ESTUDIO DE SUELOS

ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE TIPO BOX COULVERT, EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE LOS CORDOBAS

SEPTIEMBRE DE 2024

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL 4
2. SISTEMA ESTRUCTURAL DE RESISTENCIA SÍSMICA 4
3. NORMATIVA Y CARACTERISTICAS DEL PROYECTO EN MENCION 4
3.1 Normativa 4
3.2 Descripción geográfica y características del proyecto en mención 6
3.2.1 Suelos y geología 8
3.2.2 Unidades geológicas 11
3.2.3 Evolución Geológica 11
3.3 Evaluación preliminar de cargas 15
3.4 Responsabilidad de los diseños 15
4. ALCANCE Y OBJETIVOS 16
4.1 Alcance 16
4.2 Objetivos 16
5. INVESTIGACION DEL SUBSUELO. 17
5.1 Investigación del subsuelo. 17
5.2 Localización del nivel freático. 18
5.3 Ensayos de laboratorio 18
5.4 Perfil estratigráfico 19
6. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE 20
6.1 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA ZAPATAS Y TIPO DE CIMENTACION 20
7. ANALISIS DINAMICO Y PRUEBAS DINAMICAS Y CARACTERISTICAS DE ESPECTRO. 23
7.1 Parámetros dinámicos del suelo y perfil de suelo según CCCP-14. 23
7.2 Calculo de confiabilidad en parámetros de los suelos y Angulo de fricción interno 24
7.3 Interacción Suelo estructura 27
7.6 Calculo de coeficientes de empuje y análisis dinámico 29
7.6 Asentamientos del elemento objeto de estudio 31

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32

8.1 Recomendaciones para el diseño de la fundación 32

8.2 Recomendaciones para la construcción 34

9. BIBLIOGRAFIAS 38

10. ANEXOS FINALES 44

10.1 MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD 44

10.2 ANEXOS COMPLEMENTARIOS 44

TABLA DE FIGURAS

FIGURA 1 NUMERO DE SONDEOS Y PROFUNDIDAD SEGÚN NSR-10 5
FIGURA 2 Localización regional del proyecto 7
FIGURA 3 Mapa geológico regional (fuente: ingeominas 2001) 14
FIGURA 4 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS 17
FIGURA 5 PERFILES ESTRATIGRAFICO CONSIDERADO 19
FIGURA 6 CUÑA DE FALLA Y CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE 20
FIGURA 7 CAPACIDADES DE CARGA A CONSIDERAR PARA CADA UNIDAD SANITARIA 21
FIGURA 8 EXCENTRICIDAD GENERAL EN CIMIENTOS 22
FIGURA 9 CASO 1 EXCENTRICIDAD 22
FIGURA 10 CASO 2 EXCENTRICIDAD 23
FIGURA 11 CASO 3 EXCENTRICIDAD 23
FIGURA 12 REPRESENTACION DE LA CIMENTACION 25
FIGURA 13 CARACTERISTICAS DINAMICAS DEL SUELO 27
FIGURA 14 CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN CCCP-14 27

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado *BOX COULVERT* se encuentra ubicado en LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO LOS CORDOBAS, en el cual se planea la construcción de una obra nueva con uso PARA USO ESPECIAL.

1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL.

La estructura descrita se puede clasificar dentro del tipo "SISTEMA ESPECIAL DE CONCRETO; el cual es compuesto por PANTALLAS DE CONCRETO, esencialmente completos, sin diagonales, que resisten todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

2. SISTEMA ESTRUCTURAL DE RESISTENCIA SÍSMICA.

En el presente proyecto, la estructura se modela como un sistema de MUROS DE CONCRETO.

3. NORMATIVA Y CARACTERISTICAS DEL PROYECTO EN MENCION

3.1 Normativa.

Los criterios para la ejecución del presente Estudio Geotécnico son los correspondientes para tales fines, establecidos en el TITULO H del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010 y Decreto 92 de 2011 y el CCCP-14 última versión . Tanto el alcance de la exploración como el programa de ensayos de laboratorio está es acorde a lo establecido en el TÍTULO H, de igual forma el análisis y las recomendaciones son acordes a lo establecido es el respectivo Título. Los

procedimientos para la ejecución de los trabajos son los establecidos por las normas NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, sobre las cuales hace referencia el respectivo TITILO H. De acuerdo con el numeral H.3.1 y H.3.2 de la NSR-10 el proyecta se clasifica así:

- De acuerdo con la Tabla H.3.1-1 del numeral H.3.1.1 de la NSR-10 la categoría de la edificación es BAJA

- Teniendo en cuenta la Tabla H.3.2-1 del numeral H.3.2.3 de la NSR-10 el número mínimo de perforaciones es de tres (03) y la profundidad mínima de perforaciones debe ser 6 metros.

- De acuerdo con el numeral H.3.1 de la NSR-10 el proyecto se puede calificar como una edificación en altura.

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

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

FIGURA 1 NUMERO DE SONDEOS Y PROFUNDIDAD SEGÚN NSR-10

3.2 Descripción geográfica y características del proyecto en mención

Los Córdobas es un municipio colombiano ubicado al norte del departamento de Córdoba. Se encuentra a una distancia 57 km de la capital departamental, Montería. Predominan las actividades económicas primarias como la ganadería, la agricultura y la pesca, aunque en los últimos años se aprecia un crecimiento de la actividad turística.

Limita al norte con el Mar Caribe, al occidente con el municipio de los Córdobas (Departamento de Córdoba), al sur con los municipios de san Pedro de Urabá y Turbo, y al occidente con los municipios de San Juan de Urabá y Necoclí. (Figura 2). Pertenece a la subregión de Urabá, de la cual hacen parte los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó, Murindó, Mutatá, Necoclí, San Juan de Urabá, San Pedro de Urabá, Turbo y Vigía del Fuerte.



FIGURA 2 Localización regional del proyecto

3.2.1 Suelos y geología

El Departamento de Antioquia se encuentra localizado en la región noroccidental de Colombia, sobre la cadena de Los Andes en las cordilleras Central y Occidental. Cubre un de 63.612 km^2. Las rocas que afloran en esta área varían en edad desde el Proterozoico - Paleozoico inferior el Holoceno y en origen, desde ígneas a metamórficas y sedimentarias. Las rocas del Proterozoico aparecen como bloques tectónicos, posiblemente alóctonos en la Cordillera Central y corresponden a metamorfitas de medio a alto grado, afectadas por diaftóresis. Las rocas del Paleozoico inferior incluyen lutitas ligeramente metamorfoseadas, con graptolites del Ordovícico y rocas polimetamórficas del Paleozoico inferior a superior, del Complejo Cajamarca, que constituyen gran parte del núcleo de la Cordillera Central y fueron instruidos durante las orogenias Acadiana y Hercínica, por intrusivos sintectónicos de estructura néisica y durante el Triásico por plutones adamelíticos produciendo una aureola de contacto co minerales metamórficos en desequilibrio termodinámico con los formados durante el metamorfismo regional. El metamorfismo del complejo polimetamórfico es de baja presión, caracterizado por la presencia de cordierita y andalucita en rocas pelíticas, con escasez de granate y zonas estrechas de alto grado de metamorfismo, rodeadas por zonas más amplias de bajo grado. Durante el Jurásico, se emplazaron en la parte axial y en el flanco oriental de la Cordillera Central los batolitos de Segovia y Sonsón de composición cuarzodiorítica a tonalítica, a los cuales se asociaron importantes mineralizaciones hidrotermales de Au-Ag, con sulfuros básicos asociados y stocks adamelíticos; durante la transgresión del Cretácico Inferior se depositaron las sedimentitas de Segovia, San Luis, Abejorral, La Soledad, San Pablo y Amalfi, algunas de las cuales están asociadas con eventos volcánicos oceánicos, toleíticos. Durante el Cretácico Inferior se intruyeron, sobre ambos flancos de la Cordillera Central, plutones de composición adamelítica a tonalítica, siendo en términos generales, más abundantes y alcalinos en el borde oriental. Toleítas cretácicas de la Formación Barroso, afines a las generadas en arcos volcánicos.

inmaduros, se extienden al oeste de la zona de fallas Romeral, paleozona de sutura a lo

largo de la cual se emplazaron, durante el Cretácico, ofiolitas y rocas metamórficas de media-alta presión. En la Cordillera Occidental, sobre las vulcanitas se depositaron sedimentos turbidíticos de origen terrígeno, Miembro Urrao, los cuales se interdigitan hacia el occidente con sedimentos biogénicos y químicos del Miembro Nutibara de la Formación Penderisco, Grupo Cañasgordas. Durante el Cretácico tardío-Paleoceno se instruyeron en la Cordillera Central, el Batolito Antioqueño y los plutones relacionados, formando una aureola de contacto bien definida sobre las metamorfitas del Complejo Cajamarca, superponiendo efectos térmicos a los desarrollados por metamorfismo regional. Plutones sintectónicos, de composición tonalítica a monzonítica, se emplazaron en el flanco occidental de la Cordillera Occidental durante el Eoceno temprano, como inicio de un ciclo de actividad magmática que se extiendió hasta finales del Mioceno, con la intrusión del Batolito de Farallones. Mineralizaciones hidrotermales de Au-Ag, con cantidades menores de sulfuros, se encuentran en el borde de estos cuerpos, así como en sus aureolas de contacto. Sobre el flanco occidental y en gran parte relacionados con el cañón del Río Cauca, afloran intrusivos subvolcánicos de composición andesítica y edad Mioceno-Plioceno, a los cuales están relacionados eventos mineralizantes en la zona de El Zancudo y Otra Mina. La sedimentación cenozoica tanto en la cuenca del Magdalena como del Cauca es continental, mientras que en la de Urabá es marina a transicional, continental. La depositación de sedimentos continentales con mantos explotables de carbón en la región de Amagá, se efectuó en una cuenca de tracción relacionada con el Sistema de Fallas Romeral. En esta región, depósitos volcánicos y volcanoclásticos de la Formación Combia cubren discordantemente las formaciones más antiguas.

Los valles de los ríos Magdalena, Cauca, Atrato y sus afluentes mayores presentan depósitos aluviales del Cuaternario, de espesor y compactación muy variables. En las cuenca del Atrato y del Cauca, se han diferenciado los niveles de terrazas más antiguos en el Cuaternario, por su importancia en la explotación aurífera. Estructuralmente, la Cordillera Central está limitada por grandes sistemas de fallas:

Romeral al occidente separándola de la Cordillera Occidental y Palestina-Mulato, al este, que delimita la depresión geomorfológica del Valle del Magdalena. Sin embargo, al oriente

parece ser más importante en la evolución estructural
y tectónica de esta cordillera la Falla Otú-Pericos, que la delimitaría geológicamente de la Cordillera Oriental. Las unidades relacionadas con estos sistemas de fallas desarrollan una esquistosidad o foliación cataclástica, por metamorfismo dinámico, que se superpone a la esquistosidad o estratificación de las rocas originales y aún es perceptible en algunas rocas ígneas. El intenso plegamiento y fallamiento, los levantamientos y eventos magmáticos que durante las diferentes orogenias afectaron la región, modifican y oscurecen las relaciones estratigráficas y estructurales originales, entre las diferentes unidades litológicas. Antioquia se ha caracterizado por su producción minera, en especial de oro; fue el principal productor en el país hasta el año anterior, aunque por mano de obra ocupada y lo que representa en la economía del departamento, son más importantes las explotaciones de materias primas no metálicas empleadas en las industrias de la construcción: cemento, cerámica, vidrio, agregados y asbestos. Carbones sub-bitumimosos de la región de Amagá son otro recurso importante factible de un mayor desarrollo.

La Cordillera Occidental presenta algunos prospectos de interés para depósitos diseminados de Cu-Au (Murindó) y Cu-Mo (Pantanos). La ubicación geográfica, configuración geomorfológica y condiciones geológicas, hacen que Antioquia esté sometida, en diferentes grados, a amenazas de origen geológico que pueden implicar riesgos de magnitud en zonas de amplio desarrollo y una alta densidad de población, como en el área del Valle de Aburrá. Amenaza por actividad sísmica, movimientos en masa y avenidas torrenciales son las de mayor incidencia en la elaboración
de un plan de desarrollo debidamente fundamentado.

3.2.2 Unidades geológicas

- **DEPÓSITOS ALUVIALES.**

Suelos de las planicies aluviales de los ríos Magdalena, Cauca, Atrato, León, Nechí y ríos menores, además de los de las áreas de depresión y de las zonas aluviales en la margen oriental del Río Atrato, y hacia el suroeste del Golfo de Urabá, en la costa Caribe y en la región sureste del Río Atrato.

- **COLINAS**

Suelos desarrollados a partir de rocas ígneas y sedimentarias en clima húmedo. Se encuentran en las estribaciones de la Serranía de Abibe, estribaciones de las cordilleras Central y Occidental, Valle del Río Cauca entre la Pintada y Puerto Valdivia y en el cañon del Río Sucio, entre Dabeiba y Mutatá. En clima húmedo y relieve moderado, estos suelos se desarrollan a partir de cenizas volcánicas y otros materiales ígneos y metamórficos.

- **ALTIPLANOS**

Se encuentran en clima frío y húmedo de la Cordillera Central. En la región de Rionegro se han formado a partir de cenizas volcánicas, mientras que en Santa Rosa, a partir de rocas ígneas y cenizas.

3.2.3 Evolución Geológica

Los estudios geológicos regionales efectuados durante los últimos años han permitido tener un conocimiento más amplio de la geología del Departamento de Antioquia aunque, como en toda ciencia, hay discrepancias entre los autores en cuanto al origen y edad de los eventos tectonoeLstratigráficos, que a través del tiempo han modelado la configuración geológica y geomorfológica actual de la parte septentrional de la Cordillera Andina, en territorio colombiano.

La evolución geológica del área del departamento es necesario enmarcarla dentro de la Cadena Andina y en especial de su sector septentrional, constituido por segmentos que tienen historias estratigráficas y tectónicas diferentes desde el Proterozoico hasta

alcanzar la configuración actual, caracterizada por tres ramales (cordilleras) separadas entre sí por valles intermontanos (valandinos), de los cuales los dos más occidentales, denominados cordilleras Central y Occidental, constituyen geológica y geográficamente el departamento. La noción de segmentos o terrenos ha sido utilizada en los últimos años para explicar la evolución del NW de Colombia, como parte de la Placa Suramericana que estaría compuesta, en esta parte, por un mosaico de terrenos alóctonos, acrecionados al Bloque Autóctono, Cratón Amazónico, durante diversos períodos geológicos. Sin embargo, los ensayos sintéticos regionales (ETAYO et al., 1983; TOUSSAINT y RESTREPO,1987; RESTREPO y TOUSSAINT, 1988; TOUSSAINT, 1993), difieren tanto en los períodos de acreción, como en los límites tectónicos y características estratigráficas de cada terreno.

El trabajo de Etayo et al., (1983) considera elnárea del departamento, como constituida por un amplio mosaico de terrenos (Figura 26) mientras que para Restrepo y Toussaint (1988) y Toussaint (1993), la configuración tectónica fundamental es mucho más sencilla (Figura 27). El primer trabajo enfoca el análisis y configuración de los terrenos desde el punto de vista litoestratigráfico, mientras que el otro compara los rasgos litoestratigráficos y la sucesión de eventos tectónicos de cada uno de los terrenos, para definir los períodos de acreción. La Cordillera Central geográficamente está constituida en el sentido de Toussaint y Restrepo (1988) por el Terreno Tahamí y parte de los terrenos Chibcha y Calima, mientras que la Occidental lo está por el Calima y parte del Cuna.

El Terreno Chibcha, comprende el extremo oriental del flanco este de la Cordillera Central; presenta un basamento continental proterozoico cuyo último evento tectometamórfico es Caledoniano. (WARD et al., 1973; RESTREPO y TOUSSAINT, 1988). Rocas sedimentarias marinas del Paleozoico inferior cubrieron en discordancia las rocas metamórficas. Un cinturón magmático afectó su borde occidental durante el Jurásico.

El Terreno Tahamí comprende la parte septentrional de la Cordillera Central y está constituido por corteza continental de unos 45 km de espesor que ha sufrido varios eventos metamórficos y tectónicos desde el Proterozoico y el Cretácico tardío; presenta

localmente, una cobertura sedimentaria marina del Jurásico- Cretácico Inferior y fue intruido por batolitos graníticos durante el Jurásico-Cretácico tardío.

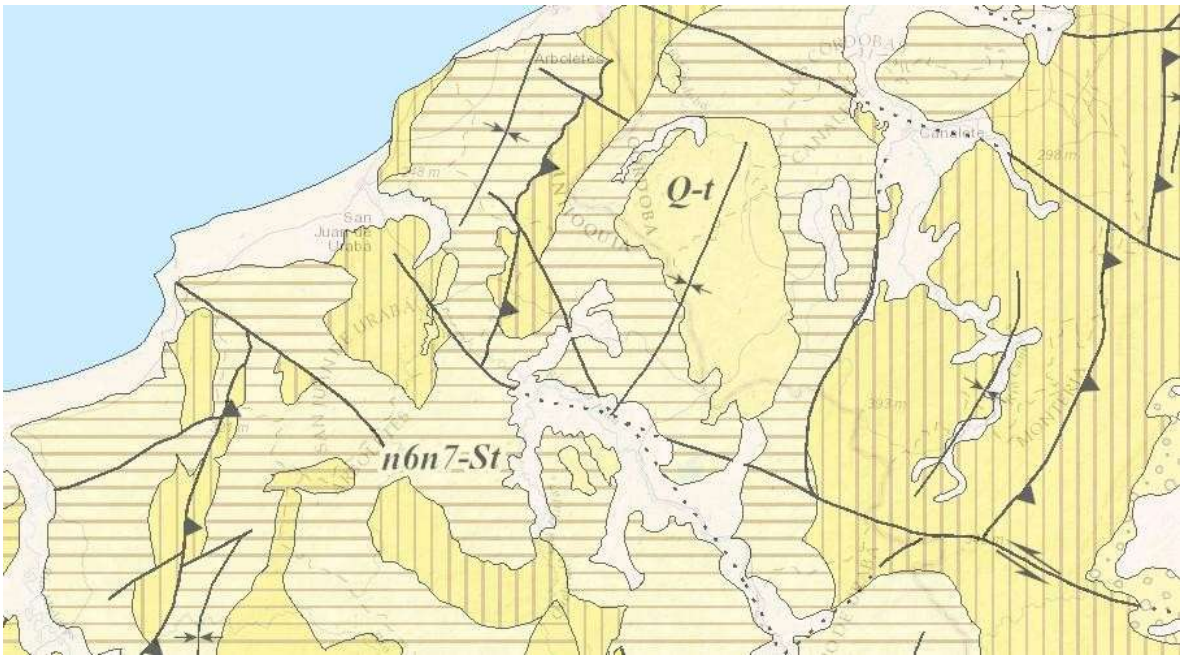


FIGURA 3 Mapa geológico regional (fuente: ingeominas 2001)

3.3 Evaluación preliminar de cargas.

Las cargas para considerar en este tipo de proyectos para un análisis de capacidad portante y asentantamientos serán:

- Cargas muertas debidas al peso propio del elemento
- Cargas vivas y de sobrecarga
- Cargas debidas a excentricidad
- Fuerzas sísmicas

3.4 Responsabilidad de los diseños

Esta oficina y en su nombre el profesional responsable del estudio, y conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 "Experiencia del Ingeniero Geotecnia" [Título H, Capítulo H.1, Literal H.1.1.21: Firma de Los Estudios], asumo la responsabilidad del presente Estudio Geotécnico exonerando a las Autoridades Municipales Competentes, conforme a lo establecido por la NSR-10 [Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo 5 y 6: Responsabilidad de los Diseños]; en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que las obras a que hace referencia el presente estudio no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiremos responsabilidad civil ni penal alguna.

