SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

	ERRORES RELATIVOS (%) MÁXIMOS HALLADOS	ERRORES RELATIVOS MÁXIMOS PERMISIBLES NTC-ISO 7500-1 (Tabla No 2)			
ESCALA CALIBRADA :	**1000 kN**	CLASE 0,5	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
EXACTITUD (q)	-0,41	± 0,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0
REPETIBILIDAD (b)	0,40	0,5	1,0	2,0	3,0
REVERSIBILIDAD (v)	-	0,75	1,5	3,0	4,5
RESOLUCIÓN (a)	1,00	0,25	0,5	1,0	1,5
CERO (fo)	0,00	± 0,05	± 0,1	± 0,2	± 0,3
ACCESORIOS	-	0,75	1,5	3,0	4,5
INCERTIDUMBRE (u)	0,63				

TRAZABILIDAD METROLOGICA:

El laboratorio de calibracion de servintegral ltda, asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los resultados obtenidos en las mediciones, por medio de institutos nacionales de metrologia que han sido sometidos a un proceso adecuado de pares cuyos servicios estan cubiertos por el ARM (Acuerdo de reconocimiento mutuo del comité internacional de pesas y medidas) hasta llegar al S.I, y por medio de laboratorios acreditados por un organismo de acreditacion que forma parte del acuerdo ILAC, o de acuerdos regionales reconocidos por ILAC demostrando trazabilidad metrologica, y que cuyos alcances acreditados estan disponibles publicamente en sus organismos de acreditacion respectivos.

EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE SERVINTEGRAL LTDA, CUSTODIA Y MANTIENE ÉSTOS PATRONES, LOS CUALES HAN SIDO CALIBRADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, DE ACUERDO A LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ISO 376 : 2011, QUE EN COLOMBIA ES LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 376 (2013-05-15)

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello **No.** **7827**

2.- Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración. Servintegral ltda, no se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.

3. Por solicitud del cliente se calibra el dinamometro con fuerzas diferentes a las indicadas en el procedimiento interno 15-LC-TEC.

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)

ELABORÓ

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
Metrólogo

REVISÓ / AUTORIZÓ

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
Director de Laboratorio

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-1

INSPECCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA DE ENSAYO O DINAMÓMETRO A COMPRESIÓN SEGÚN NORMA NTC ISO 7500-1 (2007-07-25) ANEXO A (NORMATIVO) Y ANEXO B (INFORMATIVO) LABORATORIO DE CALIBRACIÓN MAGNITUD FUERZA

NÚMERO : 7827

A.1 GENERALIDADES: Esta inspección general de la máquina de ensayos o dinamómetro a compresión debe realizarse antes de la calibración del sistema de medición de fuerza y debe comprender:

A.2 EXAMEN VISUAL:

	SI	NO	N/A
• Las vibraciones externas afectan las lecturas del indicador de fuerza?	☐	☒	☐
• La máquina está nivelada?	☒	☐	☐
• Se registra desviación entre el puntero y el registro de carga?	☐	☐	☒
• Se expone a temperaturas ≤ 10°C ≥ 35°C?	☐	☒	☐
• Su entorno es corrosivo?	☐	☒	☐
• Presenta una humedad relativa ≥90% ? 50%. HR	☐	☒	☐
• Esta protegida contra variaciones de voltaje en el suministro eléctrico?	☐	☒	☐
• En caso de ser pendular; se identifican las masas en forma apropiada?	☐	☐	☒
• El funcionamiento de la máquina está afectado negativamente por:			
- Vibraciones del motor de la bomba hidráulica.	☐	☐	☒
- Fugas de fluido hidráulico.	☐	☐	☒
- Desgastes o defectos en los elementos guías o crucetas móviles.	☐	☐	☒
- Aflojamiento en las columnas verticales del bastidor de carga.	☐	☐	☒

A.3 INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA O DINAMÓMETRO:

		SI	NO	N/A
• Existen ranuras para centrado?		☐	☐	☒
• El plato de compresión superior está montado sobre una rótula?		☐	☐	☒
• Escualiza fácilmente?		☐	☐	☒
• El montaje de platos permite la aplicación de fuerza en forma axial?		☐	☐	☒
• Los platos de carga están instalados en forma permanente?		☐	☐	☒
• En caso negativo, son sustituidos por componentes específicos?		☐	☐	☒
• Los platos de carga cumplen con los requerimientos de la máquina?		☐	☐	☐
• Desviación de la planitud de los platos: (medidos sobre 100 mm)	Superior: ___ mm			
	Inferior: ___ mm			
• Dureza de los platos.	Superior: ___ HRC			
	Inferior: ___ HRC			

A.4 INSPECCIÓN DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DEL CABEZAL

	SI	NO	N/A
• La velocidad de carga permite una variación lenta en ascenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga permite una variación lenta en descenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga puede ser ajustada con suficiente exactitud?	☒	☐	☐
• La carga puede ser accionada en forma manual?	☒	☐	☐
• Presenta mecanismo de apagado automático?	☒	☐	☐
• Es posible alcanzar el valor nominal?	☒	☐	☐
- En caso negativo, porque?			

	SI	NO	N/A
• Las velocidades de deformaciones aplicadas a las probetas cumplen con las normas técnicas aplicadas	☒	☐	☐
- En caso negativo, cuales?			

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-5

DATOS SUPLEMENTARIOS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
MAGNITUD FUERZA

NUMERO :

DATOS TÉCNICOS:

	SI	NO	N/A
• La máquina se calibró con los dispositivos accesorios?	☐	☐	☒
• Las series de mediciones son acordes, según norma NTC ISO 7500-1 N° 6.4.5.	☒	☐	☐

DATOS DEL INDICADOR:

MARCA	—	MODELO	—	SERIE	—

Rangos de medición	Resolución a 10%	Resolución a 20%	Resoluciones relativas a 10%	Resoluciones relativas a 20%
1000div 10000div	10div	10div	1/18	0,61

• Se realizaron reparaciones o ajustes durante la calibración? ☐ ☒ ☐
En caso afirmativo cuales?

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie1 °C	Serie 4 °C
Inicio	26,8	27,1		29,1	
Fin	26,9	27,2		29,0	

DATOS ADMINISTRATIVOS:

• Dispone el laboratorio del manual de operación?	☒	☐	☐
• En caso afirmativo; se entiende fácilmente?	☒	☐	☐
• Cuantos operadores manejan la máquina? 2			
• Están todos los operadores entrenados?	☒	☐	☐
• Existen en el laboratorio programas de mantenimiento preventivos y Calibraciones periódicas?	☒	☐	☐
• Razón social de quién efectúo la calibración anterior y fecha			

—	—	—	—

Atendió la calibración:

Nombre	Miguel Roberto	Cargo	—

FECHA: 2014-03-02

FIRMA:

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

FIN DE DOCUMENTO


SERVINTEGRAL LTDA.
ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
Calibrado
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011
Magnitud:
FUERZA
Fecha Calibración
AÑO
MES
DIA
2024
03
02
Certificado No.
7827

wk Ingeniería S.A.S.

“QUINTO INFORME PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES”

PARA: Consorcio GESA

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2024

ASUNTO: **INFORME PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES**

Revisión y aprobación					
Revisión	**Fecha**	**Descripción:**	**Elaborado:**	**Revisado:**	**Aprobado:**
A	09/2024	Para revisión	AM	MS	

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 6
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
4. PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES 8
4.1 PRUEBAS DE CARGA SIMPLE 8
4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO 9
4.3 EQUIPO 14
5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 16
5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE ($\boldsymbol{Lepp}$). 16
5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES 17
6. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA 18
7. BIBLIOGRAFÍA 20
8. FIRMA DEL ESPECIALISTA 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Paso a paso de la prueba de funcionamiento..... 11
Tabla 2. Cantidades ejecutadas..... 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca. 6
Figura 2. Vista general del sitio de estudio..... 7
Figura 3. Interpretación de la prueba de carga simple. 9
Figura 4. Interpretación de la prueba de funcionamiento. 12

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Instalación del equipo para la prueba de carga..... 13
Fotografía 2. Instalación del equipo para la prueba de carga..... 13
Fotografía 3. Ejecución del ensayo. 14
Fotografía 4. Bomba eléctrica. 15
Fotografía 5. Cilindro hidráulico. 15

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Registro Fotográfico
Anexo 2. Informe prueba de carga (WK-PC-01)
Anexo 3. Calibración del equipo

1. INTRODUCCIÓN

Para evaluar el comportamiento de los anclajes y determinar su aceptación, se requiere realizar un correcto análisis de la información obtenida en campo. Este proceso implica la ejecución de la prueba de carga en los anclajes con el objetivo de adquirir información detallada que permita definir las propiedades de los mismos y su desempeño en el terreno.

Aunque existen varias metodologías disponibles para llevar a cabo este tipo de evaluaciones, en el presente estudio se optó por realizar pruebas de funcionamiento en los anclajes, con la supervisión de un equipo de profesionales especializados en geotecnia.

Este informe documenta los resultados obtenidos de las pruebas de carga, incluyendo el análisis y procesamiento de la información relevante, así como las conclusiones derivadas de dichos análisis con respecto a la aceptación de los anclajes evaluados.

2. OBJETIVOS

Realizar el proceso de prueba de carga de anclajes para la pantalla anclada del proyecto "Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander", específicamente en el sector de La Gloria. En este proceso, se evalúa la aceptación de la prueba de funcionamiento llevada a cabo en una cantidad anclajes seleccionados en la obra de mitigación, con el fin de determinar su capacidad de resistencia y su adecuación para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad del proyecto.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar el proceso de prueba de carga en los anclajes seleccionados, siguiendo los protocolos establecidos y utilizando equipos adecuados para garantizar la precisión de los resultados.

- Registrar de manera detallada los resultados de las pruebas de carga realizadas, incluyendo cualquier hallazgo relevante o anomalía observada durante el proceso de evaluación.

- Evaluar la aceptación de cada prueba de funcionamiento realizada en los anclajes seleccionados, mediante el análisis de los datos obtenidos durante las pruebas, con el objetivo de determinar su capacidad de resistencia y su idoneidad para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad del proyecto.

3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se encuentra localizado en la comuna 4 en la ciudad de Bucaramanga, Santander.

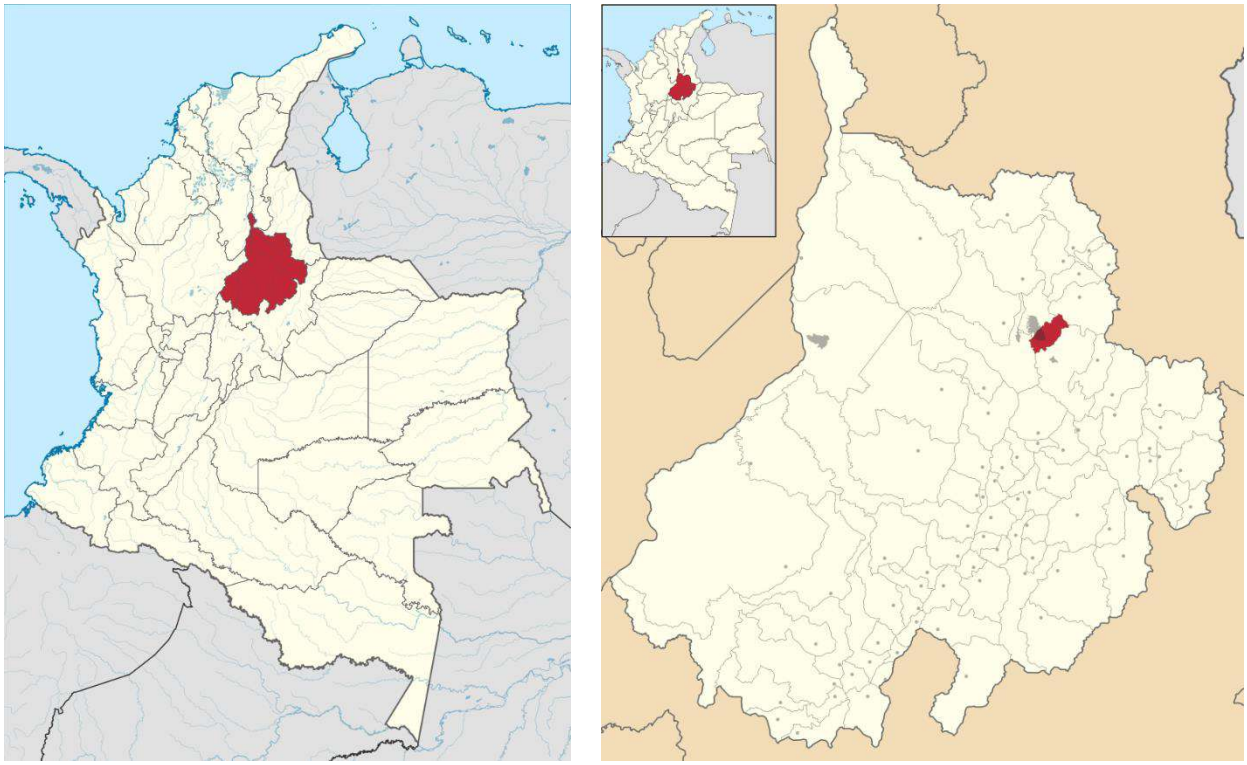


Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca.



Figura 2. Vista general del sitio de estudio.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el contrato denominado “Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander“ se está llevando a cabo la construcción de una pantalla anclada. Este proyecto forma parte de las medidas de mitigación y estabilización implementadas en estas áreas vulnerables, con el propósito de prevenir y reducir el riesgo asociado a eventos geotécnicos como deslizamientos y erosiones.

4. PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES

En aras de concretar el análisis de aceptabilidad, se ejecutan pruebas de carga por medio de aplicación de fuerzas de tracción controladas a los anclajes instalados en el terreno. En el presente capítulo, se exponen las actividades necesarias para llevar a cabo el tensionamiento de anclajes activos.

Las pruebas de carga deben ejecutarse días después de construidos los dados de transferencia de carga, y se hace siguiendo el proceso de carga, siempre y cuando la edad del concreto de la estructura de reacción lo permita. Se registra en el control de la prueba (formato WK-PC-01) del anclaje la lectura de los desplazamientos acumulados y residuales.

4.1 PRUEBAS DE CARGA SIMPLE

El objetivo de esta prueba es verificar la capacidad del anclaje, aplicando cargas incrementales hasta llegar a la carga de diseño, P, o más.

- Paso 1. Aplique la carga de alineación a la cual se supone que el movimiento total es igual a cero.
- Paso 2. Aplicar y registrar sucesivamente los movimientos totales para los siguientes incrementos de carga a las cargas de prueba T1 y T2: 0.25T, 0.50T, 0.75T, 1.00T, 1.20T, 1.33T.
- Paso 3. Mantenga la carga de prueba durante diez minutos y registrar el movimiento total.
- Paso 4. Descargar a la carga de alineación y registrar el movimiento residual.
- Paso 5. Si los resultados de la prueba satisfacen los criterios de aceptación, reduzca la carga a la carga de bloqueo 1.00T.

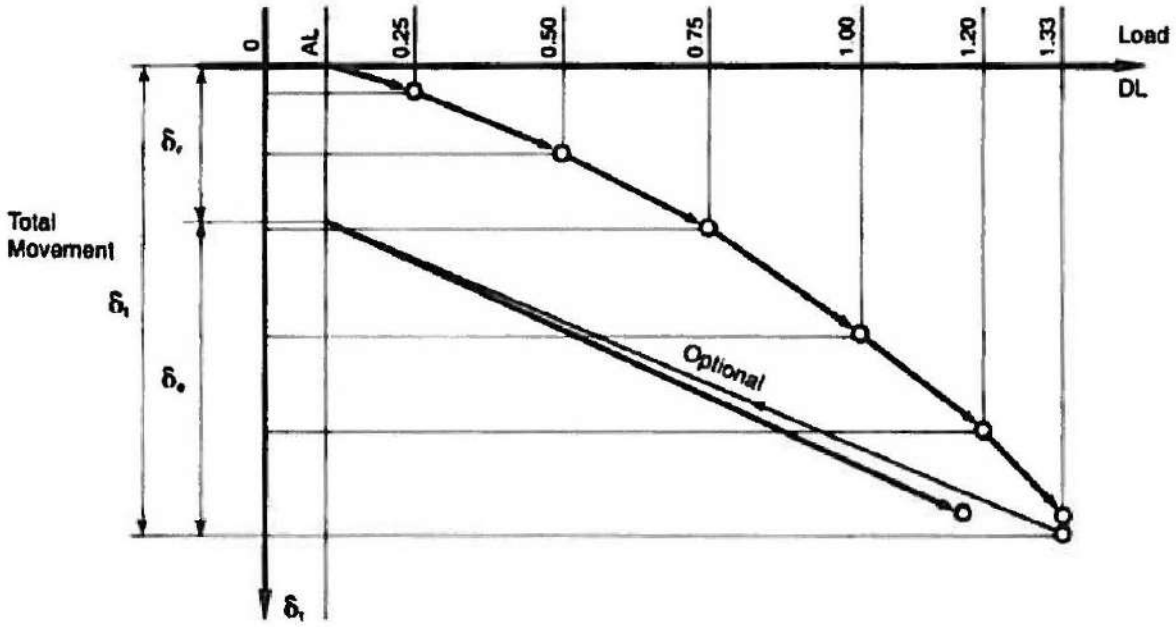


Figura 3. Interpretación de la prueba de carga simple.
Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Los objetivos de esta prueba son: a) si la capacidad del ancla es la requerida, b) si se estableció la longitud libre de diseño y c) cual es la deformación residual del ancla.

- Paso 1. Se debe aplicar una carga de asiento o de alineación AL, generalmente no es más del 5% de la carga de diseño T, y su propósito es garantizar que el equipo de tensionamiento este correctamente alineado.

- Paso 2. Una vez aplicada la carga de asiento, se aplica un incremento de carga igual al 25% de la carga de prueba (T1 y T2). Cuando se estabilizan las lecturas del deformímetro, se toma una lectura y se remueve el incremento aplicado, regresando a la carga de asiento donde nuevamente se toma otra lectura con el micrómetro.

- Paso 3. En el segundo ciclo de carga se aplican incrementos de 25% y 50% de T. Después de cada incremento se siguen tomando lecturas con el deformímetro. Al alcanzar el 50% de T nuevamente se retira toda la carga aplicada para regresar a la carga de asiento.

- Paso 4. En el tercer ciclo de carga se aplican cargas iguales a 25, 50, y 75% de la carga de prueba T, tomando lecturas después de cada uno de ellos y nuevamente regresando a la carga de asiento al finalizar el ciclo.

- Paso 5. En el cuarto ciclo de carga se alcanza el 100% de la carga de diseño en cuatro incrementos, tomando lecturas y descargando como en los ciclos anteriores.

- Paso 6. Los cuatro primeros incrementos durante el quinto ciclo de carga son 25, 50, 75, 100% de la carga de prueba; al aplicar el quinto y último incremento, la carga se lleva 20% por arriba de la carga alcanzada previamente (1.2T).

- Paso 7. En el último ciclo de carga los incrementos son 0.25, 0.5, 0.75, 1.00, 1.2 y 1.33T. La carga máxima se sostiene al menos 10 minutos, registrando las elongaciones del ancla a intervalos convenientes (1, 1, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos). Si después de estos 10 minutos la deformación del ancla excede 1.0 mm, se recomienda sostener la carga otros 50 minutos, registrando las deformaciones inducidas a los 20, 30, 40 y 50 minutos. El propósito de esta retención de carga es medir movimientos dependientes del tiempo, es decir, fluencia del anclaje.

- Paso 8. Al finalizar el último ciclo de carga, la fuerza se regresa a la carga de prueba y se finja el ancla.

Los datos fuerza-deformación se grafican y se puede obtener en cada ciclo de carga-descarga las deformaciones elásticas y las deformaciones residuales del anclaje, así como sus deformaciones totales.

Tabla 1. Paso a paso de la prueba de funcionamiento.

