



*Informe Estudio geotécnico para:
Proyecto: ADECUACIÓN DEL CENTRO DE
ENTRENAMIENTO DE ALTURAS E
INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE
PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DEL
CAMPO DE ENTRENAMIENTO COMO
ANCLAJES LÍNEAS DE VIDA VERTICAL Y
HORIZONTAL*

DIRECCION: CARRERA 9 #12-141, MUNICIPIO DE
CARTAGO, DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL
CAUCA

DISEÑO:

EDWIN ALEXANDER ARANA CADENA
Ingeniero Civil U.Q.
Mat. Prof. 63202-189389 QND
Especialista en Geotecnia U.N.
Especialista en Estructuras U.N.

Este material constituye propiedad intelectual de su
diseñador y no puede ser reproducido total ni
parcialmente

CODIGO: P9-2026

TABLA DE CONTENIDO

1	CARTA DE RESPONSABILIDAD ESTUDIO GEOTECNICO Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACION	4
2	DOCUMENTACION LEGAL DEL INGENIERO GEOTECNISTA RESPONSABLE	5
3	LOCALIZACION Y DESCRIPCION GENERAL.....	8
3.1	LOCALIZACION Y DESCRIPCION GENERAL DEL MUNICIPIO	8
3.2	LOCALIZACION DEL PROYECTO	9
3.3	DESCRIPCION GENERAL DEL ENTORNO GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO DEL SITIO. 10	
3.4	LOCALIZACION ESTRUCTURAL GEOLOGICA Y EVALUACION DE LAS AMENAZAS SISMICAS DEL SITIO.	12
3.4.1	Ruptura de una falla (H.10.2.2.1).....	12
3.4.2	Licuefacción (H.10.2.2.2)	12
3.4.3	Compactación diferencial (H.10.2.2.3).....	12
3.4.4	Deslizamientos (H.10.2.2.4)	13
3.4.5	Avalanchas o inundaciones (H.10.2.2.5)	13
3.5	LOCALIZACION DE SONDEOS	13
3.6	REGISTRO FOTOGRAFICO.....	14
3.7	PERFIL ESTRATIGRAFICO TIPO GENERAL	15
3.8	PARAMETROS GEOTECNICOS DE LAS PERFORACIONES	16
4	DISEÑO GEOTECNICO DE LA CIMENTACION.....	16
4.1	CONSIDERACIONES GENERALES DEL DISEÑO DE CIMENTACIÓN	16
4.2	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	16
4.3	CONSIDERACIONES DE EVALUACIÓN	17
4.4	CAPACIDAD ADMISIBLE.....	17
4.5	DISEÑO DE LA CIMENTACION	19
5	VERIFICACION DE CONDICIONES DE INESTABILIDAD DEL SUELO	22
5.1	EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA LICUEFACCION.....	22
5.2	EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EXPANSIÓN	22
6	PARAMETROS SISMICOS.....	23
6.1	DEFINICION DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO.....	23
6.2	DEFINICION DEL ESPECTRO ELASTICO DE DISEÑO	24
7	CONCLUSIONES.....	26
8	RECOMENDACIONES PARA EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION	29
8.1	RECOMENDACIONES GENERALES.....	29
8.2	PARA LA EJECUCION ESPECIFICA DE VIGAS	29
8.3	RECOMENDACIONES PARA EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS ENTIBADOS	30

8.4	RECOMENDACIONES PROTECCION DE EDIFICACIONES VECINAS	30
9	ANEXOS Y CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE LABORATORIOS	31

I CARTA DE RESPONSABILIDAD ESTUDIO GEOTECNICO Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACION

Cartago, febrero del 2026.

Señores

SENA Cartago

Cordial saludo, adjunto a la presente hago entrega del informe de Estudio Geotécnico y Recomendaciones de Cimentación para la construcción de **UNA CIMENTACION PARA UNA ESTRUCTURA METALICA EXISTENTE, UBICADA EN LA CARRERA 9 #12-141, MUNICIPIO DE CARTAGO, DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA.**

Las actividades de exploración, muestreo, ensayos de laboratorio, determinación de características y parámetros mecánicos del suelo, necesarias para la realización del presente estudio, están reguladas por los títulos (A) y (H) del REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE (NSR-10) Y SUS DECRETOS MODIFICATORIOS, así como de Normas asociadas a la misma como las del INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN ICONTEC (NTC), además de la SOCIEDAD AMERICANA PARA ENSAYOS Y MATERIALES ASTM, a las cuales se hace referencia en el Capítulo H.2 de la NSR-10. También se han tenido en cuenta requerimientos de normatividad local del municipio.

Este estudio de suelos y las responsabilidades que conllevan, solo cubre única y exclusivamente al estudio geotécnico para las edificaciones descritas en el párrafo inicial de esta carta de responsabilidad, y bajo las condiciones en que aparece en la imagen de localización del proyecto y de sondeos incluidos en este informe geotécnico, no se incluyen ningún otro lote, predio y/o edificación que ese por fuera de la localización descrita en este informe geotécnico. Tampoco están cubiertas por este informe, edificaciones que de una u otra forma sean similares y/o que estén por fuera del área de estudio y sondeos en la localización del proyecto.

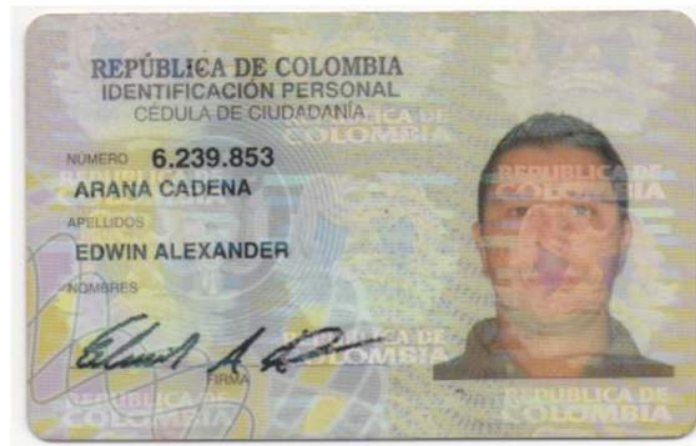
Conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 "Experiencia del Ingeniero Geotecnista" Título IV Capítulo II: (Profesionales Diseñadores), el ingeniero EDWIN ALEXANDER ARANA CADENA asume la responsabilidad del Presente Estudio Geotécnico, conforme a lo establecido por la NSR-10 (Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo 5: Responsabilidad de los Diseños). En cualquier caso, NO Asumimos responsabilidad civil ni penal alguna, dado el caso en que las obras a que se hace referencia en el presente estudio no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo.

En estas circunstancias, por medio de la presente me responsabilizo como Ingeniero Geotecnista solo del estudio de suelos para las edificaciones descritas en el párrafo inicial de esta carta de responsabilidad. De acuerdo a la Ley 400 de 1997.

Atentamente,

EDWIN ALEXANDER ARANA CADENA.
C.C. 6.239.853
Ingeniero Civil U.Q.
T.P. 63202-189389 QND
Especialista En Geotecnia U.N.
Especialista En Estructuras U.N.

2 DOCUMENTACION LEGAL DEL INGENIERO GEOTECNISTA RESPONSABLE





UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MANIZALES
FACULTAD DE

Ingeniería y Arquitectura

ACTA DE GRADO NÚMERO 3400

El Consejo de Facultad en su sesión del día 12 de noviembre de 2024 - Acta No. 51

CONSIDERANDO QUE

Edwin Alexander Arana Cadena

C.C. 6.239.853 de Cartago

Cumplió satisfactoriamente con los requisitos exigidos por los Acuerdos y Reglamentos de la Universidad, resuelve otorgarle el título de

Especialista en Geotecnia

En nombre y representación de la República de Colombia y de la Universidad Nacional de Colombia se expide el Diploma Número 76716

consignado en el Registro No. 3405, Folio 27 del Libro 4

En testimonio de lo anterior se firma la presente Acta de Grado en la ciudad

de Manizales, a los 12 días del mes de noviembre de 2024


PRESIDENCIA
Consejo de Facultad


SECRETARÍA
Consejo de Facultad

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que **EDWIN ALEXANDER ARANA CADENA**, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 6239853, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 63202-189389 desde el 15 de Julio de 2010, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 791.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los cuatro (04) días del mes de Agosto del año dos mil veinticinco (2025).



Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(**) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

3 LOCALIZACION Y DESCRIPCION GENERAL

3.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCION GENERAL DEL MUNICIPIO

El municipio se encuentra en el norte del departamento del Valle del Cauca, Esta sobre el pie de loma de la cordillera central perteneciente a la región andina de Colombia, en una planicie a una altura de unos 917msnm en promedio. Por el municipio pasan, el río Cauca y paralelo a la ciudad el río La Vieja, además este último sirve de frontera natural con el departamento de Risaralda y es el río tutelar del cual se abastece la zona urbana. El territorio es plano y ligeramente ondulado. Tiene un área total de 279 km².



Imagen 1. Localización del municipio en el departamento.

3.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO



Imagen 2. Localización del predio.

3.3 DESCRIPCION GENERAL DEL ENTORNO GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO DEL SITIO.

Geología Regional y Estratigrafía del Subsuelo

El predio se localiza dentro del Graben del Valle del Cauca, sobre una secuencia de Depósitos Cuaternarios (Q) originados por la actividad fluvial histórica de los ríos Cauca y La Vieja.

Estratigrafía de Interés Geotécnico:

1. Depósitos de Terrazas Aluviales Medias (Qat): La unidad superficial predominante consiste en limos y arcillas de consistencia media, que presentan un grado de consolidación superior a los depósitos de las zonas bajas del río.
2. Horizontes Granulares: Bajo el manto fino superficial, se suelen encontrar estratos de arenas de grano fino a medio y gravas pequeñas, que actúan como niveles de mayor competencia mecánica para el desplante de cimentaciones.
3. Potencial de Licuefacción: Debido a la presencia de estos lentes arenosos saturados en una región de alta sismicidad, el análisis de susceptibilidad a la licuefacción es obligatorio. Un evento sísmico podría inducir un aumento en la presión de poros, reduciendo drásticamente la resistencia del suelo.

Estructura y Amenaza Sísmica:

De acuerdo con la normativa NSR-10, el municipio de Cartago está clasificado en zona de AMENAZA SÍSMICA ALTA. La cercanía al Sistema de Fallas de Romeral implica que las estructuras deben diseñarse para resistir aceleraciones elevadas. La naturaleza de estos depósitos suele clasificar el perfil de suelo como Tipo D, lo que genera una amplificación moderada de las ondas sísmicas.

Geomorfología Local y Procesos Activos

La geomorfología del sitio corresponde a una Llanura Aluvial Media / Terraza Disectada, caracterizada por una topografía plana a subhorizontal.

Geoformas y Procesos Críticos:

1. Topografía Estable: El predio presenta pendientes mínimas (<2%), lo que favorece la estabilidad global y minimiza los riesgos de remoción en masa.
2. Nivel Freático: En este sector, el nivel freático es moderadamente somero, detectándose usualmente entre los 2.0 m y 3.5 m de profundidad. Su nivel fluctúa estacionalmente y debe ser monitoreado para el diseño de sótanos o cimentaciones profundas.
3. Asentamientos Diferenciales: La variabilidad lateral propia de los ambientes fluviales (cambios de depósitos finos a granulares en distancias cortas) puede generar asentamientos diferenciales. Se recomienda que el diseño de la cimentación contemple la rigidez suficiente para mitigar estas deformaciones.
4. Drenaje: Si bien no es una zona de inundación directa, la baja pendiente requiere un diseño técnico de drenaje pluvial para evitar la saturación del suelo superficial durante lluvias intensas.

Conclusión Geotécnica: El sitio ofrece condiciones favorables para el desarrollo constructivo, siempre que se atraviesen los niveles de suelo superficial potencialmente removido (llenos) y se apoye la estructura sobre los estratos aluviales firmes, considerando siempre los parámetros de la Amenaza Sísmica Alta.

3.4 LOCALIZACION ESTRUCTURAL GEOLOGICA Y EVALUACION DE LAS AMENAZAS SISMICAS DEL SITIO.

3.4.1 Ruptura de una falla (H.10.2.2.1)

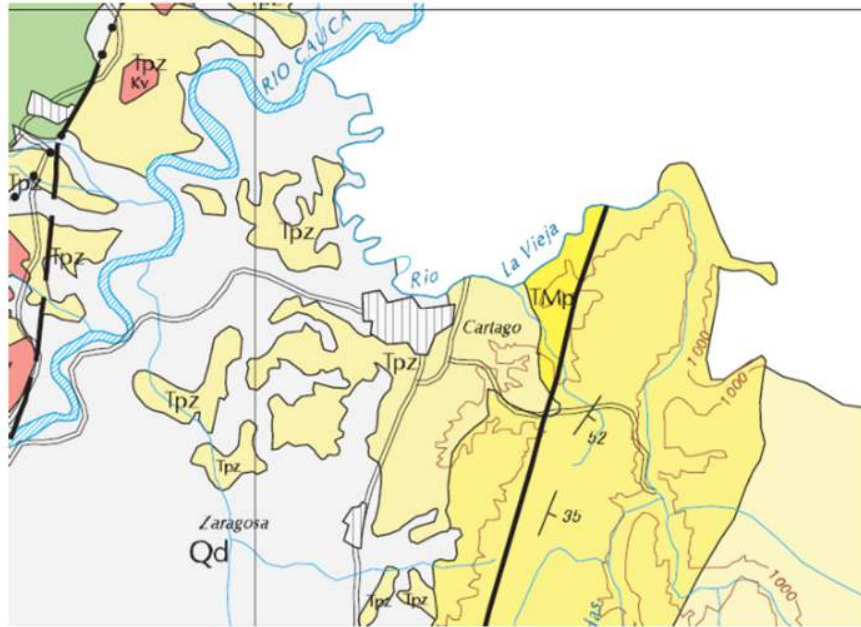


Imagen 3. Mapa geológico, zona municipio de Cartago.

Una vez revisado el mapa geológico de Colombia, se observa que la parte urbana del municipio de Cartago no está siendo afectada por una falla activa significativa que pueda afectar el desarrollo de algún proyecto en específico, así mismo una vez realizado el análisis de campo no se observaron condiciones específicas de afectaciones de fallas, como (desplazamientos significativos, mineralogía asociada a fallas y metamorfismo y mucho menos estrías o señas en las muestras recuperadas).

3.4.2 Licuefacción (H.10.2.2.2)

Para que un suelo sea susceptible a la licuefacción, debe cumplir con una serie de condiciones que involucran el tipo de suelo y la saturación. Estas condiciones se indican a continuación:

- Naturaleza del suelo: Suelo granular, no cohesivo, como arenas finas y gravas.
- Estado de saturación: El suelo debe estar por debajo del nivel freático, completamente saturado con agua.

En conclusión según el tipo de suelos encontrados y la falta o nula existencia de nivel freático, el suelo en estudio no es licuable.

3.4.3 Compactación diferencial (H.10.2.2.3)

Los suelos que servirán de soporte para la nueva cimentación no poseen amenaza por licuefacción, ni se presentaron niveles freáticos, ni son suelos sueltos, están compactados, por tanto no poseen amenazas por compactación diferencial.