4. ALCANCE Y OBJETIVOS

4.1 Alcance.

En este informe se establecen criterios básicos para la elaboración del estudio geotécnico que comprenden la investigación del subsuelo, los análisis de capacidad portante y las recomendaciones necesarios desde el punto de vista geotécnico para la construcción de la obra en mención, de manera que se garantice un adecuado comportamiento de la estructura, se pretende evaluar la información recolectada de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras tomadas de los sondeos.

4.2 Objetivos.

Determinar las condiciones físico-mecánicas de los suelos existentes, además de evaluar la capacidad portante del suelo, y los asentamientos posibles del sistema con base en la información de campo recolectada y sometiendo el suelo a unos estados de carga posibles. Es fundamental que una vez se tenga los diseños estructurales se hagan llegar a esta oficina para su aprobación según el reglamento CCCP-14.

5. INVESTIGACION DEL SUBSUELO.

5.1 Investigación del subsuelo

Para el estudio en mención se ejecutaron 2 sondeos, de los cuales se recolecto muestras alteradas con el fin de ejecutar los ensayos físicos y mecánicos, tales como límites de attemberg, humedades, compresiones encofinadas, estos valores serán evaluadas con el fin de obtener las características definitivas del suelo de fundación.

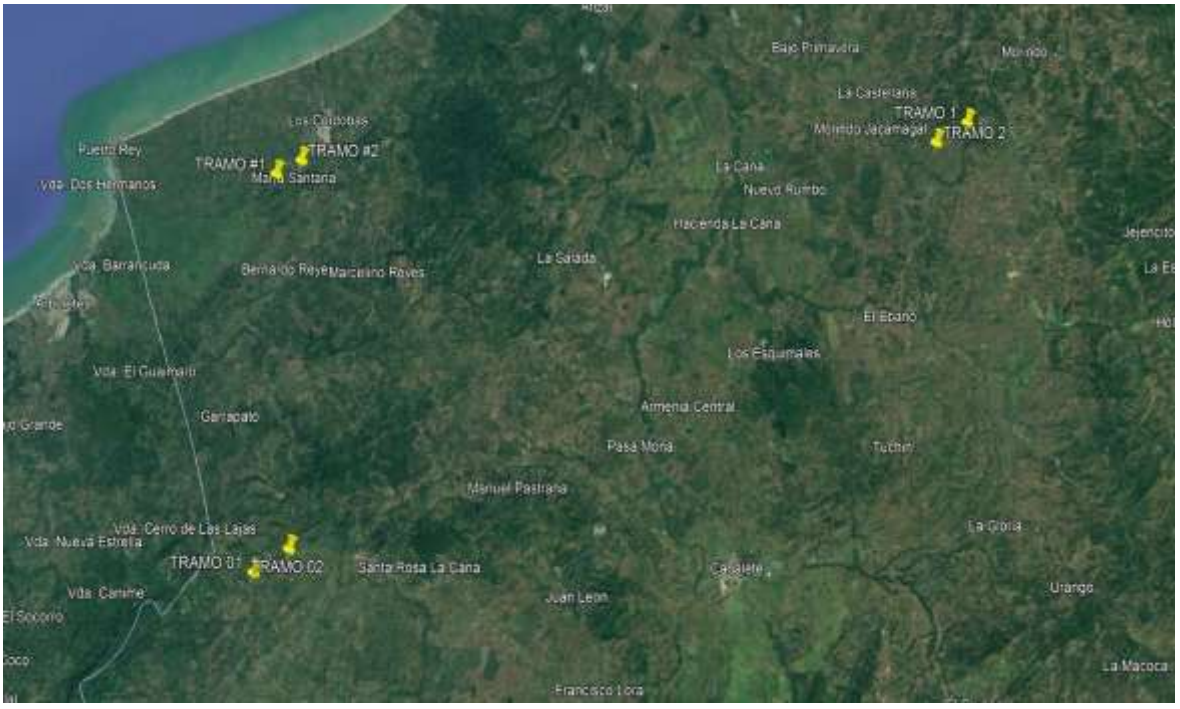


FIGURA 4 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

5.2 Localización del nivel freático.

El nivel de aguas freáticas fueron encontradas en la elaboración de los 2 sondeos a una profundidad de 0.20m , por lo cual se debe prever un correcto manejo de aguas lluvias para que no afecte la construcción de la cimentación estructura del suelo, además se debe prever unos sistemas de bombeo durante al proceso de construcción, para evitar infiltraciones en la estructura sobre la cual se va hacer la fundación para evitar efectos de la oxidación e infiltración que genere empujes verticales que puedan afectar a la misma.

5.3 Ensayos de laboratorio

La totalidad de las muestras recuperadas se inspeccionaron detalladamente y se les ejecuto los siguientes ensayos:

- Estratigrafía.
- Humedad natural.
- Limite líquido.
- Limite plástico.
- Granulometrías.
- Clasificación

5.4 Perfil estratigráfico

A continuación, se indican el perfil estratigráfico encontrados en los sitios objeto de estudio

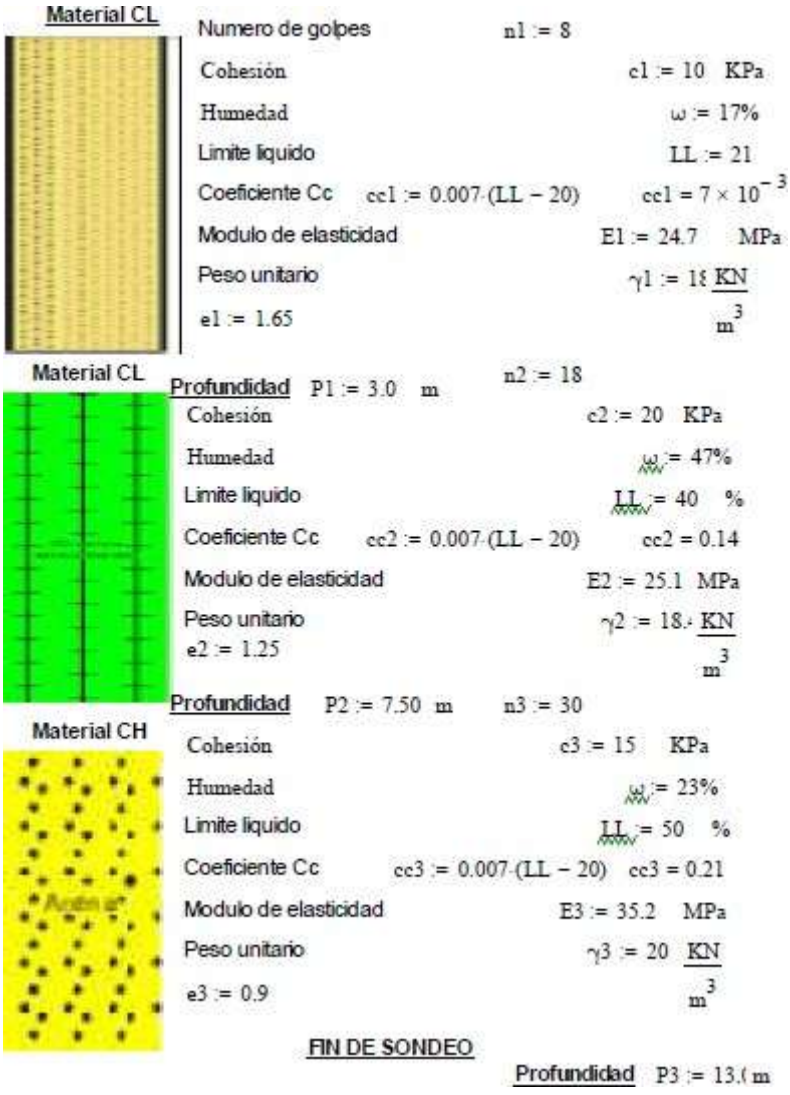


FIGURA 5 PERFILES ESTRATIGRAFICO CONSIDERADO

6. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.

6.1 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA ZAPATAS Y TIPO DE CIMENTACION

Para el cálculo de la capacidad portante la NSR-10 recomienda hacer un análisis de capacidad basándose en los principios fundamentales establecidos *POR LOS PROFESORES PECK, TERZAGHI ETC* y cuya formulación la establece en el titulo H, y recomienda un factor de seguridad de 3.0

El análisis de capacidad de carga se basa en el principio del equilibrio límite el cual define tres cuñas de trabajo muy bien definidas, las cuales son: la zona Activa de Rankinee y la zona pasiva, estas zonas están representadas en la siguiente figura:

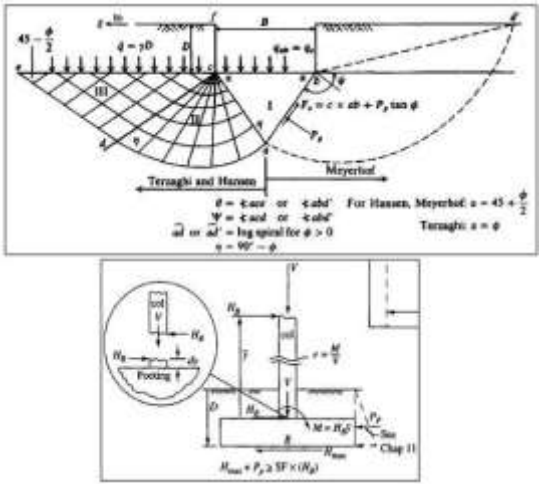


FIGURA 6 CUÑA DE FALLA Y CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

Para el cálculo de capacidad portante se define el tamaño de la cimentación y los parámetros de carga de este, los cuales están definidos según las condiciones del suelo las cargas, el tipo de cimentación entre otros, la expresión para el cálculo de la capacidad portante se puede evaluar como

$$\sigma nu = C*Nc*Ic*\delta c*dc*Cc + \gamma*Df*Nq*Iq*\delta q*dq*Cq + 0.5\gamma*B*N\gamma*I\gamma*\delta\gamma*d\gamma*Cc$$

Donde cada uno de los coeficientes es evaluado según las especificaciones del proyecto y entregados como anexo a este informe. Finalmente, para el proyecto en mención se puede establecer que la capacidad portante del suelo para cualquier tipo de cálculo estructural se puede tomar como *82.007 KPA PARA UN NIVEL DE FUNDACIÓN DE 0.50M PARA EL BOX COULVERT.*

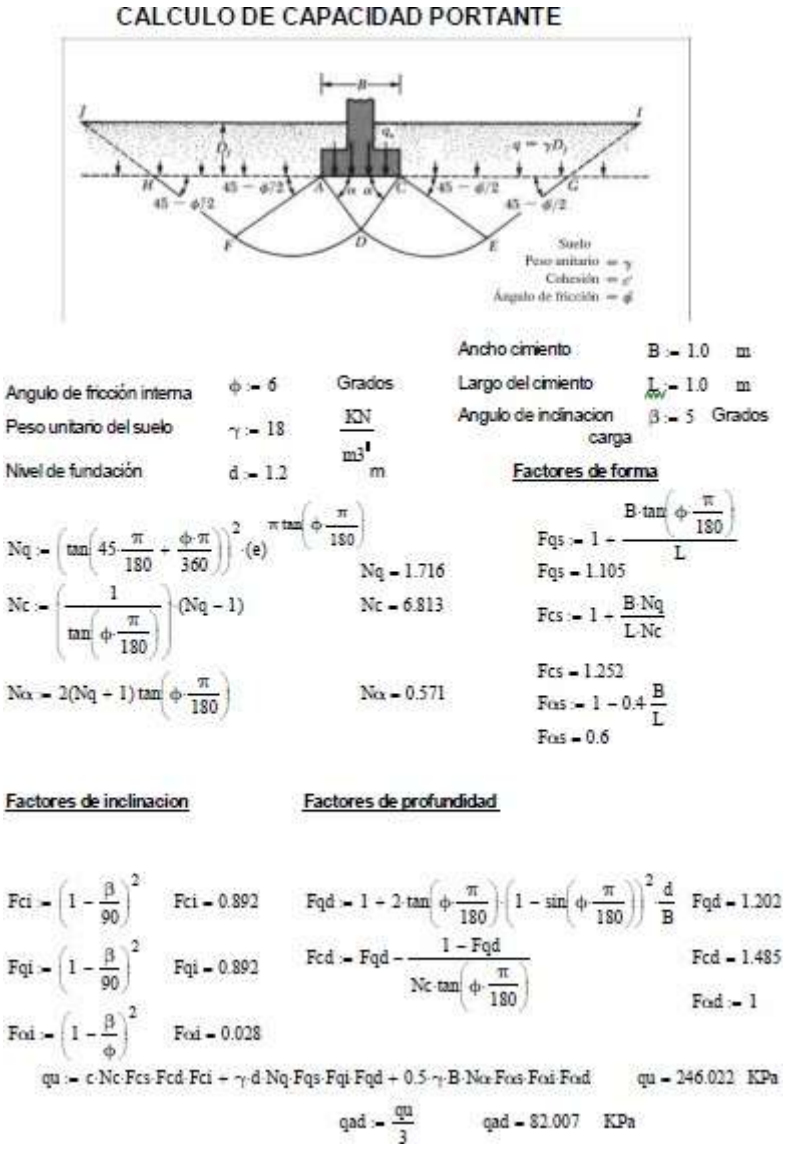


FIGURA 7 CAPACIDADES DE CARGA A CONSIDERAR PARA CADA UNIDAD SANITARIA

Dada las excentricidades y momentos que tiene la estructura se deberá verificar las excentricidades máximas como lo indica la siguiente figura:

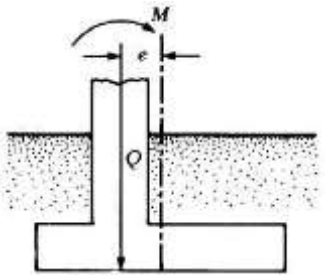


FIGURA 8 EXCENTRICIDAD GENERAL EN CIMIENTOS

Para este caso se pueden considerar los tres casos establecidos y mencionados en la literatura siguen:

- Caso I *e L /L< 1 2 y e B /B> 1 6 el área efectiva de análisis de la cimentación estará dada por*

A'= 1 2 L 1 B 1 como lo indica la figura

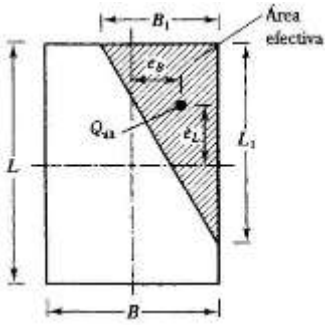


FIGURA 9 CASO 1 EXCENTRICIDAD

- Caso II *e L /L< 1 6 y 0<e B /B< 1 2 el área efectiva de analisis de la cimentacion estara dada por*

A'= 1 2 (L 1 + L 2) B como lo indica la figura

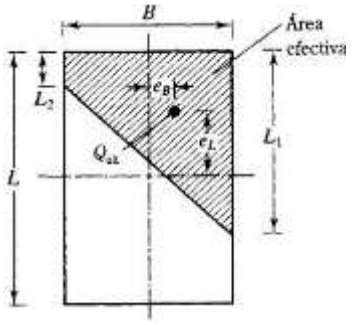


FIGURA 10 CASO 2 EXCENTRICIDAD

- Caso I *e L /L< 1 6 y 0<e B /B> 1 2 el área efectiva de análisis de la cimentación estará dada por*

A'= 1 2 (B 1 + B 2) L (0.0.1) como lo indica la figura

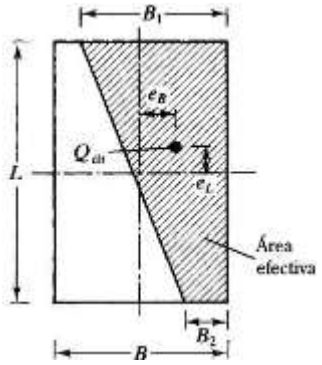


FIGURA 11 CASO 3 EXCENTRICIDAD

7. ANALISIS DINAMICO Y PRUEBAS DINAMICAS Y CARACTERISTICAS DE ESPECTRO.

7.1 Parámetros dinámicos del suelo y perfil de suelo según CCCP-14.

Dada la importancia del proyecto es importante evaluar las características dinámicas del suelo, para este se debe considerar las correlaciones dadas por varios autores, entre las cuales se destacan las dadas por el profesor *STEVEN KRAMER DE LA UNIVERSITY OF WASHINGTON*, quien define el módulo de rigidez del suelo como G max =325 × N 60

donde *N 60 es el valor del número de golpes corregido para una eficiencia del 60 % de la energía suministrada por el martillo.* El establece que este valor puede ser evaluado como N 60 = N campo × C N × E campo 0.60 × E ff donde:

- *N campo: Es el número de golpes obtenidos en campo*
- *E campo: Es la energía del martillo en condiciones reales*
- *E ff : Es el valor teórico del martillo (condición ideal de la caída del martillo)*
- *C N : Es un coeficiente que es función del esfuerzo efectivo σ ' o dado por C N = 1 σ 0 ' (0.1.3)*

El profesor A Gonzales en su artículo recomienda que la relación entre la energía de campo y la energía teórica para Colombia se tome como valor de 0.45, por lo cual se puede evaluar el valor N 60 y por ende calcular los valores del módulo de rigidez del suelo. Estos cálculos son evaluados y entregados en el anexo a este informe. a continuación, se presentan los perfiles de módulo de rigidez y perfil de velocidad en función de la profundidad.

Tomando para cada una de las capas y cada una de las unidades en mención se encuentra que los parámetros del suelo para este caso estarán consignados en las siguientes tablas

Propiedades dinámicas de los suelos

Tipo de suelo	Profundidad (m)	Gmax MPa	E (MPa)	V(m/s)
CL	3.00	5.579	24.7	163.643
CL	7.50	9.683	25.1	213.238
CH	13.00	13.705	35.2	243.326

FIGURA 13 CARACTERISTICAS DINAMICAS DEL SUELO

Por lo cual según los establecido en la norma CCCP-14 el suelo en mención se clasifica como suelo tipo D, con velocidades de corte medianas a altas, para todas las unidades.

Tabla 3.10.3.1-1 — Definición de los Tipos de Perfil de Suelo

Tipo de Perfil de Suelo	Características del perfil
A	Roca competente con velocidad medida de onda de cortante, $\overline{v}_s \geq 1500$ m/s.
B	Perfil de roca de rigidez media con $\overline{v}_s$ en el intervalo 1500 m/s $> \overline{v}_s \geq 760$ m/s.
C	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda con velocidad medida de onda de cortante, $\overline{v}_s$ en el intervalo 760 m/s $> \overline{v}_s \geq 360$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\overline{N} > 50$ golpes/pie, o $\overline{s}_u > 100$ kPa ($\approx$ 1 kgf/cm^2).
D	Perfiles de suelos rígidos con velocidad medida de onda de cortante $\overline{v}_s$ en el intervalo 360 m/s $> \overline{v}_s \geq 180$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\overline{N}$ en el intervalo 50 golpes/pie $> \overline{N} \geq 15$ golpes/pie, o $\overline{s}_u$ en el intervalo 100 kPa ($\approx$ 1 kgf/cm^2) $> \overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm^2).
E	Perfil de suelo con velocidad medida de onda de cortante, $\overline{v}_s < 180$ m/s, o

FIGURA 14 CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN CCCP-14

Por otro lado los parámetros adicionales son

Región	PGA	Ss	S1	Perfil suelo	FPGA	Fa	Fv
5	0.25	0.50	0.25	D- Perfiles de suelo Rigidos	1.3	1.4	1.9

7.2 Calculo de confiabilidad en parámetros de los suelos y Angulo de fricción interno

Una de las características importantes a revisar en este proyecto está relacionada con las propiedades de los suelos, y en especial con su fábrica, esos parámetros son los índices de consistencia e índices de liquidez, esto son definidos como:

$$IL = \% \omega - LP \; IP$$

$$IC = LL - \% \omega \; IP$$

para este caso se tomó una muestra representativa de suelos en la cual se valoró estas características y posteriormente se ejecutó un análisis de confiabilidad con el fin de evaluar cuál es la mejor función de densidad de probabilidad que puede ajustarse a cada parámetro. El en caso de este estudio se encontró que para los dos índices se puede evaluar el comportamiento de estas dos propiedades como funciones normales, dando las siguientes características:

$$\mu \, IL = 0.14$$

$$\sigma \, IL = 0.25$$

$$\mu \, IC = 0.32$$

$$\sigma \, IC = 0.15$$

dadas que las características de los suelos con respecto al IL está en el intervalo que el material está en un estado plástico a líquido, y dadas que el IC es inferior a 1 puede indicar un

potencial de expansión medio - bajo del material debido al contenido de material tipo motmorillonitas dentro del mismo, por lo tanto, esto corrobora que el material puede experimentar unos asentamientos moderados que deben ser tenidos en cuenta en el diseño estructural, por lo cual las correlaciones indican que el Angulo de fricción interna se puede tomar el valor de:

$$\varphi = 5$$

Por lo cual según los establecido en la norma NSR-10 el suelo en mención se clasifica como suelo tipo D, con velocidades de corte medianas a altas.

