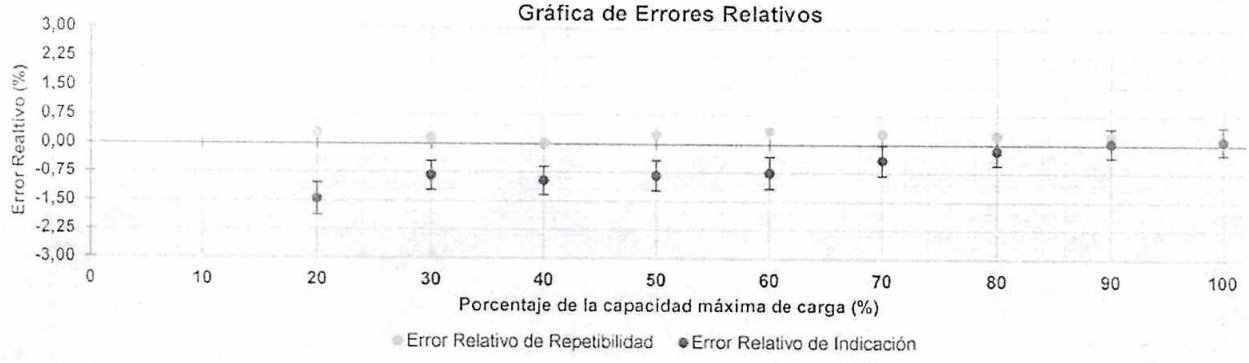
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,100	0,150	----	0,250	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20	40,000	-1,45	0,29	----	0,250	0,17	0,43	2,01
30	60,000	-0,83	0,16	----	0,167	0,23	0,38	2,01
40	80,000	-0,96	0,03	----	0,125	0,29	0,37	2,01
50	100,00	-0,82	0,27	----	0,100	0,39	0,39	2,01
60	120,00	-0,74	0,36	----	0,083	0,50	0,42	2,01
70	140,00	-0,41	0,29	----	0,071	0,56	0,40	2,01
80	160,00	-0,16	0,25	----	0,063	0,63	0,39	2,01
90	180,00	0,05	0,24	----	0,056	0,70	0,39	2,02
100	200,00	0,13	0,09	----	0,050	0,73	0,36	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,5 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	63 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	61 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-2,79000 E-01	1,02479 E00	-1,54811 E-04	1,46465 E-07		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0
40,0	40,474	42,500	44,525	46,548	48,570
50,0	50,592	52,612	54,631	56,649	58,667
60,0	60,683	62,698	64,712	66,725	68,737
70,0	70,748	72,758	74,767	76,775	78,782
80,0	80,788	82,794	84,798	86,801	88,803
90,0	90,805	92,805	94,805	96,804	98,801
100,0	100,80	102,79	104,79	106,78	108,78
110,0	110,77	112,76	114,75	116,74	118,73
120,0	120,72	122,71	124,69	126,68	128,66
130,0	130,65	132,63	134,62	136,60	138,58
140,0	140,56	142,54	144,52	146,50	148,47
150,0	150,45	152,43	154,40	156,38	158,35
160,0	160,32	162,30	164,27	166,24	168,21
170,0	170,18	172,15	174,12	176,09	178,05
180,0	180,02	181,99	183,95	185,92	187,88
190,0	189,85	191,81	193,77	195,74	197,70
200,0	199,66				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
40,0	40,580	40,474	- 0,1
60,0	60,499	60,683	0,2
80,0	80,766	80,788	0,0
100,0	100,82	100,80	0,0
120,0	120,89	120,72	- 0,2
140,0	140,57	140,56	0,0
160,0	160,25	160,32	0,1
180,0	179,90	180,02	0,1
200,0	199,74	199,66	- 0,1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,024 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-001

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4585 - 3171233640 | laboratoriometrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-23932-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR S.A.S.
Modelo *Model*	PC - 42D
Número de Serie *Serial Number*	179
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	1000 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 17
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 28

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 05
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 1 MN
Tipo de Indicación	Digital	**Modelo**	KAL 1MN
División de Escala	0,1 kN	**Clase**	0,5
Resolución	0,1 kN	**Número de Serie**	HV325-911250
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	**Certificado de Calibración**	5047 del INM
Límite Inferior de la Escala	20 kN	**Próxima Calibración**	2023-02-03

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que:

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\ y\ 3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20	200,0	200,37	199,76	----	200,57	----	200,24
30	300,0	300,82	301,30	----	301,32	----	301,15
40	400,0	400,31	400,71	----	400,90	----	400,64
50	500,0	500,49	501,07	----	501,66	----	501,08
60	600,0	601,88	602,63	----	603,19	----	602,57
70	700,0	701,46	702,51	----	701,99	----	701,99
80	800,0	802,66	804,74	----	805,39	----	804,27
90	900,0	903,67	904,92	----	904,81	----	904,47
100	1 000,0	1 006,6	1 007,2	----	1 004,6	----	1 006,1

LM-PC-05-F-01 R12.3

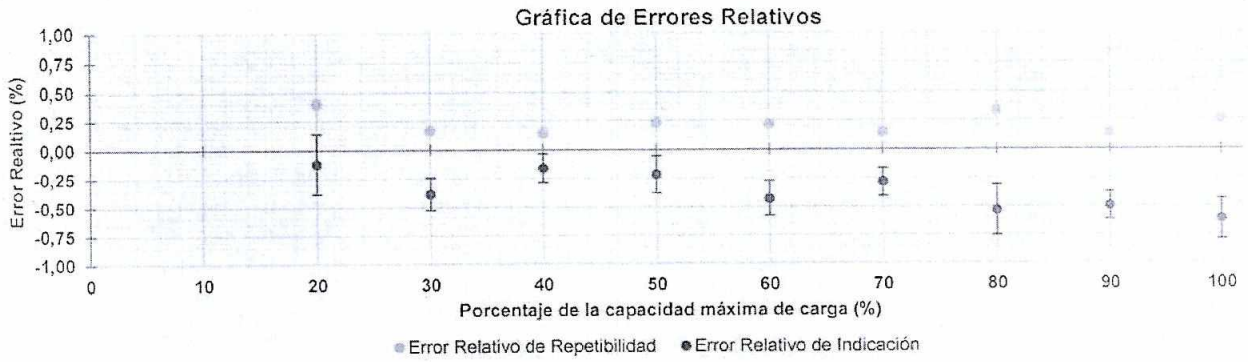
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,030	0,050	----	0,060	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20	200,00	-0,12	0,41	----	0,050	0,52	0,26	2,01
30	300,00	-0,38	0,17	----	0,033	0,42	0,14	2,01
40	400,00	-0,16	0,15	----	0,025	0,49	0,12	2,01
50	500,00	-0,22	0,23	----	0,020	0,81	0,16	2,01
60	600,00	-0,43	0,22	----	0,017	0,92	0,15	2,01
70	700,00	-0,28	0,15	----	0,014	0,86	0,12	2,01
80	800,00	-0,53	0,34	----	0,013	1,8	0,22	2,01
90	900,00	-0,50	0,14	----	0,011	1,1	0,12	2,01
100	1 000,0	-0,61	0,26	----	0,010	1,8	0,18	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,2 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	27,6 °C
Humedad Relativa Máxima:	63 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	61 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
2,28405 E-01	1,00042 E00	2,11407 E-06	3,33081 E-09		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
200,0	200,42	210,44	220,46	230,48	240,50
250,0	250,52	260,54	270,56	280,58	290,61
300,0	300,63	310,66	320,69	330,72	340,75
350,0	350,78	360,81	370,84	380,88	390,91
400,0	400,95	410,99	421,02	431,06	441,11
450,0	451,15	461,19	471,24	481,29	491,33
500,0	501,38	511,43	521,49	531,54	541,60
550,0	551,65	561,71	571,77	581,83	591,90
600,0	601,96	612,03	622,10	632,16	642,24
650,0	652,31	662,38	672,46	682,54	692,62
700,0	702,70	712,78	722,87	732,96	743,05
750,0	753,14	763,23	773,33	783,42	793,52
800,0	803,62	813,73	823,83	833,94	844,05
850,0	854,16	864,27	874,39	884,50	894,62
900,0	904,75	914,87	925,00	935,13	945,26
950,0	955,39	965,53	975,66	985,81	995,95
1 000,0	1 006,1				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
200,0	200,24	200,42	0,2
300,0	301,15	300,63	- 0,5
400,0	400,64	400,95	0,3
500,0	501,08	501,38	0,3
600,0	602,57	601,96	- 0,6
700,0	701,99	702,70	0,7
800,0	804,27	803,62	- 0,6
900,0	904,47	904,75	0,3
1 000,0	1 006,1	1 006,1	0,0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-002