Load	Total movement at load cycle maximum δ_t	Residual movement at AL after cycle maximum δ_r	Elastic movement at load cycle maximum δ_e
AL 0.25 DL	δ_{t1}		$\delta_{t1} - \delta_{r1} = \delta_{e1}$
AL 0.25 DL 0.50 DL	δ_{t2}	δ_{r1}	$\delta_{t2} - \delta_{r2} = \delta_{e2}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL	δ_{t3}	δ_{r2}	$\delta_{t3} - \delta_{r3} = \delta_{e3}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL	δ_{t4}	δ_{r3}	$\delta_{t4} - \delta_{r4} = \delta_{e4}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL 1.20 DL	δ_{t5}	δ_{r4}	$\delta_{t5} - \delta_{r5} = \delta_{e5}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL 1.20 DL 1.33 DL	δ_{t6} Test Load (zero reading for Creep Test) δ_{tn} Final Load hold reading	δ_{r5}	$\delta_{t6} - \delta_{r6} = \delta_{e6}$
AL Adjust to lock-off load		δ_{r6}	

Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.

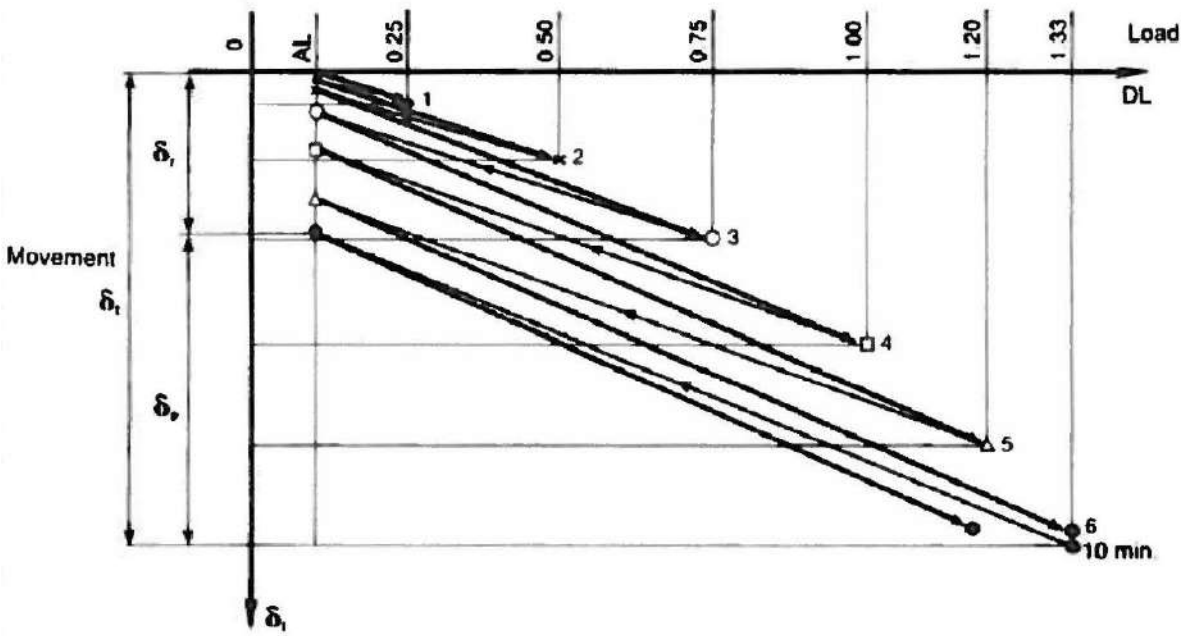


Figura 4. Interpretación de la prueba de funcionamiento.
Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.



Fotografía 1. Instalación del equipo para la prueba de carga.



Fotografía 2. Instalación del equipo para la prueba de carga.



Fotografía 3. Ejecución del ensayo.

4.3 EQUIPO

Los equipos a son utilizados en el tensionamiento de anclajes (ver ficha de equipo WK-T-02) son:

CANT.	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Gato Hidráulico	Gato multitorón.



Fotografía 4. Bomba eléctrica.



Fotografía 5. Cilindro hidráulico.

EL EQUIPO se compone de:

- 1 EQUIPO PORTATIL (con su respectivo kit de herramientas y tubería).

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE (L_{epp}).

Los criterios de aceptación se basan en el concepto de la Longitud libre aparente $\boldsymbol{L_{epp}}$, la cual es la longitud que, con base en las mediciones efectuadas, no está ligada al medio circundante; es decir, se trata de la longitud libre inferida a partir de dichas mediciones. El criterio fue adaptado de la normativa Recommendations for Prestressed Rock a Soil Anchors (POST-TENSIONING INSTITUTE (PTI), 2014).

$$L_{epp} = \frac{A_T\, E_T}{P}\ \delta_e \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

L_{epp} = Longitud libre aparente (m)

A_T = Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm^2)

E_T = Modulo de young del acero - torón (kPa)

δ_e = Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P = Carga de prueba (kN)

El valor obtenido debe estar aplicando las leyes de la elasticidad, entre los alargamientos elásticos correspondientes a estas dos longitudes.

Límite Superior:

$$L_{epp} = L_{libre} + 0{,}5\, L_{Bulbo} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

Límite Inferior:

$$L_{epp} = 0{,}8\, L_{libre} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

L_{epp} = Longitud libre aparente mínima (o de referencia o comparación)

L_{Libre} = Longitud libre del anclaje

L_{Bulbo} = Longitud del bulbo

Si la longitud libre aparente cae fuera de los rangos establecidos previamente, el anclaje puede ser sometido a ciclos de carga de servicio. Si el rendimiento es aceptable según lo indicado anteriormente, se considerará válido el anclaje.

5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES

De manera adicional se determinaron valores permisibles de las elongaciones δ_e, despejando esta variable de la ecuación 1. Para establecer valores de los límites superior e inferior de las elongaciones (deducidas), se obtuvieron las ecuaciones 4 y 5, que resultan de incluir las ecuaciones 2 y 3 en la variable L_{epp} de la ecuación 1 y posteriormente despejar la variable δ_e.

$$\delta_{e\ (Limite\ superior)} = \frac{P\ (\ L_{Libre} + 0{,}5\ L_{Bulbo}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

$$\delta_{e\ (Limite\ inferior)} = \frac{P\ (\ 0{,}8\ \ L_{Libre}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 5)}$$

6. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA

En los días 26 y 28 de septiembre, se llevaron a cabo las pruebas de carga para cuatro (4) anclajes. Realizando este proceso aplicamos la carga en aumento y descarga de cada anclaje seleccionado. La prueba de funcionamiento se utiliza para verificar la capacidad del anclaje, establecer el comportamiento carga-deformación, identificando las causas del movimiento del anclaje y verificar que la longitud real sea igual o mayor que la asumida en el diseño del anclaje (ver Capítulo 5).

Se podrán observar los resultados obtenidos en el Anexo 2.

Tabla 2. Cantidades ejecutadas.

Informe	Anclaje Prueba de Carga	Fecha de Ejecución	Total por Informe
1	10 – A	Mayo 31/2024	2
	20 – A	Mayo 31/2024	
2	30 – A	Junio 22/2024	1
3	40 – A	Julio 11/2024	6
	49 – F	Julio 12/2024	
	50 – A	Julio 11/2024	
	54 – E	Julio 12/2024	
	60 – A	Julio 11/2024	
	61 – E	Julio 12/2024	
4	71 – A	Agosto 1/2024	7
	76 – F	Agosto 17/2024	
	82 – E	Agosto 17/2024	
	85 – A	Agosto 16/2024	
	90 – D	Agosto 20/2024	
	92 – (-A)	Agosto 16/2024	
	100 – (-B)	Agosto 20/2024	
5	105 – E	Septiembre 28/2024	4
	107 – D	Septiembre 28/2024	
	117 – F	Septiembre 26/2024	
	120 – H	Septiembre 26/2024	

A la fecha, se ha realizado un total de veinte (20) pruebas de carga para los anclajes para el sector de La Gloria.

7. BIBLIOGRAFÍA

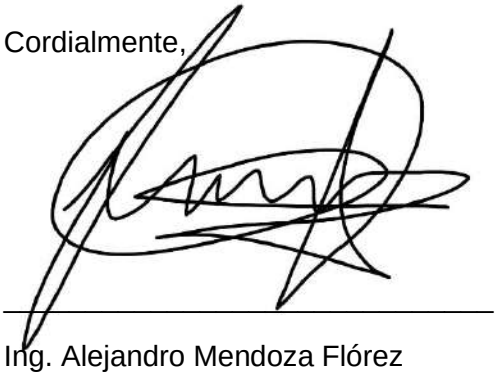
Federal Highway Administration (FHWA). (1999). Ground Anchors and Anchored Systems. En *Geotechnical Engineering Circular No. 4* (págs. 142 - 154). Washington, DC.

POST-TENSIONING INSTITUTE (PTI). (2014). Recommendations for Prestressed Rock a Soil Anchors. En *PTI DC-35: Prestressed Rock and Soil Anchor Committee* (págs. 73 - 89). Farming Hills, MI.

8. FIRMA DEL ESPECIALISTA

El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.

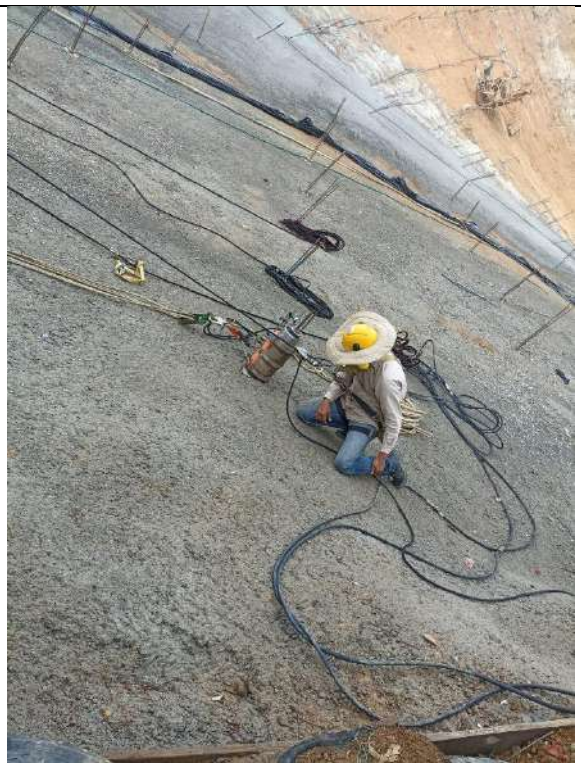
Cordialmente,



Ing. Alejandro Mendoza Flórez
Ingeniero civil

Anexo 1. Registro Fotográfico

	
1. Registro de datos	2. Ejecución del ensayo
	
3. Equipo de tensionamiento	4. Ejecución de la prueba de carga

	
5. Ejecución de la prueba de carga	6. Ejecución de la prueba de carga

Anexo 2. Informe prueba de carga (WK-PC-01)

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**105 - E**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	δt1	20,6502			δt1-δr1=δe1	14,478
			AL		1,5			δr1	6,1722		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	δ2	18,7452			δt2-δr2=δe2	28,0416
		2	0,50 DL	1200	15	δt2	41,0464				
			AL		1,5			δr2	13,0048		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	δ3	23,1648			δt3-δr3=δe3	45,3898
		2	0,50 DL	1200	15	δ3	36,703				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δt3	61,3918				
			AL		1,5			δr3	16,002		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	δ4	31,8008			δt4-δr4=δe4	56,9468
		2	0,50 DL	1200	15	δ4	48,768				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ4	65,913				
		5	1,00 DL	2500	30	δt4	79,5528				
			AL		1,5			δr4	22,606		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	δ5	38,9636			δt5-δr5=δe5	67,5894
		2	0,50 DL	1200	15	δ5	55,499				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ5	71,7042				
		5	1,00 DL	2500	30	δ5	80,2386				
		10	1,20 DL	2900	36	δt5	100,7364				
			AL		1,5			δr5	33,147		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	δ6	62,6872			δt6-δr6=δe6	80,6704
		2	0,50 DL	1200	15	δ6	64,135				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ6	73,1012				
		5	1,00 DL	2500	30	δ6	86,0298				
		10	1,20 DL	2900	36	δ6	100,6348				
		15	1,33 DL	3300	39,9	δt6	110,744				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			δr6	30,0736	δt6-δr6=δe6	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	105 - E		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

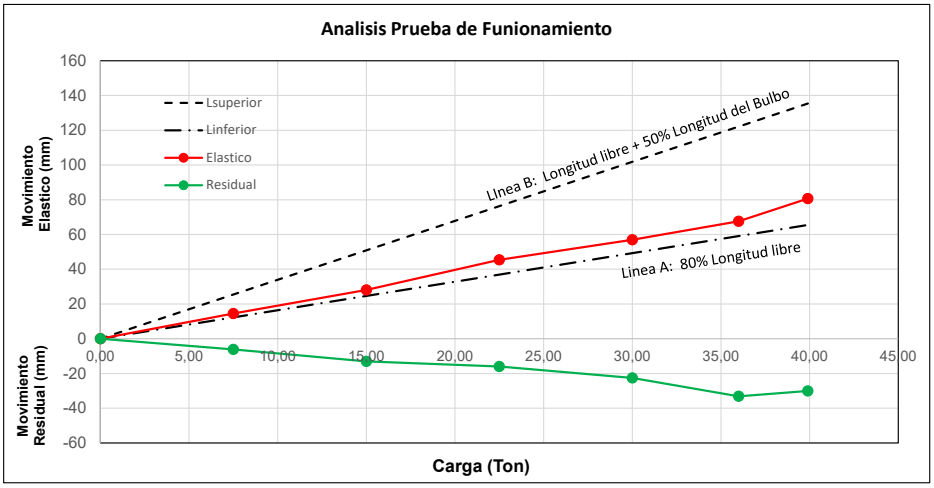
DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp	Lsuperior =	22,50	Linferior =	11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	14,48	12,232	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	28,04	11,85	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	45,39	12,78	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	56,95	12,03	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	67,59	11,90	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	80,67	12,81	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

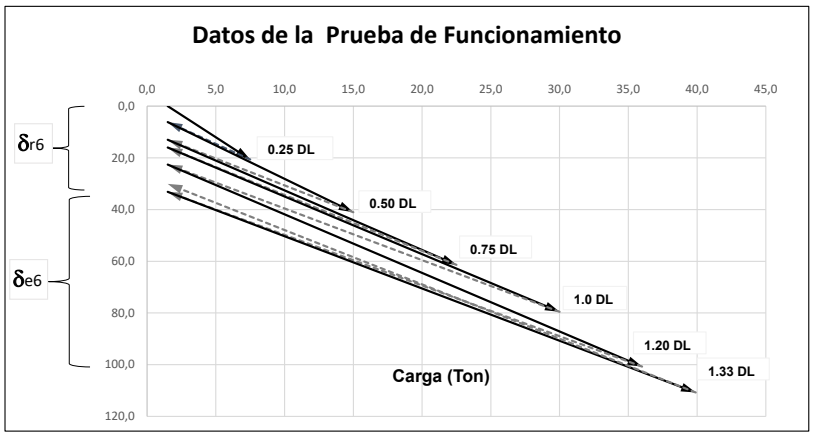
A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$
$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$
$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
12,23	22,50	11,20	CUMPLE
11,85	22,50	11,20	CUMPLE
12,78	22,50	11,20	CUMPLE
12,03	22,50	11,20	CUMPLE
11,90	22,50	11,20	CUMPLE
12,81	22,50	11,20	CUMPLE

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**107 - D**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta t1$	16,2306			$\delta t1-\delta r1=\delta e1$	13,843
			AL		1,5			$\delta r1$	2,3876		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 2$	14,6812			$\delta t2-\delta r2=\delta e2$	29,2608
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta t2$	36,2204				
			AL		1,5			$\delta r2$	6,9596		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 3$	17,3736			$\delta t3-\delta r3=\delta e3$	43,9928
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 3$	36,7284				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta t3$	58,039				
			AL		1,5			$\delta r3$	14,0462		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 4$	29,7688			$\delta t4-\delta r4=\delta e4$	59,4614
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 4$	48,7172				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta 4$	67,2846				
		5	1,00 DL	2500	30	$\delta t4$	81,0768				
			AL		1,5			$\delta r4$	21,6154		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 5$	32,5882			$\delta t5-\delta r5=\delta e5$	71,5264
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 5$	52,6034				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta 5$	70,866				
		5	1,00 DL	2500	30	$\delta 5$	81,7372				
		10	1,20 DL	2900	36	$\delta t5$	97,536				
			AL		1,5			$\delta r5$	26,0096		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 6$	47,244			$\delta t6-\delta r6=\delta e6$	83,0072
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 6$	65,8622				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta 6$	80,264				
		5	1,00 DL	2500	30	$\delta 6$	92,8624				
		10	1,20 DL	2900	36	$\delta 6$	98,679				
		15	1,33 DL	3300	39,9	$\delta t6$	109,7788				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			$\delta r6$	26,7716	$\delta t6-\delta r6=\delta e6$	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	107 - D		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

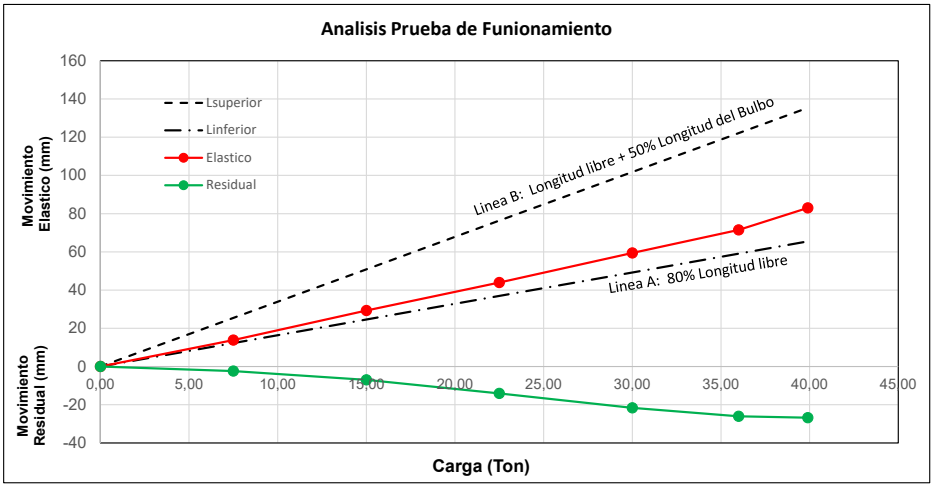
DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp	Lsuperior =	22,50	Linferior =	11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	13,84	11,696	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	29,26	12,36	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	43,99	12,39	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	59,46	12,56	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	71,53	12,59	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	83,01	13,18	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

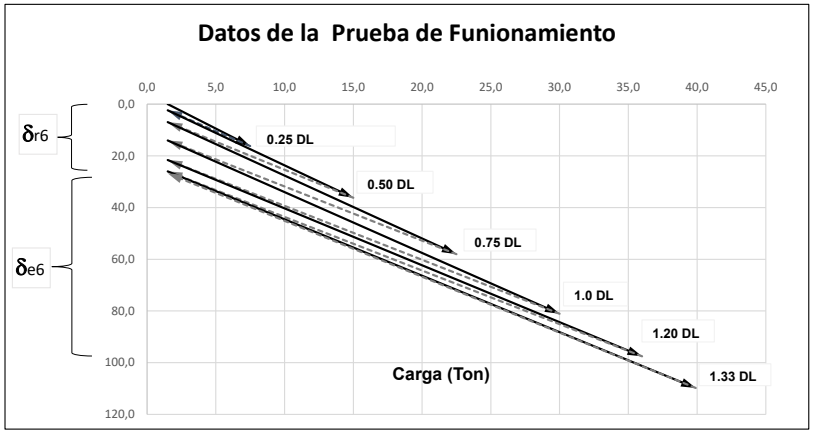
E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$

$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$

$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
11,70	22,50	11,20	CUMPLE
12,36	22,50	11,20	CUMPLE
12,39	22,50	11,20	CUMPLE
12,56	22,50	11,20	CUMPLE
12,59	22,50	11,20	CUMPLE
13,18	22,50	11,20	CUMPLE