7.3 Interacción Suelo estructura

Para el análisis de esto se considera un módulo de reacción del suelo dada por la aproximación de vesic la cual la establece la siguiente ecuación

$$K = \frac{1}{2} \times \frac{E}{1-\nu^2}$$

Por otro lado, el análisis de compatibilidad angular para cualquier nodo *"i"* define las condiciones de momento para el análisis de cargas, y el análisis de equilibrio establece las condiciones para resolver el sistema de análisis de interacción suelo estructura, estas ecuaciones se indican a continuación:

$$M_{i-1} + 2M_i \times [1 + \frac{L_j}{L_{j-1}}] + [\frac{L_j}{L_{j-1}} M_{i+1}] = \frac{6EI}{L_{j-1}^2 K_i} [\frac{K_i}{K_{i-1}} q_{i-1} - (1 + \frac{L_{j-1}}{L_j}) q_i + (\frac{L_{j-1}}{L_j})(\frac{K_i}{K_{i-1}}) q_{i-1}]$$

$$\frac{M_{i-1} - M_i}{L_{j-1}} + \frac{M_{i+1} - M_i}{L_j} = P_i - Q_i$$

Para este caso se considera que el módulo de reacción en el suelo es constante y la desratización también, dadas estas condiciones del suelo se puede establecer que para este caso K será del orden de 36.93 MPa/m

7.6 Calculo de coeficientes de empuje y análisis dinámico

Dentro de las especificaciones del CCCP-14 se requiere que se entregue el valor de los coeficientes de empujes activo, pasivo y sísmico para este tipo de estructuras, estos valores se evalúan siguiendo la metodología de empujes de coulomb, estos coeficientes están definidos como:

- Coeficiente activo:

$$K_a = \frac{sen^2(\beta+\phi)}{sen^2\beta \times sen(\beta-\delta) \times [1+\sqrt{\frac{sen(\phi+\delta)\times sen(\phi-\alpha)}{sen(\beta-\delta)\times sen(\alpha+\beta)}}]^2}$$

- Coeficiente Pasivo

$$K_a = \frac{sen^2(\beta-\phi)}{sen^2\beta \times sen(\beta+\delta)[1-\sqrt{\frac{sen(\phi+\delta)\times sen(\phi-\alpha)}{sen(\beta-\delta)\times sen(\alpha+\beta)}}]^2}$$

- Coeficiente en reposo

$$K_o = 1 - sen\phi$$

- Coeficiente activo de tierras en

$$K_{ae} = \frac{sen^2(\beta + \phi - \theta')}{cos\theta' \times sen^2\beta \times sen(\beta - \delta - \theta'))[1 + \sqrt{\frac{sen(\phi+\delta)sen(\phi-\alpha-\theta')}{sen(\beta-\delta-\theta')sen(\alpha+\beta)}}]^2}$$

Donde cada uno de los valores son indicados según la figura

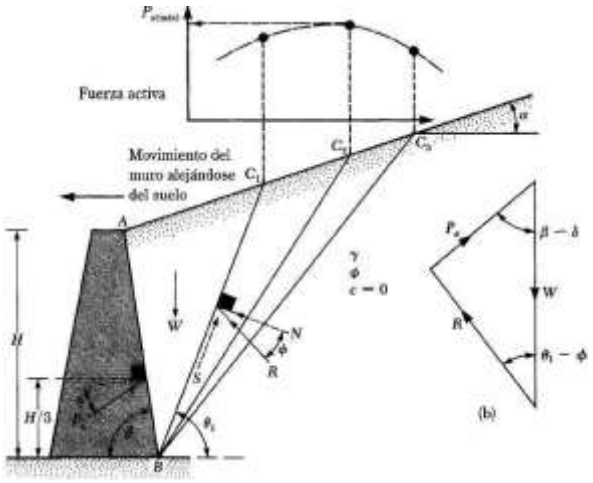


FIGURA 15 CUÑA DE FALLA PARA ANALISIS DE TALUDES

Para este caso los valores a reportar serán:

- Ko=0.895
- Ka=0.77
- Kp=1.123
- Kae=0.824

7.6 Asentamientos del elemento objeto de estudio

Para este sistema objeto de estudio se considera los asentamientos como la suma de unos asentamientos iniciales y otros secundarios, la expresión dada para esto está definida como:

$$s_c = C_r \frac{H_o}{1+e_o} log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma_{vo}}\right) + C_c \frac{H_o}{1+e_o} log(\frac{\sigma'_{vo}+\Delta\sigma_v}{\sigma'_p})$$

Donde:

- σ ' p: Esfuerzo de preconsolidación.
- σ vo : Esfuerzo vertical efectivo.
- Δ σ v: Sobre esfuerzo debido a la sobrecarga.
- H o: Espesor de la capa consolidable.
- C r: Índice de re-compresión.
- C c : Índice de compresión.

Para el cálculo de los esfuerzos externos se considera una presión externa de contacto de 150 KPa, lo cual es suministrado por el peso propio de las losas y el tirante de agua, por lo tanto, el cálculo del incremento se esfuerzo se hace por la teoría de Newmark para una esquina, la cual tiene un valor de

$$\Delta\sigma_v = \frac{60(dxdy)z^3}{2\pi(x^2+y^2+z^2)^{5/2}} = 20I_o$$

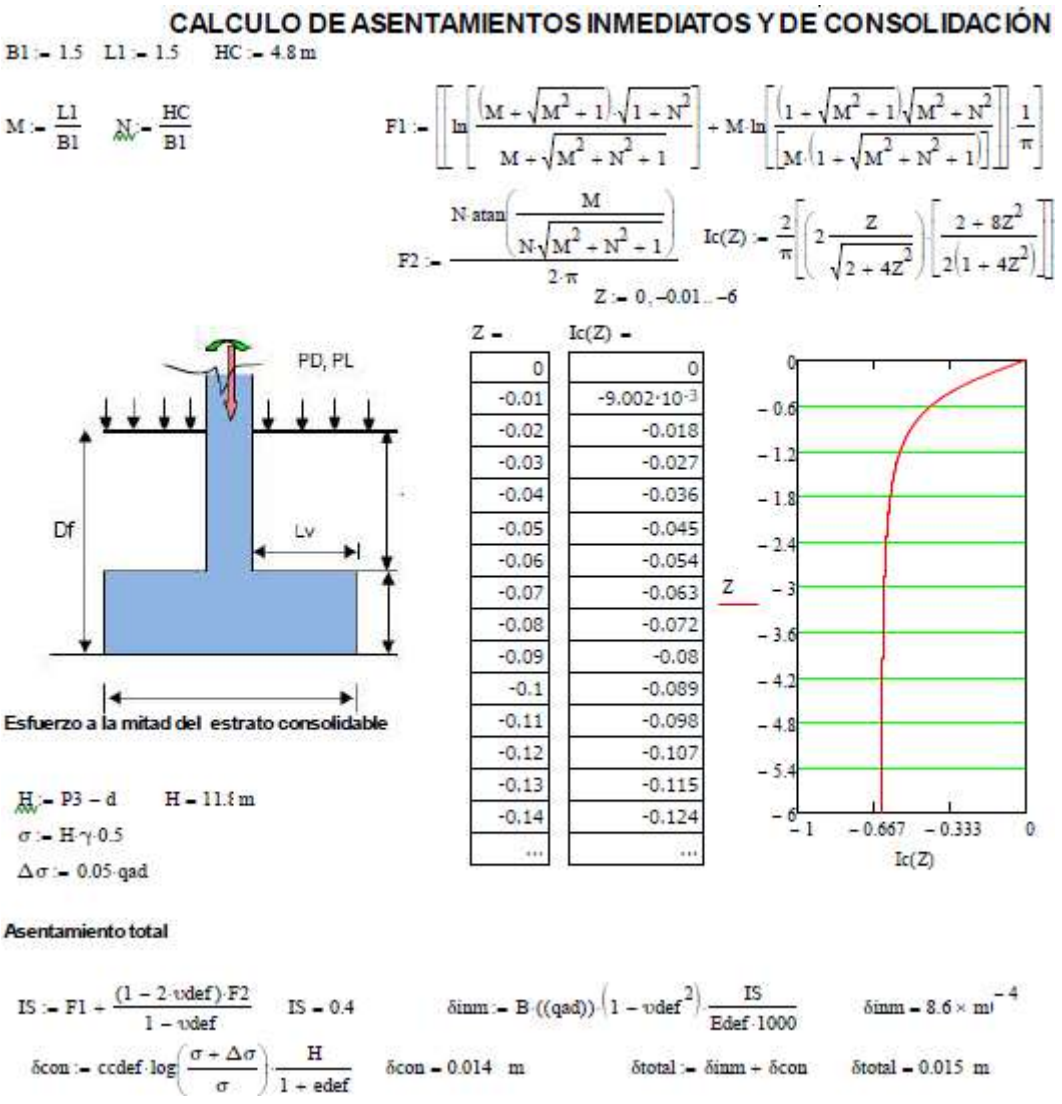


FIGURA 16 ASENTAMIENTOS INMEDIATOS Y POR CONSOLIDACION

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Recomendaciones para el diseño de la fundación

1. Todos los análisis encontrados en este estudio se basan en una exploración, en caso de encontrar una estratigrafía diferente se debe informar inmediatamente para hacer los ajustes necesarios.

2. Toda la información fue obtenida por trabajos de campo realizados en el lugar objeto de estudio por la compañía Geotecnología Ingeniería y control S.A.S

3. Se deberá tener un nivel de 0.80 m como mínimo para evitar efectos de excentricidad dejar profundidad puede generar arrancamiento por efectos sísmicos.

4. La cimentación estará formada de dos capas de soporte inferior: una capa de relleno estructural en piedra rajón de 0.30 metros de espesor y, sobre ella, una plantilla de apoyo de 0.05 metros de espesor.

5. Se recomienda un relleno estructural en piedra rajón de 30 cm de espesor para efectos de mejorar el terreno de implantación del Box.

6. El calculista estructural deberá suministrar a esta consultoría el listado de cargas de cimentación resultantes de los diseños para revisar los factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, título H.2.4. Los listados de cargas a suministrar serán los correspondientes a las siguientes condiciones de análisis de la estructura: 1) Carga Muerta + Carga Viva Normal, 2) Carga Muerta + Carga Viva Máxima, y, 3) Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático aplicado para un R=1

7. Se deberá considerar mínimo un recubrimiento de 5 cm dentro del diseño del elemento.

8. El cálculo de capacidad portante indica que este suelo no podrá someterse a presiones muy altas, por lo que se recomienda que se emplee como sistema de cimentación TIPO CIMIENTO CORRIDO, con una altura mínima de 0.35 m Además se deberá rectificar que TODO EL SISTEMA NO GENERE SISTEMA CON ALTAS PRESIONES SOBRE EL SUELO

9. Se deberá verificar los efectos de excentricidad de carga y no que la carga caiga en el tercio central el elemento para evitar efectos de comportamiento a tracción del suelo.

10. Todos los concretos nuevos para la ampliación de la cimentación deberá tener mínimo una resistencia de 28 MPa.

11. Los análisis de confiabilidad de los parámetros de la fábrica del suelo, indican material POCO susceptible a los cambios del agua, razón por la cual el suelo de soporte podrá tener unos asentamientos inferiores a 5 cm, por lo cual se deberá hacer una verificación de interacción suelo estructura.

12. Para todo tipo de análisis de interacción suelo estructura se puede tomar como módulo de reacción del suelo INDICADO EN EL PRESENTE INFORME.

13. Los valores de ondas de corte en el suelo son altos debidos a la baja rigidez relativa del suelo por la presencia de materiales tipo CH altos índices de liquidez

14. Para todos los empujes se debe tomar los valores de coeficientes reportados en este informe, y se deberá trabajar preferiblemente con el coeficiente del empuje en reposo del suelo.

15. Para el análisis de los empujes debido a fuerzas sísmicas se debe considerar el Kea reportado acá.

8.2 Recomendaciones para la construcción

1. Se debe prever un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua durante el proceso de construcción de la cimentación y evitar infiltraciones hacia el suelo

2. Las excavaciones para la construcción de la estructura pueden ser realizadas a cielo abierto bien sea con herramienta manual o con equipo mecánico, teniendo en cuenta las precauciones necesarias, como por ejemplo si se presentan desprendimientos de suelo, realizar un revestimiento en concreto lanzado para evitar este problema.

3. En el caso de proyectar excavaciones contiguas a construcciones adyacentes se ejecutarán en talud vertical y se deberán entibar para evitar la afectación de la estabilidad en dichas construcciones, de no ser posible está alternativa se recomienda submurar los taludes vecinos.

4. En el caso de ocurrencia de lluvias durante las excavaciones se debe tapar con plástico las mismas con el fin de evitar que se deposite agua en las excavaciones, evitando así el uso de sistemas de bombeo y el reblandecimiento del suelo de fundación.

5. En cuanto a la protección de los drenajes naturales se deben seguir lo especificado por las autoridades competentes del municipio y/o empresa de servicios públicos del municipio en cuanto a que se deben respetar las rondas de estos canales (distancias mínimas de las obras proyectadas al canal), en general las obras de drenaje de la edificación no deberán evacuar a los canales naturales ni durante la etapa de construcción ni luego de terminar las obras.

6. El concreto utilizado será el concreto de planta con una especificación mínima de 28 Mpa, los cuales deberían cumplir las especificaciones de la NSR-10 capitulo C durabilidad y puesta en obra

7. Todo tipo de excavación deberá ejecutarse con un talud cuyas proporciones estén en 1/2: H/V debido a la cohesión del suelo y evitar daños y derrumbes del material, sin embargo, se debe entibar y apuntalar todo tipo de excavación que se haga con el fin de evitar daños colaterales.

8. La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Interventor.

9. La excavación de la obra se deberá ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor. Toda sobre-excavación que haga el Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos,

correrá por su cuenta y el Interventor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

10. Cualquier daño no previsto a una estructura o construcción existente causado por la ejecución de los trabajos de excavación deberá ser asumido por el Constructor, quién deberá reponer el bien a entera satisfacción de su propietario.

11. Se deberá impermeabilizar todo el concreto para evitar daños por carbonatación y oxidación del acero.

12. Durante la ejecución de los trabajos, se deberá efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

13. Con respecto a los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cabal cumplimiento de las exigencias de la presente especificación y de la correspondiente partida de trabajo.

14. El contratista deberá presentar un informe detallado al terminar de fundir cada zapata, donde se presente, el perfil de suelo encontrado, volumen de concreto utilizado, tiempo de excavación, tiempo de carga e imprevistos.

15. Todos los materiales para utilizar deberán cumplir las especificaciones dadas por la NSR-10 y norma invias INV- 2013.

16. El concreto utilizado será el concreto de planta con una especificación mínima de 28 Mpa, los cuales deberían cumplir las especificaciones de la NSR-10 capitulo C durabilidad y puesta en obra

9. BIBLIOGRAFIAS.

- Reability - Based in civil Engineering, Milto E Harr, Editorial DOVER, 1996
- Estadistical, probabability and reliability for civil and enviromental engineers, Nathabandu T & Renzo Rosso, Editorial MC GRAW HILL INTERNATIONAL EDITIONS, 1998
- Introduction to reliability engineering, F.E Lewis, Editorial WILEY1994
- Reliability and stadistical in geotechnical Engineering, Gregory B Baecher & Jhon T Christian, Editorial WILEY, 2003
- Reliability - based desing in geotechnical engineering, computations and aplications, Kok-Kwang, Editorial TAYLOR AND FRANCIS, 2008
- The mechanics of soils and foundations, Jhon Atkinson, Editorial, TAYLOR AND FRANCIS, 2009
- Continuun mechanics foundamentals, S Valliappan, Editorial AA BELKEMA, 1981
- Probabilistic method in geotechnical engineering, Editado Gordon Fenton, 1996
- Critical state soil mechanics, Andrew Schofield and Peter Wroth, Editorial TAYLOR AND FRANCIS, 1999
- Soils and Waves, J. Carlos Santamarina, Editorial WILEY, 2001.

- Mecanica de medios continuos para ingenieros, Xavier Oliver Olivella, Editorial ALFA Y OMEGA, 2002
- Soils mechanics, Arnold Verruijt, Editorial Delft University of Technology, 2001
- Soils Diynamics, Arnold Verruijt, Editorial Delft University of Technology, 2001
- Foundamentals of soils behavior, James Mitchell, editorial WYLEY, 2005
- Propiedades geofisicas de los suelos, Joseph E Bowles, Editorial MC GRAW HILLL, 1982
- Design analysis of beam, circular plates and cylindrical tanks on elastic foundations, Edmund Melerski, Editorial TAYLOR AND FRANCIS, 2000
- Prection and performance in geotechnical engineering, , R.C Joshi & E.J Griffiths, editorial Belkema 1987
- Recent development in laboratory and field test and analysis of geotechnical problems, S. Chandra & D.T bergado Editorial Belkema, 1987
- Soils strength and slope stability, J. Duncan And S Wright, Editorial Jhon Wiley & sons Inc.
- Computer and physical modelling in geotechnical engineering, S. Chandra et al, Editorial Belkema 1989.
- Continuum mechanics, G Mase , Editorial McGraw Hill book Company.