Fin del Certificado

273/R

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-23932-008 R0

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS INCONFINADA
Fabricante *Manufacturer*	R&R
Modelo *Model*	2012001
Número de Serie *Serial Number*	2001121213
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-004
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5000 N
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 09
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 23

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 05
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	1 N
Resolución	1 N
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	200 N

Instrumento(s) de Referencia

Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN
Modelo	TSTM
Clase	0,0
Número de Serie	1114
Certificado de Calibración	5157 del INM
Próxima Calibración	2022-04-10

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
%	N	N	N	----	N	----	N
20	1 000	986,00	989,40	----	992,20	----	989,20
30	1 500	1 492,4	1 493,3	----	1 494,9	----	1 493,5
40	2 000	1 997,2	1 998,6	----	1 999,1	----	1 998,3
50	2 500	2 493,8	2 495,0	----	2 496,8	----	2 495,2
60	3 000	2 995,2	2 997,8	----	3 000,4	----	2 997,8
70	3 500	3 495,3	3 498,7	----	3 501,0	----	3 498,3
80	4 000	3 999,2	4 000,4	----	4 002,6	----	4 000,7
90	4 500	4 500,4	4 501,1	----	4 500,4	----	4 500,6
100	5 000	5 000,3	5 001,8	----	5 004,6	----	5 002,2

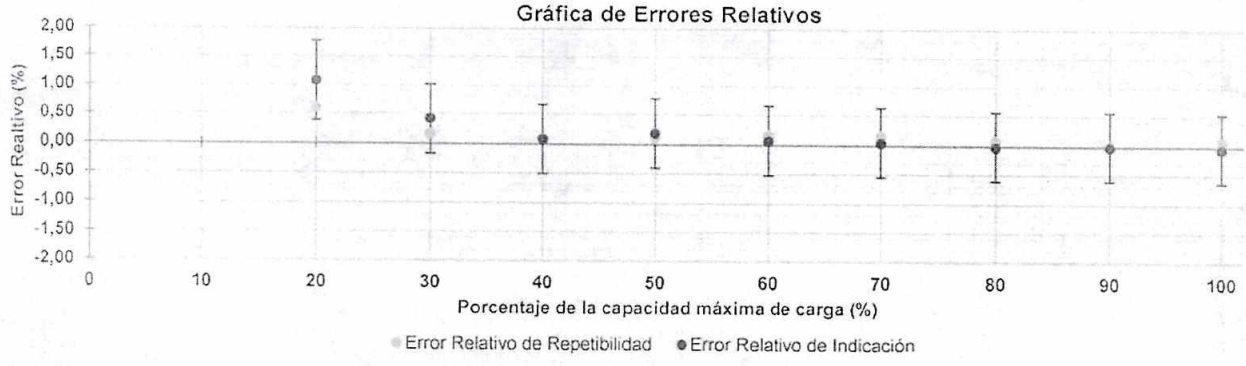
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	N	%	%	%	%	N	%	-----
20	1 000,0	1,08	0,62	----	0,100	6,9	0,69	2,01
30	1 500,0	0,43	0,17	----	0,067	8,9	0,59	2,01
40	2 000,0	0,08	0,10	----	0,050	12	0,59	2,01
50	2 500,0	0,19	0,12	----	0,040	15	0,59	2,01
60	3 000,0	0,07	0,17	----	0,033	18	0,59	2,01
70	3 500,0	0,05	0,16	----	0,029	21	0,59	2,01
80	4 000,0	-0,02	0,09	----	0,025	23	0,59	2,01
90	4 500,0	-0,01	0,02	----	0,022	26	0,58	2,01
100	5 000,0	-0,04	0,09	----	0,020	29	0,59	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,0 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	27,4 °C
Humedad Relativa Máxima:	64 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Cra 19 No. 84-14 Bogotá, D.C. | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | laboratorio@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-2,35123 E01	1,01763 E00	-4,93887 E-06	4,91481 E-10		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (N) es la fuerza calculada y X (N) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (N)

Indicación N	0	50	100	150	200
1 000	989,67	1 040,1	1 090,6	1 141,0	1 191,4
1 250	1 241,8	1 292,1	1 342,5	1 392,8	1 443,2
1 500	1 493,5	1 543,8	1 594,1	1 644,3	1 694,6
1 750	1 744,8	1 795,1	1 845,3	1 895,5	1 945,7
2 000	1 995,9	2 046,1	2 096,3	2 146,4	2 196,6
2 250	2 246,8	2 296,9	2 347,0	2 397,1	2 447,3
2 500	2 497,4	2 547,5	2 597,6	2 647,7	2 697,8
2 750	2 747,8	2 797,9	2 848,0	2 898,1	2 948,1
3 000	2 998,2	3 048,3	3 098,3	3 148,4	3 198,4
3 250	3 248,5	3 298,5	3 348,6	3 398,7	3 448,7
3 500	3 498,8	3 548,8	3 598,9	3 648,9	3 699,0
3 750	3 749,1	3 799,1	3 849,2	3 899,3	3 949,4
4 000	3 999,4	4 049,5	4 099,6	4 149,7	4 199,8
4 250	4 249,9	4 300,1	4 350,2	4 400,3	4 450,4
4 500	4 500,6	4 550,8	4 600,9	4 651,1	4 701,3
4 750	4 751,5	4 801,7	4 851,9	4 902,1	4 952,4
5 000	5 002,6				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio S1, 2 y 3 N	Por Interpolación N	Residuales N
1 000	989,20	989,67	0
1 500	1 493,5	1 493,5	0
2 000	1 998,3	1 995,9	- 2
2 500	2 495,2	2 497,4	2
3 000	2 997,8	2 998,2	0
3 500	3 498,3	3 498,8	0
4 000	4 000,7	3 999,4	- 1
4 500	4 500,6	4 500,6	0
5 000	5 002,2	5 002,6	0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004
F-23932-008 R0

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-008

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.3

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-23932-011 R0

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN CON ANILLO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR S.A.S.
Modelo *Model*	NO PRESENTA
Número de Serie *Serial Number*	10105
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-003
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	800 Unidad Dial
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6-12 Centro
Ciudad *City*	Monteria, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 09
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 10 – 21

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 06
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 5 kN
Tipo de Indicación	Analógica	**Modelo**	TSTM
División de Escala	1 Unidad Dial	**Clase**	0,0
Resolución	1 Unidad Dial	**Número de Serie**	1114
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	**Certificado de Calibración**	5157 del INM
Límite Inferior de la Escala	200 Unidad Dial	**Próxima Calibración**	2022-04-10