3.4.4 Deslizamientos (H.10.2.2.4)

Como se observa en las fotos del registro de perforaciones el predio esta compuesto por un terreno plano sin taludes existentes ni existen evidencias en archivos legales del municipio de precencias de inestabilidad por rotacion, traslacion o caida de rocas en este sector. Por lo tanto no tiene amenaza por deslizamiento.

3.4.5 Avalanchas o inundaciones (H.10.2.2.5)

Serca el proyecto no existe fuentes hidricas o recursos hidricos que originen una amenaza por inundacion o avalanchas. Ademas se verifica en planos del Plan de Ordenamineto Territorial de Cartago P.O.T. que esta zona no tiene afectacion por inundacion o por cualquier otra amenaza posible.

3.5 LOCALIZACION DE SONDEOS



Imagen 4. Ubicación de los sondeos.

3.6 REGISTRO FOTOGRAFICO



Imagen 5. Registro fotográfico sondeo de los sondeos.



Imagen 6. Registro fotográfico sondeo de los sondeos.

3.7 PERFIL ESTRATIGRAFICO TIPO GENERAL

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO 1		
Profundidad (m)	Litología	Descripción
0.5		Suelo de relleno con material limo arenoso y suelo orgánico.
1.0		
1.5		
2.0		
2.5		
3.0		
3.5		Suelo natural limo arenoso color pardo grisáceo de media humedad y buena compactación.
4.0		
4.5		
5.0		
5.5		
6.0		

PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO 2		
Profundidad (m)	Litología	Descripción
0.5		Suelo de relleno con material limo arenoso y suelo orgánico.
1.0		
1.5		
2.0		
2.5		
3.0		
3.5		
4.0		
4.5		Suelo natural limo arenoso color pardo grisáceo de media humedad y buena compactación.
5.0		
5.5		
6.0		

Tabla 1. Estratigrafía Típica general.

El predio en general presenta una primera capa conformada por suelo de relleno con material suelo amarillo limo arenoso y suelo orgánico revuelto con espesores entre profundidad 0.0m y 4.0m. Luego se registra una segunda capa de suelo natural limo arenoso de humedad media y buena compactación con espesores entre profundidad 4.0m a 6.0m. No Se encontró nivel de agua freático en la profundidad explorada.

3.8 PARAMETROS GEOTECNICOS DE LAS PERFORACIONES

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Cohesión (S_u)	C'	65	$[kN/m^2]$
Peso unitario Húmedo	(γ)	19	kN/m^3
Angulo de Fricción	(ϕ)	0	$(^\circ)$

Tabla 2. Parámetros Geotécnicos del suelo.

La cohesión (S_u) y el peso unitario húmedo (γ), fueron determinados a partir de los ensayos de compresión inconfina da incluidos en los anexos de este informe geotécnico. El Angulo de fricción (ϕ) se toma como cero (0) para los cálculos de los parámetros de resistencia del suelo.

4 DISEÑO GEOTECNICO DE LA CIMENTACION

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL DISEÑO DE CIMENTACIÓN

Para el diseño de las estructuras de cimentación se debe tener en cuenta que: El control de las cargas frente a la capacidad portante del suelo y el nivel de cimentación; además que los asentamientos máximos admisibles para que no se cause daño en la estructura. Para ello, la cimentación de las estructuras propuestas debe satisfacer tres criterios básicos e independientes.

- Primero, la fatiga neta no debe ser mayor a la capacidad portante última del suelo reducido por un factor de seguridad apropiado.
- Segundo, los asentamientos debidos a la compresión del suelo de fundación durante la vida de las estructuras deben ser de una magnitud tal que no causen daños estructurales o deterioro de la apariencia de las mismas.
- Tercero, el potencial de expansión del suelo de fundación puede ser controlado de forma que los hinchamientos o movimientos verticales hacia arriba que presente la cimentación se mantenga bajo límites tolerables.

4.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Los diseños geotécnicos de las cimentaciones se fundamentaron principalmente en los siguientes métodos de análisis y criterios asociados:

- Para cimentación superficial se utilizó la teoría de capacidad portante última sugerida por Terzaghi (Libro "Fundamentos de ingeniería geotécnica", cuarta edición, Braja M. Das, pag. 482).
Para el cálculo de los asentamientos se empleó la teoría de la elasticidad (Libro "Fundamentos de ingeniería geotécnica", cuarta edición, Braja M. Das, pag. 515).

- El cálculo de pilotes es realizado por el método de Tomlinson (1963) y Meyerhof (1953).

4.3 CONSIDERACIONES DE EVALUACIÓN

La cimentación de las estructuras previstas para el proyecto debe satisfacer dos criterios independientes de diseño:

- Debe tener un factor de seguridad aceptable contra falla por resistencia al esfuerzo cortante del terreno de cimentación.
- El asentamiento durante la vida útil del proyecto no debe ser de una magnitud que cause daño estructural o afecte el nivel de calidad de las estructuras.
- La selección del tipo de cimentación depende de las cargas que las estructuras transmiten al subsuelo y del asentamiento o compresibilidad del terreno que las mismas puedan tolerar para garantizar el nivel de calidad.
- El diseñador estructural definirá la cimentación más adecuada de acuerdo con las cargas (muertas, vivas, sismo, viento, etc.) y los criterios ya enunciados. La selección final dependerá también del costo de las soluciones de cimentación, el proceso constructivo, las restricciones del sitio, los materiales disponibles y la práctica local.

4.4 CAPACIDAD ADMISIBLE

La capacidad portante admisible es la máxima presión que los cimientos deben transmitir al suelo para evitar una posible falla por esfuerzos de corte y para que los asentamientos estén en límites aceptables. Los valores de capacidad portante están estrechamente relacionados con las dimensiones de los cimientos, las cargas de las estructuras, el nivel de fundación y los parámetros de resistencia y compresibilidad del subsuelo.

La capacidad portante admisible vertical a compresión (q_{adm}) de cimientos superficiales fue calculada para varias dimensiones elementos. Los cálculos fueron realizados mediante parámetros basados en el registro in situ al resultado de las cohesiones no drenadas de las compresiones inconfiada, Los restantes parámetros de resistencia de los estratos superficiales se escogieron a partir de los valores indicados en la Tabla 1.

La ecuación general de capacidad portante admisible sugerida por Terzaghi (Libro "Fundamentos de ingeniería geotécnica", cuarta edición, Braja M. Das, pag. 481 y 483) es:

Para cimentación corrida tipo vigas de cimentación o zapata corrida:

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Para cimentación tipo zapatas aisladas:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

donde

c' = cohesión del suelo

γ = peso unitario del suelo

$q = \gamma D_f$

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga adimensionales y sólo son funciones del ángulo de fricción del suelo, ϕ'

Tabla 16.1 Factores de capacidad de carga de Terzaghi, N_c , N_q y N_γ ; ecuaciones (16.3), (16.4) y (16.5).

ϕ' (grad)	N_c	N_q	N_γ	ϕ' (grad)	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

^aValores para N_γ de Kumbhojkar (1993)

Tabla 3. Factores de Capacidad de carga.

El cálculo de pilotes según el método de Tomlinson (1963) y Meyerhof (1953).

Para cimentación tipo profunda con pilotes:

2.1 Capacidad de Carga Última de un Pilote en Suelo Cohesivo

La capacidad de carga última de un pilote está compuesta por la resistencia a la fricción y la resistencia en la punta. En arcillas la resistencia por fricción es mucho mayor que la resistencia por punta. Luego:

$$Q_u = Q_s + Q_b$$

La resistencia por fricción lateral en un pilote está dada por:

$$Q_s = \alpha \bar{c} A_s$$

Donde:

- A_s = superficial lateral empotrada del pilote.
 $\bar{c}$ = resistencia cortante no-drenada promedio de la arcilla a lo largo de los lados del pilote.
 α = factor de adhesión.

Se ha encontrado que el valor de α puede variar significativamente, por lo que es difícil asignarle un valor. Para pilotes hincados se emplean los valores propuestos por Nordlund (1963) y para pilotes excavados se utilizan los valores de Tomlinson (1975).

La resistencia por punta se obtiene de la ecuación de Meyerhof (1953) para la capacidad portante de suelos cohesivos.

$$Q_b = c N_c A_b$$

De la literatura Tomlinson (1975) el factor de adhesión, ($\alpha=0.8$)

Resistencia cortante no-drenada promedio de la arcilla, ($\bar{c}$)

Área lateral empotrada del pilote, $A_s=(2*\pi*\text{radio del pilote})*\text{Longitud del pilote}$

Factor de capacidad de carga para cohesión, (N_c) de Terzaghi libro Braja M. Das

Área transversal del pilote, $A_b= \pi*(\text{radio del pilote})^2$.

Factor de seguridad, $F_s=3.0$

De acuerdo con los lineamientos de la NSR-10, numerales H.2.4 y H.4.7, se distinguen dos factores de seguridad para los análisis geotécnicos por cada condición de carga en diseño (carga nominal sin mayoración): el factor de seguridad básico o directo mínimo (FSBM o FSBUM) y el indirecto por capacidad portante (FSICP); ver valores en la Tabla 3.

Condición de carga	FSBM / FSBUM	FSICP
Carga Muerta + Viva normal (CM + CVN)	1.50 / 1.80	3.00
Carga Muerta + Viva máxima (CM + CVM)	1.25 / 1.40	2.50
Carga Muerta + Viva normal + Sismo de diseño pseudo-estático	1.10 / N.P.	1.50

Tabla 4. Factores de seguridad mínimos básicos e indirectos por capacidad portante.

Los factores de seguridad básicos son aplicados al material térreo (suelo y roca) y los factores de seguridad indirectos son los empleados para evaluar la condición de resistencia última y la admisible. El factor de seguridad básico o directo FSB es el factor de seguridad geotécnico real, pero de él se deriva el factor de seguridad indirecto FSICP, pero en todo caso se debe demostrar que el empleo de éstos FS indirectos implican factores de seguridad directos iguales o superiores a los valores mínimos FSBM (para parámetros de resistencia en esfuerzos efectivos) o FSBUM (comportamiento aparente para esfuerzos totales).

4.5 DISEÑO DE LA CIMENTACION

Se propone una cimentación tipo superficial con zapatas aisladas y vigas de cimentación. El desplante de las vigas de cimentación será como mínimo a una profundidad de 0.2m y para las zapatas como mínimo a una profundidad de 1.0m, estos dos desplantes se medirán a partir del nivel inferior de la placa de contrapiso que estará apoyada sobre el nivel del terreno actual.

Los cálculos de capacidad portante admisible se efectuaron considerando niveles de suelo de fundación competente. Si se requiere elevar el nivel o mejorar el suelo de cimentación, se recomienda conformar un relleno estructural o de mejoramiento en aquellos sitios donde a lo largo del alineamiento de las obras, una vez excavado hasta el nivel de cimentación el especialista en geotecnia que acompañe las obras considere que no se alcanzan los valores de capacidad portante requeridos por la estructura.

A continuación, se muestra las memorias de cálculo de la capacidad portante admisible para los cimientos profundos tipo pilotes preexcavados fundidos in situ:

CAPACIDAD DE CARGA DE PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

DATOS INICIALES	
Diámetro del pilote (m)	0.30
Perímetro del pilote (m)	0.94
Área transversal del pilote (m ²)	0.071
Factor de adhesión (α)	0.8
Cohesión (KN/m ²)	65
Angulo de fricción del suelo (°)	0
Factor de capacidad de carga (NC)	5.70
Factor de seguridad (F.S.) para (D+L)	3.0
Factor de seguridad (F.S.) para (D+L+E)	1.5

$$Q_s = \alpha \cdot \bar{c} A_s$$

$$Q_b = c N_c A_b$$

$$Q_u = Q_s + Q_b$$

CONDICION F.S.=3.0 (Carga Muerta (D) + Carga Viva (L))					
Longitud del pilote (m)	Resist. Fricción pilote (Qs) (KN)	Resist. Punta pilote (Qb) (KN)	Resist. Ultima pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qb) (Ton)
1	49.01	26.19	75.20	25.07	2.51
1.5	73.51	26.19	99.70	33.23	3.32
2	98.02	26.19	124.21	41.40	4.14
2.5	122.52	26.19	148.71	49.57	4.96
3	147.03	26.19	173.22	57.74	5.77
3.5	171.53	26.19	197.72	65.91	6.59
4	196.04	26.19	222.23	74.08	7.41
4.5	220.54	26.19	246.73	82.24	8.22
5	245.04	26.19	271.23	90.41	9.04
5.5	269.55	26.19	295.74	98.58	9.86
6	294.05	26.19	320.24	106.75	10.67

CONDICION F.S.=1.5 (Carga Muerta (D) + Carga Viva (L) + Sismo Diseño (E))					
Longitud del pilote (m)	Resist. Fricción pilote (Qs) (KN)	Resist. punta pilote (Qb) (KN)	Resist. Ultima pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qb) (Ton)
1	49.01	26.19	75.20	50.13	5.01
1.5	73.51	26.19	99.70	66.47	6.65
2	98.02	26.19	124.21	82.80	8.28
2.5	122.52	26.19	148.71	99.14	9.91
3	147.03	26.19	173.22	115.48	11.55
3.5	171.53	26.19	197.72	131.81	13.18
4	196.04	26.19	222.23	148.15	14.82
4.5	220.54	26.19	246.73	164.49	16.45
5	245.04	26.19	271.23	180.82	18.08
5.5	269.55	26.19	295.74	197.16	19.72
6	294.05	26.19	320.24	213.50	21.35

Tabla 5. Cálculo de la capacidad portante del suelo.

CAPACIDAD DE CARGA DE PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

DATOS INICIALES	
Diámetro del pilote (m)	0.40
Perímetro del pilote (m)	1.26
Área transversal del pilote (m ²)	0.126
Factor de adhesión (α)	0.8
Cohesión (KN/m ²)	65
Angulo de fricción del suelo (°)	0
Factor de capacidad de carga (NC)	5.70
Factor de seguridad (F.S.) para (D+L)	3.0
Factor de seguridad (F.S.) para (D+L+E)	1.5

$$Q_s = \alpha \cdot \bar{c} A_s$$

$$Q_b = c N_c A_b$$

$$Q_u = Q_s + Q_b$$

CONDICION F.S.=3.0 (Carga Muerta (D) + Carga Viva (L))					
Longitud del pilote (m)	Resist. Fricción pilote (Qs) (KN)	Resist. Punta pilote (Qb) (KN)	Resist. Ultima pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qb) (Ton)
1	65.35	46.56	111.90	37.30	3.73
1.5	98.02	46.56	144.58	48.19	4.82
2	130.69	46.56	177.25	59.08	5.91
2.5	163.36	46.56	209.92	69.97	7.00
3	196.04	46.56	242.59	80.86	8.09
3.5	228.71	46.56	275.27	91.76	9.18
4	261.38	46.56	307.94	102.65	10.26
4.5	294.05	46.56	340.61	113.54	11.35
5	326.73	46.56	373.28	124.43	12.44
5.5	359.40	46.56	405.96	135.32	13.53
6	392.07	46.56	438.63	146.21	14.62

CONDICION F.S.=1.5 (Carga Muerta (D) + Carga Viva (L) + Sismo Diseño (E))					
Longitud del pilote (m)	Resist. Fricción pilote (Qs) (KN)	Resist. punta pilote (Qb) (KN)	Resist. Ultima pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qadm) (KN)	Resist. admisible pilote (Qb) (Ton)
1	65.35	46.56	111.90	74.60	7.46
1.5	98.02	46.56	144.58	96.38	9.64
2	130.69	46.56	177.25	118.17	11.82
2.5	163.36	46.56	209.92	139.95	13.99
3	196.04	46.56	242.59	161.73	16.17
3.5	228.71	46.56	275.27	183.51	18.35
4	261.38	46.56	307.94	205.29	20.53
4.5	294.05	46.56	340.61	227.07	22.71
5	326.73	46.56	373.28	248.86	24.89
5.5	359.40	46.56	405.96	270.64	27.06
6	392.07	46.56	438.63	292.42	29.24

Tabla 6. Cálculo de la capacidad portante del suelo.

