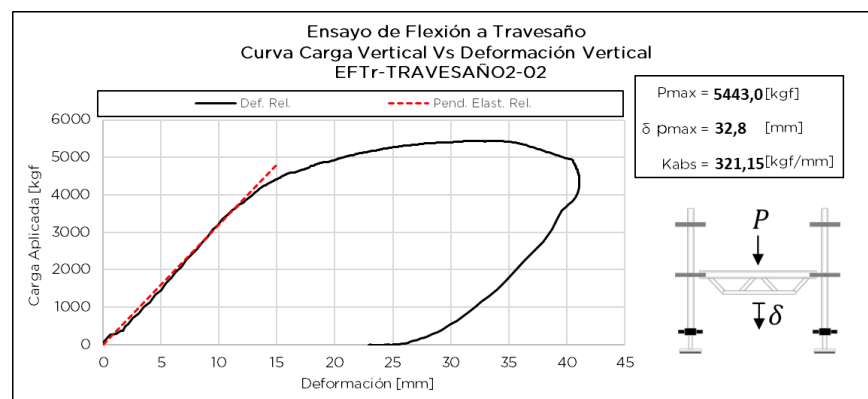


Figura 7.3.7 Respuesta de ensayo EFTr-TRAVESAÑO2-02

Tabla 7.3.2 Resumen de resultados EFTr-TRAVESAÑO1

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFTr-TRAVESAÑO1-01	1743	111,5	62.05
EFTr-TRAVESAÑO1-02	1719	102,2	63.71
Promedio	1731	106,9	62.88

Tabla 7.3.3 Resumen de resultados EFTr-TRAVESAÑO2

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFTr-TRAVESAÑO2-01	5236	36,6	303.11
EFTr-TRAVESAÑO2-02	5443	32,8	321.15
Promedio	5339,5	34,7	312.13



Figura 7.3.8 Estado final probeta EFTr-TRAVESAÑO1-01



Figura 7.3.9 Estado final probeta EFTr-TRAVESAÑO2-01

7.4 Ensayo de Compresión de pie derecho

7.4.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga axial centrada con respecto al eje longitudinal del pie derecho. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales verticales y de pandeo. En la Figura 7.4.1 y Figura 7.4.2 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.4.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

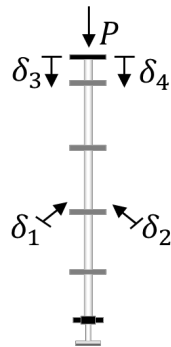


Figura 7.4.1 Esquema ensayo



Figura 7.4.2 Montaje del ensayo



Figura 7.4.3 Montaje Sensores para pandeo

Tabla 7.4.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB28140	5 tonf
δ_1	Deformación lateral	SLC	B2861541	50mm
δ_2	Deformación lateral	SLC	B2862114	1200mm
δ_3	Deformación vertical	Baumer	OM_30_2	300mm
δ_4	Deformación vertical	Baumer	OM_30_3	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FA1	-

(4) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.4.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.4.4 y Figura 7.4.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.4.2 se resumen los resultados máximos.

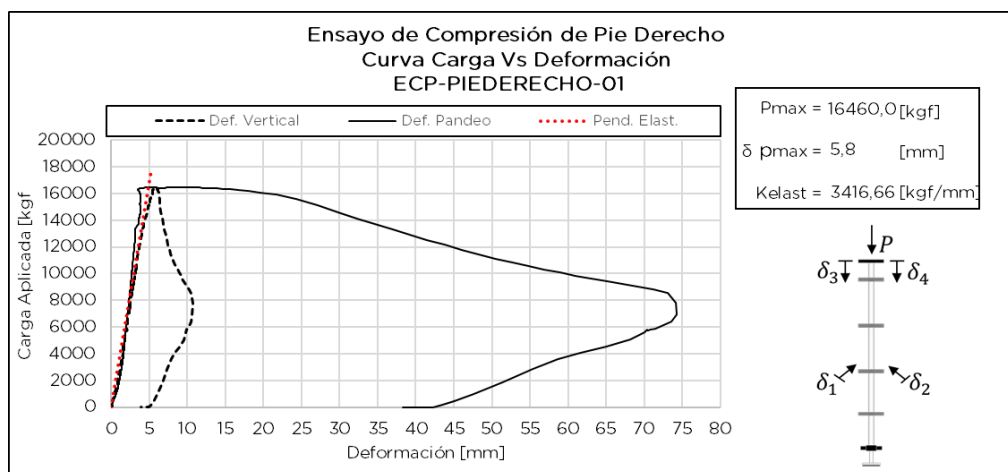


Figura 7.4.4 Respuesta de ensayo Probeta ECP-PIEDERECHO-01

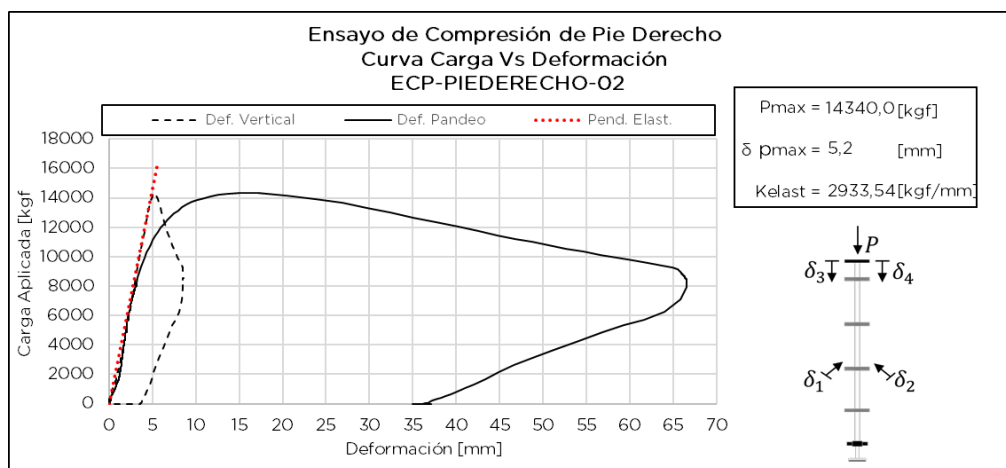


Figura 7.4.5 Respuesta de ensayo Probeta ECP-PIEDERECHO-02

Tabla 7.4.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Deflexión pandeo asociada [mm]	Rigidez elástica Vertical [kgf/mm]
ECP-PIEDERECHO-01	16460.0	5.8	9.5	3416.66
ECP-PIEDERECHO-02	14340.0	5.2	15.0	2933.54
Promedio	15400.0	5.5	12.25	3175.10

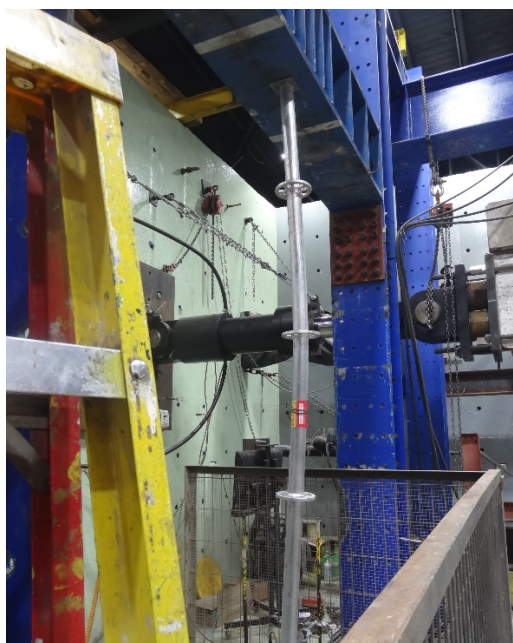


Figura 7.4.6 Estado final Probeta ECP-PIEDERECHO-01

7.5 Ensayo de carga Axial a bases regulables

7.5.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga axial centrada con respecto al eje longitudinal del sistema. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales verticales. En la Figura 7.5.1 y Figura 7.5.2 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.5.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

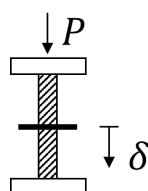


Figura 7.5.1 Esquema ensayo



Figura 7.5.2 Montaje del ensayo

Tabla 7.5.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	Nº de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB28140	5 tonf
δ1	Deformación lateral	Baumer	OM30_1	300mm
δ2	Deformación lateral	Baumer	OM30_2	300mm
P	Aplicación de carga	Enerpac	C0207C	60 tonf
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FA1	-

(5) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.5.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.1.4 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.1.2 se resumen los resultados máximos.

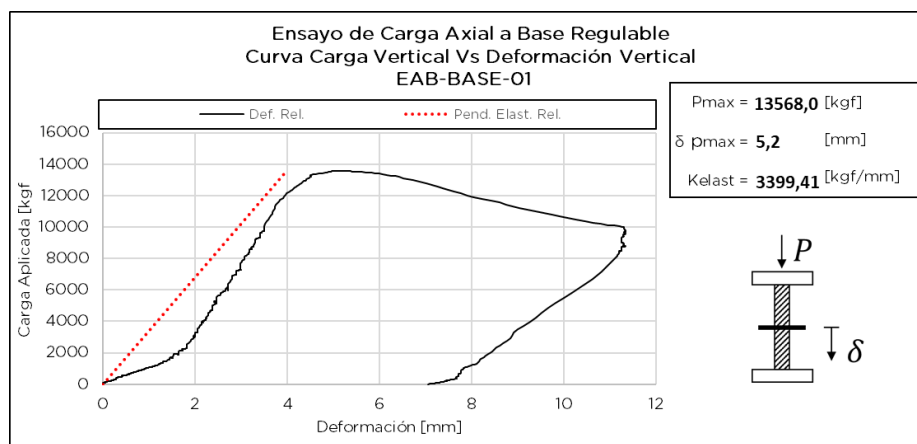


Figura 7.5.3 Respuesta de ensayos Probeta EAB-BASE-01

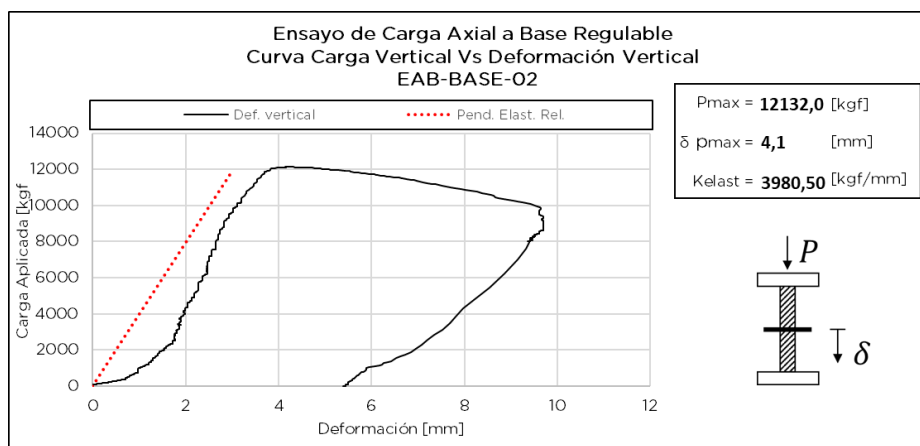


Figura 7.5.4 Respuesta de ensayos Probeta EAB-BASE-02

Tabla 7.5.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EAB-BASE-01	13,568	5.2	3399.41
EAB-BASE-02	12,132	4.1	3980.50
Promedio	12,850	4.65	3689.56



Figura 7.5.5 Estado final probetas

7.6 Ensayo de resistencia y rigidez del sistema de barandas

7.6.1 Metodología del Ensayo

El ensayo se realiza en base a la normativa NCh2501/2. Se aplica una carga puntual en sentido perpendicular al eje longitudinal de la baranda en la zona central de la misma. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en el centro de la probeta. En la Figura 7.6.1 y Figura 7.6.2 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.6.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

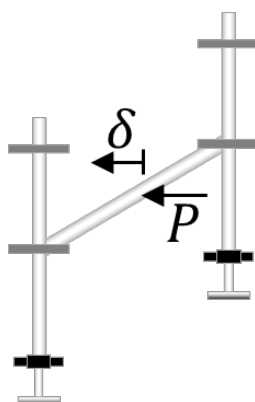


Figura 7.6.1 Esquema ensayo



Figura 7.6.2 Montaje del ensayo a Baranda

Tabla 7.6.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos a baranda

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación	SLC	B2862114	1200mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5002700	-

(6) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.6.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.6.3 y Figura 7.6.4 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.6.2 se resumen los resultados máximos.