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**117 - F**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta t1$	16,637			$\delta t1-\delta r1=\delta e1$	13,589
			AL		1,5			$\delta r1$	3,048		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 2$	12,1412			$\delta t2-\delta r2=\delta e2$	27,432
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta t2$	34,925				
			AL		1,5			$\delta r2$	7,493		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 3$	11,303			$\delta t3-\delta r3=\delta e3$	39,8526
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 3$	28,2956				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta t3$	52,1208				
			AL		1,5			$\delta r3$	12,2682		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 4$	25,2984			$\delta t4-\delta r4=\delta e4$	59,7916
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 4$	41,3258				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta 4$	56,5404				
		5	1,00 DL	2500	30	$\delta t4$	72,9234				
			AL		1,5			$\delta r4$	13,1318		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 5$	29,337			$\delta t5-\delta r5=\delta e5$	65,8114
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 5$	47,8282				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta 5$	63,0174				
		5	1,00 DL	2500	30	$\delta 5$	73,152				
		10	1,20 DL	2900	36	$\delta t5$	90,5764				
			AL		1,5			$\delta r5$	24,765		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	$\delta 6$	39,116			$\delta t6-\delta r6=\delta e6$	80,9244
		2	0,50 DL	1200	15	$\delta 6$	55,8038				
		3	0,75 DL	1800	22,5	$\delta 6$	68,5292				
		5	1,00 DL	2500	30	$\delta 6$	80,3148				
		10	1,20 DL	2900	36	$\delta 6$	93,8784				
		15	1,33 DL	3300	39,9	$\delta t6$	101,7016				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			$\delta r6$	20,7772	$\delta t6-\delta r6=\delta e6$	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	117 - F		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

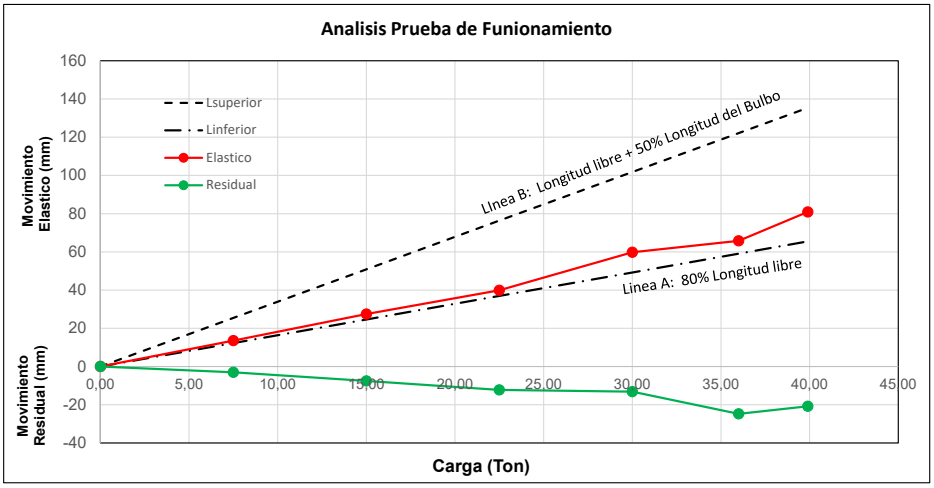
DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp

Lsuperior = 22,50 **Linferior =** 11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	13,59	11,481	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	27,43	11,59	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	39,85	11,22	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	59,79	12,63	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	65,81	11,58	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	80,92	12,85	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

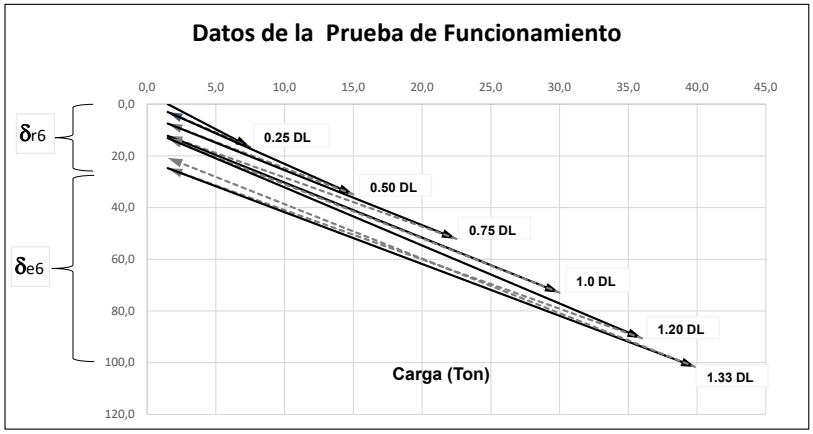
E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$

$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$

$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
11,48	22,50	11,20	CUMPLE
11,59	22,50	11,20	CUMPLE
11,22	22,50	11,20	CUMPLE
12,63	22,50	11,20	CUMPLE
11,58	22,50	11,20	CUMPLE
12,85	22,50	11,20	CUMPLE

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**120 - H**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	δt1	17,2212			δt1-δr1=δe1	14,732
			AL		1,5			δr1	2,4892		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	δ2	10,7442			δt2-δr2=δe2	28,067
		2	0,50 DL	1200	15	δt2	36,195				
			AL		1,5			δr2	8,128		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	δ3	14,986			δt3-δr3=δe3	44,6024
		2	0,50 DL	1200	15	δ3	28,575				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δt3	56,1594				
			AL		1,5			δr3	11,557		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	δ4	22,225			δt4-δr4=δe4	63,4492
		2	0,50 DL	1200	15	δ4	42,037				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ4	61,722				
		5	1,00 DL	2500	30	δt4	79,121				
			AL		1,5			δr4	15,6718		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	δ5	26,1874			δt5-δr5=δe5	76,9366
		2	0,50 DL	1200	15	δ5	45,8978				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ5	62,8142				
		5	1,00 DL	2500	30	δ5	78,2828				
		10	1,20 DL	2900	36	δt5	98,7044				
			AL		1,5			δr5	21,7678		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	δ6	41,656			δt6-δr6=δe6	86,6648
		2	0,50 DL	1200	15	δ6	60,6552				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ6	78,3082				
		5	1,00 DL	2500	30	δ6	90,5002				
		10	1,20 DL	2900	36	δ6	106,7562				
		15	1,33 DL	3300	39,9	δt6	110,8456				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			δr6	24,1808	δt6-δr6=δe6	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	120 - H		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

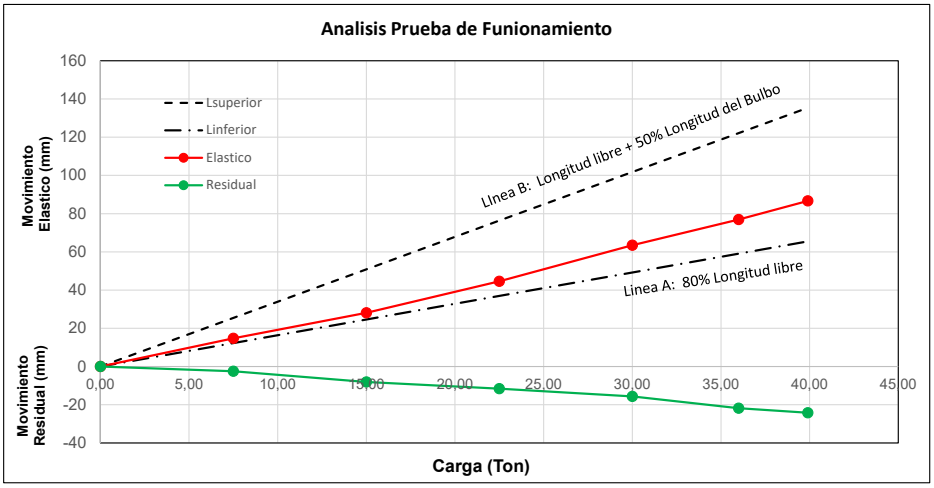
DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp	Lsuperior =	22,50	Linferior =	11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	14,73	12,447	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	28,07	11,86	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	44,60	12,56	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	63,45	13,40	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	76,94	13,54	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	86,66	13,76	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

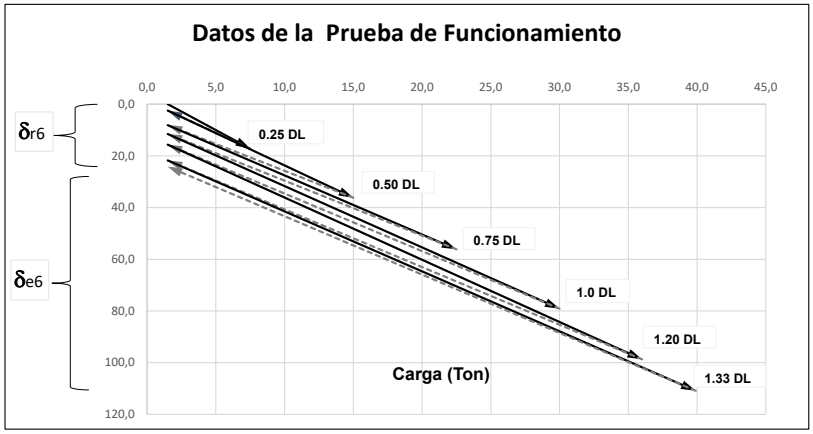
E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$

$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$

$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
12,45	22,50	11,20	CUMPLE
11,86	22,50	11,20	CUMPLE
12,56	22,50	11,20	CUMPLE
13,40	22,50	11,20	CUMPLE
13,54	22,50	11,20	CUMPLE
13,76	22,50	11,20	CUMPLE

Anexo 3. Calibración del equipo

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

F-06-TEC V15

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Calibration Certificate

NUMERO : 7827
Number

ACREDITACIÓN ONAC: ONAC Accreditation	11 - LAC - 011 DEL 13 DE JULIO DE 2011
DIRECCIÓN Address	CARRERA 20 No 39-33 Ofic 301 BOGOTA D.C. TELÉFONOS:3152136624-3164708341-3164708340
LABORATORIO : Laboratory	SERVINTEGRAL LTDA.
INSTRUMENTO : Instrument	DINAMOMETRO
FABRICANTE : Manufacturer	POWER TEAM
MODELO : Model	C / PE554 / spx
NUMERO DE SERIE : Serial number	391115 / 206178
INTERVALO DE MEDICIÓN : Measurement Interval	123,2 kN HASTA 966,3 kN
SOLICITANTE : Customer	WK INGENIERIA S.A.S.
DIRECCIÓN : Address	CALLE 18 # 8 W - 35 TORRE 7 APTO 101
FECHA DE CALIBRACIÓN : Date of Calibration	2 de marzo de 2024
FECHA DE ELABORACIÓN : Date of Elaboration	2 de marzo de 2024
NUMERO DE PAGINAS: Number of Pages	CINCO (5)

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
ELABORADO:
Elaborate

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
REVISADO / AUTORIZADO
Checked / Authorized

Este certificado (informe) expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate (report) is an accurate record of the perfomed measurements results. This certificate may not be partially or totaly reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

Los resultados contenidos en el presente certificado(Informe) se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results of this certificate (Report) refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsability for any ensuing damages to the misuse of the calibrated instruments

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiate intervals.

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

LABORATORIO EMISOR	**SERVINTEGRAL LTDA.**
DIRECCIÓN	CARRERA 20 No 39-33 Ofic 301 BOGOTA D.C. TELÉFONOS:3152136624-3164708341-3164708340

OBJETO DE PRUEBA	DINAMOMETRO	
FABRICANTE	POWER TEAM	
MODELO	C / PE554 / spx	
SERIE	391115 / 206178	
INDICADOR	ENERPAC	
SERIE INDICADOR	B 40.1	
ESCALA	1000 kN	(10000 div)
DIVISIÓN DE ESCALA	10 kN	(100 div)
RESOLUCIÓN	2 kN	(10 div)
TRABAJO REALIZADO	CALIBRACION	
NORMA UTILIZADA	PROCEDIMIENTO INTERNO 15-LC-TEC	
MÉTODO UTILI ZADO	COMPARACIÓN DIRECTA	
DIRECCIÓN DE LA CARGA	COMPRESION	
INTERVALO CALIBRADO	12 % AL 97 %	
TEMPERATURA DE PRUEBA	ENTRE 26,8 °C y 27,2 °C	
FECHA DE CALIBRACIÓN	2 de marzo de 2024	
UNIDAD DE MEDIDA	SISTEMA INTERNACIONAL	
TOTAL PÁGINAS INCLUIDO ANEXOS	CINCO (5)	

PATRONES DE REFERENCIA	**Indicador Digital**	**Transductores de Fuerza**
MARCA	HBM	HBM
MODELO	QUANTUM MX840A	C18/1MN
CAPACIDAD	4,00000 mV/V	1000 kN
No SELLO DE CALIBRACIÓN		7299
No IDENTIFICACIÓN INTERNA	ID-004	TFC-006
FECHA DE CALIBRACIÓN	2024/02/19	2024/02/19

SOLICITANTE	**WK INGENIERIA S.A.S.**
DIRECCIÓN	CALLE 18 # 8 W - 35 TORRE 7 APTO 101
CIUDAD - PAIS	BUCARAMANGA. / COLOMBIA
SITIO DEL OBJETO DE PRUEBA	LABORATORIO

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

1.- MEDICIONES REALIZADAS

Escala : 1000 kN División Escala : 10 kN Resolución : 2 kN

DINAMOMETRO		PATRÓN (kN)				
NIVEL DE CARGA (%)	INDICACIÓN DEL DINAMOMETRO div	SERIE No 1 ASCENSO (kN)	SERIE No 2 ASCENSO (kN)	REVERSIBILIDAD DESCENSO (kN)	SERIE No 3 ASCENSO (kN)	SERIE No 4 ASCENSO (kN)
12	1000	123,4	122,9	-	123,3	-
24	2000	242,3	242,2	-	242,3	-
36	3000	363,7	363,3	-	363,3	-
48	4000	486,2	486,1	-	485,7	-
60	5000	604,8	604,6	-	604,8	-
73	6000	725,9	725,3	-	725,3	-
85	7000	846,1	846,0	-	845,8	-
97	8000	966,2	966,6	-	966,1	-
INDICACIÓN DESPUES DE CARGA (FI0) :		0	0		0	

2.- RESULTADOS DE CALIBRACION

Escala : 1000 kN Dirección de Carga : COMPRESION

LECTURAS (kN)			ERRORES RELATIVOS					
NIVEL DE CARGA (%)	PROMEDIO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DINAMOMETRO (kN)	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución a (%)	Accesorios Acc (%)	Incertidumbre U (%)
12	123,2	123	-0,16	0,40	-	1,00	-	0,63
24	242,2	243	0,33	0,04	-	0,50	-	0,30
36	363,5	364	0,14	0,12	-	0,33	-	0,22
48	486,0	484	-0,41	0,10	-	0,25	-	0,17
60	604,7	605	0,05	0,04	-	0,20	-	0,14
73	725,5	725	-0,07	0,08	-	0,17	-	0,14
85	846,0	846	0,00	0,04	-	0,14	-	0,12
97	966,3	967	0,07	0,05	-	0,13	-	0,11
ERROR RELATIVO DE CERO fo (%) :			0,00	0,00	-	0,00	-	

*** FUERZA CALCULADA CON LA ECUACIÓN : F= A*Xa+B (Coeficientes A y B, hallados por regresión)**

A = 0,1205376

B = 2,2604888

PARA EL CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE, EL FACTOR DE COBERTURA k = 2

"la incertidumbre expandida informada de la medicion se establece como la incertidumbre normalizada de la medicion multiplicada por el factor de cobertura k, tal que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente 95 %."

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

	ERRORES RELATIVOS (%) MÁXIMOS HALLADOS	ERRORES RELATIVOS MÁXIMOS PERMISIBLES NTC-ISO 7500-1 (Tabla No 2)			
ESCALA CALIBRADA :	**1000 kN**	CLASE 0,5	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
EXACTITUD (q)	-0,41	± 0,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0
REPETIBILIDAD (b)	0,40	0,5	1,0	2,0	3,0
REVERSIBILIDAD (v)	-	0,75	1,5	3,0	4,5
RESOLUCIÓN (a)	1,00	0,25	0,5	1,0	1,5
CERO (fo)	0,00	± 0,05	± 0,1	± 0,2	± 0,3
ACCESORIOS	-	0,75	1,5	3,0	4,5
INCERTIDUMBRE (u)	0,63				

TRAZABILIDAD METROLOGICA:

El laboratorio de calibracion de servintegral ltda, asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los resultados obtenidos en las mediciones, por medio de institutos nacionales de metrologia que han sido sometidos a un proceso adecuado de pares cuyos servicios estan cubiertos por el ARM (Acuerdo de reconocimiento mutuo del comité internacional de pesas y medidas) hasta llegar al S.I, y por medio de laboratorios acreditados por un organismo de acreditacion que forma parte del acuerdo ILAC, o de acuerdos regionales reconocidos por ILAC demostrando trazabilidad metrologica, y que cuyos alcances acreditados estan disponibles publicamente en sus organismos de acreditacion respectivos.

EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE SERVINTEGRAL LTDA, CUSTODIA Y MANTIENE ÉSTOS PATRONES, LOS CUALES HAN SIDO CALIBRADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, DE ACUERDO A LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ISO 376 : 2011, QUE EN COLOMBIA ES LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 376 (2013-05-15)

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello **No.** **7827**

2.- Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración. Servintegral ltda, no se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.

3. Por solicitud del cliente se calibra el dinamometro con fuerzas diferentes a las indicadas en el procedimiento interno 15-LC-TEC.

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)

ELABORÓ

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
Metrólogo

REVISÓ / AUTORIZÓ

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
Director de Laboratorio

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-1

INSPECCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA DE ENSAYO O DINAMÓMETRO A COMPRESIÓN SEGÚN NORMA NTC ISO 7500-1 (2007-07-25) ANEXO A (NORMATIVO) Y ANEXO B (INFORMATIVO) LABORATORIO DE CALIBRACIÓN MAGNITUD FUERZA

NÚMERO : 7827

A.1 GENERALIDADES: Esta inspección general de la máquina de ensayos o dinamómetro a compresión debe realizarse antes de la calibración del sistema de medición de fuerza y debe comprender:

A.2 EXAMEN VISUAL:

	SI	NO	N/A
• Las vibraciones externas afectan las lecturas del indicador de fuerza?	☐	☒	☐
• La máquina está nivelada?	☒	☐	☐
• Se registra desviación entre el puntero y el registro de carga?	☐	☐	☒
• Se expone a temperaturas ≤ 10°C ≥ 35°C?	☐	☒	☐
• Su entorno es corrosivo?	☐	☒	☐
• Presenta una humedad relativa ≥90% ? 50%. HR	☐	☒	☐
• Esta protegida contra variaciones de voltaje en el suministro eléctrico?	☐	☒	☐
• En caso de ser pendular; se identifican las masas en forma apropiada?	☐	☐	☒
• El funcionamiento de la máquina está afectado negativamente por:			
- Vibraciones del motor de la bomba hidráulica.	☐	☐	☒
- Fugas de fluido hidráulico.	☐	☐	☒
- Desgastes o defectos en los elementos guías o crucetas móviles.	☐	☐	☒
- Aflojamiento en las columnas verticales del bastidor de carga.	☐	☐	☒

A.3 INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA O DINAMÓMETRO:

		SI	NO	N/A
• Existen ranuras para centrado?		☐	☐	☒
• El plato de compresión superior está montado sobre una rótula?		☐	☐	☒
• Escualiza fácilmente?		☐	☐	☒
• El montaje de platos permite la aplicación de fuerza en forma axial?		☐	☐	☒
• Los platos de carga están instalados en forma permanente?		☐	☐	☒
• En caso negativo, son sustituidos por componentes específicos?		☐	☐	☒
• Los platos de carga cumplen con los requerimientos de la máquina?		☐	☐	☐
• Desviación de la planitud de los platos: (medidos sobre 100 mm)	Superior: ___ mm			
	Inferior: ___ mm			
• Dureza de los platos.	Superior: ___ HRC			
	Inferior: ___ HRC			

A.4 INSPECCIÓN DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DEL CABEZAL

	SI	NO	N/A
• La velocidad de carga permite una variación lenta en ascenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga permite una variación lenta en descenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga puede ser ajustada con suficiente exactitud?	☒	☐	☐
• La carga puede ser accionada en forma manual?	☒	☐	☐
• Presenta mecanismo de apagado automático?	☒	☐	☐
• Es posible alcanzar el valor nominal?	☒	☐	☐
- En caso negativo, porque?			