5 VERIFICACION DE CONDICIONES DE INESTABILIDAD DEL SUELO

5.1 EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA LICUEFACCION

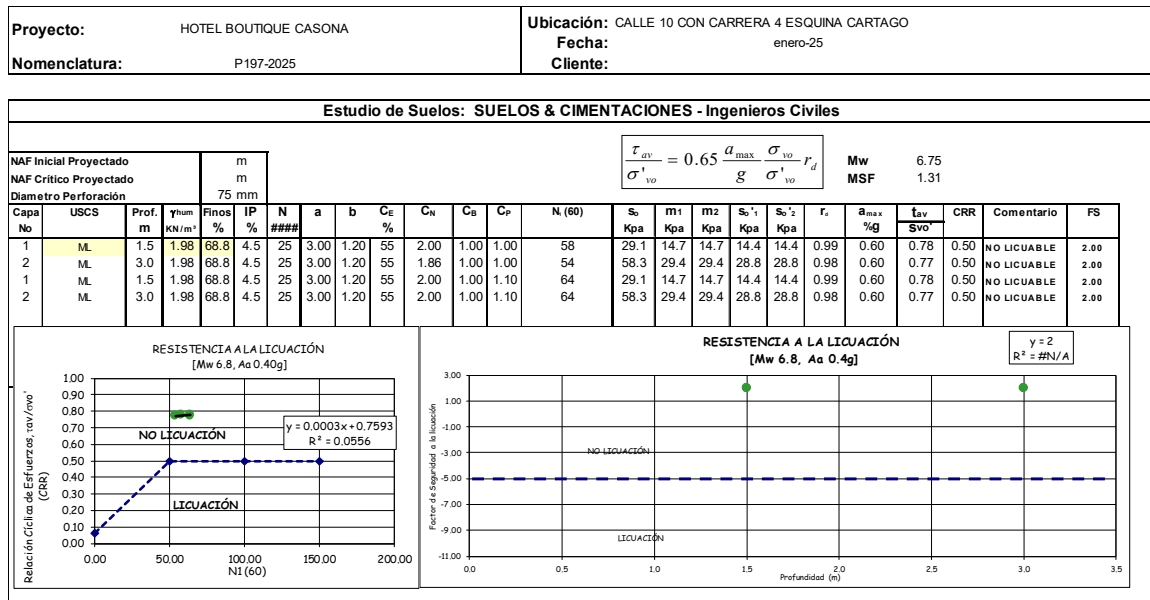


Tabla 7. Verificación suelos Licuables.

Para que un suelo sea susceptible a la **licuefacción**, debe cumplir con una serie de condiciones que involucran el tipo de suelo y la saturación. Estas condiciones se indican a continuación:

- Naturaleza del suelo: Suelo granular, no cohesivo, como arenas finas y gravas.
- Estado de saturación: El suelo debe estar por debajo del nivel freático, completamente saturado con agua.

En conclusión según el tipo de suelos encontrados y la falta o nula existencia de nivel freático, el suelo en estudio no es licuable.

Conclusión: suelos NO licuables

5.2 EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EXPANSIÓN

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 8. Verificación suelos expansivos NSR-10.

Conclusión:

Con base a los resultados de los límites de Atterberg y a los rangos de la tabla 8 anterior, extraída de la NSR-10, los suelos tienen expansión muy baja, normal para condición de suelo encontradas, contrarrestable totalmente con el peso de la edificación de dos pisos.

Conclusión: suelos NO Expansivos

6 PARAMETROS SISMICOS

6.1 DEFINICION DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO

El procedimiento que se emplea para definir el tipo de perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30 metros superiores del perfil; para el diseño del espectro elástico de aceleración se deben emplear los coeficientes espectrales definidos en el estudio de Zonificación Sísmica de Colombia, descritos en el título A de la norma NSR-10 – Capítulo A.2.

De acuerdo con los efectos locales descritos en las normas Colombianas de diseño y construcción, y al mapa de zonificación sísmica de Colombia, el área del proyecto se encuentra dentro de la zona de amenaza sísmica Alta. Respecto a los tipos de perfil de suelo para la definición de efectos locales, se obró según las disposiciones del numeral A.2.4 de las NSR-10, así partiendo de los valores de los resultados de las compresiones inconfina, tomando como referencia el valor de S_u . Se tiene:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36$ m)	

Tabla 9. Clasificación del perfil de suelo de NSR-10 tabla A.2.4-1.

El perfil de suelo del corredor en estudio clasifica como un tipo D de acuerdo con la clasificación presentada en la Tabla A.2.4-1 de la NSR-10, y según los resultados de los ensayos de compresión inconfina con valor de $S_u = q_u/2$ de 105.20KPa en el valor mas bajo, y valores similares en los demás ensayos y a criterio del Geotecnista a pesar de que se pudiera clasificar como suelo C, se recomienda tomar el suelo como tipo D dado la cercanía de los valores del ensayo de compresión inconfina a este tipo de suelo.

6.2 DEFINICION DEL ESPECTRO ELASTICO DE DISEÑO

Los espectros Elásticos de aceleración, velocidad y desplazamiento se definen en función de los siguientes parámetros:

- A_a = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2. (0.25)
- A_v = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2. (0.25)
- F_a = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional. (1.30)
- F_v = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional. (1.90)
- g = aceleración debida a la gravedad (9.8 m/s^2).
- T : Valor del período fundamental del edificio, calculado de acuerdo con la prescrito en A.5 de la Normas Sismo Resistentes Colombianas NSR-10 [Método del Análisis Dinámico].
- T_o : Período de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de aceleración constante del espectro de diseño.
- T_c : Período de vibración, en segundos, correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para períodos cortos, y la parte descendiente del mismo.
- T_L : Período de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para períodos largos.
- S_a : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un período de vibración dado. Máxima aceleración horizontal de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración T .
- I : Coeficiente de importancia definido en A.2.5.1 de la Normas Sismo Resistentes Colombianas NSR-10. (1)

Espectro NSR-10 << Por Ing. Mauricio Mendoza >>

Coefficientes y Parametros Diagrama de Aceleraciones Tablas Acerca de..

Proyecto EDIFICACION EN UN PISO CARTAGO

Localizacion

Departamento: **Valle del Cauca** Municipio: **Cartago** Zona sismica: **D**

Direccion:

Grupo de uso y coeficiente de importancia

Grupo de uso: **I** Coeficiente de importancia [I]: **1**

Estructuras de ocupación normal

Zona de amenaza sismica

Alta Es el conjunto de lugares en donde Aa o Av, o ambos son mayores a 0.20.

Coefficientes

Aceleración pico efectiva Aa: **0.250** Fa: **1.3** Ver Tabla

Velocidad pico efectiva Av: **0.250** Fv: **1.9**

Periodos característicos del espectro elastico (NSR 10 - A.2.6.1)

$T_0 = (0.1 \cdot A_v \cdot F_v) / (A_a \cdot F_a) = 0.146$ (Véase A.2.6.)

$T_c = (0.48 \cdot A_v \cdot F_v) / (A_a \cdot F_a) = 0.702$ (Ver NSR-A.2.6)

$T_L = (2.40 \cdot F_v) = 4.56$ (Ver NSR-A.2.6)

Aceleraciones del espectro elastico (NSR 10 - A.2.6.1)

$S_a = 2.50 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I = 0.812$ Aceleracion Hor. Para periodos cortos.

$S_a = (1.20 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I) / T_c = 0.812$ Aceleracion Hor. Para periodos Internos

$S_a = (1.20 \cdot A_v \cdot F_v \cdot T_L \cdot I) / T^2 = 0.125$ Aceleracion Hor. Para periodos largos.

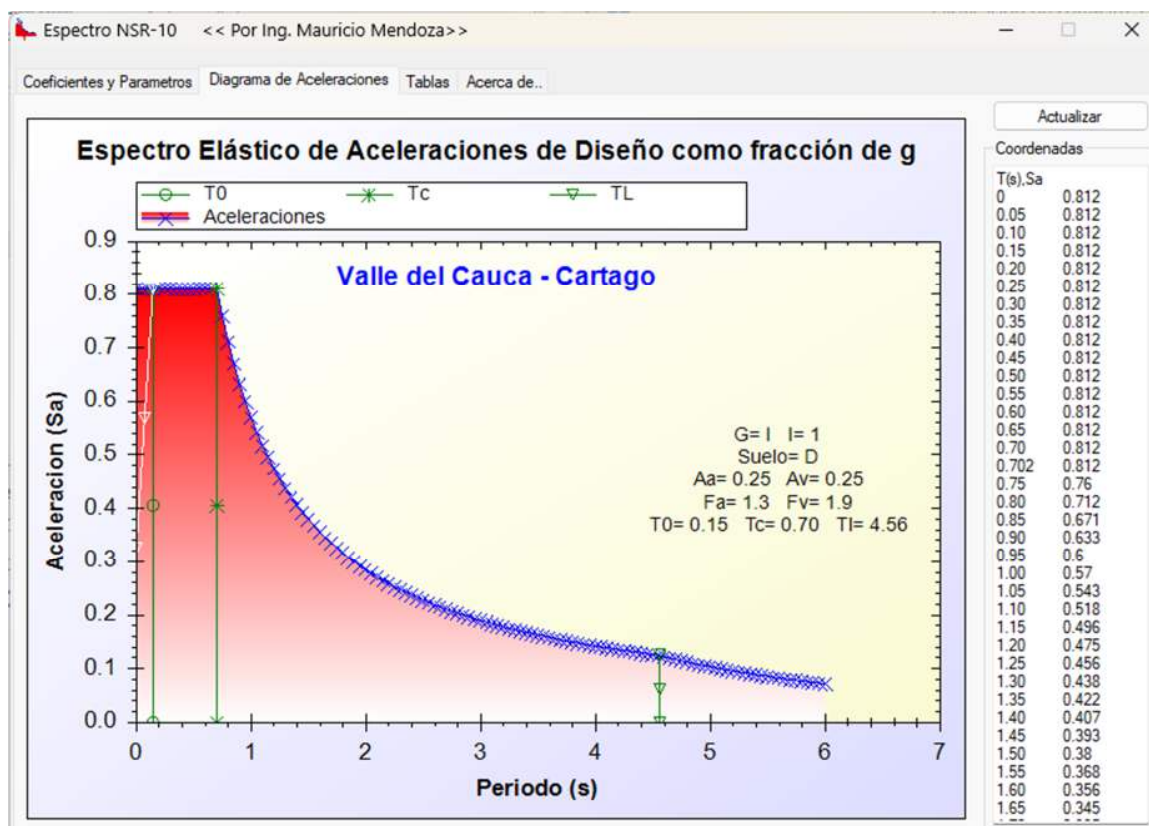
Perfil del suelo

D Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante Ver Tabla A.2.4-1

Calculo Sa para T dado:

Valor del periodo [T]=

Aceleracion [Sa]=



7 CONCLUSIONES

- El presente estudio obedece a los requerimientos H.3.1.1 y H.3.2.3 de la NSR-10 para este tipo de estudios.
- El Geotecnista no se hace responsable por cualquier tipo de daño y/o sanción derivados de modificaciones efectuadas al proyecto sin la respectiva consulta, o bien por no tener en cuenta las recomendaciones hechas en el presente estudio de geotécnico.
- La cimentación estará conformada una cimentación tipo profunda dada la existencia de suelos de rellenos antrópicos de hasta 4mt de profundidad.
- Para todos los contactos suelo-estructura se deben realizar recubrimientos los cuales deben ser mínimo de 0,10 m, con material de cantera debidamente compactado al 95% del Proctor modificado. La losa de contrapiso será de espesor mínimo de 15cm.
- Para garantizar la estabilidad de la estructura se debe seguir estrictamente las recomendaciones para la construcción de la restitución de suelo, como las recomendaciones dadas por el ingeniero calculista.
- Se debe contar con sistema de bombeo para evacuar las aguas lluvias o de cualquier otra naturaleza. Esto para proporcionar una adecuada zona de trabajo.
- Si se encuentra en obra condiciones de suelo diferentes a las recomendaciones para el desplante de las cimentaciones, es conveniente realizar una sustitución de este material con afirmado cemento al 4% del peso del material; seguidamente realizar ensayos de compactación con el fin de obtener el 90% del proctor modificado, con lo cual se va a garantizar una mejor capacidad de soporte del terreno.
- Para la construcción de todos los elementos de cimentación se recomienda la instalación de solados de limpieza, así como seguir estrictamente las anotaciones del diseñador estructural.
- Para el caso de las losas de contra piso deberá retirarse por completo el material orgánico existente y fundirla sobre una capa de nivelación de afirmado compactado de 0,20 m, además de esto la losa deberá tener un espesor mínimo de 0,10m reforzado con acero de refuerzo según diseño estructural y que cumpla con las especificaciones del ingeniero calculista. Si se desean realizar diseños con diferentes especificaciones se podrá consultar la norma ACI 360 y realizar las construcciones de la misma según recomendaciones de la norma ACI 302. En dicha normatividad podrá encontrar especificaciones sobre los espesores de las placas, los requerimientos de refuerzos tales como mallas electro soldadas o fibras sintéticas, espaciamiento de junta, requisitos de planicidad, rugosidad, durabilidad y condiciones especiales de servicio.
- No se deberán dejar las excavaciones abiertas más del tiempo necesario, esto con el objeto de evitar derrumbes que desestabilicen las paredes de la excavación, principalmente en épocas o periodo de lluvias.