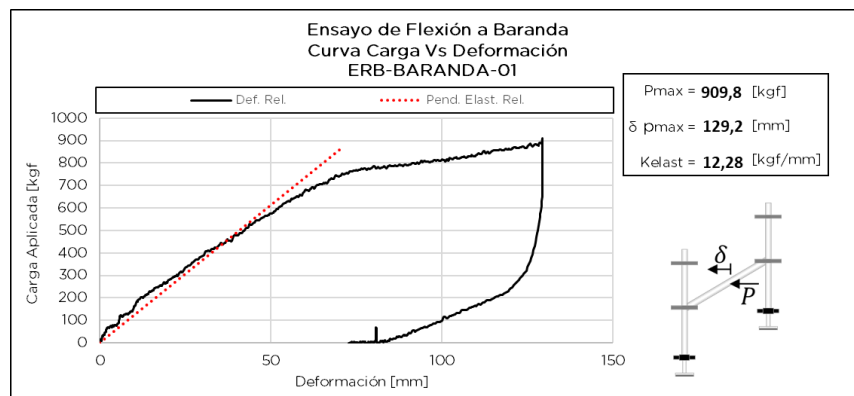


Figura 7.6.3 Respuesta de ensayos ERB-BARANDA-01

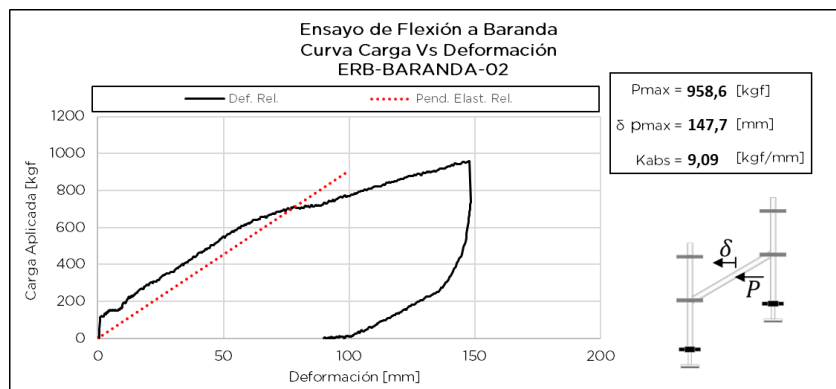


Figura 7.6.4 Respuesta de ensayos ERB-BARANDA-02

Tabla 7.6.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
ERB-BARANDA-01	909,8	129,2	12,28
ERB-BARANDA-02	958,6	147,7	9,09
Promedio	934,2	138,5	10,69



Figura 7.6.5 Estado final probeta ERB-BARANDA-01

7.7 Ensayo de resistencia de Arriostramiento del andamio y sus anclajes en sentido longitudinal

7.7.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga puntual en sentido longitudinal al sistema. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en el sentido de la aplicación de la fuerza y las deformaciones por pandeo del elemento diagonal. En la Figura 7.7.1, Figura 7.7.2 y Figura 7.7.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.7.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

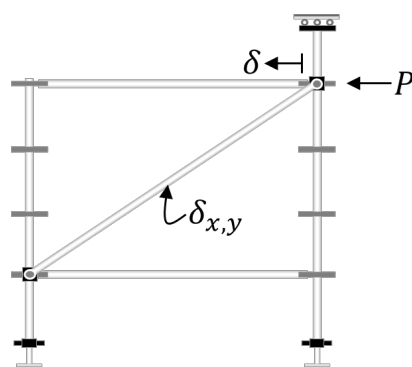


Figura 7.7.1 Esquema ensayo



Figura 7.7.2 Montaje del ensayo vista lateral - sensor lateral.



Figura 7.7.3 Probeta ensayo vista posterior - sensores pandeo.

Tabla 7.7.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos Arriostramiento

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
$\delta 1$	Deformación lateral	Baumer	OM30	300mm
$\delta 2$	Deformación pandeo	SLC	B2861541	500mm
$\delta 3$	Deformación pandeo	SLC	B2862114	1200mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5002700	-

(7) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.7.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.7.4 y Figura 7.7.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.7.2 se resumen los resultados máximos.

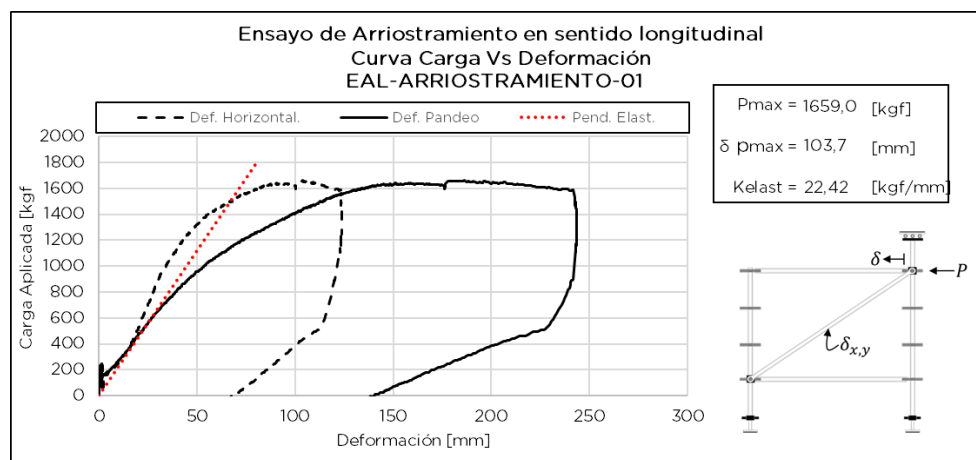


Figura 7.7.4 Respuesta de ensayo EAL-ARRIOSTRAMIENTO-01

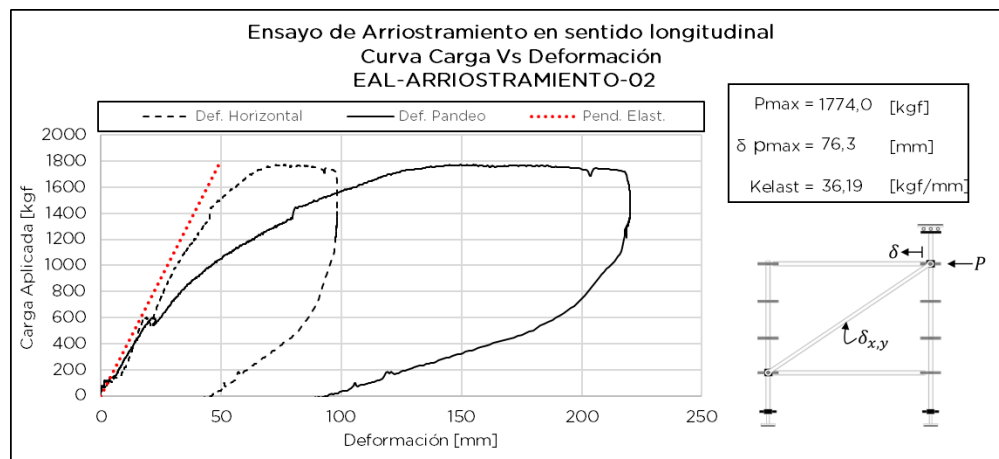


Figura 7.7.5 Respuesta de ensayo EAL-ARRIOSTRAMIENTO-02

Tabla 7.7.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EAL-ARRIOSTRAMIENTO-01	1659	103,7	22,42
EAL-ARRIOSTRAMIENTO-02	1774	76,3	36,19
Promedio	1716,5	90,0	29,31



Figura 7.7.6 Estado Final de probeta EAL-ARRIOSTRAMIENTO-02

7.8 Ensayo de resistencia de Arriostramiento del andamio y sus anclajes en sentido Transversal

7.8.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga puntual en sentido transversal del sistema. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en el punto de carga. En la Figura 7.8.1, Figura 7.8.2 y Figura 7.8.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.8.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

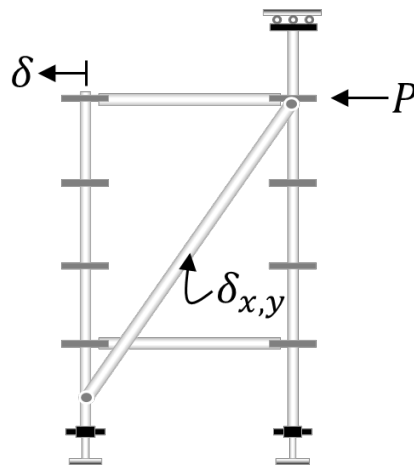


Figura 7.8.1 Esquema ensayo

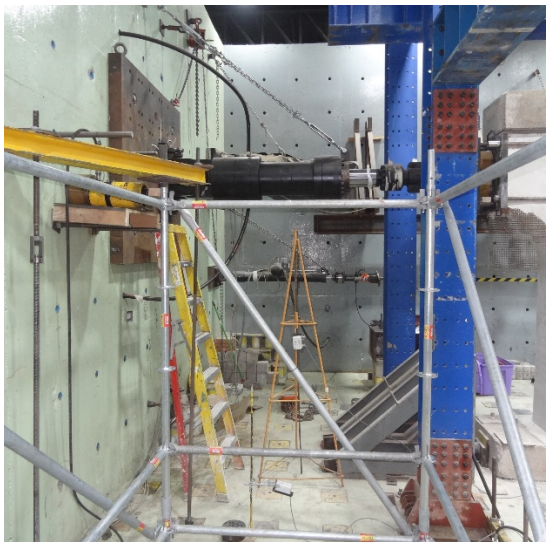


Figura 7.8.2 Montaje del ensayo



Figura 7.8.3 Ubicación sensores

Tabla 7.8.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/ Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ_1	Deformación horizontal	SLC	B2862114	1200mm
δ_2	Deformación horizontal	Novotechnik	092797/A06	100mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(8) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.8.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.8.4 y Figura 7.8.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.8.2 se resumen los resultados máximos.

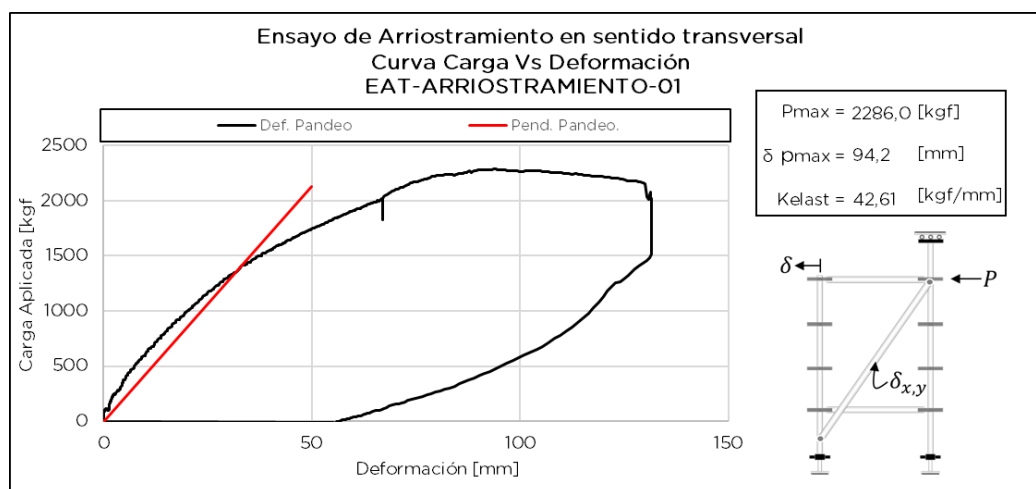


Figura 7.8.4 Respuesta de ensayo EAT-ARRIOSTRAMIENTO-01

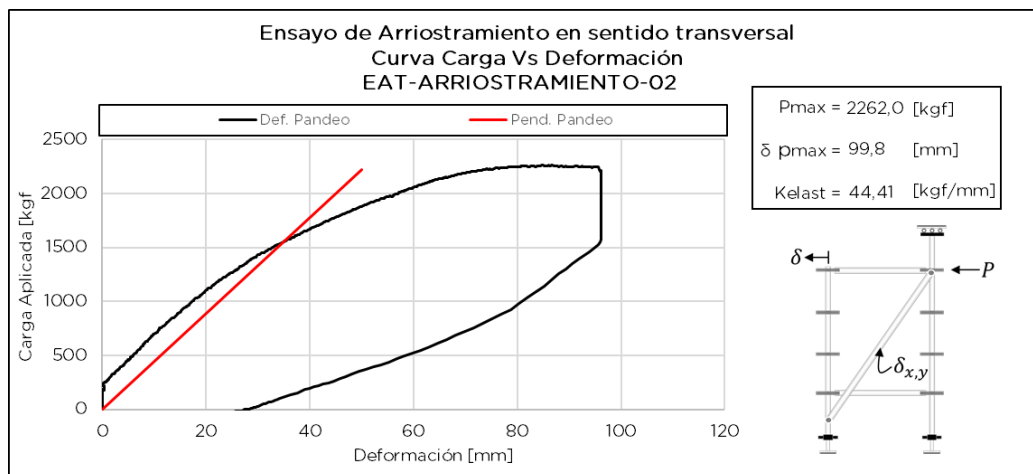


Figura 7.8.5 Respuesta de ensayo EAT-ARRIOSTRAMIENTO-02

Tabla 7.8.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Pandeo máximo asociado [mm]	Rigidez pandeo [kgf/mm]
EAT-ARRIOSTRAMIENTO-01	2286.0	94.2	42.6
EAT-ARRIOSTRAMIENTO-02	2262.0	99.8	44.4
Promedio	2274.0	97.0	43.5