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
%	Unidad Dial	kN	kN	----	kN	----	kN
10	80	0,235 8	0,236 6	----	0,237 9	----	0,236 8
20	160	0,470 2	0,470 7	----	0,472 4	----	0,471 1
30	240	0,705 5	0,706 2	----	0,707 3	----	0,706 3
40	320	0,935 7	0,936 9	----	0,937 6	----	0,936 7
50	400	1,172 8	1,173 3	----	1,173 6	----	1,173 2
60	480	1,403 2	1,403 4	----	1,401 9	----	1,402 8
70	560	1,638 6	1,638 0	----	1,635 2	----	1,637 3
80	640	1,862 5	1,863 1	----	1,860 9	----	1,862 2
90	720	2,094 4	2,092 9	----	2,091 0	----	2,092 8
100	800	2,330 7	2,330 0	----	2,328 8	----	2,329 8

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

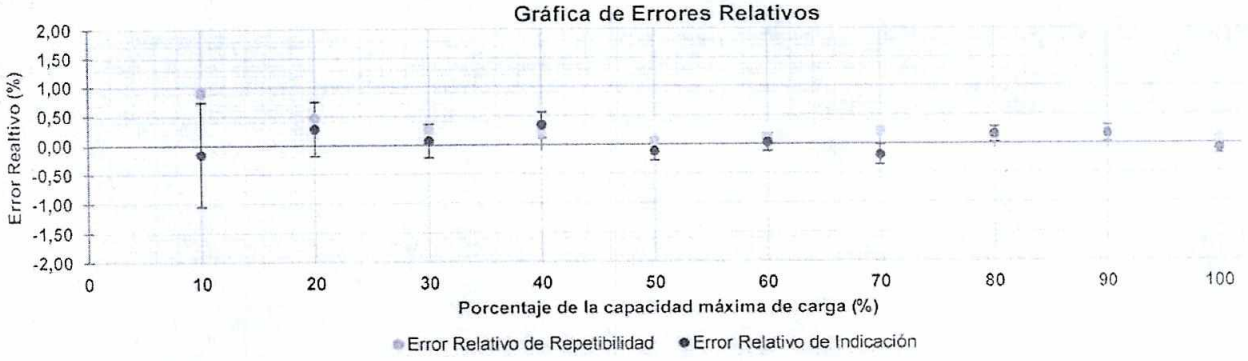
Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC (*)		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN (*)	%	%	%	%	kN	%	-----
10	0,236 4	-0,16	0,90	----	1,231	2,1E-03	0,89	2,01
20	0,472 4	0,28	0,47	----	0,616	2,2E-03	0,46	2,01
30	0,706 8	0,07	0,25	----	0,412	2,0E-03	0,29	2,01
40	0,939 9	0,33	0,20	----	0,310	2,1E-03	0,22	2,01
50	1,171 9	-0,12	0,07	----	0,248	1,9E-03	0,16	2,01
60	1,403 2	0,03	0,11	----	0,207	2,1E-03	0,15	2,01
70	1,634 2	-0,19	0,21	----	0,178	2,9E-03	0,17	2,01
80	1,865 1	0,16	0,12	----	0,156	2,4E-03	0,13	2,01
90	2,096 2	0,16	0,16	----	0,139	2,8E-03	0,14	2,01
100	2,327 9	-0,08	0,08	----	0,125	2,4E-03	0,10	2,01

(*) Se utilizó la función de regresión polinomial mostrada en la página 4 de este certificado para convertir el valor de unidades del dial a unidades de fuerza.



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Monteria, Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,0 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	64 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-1,60000 E-03	2,99000 E-03	-1,78741 E-07	1,03575 E-10		1,000 E00

Ecuación 1: donde F (Unidad Dial) es la fuerza calculada y X (Unidad Dial) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (Unidad Dial)

Indicación Unidad	0	8	16	24	32
80	0,236 5	0,260 2	0,283 9	0,307 5	0,331 2
120	0,354 8	0,378 4	0,402 0	0,425 6	0,449 1
160	0,472 6	0,496 2	0,519 7	0,543 2	0,566 6
200	0,590 1	0,613 5	0,636 9	0,660 4	0,683 8
240	0,707 1	0,730 5	0,753 9	0,777 2	0,800 5
280	0,823 9	0,847 2	0,870 5	0,893 8	0,917 0
320	0,940 3	0,963 5	0,986 8	1,010 0	1,033 3
360	1,056 5	1,079 7	1,102 9	1,126 1	1,149 3
400	1,172 4	1,195 6	1,218 8	1,241 9	1,265 1
440	1,288 2	1,311 4	1,334 5	1,357 6	1,380 8
480	1,403 9	1,427 0	1,450 1	1,473 2	1,496 3
520	1,519 4	1,542 5	1,565 6	1,588 7	1,611 8
560	1,634 9	1,658 0	1,681 1	1,704 2	1,727 3
600	1,750 4	1,773 5	1,796 6	1,819 7	1,842 8
640	1,865 9	1,889 0	1,912 2	1,935 3	1,958 4
680	1,981 5	2,004 6	2,027 8	2,050 9	2,074 1
720	2,097 2	2,120 4	2,143 5	2,166 7	2,189 8
760	2,213 0	2,236 2	2,259 4	2,282 6	2,305 8
800	2,329 0				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC Unidad Dial	Promedio S1, 2 y 3 kN (*)	Por Interpolación kN (*)	Residuales kN (*)
80	0,236 8	0,236 5	0,000
160	0,471 1	0,472 6	0,002
240	0,706 3	0,707 1	0,001
320	0,936 7	0,940 3	0,004
400	1,173 2	1,172 4	-0,001
480	1,402 8	1,403 9	0,001
560	1,637 3	1,634 9	-0,002
640	1,862 2	1,865 9	0,004
720	2,092 8	2,097 2	0,004
800	2,329 8	2,329 0	-0,001

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 # 103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (lbf) a (N) = 4,448 222 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guie for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en lbf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
%	lbf	lbf	lbf	----	lbf	----	lbf
10	**53,145**	53,007	53,193	----	53,485	----	53,228
20	**106,21**	105,71	105,82	----	106,20	----	105,91
30	**158,90**	158,60	158,76	----	159,01	----	158,79
40	**211,29**	210,35	210,62	----	210,78	----	210,58
50	**263,45**	263,66	263,77	----	263,84	----	263,76
60	**315,46**	315,45	315,50	----	315,16	----	315,37
70	**367,38**	368,37	368,24	----	367,61	----	368,07
80	**419,28**	418,71	418,84	----	418,35	----	418,63
90	**471,25**	470,84	470,50	----	470,08	----	470,47
100	**523,34**	523,96	523,81	----	523,54	----	523,77

Tabla 8.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	lbf	%	%	%	%	lbf	%	-----
10	**53,145**	-0,16	0,90	----	1,23	0,47	0,89	2,01
20	**106,21**	0,28	0,47	----	0,62	0,49	0,46	2,01
30	**158,90**	0,07	0,25	----	0,41	0,46	0,29	2,01
40	**211,29**	0,33	0,20	----	0,31	0,47	0,22	2,01
50	**263,45**	-0,12	0,07	----	0,25	0,42	0,16	2,01
60	**315,46**	0,03	0,11	----	0,21	0,47	0,15	2,01
70	**367,38**	-0,19	0,21	----	0,18	0,64	0,17	2,01
80	**419,28**	0,16	0,12	----	0,16	0,53	0,13	2,01
90	**471,25**	0,16	0,16	----	0,14	0,64	0,14	2,01
100	**523,34**	-0,08	0,08	----	0,13	0,54	0,10	2,01