- La alta finura y humedad de los suelos de fundación podrán inducir el ascenso capilar del agua de la cimentación y la mampostería. Con el fin de mitigar dicho efecto se aconseja emplear mortero impermeabilizado en las tres primeras hiladas de mampostería adyacentes al piso o a las vigas de cimentación. Se recomienda utilizar morteros (1 : 3 en volumen) o adicionados con cal o aditivos hidrófugos. Ninguna adición deberá disminuir la resistencia a compresión o a la adherencia de los morteros empleados. Todos los morteros de pega o relleno deberán satisfacer los requisitos de las secciones D.3.4 y D.3.5 del NSR / IO.
- En el caso que se necesiten realizar rellenos, se deberá utilizar como material de relleno, el material granular arenoso a utilizar como apoyo de las diferentes cimentaciones. Dicho material deberá tener las mismas características de composición y compactación.
- Si durante la etapa de excavación se encuentran sitios de fallos (hundimientos o bolsas de material blando u orgánico), se removerá el material alterado y húmedo. La zona se estabilizará con rajón grueso o piedra media zonja. También se podrá estabilizar el sitio con geotextil tejido tipo PAVCO.
- El contratista constructor es el responsable de la estabilidad de los taludes temporales y permanentes, debido a que las excavaciones para realizar las obras afectan la estabilidad del terreno hasta el momento de construida la alternativa y debe soportar y proteger a satisfacción del interventor todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la terminación de la obra.
- Así mismo, debe evitar la contaminación del material de fundación antes de la colocación de los respectivos concretos y rellenos. La protección de los taludes incluye el suministro y remoción de soportes, incluyendo los entibados y acodamientos que sean necesarios, la desviación de aguas superficiales, el retiro de aguas subterráneas en las excavaciones, el suministro y mantenimiento de un sistema de drenaje y bombeo que sea requerido para estabilización de los taludes y la obra.
- Las recomendaciones contenidas en el presente informe se basan en los datos obtenidos del plan exploratorio realizado, y en la información suministrada por la empresa contratante. Teniendo en cuenta adicionalmente las disposiciones del estudio de microzonificación sísmica del municipio y las disposiciones específicas que para este tipo de proyectos estime el Plan de Ordenamiento Territorial. Es de destacar, que el perfil estratigráfico utilizado para diseño es producto de una interpolación de los registros de perforación obtenidos del plan exploratorio.
- Si durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en este informe, deberá darse aviso oportuno al Geotecnista para estudiar la solución más adecuada. Esto también incluye cambios significativos en el diseño del proyecto final, que puedan generar una variación en la localización, uso, niveles y cargas utilizados para este informe.
- Según la unidad de construcción el proyecto se categoriza como una unidad baja según la tabla H.3.1-1 del título H de la NSR IO.

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

- Según clasificación para el mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción de la tabla H.3.2-1 de la NSR 10, el proyecto se encuentra en la categoría baja.

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

- De acuerdo como lo describe el numeral A.2.5.1 NSR 10 esta edificación se cataloga como grupo I. "Estructuras de ocupación normal" y su coeficiente de importancia es de 1.
- Este documento no podrá ser alterado o modificado sin autorización explícita de esta compañía.
- El perfil de suelo del corredor en estudio clasifica como un tipo D de acuerdo con la clasificación presentada en la Tabla A.2.4-1 de la NSR-10, y según la experiencia del Geotecnista para este tipo de suelo.

8 RECOMENDACIONES PARA EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION

8.1 RECOMENDACIONES GENERALES

- El plan de trabajo debe garantizar que el tiempo transcurrido entre la excavación y el vaciado de los cimientos, sea el menor posible para así evitar la exposición del suelo de fundación a fenómenos naturales que puedan modificar sus propiedades.
- En cuanto a la excavación de cimientos en general, los procedimientos serán manuales empleando las herramientas acostumbradas en estos casos (palas, Barras, Palines, Hoyadores y Picas), permitiéndose trabajar con taludes verticales. La posibilidad de encontrar rocas de gran tamaño en los sitios específicos de excavación para los cimientos, requerirán de corte parcial, o si se remueven totalmente podrán generarse oquedades a nivel de apoyo de cimientos, en tal caso se procederá a restituir con concreto ciclópeo.
- Cualquier material indeseable que se detecte en las excavaciones (como llenos o suelo orgánico) deberá ser reemplazado por el material indicado en el numeral de llenos o con concreto ciclópeo.
- Se debe contar con sistema de bombeo para evacuar las aguas lluvias o de cualquier otra naturaleza. Esto para proporcionar una adecuada zona de trabajo.

8.2 PARA LA EJECUCION ESPECIFICA DE VIGAS

- Después del replanteo, se inicia la excavación con herramientas expuestas anteriormente; en caso de terreno rocoso o conglomerado se emplea martillo, reservando el material acopiado para su posterior relleno o para transporte a vertedero.
- Cuando se llega al fondo de la excavación, se realiza la nivelación y se comprueba si el terreno es el previsto para cimentar (conforme a condiciones de tensión admisible).
- Las dimensiones de las vigas serán las indicadas en los planos con una tolerancia de 1 cm.
- Previo a la colocación del solado de limpieza, se procede a la limpieza del fondo, eliminando materiales sueltos para lograr una superficie plana y horizontal.
- Se colocan clavos ubicados uniformemente sobre la superficie de la excavación marcando la cota del solado de limpieza que debe coincidir con la cota inferior de la losa.
- Si fuese necesario, a continuación, se coloca el encofrado lateral correspondiente comprobando dimensiones y pendientes.

- Luego se coloca un solado de limpieza nivelando el fondo de excavación para dejarlo preparado para la colocación de la armadura.

8.3 RECOMENDACIONES PARA EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS ENTIBADOS

- Encofrar las paredes de las excavaciones a medida que se profundiza, sin que la distancia descubierta sea mayor a 1,5 metros.
- Se debe proveer una escalera para toda excavación de más de 1,2 m.
- Si fuese necesario, bombear constantemente la excavación.
- Guiar los baldes con materiales durante se izado para que no golpee las paredes de la entibación.
- Los trabajadores deberán protegerse con cascos contra la caída de objetos.
- La entrada de la excavación deberá estar señalizada, tener baranda y poseer terraplén para evitar entrada de agua.
- Terminando el entibado se hace replanteo a mano, se procede a realizar la restitución, compactando por capas según las especificaciones. A medida que se va ganando altura con la sustitución se pueden empezar a quitar los entibados, luego colocar la armadura de la viga y proceder a vaciar el concreto hasta llegar a la cota deseada, posteriormente se deberá rellenar

8.4 RECOMENDACIONES PROTECCION DE EDIFICACIONES VECINAS

- Las excavaciones para las vigas, deberán realizarse de manera independiente, es decir, se deberá excavar las vigas 1, y al fundirse y rellenarse de nuevo se procederá con la 2, y así sucesivamente hasta la última, esto para evitar perdida de confinamiento y estabilidad a lo largo del eje en las cimentaciones de las edificaciones vecinas (estas recomendaciones deberán tenerse en cuenta en caso de construirse cerca de edificaciones vecinas).
- Si se presentan oquedades al excavar las cimentaciones indicadas anteriormente, se deberán llenar con concreto y entibar su formaleta hasta el fraguado.

9 ANEXOS Y CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE LABORATORIOS

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

Obra : SENA Cartago
Localización: Carrera 9 #12-141
Contratante: Mauricio Ospina
Fecha: Enero 2026

Sondeo No. 1
Capa toma de muestras Prof.: 1.5m a 3.0m
Profundidad del sondeo 6m
Clasificación: Limo arenoso

Contenido de Humedad	
Lata #	1
Lata+Suelo Húmedo, Gr.	61.05
Lata+Suelo Seco, Gr.	49.10
Peso de Agua, Gr.	11.95
Peso de Lata, Gr.	6.40
Peso del Suelo Seco, Gr.	42.70
Contenido de Humedad, %	27.99

Dimensiones de la Muestra	
Peso, Gr.	219
Diámetro, cm	3.8
Altura, Cms	7.6
Área, cm ² (Ao)	11.34
Volumen, cm ³	86.19
Densidad Húmeda, Gr/cm ³	2.541
Densidad Seca, Gr/cm ³	1.985

A0= -0.8968

A1= 0.204458

A2= -0.000800989

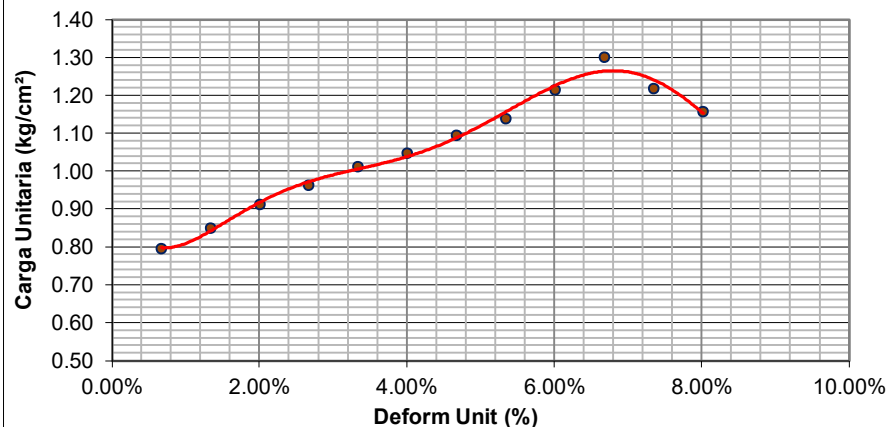
A3= 2.7322E-06

Carga = A0+A1*X+A2*X²+A3*X³

Área corregida = Ao / (1 - E)

Dial de Carga	Carga, Kgs	Dial Deformac.	Deform. Unit (E)	Área Corregida	Carga Unitaria
60	9.08	0.02	0.00668	11.42	0.80
65	9.76	0.04	0.01337	11.49	0.85
71	10.56	0.06	0.02005	11.57	0.91
76	11.21	0.08	0.02674	11.65	0.96
81	11.86	0.10	0.03342	11.73	1.01
85	12.37	0.12	0.04011	11.82	1.05
90	13.01	0.14	0.04679	11.90	1.09
95	13.64	0.16	0.05347	11.98	1.14
103	14.65	0.18	0.06016	12.07	1.21
112	15.79	0.20	0.06684	12.15	1.30
105	14.90	0.22	0.07353	12.24	1.22
100	14.27	0.24	0.08021	12.33	1.16

curva carga unitaria -vs- deform unitaria



**qu
1.299
Kg/cm2**

Vo Bo

Ing. Edwin Arana

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

Obra : SENA Cartago
Localización: Carrera 9 #12-141
Contratante: Mauricio Ospina
Fecha: Enero 2026

Sondeo No. 2
Capa toma de muestras Prof.: 1.5m a 3.0m
Profundidad del sondeo 6m
Clasificación: Limo arenoso

Contenido de Humedad	
Lata #	2
Lata+Suelo Húmedo, Gr.	60.94
Lata+Suelo Seco, Gr.	49.01
Peso de Agua, Gr.	11.93
Peso de Lata, Gr.	6.40
Peso del Suelo Seco, Gr.	42.61
Contenido de Humedad, %	28.00

Dimensiones de la Muestra	
Peso, Gr.	218.5
Diámetro, cm	3.8
Altura, Cms	7.6
Área, cm ² (Ao)	11.34
Volumen, cm ³	86.19
Densidad Húmeda, Gr/cm ³	2.535
Densidad Seca, Gr/cm ³	1.981

A0= -0.8968

A1= 0.204458

A2= -0.000800989

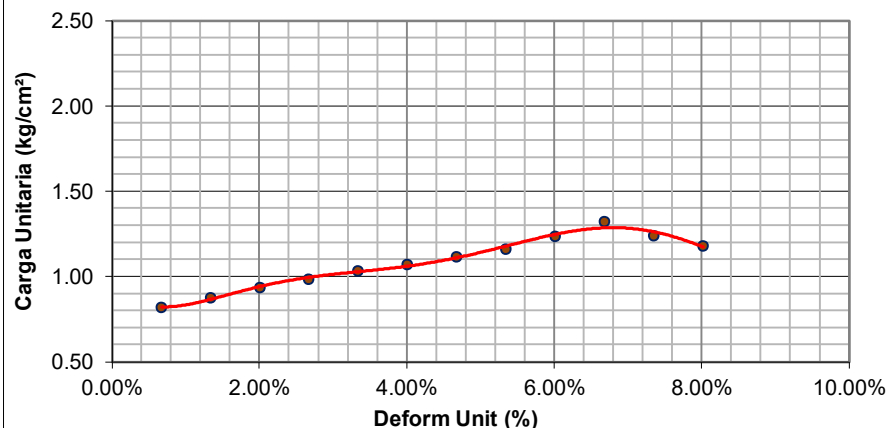
A3= 2.7322E-06

Carga = A0+A1*X+A2*X²+A3*X³

Área corregida = Ao / (1 - E)

Dial de Carga	Carga, Kgs	Dial Deformac.	Deform. Unit (E)	Área Corregida	Carga Unitaria
62	9.35	0.02	0.00668	11.42	0.82
67	10.03	0.04	0.01337	11.49	0.87
73	10.82	0.06	0.02005	11.57	0.94
78	11.47	0.08	0.02674	11.65	0.98
83	12.12	0.10	0.03342	11.73	1.03
87	12.63	0.12	0.04011	11.82	1.07
92	13.26	0.14	0.04679	11.90	1.11
97	13.89	0.16	0.05347	11.98	1.16
105	14.90	0.18	0.06016	12.07	1.24
114	16.05	0.20	0.06684	12.15	1.32
107	15.16	0.22	0.07353	12.24	1.24
102	14.52	0.24	0.08021	12.33	1.18

curva carga unitaria -vs- deform unitaria



**qu
1.321
Kg/cm2**

Vo Bo

Ing. Edwin Arana

ENSAYOS DE CLASIFICACION

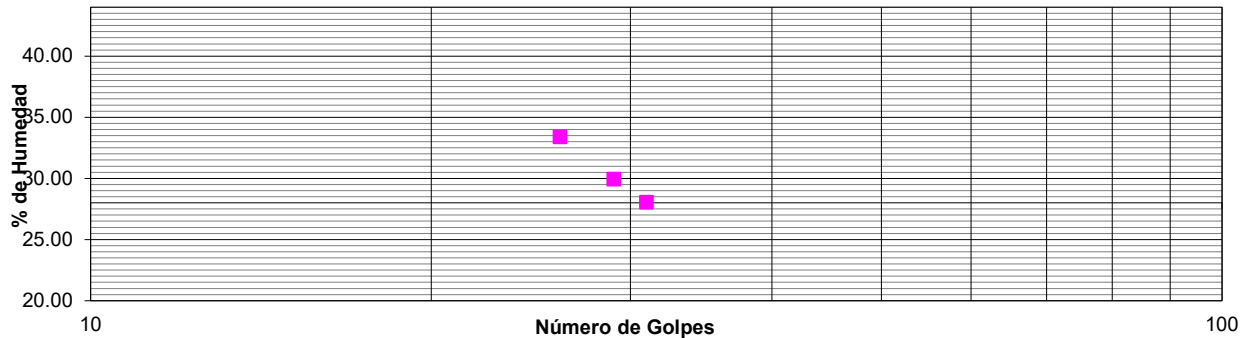
Obra : SENA Cartago
Localización: Carrera 9 #12-141
Contratante: Mauricio Ospina
Fecha: Enero 2026

Sondeo No. 1
Capa toma de muestras Prof.: 1.5m a 3.0m
Profundidad del sondeo 6m
Clasificación: Limo arenoso