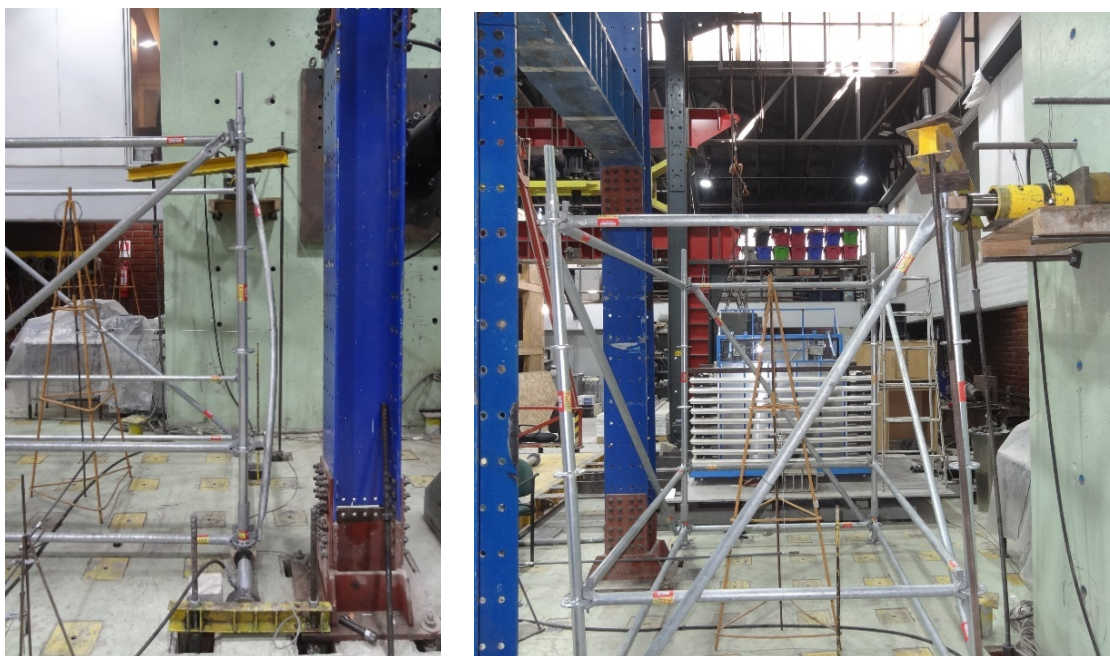


Figura 7.8.6 Estado final Probeta EAT-ARRIOSTRAMIENTO-02

7.9 Ensayo de Resistencia de Torre de andamios

7.9.1 Metodología del Ensayo

El ensayo busca evaluar la resistencia y comportamiento de una torre de andamios de 2 cuerpos de altura. El objetivo del ensayo es evaluar el pandeo transversal y longitudinal sobre una probeta que estará conformada con todos los elementos que se disponen en terreno. La carga se aplicará en forma axial y durante el ensayo se registrarán las deformaciones experimentadas en puntos estratégicos. El montaje y desmontaje de cada una de las probetas ensayadas deberá ser realizado por el mandante. Además, la fabricación de los elementos necesarios para el sistema de aplicación de cargas (vigas) será cargo del mandante. En la Figura 7.9.1, Figura 7.9.2 y Figura 7.9.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.9.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

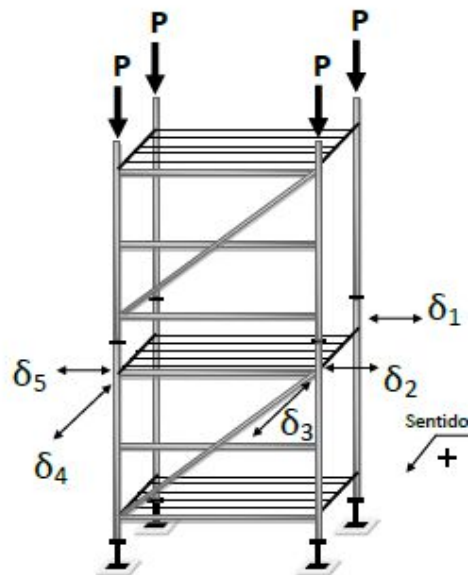


Figura 7.9.1 Esquema ensayo



Figura 7.9.2 Montaje del ensayo



Figura 7.9.3 Ubicación sensores

Tabla 7.9.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	Nº de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ1	Def. Longitudinal sur-oriente	SLC	B2861541	500mm
δ2	Def. Longitudinal sur-poniente	Novotechnik	023264/A02	100mm
δ3	Def. Transversal nor-poniente	Novotechnik	092797/A03	100mm
δ4	Def. Transversal sur-poniente	SLC	B2862114	1200mm
δ5	Def. Vertical sur-oriente	Baumer	OM30_2	300mm
δ6	Def. Vertical sur-poniente	Baumer	OM30_4	300mm
δ7	Def. Vertical nor-poniente	Baumer	OM30_3	300mm
δ8	Def. Vertical nor-oriente	MX	MX840B_CH4	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(9) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.9.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.9.4 y Figura 7.9.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.9.2 se resumen los resultados máximos.

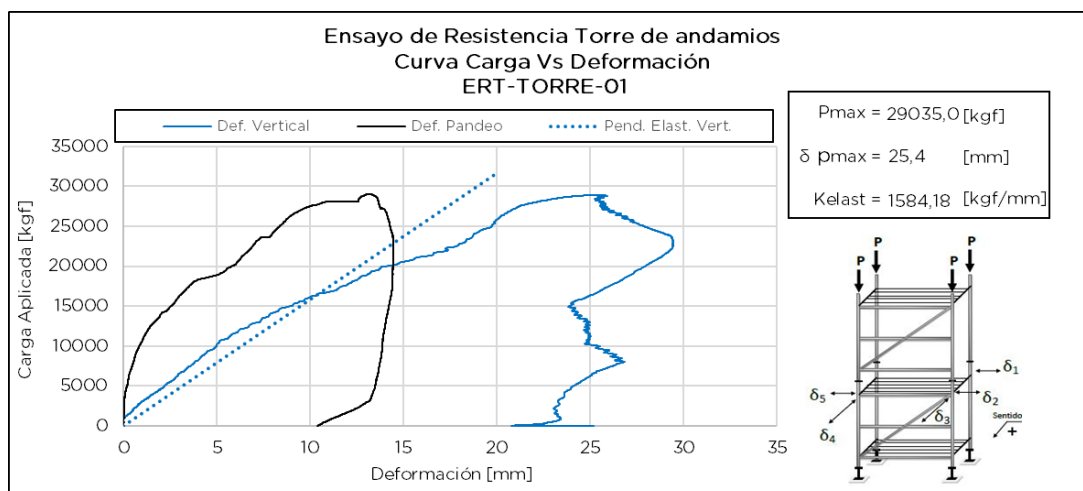


Figura 7.9.4 Respuesta de ensayo ERT-TORRE-01

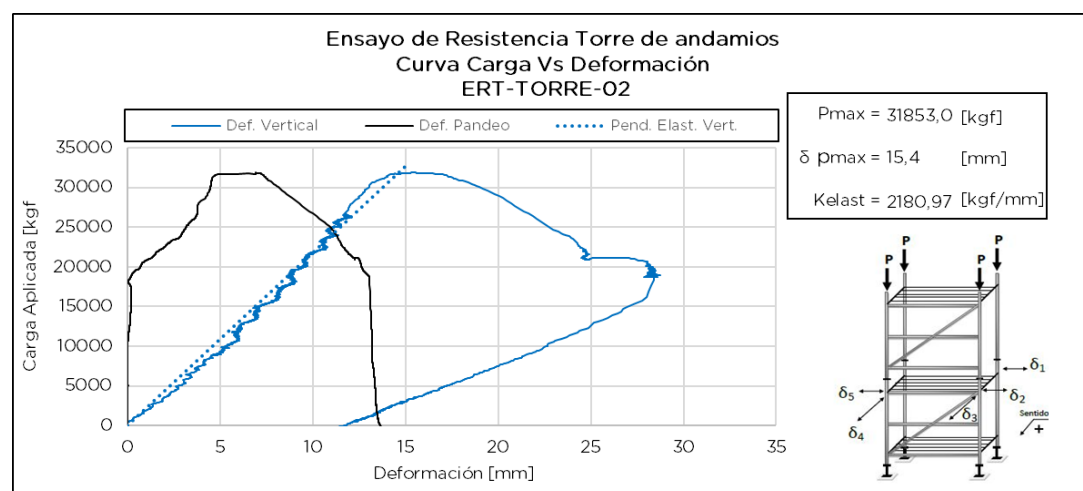


Figura 7.9.5 Respuesta de ensayo ERT-TORRE-02

Tabla 7.9.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deformación axial máxima [mm]	Deformación de pandeo [mm]	Rigidez elástica vertical [kgf/mm]
ERT-TORRE-01	29035	25.4	14.43	1584,18
ERT-TORRE-02	31853	15.4	13.69	2180,97
Promedio	30444	20.4	14.06	1882,58



Figura 7.9.6 Estado Final Probeta ERT-TORRE-01



Figura 7.9.7 Estado Final Probeta ERT-TORRE-02

7.10 Ensayo de Flexión de escaleras con carga puntual central

7.10.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga puntual en el peldaño central del sistema de escalera para conocer su resistencia. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en el centro. En la Figura 7.10.1, Figura 7.10.2 y Figura 7.10.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.10.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

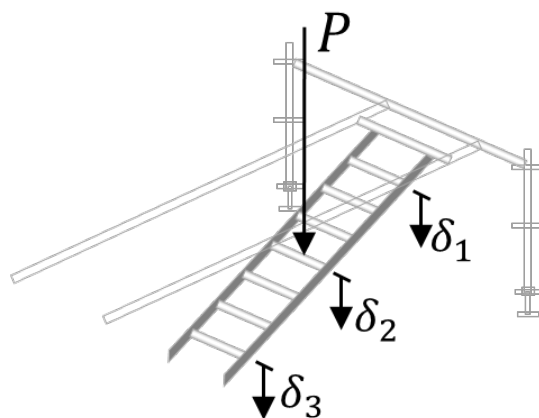


Figura 7.10.1 Esquema ensayo



Figura 7.10.2 Montaje del ensayo



Figura 7.10.3 Ubicación sensores

Tabla 7.10.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/ Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ_1	Deformación Peldaño Superior	Novotechnik	023264/A01	100mm
δ_2	Deformación Peldaño Medio	Novotechnik	023264/A02	100mm
δ_3	Deformación Peldaño Inferior	Novotechnik	023264/A04	100mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(10) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.10.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.10.4 y Figura 7.10.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.10.2 se resumen los resultados máximos.