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuarcolombia | WWW.PINZUARCOLOMBIA

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Los resultados reportados por debajo del 20% del límite superior no se obtubieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia, por lo tanto el usuario no podrá declarar laclase de la máquina de ensayos por debajo del 20% del límite superior. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. NA-23932-011

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-23932-012 R0

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS MARSHALL
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR S.A.S.
Modelo *Model*	PA-09
Número de Serie *Serial Number*	268
Identificación Interna *Internal Identification*	LM-017
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	50 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 09
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 22

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 05
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004
F-23932-012 R0

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0		
Dirección de Carga	Compresión	Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN
Tipo de Indicación	Digital	Modelo	ZZB
División de Escala	0,01 kN	Clase	1,0
Resolución	0,01 kN	Número de Serie	6075
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	Certificado de Calibración	5048 del INM
Límite Inferior de la Escala	2 kN	Próxima Calibración	2023-01-22

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20	10,00	10,021	10,002	----	10,026	----	10,016
30	15,00	15,035	15,044	----	15,049	----	15,043
40	20,00	20,023	20,046	----	20,034	----	20,034
50	25,00	25,035	25,042	----	25,050	----	25,043
60	30,00	30,004	30,009	----	30,025	----	30,012
70	35,00	35,037	35,041	----	35,049	----	35,042
80	40,00	40,089	40,105	----	40,097	----	40,097
90	45,00	45,176	45,182	----	45,171	----	45,176
100	50,00	50,070	50,086	----	50,114	----	50,090

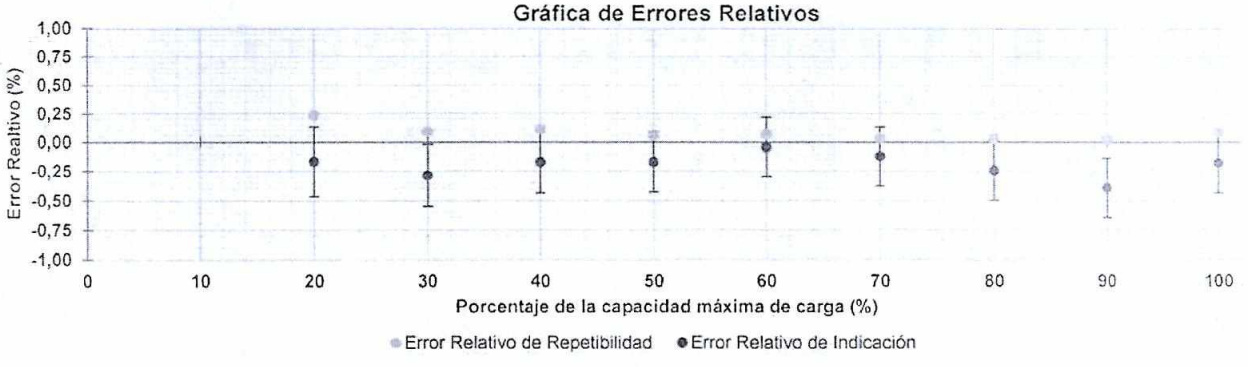
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Relativa			
		q	b	v	a	U		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20	10,000	-0,16	0,24	----	0,100	0,030	0,30	2,01
30	15,000	-0,29	0,09	----	0,067	0,040	0,26	2,01
40	20,000	-0,17	0,12	----	0,050	0,053	0,27	2,01
50	25,000	-0,17	0,06	----	0,040	0,065	0,26	2,01
60	30,000	-0,04	0,07	----	0,033	0,078	0,26	2,01
70	35,000	-0,12	0,03	----	0,029	0,090	0,26	2,01
80	40,000	-0,24	0,04	----	0,025	0,10	0,26	2,01
90	45,000	-0,39	0,02	----	0,022	0,12	0,26	2,01
100	50,000	-0,18	0,09	----	0,020	0,13	0,26	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,0 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	64 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 # 10B-72 | PBX: 57 (1) 745 4666 - 3174233640 | pinmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
1,24611 E-01	9,86410 E-01	5,16667 E-04	-4,90236 E-06		1,000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
10,00	10,035	10,533	11,031	11,529	12,027
12,50	12,526	13,024	13,523	14,022	14,521
15,00	15,020	15,520	16,019	16,519	17,019
17,50	17,519	18,019	18,519	19,019	19,520
20,00	20,020	20,521	21,022	21,523	22,023
22,50	22,525	23,026	23,527	24,028	24,530
25,00	25,031	25,533	26,034	26,536	27,038
27,50	27,540	28,042	28,543	29,045	29,547
30,00	30,050	30,552	31,054	31,556	32,058
32,50	32,560	33,063	33,565	34,067	34,569
35,00	35,072	35,574	36,076	36,579	37,081
37,50	37,583	38,085	38,587	39,090	39,592
40,00	40,094	40,596	41,098	41,600	42,102
42,50	42,604	43,106	43,608	44,109	44,611
45,00	45,113	45,614	46,116	46,617	47,118
47,50	47,619	48,121	48,622	49,122	49,623
50,00	50,124				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
10,00	10,016	10,035	0,02
15,00	15,043	15,020	- 0,02
20,00	20,034	20,020	- 0,01
25,00	25,043	25,031	- 0,01
30,00	30,012	30,050	0,04
35,00	35,042	35,072	0,03
40,00	40,097	40,094	0,00
45,00	45,176	45,113	- 0,06
50,00	50,090	50,124	0,03

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4566 - 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23932-012

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.3

281

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23932-004 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	CD-11
Número de Serie *Serial Number*	0059742-6ME
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	20 kg
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	0059742-6ME
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,001 kg
Intervalo Calibrado	0,02 kg a 20 kg
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga kg	Indicación Ascendente kg	Indicación Descendente kg	Error Ascendente kg	Error Descendente kg	Incertidumbre Expandida ±kg	k^{1}, p=95,45% -----
0,020 0	0,019	0,018	- 0,001 0	- 0,002 0	0,001 4	2,12
5,000 0	4,997	4,996	- 0,003 0	- 0,004 0	0,001 5	2,10
10,000 0	9,994	9,994	- 0,006 0	- 0,006 0	0,001 6	2,06
15,000 0	14,990	14,990	- 0,010 0	- 0,010 0	0,001 9	2,03
20,000 0	19,987	19,987	- 0,013 0	- 0,013 0	0,002 1	2,02

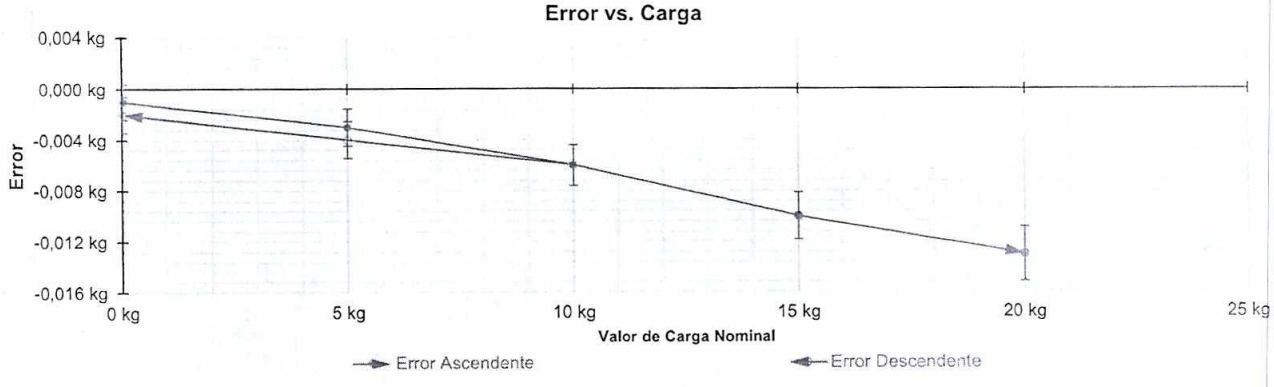


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 7 kg

Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	kg	kg
1	6,995	-------
2	6,996	0,001
3	6,995	0,000
4	6,995	0,000
5	6,996	0,001
Diferencia máxima respecto al centro		**0,001**