	SI	NO	N/A
• Las velocidades de deformaciones aplicadas a las probetas cumplen con las normas técnicas aplicadas	☒	☐	☐
- En caso negativo, cuales?			

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-5

DATOS SUPLEMENTARIOS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
MAGNITUD FUERZA

NUMERO :

DATOS TÉCNICOS:

	SI	NO	N/A
• La máquina se calibró con los dispositivos accesorios?	☐	☐	☒
• Las series de mediciones son acordes, según norma NTC ISO 7500-1 N° 6.4.5.	☒	☐	☐

DATOS DEL INDICADOR:

MARCA	—	MODELO	—	SERIE	—

Rangos de medición	Resolución a 10%	Resolución a 20%	Resoluciones relativas a 10%	Resoluciones relativas a 20%
1000div 10000div	10div	10div	1/18	0,61

• Se realizaron reparaciones o ajustes durante la calibración? ☐ ☒ ☐
En caso afirmativo cuales?

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie1 °C	Serie 4 °C
Inicio	26,8	27,1		29,1	
Fin	26,9	27,2		29,0	

DATOS ADMINISTRATIVOS:

• Dispone el laboratorio del manual de operación?	☒	☐	☐
• En caso afirmativo; se entiende fácilmente?	☒	☐	☐
• Cuantos operadores manejan la máquina? 2			
• Están todos los operadores entrenados?	☒	☐	☐
• Existen en el laboratorio programas de mantenimiento preventivos y Calibraciones periódicas?	☒	☐	☐
• Razón social de quién efectúo la calibración anterior y fecha			

—	—	—	—

Atendió la calibración:

Nombre	Miguel Roberto	Cargo	—

FECHA: 2014-03-02

FIRMA:

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

FIN DE DOCUMENTO


SERVINTEGRAL LTDA.
ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
Calibrado
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011
Magnitud:
FUERZA
Fecha Calibración
AÑO
MES
DIA
2024
03
02
Certificado No.
7827

wk Ingeniería S.A.S.

“SEXTO INFORME PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES”

PARA: Consorcio GESA

FECHA: OCTUBRE DE 2024

ASUNTO: **INFORME PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES**

Revisión y aprobación					
Revisión	**Fecha**	**Descripción:**	**Elaborado:**	**Revisado:**	**Aprobado:**
A	10/2024	Para revisión	AM	MS	

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 6
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
4. PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES 8
4.1 PRUEBAS DE CARGA SIMPLE 8
4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO 9
4.3 EQUIPO 15
5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 17
5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE ($\boldsymbol{Lepp}$). 17
5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES 18
6. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA 19
7. BIBLIOGRAFÍA 20
8. FIRMA DEL ESPECIALISTA 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Paso a paso de la prueba de funcionamiento..... 12
Tabla 2. Cantidades ejecutadas..... 19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca. 6
Figura 2. Vista general del sitio de estudio..... 7
Figura 3. Interpretación de la prueba de carga simple. 9
Figura 4. Interpretación de la prueba de funcionamiento. 13

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Instalación del equipo para la prueba de carga..... 14
Fotografía 2. Instalación del equipo para la prueba de carga..... 14
Fotografía 3. Ejecución del ensayo. 15
Fotografía 4. Bomba eléctrica. 16
Fotografía 5. Cilindro hidráulico. 16

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Registro Fotográfico
Anexo 2. Informe prueba de carga (WK-PC-01)
Anexo 3. Calibración del equipo

1. INTRODUCCIÓN

Para evaluar el comportamiento de los anclajes y determinar su aceptación, se requiere realizar un correcto análisis de la información obtenida en campo. Este proceso implica la ejecución de la prueba de carga en los anclajes con el objetivo de adquirir información detallada que permita definir las propiedades de los mismos y su desempeño en el terreno.

Aunque existen varias metodologías disponibles para llevar a cabo este tipo de evaluaciones, en el presente estudio se optó por realizar pruebas de funcionamiento en los anclajes, con la supervisión de un equipo de profesionales especializados en geotecnia.

Este informe documenta los resultados obtenidos de las pruebas de carga, incluyendo el análisis y procesamiento de la información relevante, así como las conclusiones derivadas de dichos análisis con respecto a la aceptación de los anclajes evaluados.

2. OBJETIVOS

Realizar el proceso de prueba de carga de anclajes para la pantalla anclada del proyecto “Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander”, específicamente en el sector de La Gloria. En este proceso, se evalúa la aceptación de la prueba de funcionamiento llevada a cabo en una cantidad anclajes seleccionados en la obra de mitigación, con el fin de determinar su capacidad de resistencia y su adecuación para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad del proyecto.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar el proceso de prueba de carga en los anclajes seleccionados, siguiendo los protocolos establecidos y utilizando equipos adecuados para garantizar la precisión de los resultados.

- Registrar de manera detallada los resultados de las pruebas de carga realizadas, incluyendo cualquier hallazgo relevante o anomalía observada durante el proceso de evaluación.

- Evaluar la aceptación de cada prueba de funcionamiento realizada en los anclajes seleccionados, mediante el análisis de los datos obtenidos durante las pruebas, con el objetivo de determinar su capacidad de resistencia y su idoneidad para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad del proyecto.

3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se encuentra localizado en la comuna 4 en la ciudad de Bucaramanga, Santander.

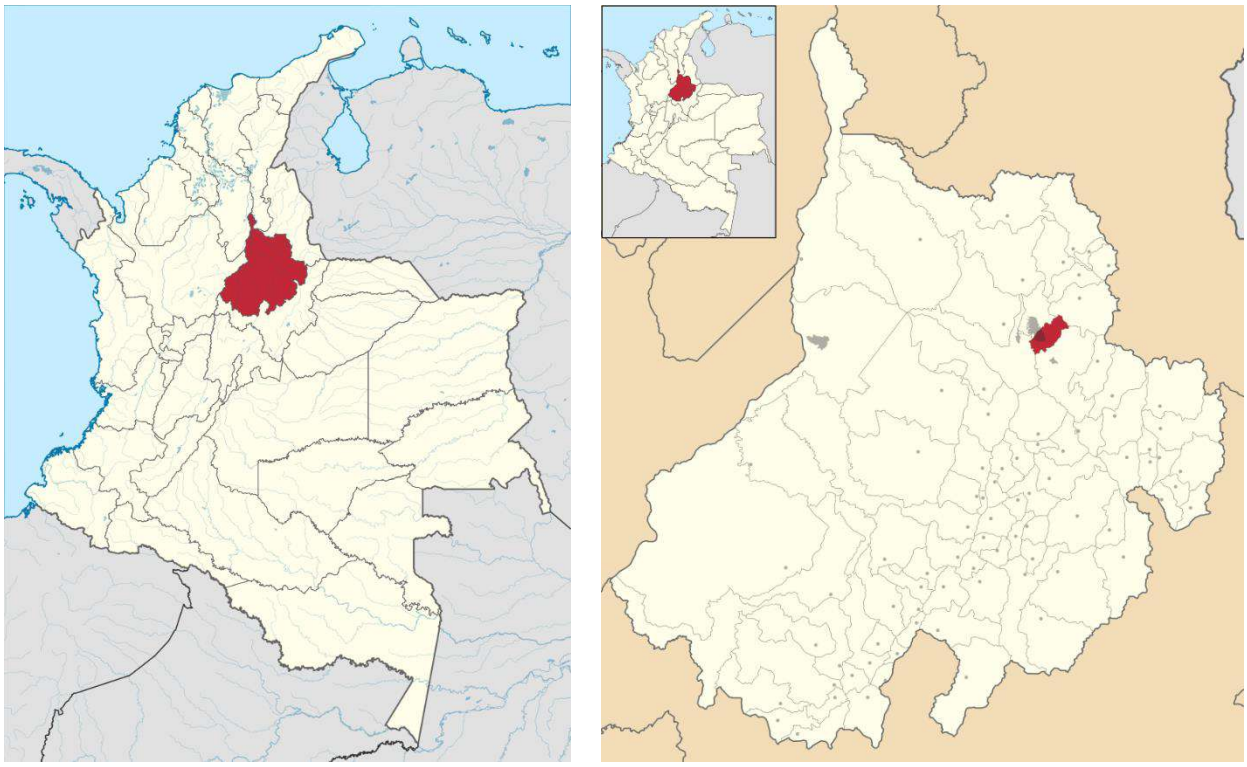


Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca.



Figura 2. Vista general del sitio de estudio.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el contrato denominado “Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander“ se está llevando a cabo la construcción de una pantalla anclada. Este proyecto forma parte de las medidas de mitigación y estabilización implementadas en estas áreas vulnerables, con el propósito de prevenir y reducir el riesgo asociado a eventos geotécnicos como deslizamientos y erosiones.

4. PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES

En aras de concretar el análisis de aceptabilidad, se ejecutan pruebas de carga por medio de aplicación de fuerzas de tracción controladas a los anclajes instalados en el terreno. En el presente capítulo, se exponen las actividades necesarias para llevar a cabo el tensionamiento de anclajes activos.

Las pruebas de carga deben ejecutarse días después de construidos los dados de transferencia de carga, y se hace siguiendo el proceso de carga, siempre y cuando la edad del concreto de la estructura de reacción lo permita. Se registra en el control de la prueba (formato WK-PC-01) del anclaje la lectura de los desplazamientos acumulados y residuales.

4.1 PRUEBAS DE CARGA SIMPLE

El objetivo de esta prueba es verificar la capacidad del anclaje, aplicando cargas incrementales hasta llegar a la carga de diseño, P, o más.

- Paso 1. Aplique la carga de alineación a la cual se supone que el movimiento total es igual a cero.
- Paso 2. Aplicar y registrar sucesivamente los movimientos totales para los siguientes incrementos de carga a las cargas de prueba T1 y T2: 0.25T, 0.50T, 0.75T, 1.00T, 1.20T, 1.33T.
- Paso 3. Mantenga la carga de prueba durante diez minutos y registrar el movimiento total.
- Paso 4. Descargar a la carga de alineación y registrar el movimiento residual.
- Paso 5. Si los resultados de la prueba satisfacen los criterios de aceptación, reduzca la carga a la carga de bloqueo 1.00T.

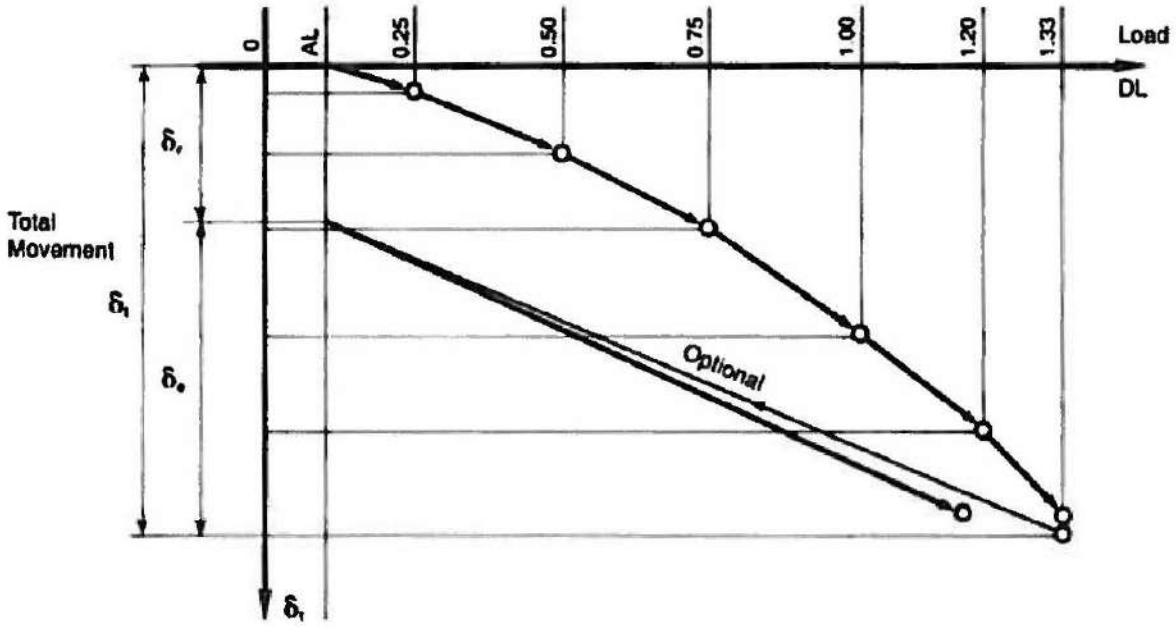


Figura 3. Interpretación de la prueba de carga simple.
Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Los objetivos de esta prueba son: a) si la capacidad del ancla es la requerida, b) si se estableció la longitud libre de diseño y c) cual es la deformación residual del ancla.

- Paso 1. Se debe aplicar una carga de asiento o de alineación AL, generalmente no es más del 5% de la carga de diseño T, y su propósito es garantizar que el equipo de tensionamiento este correctamente alineado.

- Paso 2. Una vez aplicada la carga de asiento, se aplica un incremento de carga igual al 25% de la carga de prueba (T1 y T2). Cuando se estabilizan las lecturas del deformímetro, se toma una lectura y se remueve el incremento aplicado, regresando a la carga de asiento donde nuevamente se toma otra lectura con el micrómetro.

- Paso 3. En el segundo ciclo de carga se aplican incrementos de 25% y 50% de T. Después de cada incremento se siguen tomando lecturas con el deformímetro. Al alcanzar el 50% de T nuevamente se retira toda la carga aplicada para regresar a la carga de asiento.

- Paso 4. En el tercer ciclo de carga se aplican cargas iguales a 25, 50, y 75% de la carga de prueba T, tomando lecturas después de cada uno de ellos y nuevamente regresando a la carga de asiento al finalizar el ciclo.

- Paso 5. En el cuarto ciclo de carga se alcanza el 100% de la carga de diseño en cuatro incrementos, tomando lecturas y descargando como en los ciclos anteriores.

- Paso 6. Los cuatro primeros incrementos durante el quinto ciclo de carga son 25, 50, 75, 100% de la carga de prueba; al aplicar el quinto y último incremento, la carga se lleva 20% por arriba de la carga alcanzada previamente (1.2T).

- Paso 7. En el último ciclo de carga los incrementos son 0.25, 0.5, 0.75, 1.00, 1.2 y 1.33T. La carga máxima se sostiene al menos 10 minutos, registrando las elongaciones del ancla a intervalos convenientes (1, 1, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos). Si después de estos 10 minutos la deformación del ancla excede 1.0 mm, se recomienda sostener la carga otros 50 minutos, registrando las deformaciones inducidas a los 20, 30, 40 y 50 minutos. El propósito de esta retención de carga es medir movimientos dependientes del tiempo, es decir, fluencia del anclaje.

- Paso 8. Al finalizar el último ciclo de carga, la fuerza se regresa a la carga de prueba y se finja el ancla.

Los datos fuerza-deformación se grafican y se puede obtener en cada ciclo de carga-descarga las deformaciones elásticas y las deformaciones residuales del anclaje, así como sus deformaciones totales.

Tabla 1. Paso a paso de la prueba de funcionamiento.

Load	Total movement at load cycle maximum δ_t	Residual movement at AL after cycle maximum δ_r	Elastic movement at load cycle maximum δ_e
AL 0.25 DL	δ_{t1}		$\delta_{t1} - \delta_{r1} = \delta_{e1}$
AL 0.25 DL 0.50 DL	δ_{t2}	δ_{r1}	$\delta_{t2} - \delta_{r2} = \delta_{e2}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL	δ_{t3}	δ_{r2}	$\delta_{t3} - \delta_{r3} = \delta_{e3}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL	δ_{t4}	δ_{r3}	$\delta_{t4} - \delta_{r4} = \delta_{e4}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL 1.20 DL	δ_{t5}	δ_{r4}	$\delta_{t5} - \delta_{r5} = \delta_{e5}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL 1.20 DL 1.33 DL	δ_{t6} Test Load (zero reading for Creep Test) δ_{tn} Final Load hold reading	δ_{r5}	$\delta_{t6} - \delta_{r6} = \delta_{e6}$
AL Adjust to lock-off load		δ_{r6}	

Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.

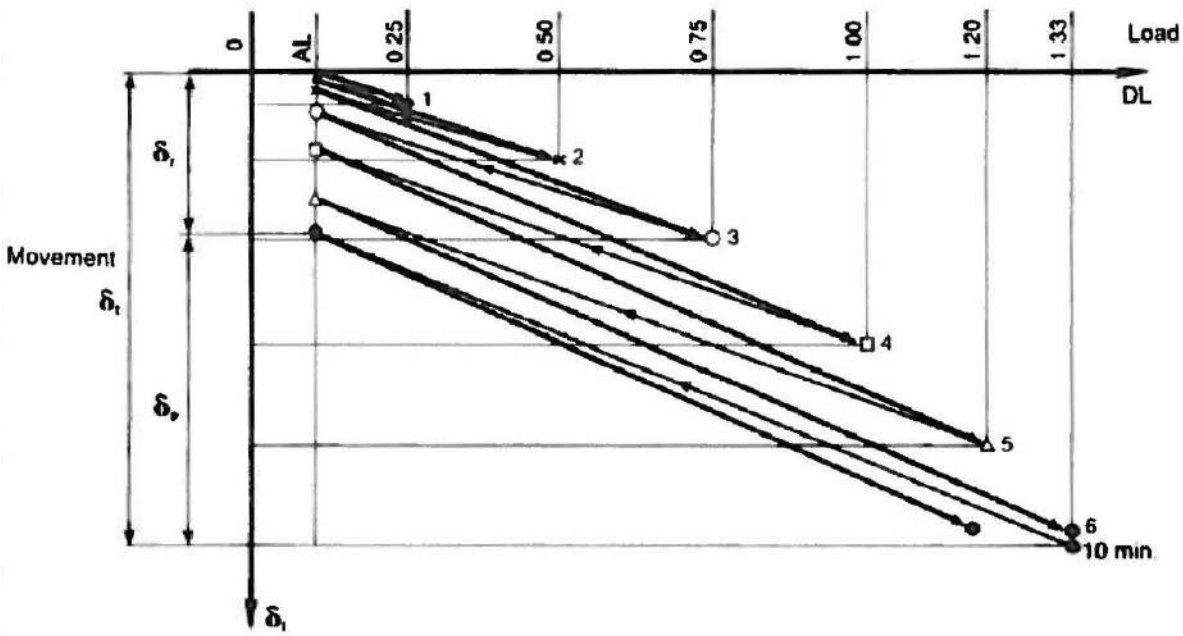


Figura 4. Interpretación de la prueba de funcionamiento.
Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.



Fotografía 1. Instalación del equipo para la prueba de carga.



Fotografía 2. Instalación del equipo para la prueba de carga.



Fotografía 3. Ejecución del ensayo.

4.3 EQUIPO

Los equipos a son utilizados en el tensionamiento de anclajes (ver ficha de equipo WK-T-02) son:

CANT.	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Gato Hidráulico	Gato multitorón.



Fotografía 4. Bomba eléctrica.



Fotografía 5. Cilindro hidráulico.

EL EQUIPO se compone de:

- 1 EQUIPO PORTATIL (con su respectivo kit de herramientas y tubería).

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE (L_{epp}).

Los criterios de aceptación se basan en el concepto de la Longitud libre aparente $\boldsymbol{L_{epp}}$, la cual es la longitud que, con base en las mediciones efectuadas, no está ligada al medio circundante; es decir, se trata de la longitud libre inferida a partir de dichas mediciones. El criterio fue adaptado de la normativa Recommendations for Prestressed Rock a Soil Anchors (POST-TENSIONING INSTITUTE (PTI), 2014).

$$L_{epp} = \frac{A_T\, E_T}{P}\ \delta_e \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

L_{epp} = Longitud libre aparente (m)

A_T = Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm^2)

E_T = Modulo de oung del acero – torón (kPa)

δ_e = Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P = Carga de prueba (Kn)

El valor obtenido debe estar aplicando las leyes de la elasticidad, entre los alargamientos elásticos correspondientes a estas dos longitudes.