- Advanced unsaturated soil mechanics and engineering, W.W. Charles & B Menzies Editorial Taylor & Francis group.
- Soils mechanics, R.F Craig, Editorial Taylor & Francis group.
- Soil liquefaction during earthquakes, M Idriss & R.W Boulanger editorial Earthquake engineering research institute.
- Principles of soil dynamics, B.Das, Editorial PWS KENT Publishing Company.
- Critical state soil mechanics, Schofield & Wroth Lectures in engineering at cambridge university.
- Dinamica de suelos y estructuras, R Colindres, Editorial Limusa
- Handbook of machine foundations, P Srinivasulu & C.V Vaidyanathan, Editorial McGraw Hill book Company
- A short course of getechnical site investigation, N.Simons & B Menzies, Editorial THOMAS TELFORD
- Desing of pile foundations in liquefiable soils, G. Madabhushi & Knappett Editorial Imperial College Press
- Pile Desing for structural and geotechnical engineers, R. Rajapakse, Editorial McGraw Hill book Company

- Computational geomechanics with special reference to earthquake engineering, O Zienkiewicz, C. Chan, M Pastor, B.A Schrefler & T.Shiomi Editorial Jhon Wiley & sons Inc
- Embedded retaining walls, guidance for economics desing, A . R Gaba et al, Editorial Jhon Wiley & sons Inc
- In situ testing and soils propieties correlations, In situ 2007 Bali indonesia.
- Code of practice for earth retaining structures, ICS 2008
- Soil liquefaction a critical state approach, M. Jefferies & K. Been Editorial Taylor & Francis group
- Seepage In soils principles and applications, L. Reddi Editorial Jhon Wiley & sons Inc
- Soil - Structure Engineering of deep foundations WW Charles Editorial Thomas Telford
- Organizing and evaluating uncertainty in geotechnival engineering, R Whitman, journal of geotechnical and environmental engineering/ July 2000
- The observationals methods in geotechnics, D Patel/ Arup Geotecnnics.
- The observational method-Learning from projects. Powderham A. Director /Institutions of civil engineers Vol 115 Juanry 2002
- Strength of undisturbed versus reconstituted silt and silty sand speciment, Long M, journal of geotechnical and environmental engineering/ November 2001

- Effects of sampling on the undrained behaviour of clayey sands, D.W Hight, Geotechnique Vol 45, No 2/1995
- THE OBSERVATIONAL METHOD – LEARNING FROM PROJECTS Alan Powderham, FREng BSc, CEng, FICE, MIStructE, Director, Mott MacDonald/s001
- Geotechnical Data Management Initiatives at Caltrans Loren L. Turner1, Craig Hannenian2, and Steve Mahnke3 1California Department of Transportation, Research & Innovation, GeoResearch Group, 5900 Folsom Blvd.
- Computer tomographic analysis of undisturbed samples of loose sands Norbert Pralle, Malte L. Bahner, and Josef Benkler/ Can . Geotech J/2001
- Potential improvements of design parameters by taking block samples of soft marine Norwegian clays Toralv Berre, Tom Lunne, Knut H. Andersen, Stein Strandvik, and Morten Sjursen/Can. Geotech J/2007
- A study of soil disturbance of Pusan clays with reference to drilling, sampling and extruding S. G. CHUNG*, J. M. KWAG*, P. H. GIAO*, S. H. BAEK† and K. N. PRASAD*
- Effects of sampler design on tube sampling disturbanceÐnumerical and analytical investigations C. R. I . CLAYTON, A. SIDDIQUE and R. J. HOPPER
- Liquefaction Resistance of Undisturbed and Reconstituted Samples of a Natural Coarse Sand from Undrained Cyclic Triaxial Tests Vito Nicola Ghionna1 and Daniela Porcino2/journal of geotechnical and environmental engineering/ November 2007

- Laboratory Simulation of Field Sampling: Comparison With Ideal Sampling and Field Data Marika Santagata, M.ASCE1; Joseph V. Sinfield, M.ASCE2; and John T. Germaine, M.ASCE3/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2003

- A method for correlating large penetration test (LPT) to standard penetration test (SPT) blow counts Chris R. Daniel, John A. Howie, and Alex Sy/Can . Geotech J/2007

- Review of Standard Penetration Test Short Rod Corrections Chris R. Daniel1; John A. Howie2; R. Scott Jackson3; and Brian Walker4/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2005

- Energy Efficiency for Standard Penetration Tests Edgar Odebrecht1; Fernando Schnaid2; Marcelo Maia Rocha3; and George de Paula Bernardes4/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2005

- Simplified Cone Penetration Test-based Method for Evaluating Liquefaction Resistance of Soils C. Hsein Juang1; Haiming Yuan2; Der-Her Lee3; and Ping-Sien Lin4/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 2003

- CPT-Based Probabilistic and Deterministic Assessment of In Situ Seismic Soil Liquefaction Potential R. E. S. Moss, M. ASCE1/journal of geotechnical and environmental engineering/ March 200

10. ANEXOS FINALES

10.1 MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

10.2 ANEXOS COMPLEMENTARIOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO CONSIDERADO PARA EL DISEÑO

Material SM



Numero de golpes $n1 := 15$

Cohesión $c1 := 10$ KPa

Humedad $\omega := 20\%$

Limite liquido $LL := 25$

Coeficiente Cc $cc1 := 0.007 \cdot (LL - 20)$ $cc1 = 0.035$

Modulo de elasticidad $E1 := 24.7$ MPa

Peso unitario $\gamma 1 := 24 \frac{KN}{m^3}$

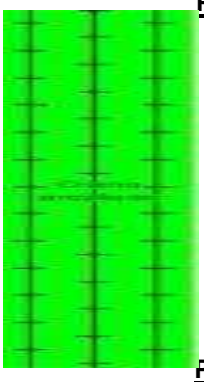
$e1 := 1.65$

Propiedades dinamicas de las capas

Relacion de poisson de cada capa

$\upsilon 1 := 0.30$ $\upsilon 2 := 0.25$ $\upsilon 3 := 0.25$

Arcilla CL



Profundidad $P1 := 2.0$ m $n2 := 20$

Cohesión $c2 := 20$ KPa

Humedad $\omega := 35\%$

Limite liquido $LL := 40$ %

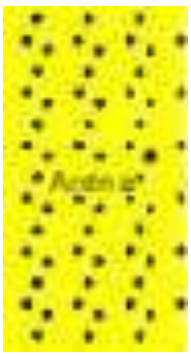
Coeficiente Cc $cc2 := 0.007 \cdot (LL - 20)$ $cc2 = 0.14$

Modulo de elasticidad $E2 := 25.1$ MPa

Peso unitario $\gamma 2 := 18 \frac{KN}{m^3}$

$e2 := 1.25$

Arena SC



Profundidad $P2 := 3.0$ m $n3 := 25$

Cohesión $c3 := 40$ KPa

Humedad $\omega := 30\%$

Limite liquido $LL := 50$ %

Coeficiente Cc $cc3 := 0.007 \cdot (LL - 20)$ $cc3 = 0.21$

Modulo de elasticidad $E3 := 35.2$ MPa

Peso unitario $\gamma 3 := 17 \frac{KN}{m^3}$

$e3 := 0.9$

FIN DE SONDEO

Profundidad $P3 := 6.0$ m

Modulos de rigidez

$$Gcapa := \begin{pmatrix} (1.5788) \cdot (0.8n1)^{0.68} \\ (1.5788) \cdot (0.8n2)^{0.68} \\ (1.5788) \cdot (0.8n3)^{0.68} \end{pmatrix}$$

$$cci := \begin{pmatrix} cc1 \\ cc2 \\ cc3 \end{pmatrix} \quad a := \begin{pmatrix} c1 \\ c2 \\ c3 \end{pmatrix} \quad z := \begin{pmatrix} P1 \\ P2 - P1 \\ 6 - P2 \end{pmatrix}$$

Velocidades de corte en cada capa

$$Vcapa := \begin{pmatrix} \left(\frac{100000}{L \cdot \gamma 1}\right)^{0.5} \cdot [1.5788(0.8n1)]^{0.68} \\ \left(\frac{100000}{L \cdot \gamma 2}\right)^{0.5} \cdot [1.5788(0.8n2)]^{0.68} \\ \left(\frac{100000}{L \cdot \gamma 3}\right)^{0.5} \cdot [1.5788(0.8n3)]^{0.68} \end{pmatrix}$$

$$Vcapa = \begin{pmatrix} 175.488 \\ 223.458 \\ 248.06 \end{pmatrix} \frac{m}{s}$$

$$Gcapa = \begin{pmatrix} 8.554 \\ 10.402 \\ 12.107 \end{pmatrix} MPa$$

Parametros considerados

$ei := \begin{pmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \end{pmatrix}$ $Ei := \begin{pmatrix} E1 \\ E2 \\ E3 \end{pmatrix}$

$c := z^{\frac{a}{P3}}$ $c = 26.667$ KPa

$ccdef := cci^{\frac{z}{P3}}$ $ccdef = 0.14$

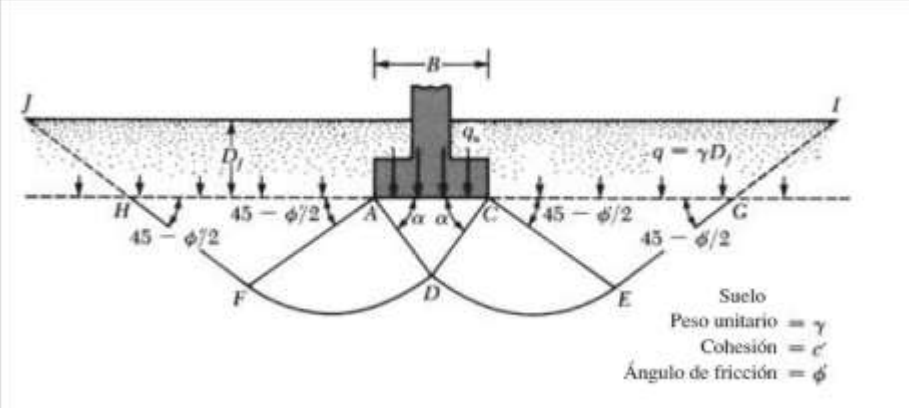
$Edef := Ei^{\frac{z}{P3}}$ $Edef = 30.017$ MPa

$edef := ei^{\frac{z}{P3}}$ $edef = 1.208$

$udef := ui^{\frac{z}{P3}}$ $udef = 0.267$

$ui := \begin{pmatrix} \upsilon 1 \\ \upsilon 2 \\ \upsilon 3 \end{pmatrix}$

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE



Ancho cimiento $B := 1.0$ m

Largo del cimiento $L := 1.0$ m

Angulo de fricción interna $\phi := 6$ Grados

Peso unitario del suelo $\gamma := 18 \ \frac{KN}{m3}$

Angulo de inclinacion carga $\beta := 5$ Grados

Nivel de fundación $d := 1.5$ m

$$Nq := \left(\tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)\right)^2 \cdot e^{\pi \tan\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)} \qquad Nq = 1.716$$

$$Nc := \left(\frac{1}{\tan\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)}\right) \cdot (Nq - 1) \qquad Nc = 6.813$$

$$N\alpha := 2(Nq + 1)\tan\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right) \qquad N\alpha = 0.571$$

Factores de forma

$$Fqs := 1 + \frac{B \cdot \tan\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)}{L} \qquad Fqs = 1.105$$

$$Fcs := 1 + \frac{B \cdot Nq}{L \cdot Nc} \qquad Fcs = 1.252$$

$$F\alpha s := 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \qquad F\alpha s = 0.6$$

Factores de inclinacion

$$Fci := \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \qquad Fci = 0.892$$

$$Fqi := \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \qquad Fqi = 0.892$$

$$F\alpha i := \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2 \qquad F\alpha i = 0.028$$

Factores de profundidad

$$Fqd := 1 + 2 \cdot \tan\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)\left(1 - \sin\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)\right)^2 \cdot \frac{d}{B} \qquad Fqd = 1.253$$

$$Fcd := Fqd - \frac{1 - Fqd}{Nc \cdot \tan\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)} \qquad Fcd = 1.606$$

$F\alpha d := 1$

$$qu := c \cdot Nc \cdot Fcs \cdot Fcd \cdot Fci + \gamma \cdot d \cdot Nq \cdot Fqs \cdot Fqi \cdot Fqd + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\alpha \cdot F\alpha s \cdot F\alpha i \cdot F\alpha d \qquad qu = 383.093 \ KPa$$

$$qad := \frac{qu}{3} \qquad qad = 127.698 \ KPa$$

PROPIEDADES DINAMICAS DE LOS SUELOS

Clasificación de los perfiles de suelo

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	$\bar{N} > 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (1 kg/cm²)
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 los dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (1 kg/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (0.5 kg/cm²)
E	Perfil que cumple 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 arcilla blanda	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (0.5 kg/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnico 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 — Turbas y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turbas 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 consistencia mediana a blanda (H > 36 m)	

CALCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS Y DE CONSOLIDACIÓN

B1 := 1.5 L1 := 1.5 HC := 4.8 m

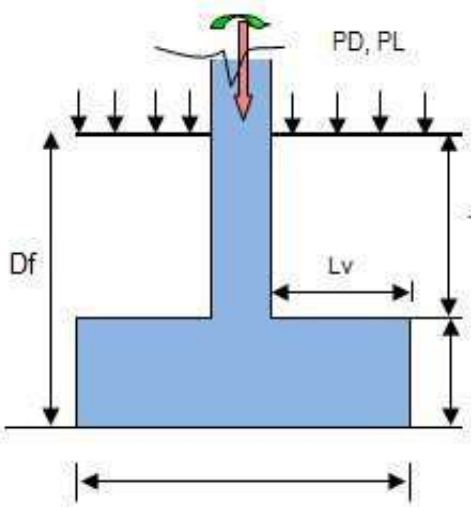
$$M := \frac{L1}{B1} \qquad N := \frac{HC}{B1}$$

$$F1 := \frac{2}{\pi}\left[\frac{M}{\sqrt{M^2+1}}\cdot\sqrt{\frac{1+N^2}{M^2+N^2+1}}\right] + M\cdot\ln\left[\frac{\left(1+\sqrt{\frac{M^2+1}{M^2+N^2+1}}\right)\sqrt{M^2+N^2}}{M\left(1+\sqrt{\frac{M^2+N^2+1}{N^2+1}}\right)}\right]$$

$$F2 := \frac{N\cdot\operatorname{atan}\left(\frac{M}{N\sqrt{M^2+N^2+1}}\right)}{2\cdot\pi}$$

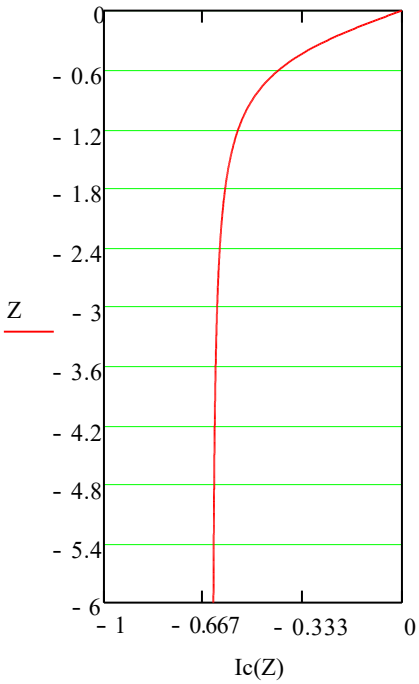
$$Ic(Z) := \frac{2}{\pi}\left[\frac{Z}{\sqrt{2+4Z^2}}\cdot\left(\frac{2+8Z^2}{2\left(1+4Z^2\right)}\right)\right]$$

Z := 0, -0.01 .. -6



Esfuerzo a la mitad del estrato consolidable

Z =	Ic(Z) =
0	0
-0.01	$-9.002\cdot10^{-3}$
-0.02	-0.018
-0.03	-0.027
-0.04	-0.036
-0.05	-0.045
-0.06	-0.054
-0.07	-0.063
-0.08	-0.072
-0.09	-0.08
-0.1	-0.089
-0.11	-0.098
-0.12	-0.107
-0.13	-0.115
-0.14	-0.124
...	...



H := P3 - d H = 4.5 m

σ := H·γ·0.5

Δσ := 0.05·qad

Asentamiento total

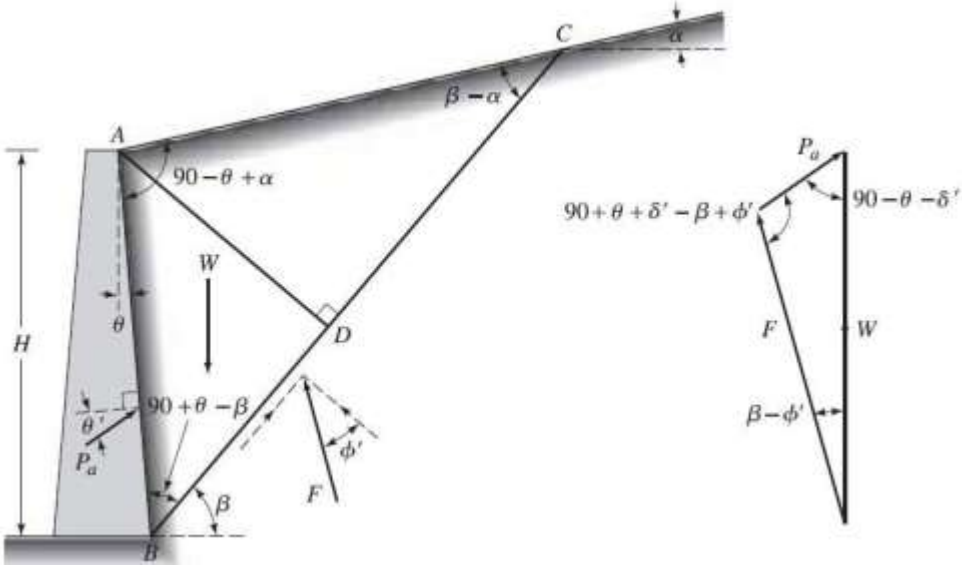
$$IS := F1 + \frac{(1-2\cdot\upsilon def)\cdot F2}{1-\upsilon def} \qquad IS = 0.403$$

$$\delta inm := B\cdot((qad))\cdot\left(1-\upsilon def^2\right)\cdot\frac{IS}{Edef\cdot1000} \qquad \delta inm = 1.592\text{ m}\,10^{-3}$$

$$\delta con := ccdef\cdot\log\left(\frac{\sigma+\Delta\sigma}{\sigma}\right)\cdot\frac{H}{1+edef} \qquad \delta con = 0.018 \text{ m}$$

$$\delta total := \delta inm + \delta con \qquad \delta total = 0.02 \text{ m}$$

CALCULO DE FACTORES DE COULUMB



Valores requeridos

θ := 0

α := 0

Aa := 0.15

β1 := 45

Coeficiente Activo de Coulumb

$$Ka := \frac{\cos\left(\phi - \theta\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]^2}{\left(\cos\left(\theta\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]^2\left(\cos\left(\theta + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\left[1 + \sqrt{\frac{\sin\left(\phi + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\sin\left[\pi\left(\phi - \alpha\right)\right]}{\cos\left(\theta + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\cos\left(\theta - \alpha\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]}}\right]\right)^2} \qquad Ka = 0.77$$

Coeficiente Pasivo de Coulumb

$$Kp := \frac{\cos\left(\phi + \theta\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]^2}{\left(\cos\left(\theta\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]^2\left(\cos\left(-\theta + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\left[1 - \sqrt{\frac{\sin\left(\phi - \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\sin\left[\pi\left(\phi + \alpha\right)\right]}{\cos\left(-\theta + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\cos\left(-\theta + \alpha\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]}}\right]\right)^2} \qquad Kp = 1.123$$

Coeficiente en Reposo

$$Ko := 1 - \left(\sin\left(\phi\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\right) \qquad Ko = 0.895$$

Kh := 0.67Aa Kh = 0.101

Kv := 0.67Kh Kv = 0.067

$$\Psi := \frac{180}{\pi}\operatorname{atan}\left(\frac{Kh}{1 - Kv}\right)$$

$$Kae := \frac{\cos\left[\phi + \Psi - (90 - \theta)\right]\left[\frac{\pi}{180}\right]^2}{\left(\cos\left(\Psi\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\cos\left(\theta\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)^2\cos\left(\Psi + (\theta) + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)\left[1 + \sqrt{\frac{\sin\left(\phi - \Psi - \alpha\right)\left[\frac{\pi}{180}\right]\sin\left(\phi + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)}{\cos\left[(\theta) - \alpha\right]\left[\frac{\pi}{180}\right]\cos\left(\Psi + \theta + \frac{2\phi}{3}\left[\frac{\pi}{180}\right]\right)}}\right]^2}$$

Tabla Relación de valores para los parámetros de resistencia.

COMPACIDAD (Suelo Granular)	Grado de Compacidad	N (S.P.T.)	Resistencia a la Penetración Estática	φ
Muy suelta	< 0,2	< 4	< 20	< 30
Suelta	0,2 - 0,4	4 – 10	20 - 40	30 - 35
Compacta	0,4 - 0,6	10 - 30	40 - 120	35 - 40
Densa	0,6 - 0,8	30 – 50	120 - 200	40 - 45
Muy Densa	> 0,8	> 50	> 200	> 45

Fuente: ASTM INTERNATIONAL. Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils: ASTM D 1586. New York: ASTM, 1996. p. 3.