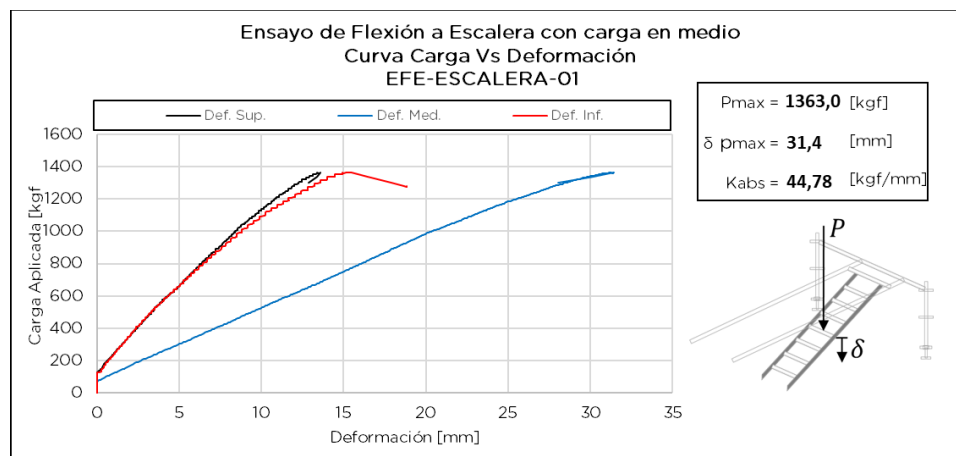


Figura 7.10.4 Respuesta de ensayo EFE-ESCALERA-01

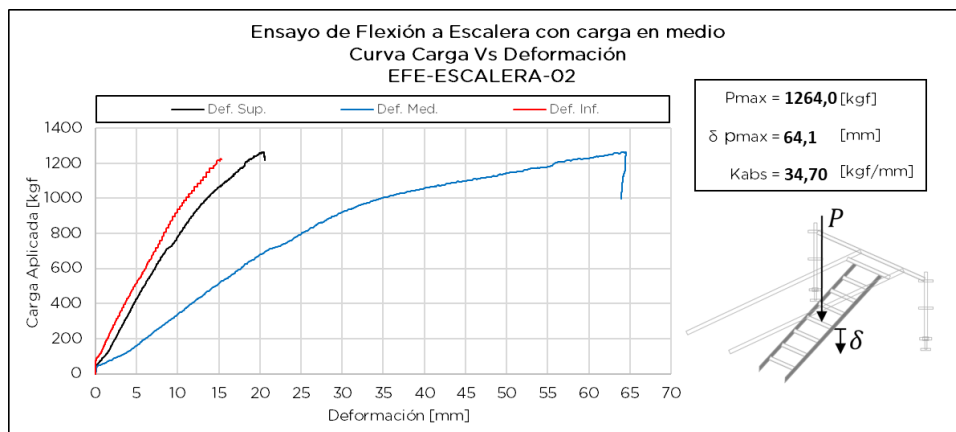


Figura 7.10.5 Respuesta de ensayo EFE-ESCALERA-02

Tabla 7.10.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFE-ESCALERA-01	1363.0	31.4	44.9
EFE-ESCALERA-02	1264.0	64.1	34.7
Promedio	1313.5	47.8	39.8



Figura 7.10.6 Estado Final probeta EFE-ESCALERA-02

7.11 Ensayo de Flexión de escaleras con carga puntual a los cuartos de luz

7.11.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga puntual a los cuartos de luz del sistema de escalera para conocer su resistencia. Con esta implementación se busca conocer el comportamiento y niveles de resistencia con un arreglo que busca reproducir los principales efectos de una carga distribuida en el sistema ensayado. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en el centro. En la Figura 7.11.1, Figura 7.11.2 y Figura 7.11.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.11.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

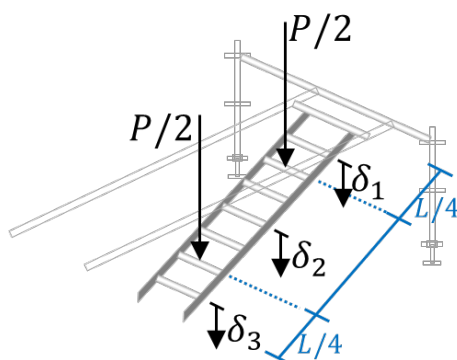


Figura 7.11.1 Esquema ensayo



Figura 7.11.2 Montaje del ensayo



Figura 7.11.3 Probeta ensayo

Tabla 7.11.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/ Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ_1	Deformación Peldaño Superior	Novotechnik	092797/A06	100mm
δ_2	Deformación Peldaño Medio	Novotechnik	023264/A02	100mm
δ_3	Deformación Peldaño Inferior	Novotechnik	023264/A04	100mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(11) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.11.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.11.4 y Figura 7.11.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.11.2 se resumen los resultados máximos.

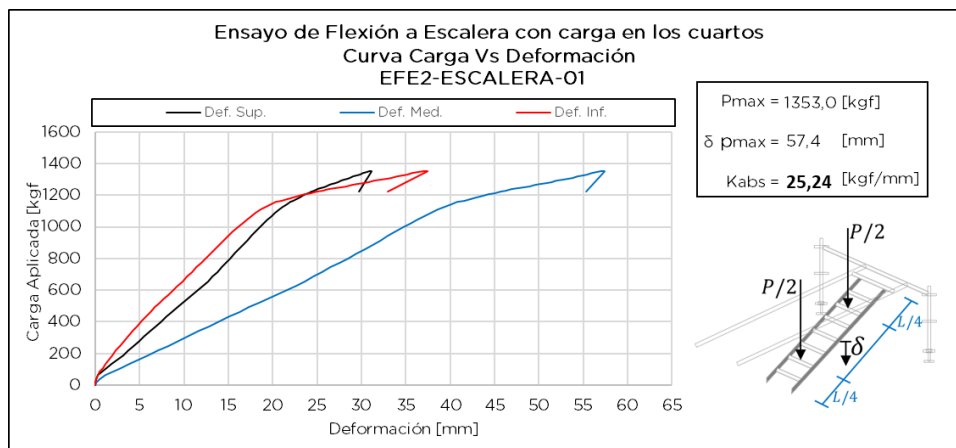


Figura 7.11.4 Respuesta de ensayo EFE2-ESCALERA-01

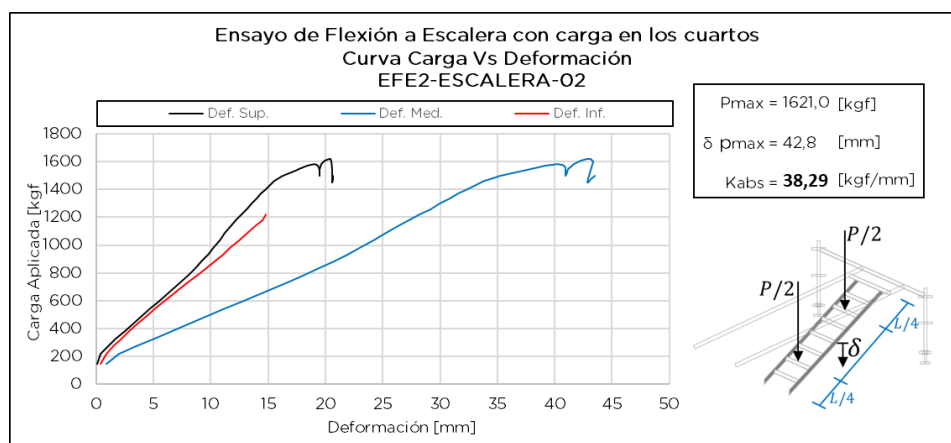


Figura 7.11.5 Respuesta de ensayo EFE2-ESCALERA-02

Tabla 7.11.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFE2-ESCALERA-01	1353.0	57.4	25.2
EFE2-ESCALERA-02	1621.0	42.8	38.3
Promedio	1487.0	50.1	31.8



Figura 7.11.6 Estado final probeta EFE2-ESCALERA-02

7.12 Ensayo de Corte mediante carga puntual en peldaño de conexión con travesaño

7.12.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo se aplica una carga puntual en el elemento superior de la escalera que se conecta con el travesaño, con la que se busca conocer la resistencia y comportamiento del sistema de dicha conexión. La carga puntual se aplica en el peldaño superior. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales alrededor de la conexión. En la Figura 7.12.1, Figura 7.12.2 y Figura 7.12.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.12.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

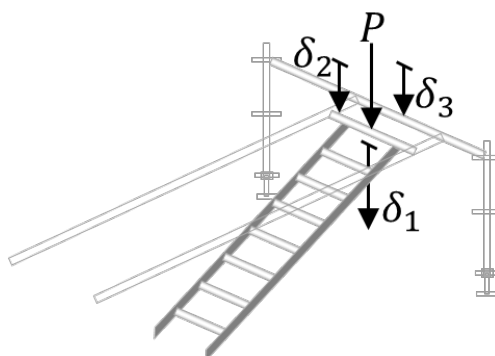


Figura 7.12.1 Esquema ensayo



Figura 7.12.2 Montaje del ensayo



Figura 7.12.3 Ubicación sensor

Tabla 7.12.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
$\delta 1$	Deformación Peldaño	Novotechnik	023264/A04	100mm
$\delta 2$	Deformación Orilla	Novotechnik	023264/A01	100mm
$\delta 3$	Deformación Travesaño	Novotechnik	023264/A03	100mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(12) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.12.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.12.4 y Figura 7.12.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.12.2 se resumen los resultados máximos.

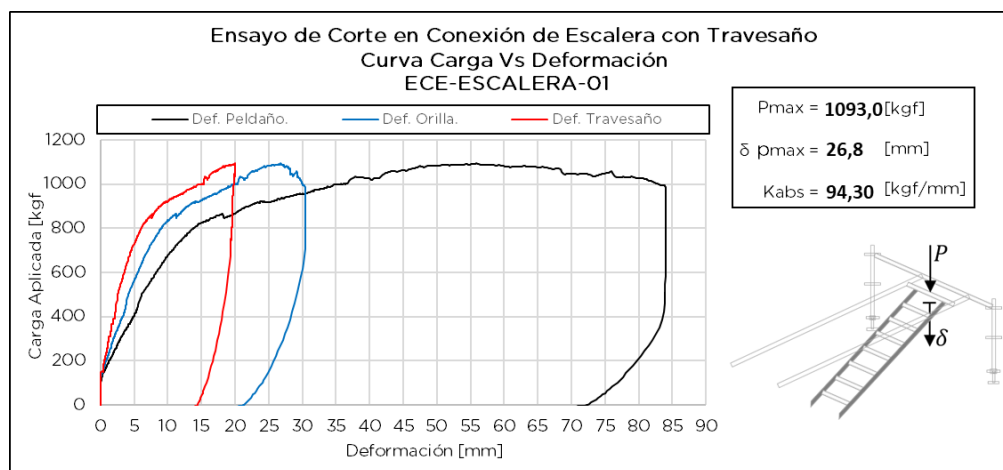


Figura 7.12.4 Respuesta de ensayo ECE-ESCALERA-01

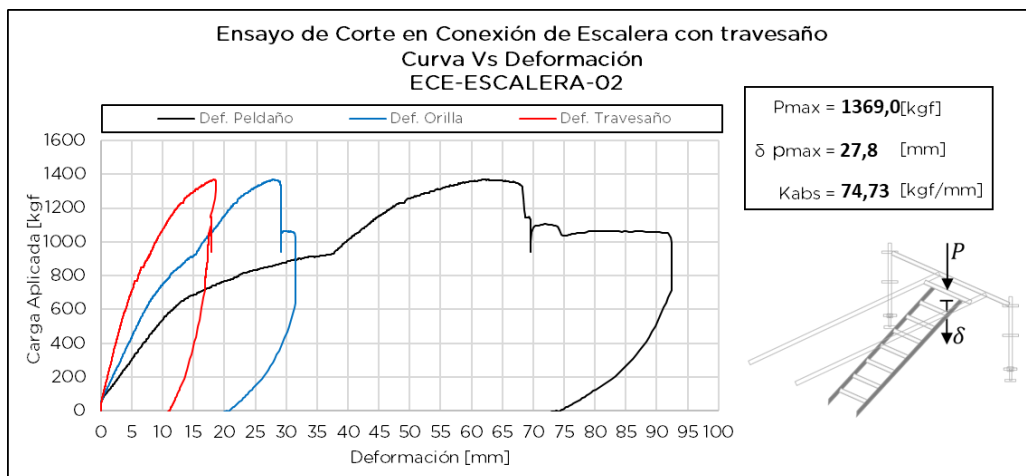


Figura 7.12.5 Respuesta de ensayo ECE-ESCALERA-02

Tabla 7.12.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
ECE-ESCALERA-01	1093.0	26.8	94.3
ECE-ESCALERA-02	1369.0	27.8	74.7
Promedio	1231.0	27.3	84.5



Figura 7.12.6 Estado final probeta ECE-ESCALERA-01

7.13 Ensayo de carga horizontal de plataforma

7.13.1 Metodología del Ensayo

En el ensayo se aplicará una carga horizontal al sistema de plataforma del andamio, tanto del caso formado por tableros como de las plataformas continuas (escaleras). Este ensayo tiene la finalidad de determinar la rigidez horizontal del sistema y la factibilidad de transmitir carga horizontal mediante las plataformas. Durante el ensayo se registran las deformaciones experimentales en los puntos indicados. En la Figura 7.13.1, Figura 7.13.2 y Figura 7.13.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.13.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.