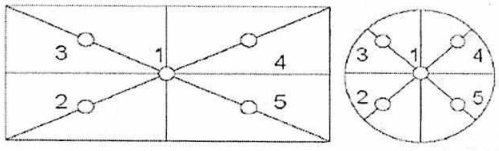


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	10 kg	20 kg
Cantidad de Repeticiones	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	9,993	19,987
2	9,994	19,986
3	9,993	19,987
4	9,994	19,987
5	9,993	19,986
6	9,994	19,986
7	9,994	19,987
8	9,993	19,987
9	9,993	19,986
10	9,993	19,986
Desviación Estándar	**0,000 52 kg**	**0,000 53 kg**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	27,8 °C	**Temperatura Mínima:**	27,5 °C
Humedad Máxima:	58 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,5 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,2 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R*, y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad E_{aprox} =$ *-6,44 E-04 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *4,46 E-07* + *2,76 E-08* R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-004**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.3

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23932-005 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	PX2202/E
Número de Serie *Serial Number*	C008040229
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	2200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C008040229
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,1 g
Intervalo Calibrado	2 g a 2200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k^{1}, p=95,45% -----
2,000	2,0	2,0	0,000	0,000	0,082	2,01
500,000	500,0	500,0	0,000	0,000	0,089	2,00
1 100,00	1 100,0	1 099,9	0,00	- 0,10	0,11	2,00
1 500,00	1 500,0	1 499,9	0,00	- 0,10	0,14	2,01
2 200,00	2 200,0	2 200,0	0,00	0,00	0,18	2,01

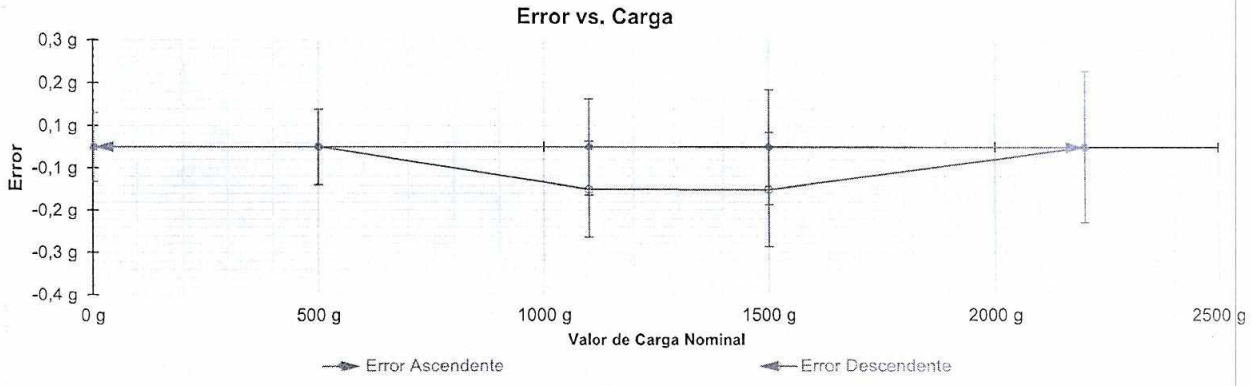


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	800 g

Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	g	g
1	800,0	-------
2	800,0	0,0
3	800,0	0,0
4	800,1	0,1
5	800,0	0,0
Diferencia máxima respecto al centro		**0,1**

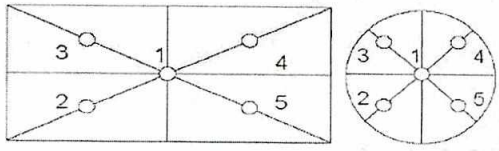


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	1100 g	2200 g
Cantidad de Repeticiones	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	1 100,0	2 200,0
2	1 100,0	2 200,0
3	1 100,0	2 200,0
4	1 100,0	2 200,0
5	1 100,0	2 200,0
6	1 100,0	2 200,0
7	1 100,0	2 200,0
8	1 100,0	2 200,0
9	1 100,0	2 200,0
10	1 100,0	2 200,0
Desviación Estándar	**0,000 g**	**0,000 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,6 °C	**Temperatura Mínima:**	28,4 °C
Humedad Máxima:	58 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,7 hPa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Laboratorio de Metrología: CL 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R*, y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} = -4{,}24\ E\text{-}07 \cdot R$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 1,67 E-03 + 1,14 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-005**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.3

285/K

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-23932-006 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	SP202
Número de Serie *Serial Number*	B250612476
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-007
Carga Máxima *Maximum load*	200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B250612476
Identificación Interna	LS-007
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	0,2 g a 200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas y tipo láminas
Clase de exactitud	F1 / F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios / CAP-938-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k^{1}, p=95,45% -----
0,200 0	0,20	0,20	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
50,000 1	50,00	50,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
100,000 0	100,00	100,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
150,000 1	150,00	150,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
199,999 9	200,00	200,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01

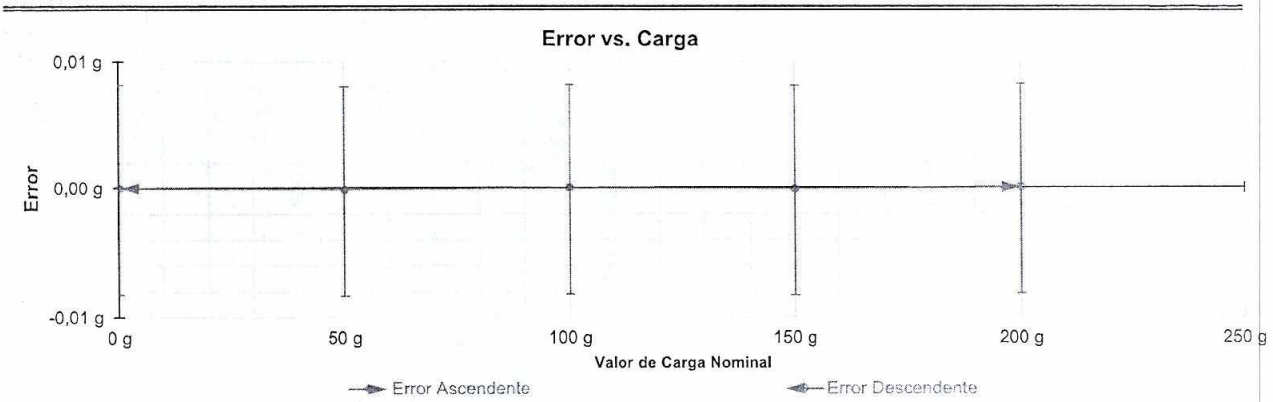


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	80 g	
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	g	g
1	80,00	-------
2	80,00	0,00
3	80,00	0,00
4	80,00	0,00
5	80,00	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		**0,00**