Tabla Relación de valores para los parámetros de resistencia.

CONSISTENCIA (Suelos Cohesivos)	N (S.P.T.)	qu (Kg./cm2) Resistencia a la Compresión Simple	E (Kg./cm2)
Muy blanda	< 2	< 0,25	3
Blanda	2 a 4	0,25 a 0,50	30
Mediana	4 a 8	0,50 a 1,00	45 a 90
Compacta	8 a 15	1,00 a 2,00	90 a 200
Muy compacta	15 a 30	2,00 a 4,00	200
Dura	> 30	> 4	200

Fuente: ASTM INTERNATIONAL. Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils: ASTM D 1586. New York: ASTM, 1996. p. 4.

MODULOS DE REACCION DEL SUELO -- TEORIA ELASTICA

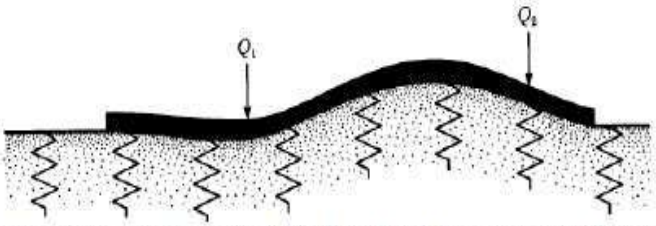


Figura 2. Cimentación flexible o cimentación de Winkler. *(Das, 2006).*

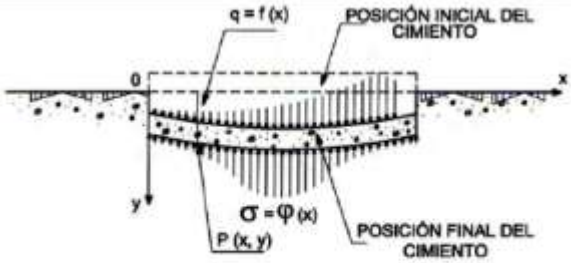


Figura 4. Comportamiento teórico de un cimiento o placa flexible. *(Calavera, 2000)*

$$Ice := \left[\frac{L}{B} \ln\left(\frac{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{B}\right)^2} + \frac{L}{B}}{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{B}\right)^2} - \frac{L}{B}} \right) \right] + \left[\frac{L}{B} \ln\left(\frac{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{B}\right)^2} + \frac{L}{B}}{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{B}\right)^2} - \frac{L}{B}} \right) \right]$$

Para la esquina

$$Kse := \frac{2Edef}{B \left(1 - udef^2\right) Ice} \quad Kse = 57.592 \quad \frac{MPa}{m}$$

Para el centro

$$Ksc := \frac{Edef}{B \left(1 - udef^2\right) Ice} \quad Ksc = 28.796 \quad \frac{MPa}{m}$$

ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : **234**
Number

LABORATORIO EMISOR Issuing Laboratory	SIMIM S.A.S.
DIRECCIÓN Address	CARRERA 96 C No. 20A - 25 TELEFONOS: 5495744 BOGOTA D.C.
LABORATORIO : Laboratory	FUERZA
INSTRUMENTO : Instrument	MAQUINA DE ENSAYOS
FABRICANTE : Manufacturer	RYR
MODELO : Model	SG-BM
NUMERO DE SERIE : Serial number	162070
CÓDIGO INTERNO DEL EQUIPO Internal Team Code	NO PORTA
RANGO DE MEDICIÓN : Measurement Range	10,00 kN A 50,00 kN
SOLICITANTE : Customer	GEOTECNOLOGÍA S.A.S.
DIRECCIÓN : Address	CALLE 2B No. 12 - 18
PLANTA : Plant	NO APLICA
CIUDAD: City	MONTERÍA - CORDOBA
SITIO DE CALIBRACIÓN Calibration site	LABORATORIO DE ENSAYOS
FECHA DE CALIBRACIÓN : Date of Calibration	2024-10-28
FECHA DE EMISIÓN: Date of Issue:	2024-10-30
NUMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS : Number of Pages and Documents Attached	CUATRO (4)

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente autorización por escrito de SIMIM S.A.S.

This certificate (report) is an accurate record of the perfomed measurements results. This certificate may not be partially or totaly reproduced, except with the prior written authorization of SIMIM S.A.S.

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

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

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

FIRMAS AUTORIZADAS :
Authorized signatures

ING. EDWYN PERDIGON BELTRAN
DIRECTOR TÉCNICO

Revisado por - Chequed By

F-LM-01-TEC-C

ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : 234

DATOS INDICADOR DEL EQUIPO

MARCA	RYR	***NORMA UTILIZADA***	NTC ISO 7500-1:2007
MODELO	SG-BM	***MÉTODO UTILI ZADO***	COMPARACIÓN DIRECTA
SERIE	162070	***DIRECCIÓN DE LA CARGA***	COMPRESIÓN
ESCALA	50,00 kN	***INTERVALO CALIBRADO***	20 % AL 100 %
DIVISIÓN DE ESCALA	0,01 kN	***TEMPERATURA DE PRUEBA***	ENTRE 30,5 °C Y 30,8 °C
RESOLUCIÓN	0,01 kN	***UNIDAD DE MEDIDA***	SISTEMA INTERNACIONAL (N)

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de este certificado de calibración son trazables al SI por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que los vincula a patrones nacionales o internacionales, estos patrones son calibrados por laboratorios competentes según los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025:2017.

PATRONES DE REFERENCIA	INDICADOR DIGITAL	TRANSDUCTOR DE FUERZA
MARCA	HBM	HBM
MODELO	MGCPlus	U 15
SERIE	801171153/1	018315S
CAPACIDAD	2,5mV/V	250 kN
CERTIFICADO No.	---	6803
FECHA DE CALIBRACIÓN	---	2023-06-30

Resumen de resultados de la calibración del equipo bajo calibración

1. ***Lecturas obtenidas durante la calibración***

Condiciones Ambientales

Temperatura Mínima	30,5 °C
Temperatura Máxima	30,8 °C

Escala : 50,00 kN División Escala : 0,01 kN Resolución : 0,01 kN

MÁQUINA			PATRÓN (kN)				
NIVEL DE CARGA (%)	INDICACIÓN DE LA MÁQUINA kN	-	SERIE No 1 ASCENSO kN	SERIE No 2 ASCENSO kN	REVERSIBILIDAD DESCENSO kN	SERIE No 3 ASCENSO kN	SERIE No 4 ASCENSO kN
20	10,00	-	9,951	9,958		9,942	
30	15,00	-	14,940	14,941		14,923	
40	20,00	-	19,926	19,930		19,904	
50	25,00	-	24,899	24,900		24,885	
60	30,00	-	29,890	29,873		29,867	
70	35,00	-	34,862	34,847		34,844	
80	40,00	-	39,842	39,834		39,817	
90	45,00	-	44,808	44,803		44,793	
100	50,00	-	49,791	49,799		49,762	
INDICACIÓN DESPUES DE CARGA (Fi0) :			0,00	0,00	-	0,00	-
		TI (°C)	30,5	30,7	-	30,6	-
		TF (°C)	30,6	30,6	-	30,8	-

ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : 234

2. ***Propiedades metrológicas del equipo bajo calibración***

El límite inferior de la escala se determina de acuerdo con el numeral 6.4.5 (Nota 1) de la NTC ISO 7500-1:2007

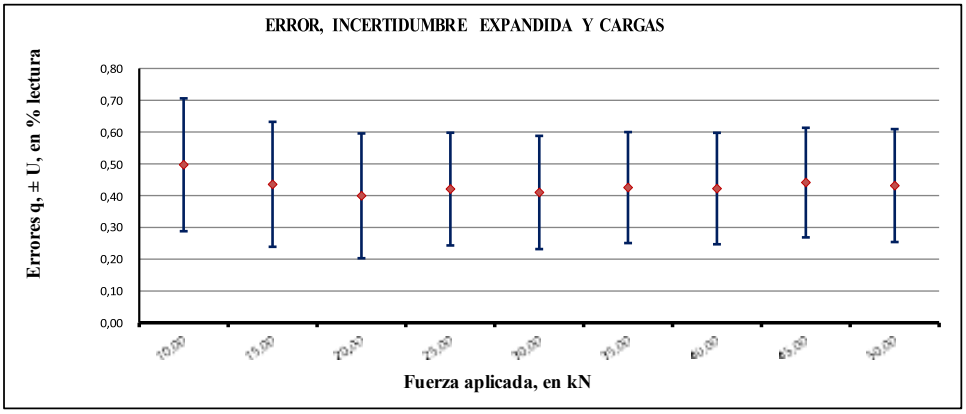
Escala : 50,00 kN Dirección de Carga : COMPRESIÓN Límite Inferior de Escala (kN) 4,00

LECTURAS (kN)			ERRORES RELATIVOS					
NIVEL DE CARGA (%)	PROMEDIO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN MÁQUINA (kN)	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución a (%)	Accesorios Acc (%)	Incertidumbre u (%) k = 2
20	9,951	10,00	0,50	0,16	-	0,10	-	0,21
30	14,935	15,00	0,44	0,13	-	0,07	-	0,20
40	19,920	20,00	0,40	0,13	-	0,05	-	0,20
50	24,895	25,00	0,42	0,06	-	0,04	-	0,18
60	29,878	30,00	0,41	0,08	-	0,03	-	0,18
70	34,852	35,00	0,43	0,05	-	0,03	-	0,17
80	39,832	40,00	0,42	0,06	-	0,03	-	0,18
90	44,802	45,00	0,44	0,03	-	0,02	-	0,17
100	49,785	50,00	0,43	0,08	-	0,02	-	0,18
ERROR RELATIVO DE CERO fo (%) :			0,000	0,000	-	0,000	-	

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" calculado y tiene una probabilidad de cobertura específica de aproximadamente 95 % y no menor a este valor.

Los valores reportados en unidades del sistema intenacional fueron calculadas con los factores de conversión según Guide for the Use of the International System of Units (SI) - NIST Special Publication 811, 2008 Edition, Apendice B.9

Grafica de Error (q) e incertidumbre Vs. Fuerza Aplicada



ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : 234

AnÁLI/I/ DE LO/ ERRORE/ RELATIVO/

ERRORES RELATIVOS (%) MÁXIMOS HALLADOS		*Clase de la escala de la Máquina*	*Valor Máximo Permitido %*				
			Error Relativo de				
ESCALA CALIBRADA :	**50,00 kN**		*Indicación*	*Repetibilidad*	*Reversibilidad **	*Cero*	*Resolución Relativa*
EXACTITUD (q)	**0,50**		*q*	*b*	*v*	f_0	*a*
REPETIBILIDAD (b)	**0,16**	*0,5*	*± 0,5*	*0,0*	*± 0,75*	*± 0,05*	*0,25*
REVERSIBILIDAD (v)	-	*1*	*± 1*	*1,0*	*± 1,5*	*± 0,1*	*0,5*
RESOLUCIÓN (a)	**0,10**	*2*	*± 2*	*2,0*	*± 3*	*± 0,2*	*1,0*
CERO (fo)	**0,00**	*3*	*± 3*	*3,0*	*± 4,5*	*± 0,3*	*1,5*
ACCESORIOS	-	** De acuerdo con el apartado 6,4,8 de la norma, el Error relativo de reversibilidad solo se determina cuando se solicita.*					
INCERTIDUMBRE (U)	**0,21**						

OBSERVACIONES :

1. De acuerdo con los resultados obtenidos del ejercicio de calibración, se emite estampilla **No. 234**

2. Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibracion de su equipo, en los resultados emitidos no se encuentra contemplada el estudio de deriva a corto y largo plazo.

3. La máquina de ensayos debería ser calibrada inmediatamente despues de cualquier tipo de reparación o mantenimiento, ya que la sustitución de piezas o elementos del sistema mecánico o eléctrico afectan el funcionamiento del sistema de medida.

4. Si la máquina de ensayos es reubicada, la calibración debería ser repetida. De igual forma, cuando exista razón de duda con respecto a la exactitud en la medición, independientemente del tiempo transcurrido desde la última calibración.

5. Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración. SIMIM S.A.S, no se hace responsable por daños ocacionados debido al uso inadecuado del equipo.

6. Los errores relativos maximos reportados en el presente Certificado de Calibración fueron calculados desde el 20 % hasta el 100 % del intervalo calibrado, según lo previsto en la NTC-ISO 7500-1:2007 numeral 7.

7. El instrumento de medición por previa autorización del cliente se calibro desde el 20 % hasta el 100 % de su capacidad.

8. Los resultados de la calibración corresponden unicamente al itém sometido a calibración.

Fin Del Certificado

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

NÚMERO : *Number*	235
INSTRUMENTO: *Instrument*	BALANZA ELECTRÓNICA
MARCA: *Brand*	TRUMA X
MODELO: *Model*	MIX-H
NÚMERO DE SERIE: *Serial Number*	YS202725
CÓDIGO INTERNO: *Internal Code*	NO PORTA
SOLICITANTE: *Customer*	GEOTECNOLOGÍA S.A.S.
DIRECCIÓN: *Address*	CALLE 2B No. 12 - 18
CIUDAD: *City*	MONTERÍA - CORDOBA
SITIO DE CALIBRACIÓN: *Calibration site*	LABORATORIO DE ENSAYOS DE CALIDAD
FECHA DE RECEPCIÓN: *Reception date*	2024-10-28
FECHA DE CALIBRACIÓN: *Calibration date*	2024-10-28
FECHA DE EMISIÓN: *Date of Issue*	2024-10-30

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: ***Cuatro (4)***
Number of pages of this certificate and Documents Attached: Four (4)

El presente Certificado no puede ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita por parte del Laboratorio SIMIM S.A.S.
This report may not be partially or totaly reproduced without the written approval of Laboratory SIMIM S.A.S.

El usuario es responsable de la nueva calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados
The user is responsable for having the apparatus calibrated at apropiate intervals

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

The results contained in this certificate refer to the time and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory is not responsible for any damage that may result from the improper use of the calibrated instruments.

Los resultados emitidos en este documento corresponden únicamente al ítem calibrado.
The results issued in this document correspond only to the calibrated ítem.

FIRMAS AUTORIZADAS :
Authorized signatures

ING. EDWYN PERDIGÓN BELTRAN
DIRECTOR TÉCNICO
Autorizado por - Approved *By*

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

NÚMERO : **235**
Number
PÁGINAS : 2 de 4
Pages
F-PLM07-02 V.4

METODO DE MEDICION: *El método utilizado en la calibración es por comparación directa con pesas patrón, se ejecutan pruebas para determinar el efecto en la indicación de la aplicación excéntrica de una carga. (Prueba de Excentricidad), la repetibilidad de las indicaciones (Prueba de Repetibilidad), y Prueba para los errores de las indicaciones , descritas en el numeral 5 de la "Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/v.00. 2009"*

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA MEDICIÓN

	Mínimo	Máximo
Temperatura Ambiente	24,9 °C	24,8 °C
Humedad Relativa del Aire	57,9 %hr	57,8 %hr
Presión Atmosférica (hPa)	1003,6 hPa	1003,5 hPa

INSPECCIÓN PRELIMINAR

1 El Instrumento Se Encuentra Identificado Claramente
2 El Instrumento Funciona Correctamente, No Presenta Ningún Tipo De Daño, Ni Obstrucciones.
3 Las Funciones De Operación Cero, Tara Funcionan Correctamente.
4 El Instrumento Permite La Visualización Correcta De La Indicación.
5 El Instrumento Se Encuentra En Sus Condiciones De Uso Normales.
6 El Instrumento Ha Sido Encendido Previamente Un Periodo Apropiado.
7 Se Encuentra Nivelado El Instrumento.

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

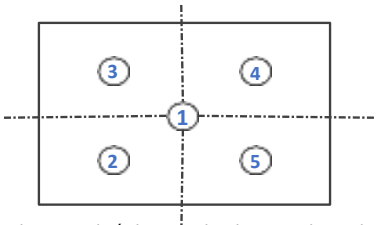
CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO

Capacidad Máxima de Medición (Máx.)	*600* g	***Carga Mínima (Mín.'):***	*0,20 g*
Capacidad Máxima de Calibración (Máx.')	*600* g	***División de escala d:***	0,01 g

1. PRUEBA DE EXCENTRICIDAD

El objetivo de la prueba es determinar el efecto sobre la indicación de la aplicación descentrada de una carga.

Carga Aplicada 200 g



Posición	Indicación (g)	Error Absoluto (g)
1	200,00	0,00
2	200,00	0,00
3	200,00	0,00
4	200,00	0,00
5	200,02	0,02
1	200,02	0,02

$\Delta IMAX_{exc}$	0,02 g

Esta prueba se realizó de acuerdo al numeral 5.3 de la Guía SIM MWG7/cg-01/v.00:2009.

2. PRUEBA DE REPETIBILIDAD

El objetivo de la prueba de repetibilidad , es conocer la dispersión de las indicaciones relacionadas a la carga aplicada

Repetición	**Carga 600 g**
1	599,99
2	599,99
3	600,01
4	600,01
5	600,01

	Carga 600 g
Desviación Estándar en g	*0,011*

Esta prueba se realizó de acuerdo al numeral 5.1 de la Guía SIM MWG7/cg-01/v.00:2009.

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

NÚMERO : **235**
Number
PÁGINAS : 3 de 4
Pages
F-PLM07-02 V.4

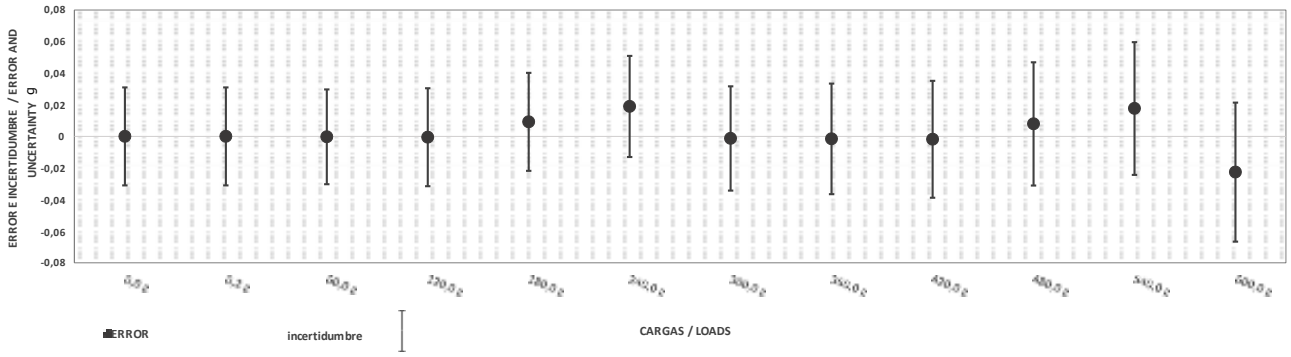
3. PRUEBA DE ERRORES DE INDICACIÓN

Carga aplicada en g	*Indicación del instrumento en g*	*error de medida en g*	*Factor de cobertura k*	*Incertidumbre Expandida en g*
0	*0,000*	*0,000*	*2,36*	0,031
0	*0,200*	*0,000*	*2,36*	0,031
60	*60,000*	*0,000*	*2,31*	0,030
120	*120,000*	*-0,001*	*2,31*	0,031
180	*180,010*	*0,009*	*2,23*	0,031
240	*240,020*	*0,019*	*2,18*	0,032
300	*300,000*	*-0,001*	*2,12*	0,033
360	*360,000*	*-0,002*	*2,09*	0,035
420	*420,000*	*-0,002*	*2,06*	0,037
480	*480,010*	*0,008*	*2,03*	0,039
540	*540,020*	*0,018*	*2,02*	0,042
600	*599,980*	*-0,023*	*2,01*	0,044

Nota: El error de medida tiene incluida la corrección por empuje del aire.