Figura 7.13.1 Esquema ensayo

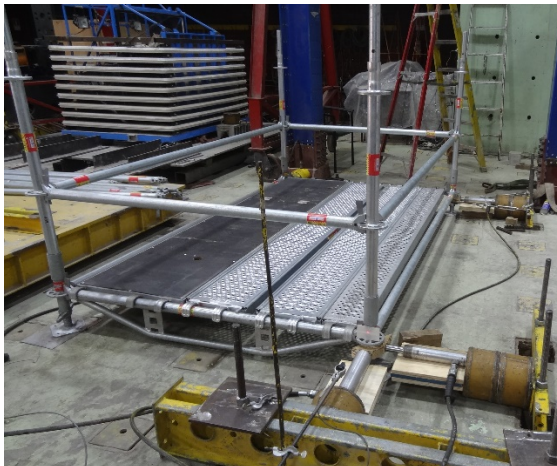


Figura 7.13.2 Montaje del ensayo

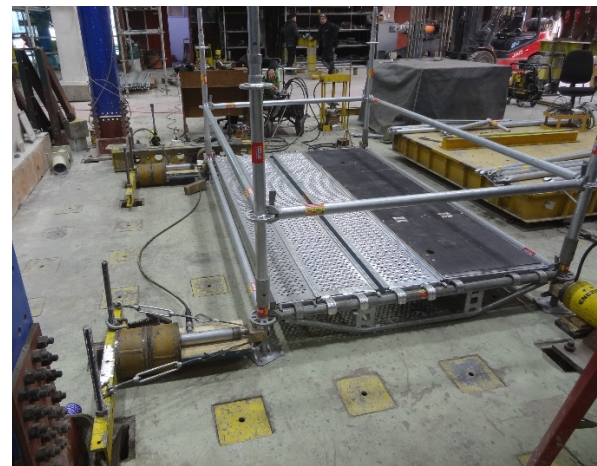


Figura 7.13.3 Montaje del ensayo

Tabla 7.13.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ_1	Deformación Vertical	SLC	B2862114	1200mm
δ_2	Deformación Vertical	Baumer	OM30_1	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FA1	-

(13) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.13.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.13.4 y Figura 7.13.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.13.2 se resumen los resultados máximos.

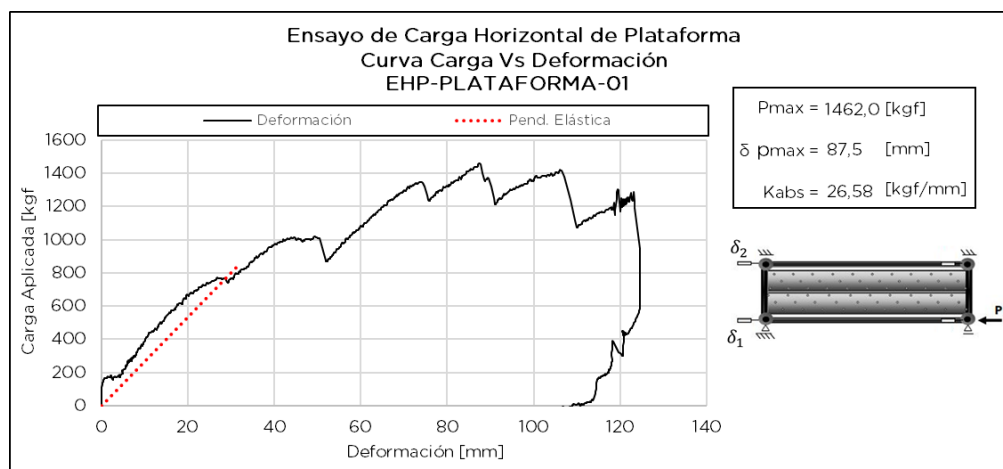


Figura 7.13.4 Respuesta de ensayo EHP-PLATAFORMA-01

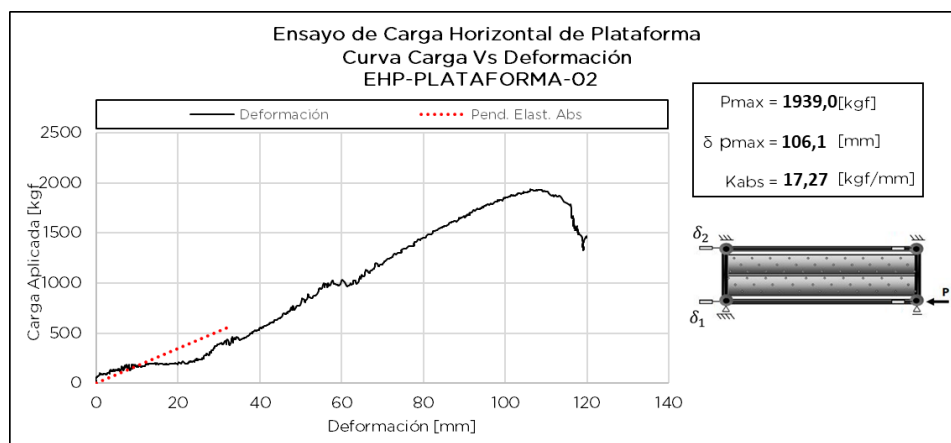


Figura 7.13.5 Respuesta de ensayo EHP-PLATAFORMA-02

Tabla 7.13.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión asociada [mm]	Rigidez inicial [kgf/mm]
EHP-PLATAFORMA-01	1462.0	87.5	26.57
EHP-PLATAFORMA-02	1939.0	106.1	17.27
Promedio	1700.5	96.8	21.92

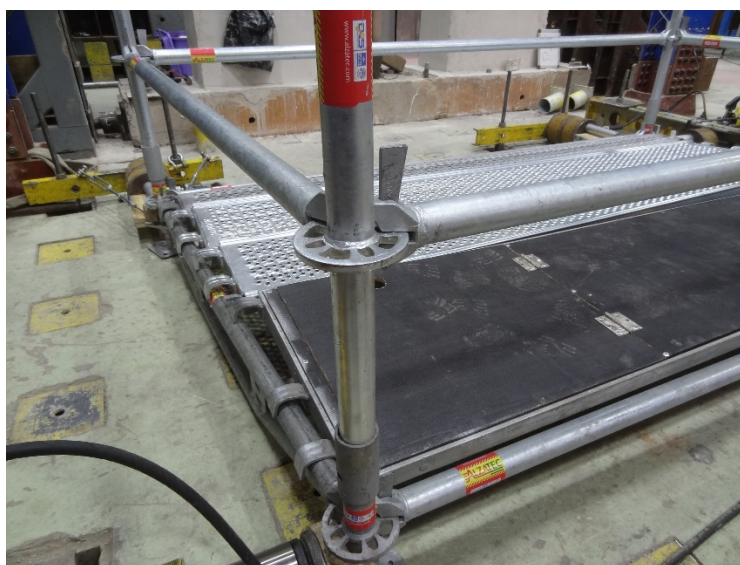


Figura 7.13.6 Estado final probeta EHP-PLATAFORMA-01

7.14 Ensayo de Corte Conexión (pie derecho y elementos horizontales)

7.14.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo la carga se aplica prácticamente a la altura de la conexión, se tiene considerado realizar este tipo de ensayo en el sentido perpendicular y paralelo al plano de la rodela de conexión. Durante el ensayo se registrarán las deformaciones en punto de interés. En la Figura 7.14.1 y Figura 7.14.2 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.14.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

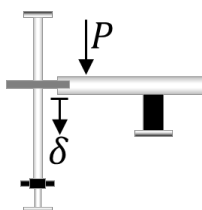


Figura 7.14.1 Esquema ensayo



Figura 7.14.2 Montaje del ensayo de Corte de conexión.

Tabla 7.14.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación Vertical	SLC	B2862114	1200mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5002700	-

(14) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.14.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.14.3 y Figura 7.14.4 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.14.2 se resumen los resultados máximos.

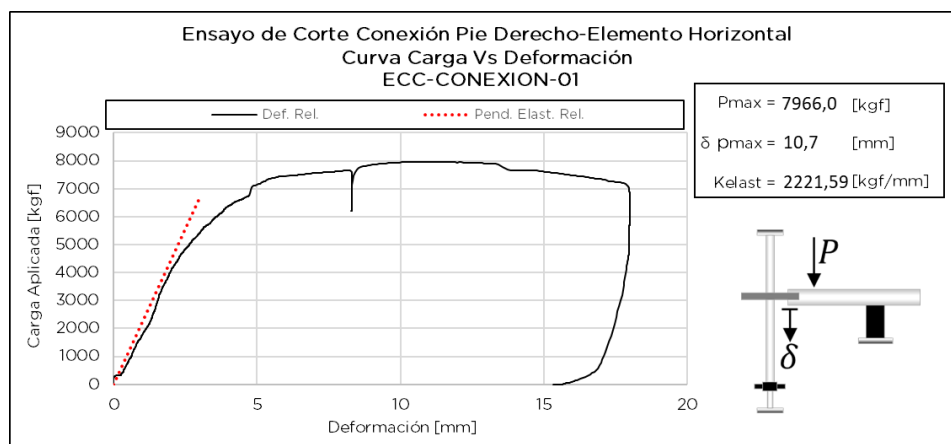


Figura 7.14.3 Respuesta de ensayo ECC-CONEXIÓN-01

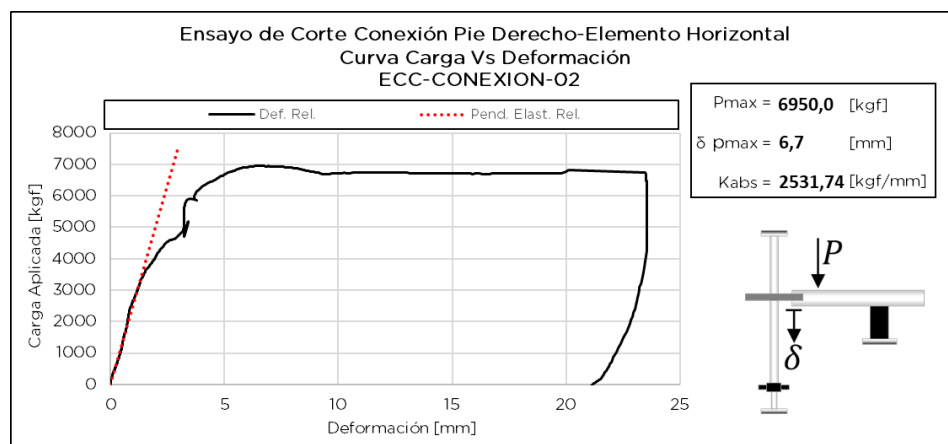


Figura 7.14.4 Respuesta de ensayo ECC-CONEXIÓN-02

Tabla 7.14.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
ECC-CONEXION-01	7996	10,7	2221,59
ECC-CONEXION-02	6950	6,7	2531,74
Promedio	7473	8,7	2376,67



Figura 7.14.5 Estado Final probeta ECC-CONEXIÓN-02

7.15 Ensayo de Flexión Conexión (pie derecho y elementos horizontales)

7.15.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo la carga se aplica prácticamente a una altura dado, de forma de generar solicitaciones de momento en la conexión, se tiene considerado realizar este tipo de ensayo en el sentido perpendicular y paralelo al plano de la rodela de conexión. Durante el ensayo se registrarán las deformaciones en el punto de interés. Durante el ensayo se registrarán las deformaciones en punto de interés. En la Figura 7.15.1 y Figura 7.15.2 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.15.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

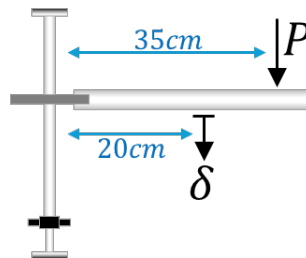


Figura 7.15.1 Esquema ensayo



Figura 7.15.2 Montaje del ensayo a flexión de conexión.

Tabla 7.15.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	Nº de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación Vertical	SLC	B2862114	1200mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5002700	-

(15) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.15.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.15.3 y Figura 7.15.4 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.15.2 se resumen los resultados máximos.