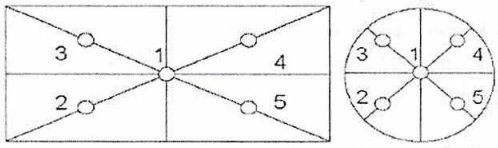


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	100 g	200 g
Cantidad de Repeticiones	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	100,00	200,00
2	100,00	200,00
3	100,00	200,00
4	100,00	200,00
5	100,00	200,00
6	100,00	200,00
7	100,00	200,00
8	100,00	200,00
9	100,00	200,00
10	100,00	200,00
Desviación Estándar	0,000 0 g	0,000 0 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,8 °C	**Temperatura Mínima:**	28,5 °C
Humedad Máxima:	57 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,7 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R*, y también obtener su incertidumbre expandida U_R

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} =$ *-1,14 E-07 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *1,67 E-05* + *7,51 E-09* R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-006**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.3

287/1

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-23932-007 R0

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	PX2202/E
Número de Serie *Serial Number*	C008040229
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	220 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS, GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería, Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 09 – 10
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 09 – 20

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C008040229
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	0,2 g a 220 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas y tipo láminas
Clase de exactitud	F1 / F1
Certificado No.	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios / CAP-938-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k^{1}, p=95,45% -----
0,200 0	0,20	0,20	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
50,000 1	50,00	50,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 9	2,00
100,000	100,00	100,00	0,000	0,000	0,011	2,00
150,000	150,00	149,99	0,000	- 0,010	0,014	2,01
200,000	200,00	200,00	0,000	0,000	0,017	2,01

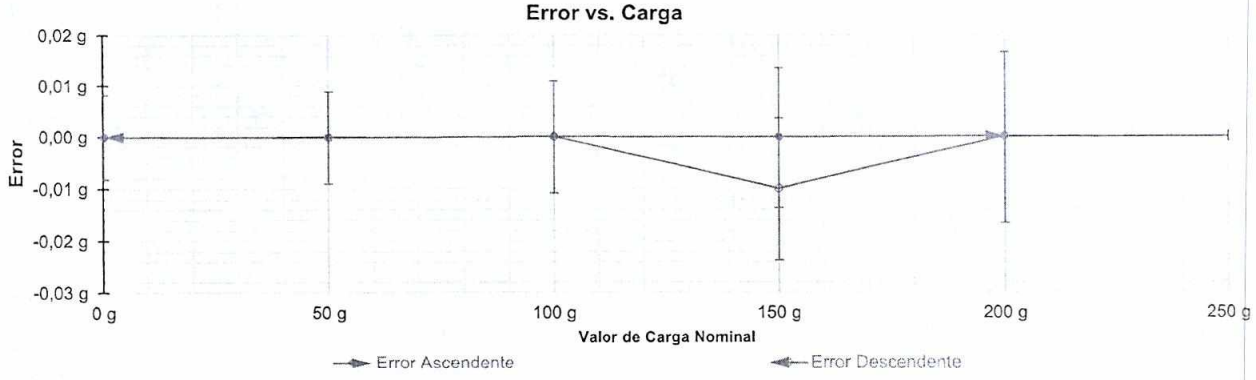


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LM-PC-24-F-01 R7.3

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 80 g

Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	g	g
1	80,00	-------
2	80,01	0,01
3	80,01	0,01
4	80,00	0,00
5	80,00	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		**0,01**

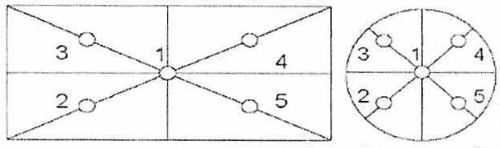


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	110 g	220 g
Cantidad de Repeticiones	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	110,00	220,00
2	110,00	220,00
3	110,00	220,00
4	110,00	220,00
5	110,00	220,00
6	110,00	220,00
7	110,00	220,00
8	110,00	220,00
9	110,00	220,00
10	110,00	220,00
Desviación Estándar	**0,000 0 g**	**0,000 0 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S..; Monteria, Cordoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,6 °C	**Temperatura Mínima:**	28,4 °C
Humedad Máxima:	58 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	991,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	991,7 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R, y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad E_{aprox} =$ -1,97 E-07 · R

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 1,67 E-05 + 1,14 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-23932-007**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 R7.3

289/K

Calidad metrológica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE METROLOGÍA Q-MET

No 4396

1. INFORMACIÓN

Dos (2) Páginas

INSTRUMENTO	SOLICITANTE
BALANZA	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE SAS

FABRICANTE	DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE
TCM	CALLE 27 N 6 -12 B/ CENTRO - MONTERÍA

MODELO	SERIE	FECHA DE RECEPCIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN
ACS-701	NO VISIBLE	04/02/2022	04/02/2022

2. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realiza mediante la comparación directa entre el valor indicado por el equipo a calibrar y las medidas indicadas por el instrumento patrón. procedimiento interno:

3. CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura:	30 ± 0.1° C	Humedad:	67,90%

4. TRAZABILIDAD

Equipo: *PESAS LEXUS 20Kg; 10Kg; 5Kg; 2Kg; 1000gr*
Fecha de Calibración: *29-01-2021*
Certificado N°: *CL115173-CL115174-CL115175-CL115176-CL115177*

5. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

a. Se calcula la incertidumbre expandida con un factor de k=2 para un nivel de confianza de 95,45%
b. Para reconocimiento y control se adhiere al equipo una etiqueta física con el número y fecha de emisión del certificado.
c. Los resultados consignados en el presente certificado representan fielmente las medidas tomadas de acuerdo con los procedimientos para tal fin y no pueden ser reproducidos total o parcialmente sin permiso de Q-MET S.A.S
d. QMET S.A.S no se hace responsable por las consecuencias del mal uso de los equipos o la aplicación de aquellos con errores fuera del rango recomendado por el fabricante.

6. FIRMAS AUTORIZADAS

Control de calidad

Q-met S.A.S. NIT: 900.825.509-2 Cra 7 # 23 - 37 Montería - córdoba
Telefono: 350.654.60.21 _mail: qmet.co@gmail.com

Calidad metrológica

N° 4396

7. DATOS

Masa [kg]

Patrón	Equipo	Error	U (k=2)
5,00	4,99	0,01	0,12
10,00	9,99	0,01	0,12
20,00	19,99	0,01	0,12
20,00	19,99	0,01	0,12
30,00	29,98	0,02	0,12

	[kg]	0	FALSO	0
Error Máximo:	0,02	0,00		0,00
Incertidumbre Máxima:	0,12	0,00	0,00	0,00

7. OBSERVACIONES

Se asignó y se adhirió al equipo la estampilla de calibración con el número del presente certificado.

FIN DEL CERTIFICADO

Q-met S.A.S. NIT: 900.825.509-2 Cra 7 # 23 - 37 Montería - córdoba
Telefono: 350.654.60.21 _mail: qmet.co@gmail.com

290/K

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/ IEC 17025:2017
13-LAC 008

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115176

SOLICITANTE : Q-MET S.A.S.

DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE : Calle 23 N° 7-24 Barrio Chuchurubi, Montería - Córdoba.

LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Masa y Balanza Metrocaribe S.A.