3.1 Grafica de Errores de Indicación

FIGURA 1. ERROR, INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y CARGAS / ERROR, EXPANDED UNCERTAINTY AND LOADS



Esta prueba se realizó de acuerdo al numeral 5.2 de la Guía SIM MWG7/cg-01/v.00:2009.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "*k*" calculado y tiene una probabilidad de cobertura específica de aproximadamente 95 % y no menor a este valor, la estimación fue realizada siguiendo los lineamientos estándar de la GUM y del documento normativo Guía SIM MWG7/cg-01/v.00: 2009

TRAZABILIDAD METROLOGICA

Los resultados de este certificado de calibración son trazables metrológicamente al sistema internacional de unidades por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones que los vincula a patrones nacionales o internacionales, estos patrones son calibrados por laboratorios competentes según los requisitos establecidos en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017.

CODIGO INTERNO	*DESCRIPCIÓN*	*CALIBRADO POR*	*PRÓXIMA CALIBRACIÓN*
SM-JMP-04	Juego de Pesas Patrón 10 mg A 5 kg	COLMETRO	2025-05-04

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

NÚMERO : **235**
Number
PÁGINAS : 4 de 4
Pages
F-PLM07-02 V.4

OBSERVACIONES

1. Al instrumento se le ha adherido un sticker de calibración donde se indica el número de certificado y la fecha de calibración.
2. De acuerdo con los resultados anteriores se otorga el sticker : No. **235**
3. Las Cargas de evaluación aplicadas y la forma de evaluación del instrumento fueron pactados con el cliente.
4. Mantener la balanza nivelada antes, durante y después de su uso.
5. La información de código interno, solicitante, dirección y lugar de calibración son suministradas por el cliente.

Fin Del Certificado

ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : **236**
Number

LABORATORIO EMISOR Issuing Laboratory	SIMIM S.A.S.
DIRECCIÓN Address	CARRERA 96 C No. 20A - 25 TELEFONOS: 5495744 BOGOTA D.C.
LABORATORIO : Laboratory	FUERZA
INSTRUMENTO : Instrument	MAQUINA DE ENSAYOS
FABRICANTE : Manufacturer	VINCICOL INGENIERÍA
MODELO : Model	AUTOMÁTICA MULTI TOUCH
NUMERO DE SERIE : Serial number	16921
CÓDIGO INTERNO DEL EQUIPO Internal Team Code	NO PORTA
RANGO DE MEDICIÓN : Measurement Range	80,0 kN A 800,0 kN
SOLICITANTE : Customer	GEOTECNOLOGÍA S.A.S.
DIRECCIÓN : Address	CALLE 2B No. 12 - 18
PLANTA : Plant	NO APLICA
CIUDAD: City	MONTERÍA - CORDOBA
SITIO DE CALIBRACIÓN Calibration site	LABORATORIO DE ENSAYOS
FECHA DE CALIBRACIÓN : Date of Calibration	2024-10-28
FECHA DE EMISIÓN: Date of Issue:	2024-10-30
NUMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS : Number of Pages and Documents Attached	CUATRO (4)

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente autorización por escrito de SIMIM S.A.S.

This certificate (report) is an accurate record of the perfomed measurements results. This certificate may not be partially or totaly reproduced, except with the prior written authorization of SIMIM S.A.S.

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

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

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

FIRMAS AUTORIZADAS :
Authorized signatures

ING. EDWYN PERDIGON BELTRAN
DIRECTOR TÉCNICO

Revisado por - Chequed By

F-LM-01-TEC-C

ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : 236

DATOS INDICADOR DEL EQUIPO

MARCA	VINCICOL INGENIERÍA	***NORMA UTILIZADA***	NTC ISO 7500-1:2007
MODELO	AUTOMÁTICA MULTI TOUCH	***MÉTODO UTILI ZADO***	COMPARACIÓN DIRECTA
SERIE	16921	***DIRECCIÓN DE LA CARGA***	COMPRESIÓN
ESCALA	800,0 kN	***INTERVALO CALIBRADO***	10 % AL 100 %
DIVISIÓN DE ESCALA	0,1 kN	***TEMPERATURA DE PRUEBA***	ENTRE 30,6 °C Y 30,9 °C
RESOLUCIÓN	0,1 kN	***UNIDAD DE MEDIDA***	SISTEMA INTERNACIONAL (N)

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de este certificado de calibración son trazables al SI por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que los vincula a patrones nacionales o internacionales, estos patrones son calibrados por laboratorios competentes según los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025:2017.

PATRONES DE REFERENCIA	INDICADOR DIGITAL	TRANSDUCTOR DE FUERZA	TRANSDUCTOR DE FUERZA
MARCA	HBM	SENSY	SENSY
MODELO	MGCPlus	5105	U 15
SERIE	801171153/1	2120353000	018315S
CAPACIDAD	2,5mV/V	1000 kN SENSY	250 kN
CERTIFICADO No.	---	6808	6803
FECHA DE CALIBRACIÓN	---	2023-07-04	2023-06-30

Resumen de resultados de la calibración del equipo bajo calibración

1. ***Lecturas obtenidas durante la calibración***

Condiciones Ambientales

Temperatura Mínima	30,6 °C
Temperatura Máxima	30,9 °C

Escala : 800,0 kN División Escala : 0,1 kN Resolución : 0,1 kN

MÁQUINA			PATRÓN (kN)				
NIVEL DE CARGA (%)	INDICACIÓN DE LA MÁQUINA kN	-	SERIE No 1 ASCENSO kN	SERIE No 2 ASCENSO kN	REVERSIBILIDAD DESCENSO kN	SERIE No 3 ASCENSO kN	SERIE No 4 ASCENSO kN
10	80,0	-	79,86	79,74		79,90	
20	160,0	-	159,77	159,80		159,52	
30	240,0	-	239,80	239,68		239,57	
40	320,0	-	319,81	319,52		319,58	
50	400,0	-	399,64	399,75		399,62	
60	480,0	-	480,54	480,64		480,80	
70	560,0	-	561,04	560,97		561,22	
80	640,0	-	640,88	640,71		640,69	
90	720,0	-	720,78	720,85		720,68	
100	800,0	-	801,21	801,00		801,04	
INDICACIÓN DESPUES DE CARGA (Fi0) :			0,0	0,0	-	0,0	-
		TI (°C)	30,7	30,8	-	30,6	-
		TF (°C)	30,8	30,6	-	30,9	-

ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : 236

2. ***Propiedades metrológicas del equipo bajo calibración***

El límite inferior de la escala se determina de acuerdo con el numeral 6.4.5 (Nota 1) de la NTC ISO 7500-1:2007

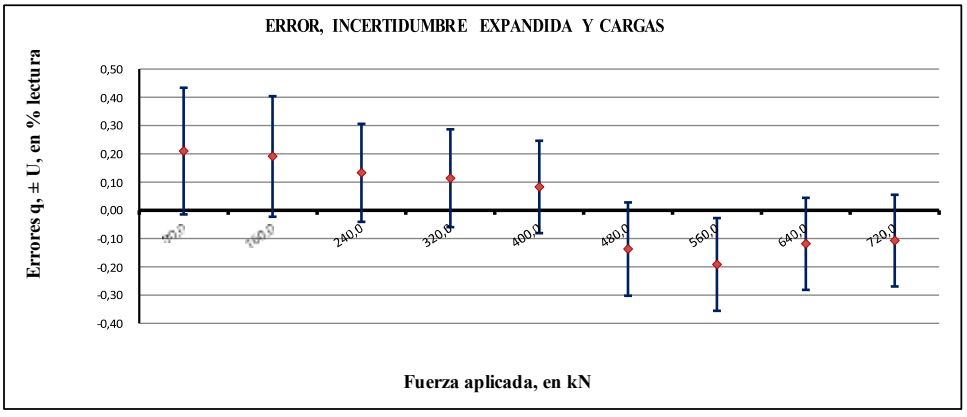
Escala : 800,0 kN Dirección de Carga : COMPRESIÓN Límite Inferior de Escala (kN) 40,00

LECTURAS (kN)			ERRORES RELATIVOS					
NIVEL DE CARGA (%)	PROMEDIO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN MÁQUINA (kN)	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución a (%)	Accesorios Acc (%)	Incertidumbre u (%) k = 2
10	79,83	80,0	0,21	0,19	-	0,13	-	0,22
20	159,70	160,0	0,19	0,18	-	0,06	-	0,21
30	239,68	240,0	0,13	0,09	-	0,04	-	0,17
40	319,64	320,0	0,11	0,09	-	0,03	-	0,17
50	399,67	400,0	0,08	0,03	-	0,03	-	0,16
60	480,66	480,0	-0,14	0,05	-	0,02	-	0,17
70	561,07	560,0	-0,19	0,04	-	0,02	-	0,16
80	640,76	640,0	-0,12	0,03	-	0,02	-	0,16
90	720,77	720,0	-0,11	0,02	-	0,01	-	0,16
100	801,09	800,0	-0,14	0,03	-	0,01	-	0,16
ERROR RELATIVO DE CERO fo (%) :			0,00	0,00	-	0,00	-	

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" calculado y tiene una probabilidad de cobertura específica de aproximadamente 95 % y no menor a este valor.

Los valores reportados en unidades del sistema intenacional fueron calculadas con los factores de conversión según Guide for the Use of the International System of Units (SI) - NIST Special Publication 811, 2008 Edition, Apendice B.9

Grafica de Error (q) e incertidumbre Vs. Fuerza Aplicada



ISO/IEC 17025:2017
21-LAC-015

Certificado De Calibración

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO : 236

AnÁLI/I/ DE LO/ ERRORE/ RELATIVO/

ERRORES RELATIVOS (%) MÁXIMOS HALLADOS		*Clase de la escala de la Máquina*	*Valor Máximo Permitido %*				
			Error Relativo de				
ESCALA CALIBRADA :	**720,0 kN**		*Indicación*	*Repetibilidad*	*Reversibilidad **	*Cero*	*Resolución Relativa*
EXACTITUD (q)	**0,21**		*q*	*b*	*v*	f_0	*a*
REPETIBILIDAD (b)	**0,19**	*0,5*	*± 0,5*	*0,5*	*± 0,75*	*± 0,05*	*0,25*
REVERSIBILIDAD (v)	-	*1*	*± 1*	*1,0*	*± 1,5*	*± 0,1*	*0,5*
RESOLUCIÓN (a)	**0,13**	*2*	*± 2*	*2,0*	*± 3*	*± 0,2*	*1,0*
CERO (fo)	**0,00**	*3*	*± 3*	*3,0*	*± 4,5*	*± 0,3*	*1,5*
ACCESORIOS	-	** De acuerdo con el apartado 6,4,8 de la norma, el Error relativo de reversibilidad solo se determina cuando se solicita.*					
INCERTIDUMBRE (U)	**0,22**						

OBSERVACIONES :

1. De acuerdo con los resultados obtenidos del ejercicio de calibración, se emite estampilla **No. 236**

2. Es responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibracion de su equipo, en los resultados emitidos no se encuentra contemplada el estudio de deriva a corto y largo plazo.

3. La máquina de ensayos debería ser calibrada inmediatamente despues de cualquier tipo de reparación o mantenimiento, ya que la sustitución de piezas o elementos del sistema mecánico o eléctrico afectan el funcionamiento del sistema de medida.

4. Si la máquina de ensayos es reubicada, la calibración debería ser repetida. De igual forma, cuando exista razón de duda con respecto a la exactitud en la medición, independientemente del tiempo transcurrido desde la última calibración.

5. Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración. SIMIM S.A.S, no se hace responsable por daños ocacionados debido al uso inadecuado del equipo.

6. Los errores relativos maximos reportados en el presente Certificado de Calibración fueron calculados desde el 10 % hasta el 100 % del intervalo calibrado, según lo previsto en la NTC-ISO 7500-1:2007 numeral 7.

7. El instrumento de medición por previa autorización del cliente se calibro desde el 10 % hasta el 100 % de su capacidad.

8. Los resultados de la calibración corresponden unicamente al itém sometido a calibración.

Fin Del Certificado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificado No *LABORATORY*	**2404**
Dirección *ADDRESS*	**Calle 151 No 109A - 25 Torre 5 Oficina 1002**

INSTRUMENTO *MACHINE*	**Cazuela de Casa Grande**
FABRICANTE *MANUFACTURER*	**Vincicol Ingenieria SAS**
MODELO *MODEL*	**MANUAL**
NÚMERO DE SERIE *SERIAL NUMBER*	**N/P**
INTERVALO DE MEDICIÓN *MEASURING INTERVAL*	**No Aplica**
SOLICITANTE *CUSTOMER*	**Geotecnologia ingenieria y Control S.A.S**
FECHA DE CALIBRACIÓN *DATE OF CALIBRATION*	**9/9/2024**
FECHA DE EMISIÓN *DATE OF ISSUE*	**9/9/2024**
NÚMERO DE PÁGINAS *NUMBERS OF PAGES*	**Tres(3)**

Firma/s Autorizada/s
Authorized signatory/ies



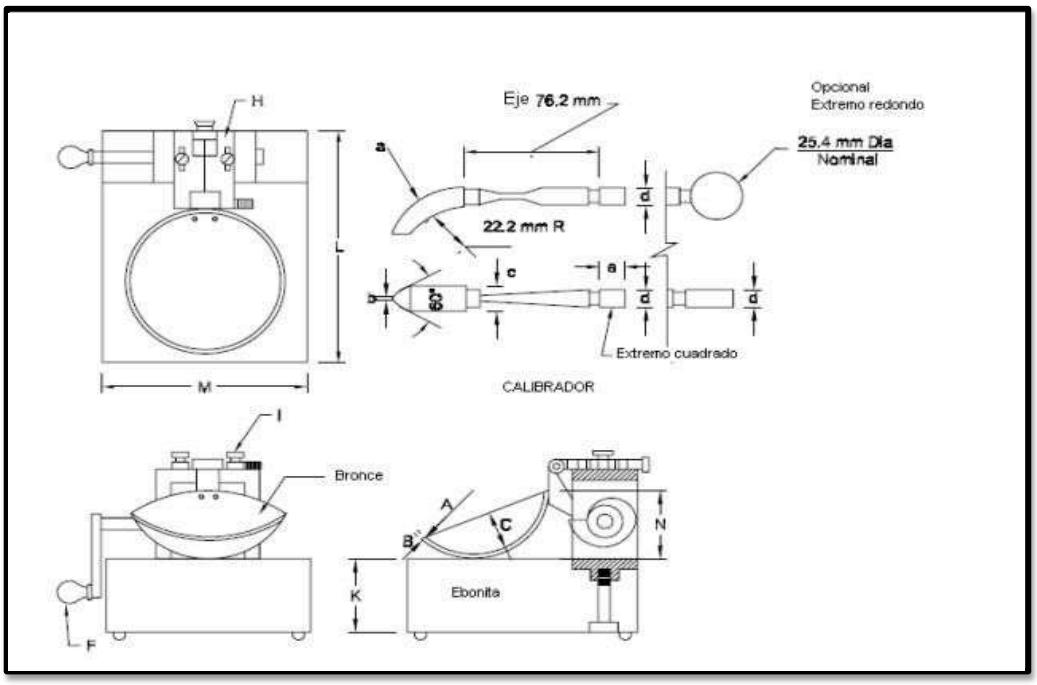
Cristian Alberto Rodriguez Copete
Jefe de Departamento
Verificado por - Checked By

Este certificado no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectúan las mediciones y poseen trazabilidad a patrones bien sean nacionales o extranjeros de institutos de metrología o empresas reconocidas. No se permite la reproducción parcial de este certificado.

This certificate does not apply to instrument other capabilityes than ones pressented by herein contained data, the results are referred to te conditions and moment in wich the measurements are taken and have traceability to standards national or foreighn of metrological institutes or recognized enterprises. Partial reproduction of this doccument is not permitted.

El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The issuing Laboratory assumes no responsability for damages ensuing misuse of the calibrated instruments.



Equipo para limite liquido (Instituto Nacional de Vias I.N.V. E - 125 - 13)											
Dimensiones	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c	d
Descripción	radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	copa desde la guia del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espersor	Borde Cortante	Ancho	Diametro
Metrico (mm)	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13.5	10
tolerancia (mm)	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1	0.2
ingles (in)	2.13	0.079	1.063	1.85	1.97	5.9	4.92	0.394	0.079	0.531	0.3937
tolerancia (in)	-	0.004	0.04	0.06	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004	0.008

Medidas Tomada en el laboratorio de calibracion											
Dimensiones	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c	d
Descripción	radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	copa desde la guia del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espersor	Borde Cortante	Ancho	Diametro
Metrico (mm)	54.00	2.00	27.06	48.23	49.06	149.40	124.28	10.07	2.01	13.50	10.01
Resultado	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Medida de Resilencia		
Medida Numero 1 (%)	90	Cumple
Medida Numero 2 (%)	90	cumple
Medida Numero 3 (%)	90	cumple

la calibración se realizo bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Inicial	30	°C	Humedad Inicial	72	% HR
Temperatura Final	29	°C	humedad final	72	% HR

Este certificado no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectúan las mediciones y poseen trazabilidad a patrones bien sean nacionales o extranjeros de institutos de metrología o empresas reconocidas. No se permite la reproducción parcial de este certificado.

This certificate does not apply to instrument other capabilityes than ones pressented by herein contained data, the results are referred to te conditions and moment in wich the measurements are taken and have traceability to standards national or foreighn of metrological institutes or recognized enterprises. Partial reproduction of this doccument is not permitted.

El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The issuing Laboratory assumes no responsability for damages ensuing misuse of the calibrated instruments.