LIMITES DE CONSISTENCIA

DATOS OBTENIDOS	LIMITE LIQUIDO		
DETERMINACION	1	2	3
No. DE GOLPES	26	29	31
RECIPIENTE No.	1	2	3
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO, gr.	59.15	60.01	61.10
RECIPIENTE + SUELO SECO, gr.	45.95	47.66	49.12
PESO DEL AGUA, gr.	13.20	12.35	11.98
PESO RECIPIENTE, gr.	6.40	6.40	6.40
PESO SUELO SECO, gr.	39.55	41.26	42.72
CONTENIDO DE AGUA, %	33.38	29.93	28.04

CURVA DE FLUJO - LIMITE LIQUIDO



GRADACION

FRACCION MENOR TAMIZ #40	
Limite Liquido	34.92
Limite Plástico	30.45
Indice Plástico	4.47

Clasificación muestra integral	
Indice de Grupo	
AASTHO	
USCS	ML

P1, gr =	200	P2, gr. =	62.5
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
# 4	15.5	7.75	92.25
# 10	7.5	3.75	88.50
# 40	20.5	10.25	78.25
# 200	19	9.50	68.75
pasa 200	137.50	68.75	0.00
FRACCION MENOR DEL TAMIZ 200, % =			68.75

Ing. Edwin Arana

ENSAYOS DE CLASIFICACION

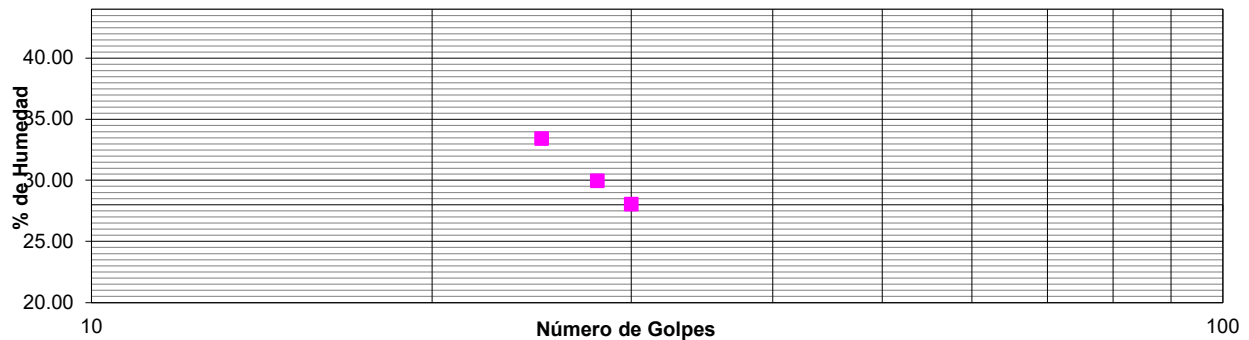
Obra : SENA Cartago
Localización: Carrera 9 #12-141
Contratante: Mauricio Ospina
Fecha: Enero 2026

Sondeo No. 2
Capa toma de muestras Prof.: 1.5m a 3.0m
Profundidad del sondeo 6m
Clasificación: Limo arenoso

LIMITE DE CONSISTENCIA

DATOS OBTENIDOS	LIMITE LIQUIDO		
D E T E R M I N A C I O N	1	2	3
No. DE GOLPES	25	28	30
RECIPIENTE No.	1	2	3
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO, gr.	59.04	59.90	60.99
RECIPIENTE + SUELO SECO, gr.	45.86	47.57	49.03
PESO DEL AGUA, gr.	13.18	12.33	11.96
PESO RECIPIENTE, gr.	6.40	6.40	6.40
PESO SUELO SECO, gr.	39.46	41.17	42.63
CONTENIDO DE AGUA, %	33.40	29.95	28.06

CURVA DE FLUJO - LIMITE LIQUIDO



GRADACION

FRACCION MENOR TAMIZ #40	
Límite Líquido	33.72
Límite Plástico	30.47
Índice Plástico	3.25

Clasificación muestra integral	
Índice de Grupo	
AASHTO	
USCS	ML

P1, gr = 200		P2, gr. = 62.5	
Tamiz	Peso retenido	% retenido	% pasa
# 4	15.5	7.75	92.25
# 10	7.5	3.75	88.50
# 40	20.5	10.25	78.25
# 200	19	9.50	68.75
pasa 200	137.50	68.75	0.00
FRACCION MENOR DEL TAMIZ 200, % =			68.75

Ing. Edwin Arana



WWW.METROLOGIA.COM



ISO/IEC 17025:2017
23-LAC-006

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA
FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-281
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Fecha de Emisión: 2025-01-18
Date Of Issue
Página : 1 de 6
Page :

SOLICITANTE: GEOING J.D. S.A.S.
Customer
DIRECCIÓN: CARRERA 16 # 30 - 18
Address
CIUDAD: DOSQUEBRADAS - RISARALDA
City
LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO
Calibration Place
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-01-10
Reception date
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-01-14
Date Of Calibration
INSTRUMENTO: EQUIPO DE ENSAYO A COMPRESIÓN
Instrument
FABRICANTE DEL INSTRUMENTO: SERVINGTEST
Instrument Manufacturer
MODELO DEL INSTRUMENTO: TS-A-M12
Instrument Model
NÚMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO: NO PORTA
Instrument Serial Number
CÓDIGO DEL INSTRUMENTO: NO PORTA
Instrument Code
CAPACIDAD MÁXIMA DEL INSTRUMENTO 5 kN
MAXIMUM CAPACITY OF THE INSTRUMENT

El presente certificado de calibración no puede ser reproducido de forma parcial, excepto con la autorización de R.E.M. S.A.S.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

This calibration certificate may not be partially reproduced, except with the authorization of R.E.M. S.A.S.

Unsigned calibration certificates are not valid.

La versión en inglés del certificado de calibración es una traducción no obligatoria. En caso de duda aplicar el texto en español.

The English version of the calibration certificate is not a mandatory translation. In case of doubt, the Spanish original text must be used.

Aprobado Por:



Director Técnico

AVENIDA 4A NORTE # 47AN-05 · BARRIO LA FLORA · CALI - VALLE DEL CAUCA
TELEFONO: 602-4039669 · MAIL: calibraciones@metrologia.com.co
"INNOVACIÓN Y CALIDAD EN SUS MEDICIONES"

REM-RR-F-066 / V2



WWW.METROLOGIA.COM.



ISO/IEC 17025:2017
23-LAC-006

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA
FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-281
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Página : 2 de 6
Page :

MÉTODO DE CALIBRACIÓN: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Method of Measurement
NORMA TÉCNICA APLICABLE: NTC - ISO 7500-1: 2007-07-25, NUMERAL 6
Estándar
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN: REM-RR-006
Calibration Procedure
INSTRUMENTO CALIBRADO POR: Ing. MAURICIOLEAL L.
Instrument Calibrated by:
ORDEN DE SERVICIO INTERNA: OSI-265
Internal Service Order

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO OBJETO DE CALIBRACIÓN
DESCRIPTION OF THE INSTRUMENT OBJECT OF CALIBRATION

FABRICANTE DEL INDICADOR DE FUERZA: SERVINGTEST
Force Indicator Manufacturer
MODELO DEL INDICADOR DE FUERZA: TS-A-M12
Force Indicator Model
SERIE DEL INDICADOR DE FUERZA: NO PORTA
Force Indicator Series
TIPO DE INDICACIÓN DE FUERZA: DIGITAL
Type of Force indication
FABRICANTE DEL SENSOR DE FUERZA: LEXUS
Force Sensor Manufacturer
MODELO DEL SENSOR DE FUERZA: SG - 500
Force Sensor Model
SERIE DEL SENSOR DE FUERZA: NO PORTA
Force Sensor Series

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE LA CALIBRACIÓN
AMBIENT TEMPERATURE VARIATION DURING CALIBRATION

Las temperaturas indicadas corresponden a la temperatura corregida, registrada en cada una de las series de medición efectuadas durante la calibración del instrumento.

	L1	L2	L3	L4	L2'
Temperatura Inicial (°C)	23,2	23,1	23,0	-	-
Temperatura Final (°C)	23,0	23,0	22,9	-	-

AVENIDA 4A NORTE # 47AN-05 · BARRIO LA FLORA · CALI - VALLE DEL CAUCA
TELEFONO: 602-4039669 · MAIL: calibraciones@metrologia.com.co
"INNOVACIÓN Y CALIDAD EN SUS MEDICIONES"

REM-RR-F-066 / V2



WWW.METROLOGIA.COM.



ISO/IEC 17025:2017
23-LAC-006

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA
FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-281

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Página : 3 de 6

Page :

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

CALIBRATION RESULTS

INTERVALO DE CALIBRACIÓN:		1 a 5	kN	AJUSTE PREVIO DEL INSTRUMENTO			NO	
RESOLUCIÓN DEL INDICADOR DE FUERZA		0,01	kN	DIRECCIÓN DE APLICACIÓN DE FUERZA			COMPRESIÓN	
INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (kN)	% de Carga	PROMEDIO INSTRUMENTO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO PATRÓN (kN)					
			L1	L2	L3	L4	L2´	
1,00	20	1,001	1,004	0,999	1,000	-	-	
1,50	30	1,500	1,499	1,498	1,503	-	-	
2,00	40	2,002	2,001	2,002	2,002	-	-	
2,50	50	2,495	2,498	2,497	2,491	-	-	
3,00	60	2,993	2,998	2,993	2,987	-	-	
3,50	70	3,489	3,493	3,486	3,488	-	-	
4,00	80	3,988	3,991	3,987	3,984	-	-	
4,50	90	4,488	4,490	4,483	4,489	-	-	
5,00	100	4,981	4,988	4,979	4,975	-	-	
CERO RESIDUAL DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (Fio)			0,00	0,02	0,00	-	-	

Notas :

Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en la cuales se realizaron las mediciones. R.E.M. S.A.S., no es responsable de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results obtained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. R.E.M. S.A.S., is not responsible for the damages that may arise from the improper use of calibrated instruments.

AVENIDA 4A NORTE # 47AN-05 · BARRIO LA FLORA · CALI - VALLE DEL CAUCA

TELEFONO: 602-4039669 · MAIL: calibraciones@metrologia.com.co

"INNOVACIÓN Y CALIDAD EN SUS MEDICIONES"

REM-RR-F-066 / V2



WWW.METROLOGIA.COM.



ISO/IEC 17025:2017
23-LAC-006

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA
FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-281

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Página : 4 de 6

Page :

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (%)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (%)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (v) (%)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (%)
20	1,00	-0,12	0,51	1,00E+00	-	4,00E-03
30	1,50	-0,01	0,30	6,67E-01	-	4,00E-03
40	2,00	-0,09	0,05	5,00E-01	-	4,00E-03
50	2,50	0,19	0,28	4,00E-01	-	4,00E-03
60	3,00	0,24	0,35	3,33E-01	-	4,00E-03
70	3,50	0,32	0,20	2,86E-01	-	4,00E-03
80	4,00	0,31	0,18	2,50E-01	-	4,00E-03
90	4,50	0,28	0,15	2,22E-01	-	4,00E-03
100	5,00	0,39	0,26	2,00E-01	-	4,00E-03

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (kN)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (kN)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (kN)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (V) (kN)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (kN)
20	1,00	-0,0012	0,0051	1,0000E-02	-	4,0000E-05
30	1,50	-0,0002	0,0045	1,0000E-02	-	6,0000E-05
40	2,00	-0,0018	0,0011	1,0000E-02	-	8,0000E-05
50	2,50	0,0047	0,0071	1,0000E-02	-	1,0000E-04
60	3,00	0,007	0,010	1,000E-02	-	1,200E-04
70	3,50	0,0112	0,0070	1,0000E-02	-	1,4000E-04
80	4,00	0,0124	0,0072	1,0000E-02	-	1,6000E-04
90	4,50	0,012	0,007	1,000E-02	-	1,800E-04
100	5,00	0,020	0,013	1,000E-02	-	2,000E-04

Nota:

El cálculo del error relativo de reversibilidad se efectúa bajo autorización expresa del contratante.

The calculation of the relative error of reversibility is carried out under the express authorization of the contracting party.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-281

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Página : 5 de 6
Page :

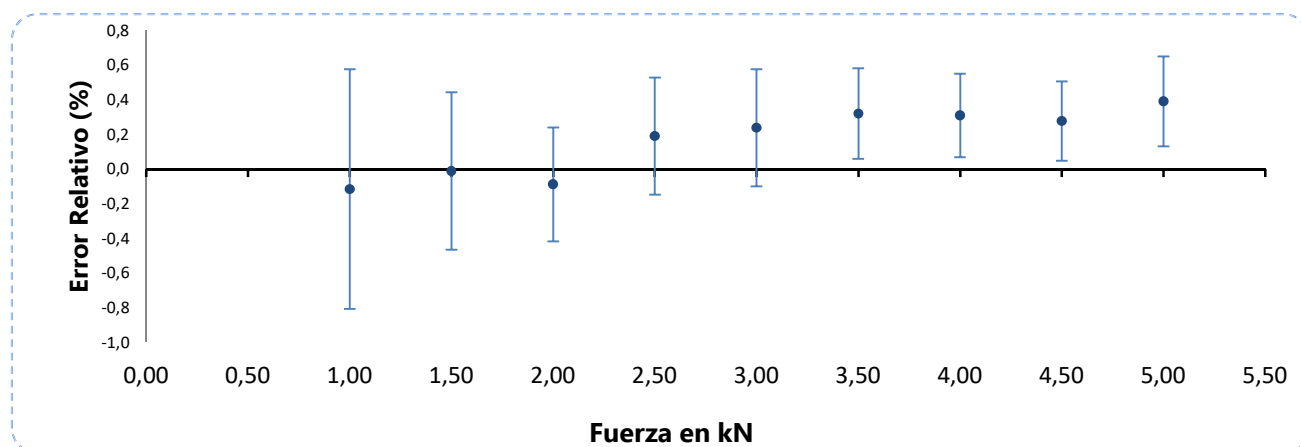
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

MEASUREMENT UNCERTAINTY

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which must be approximately 95%. and not less than this value.

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA SIN AJUSTE (kN)	FUERZA INDICADA (kN)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (kN)	FACTOR DE COBERTURA (K)
20	-	1,00	0,69	0,0069	2,02
30	-	1,50	0,45	0,0068	1,99
40	-	2,00	0,33	0,0066	1,97
50	-	2,50	0,34	0,0085	2,03
60	-	3,00	0,34	0,010	2,09
70	-	3,50	0,26	0,0091	2,00
80	-	4,00	0,24	0,0097	1,99
90	-	4,50	0,23	0,010	1,99
100	-	5,00	0,26	0,013	2,07



RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA
FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-281

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Página : 6 de 6
Page :

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

METROLOGICAL TRACEABILITY

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., asegura la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son Trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., ensures the metrological traceability of the results of its measurements, through an uninterrupted and documented chain of calibrations, carried out by accredited laboratories or national metrology institutes, linking with the appropriate national or international reference and ensuring that the measurement results are Traceable to the International System of Units (SI).