Límite Superior:

$$L_{epp} = L_{libre} + 0{,}5\, L_{Bulbo} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

Límite Inferior:

$$L_{epp} = 0{,}8\, L_{libre} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

L_{epp} = Longitud libre aparente mínima (o de referencia o comparación)

L_{Libre} = Longitud libre del anclaje

L_{Bulbo} = Longitud del bulbo

Si la longitud libre aparente cae fuera de los rangos establecidos previamente, el anclaje puede ser sometido a ciclos de carga de servicio. Si el rendimiento es aceptable según lo indicado anteriormente, se considerará válido el anclaje.

5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES

De manera adicional se determinaron valores permisibles de las elongaciones δ_e, despejando esta variable de la ecuación 1. Para establecer valores de los límites superior e inferior de las elongaciones (deducidas), se obtuvieron las ecuaciones 4 y 5, que resultan de incluir las ecuaciones 2 y 3 en la variable L_{epp} de la ecuación 1 y posteriormente despejar la variable δ_e.

$$\delta_{e\ (Limite\ superior)} = \frac{P\ (\ L_{Libre} + 0{,}5\ L_{Bulbo}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

$$\delta_{e\ (Limite\ inferior)} = \frac{P\ (\ 0{,}8\ \ L_{Libre}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 5)}$$

6. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA

En los día 31 de octubre, se llevó a cabo la prueba de carga para un (1) anclaje. Realizando este proceso aplicamos la carga en aumento y descarga de cada anclaje seleccionado. La prueba de funcionamiento se utiliza para verificar la capacidad del anclaje, establecer el comportamiento carga-deformación, identificando las causas del movimiento del anclaje y verificar que la longitud real sea igual o mayor que la asumida en el diseño del anclaje (ver Capítulo 5).

Se podrán observar los resultados obtenidos en el Anexo 2.

Tabla 2. Cantidades ejecutadas.

Informe	Anclaje Prueba de Carga	Fecha de Ejecución	Total por Informe
1	10 – A	Mayo 31/2024	2
	20 – A	Mayo 31/2024	
2	30 – A	Junio 22/2024	1
3	40 – A	Julio 11/2024	6
	49 – F	Julio 12/2024	
	50 – A	Julio 11/2024	
	54 – E	Julio 12/2024	
	60 – A	Julio 11/2024	
	61 – E	Julio 12/2024	
4	71 – A	Agosto 1/2024	7
	76 – F	Agosto 17/2024	
	82 – E	Agosto 17/2024	
	85 – A	Agosto 16/2024	
	90 – D	Agosto 20/2024	
	92 – (-A)	Agosto 16/2024	
	100 – (-B)	Agosto 20/2024	
5	105 – E	Septiembre 28/2024	4
	107 – H	Septiembre 28/2024	
	117 – F	Septiembre 26/2024	
	120 – H	Septiembre 26/2024	
6	ADI 20 – D	Octubre 31/2024	1

A la fecha, se ha realizado un total de veinte (21) pruebas de carga para los anclajes para el sector de La Gloria.

7. BIBLIOGRAFÍA

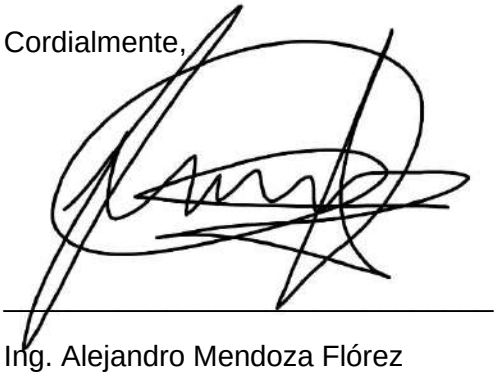
Federal Highway Administration (FHWA). (1999). Ground Anchors and Anchored Systems. En *Geotechnical Engineering Circular No. 4* (págs. 142 - 154). Washington, DC.

POST-TENSIONING INSTITUTE (PTI). (2014). Recommendations for Prestressed Rock a Soil Anchors. En *PTI DC-35: Prestressed Rock and Soil Anchor Committee* (págs. 73 - 89). Farming Hills, MI.

8. FIRMA DEL ESPECIALISTA

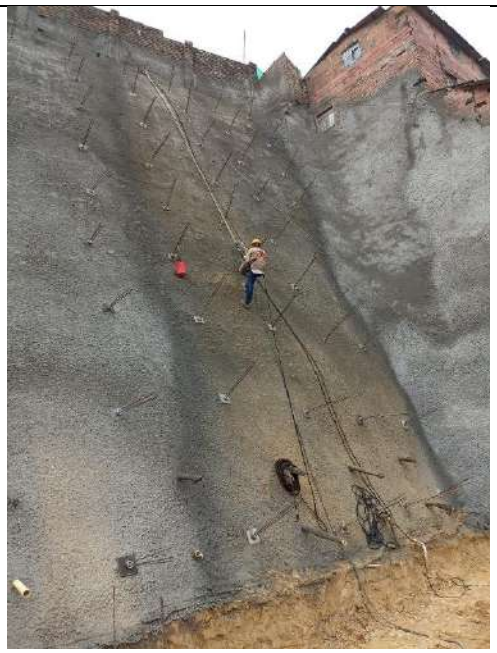
El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.

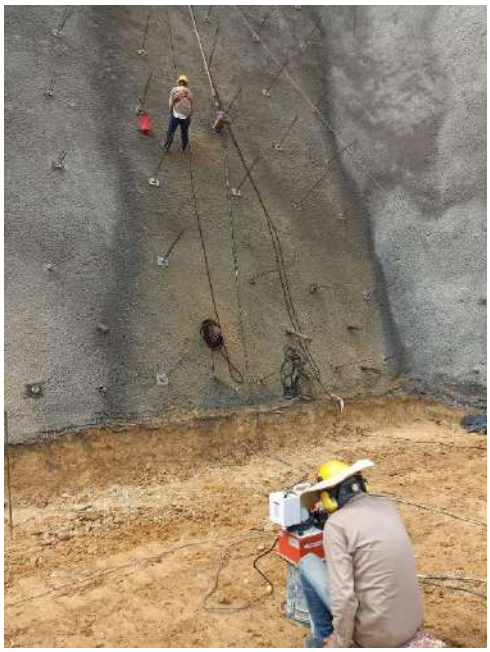
Cordialmente,



Ing. Alejandro Mendoza Flórez
Ingeniero civil

Anexo 1. Registro Fotográfico

	
1. Registro de datos	2. Ejecución del ensayo
	
3. Equipo de tensionamiento	4. Ejecución de la prueba de carga

	
5. Ejecución de la prueba de carga	6. Ejecución de la prueba de carga

Anexo 2. Informe prueba de carga (WK-PC-01)

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**ADI 20-D**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	δt1	19,2786			δt1-δr1=δe1	14,5796
			AL		1,5			δr1	4,699		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	δ2	16,9672			δt2-δr2=δe2	27,686
		2	0,50 DL	1200	15	δt2	38,7858				
			AL		1,5			δr2	11,0998		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	δ3	18,3134			δt3-δr3=δe3	41,6052
		2	0,50 DL	1200	15	δ3	35,941				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δt3	64,0334				
			AL		1,5			δr3	22,4282		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	δ4	37,8714			δt4-δr4=δe4	53,467
		2	0,50 DL	1200	15	δ4	53,5432				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ4	71,374				
		5	1,00 DL	2500	30	δt4	82,423				
			AL		1,5			δr4	28,956		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	δ5	43,7642			δt5-δr5=δe5	65,6082
		2	0,50 DL	1200	15	δ5	58,166				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ5	73,3552				
		5	1,00 DL	2500	30	δ5	87,9094				
		10	1,20 DL	2900	36	δt5	101,1174				
			AL		1,5			δr5	35,5092		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	δ6	52,2224			δt6-δr6=δe6	78,3336
		2	0,50 DL	1200	15	δ6	65,8368				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ6	79,6798				
		5	1,00 DL	2500	30	δ6	86,5632				
		10	1,20 DL	2900	36	δ6	105,8672				
		15	1,33 DL	3300	39,9	δt6	110,9218				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			δr6	32,5882	δt6-δr6=δe6	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	ADI 20-D		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

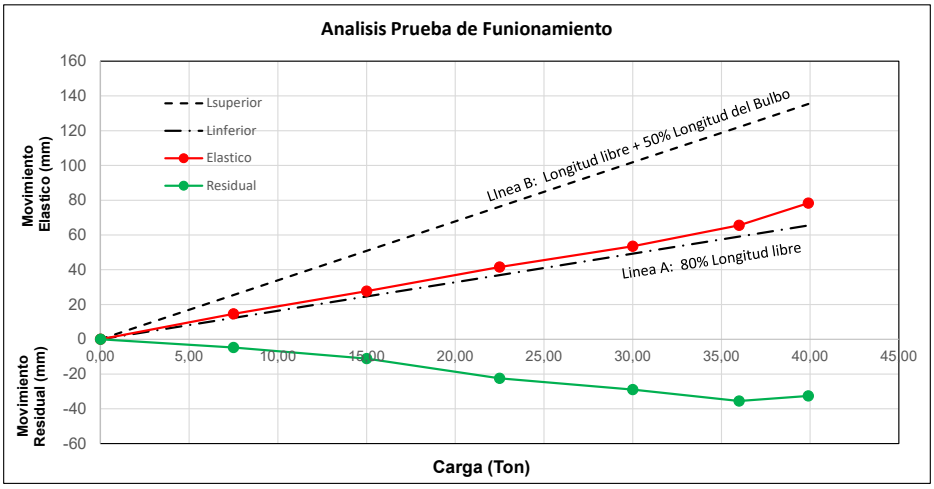
DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp	Lsuperior =	22,50	Linferior =	11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	14,58	12,318	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	27,69	11,70	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	41,61	11,72	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	53,47	11,29	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	65,61	11,55	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	78,33	12,44	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

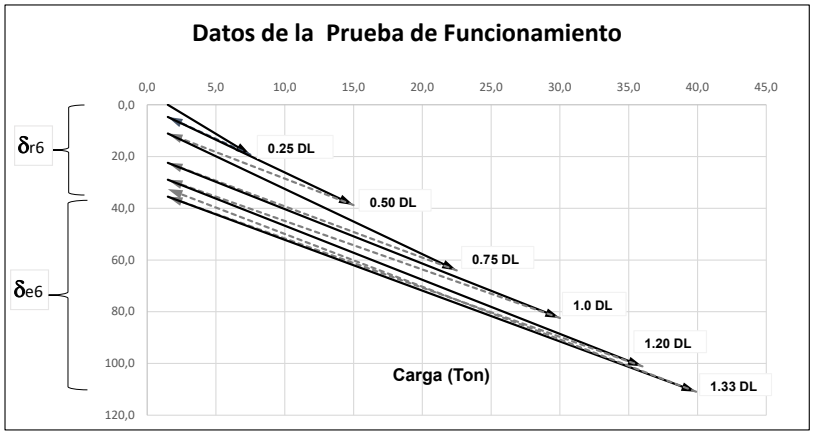
A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$
$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$
$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
12,32	22,50	11,20	CUMPLE
11,70	22,50	11,20	CUMPLE
11,72	22,50	11,20	CUMPLE
11,29	22,50	11,20	CUMPLE
11,55	22,50	11,20	CUMPLE
12,44	22,50	11,20	CUMPLE

Anexo 3. Calibración del equipo

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

F-06-TEC V15

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Calibration Certificate

NUMERO : 7827
Number

ACREDITACIÓN ONAC: ONAC Accreditation	11 - LAC - 011 DEL 13 DE JULIO DE 2011
DIRECCIÓN Address	CARRERA 20 No 39-33 Ofic 301 BOGOTA D.C. TELÉFONOS:3152136624-3164708341-3164708340
LABORATORIO : Laboratory	SERVINTEGRAL LTDA.
INSTRUMENTO : Instrument	DINAMOMETRO
FABRICANTE : Manufacturer	POWER TEAM
MODELO : Model	C / PE554 / spx
NUMERO DE SERIE : Serial number	391115 / 206178
INTERVALO DE MEDICIÓN : Measurement Interval	123,2 kN HASTA 966,3 kN
SOLICITANTE : Customer	WK INGENIERIA S.A.S.
DIRECCIÓN : Address	CALLE 18 # 8 W - 35 TORRE 7 APTO 101
FECHA DE CALIBRACIÓN : Date of Calibration	2 de marzo de 2024
FECHA DE ELABORACIÓN : Date of Elaboration	2 de marzo de 2024
NUMERO DE PAGINAS: Number of Pages	CINCO (5)

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
ELABORADO:
Elaborate

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
REVISADO / AUTORIZADO
Checked / Authorized

Este certificado (informe) expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate (report) is an accurate record of the perfomed measurements results. This certificate may not be partially or totaly reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

Los resultados contenidos en el presente certificado(Informe) se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results of this certificate (Report) refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsability for any ensuing damages to the misuse of the calibrated instruments

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiate intervals.

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

LABORATORIO EMISOR	**SERVINTEGRAL LTDA.**
DIRECCIÓN	CARRERA 20 No 39-33 Ofic 301 BOGOTA D.C. TELÉFONOS:3152136624-3164708341-3164708340

OBJETO DE PRUEBA	DINAMOMETRO	
FABRICANTE	POWER TEAM	
MODELO	C / PE554 / spx	
SERIE	391115 / 206178	
INDICADOR	ENERPAC	
SERIE INDICADOR	B 40.1	
ESCALA	1000 kN	(10000 div)
DIVISIÓN DE ESCALA	10 kN	(100 div)
RESOLUCIÓN	2 kN	(10 div)
TRABAJO REALIZADO	CALIBRACION	
NORMA UTILIZADA	PROCEDIMIENTO INTERNO 15-LC-TEC	
MÉTODO UTILI ZADO	COMPARACIÓN DIRECTA	
DIRECCIÓN DE LA CARGA	COMPRESION	
INTERVALO CALIBRADO	12 % AL 97 %	
TEMPERATURA DE PRUEBA	ENTRE 26,8 °C y 27,2 °C	
FECHA DE CALIBRACIÓN	2 de marzo de 2024	
UNIDAD DE MEDIDA	SISTEMA INTERNACIONAL	
TOTAL PÁGINAS INCLUIDO ANEXOS	CINCO (5)	

PATRONES DE REFERENCIA	**Indicador Digital**	**Transductores de Fuerza**
MARCA	HBM	HBM
MODELO	QUANTUM MX840A	C18/1MN
CAPACIDAD	4,00000 mV/V	1000 kN
No SELLO DE CALIBRACIÓN		7299
No IDENTIFICACIÓN INTERNA	ID-004	TFC-006
FECHA DE CALIBRACIÓN	2024/02/19	2024/02/19

SOLICITANTE	**WK INGENIERIA S.A.S.**
DIRECCIÓN	CALLE 18 # 8 W - 35 TORRE 7 APTO 101
CIUDAD - PAIS	BUCARAMANGA. / COLOMBIA
SITIO DEL OBJETO DE PRUEBA	LABORATORIO

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

1.- MEDICIONES REALIZADAS

Escala : 1000 kN División Escala : 10 kN Resolución : 2 kN

DINAMOMETRO		PATRÓN (kN)				
NIVEL DE CARGA (%)	INDICACIÓN DEL DINAMOMETRO div	SERIE No 1 ASCENSO (kN)	SERIE No 2 ASCENSO (kN)	REVERSIBILIDAD DESCENSO (kN)	SERIE No 3 ASCENSO (kN)	SERIE No 4 ASCENSO (kN)
12	1000	123,4	122,9	-	123,3	-
24	2000	242,3	242,2	-	242,3	-
36	3000	363,7	363,3	-	363,3	-
48	4000	486,2	486,1	-	485,7	-
60	5000	604,8	604,6	-	604,8	-
73	6000	725,9	725,3	-	725,3	-
85	7000	846,1	846,0	-	845,8	-
97	8000	966,2	966,6	-	966,1	-
INDICACIÓN DESPUES DE CARGA (FI0) :		0	0		0	

2.- RESULTADOS DE CALIBRACION

Escala : 1000 kN Dirección de Carga : COMPRESION

LECTURAS (kN)			ERRORES RELATIVOS					
NIVEL DE CARGA (%)	PROMEDIO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DINAMOMETRO (kN)	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución a (%)	Accesorios Acc (%)	Incertidumbre U (%)
12	123,2	123	-0,16	0,40	-	1,00	-	0,63
24	242,2	243	0,33	0,04	-	0,50	-	0,30
36	363,5	364	0,14	0,12	-	0,33	-	0,22
48	486,0	484	-0,41	0,10	-	0,25	-	0,17
60	604,7	605	0,05	0,04	-	0,20	-	0,14
73	725,5	725	-0,07	0,08	-	0,17	-	0,14
85	846,0	846	0,00	0,04	-	0,14	-	0,12
97	966,3	967	0,07	0,05	-	0,13	-	0,11
ERROR RELATIVO DE CERO fo (%) :			0,00	0,00	-	0,00	-	

*** FUERZA CALCULADA CON LA ECUACIÓN : F= A*Xa+B (Coeficientes A y B, hallados por regresión)**

A = 0,1205376

B = 2,2604888

PARA EL CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE, EL FACTOR DE COBERTURA k = 2

"la incertidumbre expandida informada de la medicion se establece como la incertidumbre normalizada de la medicion multiplicada por el factor de cobertura k, tal que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente 95 %."

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

	ERRORES RELATIVOS (%) MÁXIMOS HALLADOS	ERRORES RELATIVOS MÁXIMOS PERMISIBLES NTC-ISO 7500-1 (Tabla No 2)			
ESCALA CALIBRADA :	**1000 kN**	CLASE 0,5	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
EXACTITUD (q)	-0,41	± 0,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0
REPETIBILIDAD (b)	0,40	0,5	1,0	2,0	3,0
REVERSIBILIDAD (v)	-	0,75	1,5	3,0	4,5
RESOLUCIÓN (a)	1,00	0,25	0,5	1,0	1,5
CERO (fo)	0,00	± 0,05	± 0,1	± 0,2	± 0,3
ACCESORIOS	-	0,75	1,5	3,0	4,5
INCERTIDUMBRE (u)	0,63				

TRAZABILIDAD METROLOGICA:

El laboratorio de calibracion de servintegral ltda, asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los resultados obtenidos en las mediciones, por medio de institutos nacionales de metrologia que han sido sometidos a un proceso adecuado de pares cuyos servicios estan cubiertos por el ARM (Acuerdo de reconocimiento mutuo del comité internacional de pesas y medidas) hasta llegar al S.I, y por medio de laboratorios acreditados por un organismo de acreditacion que forma parte del acuerdo ILAC, o de acuerdos regionales reconocidos por ILAC demostrando trazabilidad metrologica, y que cuyos alcances acreditados estan disponibles publicamente en sus organismos de acreditacion respectivos.

EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE SERVINTEGRAL LTDA, CUSTODIA Y MANTIENE ÉSTOS PATRONES, LOS CUALES HAN SIDO CALIBRADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, DE ACUERDO A LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ISO 376 : 2011, QUE EN COLOMBIA ES LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 376 (2013-05-15)

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello **No.** **7827**

2.- Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración. Servintegral ltda, no se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.

3. Por solicitud del cliente se calibra el dinamometro con fuerzas diferentes a las indicadas en el procedimiento interno 15-LC-TEC.