TRAZABILIDAD

El laboratorio de metrología Vincicol Ingenieria S.A.S. Área de Temperatura asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de medida los cuales son trazables a la escala Internacional de Temperatura

OBSERVACIONES

1 De acuerdo con los resultados anteriores se anexa el sello 2404

2 El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición a intervalos apropiados

4 VINCICOL INGENIERIA S.A.S., puede abstenerse de expedir un certificado cuando por características técnicas considere

5 El presente documento no tiene validez alguna sin las respectivas firmas

Certificado de Calibración No. 2405

FECHA DE CALIBRACIÓN: *Date of calibration*	2024-09-09 (aaaa-mm-dd)
INSTRUMENTO: *Instrument*	Humedometro tipo SPEEDY
FABRICANTE: *Manufacturer*	PINZUAR
MODELO: *Model*	Type D1
NÚMERO DE SERIE: *Serial number*	N/P
RANGO MEDICIÓN: *Measurement Range*	2.00 % ..... 20 %
DIVISION DE ESCALA *Scale of Division*	0.20%
SOLICITANTE: *Customer*	Geotecnologia Ingeniería y Control S.A.S
DIRECCIÓN: *Address*	Calle 2B No 12 - 18 Barrio los garzones
CIUDAD: *City*	Monteria - Cordoba
NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS: *Number of pages and Documents attached*	2

Este certificado de calibración solo puede ser reproducido totalmente con la autorización del laboratorio de metrología de Vincicol Ingenieria S.A.S. Los certificados de calibración no son válidos sin las firmas y estampilla de calibración.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory of metrology Vincicol Ingeneiria S.A.S. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

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

The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory no responsability for damages ensuing mis use of the calibrated instruments.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

The user is responsible for having the apparatus calibrated at apropiate intervals

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)
AUTORIZED SIGNATURE (S)

Cristian A. Rodriguez C.
Técnico
Revisado por: - Checked by:

FECHA DE CALIBRACIÓN:
Date of calibration
2024-09-09
(aaaa-mm-dd)

Punto	Mensurando	Patrón			Promedio Lectura	diferencia medida	desviacion estandar
		Lectura 1	lectura 2	lectura 3			
1	2.000	2.100	2.100	2.000	2.067	-0.067	0.058
2	4.000	4.200	4.300	4.200	4.233	-0.233	0.058
3	6.000	6.100	6.200	6.200	6.167	-0.167	0.058
4	8.000	8.200	8.400	8.200	8.267	-0.267	0.115
5	10.000	10.200	10.400	10.400	10.333	-0.333	0.115
6	12.000	12.200	12.200	12.400	12.267	-0.267	0.115
7	14.000	14.400	14.200	14.400	14.333	-0.333	0.115
8	16.000	16.200	16.400	16.400	16.333	-0.333	0.115
9	18.000	18.200	18.200	18.400	18.267	-0.267	0.115
10	20.000	20.200	20.400	20.400	20.333	-0.333	0.115

Condiciones de la Calibración:

Temperatura ambiente Inicial:	24	°C
Humedad relativa Inicial:	68	%H
Temperatura ambiente Final:	15	°C
Humedad relativa Final:	68	%H

MÉTODO

Presion aplicada con bomba electrica digital. La presión es fijada en cada caso por la lectura en el mensurando (Calibracion inversa) mediante 10 series ascendentes procedimiento VNHM2019-2

" FIN DEL CERTIFICADO"

Certificado de Calibración No. 2406

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2023-09-09
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

INSTRUMENTO: *Instrument*	Humedometro tipo SPEEDY
FABRICANTE: *Manufacturer*	PINZUAR
MODELO: *Model*	Type D1
NÚMERO DE SERIE: *Serial number*	44561
RANGO MEDICIÓN: *Measurement Range*	2.00 % ..... 20 %
DIVISION DE ESCALA *Scale of Division*	0.20%
SOLICITANTE: *Customer*	Geotecnologia Ingeniería y Control S.A.S
DIRECCIÓN: *Address*	Calle 2B No 12 - 18 Barrio los garzones
CIUDAD: *City*	Monteria - Cordoba
NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS: *Number of pages and Documents attached*	2

Este certificado de calibración solo puede ser reproducido totalmente con la autorización del laboratorio de metrología de Vincicol Ingenieria S.A.S. Los certificados de calibración no son válidos sin las firmas y estampilla de calibración.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory of metrology Vincicol Ingeneiria S.A.S. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

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

The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory no responsability for damages ensuing mis use of the calibrated instruments.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

The user is responsible for having the apparatus calibrated at apropiate intervals

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)
AUTORIZED SIGNATURE (S)

Cristian A. Rodriguez C.
Técnico
Revisado por: - Checked by:

FECHA DE CALIBRACIÓN:
Date of calibration
2023-09-09
(aaaa-mm-dd)

Punto	Mensurando	Patrón			Promedio Lectura	diferencia medida	desviacion estandar
		Lectura 1	lectura 2	lectura 3			
1	2.000	2.200	2.200	2.400	2.267	-0.267	0.115
2	4.000	4.200	4.600	4.200	4.333	-0.333	0.231
3	6.000	6.400	6.600	6.400	6.467	-0.467	0.115
4	8.000	8.200	8.400	8.400	8.333	-0.333	0.115
5	10.000	10.600	10.400	10.600	10.533	-0.533	0.115
6	12.000	12.600	12.400	12.600	12.533	-0.533	0.115
7	14.000	14.800	14.600	14.800	14.733	-0.733	0.115
8	16.000	16.400	16.600	16.600	16.533	-0.533	0.115
9	18.000	18.600	18.400	18.600	18.533	-0.533	0.115
10	20.000	20.800	20.800	21.000	20.867	-0.867	0.115

Condiciones de la Calibración:

Temperatura ambiente Inicial:	28	°C
Humedad relativa Inicial:	74	%H
Temperatura ambiente Final:	15	°C
Humedad relativa Final:	68	%H

MÉTODO

Presion aplicada con bomba electrica digital. La presión es fijada en cada caso por la lectura en el mensurando (Calibracion inversa) mediante 10 series ascendentes procedimiento VNHM2019-2

" FIN DEL CERTIFICADO"

Certificado de Calibración No. 2407

FECHA DE CALIBRACIÓN: *Date of calibration*	2024-09-09 (aaaa-mm-dd)
INSTRUMENTO: *Instrument*	Humedometro tipo SPEEDY
FABRICANTE: *Manufacturer*	PINZUAR
MODELO: *Model*	Type D1
NÚMERO DE SERIE: *Serial number*	15478
RANGO MEDICIÓN: *Measurement Range*	2.00 % ..... 20 %
DIVISION DE ESCALA *Scale of Division*	0.20%
SOLICITANTE: *Customer*	Geotecnologia Ingeniería y Control S.A.S
DIRECCIÓN: *Address*	Calle 2B No 12 - 18 Barrio los garzones
CIUDAD: *City*	Monteria - Cordoba
NÚMERO DE PÁGINAS INCLUYENDO ANEXOS: *Number of pages and Documents attached*	2

Este certificado de calibración solo puede ser reproducido totalmente con la autorización del laboratorio de metrología de Vincicol Ingenieria S.A.S. Los certificados de calibración no son válidos sin las firmas y estampilla de calibración.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory of metrology Vincicol Ingeneiria S.A.S. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

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

The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing laboratory no responsability for damages ensuing mis use of the calibrated instruments.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

The user is responsible for having the apparatus calibrated at apropiate intervals

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)
AUTORIZED SIGNATURE (S)

Cristian A. Rodriguez C.
Técnico
Revisado por: - Checked by:

FECHA DE CALIBRACIÓN:
Date of calibration
2024-09-09
(aaaa-mm-dd)

Punto	Mensurando	Patrón			Promedio Lectura	diferencia medida	desviacion estandar
		Lectura 1	lectura 2	lectura 3			
1	2.000	2.200	2.200	2.400	2.267	-0.267	0.115
2	4.000	4.400	4.600	4.400	4.467	-0.467	0.115
3	6.000	6.200	6.400	6.400	6.333	-0.333	0.115
4	8.000	8.400	8.200	8.600	8.400	-0.400	0.200
5	10.000	10.400	10.600	10.400	10.467	-0.467	0.115
6	12.000	12.200	12.400	12.600	12.400	-0.400	0.200
7	14.000	14.600	14.600	14.800	14.667	-0.667	0.115
8	16.000	16.600	16.600	16.400	16.533	-0.533	0.115
9	18.000	18.600	18.400	18.600	18.533	-0.533	0.115
10	20.000	20.400	20.400	20.600	20.467	-0.467	0.115

Condiciones de la Calibración:

Temperatura ambiente Inicial:	26	°C
Humedad relativa Inicial:	65	%H
Temperatura ambiente Final:	15	°C
Humedad relativa Final:	68	%H

MÉTODO

Presion aplicada con bomba electrica digital. La presión es fijada en cada caso por la lectura en el mensurando (Calibracion inversa) mediante 10 series ascendentes procedimiento VNHM2019-2

" FIN DEL CERTIFICADO"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificado No **2408**

Laboratorio de **Temperatura**
LABORATORY

Dirección Calle 151 No 109A - 25 Torre 5 Oficina 1002
ADDRESS

INSTRUMENTO **BAÑO DE MARIA**
MACHINE

FABRICANTE **HAMILTON BEACH**
MANUFACTURER

MODELO **ANALOGO**
MODEL

NÚMERO DE SERIE **N/P**
SERIAL NUMBER

SOLICITANTE **GEOTECNOLOGIA INGENIERIA Y CONTROL S.A.S**
CUSTOMER

FECHA DE CALIBRACIÓN **9/9/2024**
DATE OF CALIBRATION

FECHA DE EMISIÓN **9/10/2024**
DATE OF ISSUE

NÚMERO DE PÁGINAS **CUATRO (4)**
NUMBERS OF PAGES

Este certificado no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectúan las mediciones y poseen trazabilidad a patrones bien sean nacionales o extranjeros de institutos de metrología o empresas reconocidas. No se permite la reproducción parcial de este certificado.

This certificate does not apply to instrument other capabilityes than ones pressented by herein contained data, the results are referred to te conditions and moment in wich the measurements are taken and have traceability to standards national or foreighn of metrological institutes or recognized enterprises. Partial reproduction of this documento is not permitted.

El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The issuing Laboratory assumes no responsability for damages ensuing misuse of the calibrated instruments.

Firma/s Autorizada/s
Authorized signatory/ies

Cristian Rodriguez
Asistente Técnico de Metrología

DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

El horno cuenta con las siguientes características

Rango del instrumento	20	á	200
Rango de calibración	80	á	120
resolución	0.1		

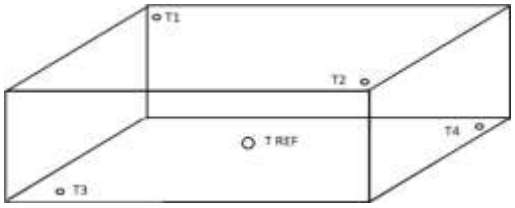
Condiciones del instrumento

El horno se encuentra en buenas condiciones, con desgaste normal de uso.
El medio isotérmico se encuentra con aislamiento térmico si

MÉTODO

Comparación directa de las indicaciones del instrumento a calibrar con los patrones de trabajo. Según lo establecido en el procedimiento interno carac-iso 002, el cual se encuentra basado en el procedimiento DKD-R-5-7
Técnica sobre trazabilidad e incertidumbre de las mediciones en la caracterización térmica de baños y hornos de temperatura controlada CENAM.

Ubicación de patrones: en la figura No 1 se observa la ubicación espacial de los patrones del volumen útil del medio isotérmico



Sitio de medición

Laboratorio de control de calidad de materiales ubicado en la dirección
CALLE 2B No 12 - 18 BARRIO LOS GARZONES

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA INICIAL	TEMPERATURA FINAL
20	80.5
HUMEDAD INICIAL	HUMDAD FINAL
24	80.7

RESULTADOS DE LA MEDICION

PUNTO DE CALIBRACION 70

TIEMPO (min)	T Ref. T (°C)	TER. 1 (°C)	TER. 2 (°C)	TER. 3 (°C)	Temperatura indicada por el IBC (°C)
2	70.2	70.2	70.6	70.4	70.00
4	70.4	70.4	70.4	70.6	70.00
6	70.6	70.2	70.6	70.5	70.00
10	70.2	70.6	70.4	70.6	70.00
12	70.4	70.4	70.6	70.2	70.00
15	70.6	70.6	70.4	70.4	70.00
17	70.4	70.4	70.4	70.4	70.00
20	70.4	70.6	70.6	70.6	70.00
22	70.6	70.4	70.4	70.6	70.00
24	70.4	70.4	70.4	70.4	70.00
28	70.6	70.4	70.6	70.4	
30	70.4	70.6	70.6	70.6	

Incertidumbre °C	estabilidad °C	DESVIACION °C	UNIFORMIDAD °C		corrección °C
0	0.175	0.13008713	±	1.2	-0.433333333

PUNTO DE CALIBRACION 80

TIEMPO (min)	T Ref. T (°C)	TER. 1 (°C)	TER. 2 (°C)	TER. 3 (°C)	Temperatura indicada por el IBC (°C)
2	80.8	80.8	80.8	80.7	80.00
4	80.7	80.4	80.7	80.6	80.00
6	80.7	80.6	80.7	80.7	80.00
10	80.8	80.6	80.8	80.7	80.00
12	80.6	80.4	80.6	80.8	80.00
15	80.6	80.5	80.6	80.8	80.00
17	80.6	80.6	80.6	80.9	80.00
20	80.6	80.5	80.6	80.5	80.00
22	80.8	80.6	80.8	80.4	80.00
24	80.7	80.7	80.7	80.6	80.00
28	80.6	80.8	80.6	80.8	80.00
30	80.6	80.6	80.6	80.7	80.00

Incertidumbre °C	estabilidad °C	DESVIACION °C	UNIFORMIDAD °C		corrección °C
0.308825403	0.1875	0.116612029	±	1.2	0.125

PUNTO DE CALIBRACION 91.2

TIEMPO (min)	T Ref. T (°C)	TER. 1 (°C)	TER. 2 (°C)	TER. 3 (°C)	Temperatura indicada por el IBC (°C)
2	91.2	90.7	90.7	92	90.00
4	90.6	91.3	90.6	91.7	90.00
6	91.3	91.7	90.8	91.6	90.00
10	91.7	90.7	90.5	90.8	90.00
12	91.2	91.6	91.3	91.3	90.00
15	90.8	91.2	91.5	92.1	90.00
17	91.7	91.6	91.7	90.7	90.00
20	90.8	91.2	90.85	91.6	90.00
22	91.3	90.8	91.6	91.8	90.00
24	91.5	90.79	91.78	92.7	90.00
28	91.36	91.36	90.8	92.11	90.00
30	91.7	91.85	91.66	91.7	90.00

Incertidumbre °C	estabilidad °C	DESVIACION °C	UNIFORMIDAD °C		corrección °C
0.409096506	0.51875	0.455225952	±	1.2	0.4125

La incertidumbre expandida de la medición esta dada en la tabla de resultados de la pagina No 2.para cada punto de calibración. Se ha estimado utilizando un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza aproximado del 95,45% para una distribución "t-student".
"la incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplica por el efecto "k" y la probabilidad de cobertura la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor

OBSERVACIONES

1 De acuerdo con los resultados anteriores se anexa el sello:
2 El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición a intervalos
4 VINCICOL INGENIERIA S.A.S., puede abstenerse de expedir un certificado cuando por características técnicas considere
5 El presente documento no tiene validez alguna sin las respectivas firmas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICATE OF CALIBRATION

FUERZA

NUMERO: **2409**
Number

PÁGINAS:
Pages 1 de 4

INSTRUMENTO: MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN
Instrument

FABRICANTE: RYR
Manufacturer

MODELO: SG-BM
Model

NÚMERO DE SERIE: 162070
Serial Number

RANGO DE MEDICION: 5,000 kN - 50,000 kN
Measurement Range

SOLICITANTE: **GEOTECNOLOGIA INGENIERIA Y CONTROL SAS**
Customer

DIRECCIÓN,CIUDAD: CALLE 2B No 12 - 18 BARRIO LOS GARZONES/MONTERIA - CORDOBA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
Site calibration

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2024-09-09
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2024-09-10
Date of Issue (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Cuatro (4)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

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

The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing Laboratory assumes no responsibility for damaged ensuing of mis use of the calibrated instruments.

El presente certificado no puede ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita por parte de VINCICOL INGENIERIA S.A.S

This report may not be partially or totaly reproduced without the written approval of VINCICOL INGENIERIA S.A.S

El usuario es responsable de la nueva calibración de sus intrumentos a intervalos apropiados

The user is responsable for having the apparatus calibrated at apropiate intervals

FIRMAS AUTORIZADAS :
authorized signatures

CRISTIAN RODRIGUEZ

Jefe de Departamento
Verificado por - Checked By

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICATE OF CALIBRATION

NUMERO: **2409**
Number

PÁGINAS: 2 de 4
Pages

MÉTODO DE MEDICIÓN *Method of measurement:*	Fuerza Indicada Constante
NORMA TÉCNICA *Standard :*	NTC/ISO 7500-1: 2007-07-25
INTERVALO CALIBRADO *Calibration Interval:*	5 kN 40 kN

INDICADOR DEL MENSURANDO	
TIPO DE INDICACIÓN *(Type):*	DIGITAL
FABRICANTE *(Manufacter):*	TRUMAX
MODELO *(Model):*	DIGITAL
NÚMERO DE SERIE *(Serial Number):*	N/P

TRANSDUCTOR DEL MENSURANDO	
FABRICANTE *(Manufacter) :*	N/P
MODELO *(Model):*	N/P
NÚMERO DE SERIE *(Serial Number):*	N/P

1.0 DATOS OBTENIDOS DURANTE LA CALIBRACIÓN:

TOMA DE DATOS DEL INSTRUMENTO PATRÓN (kN)

INDICACIÓN MÁQUINA DE ENSAYO (kN)	L1	L2	L3	L2´ (REVERSIBILIDAD)	L4 (ACCESORIOS)	% De Carga
5.0	5.000	5.000	5.000	-	-	10
10.0	10.000	10.000	10.002	-	-	20
15.0	15.002	15.000	15.002	-	-	30
20.0	20.000	20.002	20.002	-	-	40
25.0	25.002	25.000	25.002	-	-	50
30.0	30.002	30.002	30.004	-	-	60
35.0	35.002	35.002	35.002	-	-	70
40.0	40.000	40.002	40.002	-	-	80

2. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

	Dirección de Carga:		COMPRESIÓN			Limite Inferior de la Escala del Instrumento:				0.4		kN	
	Tipo de Indicación:		DIGITAL			Resolución:				0,002		kN	
	Indicación del Instrumento Patrón ***Unidad: kN***						Errores Encontrado ***Unidad: %***						
Indicación del Instrumento a Calibrar	L1	L2	L3	L4	L2´	Promedio	a*	q*	b*	v*	Accesorios*	Incertidumbre expandida	k
5.0	5.000	5.000	5.000	-	-	5.000	0.040	0.000	0.000	-	-	1.9E-01	2.00
10.0	10.000	10.000	10.002	-	-	10.001	0.020	-0.007	9.645	-	-	1.9E-01	2.00
15.0	15.002	15.000	15.002	-	-	15.001	0.013	-0.009	6.185	-	-	1.8E-01	2.00
20.0	20.000	20.002	20.002	-	-	20.001	0.010	-0.007	4.379	-	-	1.8E-01	2.00
25.0	25.002	25.000	25.002	-	-	25.001	0.008	-0.005	3.235	-	-	1.8E-01	2.00
30.0	30.002	30.002	30.004	-	-	30.003	0.007	-0.009	2.421	-	-	1.8E-01	2.00
35.0	35.002	35.002	35.002	-	-	35.002	0.006	-0.006	0.000	-	-	1.8E-01	2.00
40.0	40.000	40.002	40.002	-	-	40.001	0.005	-0.003	1.291	-	-	1.8E-01	2.00
Indicación residual de la maquina	0.00	0.00	0.00	-	-								

Notas: a*: Resolución Relativa (%), q*: Error relativo de Exactitud (%), b*: Error relativo de Repetibilidad (%), v*: Error relatvo de Reversibilidad (%),fo*: Error relativo de Cero (%)

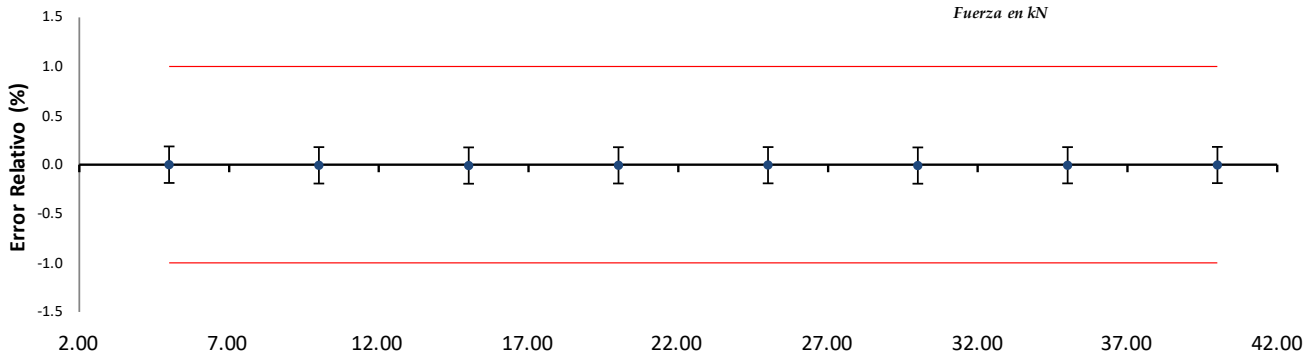
3. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN (°C)

	L1	L2	L3	L4	L2´
T. Inicial	28.0	28.0	29.0	-	-
T. Final	29.0	29.0	29.0	-	-

4. MÁXIMOS ERRORES ENCONTRADOS (Unidad % de la Lectura)

	a	q	b	v	f	Accesorios	Incertidumbre expandida	k
	0.04	-0.01	9.64	-	0.00	-	0.19	2.00
NTC-ISO 7500-1:2007 Numeral:	6.2.1	6.5.1	6.5.2	6.4.8	6.4.5	6.4.6	Anexo D	

5. GRAFICOS DE ERROR CALCULADO



6. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida relativa referida en la tabla del numeral 2 es la incertidumbre combinada (método mínimos cuadrados) multiplicada por el k correspondiente de la misma tabla, esto ha sido determinado de acuerdo al anexo D de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 7500-1:2007 y la NTC GTC 51:1997. El Factor de cobertura k para una distribución normal corresponde a una cobertura aproximada del 95%.
Resultado de la medición = Indicación de la maquina ± Incertidumbre expandida

7. CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

Según los máximos errores encontrados (Numeral 4) y de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-7500-1:2007-07-25, numeral 8, tabla 2, y la Incertidumbre expandida estimada, la maquina de ensayo se clasifica asi:

CARGA			*RANGOS DE MEDICIÓN*				*DIRECCIÓN DE CARGA*	*CLASE DE PRECISIÓN*
10%	al	**80%**	5.0	a	40.0	kN	COMPRESION	1.0
20%	al	**80%**	10.0	a	40.0	kN	COMPRESION	1.0

8. TRAZABILIDAD

Patrón Utilizado: TRANSDUCTOR DE FUERZA CAL - 50 kN
Certificado No. LFT-SV-04/22-012
Incertidumbre asociada (k=2): ± 0,183 %

OBSERVACIONES

1. De acuerdo con los resultados anteriores se anexa el sello: **2409**
2. Si el instrumento de ensayo es reubicado, deberá ser repetida la calibración en el sitio.
3. La máquina de ensayo debe ser calibrada inmediatamente después de cualquier reparación del sistema eléctrico o mecánico ya que esto afecta la operación del sistema de medida.
4. VINCICOL INGENIERIA S.A.S., puede abstenerse de expedir un certificado cuando por características técnicas considere que el equipo no es apto para ser calibrado.