EQUIPO UTILIZADO	SERIE	DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN	EXPEDIDO POR:	FECHA DE CALIBRACIÓN
TRANSDUCTOR DE FUERZA 10 KN	G 28796	6140	INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA	2022-08-24
TERMOHIGRÓMETRO	REM-00199	TH14121-32892-R_E	CIMA S.A.S.	2024-08-21

DECLARACIONES Y OBSERVACIONES

DECLARATIONS AND OBSERVATIONS

- El usuario es responsable de calibrar sus instrumentos a periodos de tiempo adecuados.
The user is responsible for calibrating their instruments at appropriate time periods.
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., no realiza la actividad de muestreo de los items sometidos a calibración en este documento.
RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., does not carry out the sampling activity of the items submitted to calibration in this document.
- El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.
- Los factores de conversión utilizados son extraídos del documento NIST 811:2008
The conversion factors used are extracted from the NIST 811:2008 document
- Los numerales aplicables del método son: Numeral 7,8 y anexo A.
The applicable numerals of the method are: Numeral 7, 8 y annex A.
- Los resultados obtenidos en el presente certificado, se relacionan únicamente con los items sometidos a calibración.
The results obtained in this calibration certificate are related only to the items subjected to calibration.
- El valor del 10% de la escala de fuerza es calibrado con autorización del contratante, sin incluir los valores de fuerza suplementarios de 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% y 0.1% de la escala solicitada.
The value of 10% of the force scale is calibrated with the authorization of the contracting party, not including the additional values of 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% and 0.1% of the requested scale.
- Este certificado se expide bajo los lineamientos expresados en la norma técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025:2017
This certificate is issued under the guidelines expressed in the Colombian technical standard NTC-ISO/IEC 17025:2017

"FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN"

"END OF THE CALIBRATION CERTIFICATE"

AVENIDA 4A NORTE # 47AN-05 · BARRIO LA FLORA · CALI - VALLE DEL CAUCA

TELEFONO: 602-4039669 · MAIL: calibraciones@metrologia.com.co

"INNOVACIÓN Y CALIDAD EN SUS MEDICIONES"

REM-RR-F-066 / V2

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE MASA
MASS CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1060
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Fecha de Emisión: 2025-01-18
Date Of Issue
Página : 1 de 6
Page :

SOLICITANTE: GEOING J.D. S.A.S.
Customer
DIRECCIÓN: CARRERA 16 # 30 - 18
Address
CIUDAD: DOSQUEBRADAS - RISARALDA
City
LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO
Calibration Place
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-01-10
Reception date (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-01-14
Date Of Calibration (aaaa-mm-dd)
INSTRUMENTO: BALANZA DIGITAL
Instrument
FABRICANTE DEL INSTRUMENTO: LEXUS
Instrument Manufacturer
MODELO DEL INSTRUMENTO: HOUSTON 22T
Instrument Model
NÚMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO: NT 160207
Instrument Serial Number
CÓDIGO DEL INSTRUMENTO: NO PORTA
Instrument Code
CAPACIDAD MÁXIMA DEL INSTRUMENTO 6000 g
Maximum Capacity Of The Instrument

El presente certificado de calibración no puede ser reproducido de forma parcial, excepto con la autorización de R.E.M. S.A.S.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

This calibration certificate may not be partially reproduced, except with the authorization of R.E.M. S.A.S.

Unsigned calibration certificates are not valid.

La versión en inglés del certificado de calibración es una traducción no obligatoria. En caso de duda aplicar el texto en español.

The English version of the calibration certificate is not a mandatory translation. In case of doubt, the Spanish original text must be used.

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Aprobado Por:



Director Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1060
CERTIFICATE OF CALIBRATION

MÉTODO DE CALIBRACIÓN: Method of Measurement	PESAJE DIRECTO
NORMA TÉCNICA APLICABLE: Estándar	GUÍA SIM MWG7/cg-01/V.00 (Numerales 4.4, 5.1, 5.2, 5.3 y 6.2)
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN: Calibration Procedure	REM-RR-005 / V-01
INSTRUMENTO CALIBRADO POR: Instrument Calibrated by:	Ing. Mauricio Leal
ORDEN DE SERVICIO INTERNA: Internal Service Order	OSI-265

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING CALIBRATION

MAGNITUD	INICIAL	FINAL	PROMEDIO	UNIDAD
TEMPERATURA DEL AIRE	24,0	24,2	24,1	°C
HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE	58,8	59,7	59,3	%
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	853,8	854,3	854,1	hPa

Los valores indicados corresponden a las lecturas corregidas para cada uno de las magnitudes registradas.
The indicated values correspond to the corrected readings for each of the registered magnitud

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

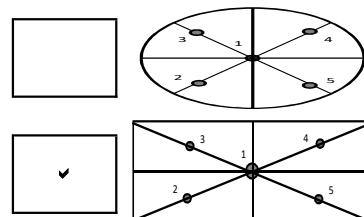
INTERVALO CALIBRADO DEL INSTRUMENTO Calibrated Interval	De 20 g a 6000 g
DIVISIÓN DE ESCALA DEL INSTRUMENTO (d) Scale Division	0,2 g
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL INSTRUMENTO (s) Standar Deviation (manufacturer)	0,4 g (FABRICANTE)
CARGA MÍNIMA DEL INSTRUMENTO (Min) Minimum instrument load	20 g

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1060
CERTIFICATE OF CALIBRATION

PRUEBA DE EXCENTRICIDAD

Eccentricity test

POSICIÓN	Carga = Máx/3 Indicación (g)	2000,0 g
		Diferencia
1	2000,0	-
2	2000,0	0,0
3	2000,0	0,0
4	2000,2	0,2
5	2000,2	0,2
1	2000,0	0,0
Diferencia Máxima de excentricidad:		0,2 g



PRUEBA DE REPETIBILIDAD

Repeatability test

Carga	(0,5Máx)	3000 g
No.	Indicación (g)	
1	3000,0	
2	3000,2	
3	3000,0	
4	3000,0	
5	3000,0	
6	3000,0	
7	3000,0	
8	3000,2	
9	3000,0	
10	3000,0	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (s):		0,084

Carga	(0,8*Máx ó Máx)	6000 g
No.	Indicación (g)	
1	5999,8	
2	5999,8	
3	5999,8	
4	5999,8	
5	5999,8	
6	5999,8	
7	5999,8	
8	5999,6	
9	5999,8	
10	5999,8	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (s):		0,063

DESVIACIÓN ESTÁNDAR FABRICANTE :	0,4 g	>	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA CALCULADA:	0,084 g
----------------------------------	-------	---	---------------------------------------	---------

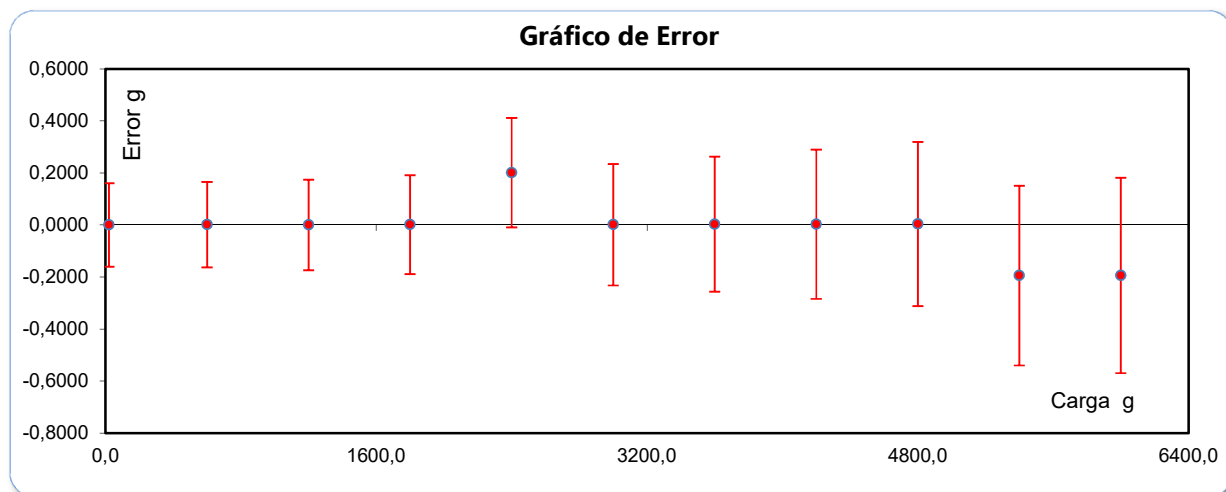
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1060
CERTIFICATE OF CALIBRATION

PRUEBA DE ERROR EN LA INDICACIÓN (AUMENTO POR PASOS CON DESCARGA)

Indication error test

Carga (g)	Indicación Ascendente (g)	Error de Indicación Ascendente (g)	Indicación Descendente (g)	Error de Indicación Descendente (g)
20,0	20,0	0,00	-	-
600,0	600,0	0,00	-	-
1200,0	1200,0	0,00	-	-
1800,0	1800,0	0,00	-	-
2400,0	2400,2	0,20	-	-
3000,0	3000,0	0,00	-	-
3600,0	3600,0	0,00	-	-
4200,0	4200,0	0,00	-	-
4800,0	4800,0	0,00	-	-
5400,0	5399,8	-0,19	-	-
6000,0	5999,8	-0,19	-	-
Cero Residual	0,0	0,00		

Incertidumbre Expandida de Medida U (g)	k
0,16	1,96
0,16	1,96
0,17	1,96
0,19	1,96
0,21	1,96
0,23	1,96
0,26	1,96
0,29	1,96
0,32	1,96
0,35	1,96
0,38	1,96



RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE MASA
MASS CALIBRATION LABORATORY

Página : 5 de 6

Page :

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1060
CERTIFICATE OF CALIBRATION

VALORES PREVIOS AL AJUSTE
PREVIOUS ADJUSTMENT VALUES

El instrumento ha sido Ajustado, previo al ejercicio de calibración?

NO

RESUMEN DE RESULTADOS						
Carga (g)	Indicación del Instrumento Previo al Ajuste (g)	Indicación Ascendente (g)	Error de Indicación Ascendente (g)	Incertidumbre Expandida de Medida Relativa (U)	Incertidumbre Expandida de Medida U (g)	k
20,0	-	20,0	0,00	8,0E-03	0,16	1,96
600,0	-	600,0	0,00	2,7E-04	0,16	1,96
1200,0	-	1200,0	0,00	1,5E-04	0,17	1,96
1800,0	-	1800,0	0,00	1,1E-04	0,19	1,96
2400,0	-	2400,2	0,20	8,8E-05	0,21	1,96
3000,0	-	3000,0	0,00	7,8E-05	0,23	1,96
3600,0	-	3600,0	0,00	7,2E-05	0,26	1,96
4200,0	-	4200,0	0,00	6,8E-05	0,29	1,96
4800,0	-	4800,0	0,00	6,6E-05	0,32	1,96
5400,0	-	5399,8	-0,19	6,4E-05	0,35	1,96
6000,0	-	5999,8	-0,19	6,3E-05	0,38	1,96

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which must be approximately 95%. and not less than this value.

AVENIDA 4A NORTE # 47AN-05 · BARRIO LA FLORA · CALI - VALLE DEL CAUCA

TELEFONO: 602-4039669 · MAIL: calibraciones@metrologia.com.co

"INNOVACIÓN Y CALIDAD EN SUS MEDICIONES"

REM-RR-F-101 / V 2

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE MASA
MASS CALIBRATION LABORATORY

Página : 6 de 6

Page :

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1060

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

METROLOGICAL TRACEABILITY

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., asegura la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son Trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., ensures the metrological traceability of the results of its measurements, through an uninterrupted and documented chain of calibrations, carried out by accredited laboratories or national metrology institutes, linking with the appropriate national or international reference and ensuring that the measurement results are Traceable to the International System of Units (SI).

EQUIPO EMPLEADO	SERIE	INTERVALO DE MEDICIÓN	DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN	EXPEDIDO POR:	FECHA DE CALIBRACIÓN
Set de pesas	AQ210225 (F1)	1 mg - 1000 g	M242072	COLMETRO	2024-10-23
Set de pesas	AQ210020 (F1)	1 kg - 5 kg	M242073	COLMETRO	2024-10-23
Termohigrobarómetro	AK32784	0-50°C /0-95%/10-999 hPa	TH14120-32891-R_E / M14120-32891-R_E	CIMA S.A.S.	2024-08-05 / 2024-08-20

DECLARACIONES Y OBSERVACIONES

DECLARATIONS AND OBSERVATIONS

- El usuario es responsable de calibrar sus instrumentos a periodos de tiempo adecuados.
The user is responsible for calibrating their instruments at appropriate time periods.
- El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.
- Los factores de conversión utilizados son extraídos del documento NIST 811:2008
The conversion factors used are extracted from the NIST 811:2008 document
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., confirma que la masa convencional de sus patrones esta dentro de los errores máximos permitidos, según numeral 4.3.1 del documento normativo aplicado (GUÍA SIM MWG7/cg-01/v 0.00. Numeral 4.3.1).
RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., confirms that the conventional mass of its patterns is within the maximum permissible errors, according to numeral 4.3.1 of the applied normative document (SIM GUIDE MWG7/cg-01/v 0.00. Numeral 4.3.1).
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA no es responsable de la etapa de muestreo, por ello, los resultados se aplican al instrumento bajo calibración, tal como se recibió.
RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA is not responsible for the sampling stage, therefore, the results are applied to the instrument under calibration, as received.
- Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en la cuales se realizarón las mediciones. R.E.M. S.A.S., no es responsable de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results obtained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. R.E.M. S.A.S., is not responsible for the damages that may arise from the improper use of calibrated instruments.

- Los resultados emitidos en este certificado, se relacionan unicamente con el item sometido a calibración, el cual ha sido suministrado por el cliente.
The results issued in this certificate are related only to the item subjected to calibration, which has been supplied by the client.

"FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN"

AVENIDA 4A NORTE # 47AN-05 · BARRIO LA FLORA · CALI - VALLE DEL CAUCA

TELEFONO: 602-4039669 · MAIL: calibraciones@metrologia.com.co

"INNOVACIÓN Y CALIDAD EN SUS MEDICIONES"

REM-RR-F-101 / V 2

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE MASA
MASS CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1065
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Fecha de Emisión: 2025-01-20
Date Of Issue
Página : 1 de 6
Page :

SOLICITANTE: GEOING J.D. S.A.S.
Customer
DIRECCIÓN: CARRERA 16 # 30 - 18
Address
CIUDAD: DOSQUEBRADAS - RISARALDA
City
LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO
Calibration Place
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-01-10
Reception date (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-01-14
Date Of Calibration (aaaa-mm-dd)
INSTRUMENTO: BALANZA DIGITAL
Instrument
FABRICANTE DEL INSTRUMENTO: TRUMAX
Instrument Manufacturer
MODELO DEL INSTRUMENTO: MIX - H
Instrument Model
NÚMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO: YS 242848
Instrument Serial Number
CÓDIGO DEL INSTRUMENTO: NO PORTA
Instrument Code
CAPACIDAD MÁXIMA DEL INSTRUMENTO 600 g
Maximum Capacity Of The Instrument

El presente certificado de calibración no puede ser reproducido de forma parcial, excepto con la autorización de R.E.M. S.A.S.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

This calibration certificate may not be partially reproduced, except with the authorization of R.E.M. S.A.S.