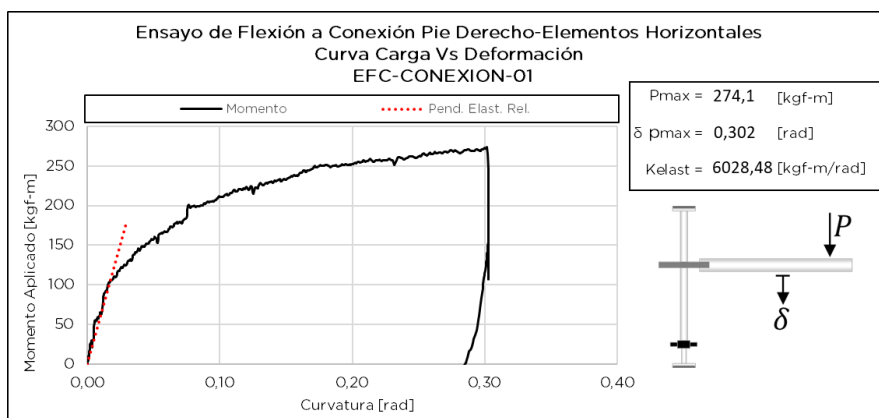


Figura 7.15.3 Respuesta de ensayo EFC-CONEXIÓN-01

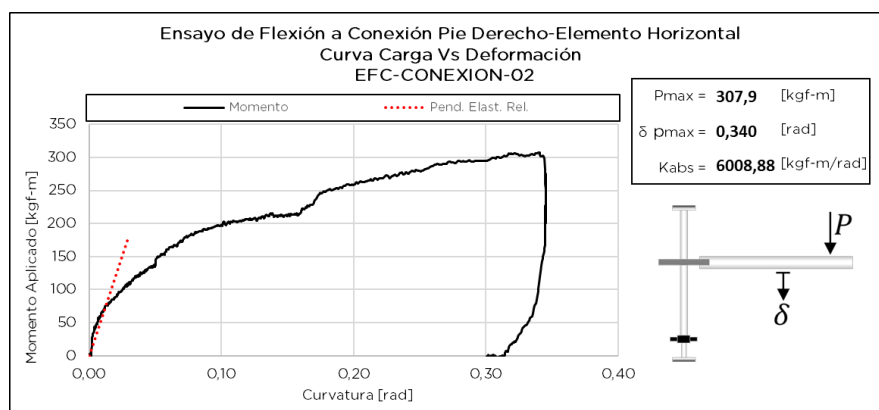


Figura 7.15.4 Respuesta de ensayo EFC-CONEXIÓN-02

Tabla 7.15.2 Resumen de resultados

Probeta	Momento máximo [kgf-m]	Curvatura máxima [rad]	Rigidez elástica [kgf-m/rad]
EFC-CONEXION-01	274,1	0,302	6028,48
EFC-CONEXION-02	307,9	0,340	6008,88
Promedio	291,0	0.321	6018,68



Figura 7.15.5 Estado final probeta EFC-CONEXIÓN-02

7.16 Ensayo de Flexión Conexión Transversal (pie derecho y elementos horizontales)

7.16.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo la carga se aplica prácticamente a una altura dado, de forma de generar solicitaciones de momento en la conexión, se tiene considerado realizar este tipo de ensayo en el sentido perpendicular y paralelo al plano de la rodela de conexión. Durante el ensayo se registrarán las deformaciones en el punto de interés. Durante el ensayo se registrarán las deformaciones en punto de interés. En la Figura 7.16.1 y Figura 7.16.2 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.16.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

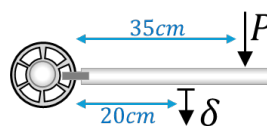


Figura 7.16.1 Esquema ensayo



Figura 7.16.2 Montaje del ensayo a flexión de conexión.

Tabla 7.16.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación Vertical	Baumer	OM30_5	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FA1	-

(16) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.16.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.16.3 y Figura 7.16.4 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.16.2 se resumen los resultados máximos.

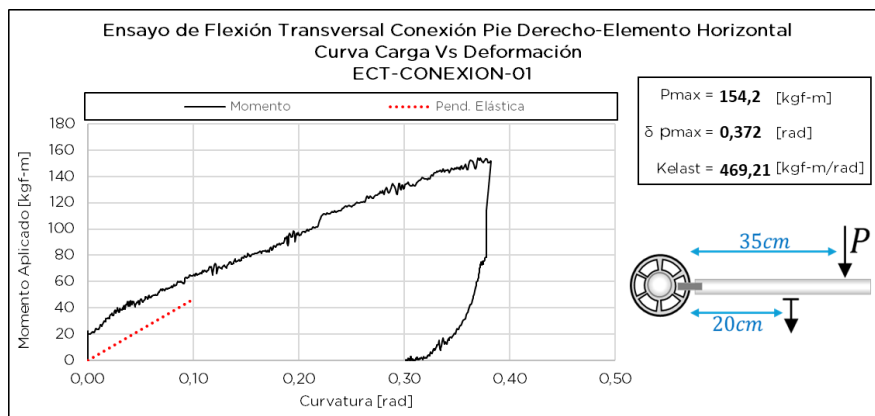


Figura 7.16.3 Respuesta de ensayo EFT-CONEXIÓN-01

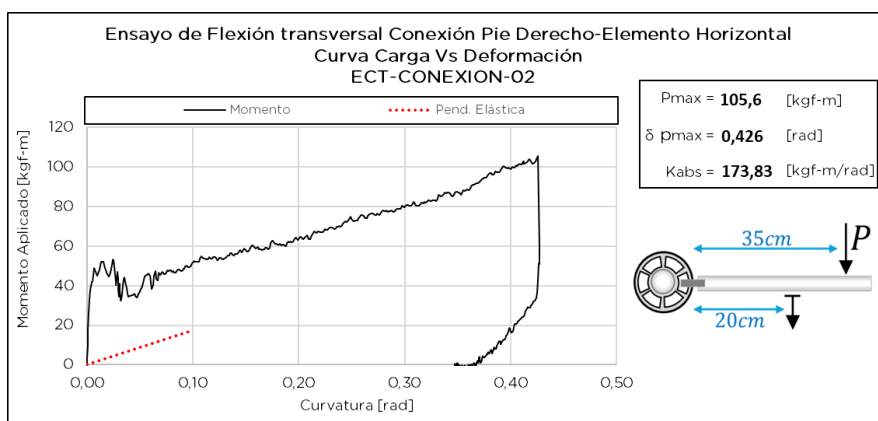


Figura 7.16.4 Respuesta de ensayo EFT-CONEXIÓN-02

Tabla 7.16.2 Resumen de resultados

Probeta	Momento máximo [kgf-m]	Curvatura máxima [rad]	Rigidez [kgf-m/rad]
EFT-CONEXION-01	154.2	0,372	469.21
EFT-CONEXION-02	105.6	0,426	173.83
Promedio	129.9	0.399	321.52



Figura 7.16.5 Estado final probeta EFT-CONEXIÓN-01

7.17 Ensayo de carga vertical a sistema de puentes simplemente apoyado

7.17.1 Metodología del Ensayo

El ensayo busca evaluar la resistencia y comportamiento de un sistema de puente apoyado en sus dos extremos en cuerpos de andamios armados típicamente (los dos cuerpos de los extremos serán idénticos en su configuración). Se evaluará el comportamiento del sistema y de sus conexiones a la estructura principal (andamio tradicional). La carga se aplicará en forma axial y durante el ensayo se registrarán las deformaciones experimentadas en puntos estratégicos. En la Tabla 7.1.1, Figura 7.1.2 y Figura 7.1.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.1.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

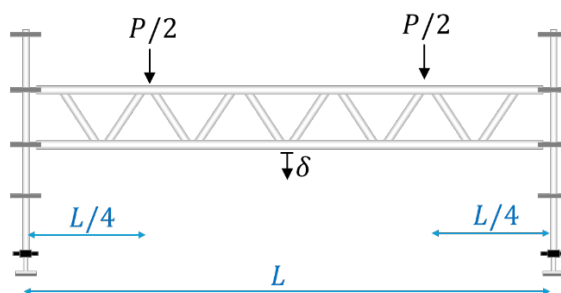


Figura 7.17.1 Esquema ensayo



Figura 7.17.2 Montaje del ensayo



Figura 7.17.3 Probeta ensayo

Tabla 7.17.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	Nº de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ_1	Deformación Vertical oriente	SLC	B2862114	1200mm
δ_2	Deformación Vertical poniente	Novotechnik	092797/A04	100mm
δ_3	Deformación por pandeo	Novotechnik	092797/A03	100mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FA1	-

(17) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.17.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.1.4 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.1.2 se resumen los resultados máximos. En la probeta EVP-PUENTE-01 la carga se aplicó en un vano, lo que implicó que la probeta fallará de forma local, como muestra la Figura 7.17.6, por ello en la probeta EVP-PUENTE-02 la carga se aplicó en el nodo más cercano a los cuartos de distancia de los apoyos de modo de generar la falla esperable.

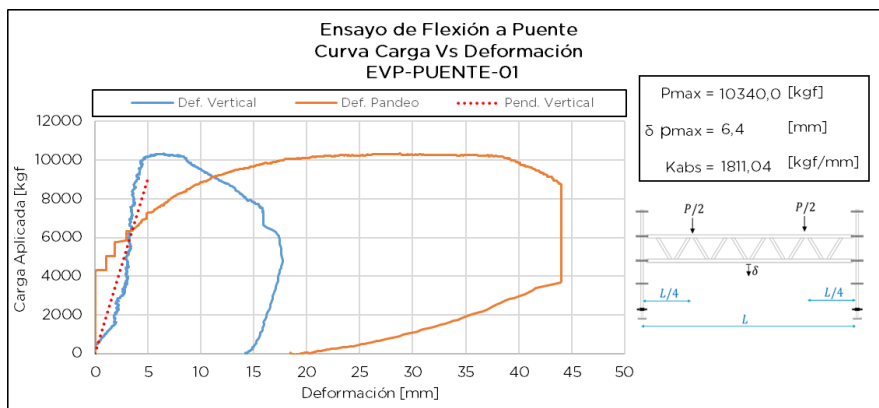


Figura 7.17.4 Respuesta de ensayo EVP-PUENTE-01

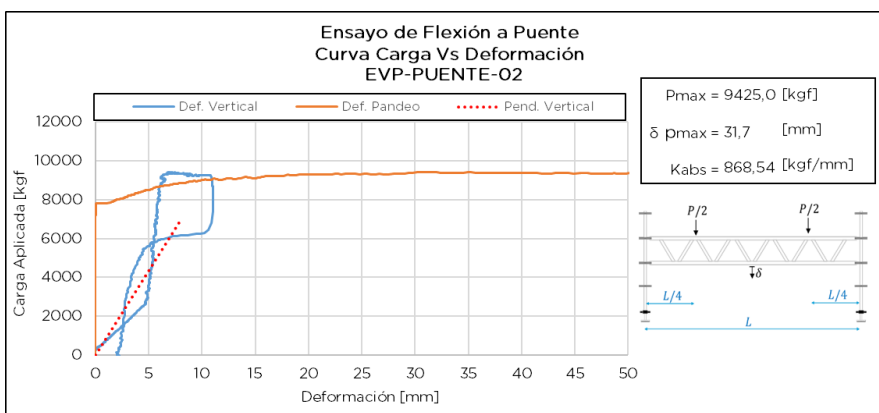


Figura 7.17.5 Respuesta de ensayo EVP-PUENTE-02

Tabla 7.17.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima [mm]	Rigidez [kgf/mm]
EVP-PUENTE-01	10340.0	6.1	1811.0
EVP-PUENTE-02	9425.0	31.7	868.5
Promedio	9882.5	18.9	1339.8

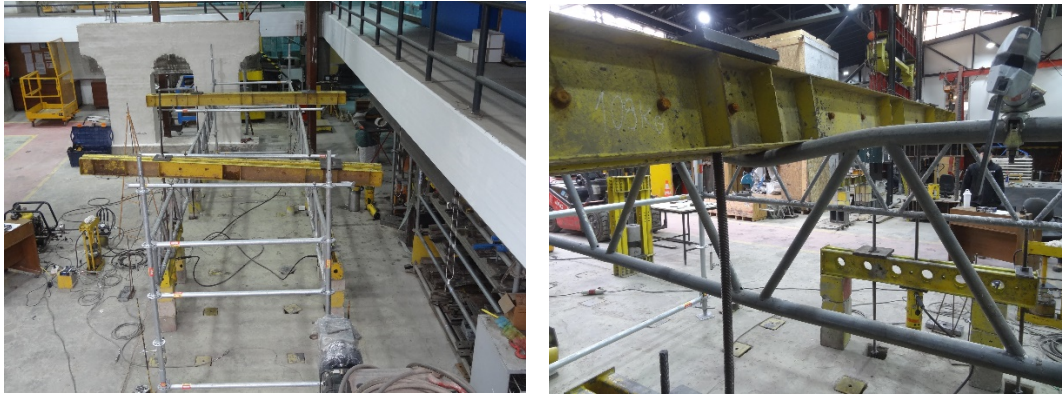


Figura 7.17.6 Estado final probeta EVP-PUENTE-01



Figura 7.17.7 Estado final probeta EVP-PUENTE-02

7.18 Ensayo de carga vertical a sistema de puentes de voladizo

7.18.1 Metodología del Ensayo

Para el ensayo, la configuración 1 implica aplicar carga axial sólo al sistema en voladizo y restringir el levantamiento del cuerpo principal (pies derechos del andamio típico). En la Figura 7.18.1, Figura 7.18.2 y Figura 7.18.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.18.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