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)

ELABORÓ

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
Metrólogo

REVISÓ / AUTORIZÓ

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
Director de Laboratorio

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-1

INSPECCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA DE ENSAYO O DINAMÓMETRO A COMPRESIÓN SEGÚN NORMA NTC ISO 7500-1 (2007-07-25) ANEXO A (NORMATIVO) Y ANEXO B (INFORMATIVO) LABORATORIO DE CALIBRACIÓN MAGNITUD FUERZA

NÚMERO : 7827

A.1 GENERALIDADES: Esta inspección general de la máquina de ensayos o dinamómetro a compresión debe realizarse antes de la calibración del sistema de medición de fuerza y debe comprender:

A.2 EXAMEN VISUAL:

	SI	NO	N/A
• Las vibraciones externas afectan las lecturas del indicador de fuerza?	☐	☒	☐
• La máquina está nivelada?	☒	☐	☐
• Se registra desviación entre el puntero y el registro de carga?	☐	☐	☒
• Se expone a temperaturas ≤ 10°C ≥ 35°C?	☐	☒	☐
• Su entorno es corrosivo?	☐	☒	☐
• Presenta una humedad relativa ≥90% ? 50%. HR	☐	☒	☐
• Esta protegida contra variaciones de voltaje en el suministro eléctrico?	☐	☒	☐
• En caso de ser pendular; se identifican las masas en forma apropiada?	☐	☐	☒
• El funcionamiento de la máquina está afectado negativamente por:			
- Vibraciones del motor de la bomba hidráulica.	☐	☐	☒
- Fugas de fluido hidráulico.	☐	☐	☒
- Desgastes o defectos en los elementos guías o crucetas móviles.	☐	☐	☒
- Aflojamiento en las columnas verticales del bastidor de carga.	☐	☐	☒

A.3 INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA O DINAMÓMETRO:

		SI	NO	N/A
• Existen ranuras para centrado?		☐	☐	☒
• El plato de compresión superior está montado sobre una rótula?		☐	☐	☒
• Escualiza fácilmente?		☐	☐	☒
• El montaje de platos permite la aplicación de fuerza en forma axial?		☐	☐	☒
• Los platos de carga están instalados en forma permanente?		☐	☐	☒
• En caso negativo, son sustituidos por componentes específicos?		☐	☐	☒
• Los platos de carga cumplen con los requerimientos de la máquina?		☐	☐	☐
• Desviación de la planitud de los platos: (medidos sobre 100 mm)	Superior: ___ mm			
	Inferior: ___ mm			
• Dureza de los platos.	Superior: ___ HRC			
	Inferior: ___ HRC			

A.4 INSPECCIÓN DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DEL CABEZAL

	SI	NO	N/A
• La velocidad de carga permite una variación lenta en ascenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga permite una variación lenta en descenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga puede ser ajustada con suficiente exactitud?	☒	☐	☐
• La carga puede ser accionada en forma manual?	☒	☐	☐
• Presenta mecanismo de apagado automático?	☒	☐	☐
• Es posible alcanzar el valor nominal?	☒	☐	☐
- En caso negativo, porque?			

	SI	NO	N/A
• Las velocidades de deformaciones aplicadas a las probetas cumplen con las normas técnicas aplicadas	☒	☐	☐
- En caso negativo, cuales?			

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-5

DATOS SUPLEMENTARIOS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
MAGNITUD FUERZA

NUMERO :

DATOS TÉCNICOS:

	SI	NO	N/A
• La máquina se calibró con los dispositivos accesorios?	☐	☐	☒
• Las series de mediciones son acordes, según norma NTC ISO 7500-1 N° 6.4.5.	☒	☐	☐

DATOS DEL INDICADOR:

MARCA	—	MODELO	—	SERIE	—

Rangos de medición	Resolución a 10%	Resolución a 20%	Resoluciones relativas a 10%	Resoluciones relativas a 20%
1000div 10000div	10div	10div	1/18	0,61

• Se realizaron reparaciones o ajustes durante la calibración? ☐ ☒ ☐
En caso afirmativo cuales?

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie1 °C	Serie 4 °C
Inicio	26,8	27,1		29,1	
Fin	26,9	27,2		29,0	

DATOS ADMINISTRATIVOS:

• Dispone el laboratorio del manual de operación?	☒	☐	☐
• En caso afirmativo; se entiende fácilmente?	☒	☐	☐
• Cuantos operadores manejan la máquina? 2			
• Están todos los operadores entrenados?	☒	☐	☐
• Existen en el laboratorio programas de mantenimiento preventivos y Calibraciones periódicas?	☒	☐	☐
• Razón social de quién efectúo la calibración anterior y fecha			

—	—	—	—

Atendió la calibración:

Nombre	Miguel Roberto	Cargo	—

FECHA: 2014-03-02

FIRMA:

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

FIN DE DOCUMENTO


SERVINTEGRAL LTDA.
ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
Calibrado
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011
Magnitud:
FUERZA
Fecha Calibración
AÑO
MES
DIA
2024
03
02
Certificado No.
7827

wk Ingeniería S.A.S.

“SÉPTIMO INFORME PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES”

PARA: Consorcio GESA

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ASUNTO: **INFORME PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES**

Revisión y aprobación					
Revisión	**Fecha**	**Descripción:**	**Elaborado:**	**Revisado:**	**Aprobado:**
A	11/2024	Para revisión	AM	MS	

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 6
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
4. PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES 8
4.1 PRUEBAS DE CARGA SIMPLE 8
4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO 9
4.3 EQUIPO 14
5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 16
5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE ($\boldsymbol{Lepp}$). 16
5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES 17
6. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA 18
7. BIBLIOGRAFÍA 20
8. FIRMA DEL ESPECIALISTA 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Paso a paso de la prueba de funcionamiento..... 11
Tabla 2. Cantidades ejecutadas..... 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca. 6
Figura 2. Vista general del sitio de estudio..... 7
Figura 3. Interpretación de la prueba de carga simple. 9
Figura 4. Interpretación de la prueba de funcionamiento. 12

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Instalación del equipo para la prueba de carga..... 13
Fotografía 2. Instalación del equipo para la prueba de carga..... 13
Fotografía 3. Ejecución del ensayo. 14
Fotografía 4. Bomba eléctrica. 15
Fotografía 5. Cilindro hidráulico. 15

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Registro Fotográfico
Anexo 2. Informe prueba de carga (WK-PC-01)
Anexo 3. Calibración del equipo

1. INTRODUCCIÓN

Para evaluar el comportamiento de los anclajes y determinar su aceptación, se requiere realizar un correcto análisis de la información obtenida en campo. Este proceso implica la ejecución de la prueba de carga en los anclajes con el objetivo de adquirir información detallada que permita definir las propiedades de los mismos y su desempeño en el terreno.

Aunque existen varias metodologías disponibles para llevar a cabo este tipo de evaluaciones, en el presente estudio se optó por realizar pruebas de funcionamiento en los anclajes, con la supervisión de un equipo de profesionales especializados en geotecnia.

Este informe documenta los resultados obtenidos de las pruebas de carga, incluyendo el análisis y procesamiento de la información relevante, así como las conclusiones derivadas de dichos análisis con respecto a la aceptación de los anclajes evaluados.

2. OBJETIVOS

Realizar el proceso de prueba de carga de anclajes para la pantalla anclada del proyecto “Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander”, específicamente en el sector de La Gloria. En este proceso, se evalúa la aceptación de la prueba de funcionamiento llevada a cabo en una cantidad anclajes seleccionados en la obra de mitigación, con el fin de determinar su capacidad de resistencia y su adecuación para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad del proyecto.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar el proceso de prueba de carga en los anclajes seleccionados, siguiendo los protocolos establecidos y utilizando equipos adecuados para garantizar la precisión de los resultados.

- Registrar de manera detallada los resultados de las pruebas de carga realizadas, incluyendo cualquier hallazgo relevante o anomalía observada durante el proceso de evaluación.

- Evaluar la aceptación de cada prueba de funcionamiento realizada en los anclajes seleccionados, mediante el análisis de los datos obtenidos durante las pruebas, con el objetivo de determinar su capacidad de resistencia y su idoneidad para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad del proyecto.

3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se encuentra localizado en la comuna 4 en la ciudad de Bucaramanga, Santander.

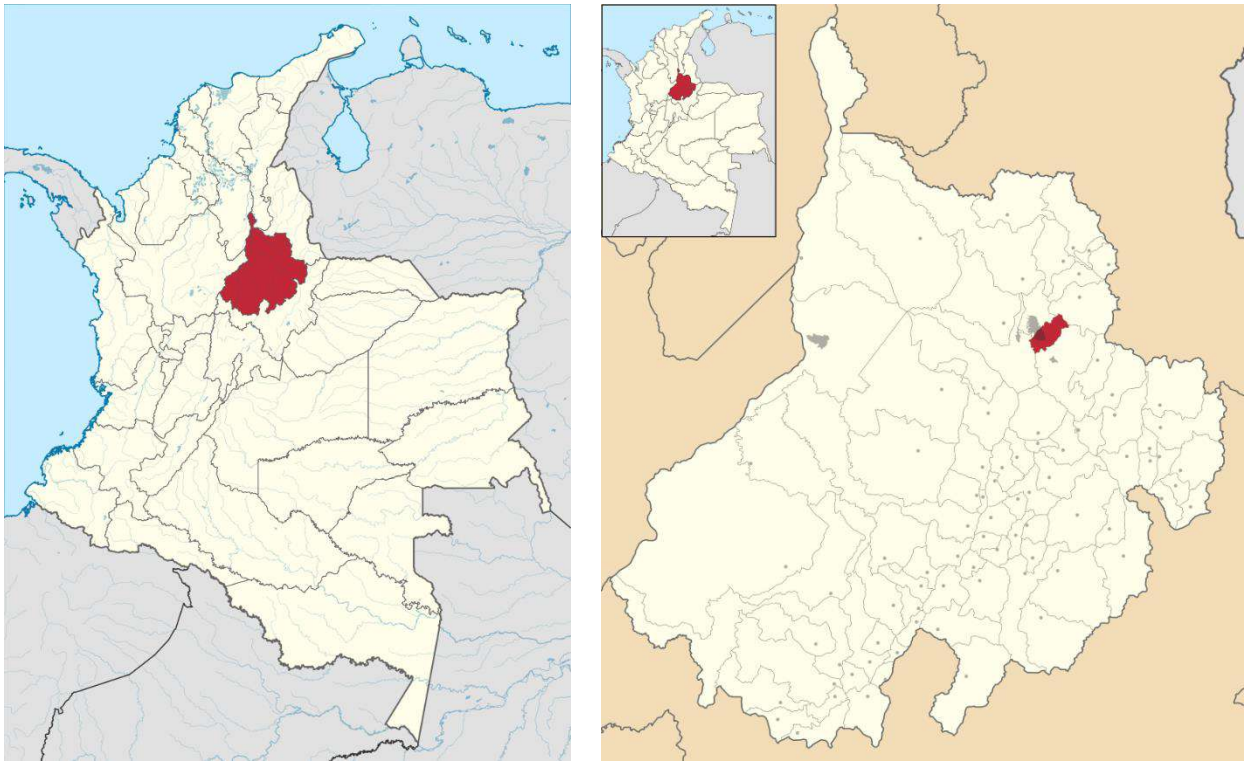


Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca.



Figura 2. Vista general del sitio de estudio.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el contrato denominado “Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander“ se está llevando a cabo la construcción de una pantalla anclada. Este proyecto forma parte de las medidas de mitigación y estabilización implementadas en estas áreas vulnerables, con el propósito de prevenir y reducir el riesgo asociado a eventos geotécnicos como deslizamientos y erosiones.



4. PRUEBA DE CARGA PARA ANCLAJES

En aras de concretar el análisis de aceptabilidad, se ejecutan pruebas de carga por medio de aplicación de fuerzas de tracción controladas a los anclajes instalados en el terreno. En el presente capítulo, se exponen las actividades necesarias para llevar a cabo el tensionamiento de anclajes activos.

Las pruebas de carga deben ejecutarse días después de construidos los dados de transferencia de carga, y se hace siguiendo el proceso de carga, siempre y cuando la edad del concreto de la estructura de reacción lo permita. Se registra en el control de la prueba (formato WK-PC-01) del anclaje la lectura de los desplazamientos acumulados y residuales.

4.1 PRUEBAS DE CARGA SIMPLE

El objetivo de esta prueba es verificar la capacidad del anclaje, aplicando cargas incrementales hasta llegar a la carga de diseño, P, o más.

- Paso 1. Aplique la carga de alineación a la cual se supone que el movimiento total es igual a cero.
- Paso 2. Aplicar y registrar sucesivamente los movimientos totales para los siguientes incrementos de carga a las cargas de prueba T1 y T2: 0.25T, 0.50T, 0.75T, 1.00T, 1.20T, 1.33T.
- Paso 3. Mantenga la carga de prueba durante diez minutos y registrar el movimiento total.
- Paso 4. Descargar a la carga de alineación y registrar el movimiento residual.
- Paso 5. Si los resultados de la prueba satisfacen los criterios de aceptación, reduzca la carga a la carga de bloqueo 1.00T.

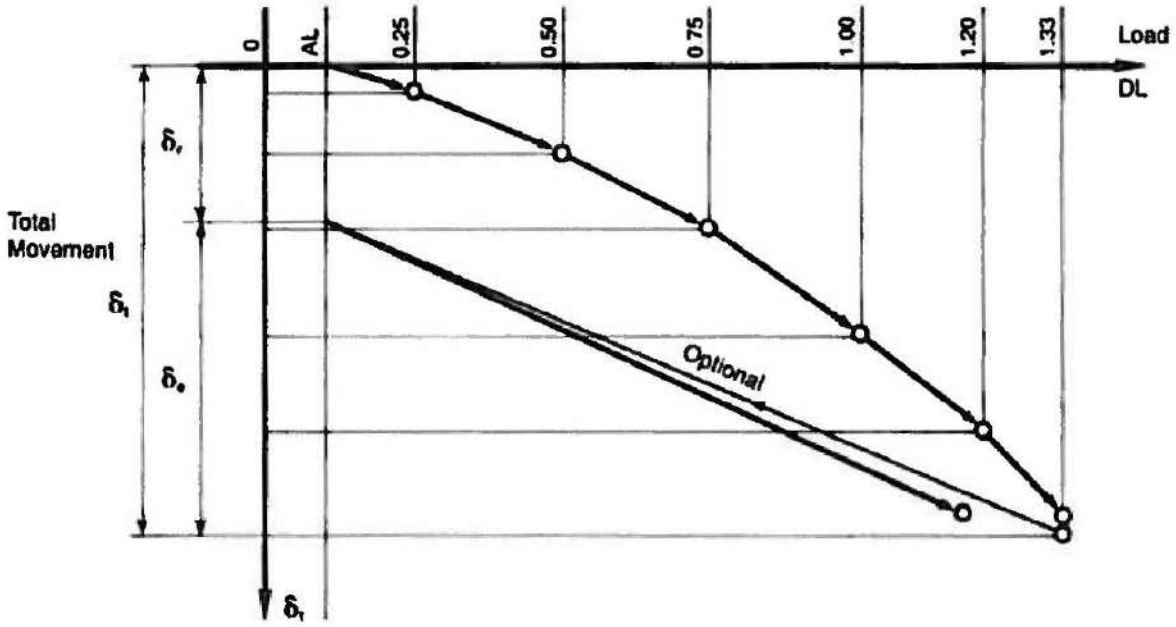


Figura 3. Interpretación de la prueba de carga simple.
Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Los objetivos de esta prueba son: a) si la capacidad del ancla es la requerida, b) si se estableció la longitud libre de diseño y c) cual es la deformación residual del ancla.

- Paso 1. Se debe aplicar una carga de asiento o de alineación AL, generalmente no es más del 5% de la carga de diseño T, y su propósito es garantizar que el equipo de tensionamiento este correctamente alineado.

- Paso 2. Una vez aplicada la carga de asiento, se aplica un incremento de carga igual al 25% de la carga de prueba (T1 y T2). Cuando se estabilizan las lecturas del deformímetro, se toma una lectura y se remueve el incremento aplicado, regresando a la carga de asiento donde nuevamente se toma otra lectura con el micrómetro.

- Paso 3. En el segundo ciclo de carga se aplican incrementos de 25% y 50% de T. Después de cada incremento se siguen tomando lecturas con el deformímetro. Al alcanzar el 50% de T nuevamente se retira toda la carga aplicada para regresar a la carga de asiento.

- Paso 4. En el tercer ciclo de carga se aplican cargas iguales a 25, 50, y 75% de la carga de prueba T, tomando lecturas después de cada uno de ellos y nuevamente regresando a la carga de asiento al finalizar el ciclo.

- Paso 5. En el cuarto ciclo de carga se alcanza el 100% de la carga de diseño en cuatro incrementos, tomando lecturas y descargando como en los ciclos anteriores.

- Paso 6. Los cuatro primeros incrementos durante el quinto ciclo de carga son 25, 50, 75, 100% de la carga de prueba; al aplicar el quinto y último incremento, la carga se lleva 20% por arriba de la carga alcanzada previamente (1.2T).

- Paso 7. En el último ciclo de carga los incrementos son 0.25, 0.5, 0.75, 1.00, 1.2 y 1.33T. La carga máxima se sostiene al menos 10 minutos, registrando las elongaciones del ancla a intervalos convenientes (1, 1, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos). Si después de estos 10 minutos la deformación del ancla excede 1.0 mm, se recomienda sostener la carga otros 50 minutos, registrando las deformaciones inducidas a los 20, 30, 40 y 50 minutos. El propósito de esta retención de carga es medir movimientos dependientes del tiempo, es decir, fluencia del anclaje.

- Paso 8. Al finalizar el último ciclo de carga, la fuerza se regresa a la carga de prueba y se finja el ancla.

Los datos fuerza-deformación se grafican y se puede obtener en cada ciclo de carga-descarga las deformaciones elásticas y las deformaciones residuales del anclaje, así como sus deformaciones totales.

Tabla 1. Paso a paso de la prueba de funcionamiento.

Load	Total movement at load cycle maximum δ_t	Residual movement at AL after cycle maximum δ_r	Elastic movement at load cycle maximum δ_e
AL 0.25 DL	δ_{t1}		$\delta_{t1} - \delta_{r1} = \delta_{e1}$
AL 0.25 DL 0.50 DL	δ_{t2}	δ_{r1}	$\delta_{t2} - \delta_{r2} = \delta_{e2}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL	δ_{t3}	δ_{r2}	$\delta_{t3} - \delta_{r3} = \delta_{e3}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL	δ_{t4}	δ_{r3}	$\delta_{t4} - \delta_{r4} = \delta_{e4}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL 1.20 DL	δ_{t5}	δ_{r4}	$\delta_{t5} - \delta_{r5} = \delta_{e5}$
AL 0.25 DL 0.50 DL 0.75 DL 1.00 DL 1.20 DL 1.33 DL	δ_{t6} Test Load (zero reading for Creep Test) δ_{tn} Final Load hold reading	δ_{r5}	$\delta_{t6} - \delta_{r6} = \delta_{e6}$
AL Adjust to lock-off load		δ_{r6}	

Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.

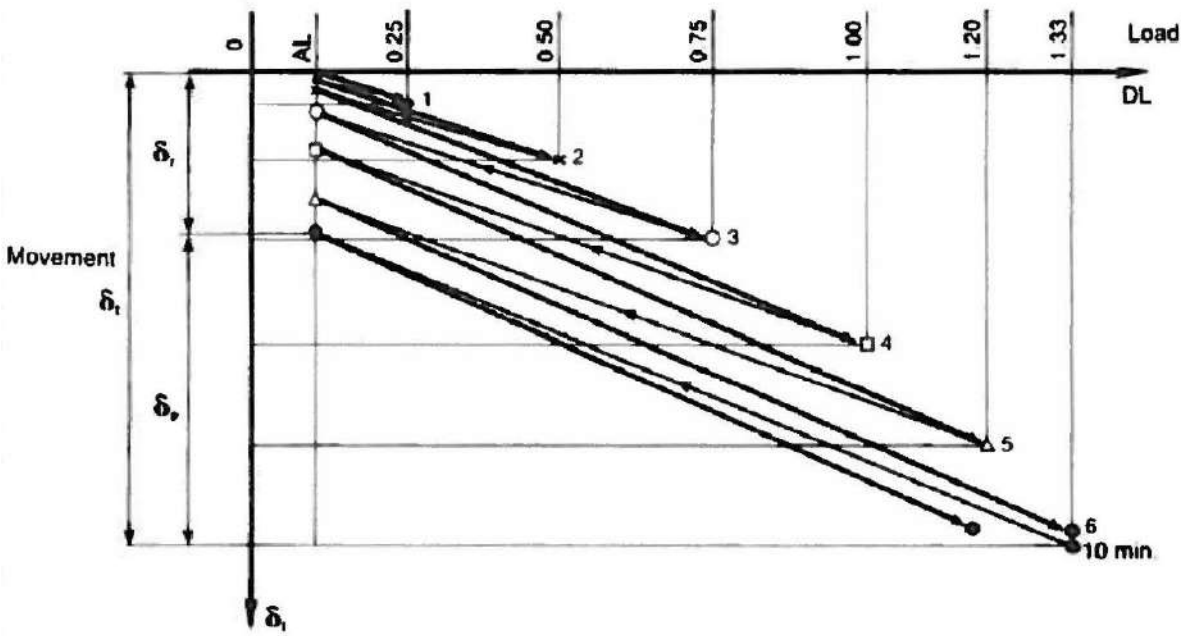


Figura 4. Interpretación de la prueba de funcionamiento.
Fuente: Tomado y adaptado del PTI, 2014.