Unsigned calibration certificates are not valid.

La versión en inglés del certificado de calibración es una traducción no obligatoria. En caso de duda aplicar el texto en español.

The English version of the calibration certificate is not a mandatory translation. In case of doubt, the Spanish original text must be used.

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.

This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Aprobado Por:



Director Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1065
CERTIFICATE OF CALIBRATION

MÉTODO DE CALIBRACIÓN: PESAJE DIRECTO
Method of Measurement
NORMA TÉCNICA APLICABLE: GUÍA SIM MWG7/cg-01/V.00 (Numerales 4.4, 5.1, 5.2, 5.3 y 6.2)
Estándar
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN: REM-RR-005 / V-01
Calibration Procedure
INSTRUMENTO CALIBRADO POR: Ing. Mauricio Leal
Instrument Calibrated by:
ORDEN DE SERVICIO INTERNA: OSI-265
Internal Service Order

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING CALIBRATION

MAGNITUD	INICIAL	FINAL	PROMEDIO	UNIDAD
TEMPERATURA DEL AIRE	23,7	23,9	23,8	°C
HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE	59,8	58,6	59,2	%
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	854,3	854,4	854,4	hPa

Los valores indicados corresponden a las lecturas corregidas para cada uno de las magnitudes registradas.
The indicated values correspond to the corrected readings for each of the registered magnitud

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

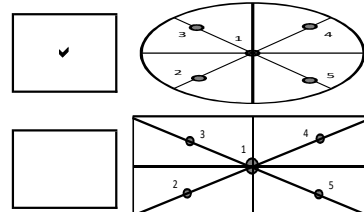
INTERVALO CALIBRADO DEL INSTRUMENTO De 0,2 g a 600 g
Calibrated Interval
DIVISIÓN DE ESCALA DEL INSTRUMENTO (d) 0,01 g
Scale Division
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL INSTRUMENTO (s) 0,02 g (FABRICANTE)
Standar Deviation (manufacturer)
CARGA MÍNIMA DEL INSTRUMENTO (Min) 0,2 g
Minimum instrument load

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1065
CERTIFICATE OF CALIBRATION

PRUEBA DE EXCENTRICIDAD

Eccentricity test

POSICIÓN	Carga = Máx/3 Indicación (g)	200,0 g
		Diferencia
1	200,01	-
2	200,00	-0,01
3	200,01	0,00
4	200,00	-0,01
5	199,99	-0,02
1	200,01	0,00
Diferencia Máxima de excentricidad:		0,02 g



PRUEBA DE REPETIBILIDAD

Repeatability test

Carga	(0,5Máx)	300 g
No.	Indicación (g)	
1	300,00	
2	300,01	
3	300,00	
4	300,00	
5	300,00	
6	300,01	
7	300,00	
8	300,00	
9	300,01	
10	300,00	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (s):		0,0048

Carga	(0,8*Máx ó Máx)	600 g
No.	Indicación (g)	
1	600,00	
2	599,99	
3	600,00	
4	600,00	
5	600,00	
6	599,99	
7	600,00	
8	599,99	
9	600,00	
10	599,99	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (s):		0,0052

DESVIACIÓN ESTÁNDAR FABRICANTE :	0,02 g	>	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA CALCULADA:	0,0052 g
----------------------------------	--------	---	---------------------------------------	----------

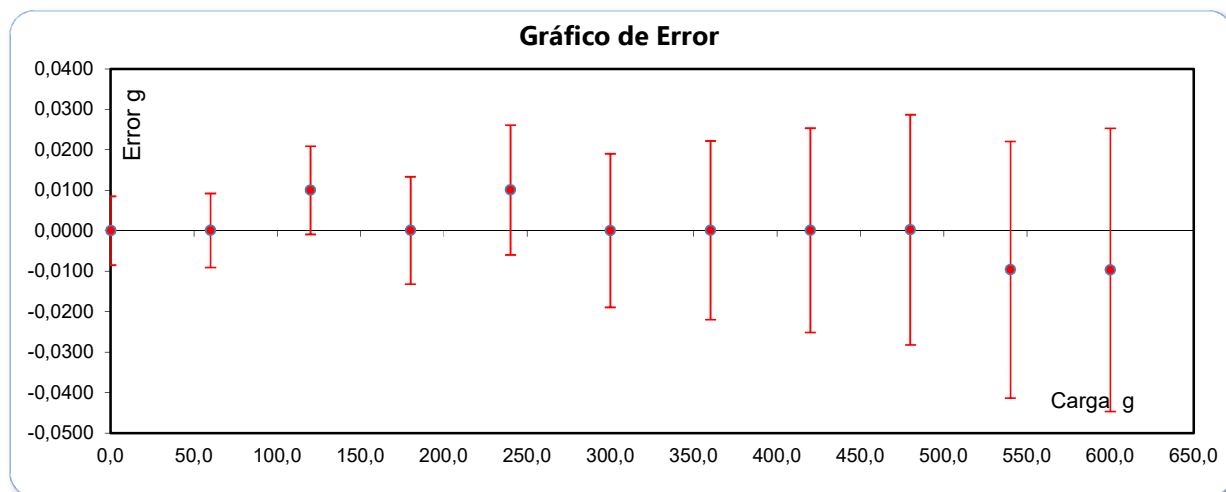
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1065
CERTIFICATE OF CALIBRATION

PRUEBA DE ERROR EN LA INDICACIÓN (AUMENTO POR PASOS CON DESCARGA)

Indication error test

Carga (g)	Indicación Ascendente (g)	Error de Indicación Ascendente (g)	Indicación Descendente (g)	Error de Indicación Descendente (g)
0,200	0,20	0,0000	-	-
60,000	60,00	0,0001	-	-
120,000	120,01	0,010	-	-
180,000	180,00	0,000	-	-
240,000	240,01	0,010	-	-
300,000	300,00	0,000	-	-
360,000	360,00	0,000	-	-
420,000	420,00	0,000	-	-
480,000	480,00	0,000	-	-
540,000	539,99	-0,010	-	-
600,000	599,99	-0,010	-	-
Cero Residual	0,00	0,0000		

Incertidumbre Expandida de Medida U (g)	k
0,0085	1,97
0,0092	1,96
0,011	1,96
0,013	1,96
0,016	1,96
0,019	1,96
0,022	1,96
0,025	1,96
0,028	1,96
0,032	1,96
0,035	1,96



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1065
CERTIFICATE OF CALIBRATION

VALORES PREVIOS AL AJUSTE
PREVIOUS ADJUSTMENT VALUES

El instrumento ha sido Ajustado, previo al ejercicio de calibración?

NO

RESUMEN DE RESULTADOS						
Carga (g)	Indicación del Instrumento Previo al Ajuste (g)	Indicación Ascendente (g)	Error de Indicación Ascendente (g)	Incertidumbre Expandida de Medida Relativa (U)	Incertidumbre Expandida de Medida U (g)	k
0,200	-	0,20	0,0000	4,3E-02	0,0085	1,97
60,000	-	60,00	0,0001	1,5E-04	0,0092	1,96
120,000	-	120,01	0,010	9,1E-05	0,011	1,96
180,000	-	180,00	0,000	7,4E-05	0,013	1,96
240,000	-	240,01	0,010	6,7E-05	0,016	1,96
300,000	-	300,00	0,000	6,3E-05	0,019	1,96
360,000	-	360,00	0,000	6,1E-05	0,022	1,96
420,000	-	420,00	0,000	6,0E-05	0,025	1,96
480,000	-	480,00	0,000	5,9E-05	0,028	1,96
540,000	-	539,99	-0,010	5,9E-05	0,032	1,96
600,000	-	599,99	-0,010	5,8E-05	0,035	1,96

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which must be approximately 95%. and not less than this value.

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE MASA
MASS CALIBRATION LABORATORY

Página : 6 de 6

Page :

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LM-1065

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

METROLOGICAL TRACEABILITY

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., asegura la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son Trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., ensures the metrological traceability of the results of its measurements, through an uninterrupted and documented chain of calibrations, carried out by accredited laboratories or national metrology institutes, linking with the appropriate national or international reference and ensuring that the measurement results are Traceable to the International System of Units (SI).

EQUIPO EMPLEADO	SERIE	INTERVALO DE MEDICIÓN	DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN	EXPEDIDO POR:	FECHA DE CALIBRACIÓN
Set de pesas	AQ210225 (F1)	1 mg - 1000 g	M242072	COLMETRO	2024-10-23
Termohigrobarómetro	AK32784	0-50°C /0-95%/10-999 hPa	TH14120-32891-R_E / M14120-32891-R_E	CIMA S.A.S.	2024-08-05 / 2024-08-20

DECLARACIONES Y OBSERVACIONES

DECLARATIONS AND OBSERVATIONS

- El usuario es responsable de calibrar sus instrumentos a periodos de tiempo adecuados.
The user is responsible for calibrating their instruments at appropriate time periods.
- El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.
- Los factores de conversión utilizados son extraídos del documento NIST 811:2008
The conversion factors used are extracted from the NIST 811:2008 document
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., confirma que la masa convencional de sus patrones esta dentro de los errores máximos permitidos, según numeral 4.3.1 del documento normativo aplicado (GUÍA SIM MWG7/cg-01/v 0.00. Numeral 4.3.1).
RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., confirms that the conventional mass of its patterns is within the maximum permissible errors, according to numeral 4.3.1 of the applied normative document (SIM GUIDE MWG7/cg-01/v 0.00. Numeral 4.3.1).
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA no es responsable de la etapa de muestreo, por ello, los resultados se aplican al instrumento bajo calibración, tal como se recibió.
RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA is not responsible for the sampling stage, therefore, the results are applied to the instrument under calibration, as received.
- Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en la cuales se realizarán las mediciones. R.E.M. S.A.S., no es responsable de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results obtained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. R.E.M. S.A.S., is not responsible for the damages that may arise from the improper use of calibrated instruments.

- Los resultados emitidos en este certificado, se relacionan unicamente con el ítem sometido a calibración, el cual ha sido suministrado por el cliente.

The results issued in this certificate are related only to the item subjected to calibration, which has been supplied by the client.

"FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN"

AVENIDA 4A NORTE # 47AN-05 · BARRIO LA FLORA · CALI - VALLE DEL CAUCA

TELÉFONO: 602-4039669 · MAIL: calibraciones@metrologia.com.co

"INNOVACIÓN Y CALIDAD EN SUS MEDICIONES"

REM-RR-F-101 / V 2

RAZÓN SOCIAL	GEOING J.D. S.A.S.	INSTRUMENTO	HORNO DIGITAL
<i>Customer</i>		<i>Instrument</i>	
DIRECCIÓN	CARRERA 16 #30 - 18	FABRICANTE	SERVINGTEST
<i>Address</i>		<i>Manufacturer</i>	
CIUDAD	DOSQUEBRADAS	MODELO	NO PORTA
<i>City</i>		<i>Model</i>	
DEPARTAMENTO	RISARALDA	N° SERIE	20192002
<i>Estate</i>		<i>Serial number</i>	
PAÍS	COLOMBIA	PLACA INVENTARIO	NO REGISTRA
<i>Country</i>		<i>Internal code</i>	
FECHA DE RECEPCIÓN	2025-01-09	RESOLUCIÓN	0,1 °C
<i>Receipt date</i>		<i>Resolution</i>	
FECHA DE CALIBRACIÓN	2025-01-15	RANGO DE TRABAJO	60 °C a 150 °C
<i>Calibration date</i>		<i>Work range</i>	
LUGAR DE CALIBRACIÓN	LABORATORIO	INTERVALO DE CALIBRACIÓN	60 °C a 110 °C
<i>Calibration location</i>		<i>Calibration interval</i>	
CALIBRADO POR	DANIEL GARCIA MARIN	UBICACIÓN	LABORATORIO
<i>Calibrated by</i>		<i>Location</i>	

MARINELA MARIA
RINCÓN VILLA
Directora de Calidad

Firmado digitalmente
por RINCON VILLA
MARINELA MARIA
Fecha: 2025.02.12
15:20:32 -05'00'

Aprobado por / Approved by

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, solo en su totalidad. Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. ATE MEDICAL GROUP S.A.S no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

This certificate faithfully expresses the result of the measurements carried out. It cannot be reproduced partially, only in its entirety. The results contained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. ATE MEDICAL GROUP S.A.S is not responsible for any damages that may arise from the inappropriate use of calibrated instruments. The user is responsible for the calibration of his instruments at appropriate intervals.

1. CONDICIONES AMBIENTALES / ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Los datos suministrados de condiciones ambientales, se refieren al momento y lugar en el que se realizó la calibración.

The data provided on environmental conditions refers to the time and place where the calibration was performed.

Temperatura del Aire (°C) <i>Air Temperature (°C)</i>	23,2 ± 1,0
Humedad Relativa (%hr) <i>Relative Humidity (%hr)</i>	58,3 ± 2,5

2. MÉTODO DE CALIBRACIÓN / CALIBRATION METHOD

Los resultados obtenidos en esta calibración se determinaron según los lineamientos del procedimiento INDECOPI PC-018, 'Procedimiento para la calibración o caracterización de medios con aire como medio termostático' Edición 2 - Junio, 2009, documentado bajo el Procedimiento Interno PR-GC-117. Los puntos de temperatura calibrados en el medio isotérmico fueron 60 °C y 110 °C.

The results obtained in this calibration were determined according to the guidelines of the INDECOPI PC-018 procedure, 'Procedimiento para la calibración o caracterización de medios con aire como medio termostático' Edition 2 - June 2009, documented under Internal Procedure PR-GC-117. Temperature points calibrated in the isothermal medium were 60 °C y 110 °C.

3. TRAZABILIDAD / TRACEABILITY

El laboratorio ATE MEDICAL GROUP S.A.S garantiza que sus patrones son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que los vincula a patrones Nacionales o Internacionales, estos patrones son calibrados en laboratorios competentes según los requisitos establecidos en la norma NTC ISO/IEC 17025:2017.

The ATE MEDICAL GROUP SAS laboratory guarantees that its standards are traceable to the International System of Units (SI) through an uninterrupted chain of calibrations that links them to National or International standards, these standards are calibrated in competent laboratories according to the requirements established in the NTC ISO / IEC 17025: 2017 standard.

Instrumento <i>Instrument</i>	Fabricante <i>Manufacturer</i>	N° Serie <i>Serial Number</i>	Código Interno <i>Internal Code</i>	N° Certificado <i>N° Certificate</i>	Vigente Hasta <i>Valid Until</i>
TERMÓMETRO DIGITAL	A-BF	202303045	TEM-0005	T-37-41-60170 al T-37-41-60179	2025-08-22

4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN / CALIBRATION RESULTS

Los resultados presentados en las siguientes tablas corresponden a:

- La temperatura máxima encontrada por el sistema de medición en el tiempo total de la calibración.
- La temperatura mínima encontrada por el sistema de medición en el tiempo total de la calibración.
- La desviación de temperatura en el tiempo ($DTT_{máx}$) que está definida como la máxima de las diferencias calculadas entre la máxima y la mínima temperatura registradas en cada posición de medición.
- La desviación de temperatura en el espacio (DTE) que está definida como la diferencia entre la temperatura promedio máxima y la temperatura promedio mínima encontrada entre dos posiciones de medición.
- La uniformidad que se define como la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.
- La estabilidad que se considera como $\pm \frac{1}{2} DTT_{máx}$.
- La desviación permisible de temperatura que se define como (DPT).