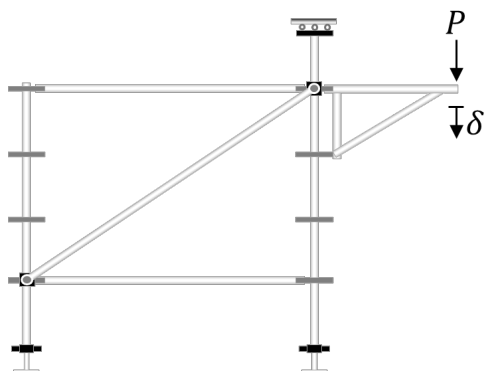


Figura 7.18.1 Esquema ensayo



Figura 7.18.2 Montaje del ensayo

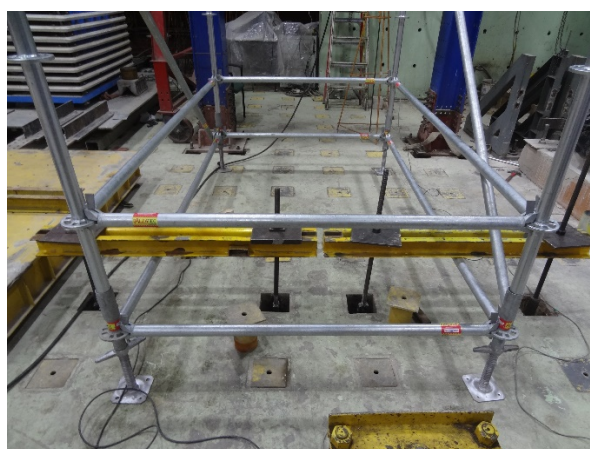


Figura 7.18.3 Anclaje para evitar levantamiento

Tabla 7.18.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación Vertical	SLC	B2862114	1200mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(18) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.18.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.18.4 y Figura 7.18.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.18.2 se resumen los resultados máximos.

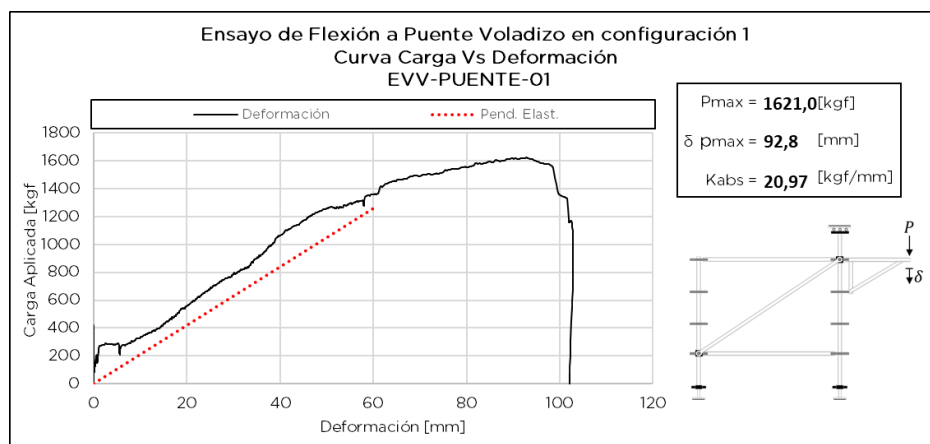


Figura 7.18.4 Respuesta de ensayo EVV-PUENTE-01

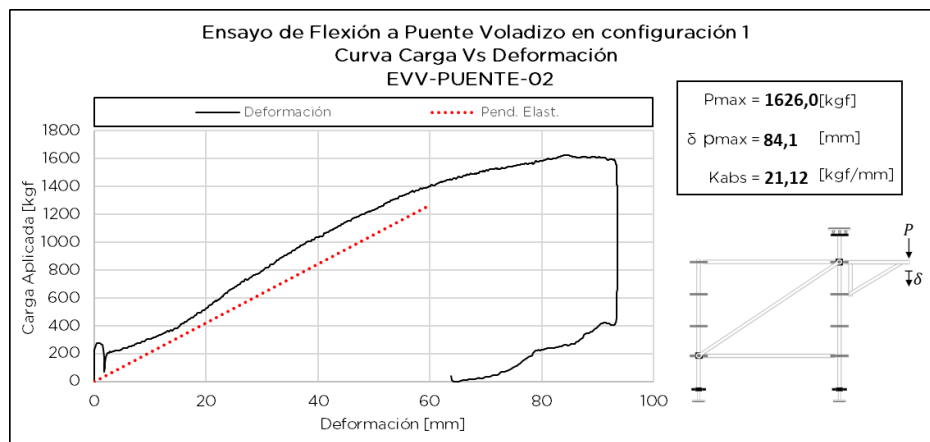


Figura 7.18.5 Respuesta de ensayo EVV-PUENTE-02

Tabla 7.18.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EVV-PUENTE-01	1621.0	92.8	20.97
EVV-PUENTE-02	1626.0	84.1	21.12
Promedio	1623.5	88.45	21.05

7.19 Ensayo de resistencia de abrazaderas

7.19.1 Metodología del Ensayo

El ensayo busca determinar resistencia y comportamiento de sistemas de abrazaderas utilizadas como elementos de conexión entre partes del andamio. Las pruebas tienen considerado que los sistemas unen elementos tubulares del andamio, en el caso que sean de otra geometría o configuración los elementos a conectar se deberá analizar y cotizar por separado. Los ensayos corresponden a pruebas de deslizamiento y tracción. En la Figura 7.19.1, Figura 7.19.2 y Figura 7.19.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.19.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

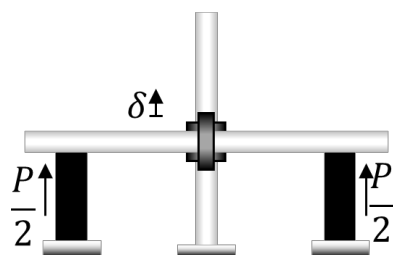


Figura 7.19.1 Esquema ensayo



Figura 7.19.2 Montaje del ensayo



Figura 7.19.3 Abrazadera

Tabla 7.19.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	N° de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación Vertical	Baumer	OM30_3	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(19) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.19.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.19.4 y Figura 7.19.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.19.2 se resumen los resultados máximos.

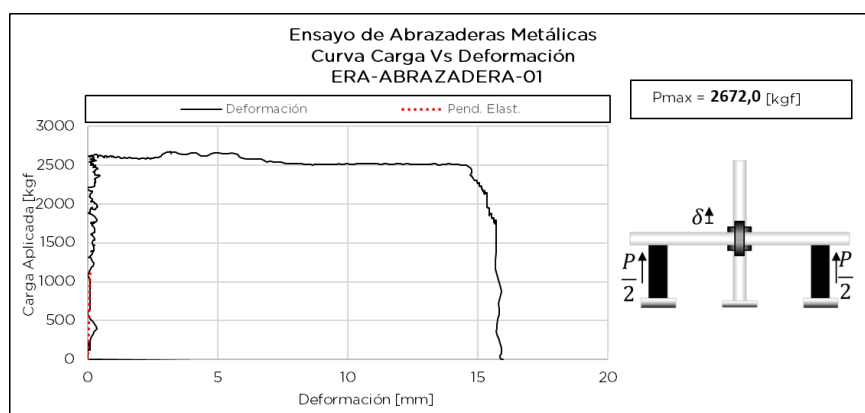


Figura 7.19.4 Respuesta de ensayo ERA-ABRAZADERA-01

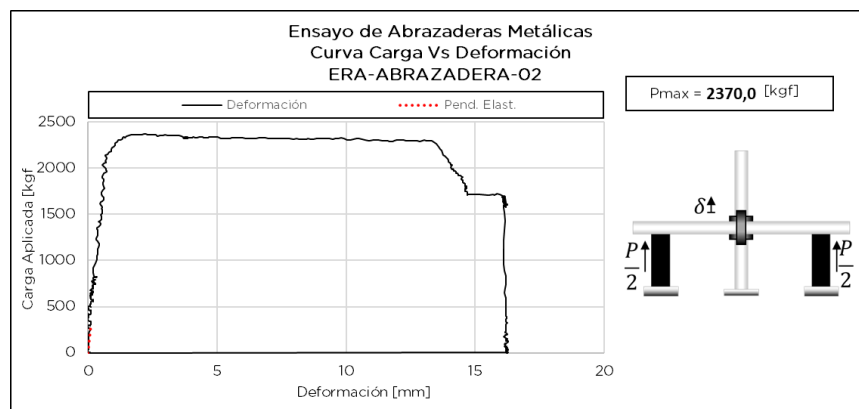


Figura 7.19.5 Respuesta de ensayo ERA-ABRAZADERA-02

Tabla 7.19.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]
ERA-ABRAZADERA-01	2672.0
ERA-ABRAZADERA-02	2370.0
Promedio	2521.0



Figura 7.19.6 Estado final probeta ERA-ABRAZADERA-01

7.20 Ensayo de Cáncamo de anclajes

7.20.1 Metodología del Ensayo

El ensayo busca determinar resistencia y comportamiento de los cáncamos. Los ensayos consisten en traccionar un cáncamo empotrado en un bloque de hormigón hasta provocar un desplazamiento. Los ensayos corresponden a pruebas de deslizamiento y tracción. En la Figura 7.20.1, Figura 7.20.2 y Figura 7.20.3 se muestra la configuración experimental del ensayo, y en la Tabla 7.20.1 se muestran los equipos e instrumentos utilizados.

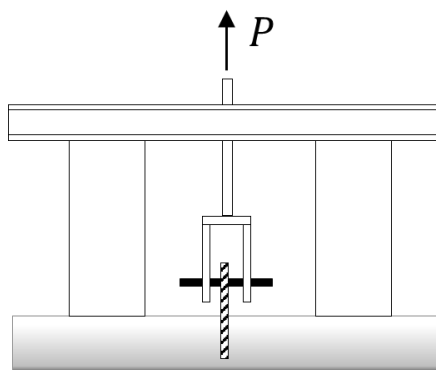


Figura 7.20.1 Esquema ensayo



Figura 7.20.2 Montaje del ensayo



Figura 7.20.3 Probeta ensayo

Tabla 7.20.1 Detalle de equipamiento utilizado en los ensayos

Nomenclatura sensor y/o instrumentos	Descripción	Marca/Modelo	Nº de serie	Cap. Nominal
C	Celda de carga	HBM	C2 - FNB15254	50 tonf
δ	Deformación Vertical	Baumer	OM30_3	300mm
-	Sistema de adquisición de datos ¹	HBM	9E5008FEA	-

(20) Frecuencia de muestreo de 5Hz.

7.20.2 Resultados del Ensayo

Los resultados de los ensayos se presentan a través de graficas de deformación vs carga aplicada que se obtuvo con cada probeta. En la Figura 7.20.4 y Figura 7.20.5 se muestran las curvas de capacidad de los ensayos, y en la Tabla 7.20.2 se resumen los resultados máximos.

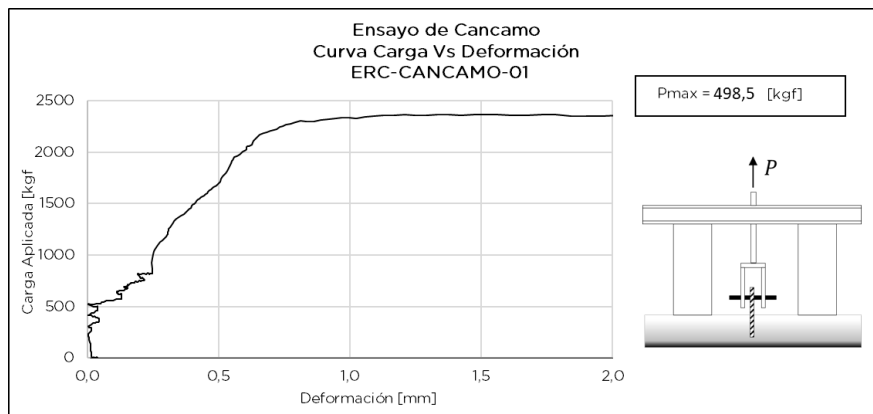


Figura 7.20.4 Respuesta de ensayo ERC-CANCAMO-01

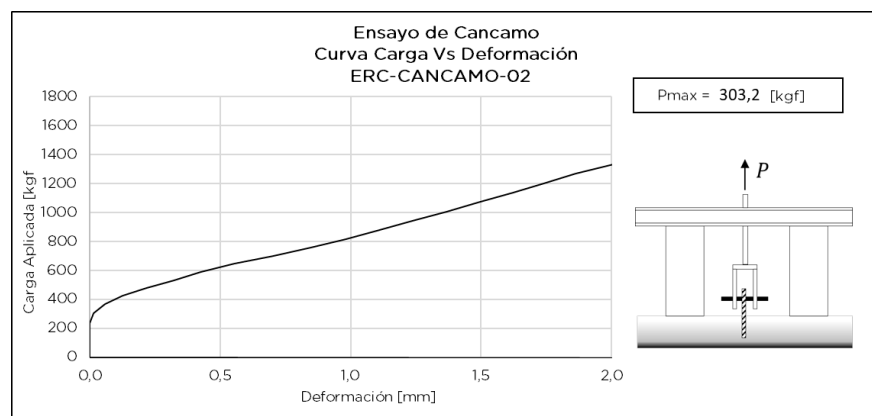


Figura 7.20.5 Respuesta de ensayo ERC-CANCAMO-02

Tabla 7.20.2 Resumen de resultados

Probeta	Carga máxima [kgf]
ERC-CANCAMO-01	498.5
ERC-CANCAMO-02	302.2
Promedio	400.4



Figura 7.20.6 Estado final probeta ERC-CANCAMO-02

8 Verificación del cumplimiento de la norma NCh2501/1 OF. "Requisitos generales"

Se realiza la revisión de los requisitos indicados en la norma NCh2501/1 of2000.