Fotografía 1. Instalación del equipo para la prueba de carga.



Fotografía 2. Instalación del equipo para la prueba de carga.



Fotografía 3. Ejecución del ensayo.

4.3 EQUIPO

Los equipos a son utilizados en el tensionamiento de anclajes (ver ficha de equipo WK-T-02) son:

CANT.	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Gato Hidráulico	Gato multitorón.



Fotografía 4. Bomba eléctrica.



Fotografía 5. Cilindro hidráulico.

EL EQUIPO se compone de:

- 1 EQUIPO PORTATIL (con su respectivo kit de herramientas y tubería).

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE (L_{epp}).

Los criterios de aceptación se basan en el concepto de la Longitud libre aparente $\boldsymbol{L_{epp}}$, la cual es la longitud que, con base en las mediciones efectuadas, no está ligada al medio circundante; es decir, se trata de la longitud libre inferida a partir de dichas mediciones. El criterio fue adaptado de la normativa Recommendations for Prestressed Rock a Soil Anchors (POST-TENSIONING INSTITUTE (PTI), 2014).

$$L_{epp} = \frac{A_T\, E_T}{P}\ \delta_e \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

L_{epp} = Longitud libre aparente (m)

A_T = Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm^2)

E_T = Modulo de 16oung del acero – torón (kPa)

δ_e = Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P = Carga de prueba (Kn)

El valor obtenido debe estar aplicando las leyes de la elasticidad, entre los alargamientos elásticos correspondientes a estas dos longitudes.

Límite Superior:

$$L_{epp} = L_{libre} + 0{,}5\, L_{Bulbo} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

Límite Inferior:

$$L_{epp} = 0{,}8\, L_{libre} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

L_{epp} = Longitud libre aparente mínima (o de referencia o comparación)

L_{Libre} = Longitud libre del anclaje

L_{Bulbo} = Longitud del bulbo

Si la longitud libre aparente cae fuera de los rangos establecidos previamente, el anclaje puede ser sometido a ciclos de carga de servicio. Si el rendimiento es aceptable según lo indicado anteriormente, se considerará válido el anclaje.

5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES

De manera adicional se determinaron valores permisibles de las elongaciones δ_e, despejando esta variable de la ecuación 1. Para establecer valores de los límites superior e inferior de las elongaciones (deducidas), se obtuvieron las ecuaciones 4 y 5, que resultan de incluir las ecuaciones 2 y 3 en la variable L_{epp} de la ecuación 1 y posteriormente despejar la variable δ_e.

$$\delta_{e\,(Limite\ superior)} = \frac{P\ (\ L_{Libre} + 0{,}5\ L_{Bulbo}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

$$\delta_{e\,(Limite\ inferior)} = \frac{P\ (\ 0{,}8\ \ L_{Libre}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 5)}$$

6. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA

En el día 29 de noviembre, se llevó a cabo las pruebas de carga para tres (3) anclajes. Realizando este proceso aplicamos la carga en aumento y descarga de cada anclaje seleccionado. La prueba de funcionamiento se utiliza para verificar la capacidad del anclaje, establecer el comportamiento carga-deformación, identificando las causas del movimiento del anclaje y verificar que la longitud real sea igual o mayor que la asumida en el diseño del anclaje (ver Capítulo 5).

Se podrán observar los resultados obtenidos en el Anexo 2.

Tabla 2. Cantidades ejecutadas.

Informe	Anclaje Prueba de Carga	Fecha de Ejecución	Total por Informe
1	10 – A	Mayo 31/2024	2
	20 – A	Mayo 31/2024	
2	30 – A	Junio 22/2024	1
3	40 – A	Julio 11/2024	6
	49 – F	Julio 12/2024	
	50 – A	Julio 11/2024	
	54 – E	Julio 12/2024	
	60 – A	Julio 11/2024	
	61 – E	Julio 12/2024	
4	71 – A	Agosto 1/2024	7
	76 – F	Agosto 17/2024	
	82 – E	Agosto 17/2024	
	85 – A	Agosto 16/2024	
	90 – D	Agosto 20/2024	
	92 – (-A)	Agosto 16/2024	
	100 – (-B)	Agosto 20/2024	
5	105 – E	Septiembre 28/2024	4
	107 – H	Septiembre 28/2024	
	117 – F	Septiembre 26/2024	
	120 – H	Septiembre 26/2024	
6	ADI 20 – D	Octubre 31/2024	1
7	4 – K	Noviembre 29/2024	3
	12 – B	Noviembre 29/2024	

Informe	Anclaje Prueba de Carga	Fecha de Ejecución	Total por Informe
	25 – B	Noviembre 29/2024	

A la fecha, se ha realizado un total de veinte (24) pruebas de carga para los anclajes para el sector de La Gloria.

7. BIBLIOGRAFÍA

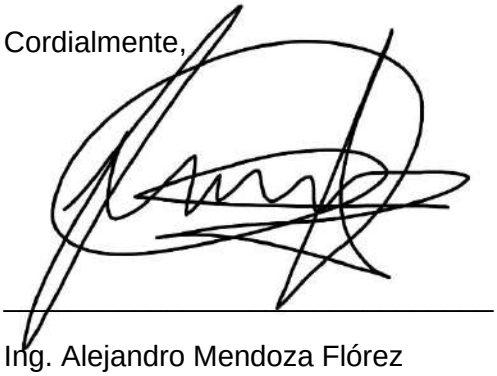
Federal Highway Administration (FHWA). (1999). Ground Anchors and Anchored Systems. En *Geotechnical Engineering Circular No. 4* (págs. 142 - 154). Washington, DC.

POST-TENSIONING INSTITUTE (PTI). (2014). Recommendations for Prestressed Rock a Soil Anchors. En *PTI DC-35: Prestressed Rock and Soil Anchor Committee* (págs. 73 - 89). Farming Hills, MI.

8. FIRMA DEL ESPECIALISTA

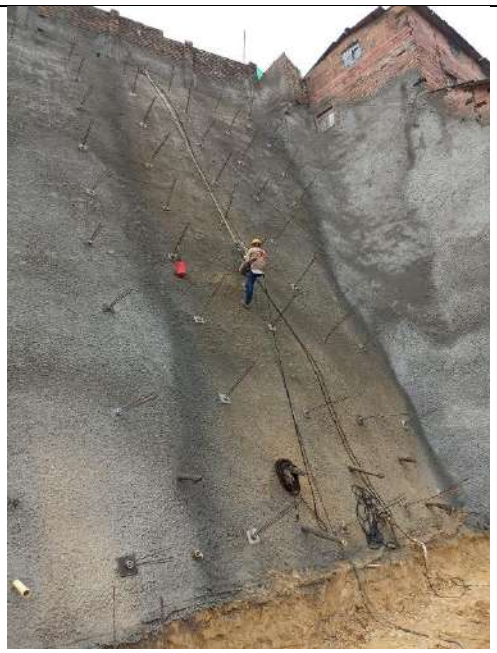
El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.

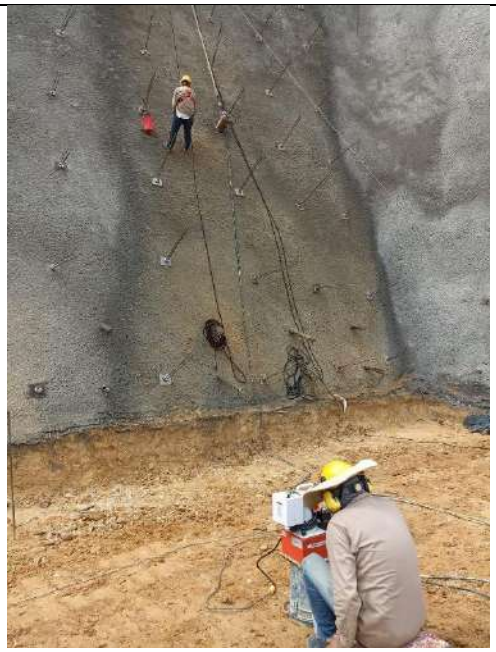
Cordialmente,



Ing. Alejandro Mendoza Flórez
Ingeniero civil

Anexo 1. Registro Fotográfico

	
1. Registro de datos	2. Ejecución del ensayo
	
3. Equipo de tensionamiento	4. Ejecución de la prueba de carga

	
5. Ejecución de la prueba de carga	6. Ejecución de la prueba de carga

Anexo 2. Informe prueba de carga (WK-PC-01)

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**ADI 4-K**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	δt1	18,8722			δt1-δr1=δe1	14,224
			AL		1,5			δr1	4,6482		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	δ2	19,9644			δt2-δr2=δe2	31,7754
		2	0,50 DL	1200	15	δt2	44,2722				
			AL		1,5			δr2	12,4968		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	δ3	21,844			δt3-δr3=δe3	45,339
		2	0,50 DL	1200	15	δ3	42,926				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δt3	61,976				
			AL		1,5			δr3	16,637		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	δ4	35,3314			δt4-δr4=δe4	57,7088
		2	0,50 DL	1200	15	δ4	51,7144				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ4	70,485				
		5	1,00 DL	2500	30	δt4	79,0448				
			AL		1,5			δr4	21,336		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	δ5	36,957			δt5-δr5=δe5	71,247
		2	0,50 DL	1200	15	δ5	55,245				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ5	74,422				
		5	1,00 DL	2500	30	δ5	81,2038				
		10	1,20 DL	2900	36	δt5	94,869				
			AL		1,5			δr5	23,622		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	δ6	44,5262			δt6-δr6=δe6	85,6742
		2	0,50 DL	1200	15	δ6	62,9412				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ6	78,0034				
		5	1,00 DL	2500	30	δ6	92,1512				
		10	1,20 DL	2900	36	δ6	108,458				
		15	1,33 DL	3300	39,9	δt6	118,6942				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			δr6	33,02	δt6-δr6=δe6	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	ADI 4-K		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

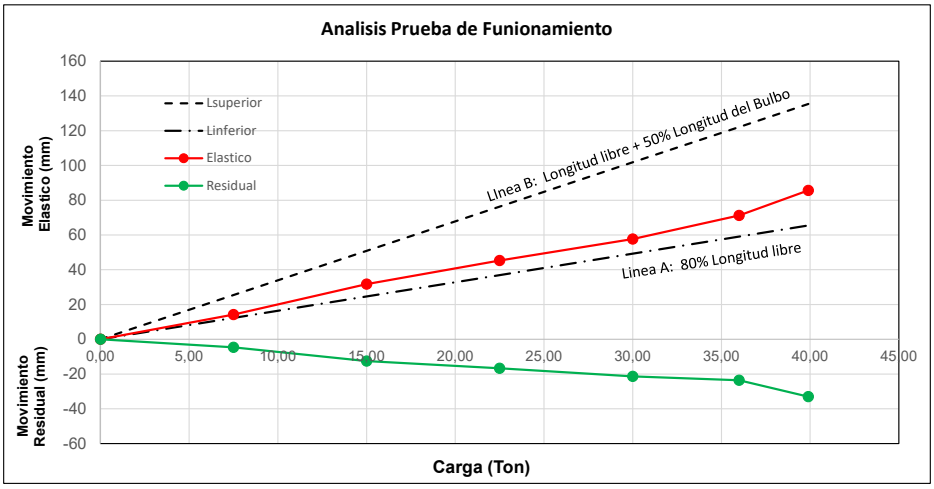
DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp	Lsuperior =	22,50	Linferior =	11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	14,22	12,017	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	31,78	13,42	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	45,34	12,77	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	57,71	12,19	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	71,25	12,54	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	85,67	13,61	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

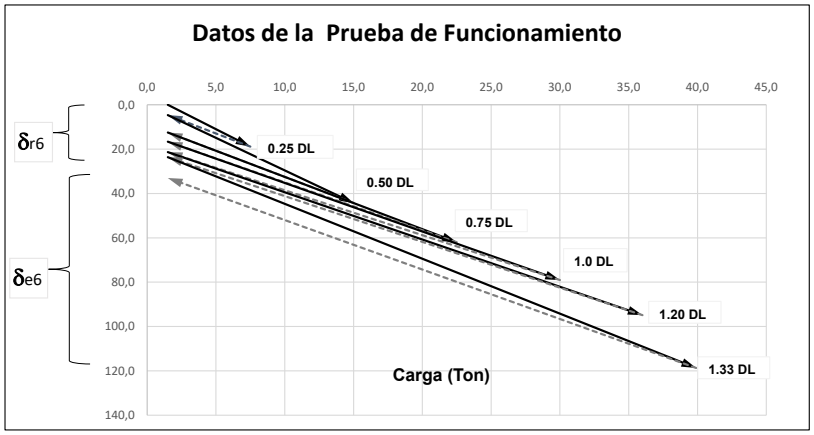
A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$
$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$
$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
12,02	22,50	11,20	CUMPLE
13,42	22,50	11,20	CUMPLE
12,77	22,50	11,20	CUMPLE
12,19	22,50	11,20	CUMPLE
12,54	22,50	11,20	CUMPLE
13,61	22,50	11,20	CUMPLE

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**ADI 12-B**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	δt1	21,8186			δt1-δr1=δe1	14,5796
			AL		1,5			δr1	7,239		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	δ2	18,9992			δt2-δr2=δe2	27,686
		2	0,50 DL	1200	15	δt2	41,3258				
			AL		1,5			δr2	13,6398		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	δ3	20,8534			δt3-δr3=δe3	41,6052
		2	0,50 DL	1200	15	δ3	38,481				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δt3	66,5734				
			AL		1,5			δr3	24,9682		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	δ4	42,9514			δt4-δr4=δe4	58,547
		2	0,50 DL	1200	15	δ4	58,6232				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ4	76,454				
		5	1,00 DL	2500	30	δt4	90,043				
			AL		1,5			δr4	31,496		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	δ5	48,8442			δt5-δr5=δe5	68,1482
		2	0,50 DL	1200	15	δ5	63,246				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ5	78,4352				
		5	1,00 DL	2500	30	δ5	92,9894				
		10	1,20 DL	2900	36	δt5	106,1974				
			AL		1,5			δr5	38,0492		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	δ6	57,3024			δt6-δr6=δe6	80,8736
		2	0,50 DL	1200	15	δ6	70,9168				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ6	84,7598				
		5	1,00 DL	2500	30	δ6	91,6432				
		10	1,20 DL	2900	36	δ6	110,9472				
		15	1,33 DL	3300	39,9	δt6	118,5418				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			δr6	37,6682	δt6-δr6=δe6	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	ADI 12-B		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

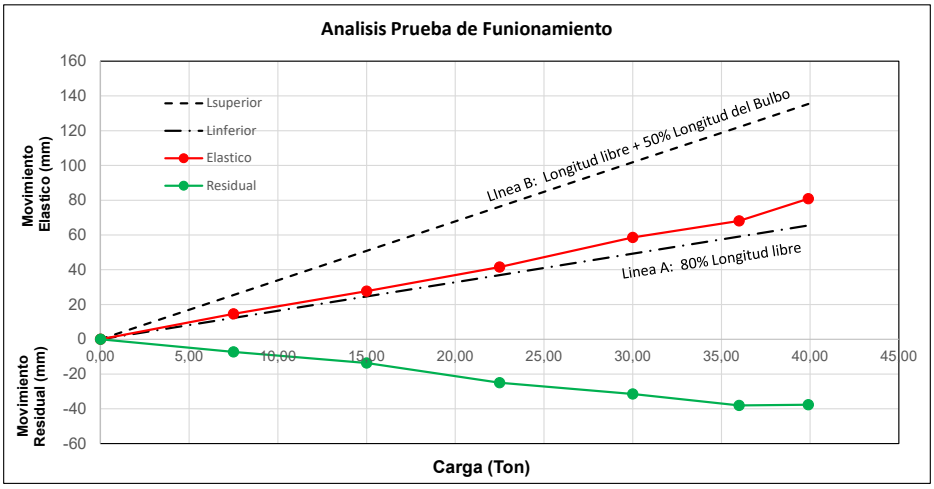
DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp	Lsuperior =	22,50	Linferior =	11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	14,58	12,318	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	27,69	11,70	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	41,61	11,72	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	58,55	12,37	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	68,15	12,00	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	80,87	12,84	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

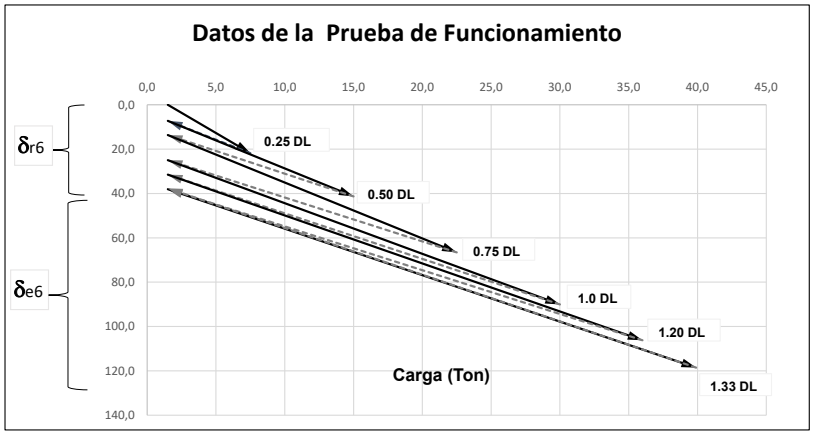
A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$
$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$
$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
12,32	22,50	11,20	CUMPLE
11,70	22,50	11,20	CUMPLE
11,72	22,50	11,20	CUMPLE
12,37	22,50	11,20	CUMPLE
12,00	22,50	11,20	CUMPLE
12,84	22,50	11,20	CUMPLE

CARACTERISTICAS DEL TORÓN					
Anclaje No:	**ADI 25-B**	**T1 Servicio (Ton):**	30,00	**T1 Servicio (PSI):**	2500
Ubicación:	**LA GLORIA**	**T2 Prueba (Ton):**	36,00	**T2 Prueba (PSI):**	2900
Ø Torón (in):	**1/2**	**T3 Máxima (Ton):**	39,90	**T3 Máxima (PSI):**	3300