INSTRUMENTO : Pesa Patrón

FABRICANTE : LEXUS

MODELO : Bloque

NÚMERO DE SERIE : 04

CÓDIGO INTERNO : No Identificado

VALOR NOMINAL : 20 kg

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-01-29

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-02-03

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Los datos de la calibración se obtuvieron empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones del patrón y la del instrumento de prueba, según procedimiento P MC CM, basado en la norma NTC 1848:2007

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura :	24,37 °C	24,51 °C
Humedad Relativa :	54,62 %hr	54,22 %hr
Presión Atmosférica :	1002 hPa	1002 hPa

TRAZABILIDAD

La calibración es trazable al sistema internacional de unidades (SI), a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

PATRONES

Certificado No	Emitido Por	Trazabilidad	Código	Fecha Calibración	Frecuencia Calibración
C4859-20	METROCARIBE S.A.	SI	BA MC 09	2020-10-08	12 Meses
LMS5810	SIGMA	SI	PP MC 20	2018-04-04	36 Meses

FIRMA AUTORIZADA

Revisado Por: Ing. Mayra Pinzón D.
Coordinadora de Laboratorio

Calibrado Por: Tlgo. Gustavo Tichiers B.
Metrólogo

Este certificado sólo debe ser reproducido en forma total o parcial con aprobación escrita de Metrocaribe S.A.
Los resultados son válidos para el momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Metrocaribe S. A., no es responsable del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/ IEC 17025:2017
13-LAC-008

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

INSTRUMENTO: Pesa Patron
FABRICANTE: LEXUS
MODELO: Bloque
NUMERO DE SERIE: 04
CODIGO INTERNO: No Identificado
FECHA DE CALIBRACION: 2021-02-03
PROCEDIMIENTO: F MC CM

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115176

TABLA DE RESULTADOS

Serie / Marca	Se realiza ajuste	Valor de masa convencional Valor Nominal (g)		Error Medido (g)	Incertidumbre (g)	Error Máximo Permitido ± (g)	Factor de Cobertura
04 / LEXUS	SI	20000	+	0,00	0,33	1,0	2,00

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

EVALUACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

De acuerdo con los cálculos realizados, la(s) pesa(s) se encuentra(n) CONFORME con los errores máximos permitidos, para la clase de exactitud M1 según NTC 1848.

REGLA DE DECISIÓN

El valor absoluto del máximo error o histéresis más incertidumbre expandida debe ser menor o igual al error máximo permitido
| E | + U <= EMP

Nota: Si | E | <= EMP, pero | E | + U > EMP, entonces no es posible determinar cumplimiento o no cumplimiento
E: Máximo error o histéresis. U: Incertidumbre expandida. EMP: Error máximo permitido.

OBSERVACIONES

Ninguna.

FIN DEL CERTIFICADO

291/R

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLÓGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-008

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115175

SOLICITANTE :	Q-MET S.A.S.
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE :	Calle 23 N° 7-24 Barrio Chuchurubi, Montería - Córdoba.
LUGAR DE CALIBRACIÓN :	Laboratorio de Masa y Balanza Metrocaribe S.A.
INSTRUMENTO :	Pesa Patrón
FABRICANTE :	LEXUS
MODELO :	Bloque
NÚMERO DE SERIE :	03
CÓDIGO INTERNO :	No Identificado
VALOR NOMINAL :	20 kg
FECHA DE RECEPCIÓN :	2021-01-29
FECHA DE CALIBRACIÓN :	2021-02-03

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Los datos de la calibración se obtuvieron empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones del patrón y la del instrumento de prueba, según procedimiento P MC CM, basado en la norma NTC 1848:2007

TRAZABILIDAD

La calibración es trazable al sistema internacional de unidades (SI), a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

PATRONES

Certificado No	Emitido Por	Trazabilidad	Código	Fecha Calibración	Frecuencia Calibración
C4859-20	METROCARIBE S.A.	SI	BA MC 09	2020-10-08	12 Meses
LMSS810	SIGMA	SI	PP MC 20	2018-04-04	36 Meses

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura :	24,02 °C	24,13 °C
Humedad Relativa :	53,17 %hr	53,29 %hr
Presión Atmosférica :	1002 hPa	1002 hPa

FIRMA AUTORIZADA

Revisado Por: Ing. Mayra Pinzón D.
Coordinadora de Laboratorio

Calibrado Por: Tlgo. Gustavo Tichiers B.
Metrólogo

Este certificado sólo debe ser reproducido en forma total o parcial con aprobación escrita de Metrocaribe S.A.
Los resultados son válidos para el momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Metrocaribe S. A., no es responsable del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/ IEC 17025:2017
13-LAC 038

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

INSTRUMENTO: Pesa Patron
FABRICANTE: LEXUS
MODELO: Bloque
NUMERO DE SERIE: 03
CODIGO INTERNO: No Identificado
FECHA DE CALIBRACION: 2021-02-03
PROCEDIMIENTO: P MC CM

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

Código: F MC CCM
Fecha: 2020-09-17
Versión: 03

No. CL115175

TABLA DE RESULTADOS

Serie / Marca	Se realiza ajuste	Valor de masa convencional Valor Nominal (g)		Error Medido (g)	Incertidumbre (g)	Error Máximo Permitido ± (g)	Factor de Cobertura
03 / LEXUS	SI	20000	+	0.00	0,33	1,0	2,00

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

EVALUACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

De acuerdo con los cálculos realizados, la(s) pesa(s) se encuentra(n) CONFORME con los errores máximos permitidos, para la clase de exactitud M1 según NTC 1848.

REGLA DE DECISIÓN

El valor absoluto del máximo error o histéresis más incertidumbre expandida debe ser menor o igual al error máximo permitido
| E | + U <= EMP

Nota: Si | E | <= EMP, pero | E | + U > EMP, entonces no es posible determinar cumplimiento o no cumplimiento
E: Máximo error o histéresis. U: Incertidumbre expandida. EMP: Error máximo permitido.

OBSERVACIONES

Ninguna.

FIN DEL CERTIFICADO

292/K

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/ IEC 17025:2017
13-LAC 008

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115177

SOLICITANTE :	Q-MET S.A.S.
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE :	Calle 23 N° 7-24 Barrio Chuchurubi, Montería - Córdoba.
LUGAR DE CALIBRACIÓN :	Laboratorio de Masa y Balanza Metrocaribe S.A.
INSTRUMENTO :	Pesa Patrón
FABRICANTE :	LEXUS
MODELO :	Bloque
NÚMERO DE SERIE :	05
CÓDIGO INTERNO :	No Identificado
VALOR NOMINAL :	10 kg
FECHA DE RECEPCIÓN :	2021-01-29
FECHA DE CALIBRACIÓN :	2021-02-03

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Los datos de la calibración se obtuvieron empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones del patrón y la del instrumento de prueba, según procedimiento P MC CM, basado en la norma NTC 1848:2007

TRAZABILIDAD

La calibración es trazable al sistema internacional de unidades (SI), a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

PATRONES

Certificado No	Emitido Por	Trazabilidad	Código	Fecha Calibración	Frecuencia Calibración
C4859-20	METROCARIBE S.A.	SI	BA MC 09	2020-10-08	12 Meses
37247 C	DETECTO	SI	PP MC 10	2018-04-03	36 Meses

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura :	23,49 °C	23,75 °C
Humedad Relativa :	54,16 %hr	54,06 %hr
Presión Atmosférica :	1002 hPa	1002 hPa

FIRMA AUTORIZADA

Revisado Por: Ing. Mayra Pinzón D.
Coordinadora de Laboratorio

Calibrado Por: Tlgo. Gustavo Tichers B.
Metrólogo

Este certificado sólo debe ser reproducido en forma total o parcial con aprobación escrita de Metrocaribe S.A.
Los resultados son válidos para el momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Metrocaribe S. A., no es responsable del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/ IEC 17025:2017
13-LAC-008

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

INSTRUMENTO: Pesa Patron
FABRICANTE: LEXUS
MODELO: Bloque
NUMERO DE SERIE: 05
CODIGO INTERNO: No Identificado
FECHA DE CALIBRACION: 2021-02-03
PROCEDIMIENTO: P MC CM

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

Codigo: F MC CCM
Fecha: 2020-09-17
Versión: 03

No. CL115177

TABLA DE RESULTADOS

Serie / Marca	Se realiza ajuste	Valor de masa convencional Valor Nominal (g)		Error Medido (g)	Incertidumbre (g)	Error Máximo Permitido ± (g)	Factor de Cobertura
05 / LEXUS	SI	10000	+	0,10	0,17	0,50	2,00

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

EVALUACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

De acuerdo con los cálculos realizados, la(s) pesa(s) se encuentra(n) CONFORME con los errores máximos permitidos, para la clase de exactitud M1 según NTC 1848.