8.2 Unión vertical por espiga o manguito

8.2.1	Holgura horizontal no debe exceder 4mm	2mm	CUMPLE
8.2.2	Altura mínima espiga: 15cm sin seguro y 10cm con seguro	16cm	CUMPLE

9.1 Bases de apoyo

a.	Espesor mínimo: 5mm	5.1mm	CUMPLE
b.	Área mínima: 150cm ²	225cm ²	CUMPLE
c.	Ancho mínimo: 12cm	15cm	CUMPLE

9.3 Bases Regulables

9.3.1	Inclinación máxima posible: 2.5%	2%	CUMPLE
9.3.2	Penetración de husillo en pie derecho debe ser mayor a 150mm y 25% de la longitud del vástago.		CUMPLE

10.1.1 Plataformas

a.	Las plataformas son antideslizantes		CUMPLE
b.	Las plataformas tienen seguros para que el viento no pueda levantarlas		CUMPLE

10.2 Protección lateral (barandas protectoras)

a.	Solo se pueden extraer en forma intencionada		CUMPLE
b.	Deben ser dobles		CUMPLE
c.	Rodapié posee una altura mayor a 15cm	15.1cm	CUMPLE

10.3 Dimensiones

- | | | |
|--|-------|---------------|
| a. Altura mínima libre mayor a 1.90m | 1.92m | CUMPLE |
| b. Altura libre de pasadas mayor a 1.75m | 1.92m | CUMPLE |
| c. Ancho de las pasadas mayor a 50cm | 60cm | CUMPLE |

- | | |
|--|---------------|
| 12 Características exigidas al fabricante | |
| 12.1 Características técnicas de todos los componentes | CUMPLE |
| 12.2 Instrucciones de Montaje | CUMPLE |

9 Verificación del cumplimiento de la norma NCh2501/2 OF.2000

Según la norma NCh2501/2 of2000, se determina la clase de la superficie de trabajo de los tablones y plataformas a partir de la tabla 7.20.1

Tabla 7.20.1 Análisis de resultados de flexión de superficies de trabajo.

Probeta	Carga Elástica máxima [kgf]	Rigidez elástica [kN/mm]	Deformación elástica [mm]	Clase
Tablón 19cm	650	29.2	13.4	5
Tablón 32cm	1550	42.8	21.7	6
Plataforma	806	13.6	35.5	3

Se analizan los casos para cargas distribuidas y concentradas en áreas específicas, y se obtienen las siguientes cargas admisibles y su respectiva clase.

Tabla 7.20.2 Análisis de resultados de flexión de superficies de trabajo.

Probeta	Carga Uniforme [kN/m²]	Carga Concentrada en 50cmX50cm [kN]	Carga Concentrada en 50cmX50cm [kN]	Carga en área parcial [kN/m²]	Clase
Tablón 19cm	8.2	2.2	2.0	8.2	5
Tablón 32cm	11.6	5.2	4.8	11.6	6
Plataforma	3.2	2.7	2.5	3.4	3

Según la norma NCh2501/2 of2000, las barandas deben cumplir para una carga puntual de 0.3kN (30.58kgf) una deformación máxima de 35mm y para una carga puntual de 1.25kN (127.42kgf) no debe generarse ni rotura y desmontaje. En los ensayos se llegó a una carga máxima promedio de 934.2kgf, una deflexión promedio asociada a la carga de 0.3kN de 2.93mm y un estado si daño al aplicar una carga de 1.25kN.

Tabla 7.20.3 Resumen Resistencia de Barandas

Probeta	Deflexión asociada a carga de 0.3kN [mm]	Estado con carga 1.25kN
ERB-BARANDA-01	2.49	SIN DAÑO
ERB-BARANDA-02	3.36	SIN DAÑO
Promedio	2.93	

10 Resumen Ejecutivo y/o Conclusiones

Los ensayos fueron realizados a petición de la Sr Carlos Montes Larraín, en representación de la empresa Alzatec, bajo aceptación de la propuesta de trabajo número 41359, asociada al Ticket N° 51820.

A continuación, se muestran las tablas resumen de los resultados de todos los ensayos:

Tabla 7.20.1 Resumen de resultados de Flexión de Tablón de 19cm

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFT-TABLON1-01	825.4	35.6	27.96
EFT-TABLON1-02	848.3	37.5	30.49
Promedio	836.85	36.55	29.23

Tabla 7.20.2 Resumen de resultados de Flexión de Tablón de de 32cm

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFT-TABLON2-01	1690.0	49.4	41.56
EFT-TABLON2-02	1769.0	49.8	43.97
Promedio	1729.5	49.6	42.77

Tabla 7.20.3 Resumen de resultados de Flexión de Plataforma

Probeta	Carga máxima [kgf]	Carga Max elástica [kgf]	Deflexión elástica asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFP-PLATAFORMA-01	1064.0	960.6	60.2	13.72
EFP-PLATAFORMA-02	1035.0	947.0	55.7	13.53
Promedio	1049.5	953.8	57.9	13.63

Tabla 7.20.4 Resumen de resultados de Flexión de Travesaño TRAVESAÑO1

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFTTr-TRAVESAÑO1-01	1743	111,5	62.05
EFTTr-TRAVESAÑO1-02	1719	102,2	63.71
Promedio	1731	106,9	62.88

Tabla 7.20.5 Resumen de resultados de Flexión de Travesaño TRAVESAÑO2

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFTTr-TRAVESAÑO2-01	5236	36,6	303.11
EFTTr-TRAVESAÑO2-02	5443	32,8	321.15
Promedio	5339,5	34,7	312.13

Tabla 7.20.6 Resumen de resultados de Compresión de Pie Derecho

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Deflexión pandeo asociada [mm]	Rigidez elástica Vertical [kgf/mm]
ECP-PIEDERECHO-01	16460.0	5.8	9.5	3416.66
ECP-PIEDERECHO-02	14340.0	5.2	15.0	2933.54
Promedio	15400.0	5.5	12.25	3175.10

Tabla 7.20.7 Resumen de resultados de Carga Axial de Base regulable

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EAB-BASE-01	13,568	5.2	3399.41
EAB-BASE-02	12,132	4.1	3980.50
Promedio	12,850	4.65	3689.56

Tabla 7.20.8 Resumen de resultados de Resistencia de Barandas

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
ERB-BARANDA-01	909,8	129,2	12,28
ERB-BARANDA-02	958,6	147,7	9,09
Promedio	934,2	138,5	10,69

Tabla 7.20.9 Resumen de resultados de Resistencia de Arriostramiento Longitudinal

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EAL-ARRIOSTRAMIENTO-01	1659	103,7	22,42
EAL-ARRIOSTRAMIENTO-02	1774	76,3	36,19
Promedio	1716,5	90,0	29,31

Tabla 7.20.10 Resumen de resultados de Resistencia de Arriostramiento Transversal

Probeta	Carga máxima [kgf]	Pandeo máximo asociado [mm]	Rigidez pandeo [kgf/mm]
EAT-ARRIOSTRAMIENTO-01	2286.0	94.2	42.6
EAT-ARRIOSTRAMIENTO-02	2262.0	99.8	44.4
Promedio	2274.0	97.0	43.5

Tabla 7.20.11 Resumen de resultados de Compresión de Torre de andamios

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deformación axial máxima [mm]	Deformación de pandeo [mm]	Rigidez elástica vertical [kgf/mm]
ERT-TORRE-01	29035	25.4	14.43	1584,18
ERT-TORRE-02	31853	15.4	13.69	2180,97
Promedio	30444	20.4	14.06	1882,58

Tabla 7.20.12 Resumen de resultados Flexión a Escalera en medio

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFE-ESCALERA-01	1363.0	31.4	44.9
EFE-ESCALERA-02	1264.0	64.1	34.7
Promedio	1313.5	47.8	39.8

Tabla 7.20.13 Resumen de resultados Flexión a Escaleras a Cuartos

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EFE2-ESCALERA-01	1353.0	57.4	25.2
EFE2-ESCALERA-02	1621.0	42.8	38.3
Promedio	1487.0	50.1	31.8

Tabla 7.20.14 Resumen de resultados Corte Conexión de Escalera con travesaño

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima asociada [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
ECE-ESCALERA-01	1093.0	26.8	94.3
ECE-ESCALERA-02	1369.0	27.8	74.7
Promedio	1231.0	27.3	84.5

Tabla 7.20.15 Resumen de resultados de Carga Horizontal de Plataforma

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión asociada [mm]	Rigidez inicial [kgf/mm]
EHP-PLATAFORMA-01	1462.0	87.5	26.57
EHP-PLATAFORMA-02	1939.0	106.1	17.27
Promedio	1700.5	96.8	21.92

Tabla 7.20.16 Resumen de resultados de Corte de Conexión Pie derecho-Travesaño

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
ECC-CONEXION-01	7996	10,7	2221,59
ECC-CONEXION-02	6950	6,7	2531,74
Promedio	7473	8,7	2376,67

Tabla 7.20.17 Resumen de resultados de Flexión a Conexión Pie derecho-Travesaño

Probeta	Momento máximo [kgf-m]	Curvatura máxima [rad]	Rigidez elástica [kgf-m/rad]
EFC-CONEXION-01	274,1	0,302	6028,48
EFC-CONEXION-02	307,9	0,340	6008,88
Promedio	291,0	0.321	6018,68

Tabla 7.20.18 Resumen de resultados de Flexión Transversal a Conexión Pie derecho-Travesaño

Probeta	Momento máximo [kgf-m]	Curvatura máxima [rad]	Rigidez [kgf-m/rad]
EFT-CONEXION-01	154.2	0,372	469.21
EFT-CONEXION-02	105.6	0,426	173.83
Promedio	129.9	0.399	321.52

Tabla 7.20.19 Resumen de resultados de Flexión a Puente

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima [mm]	Rigidez [kgf/mm]
EVP-PUENTE-01	10340.0	6.1	1811.0
EVP-PUENTE-02	9425.0	31.7	868.5
Promedio	9882.5	18.9	1339.8

Tabla 7.20.20 Resumen de resultados a Flexión a Puente Voladizo

Probeta	Carga máxima [kgf]	Deflexión máxima [mm]	Rigidez elástica [kgf/mm]
EVV-PUENTE-01	1621.0	92.8	20.97
EVV-PUENTE-02	1626.0	84.1	21.12
Promedio	1623.5	88.45	21.05

Tabla 7.20.21 Resumen de resultados Resistencia Abrazaderas

Probeta	Carga máxima [kgf]
ERA-ABRAZADERA-01	2672.0
ERA-ABRAZADERA-02	2370.0
Promedio	2521.0

Tabla 7.20.22 Resumen de resultados Resistencia Cáncamo

Probeta	Carga máxima [kgf]
ERC-CANCAMO-01	498.5
ERC-CANCAMO-02	302.2
Promedio	400.4

Los andamios ensayados cumplen con la norma NCH2501/1 “REQUISITOS GENERALES”

A partir de los resultados obtenidos, y del análisis realizados en los capítulos 8 y 9 se concluye que los elementos de andamio verifican, y la superficie de trabajo depende del tipo de plataforma utilizada: tablón de 19cm, tablón de 32cm y plataforma tienen una clase de 5, 6 y 3 respectivamente. Según NCH2501/2

Toda la información sobre el origen y características las probetas de todos los ensayos fueron proporcionadas íntegramente por el mandante.