--FIN DEL CERTIFICADO--

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICATE OF CALIBRATION

FUERZA

NUMERO: **2410**
Number

PÁGINAS:
Pages 1 de 4

INSTRUMENTO: MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN
Instrument

FABRICANTE: VINCICOL INGENIERIA
Manufacturer

MODELO: AUTOMATICA MULTI TOUCH
Model

NÚMERO DE SERIE: 16921
Serial Number

RANGO DE MEDICION: 20,00 kN - 200.00 Kn
Measurement Range

SOLICITANTE: **GEOTECNOLOGIA INGENIERIA Y CONTROL SAS**
Customer

DIRECCIÓN,CIUDAD: CALLE 2B No 12 - 18 BARRIO LOS GARZONES/MONTERIA - CORDOBA
Address

SITIO DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
Site calibration

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2024-09-09
Date of calibration (aaaa-mm-dd)

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2024-09-10
Date of Issue (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Cuatro (4)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing Laboratory assumes no responsibility for damaged ensuing of mis use of the calibrated instruments.

El presente certificado no puede ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita por parte de VINCICOL INGENIERIA S.A.S
This report may not be partially or totaly reproduced without the written approval of VINCICOL INGENIERIA S.A.S

El usuario es responsable de la nueva calibración de sus intrumentos a intervalos apropiados
The user is responsable for having the apparatus calibrated at apropiate intervals

FIRMAS AUTORIZADAS :
authorized signatures

CRISTIAN RODRIGUEZ

Jefe de Departamento
Verificado por - Checked By

MÉTODO DE MEDICIÓN *Method of measurement:*	Fuerza Indicada Constante
NORMA TÉCNICA *Standard :*	NTC/ISO 7500-1: 2007-07-25
INTERVALO CALIBRADO *Calibration Interval:*	20 kN 160 kN

INDICADOR DEL MENSURANDO	
TIPO DE INDICACIÓN *(Type):*	DIGITAL
FABRICANTE *(Manufacter):*	VINCICOL INGENIERIA
MODELO *(Model):*	DIGITAL
NÚMERO DE SERIE *(Serial Number):*	16921

TRANSDUCTOR DEL MENSURANDO	
FABRICANTE *(Manufacter) :*	N/P
MODELO *(Model):*	N/P
NÚMERO DE SERIE *(Serial Number):*	N/P

1.0 DATOS OBTENIDOS DURANTE LA CALIBRACIÓN:

TOMA DE DATOS DEL INSTRUMENTO PATRÓN (kN)

INDICACIÓN MÁQUINA DE ENSAYO (kN)	L1	L2	L3	L2´ (REVERSIBILIDAD)	L4 (ACCESORIOS)	% De Carga
20.0	20.020	20.000	20.000	-	-	10
40.0	40.020	40.000	40.020	-	-	20
60.0	60.020	60.000	60.000	-	-	30
80.0	80.020	80.020	80.040	-	-	40
100.0	100.040	100.040	100.042	-	-	50
120.0	120.040	120.060	120.040	-	-	60
140.0	140.080	140.080	140.100	-	-	70
160.0	160.120	160.160	160.160	-	-	80

2. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

	Dirección de Carga:		COMPRESIÓN			Limite Inferior de la Escala del Instrumento:				4.0		kN	
	Tipo de Indicación:		DIGITAL			Resolución:				0.02		kN	
	Indicación del Instrumento Patrón ***Unidad: kN***						Errores Encontrado ***Unidad: %***						
Indicación del Instrumento a Calibrar	L1	L2	L3	L4	L2´	Promedio	a*	q*	b*	v*	Accesorios*	Incertidumbre expandida	k
20.0	20.020	20.000	20.000	-	-	20.007	0.100	-0.033	43.771	-	-	2.0E-01	2.00
40.0	40.020	40.000	40.020	-	-	40.013	0.050	-0.033	12.900	-	-	1.9E-01	2.00
60.0	60.020	60.000	60.000	-	-	60.007	0.033	-0.011	1.435	-	-	1.9E-01	2.00
80.0	80.020	80.020	80.040	-	-	80.027	0.025	-0.033	11.646	-	-	1.9E-01	2.00
100.0	100.040	100.040	100.042	-	-	100.041	0.020	-0.041	2.020	-	-	3.9E-01	2.00
120.0	120.040	120.060	120.040	-	-	120.047	0.017	-0.039	27.922	-	-	2.1E-01	2.03
140.0	140.080	140.080	140.100	-	-	140.087	0.014	-0.062	35.184	-	-	1.9E-01	1.97
160.0	160.120	160.160	160.160	-	-	160.147	0.013	-0.092	84.302	-	-	2.0E-01	2.00
Indicación residual de la maquina	0.00	0.00	0.00	-	-								

Notas: a*: Resolución Relativa (%), q*: Error relativo de Exactitud (%), b*: Error relativo de Repetibilidad (%), v*: Error relatvo de Reversibilidad (%),fo*: Error relativo de Cero (%)

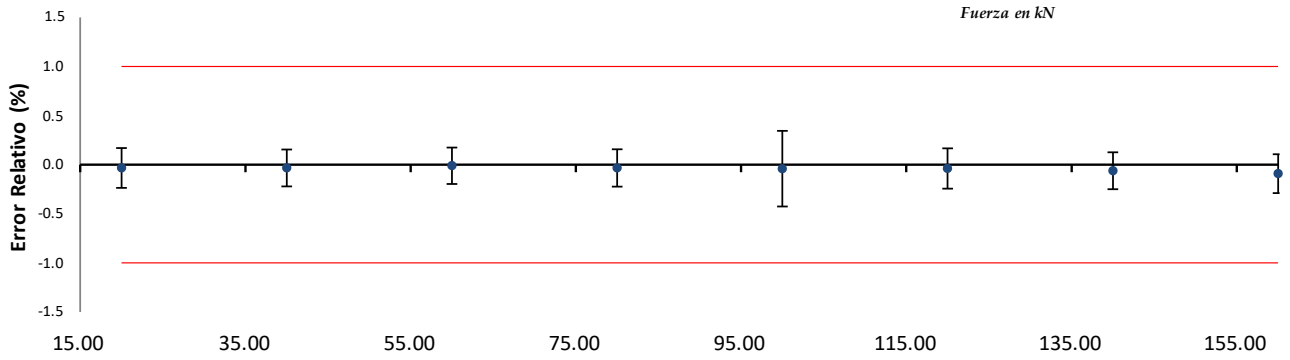
3. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN (°C)

	L1	L2	L3	L4	L2´
T. Inicial	28.0	28.0	29.0	-	-
T. Final	29.0	29.0	29.0	-	-

4. MÁXIMOS ERRORES ENCONTRADOS (Unidad % de la Lectura)

	a	q	b	v	f	Accesorios	Incertidumbre expandida	k
	0.10	-0.09	84.30	-	0.00	-	0.39	2.00
NTC-ISO 7500-1:2007 Numeral:	6.2.1	6.5.1	6.5.2	6.4.8	6.4.5	6.4.6	Anexo D	

5. GRAFICOS DE ERROR CALCULADO



6. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida relativa referida en la tabla del numeral 2 es la incertidumbre combinada (método mínimos cuadrados) multiplicada por el k correspondiente de la misma tabla, esto ha sido determinado de acuerdo al anexo D de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 7500-1:2007 y la NTC GTC 51:1997. El Factor de cobertura k para una distribución normal corresponde a una cobertura aproximada del 95%. Resultado de la medición = Indicación de la maquina ± Incertidumbre expandida

7. CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

Según los máximos errores encontrados (Numeral 4) y de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-7500-1:2007-07-25, numeral 8, tabla 2, y la Incertidumbre expandida estimada, la maquina de ensayo se clasifica asi:

CARGA			*RANGOS DE MEDICIÓN*				*DIRECCIÓN DE CARGA*	*CLASE DE PRECISIÓN*
10%	al	**80%**	20.0	a	160.0	kN	COMPRESION	1.0
20%	al	**80%**	40.0	a	160.0	kN	COMPRESION	1.0

8. TRAZABILIDAD

Patrón Utilizado: TRANSDUCTOR DE FUERZA CAL - 50 kN
Certificado No. LFT-SV-04/22-012
Incertidumbre asociada (k=2): ± 0,183 %

OBSERVACIONES

1. De acuerdo con los resultados anteriores se anexa el sello: **2410**
2. Si el instrumento de ensayo es reubicado, deberá ser repetida la calibración en el sitio.
3. La máquina de ensayo debe ser calibrada inmediatamente después de cualquier reparación del sistema eléctrico o mecánico ya que esto afecta la operación del sistema de medida.
4. VINCICOL INGENIERIA S.A.S., puede abstenerse de expedir un certificado cuando por características técnicas considere que el equipo no es apto para ser calibrado.

--FIN DEL CERTIFICADO--

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Número: **2411**
Number

Página /Pages 1 de 2

Número de páginas incluyendo anexos 2
Number of pages and documents attached

Objeto: Comparador de caratula
Object

Fabricante: Baker
Manufacturer

Modelo: Analogo
Model

Número de identificación: UDD996
Identificación number

Rango de mediciòn: 0.50 mm ..... 25.40 mm
Range of measurement

Usuario final del certificado: Geotecnologia Ingenieria y Control S.A.S
Certificate end user

Dirección del usuario: Calle 2B No 12 - 18 Barrio los Garzones Monteria
User´s address

Solicitado por: Geotecnologia S.A.S
Requested by

Lugar de calibración: Laboratorio
Calibration site

Fecha de calibración: lunes, 09 de septiembre de 2024
Calibration date

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el sistema internacional de unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización escrita de Vincicol Ingenieria S.A.S. Los resultados, consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. VINCICOL INGENIERIA, no se responsabiliza por los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los objetos calibrados o de este certificado. Este certificado no tiene valides sin las firmas y el sello de Vincicol Ingenieria S.A.S

This certificate declares the traceability to the National Standards, which represent the units of measurament that are in agreement with the International System Units (SI). This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the Vincicol Ingenieria SAS. The sesult of this certificate is for the object of calibration, at the conditions in which the measurements were made. The VINCICOL INGENIERIA SAS does not take responsibility from the inadequate use of the calibrated objects or this certificate. The calibration certificate is not valid without the signatures and the seal of the Vincicol Ingenieria S.A.S

Número: 02411
Number

Fecha de emisión:
9/9/2024

Date of issue

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)
AUTORIZED SIGNATURE (S)

Cristian A. Rodriguez.
Verificado Por
Jefe de Laboratorio de Metrologia

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Número: **2411**
Number

Fecha de calibración/Calibration date **Monday, September 9, 2024**

Página /Pages 2 DE 2

Número de páginas incluyendo anexos
Number of pages and documents attached 2

Lectura Patron mm	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Promedio (mm)***	***Error (%)***
0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.000
0.500	0.497	0.501	0.498	0.499	-0.267
1.000	0.997	0.996	0.997	0.997	-0.333
2.000	1.998	1.996	1.997	1.997	-0.150
4.000	3.997	3.997	3.998	3.997	-0.067
6.000	5.997	5.996	5.998	5.997	-0.050
8.000	7.997	7.998	7.996	7.997	-0.038
10.000	9.998	9.997	9.996	9.997	-0.030
12.000	11.997	11.998	11.997	11.997	-0.022

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello: **02411**

2.- La próxima calibración deberá efectuarse dependiendo del standard de mantenimiento, su frecuencia de uso y el tipo de material ensayado y deberá efectuarse en intervalos inferiores a 12 meses.

3.- El instrumento de ensayos deberá ser calibrado inmediatamente despues de cualquier reparación ya que la sustitución de elementos del sistema mecánico o eléctrico afectan la operación del sistema de medida.

Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración **Vincicol Ingenieria S.A.S**. No se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Número: **2412**
Number

Página /Pages 1 de 2

Número de páginas incluyendo anexos 2
Number of pages and documents attached

Objeto: Comparador de caratula
Object

Fabricante: Baker
Manufacturer

Modelo: Digital
Model

Número de identificación: UDD998
Identificación number

Rango de mediciòn: 0.50 mm ..... 10.00 mm
Range of measurement

Usuario final del certificado: Geotecnologia S.A.S
Certificate end user

Dirección del usuario: Calle 2B No 12 - 18 Barrio los Garzones Monteria
User´s address

Solicitado por: Geotecnologia S.A.S
Requested by

Lugar de calibración: Laboratorio
Calibration site

Fecha de calibración: lunes, 09 de septiembre de 2024
Calibration date

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el sistema internacional de unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización escrita de Vincicol Ingenieria S.A.S. Los resultados, consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. SIENCAL SAS, no se responsabiliza por los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los objetos calibrados o de este certificado. Este certificado no tiene valides sin las firmas y el sello de Vincicol Ingenieria S.A.S

This certificate declares the traceability to the National Standards, which represent the units of measurament that are in agreement with the International System Units (SI). This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the Vincicol Ingenieria SAS. The sesult of this certificate is for the object of calibration, at the conditions in which the measurements were made. The SIENCAL SAS does not take responsibility from the inadequate use of the calibrated objects or this certificate. The calibration certificate is not valid without the signatures and the seal of the Vincicol Ingenieria S.A.S

Número: 02412
Number

Fecha de emisión:
9/9/2024

Date of issue

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)
AUTORIZED SIGNATURE (S)

Cristian A. Rodriguez.
Verificado Por
Jefe de Laboratorio de Metrologia

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Número: **2412**
Number

Fecha de calibración/Calibration date **Monday, September 9, 2024**

Página /Pages 2 DE 2

Número de páginas incluyendo anexos
Number of pages and documents attached 2

Lectura Patron mm	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Promedio (mm)***	***Error (%)***
0.100	0.100	0.101	0.101	0.101	0.700
0.500	0.500	0.501	0.500	0.500	0.087
1.000	1.002	1.001	1.001	1.001	0.133
2.000	2.000	2.001	2.000	2.000	0.017
4.000	4.001	4.001	4.000	4.001	0.017
6.000	6.001	6.002	6.001	6.001	0.022
8.000	8.002	8.002	8.001	8.002	0.021
9.000	9.002	9.000	9.001	9.001	0.011
10.000	10.002	10.002	10.002	10.002	0.020

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello: **02412**

2.- La próxima calibración deberá efectuarse dependiendo del standard de mantenimiento, su frecuencia de uso y el tipo de material ensayado y deberá efectuarse en intervalos inferiores a 12 meses.

3.- El instrumento de ensayos deberá ser calibrado inmediatamente despues de cualquier reparación ya que la sustitución de elementos del sistema mecánico o eléctrico afectan la operación del sistema de medida.

Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración **Vincicol Ingenieria S.A.S**. No se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Número: **2413**
Number

Página /Pages 1 de 2

Número de páginas incluyendo anexos
Number of pages and documents attached 2

Objeto: Comparador de caratula
Object

Fabricante: Baker
Manufacturer

Modelo: Analogo
Model

Número de identificación: UKT 308
Identificación number

Rango de mediciòn: 0.50 mm ..... 25.40 mm
Range of measurement

Usuario final del certificado: Geotecnologia Ingenieria y control S.A.S
Certificate end user

Dirección del usuario: Calle 2B No 12 - 18 Barrio los Garzones Monteria
User´s address

Solicitado por: Geotecnologia S.A.S
Requested by

Lugar de calibración: Laboratorio
Calibration site

Fecha de calibración: lunes, 09 de septiembre de 2024
Calibration date

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el sistema internacional de unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin autorización escrita de Vincicol Ingenieria S.A.S. Los resultados, consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. vincicol ingenieria SAS, no se responsabiliza por los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los objetos calibradoso de este certificado. Este certificado no tiene valides sin las firmas y el sello de Vincicol Ingenieria S.A.S

This certificate declares the traceability to the National Standards, which represent the units of measurament that are in agreement with the International System Units (SI). This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the Vincicol Ingenieria SAS. The sesult of this certificate is for the object of calibration, at the conditions in which the measurements were made. The VINCICOL INGENIERIASAS does not take responsibility from the inadequate use of the calibrated objects or this certificate. The calibration certificate is not valid without the signatures and the seal of the Vincicol Ingenieria S.A.S

Número: 02413
Number

Fecha de emisión:
9/9/2024

Date of issue

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)
AUTORIZED SIGNATURE (S)

Cristian A. Rodriguez.
Verificado Por
Jefe de Laboratorio de Metrologia

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Número: **2413**
Number

Fecha de calibración/Calibration date **Monday, September 9, 2024**

Página /Pages 2 DE 2

Número de páginas incluyendo anexos
Number of pages and documents attached 2

Lectura Patron mm	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Lectura No 1 equipo (mm)***	***Promedio (mm)***	***Error (%)***
0.200	0.199	0.200	0.198	0.199	-0.500
0.500	0.498	0.497	0.498	0.498	-0.467
1.000	0.998	0.996	0.998	0.997	-0.267
5.000	4.997	4.998	4.998	4.998	-0.047
8.000	7.997	7.998	7.997	7.997	-0.033
10.000	9.996	9.998	9.997	9.997	-0.030
12.500	12.495	12.497	12.498	12.497	-0.027
15.000	14.996	14.998	14.997	14.997	-0.020
25.400	25.397	25.397	25.396	25.397	-0.013

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello: **02413**

2.- La próxima calibración deberá efectuarse dependiendo del standard de mantenimiento, su frecuencia de uso y el tipo de material ensayado y deberá efectuarse en intervalos inferiores a 12 meses.

3.- El instrumento de ensayos deberá ser calibrado inmediatamente despues de cualquier reparación ya que la sustitución de elementos del sistema mecánico o eléctrico afectan la operación del sistema de medida.

Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración **Vincicol Ingenieria S.A.S**. No se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.