The results presented in the following tables correspond to:

- Highest temperature found by the measuring system in the total time of the calibration.
- Lowest temperature found by the measuring system in the total calibration time.
- Temperature deviation over time (DTT_{max}) which is defined as the maximum of the calculated differences between the maximum and minimum temperature recorded at each measurement position.
- Temperature Deviation over Time (DTE) which is defined as the difference between the maximum average temperature and the minimum average temperature found between two measurement positions.
- The uniformity which is defined as the maximum measured temperature difference between different spatial positions for the same instant of time.
- Stability which is considered as $\pm \frac{1}{2} DTT_{max}$.
- The allowable temperature deviation defined as (DPT).

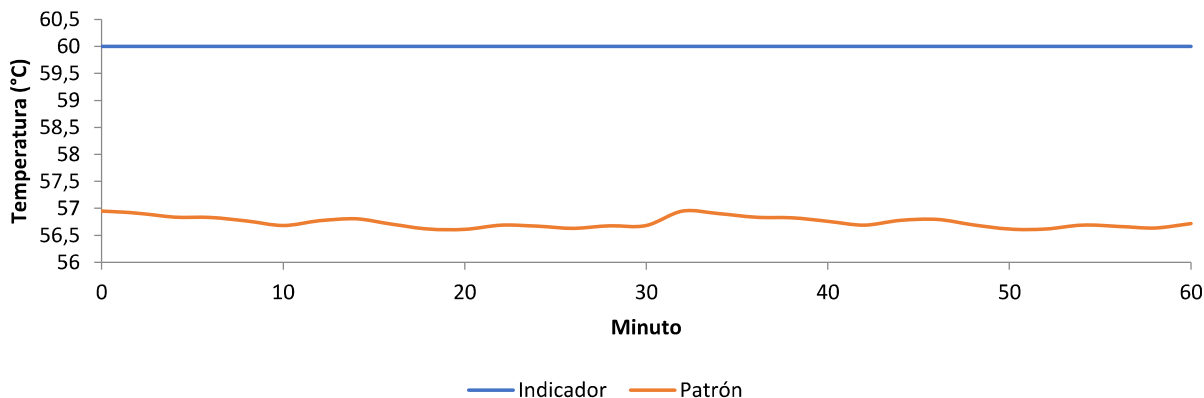
4.1 PUNTO DE CALIBRACIÓN: 60 °C / CALIBRATION POINT: 60 °C

Fecha Date	Hora de inicio Start time	Hora de finalización Ending time	Tiempo de estabilización Stabilization time
2025-01-15	09:50:00 a. m.	11:50:00 a. m.	1 h 0 min

Parámetro Parameter	Temperaturas medidas / Measured Temperatures										
	IBC	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
TPROM	60,0	56,993	54,997	59,271	56,835	56,217	56,178	56,927	55,976	58,332	55,698
TMAX	60,0	57,096	55,063	59,631	57,066	56,515	56,481	57,032	56,043	58,697	55,984
TMIN	60,0	56,897	54,933	59,066	56,659	56,051	55,989	56,831	55,912	58,124	55,522

Parámetro Parameter	Valor (°C) Found Value	± Uexp (°C) ± Expanded uncertainty	k (95,45 %) Coverage factor
Máxima Temperatura Medida Highest Temperature Measured	59,63	0,35	2,08
Mínima Temperatura Medida Lowest Temperature Measured	54,93	0,12	2,07
Desviación de Temperatura en el Tiempo Temperature Deviation over Time	0,57	0,47	2,04
Desviación de Temperatura en el Espacio Temperature Deviation over Space	4,27	0,17	2,43
Estabilidad Stability	0,29	0,24	2,04
Uniformidad Uniformity	4,60	0,35	2,08
Criterio Criteria	NO APLICA		

Gráfica en el punto: 60 °C

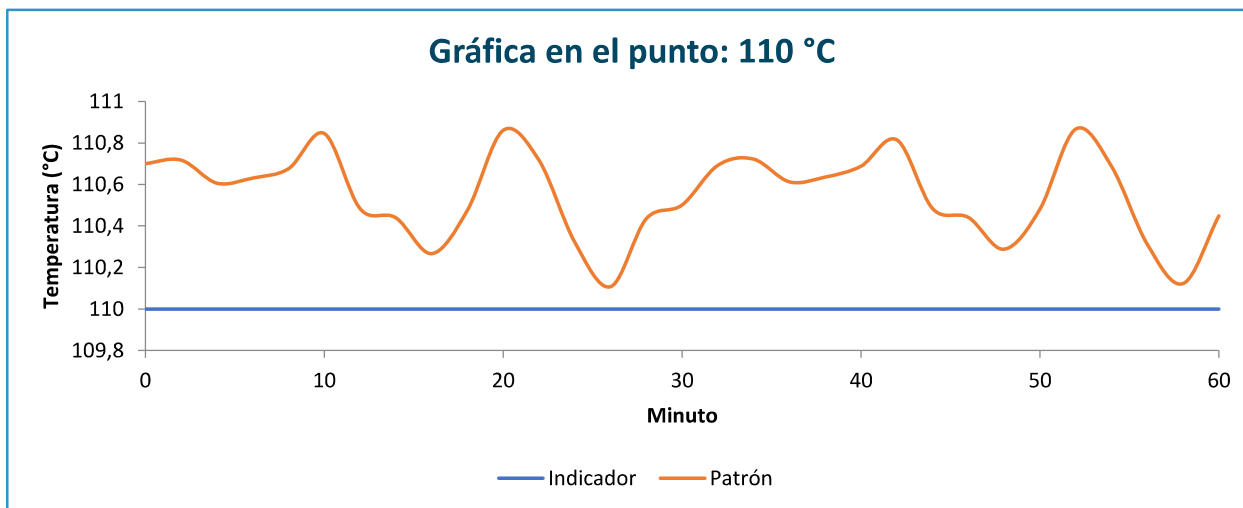


4.2 PUNTO DE CALIBRACIÓN: 110 °C / CALIBRATION POINT: 110 °C

Fecha Date	Hora de inicio Start time	Hora de finalización Ending time	Tiempo de estabilización Stabilization time
2024-09-10	1:50:00 p. m.	3:50:00 p. m.	1 h 0 min

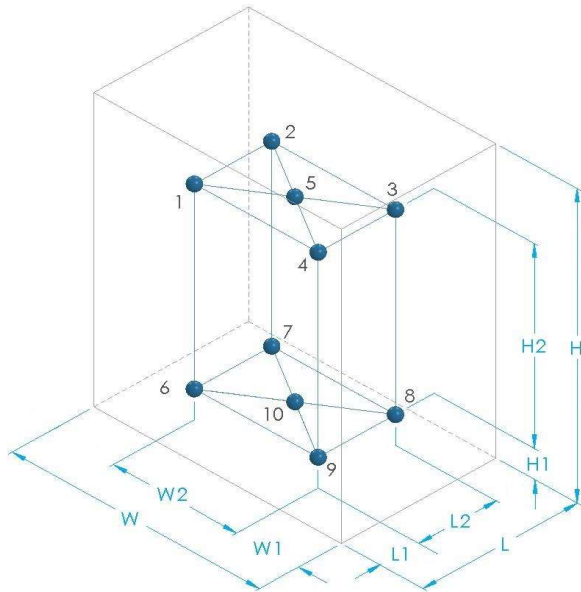
Parámetro Parameter	Temperaturas medidas / Measured Temperatures										
	IBC	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
TPROM	110,0	111,800	110,275	113,712	109,661	107,492	109,785	111,681	111,538	112,647	106,916
TMAX	110,0	112,105	110,631	114,260	109,885	107,712	110,128	111,988	111,895	113,198	107,135
TMIN	110,0	111,282	109,860	113,096	109,341	107,263	109,217	111,161	111,122	112,028	106,678

Parámetro Parameter	Valor (°C) Found Value	± Uexp (°C) ± Expanded uncertainty	k (95,45 %) Coverage factor
Máxima Temperatura Medida Highest Temperature Measured	114,26	0,88	2,08
Mínima Temperatura Medida Lowest Temperature Measured	106,68	0,88	2,02
Desviación de Temperatura en el Tiempo Temperature Deviation over Time	1,17	0,92	2,04
Desviación de Temperatura en el Espacio Temperature Deviation over Space	6,80	0,88	2,28
Estabilidad Stability	0,59	0,88	2,04
Uniformidad Uniformity	7,27	0,88	2,04
Criterio Criteria	NO APLICA		



5. POSICIÓN DE LOS SENSORES Y VOLUMENES / SENSOR POSITIONS AND VOLUMES

- El volumen interno total del medio isoterma está definido como el producto entre W, L y H.
- El volumen útil del medio isoterma está definido como el producto entre W2, L2 y H2.
- Dadas las irregularidades geométricas de las muestras usuales de trabajo, el volumen de carga valor es un aproximado.
- El porcentaje de carga se define como la relación entre el volumen de carga y el volumen total.
- The total internal volume of the isothermal medium is defined as the product of W, L and H.
- The useful volume of the isothermal medium is defined as the product of W2, L2 and H2
- Given the geometrical irregularities of the usual working samples, the loading volume value is an approximation.
- The loading percentage is defined as the ratio of the loading volume to the total volume.

VISTA ISOMÉTRICA ISOMETRIC VIEW		FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO ISOTHERMAL MEDIUM PHOTOGRAPHY																			
																					
<table><tr><td>W</td><td>65 cm</td></tr><tr><td>L</td><td>51 cm</td></tr><tr><td>H</td><td>61 cm</td></tr></table>	W	65 cm	L	51 cm	H	61 cm	<table><tr><td>W1</td><td>4 cm</td></tr><tr><td>L1</td><td>5 cm</td></tr><tr><td>H1</td><td>5 cm</td></tr></table>	W1	4 cm	L1	5 cm	H1	5 cm	<table><tr><td>W2</td><td>52 cm</td></tr><tr><td>L2</td><td>40 cm</td></tr><tr><td>H2</td><td>45 cm</td></tr></table>	W2	52 cm	L2	40 cm	H2	45 cm	
W	65 cm																				
L	51 cm																				
H	61 cm																				
W1	4 cm																				
L1	5 cm																				
H1	5 cm																				
W2	52 cm																				
L2	40 cm																				
H2	45 cm																				
<table><tr><td>Volumen Total Total Volume</td><td>202,215 L</td></tr></table>	Volumen Total Total Volume	202,215 L	<table><tr><td>Volumen Útil Useful Volume</td><td>93,6 L</td></tr></table>	Volumen Útil Useful Volume	93,6 L	<table><tr><td>Vol. de Carga / Load Volume</td><td>20 L</td></tr><tr><td>Porc. de carga / Load Perc.</td><td>10%</td></tr></table>	Vol. de Carga / Load Volume	20 L	Porc. de carga / Load Perc.	10%											
Volumen Total Total Volume	202,215 L																				
Volumen Útil Useful Volume	93,6 L																				
Vol. de Carga / Load Volume	20 L																				
Porc. de carga / Load Perc.	10%																				

6. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD / CONFORMITY DECLARATION

Solo por solicitud del cliente, en el presente certificado se declarará conformidad con respecto a los lineamientos de la guía GU-SC-03 Guía para la declaración de conformidad basada en la ILAC-G8:09/2019, donde se tiene en cuenta la incertidumbre de medición con una zona de seguridad w igual a la incertidumbre. La regla de decisión aplica a los resultados numéricos que muestran la declaración CUMPLE / NO CUMPLE. Si el cliente no solicita conformidad entonces se declara que NO APLICA.

Only upon request of the client, the present certificate shall declare conformity with respect to the guidelines of GU-SC-03 Guide for the declaration of conformity based on ILAC-G8:09/2019, where the uncertainty of measurement with a safety zone w equal to the uncertainty is taken into account. The decision rule applies to numerical results showing the statement CUMPLE / NO CUMPLE. If the customer does not request conformity then it is declared NO APLICA.

7. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN / MEASUREMENT UNCERTAINTY

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura " k " y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95.45 % y no menor a este valor".

The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor " k " and the coverage probability, which should be close to 95.45 % and not less than this value".

8. OBSERVACIONES / REMARKS

1. Tipo de ventilación: Forzada, Número de parrillas: 2, Sensor de temperatura: Bueno, Hermeticidad: Bueno, Condición general: Bueno
2. La carga utilizada en la calibración fue: Muestras y sensores
3. Los resultados reportados en este certificado son válidos solo para el volumen útil definido por W_2 , L_2 y H_2 .
4. El laboratorio de metrología ATE MEDICAL GROUP S.A.S. no realiza ajuste a los instrumentos bajo calibración.
5. La traducción de este certificado al inglés no es oficial y por lo tanto debe tomarse como referencia el texto en español.
6. Observación específica: No hay observaciones

1. Type of ventilation: Forced, Number of grids: 2, Temperature Sensor: Good, Airtightness: Good, General condition: Good

2. The load used in the calibration was: Muestras y sensores

3. The results reported in this certificate are valid only for the useful volume defined by W_2 , L_2 and H_2 .

4. The metrology laboratory ATE MEDICAL GROUP S.A.S. does not make adjustments to the instruments under calibration.

5. The translation of this certificate into English is not official and therefore the Spanish text should be taken as a reference.

FIN DEL CERTIFICADO

END OF CERTIFICATE

FR-GC-43 Ver 02 2023-04-18

El laboratorio de metrología ATE MEDICAL GROUP S.A.S. no realiza ajuste a los instrumentos bajo calibración.
Los resultados anteriormente descritos, solo corresponden al ítem bajo calibración.

ANEXO AL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN / ANNEX TO THE CALIBRATION CERTIFICATE

A1. OTROS RESULTADOS / ANOTHER RESULTS

Los resultados presentados en la siguiente tabla corresponden a:

- La temperatura promedio encontrada por el sistema de medición en el tiempo total de la calibración.
- La temperatura promedio indicada por el medio isoterma.

The results presented in the following table correspond to:

- The average temperature found by the measurement system in the total time of the calibration.
- The average temperature indicated by the isothermal medium.

Punto (°C) <i>Point (°C)</i>	Temperatura promedio del patrón (°C) <i>Average standard temperature (°C)</i>	Temperatura promedio indicador (°C) <i>Average temperature of IBC (°C)</i>	Corrección (°C) <i>Correction (°C)</i>	± Incertidumbre expandida (°C) <i>± Expanded uncertainty (°C)</i>	k (95.45 %) <i>Coverage factor</i>
60	56,742	60,0	-3,258	0,067	2,02
110	110,551	110,0	0,551	0,070	2,02

A2. OBSERVACIONES / REMARKS

- Los resultados de este anexo son de carácter informativo y el cliente asume los riesgos inherentes por el uso de estos.

- The results in this appendix are for informational purposes only and the client assumes all risks inherent in their use.

FIN DEL ANEXO AL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
END OF THE APPENDIX TO THE CALIBRATION CERTIFICATE