ETAPA	CICLO	TIEMPO	CARGA APLICADA			DESPLAZAMIENTO ACUMULADO		DESPLAZAMIENTO RESIDUAL		DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO	
		min		psi	ton	mm		mm		mm	
1	Aplicar carga de alineamiento (AL) 5% de la carga de prueba Po o T2										
2	Ciclo 1	1	0,25 DL	600	7,5	δt1	19,304			δt1-δr1=δe1	14,605
			AL		1,5			δr1	4,699		
3	Ciclo 2	1	0,25 DL	600	7,5	δ2	17,1196			δt2-δr2=δe2	28,6004
		2	0,50 DL	1200	15	δt2	39,7002				
			AL		1,5			δr2	11,0998		
4	Ciclo 3	1	0,25 DL	600	7,5	δ3	19,7612			δt3-δr3=δe3	41,6052
		2	0,50 DL	1200	15	δ3	36,195				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δt3	64,0334				
			AL		1,5			δr3	22,4282		
5	Ciclo 4	1	0,25 DL	600	7,5	δ4	37,8714			δt4-δr4=δe4	56,007
		2	0,50 DL	1200	15	δ4	53,5432				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ4	71,374				
		5	1,00 DL	2500	30	δt4	84,963				
			AL		1,5			δr4	28,956		
6	Ciclo 5	1	0,25 DL	600	7,5	δ5	42,8498			δt5-δr5=δe5	66,167
		2	0,50 DL	1200	15	δ5	58,9026				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ5	73,6092				
		5	1,00 DL	2500	30	δ5	87,9094				
		10	1,20 DL	2900	36	δt5	101,6762				
			AL		1,5			δr5	35,5092		
7	Ciclo 6	1	0,25 DL	600	7,5	δ6	53,6194			δt6-δr6=δe6	78,9178
		2	0,50 DL	1200	15	δ6	65,8368				
		3	0,75 DL	1800	22,5	δ6	79,6798				
		5	1,00 DL	2500	30	δ6	87,9094				
		10	1,20 DL	2900	36	δ6	104,0638				
		15	1,33 DL	3300	39,9	δt6	111,506				
8	La deformación bajo la carga aplicada al cabo de 10 min excede 1.00 mm							SI		NO	X
	Si al cabo de 10 min la deformación excede 1.0 mm, mantener la carga 60 min										
9	Ciclo 6		AL		1,5			δr6	32,5882	δt6-δr6=δe6	
10	Descargar el anclaje hasta la carga de diseño T1=30 Ton										
	El anclaje cumple con criterios de aceptación							SI	X	NO	

CARACTERISTICAS DEL TORÓN							
Anclaje No:	ADI 25-B		Ltf (m):	13,00		T1 Servicio- DL (Ton):	30,00
Ubicación:	LA GLORIA		Ltb (m):	17,00		T2 Prueba (Ton):	36,00
Ø Torón (in):	1/2		Lt (m):	30,00		T3 Máxima (Ton):	39,90

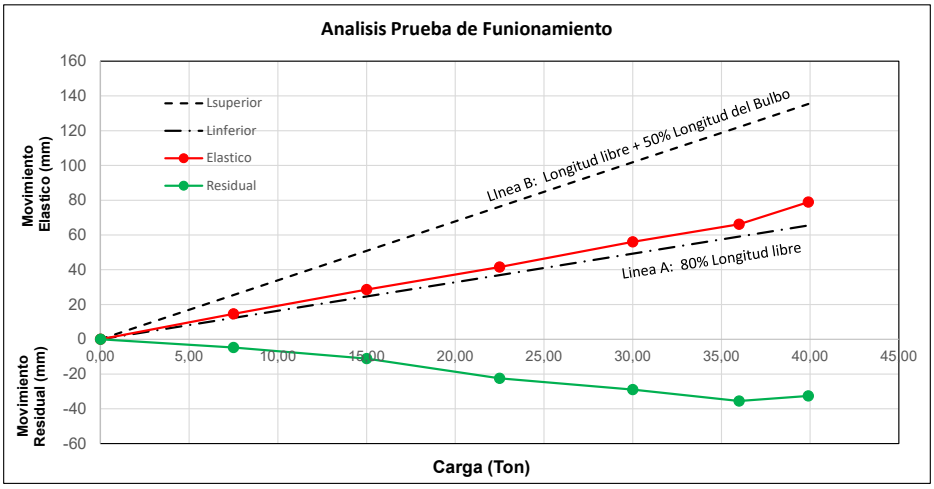
DATOS DEL BULÓN	
Tipo:	Permanente
Ø Torón (mm):	12,70
Sección Torón (mm^2):	98,70
No. Torones:	3
Sección Total (mm2):	296,10

DATOS DEL ACERO	
Modulo de elasticidad (Kgf/cm^2)	2140000

L. Tensionamiento (m):	1,00
Resistencia	
Lechada	

Longitud libre aparente = Lepp	Lsuperior =	22,50	Linferior =	11,20

Etapa	Etapa de Carga (Ton)	Deformación Elastica Medida (mm)	Lepp Deducida (mm)	Deformaciones inferidas, limite superior e inferior		Lepp= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
				Superior (mm)	Inferior (mm)	Superior (m)	Inferior (m)	
0	0,00	0,00	0,00	0	0	22,50	11,20	
1	7,50	14,61	12,339	25,45	12,31	22,50	11,20	CUMPLE
2	15,00	28,60	12,08	50,90	24,62	22,50	11,20	CUMPLE
3	22,50	41,61	11,72	76,34	36,93	22,50	11,20	CUMPLE
4	30,00	56,01	11,83	101,79	49,24	22,50	11,20	CUMPLE
5	36,00	66,17	11,65	122,15	59,09	22,50	11,20	CUMPLE
6	39,90	78,92	12,53	135,38	65,49	22,50	11,20	CUMPLE



CRITERIOS DE ACEPTACION

$$L_{epp} = \frac{(A_t * E_s * \delta_e)}{P}$$

L_{epp}= Longitud libre aparente (m)

A_t= Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm2)

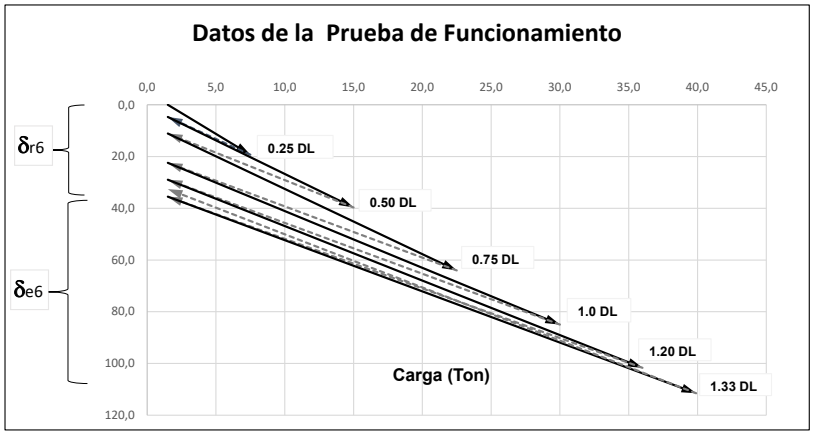
E_s= Modulo de Young del acero - toron (kPa)

δ_e=Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P =Carga de prueba (kN)

$$L_{epp(superior)} = L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo}$$

$$L_{epp(inferior)} = 0.8 * L_{libre}$$



$$\delta_{e(limite\ superior)} = \frac{P * (L_{libre} + 0.5 * L_{bulbo})}{A_t * E_s}$$

$$\delta_{e(limite\ inferior)} = \frac{P * (0.8 * L_{libre})}{A_t * E_s}$$

Lepp Deducida (mm)	La= longitud libre aparente - limites		Criterio de Aceptación
	Superior (m)	Inferior (m)	
12,34	22,50	11,20	CUMPLE
12,08	22,50	11,20	CUMPLE
11,72	22,50	11,20	CUMPLE
11,83	22,50	11,20	CUMPLE
11,65	22,50	11,20	CUMPLE
12,53	22,50	11,20	CUMPLE

Anexo 3. Calibración del equipo

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

F-06-TEC V15

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Calibration Certificate

NUMERO : 7827
Number

ACREDITACIÓN ONAC: ONAC Accreditation	11 - LAC - 011 DEL 13 DE JULIO DE 2011
DIRECCIÓN Address	CARRERA 20 No 39-33 Ofic 301 BOGOTA D.C. TELÉFONOS:3152136624-3164708341-3164708340
LABORATORIO : Laboratory	SERVINTEGRAL LTDA.
INSTRUMENTO : Instrument	DINAMOMETRO
FABRICANTE : Manufacturer	POWER TEAM
MODELO : Model	C / PE554 / spx
NUMERO DE SERIE : Serial number	391115 / 206178
INTERVALO DE MEDICIÓN : Measurement Interval	123,2 kN HASTA 966,3 kN
SOLICITANTE : Customer	WK INGENIERIA S.A.S.
DIRECCIÓN : Address	CALLE 18 # 8 W - 35 TORRE 7 APTO 101
FECHA DE CALIBRACIÓN : Date of Calibration	2 de marzo de 2024
FECHA DE ELABORACIÓN : Date of Elaboration	2 de marzo de 2024
NUMERO DE PAGINAS: Number of Pages	CINCO (5)

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
ELABORADO:
Elaborate

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
REVISADO / AUTORIZADO
Checked / Authorized

Este certificado (informe) expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate (report) is an accurate record of the perfomed measurements results. This certificate may not be partially or totaly reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

Los resultados contenidos en el presente certificado(Informe) se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results of this certificate (Report) refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsability for any ensuing damages to the misuse of the calibrated instruments

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiate intervals.

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

LABORATORIO EMISOR	**SERVINTEGRAL LTDA.**
DIRECCIÓN	CARRERA 20 No 39-33 Ofic 301 BOGOTA D.C. TELÉFONOS:3152136624-3164708341-3164708340

OBJETO DE PRUEBA	DINAMOMETRO	
FABRICANTE	POWER TEAM	
MODELO	C / PE554 / spx	
SERIE	391115 / 206178	
INDICADOR	ENERPAC	
SERIE INDICADOR	B 40.1	
ESCALA	1000 kN	(10000 div)
DIVISIÓN DE ESCALA	10 kN	(100 div)
RESOLUCIÓN	2 kN	(10 div)
TRABAJO REALIZADO	CALIBRACION	
NORMA UTILIZADA	PROCEDIMIENTO INTERNO 15-LC-TEC	
MÉTODO UTILI ZADO	COMPARACIÓN DIRECTA	
DIRECCIÓN DE LA CARGA	COMPRESION	
INTERVALO CALIBRADO	12 % AL 97 %	
TEMPERATURA DE PRUEBA	ENTRE 26,8 °C y 27,2 °C	
FECHA DE CALIBRACIÓN	2 de marzo de 2024	
UNIDAD DE MEDIDA	SISTEMA INTERNACIONAL	
TOTAL PÁGINAS INCLUIDO ANEXOS	CINCO (5)	

PATRONES DE REFERENCIA	**Indicador Digital**	**Transductores de Fuerza**
MARCA	HBM	HBM
MODELO	QUANTUM MX840A	C18/1MN
CAPACIDAD	4,00000 mV/V	1000 kN
No SELLO DE CALIBRACIÓN		7299
No IDENTIFICACIÓN INTERNA	ID-004	TFC-006
FECHA DE CALIBRACIÓN	2024/02/19	2024/02/19

SOLICITANTE	**WK INGENIERIA S.A.S.**
DIRECCIÓN	CALLE 18 # 8 W - 35 TORRE 7 APTO 101
CIUDAD - PAIS	BUCARAMANGA. / COLOMBIA
SITIO DEL OBJETO DE PRUEBA	LABORATORIO

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

1.- MEDICIONES REALIZADAS

Escala : 1000 kN División Escala : 10 kN Resolución : 2 kN

DINAMOMETRO		PATRÓN (kN)				
NIVEL DE CARGA (%)	INDICACIÓN DEL DINAMOMETRO div	SERIE No 1 ASCENSO (kN)	SERIE No 2 ASCENSO (kN)	REVERSIBILIDAD DESCENSO (kN)	SERIE No 3 ASCENSO (kN)	SERIE No 4 ASCENSO (kN)
12	1000	123,4	122,9	-	123,3	-
24	2000	242,3	242,2	-	242,3	-
36	3000	363,7	363,3	-	363,3	-
48	4000	486,2	486,1	-	485,7	-
60	5000	604,8	604,6	-	604,8	-
73	6000	725,9	725,3	-	725,3	-
85	7000	846,1	846,0	-	845,8	-
97	8000	966,2	966,6	-	966,1	-
INDICACIÓN DESPUES DE CARGA (FI0) :		0	0		0	

2.- RESULTADOS DE CALIBRACION

Escala : 1000 kN Dirección de Carga : COMPRESION

LECTURAS (kN)			ERRORES RELATIVOS					
NIVEL DE CARGA (%)	PROMEDIO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DINAMOMETRO (kN)	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución a (%)	Accesorios Acc (%)	Incertidumbre U (%)
12	123,2	123	-0,16	0,40	-	1,00	-	0,63
24	242,2	243	0,33	0,04	-	0,50	-	0,30
36	363,5	364	0,14	0,12	-	0,33	-	0,22
48	486,0	484	-0,41	0,10	-	0,25	-	0,17
60	604,7	605	0,05	0,04	-	0,20	-	0,14
73	725,5	725	-0,07	0,08	-	0,17	-	0,14
85	846,0	846	0,00	0,04	-	0,14	-	0,12
97	966,3	967	0,07	0,05	-	0,13	-	0,11
ERROR RELATIVO DE CERO fo (%) :			0,00	0,00	-	0,00	-	

*** FUERZA CALCULADA CON LA ECUACIÓN : F= A*Xa+B (Coeficientes A y B, hallados por regresión)**

A = 0,1205376

B = 2,2604888

PARA EL CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE, EL FACTOR DE COBERTURA k = 2

"la incertidumbre expandida informada de la medicion se establece como la incertidumbre normalizada de la medicion multiplicada por el factor de cobertura k, tal que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente 95 %."

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

	ERRORES RELATIVOS (%) MÁXIMOS HALLADOS	ERRORES RELATIVOS MÁXIMOS PERMISIBLES NTC-ISO 7500-1 (Tabla No 2)			
ESCALA CALIBRADA :	**1000 kN**	CLASE 0,5	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
EXACTITUD (q)	-0,41	± 0,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0
REPETIBILIDAD (b)	0,40	0,5	1,0	2,0	3,0
REVERSIBILIDAD (v)	-	0,75	1,5	3,0	4,5
RESOLUCIÓN (a)	1,00	0,25	0,5	1,0	1,5
CERO (fo)	0,00	± 0,05	± 0,1	± 0,2	± 0,3
ACCESORIOS	-	0,75	1,5	3,0	4,5
INCERTIDUMBRE (u)	0,63				

TRAZABILIDAD METROLOGICA:

El laboratorio de calibracion de servintegral ltda, asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los resultados obtenidos en las mediciones, por medio de institutos nacionales de metrologia que han sido sometidos a un proceso adecuado de pares cuyos servicios estan cubiertos por el ARM (Acuerdo de reconocimiento mutuo del comité internacional de pesas y medidas) hasta llegar al S.I, y por medio de laboratorios acreditados por un organismo de acreditacion que forma parte del acuerdo ILAC, o de acuerdos regionales reconocidos por ILAC demostrando trazabilidad metrologica, y que cuyos alcances acreditados estan disponibles publicamente en sus organismos de acreditacion respectivos.

EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE SERVINTEGRAL LTDA, CUSTODIA Y MANTIENE ÉSTOS PATRONES, LOS CUALES HAN SIDO CALIBRADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, DE ACUERDO A LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ISO 376 : 2011, QUE EN COLOMBIA ES LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 376 (2013-05-15)

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello **No.** **7827**

2.- Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración. Servintegral ltda, no se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.

3. Por solicitud del cliente se calibra el dinamometro con fuerzas diferentes a las indicadas en el procedimiento interno 15-LC-TEC.

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)

ELABORÓ

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
Metrólogo

REVISÓ / AUTORIZÓ

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
Director de Laboratorio

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-1

INSPECCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA DE ENSAYO O DINAMÓMETRO A COMPRESIÓN SEGÚN NORMA NTC ISO 7500-1 (2007-07-25) ANEXO A (NORMATIVO) Y ANEXO B (INFORMATIVO) LABORATORIO DE CALIBRACIÓN MAGNITUD FUERZA

NÚMERO : 7827

A.1 GENERALIDADES: Esta inspección general de la máquina de ensayos o dinamómetro a compresión debe realizarse antes de la calibración del sistema de medición de fuerza y debe comprender:

A.2 EXAMEN VISUAL:

	SI	NO	N/A
• Las vibraciones externas afectan las lecturas del indicador de fuerza?	☐	☒	☐
• La máquina está nivelada?	☒	☐	☐
• Se registra desviación entre el puntero y el registro de carga?	☐	☐	☒
• Se expone a temperaturas ≤ 10°C ≥ 35°C?	☐	☒	☐
• Su entorno es corrosivo?	☐	☒	☐
• Presenta una humedad relativa ≥90% ? 50%. HR	☐	☒	☐
• Esta protegida contra variaciones de voltaje en el suministro eléctrico?	☐	☒	☐
• En caso de ser pendular; se identifican las masas en forma apropiada?	☐	☐	☒
• El funcionamiento de la máquina está afectado negativamente por:			
- Vibraciones del motor de la bomba hidráulica.	☐	☐	☒
- Fugas de fluido hidráulico.	☐	☐	☒
- Desgastes o defectos en los elementos guías o crucetas móviles.	☐	☐	☒
- Aflojamiento en las columnas verticales del bastidor de carga.	☐	☐	☒

A.3 INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA O DINAMÓMETRO:

		SI	NO	N/A
• Existen ranuras para centrado?		☐	☐	☒
• El plato de compresión superior está montado sobre una rótula?		☐	☐	☒
• Escualiza fácilmente?		☐	☐	☒
• El montaje de platos permite la aplicación de fuerza en forma axial?		☐	☐	☒
• Los platos de carga están instalados en forma permanente?		☐	☐	☒
• En caso negativo, son sustituidos por componentes específicos?		☐	☐	☒
• Los platos de carga cumplen con los requerimientos de la máquina?		☐	☐	☐
• Desviación de la planitud de los platos: (medidos sobre 100 mm)	Superior: ___ mm			
	Inferior: ___ mm			
• Dureza de los platos.	Superior: ___ HRC			
	Inferior: ___ HRC			

A.4 INSPECCIÓN DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DEL CABEZAL

	SI	NO	N/A
• La velocidad de carga permite una variación lenta en ascenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga permite una variación lenta en descenso?	☒	☐	☐
• La velocidad de carga puede ser ajustada con suficiente exactitud?	☒	☐	☐
• La carga puede ser accionada en forma manual?	☒	☐	☐
• Presenta mecanismo de apagado automático?	☒	☐	☐
• Es posible alcanzar el valor nominal?	☒	☐	☐
- En caso negativo, porque?			

	SI	NO	N/A
• Las velocidades de deformaciones aplicadas a las probetas cumplen con las normas técnicas aplicadas	☒	☐	☐
- En caso negativo, cuales?			

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-5

DATOS SUPLEMENTARIOS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
MAGNITUD FUERZA

NUMERO :

DATOS TÉCNICOS:

	SI	NO	N/A
• La máquina se calibró con los dispositivos accesorios?	☐	☐	☒
• Las series de mediciones son acordes, según norma NTC ISO 7500-1 N° 6.4.5.	☒	☐	☐

DATOS DEL INDICADOR:

MARCA	—	MODELO	—	SERIE	—

Rangos de medición	Resolución a 10%	Resolución a 20%	Resoluciones relativas a 10%	Resoluciones relativas a 20%
1000div 10000div	10div	10div	1/18	0,61

• Se realizaron reparaciones o ajustes durante la calibración? ☐ ☒ ☐
En caso afirmativo cuales?

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie1 °C	Serie 4 °C
Inicio	26,8	27,1		29,1	
Fin	26,9	27,2		29,0	

DATOS ADMINISTRATIVOS:

• Dispone el laboratorio del manual de operación?	☒	☐	☐
• En caso afirmativo; se entiende fácilmente?	☒	☐	☐
• Cuantos operadores manejan la máquina? 2			
• Están todos los operadores entrenados?	☒	☐	☐
• Existen en el laboratorio programas de mantenimiento preventivos y Calibraciones periódicas?	☒	☐	☐
• Razón social de quién efectúo la calibración anterior y fecha			

—	—	—	—

Atendió la calibración:

Nombre	Miguel Roberto	Cargo	—

FECHA: 2014-03-02

FIRMA:

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

FIN DE DOCUMENTO


SERVINTEGRAL LTDA.
ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
Calibrado
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011
Magnitud:
FUERZA
Fecha Calibración
AÑO
MES
DIA
2024
03
02
Certificado No.
7827