REGLA DE DECISIÓN

El valor absoluto del máximo error o histéresis más incertidumbre expandida debe ser menor o igual al error máximo permitido
| E | + U <= EMP

Nota: Si | E | <= EMP, pero | E | + U > EMP, entonces no es posible determinar cumplimiento o no cumplimiento
E: Máximo error o histéresis. U: Incertidumbre expandida. EMP: Error máximo permitido.

OBSERVACIONES

Ninguna.

FIN DEL CERTIFICADO

293|2

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017 13-LAC-008

Fecha emisión certificado: 2021-02-04

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115173

SOLICITANTE :	Q-MET S.A.S.
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE :	Calle 23 N° 7-24 Barrio Chuchurubi, Montería - Córdoba.
LUGAR DE CALIBRACIÓN :	Laboratorio de Masa y Balanza Metrocaribe S.A.
INSTRUMENTO :	Pesa Patrón
FABRICANTE :	LEXUS
MODELO :	Bloque
NÚMERO DE SERIE :	01
CÓDIGO INTERNO :	No Identificado
VALOR NOMINAL :	20 kg
FECHA DE RECEPCIÓN :	2021-01-29
FECHA DE CALIBRACIÓN :	2021-02-03

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Los datos de la calibración se obtuvieron empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones del patrón y la del instrumento de prueba, según procedimiento P MC CM, basado en la norma NTC 1848:2007

TRAZABILIDAD

La calibración es trazable al sistema internacional de unidades (SI), a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura :	23,71 °C	23,54 °C
Humedad Relativa :	52,21 %hr	53,21 %hr
Presión Atmosférica :	1002 hPa	1002 hPa

PATRONES

Certificado No	Emitido Por	Trazabilidad	Código	Fecha Calibración	Frecuencia Calibración
C4659-20	METROCARIBE S.A.	SI	BA MC 09	2020-10-08	12 Meses
LMS5810	SIEMA	SI	PP MC 20	2018-04-04	36 Meses

FIRMA AUTORIZADA

Revisado Por: Ing. Mayra Pinzón D.
Coordinadora de Laboratorio

Calibrado Por: Tlgo. Gustavo Tichers B.
Metrólogo

Este certificado sólo debe ser reproducido en forma total o parcial con aprobación escrita de Metrocaribe S.A.
Los resultados son válidos para el momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Metrocaribe S. A., no es responsable del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLÓGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-008

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

INSTRUMENTO: Pesa Patron
FABRICANTE: LEXUS
MODELO: Bloque
NUMERO DE SERIE: 01
CODIGO INTERNO: No Identificada
FECHA DE CALIBRACION: 2021-02-03
PROCEDIMIENTO: P MC CM

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115173

TABLA DE RESULTADOS

Serie / Marca	Se realiza ajuste	Valor de masa convencional Valor Nominal (g)	Error Medido (g)	Incertidumbre (g)	Error Máximo Permitido ± (g)	Factor de Cobertura
01 / LEXUS	SI	20000	+ 0,09	0,33	1,0	2,05

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

EVALUACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

De acuerdo con los cálculos realizados, la(s) pesa(s) se encuentra(n) CONFORME con los errores máximos permitidos, para la clase de exactitud M1 según NTC 1848.

REGLA DE DECISIÓN

El valor absoluto del máximo error o histéresis más incertidumbre expandida debe ser menor o igual al error máximo permitido
| E | + U <= EMP

Nota: Si | E | <= EMP, pero | E | + U > EMP, entonces no es posible determinar cumplimiento o no cumplimiento
E: Máximo error o histéresis. U: Incertidumbre expandida. EMP: Error máximo permitido.

OBSERVACIONES

Ninguna.

FIN DEL CERTIFICADO

294/K

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/ IEC 17025:2017
13-LAC 008

Fecha emisión certificado:
2021-02-04

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115174

SOLICITANTE :	Q-MET S.A.S.
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE :	Calle 23 N° 7-24 Barrio Chuchurubi, Montería - Córdoba.
LUGAR DE CALIBRACIÓN :	Laboratorio de Masa y Balanza Metrocaribe S.A.
INSTRUMENTO :	Pesa Patrón
FABRICANTE :	LEXUS
MODELO :	Bloque
NÚMERO DE SERIE :	02
CÓDIGO INTERNO :	No Identificado
VALOR NOMINAL :	20 kg
FECHA DE RECEPCIÓN :	2021-01-29
FECHA DE CALIBRACIÓN :	2021-02-03

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Los datos de la calibración se obtuvieron empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones del patrón y la del instrumento de prueba, según procedimiento P MC CM, basado en la norma NTC 1848:2007

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura :	23,99 °C	23,81 °C
Humedad Relativa :	52,09 %hr	52,21 %hr
Presión Atmosférica :	1002 hPa	1002 hPa

TRAZABILIDAD

La calibración es trazable al sistema internacional de unidades (SI), a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

PATRONES

Certificado No	Emitido Por	Trazabilidad	Código	Fecha Calibración	Frecuencia Calibración
C4659-20	METROCARIBE S.A.	SI	BA MC 09	2020-10-08	12 Meses
LMSS810	SISAM	SI	PP MC 20	2018-04-04	36 Meses

FIRMA AUTORIZADA

Revisado Por: Ing. Mayra Pinzón D.
Coordinadora de Laboratorio

Calibrado Por: Tlgo. Gustavo Tichiers B.
Metrólogo

Este certificado sólo debe ser reproducido en forma total o parcial con aprobación escrita de Metrocaribe S.A.
Los resultados son válidos para el momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Metrocaribe S. A., no es responsable del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

METROCARIBE®

INVESTIGACIONES METROLOGICAS DEL CARIBE S.A.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACION DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC 008

Fecha emisión certificado: 2021-02-04

INSTRUMENTO: Pesa Patron
FABRICANTE: LEXUS
MODELO: Bloque
NUMERO DE SERIE: 02
CODIGO INTERNO: No Identificado
FECHA DE CALIBRACION: 2021-02-03
PROCEDIMIENTO: P MC GM

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE MASA Y BALANZA

No. CL115174

TABLA DE RESULTADOS

Serie / Marca	Se realiza ajuste	Valor de masa convencional Valor Nominal (g)		Error Medido (g)	Incertidumbre (g)	Error Máximo Permitido ± (g)	Factor de Cobertura
02 / LEXUS	SI	20000	+	0,00	0,33	1,0	2,09

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

EVALUACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

De acuerdo con los cálculos realizados, la(s) pesa(s) se encuentra(n) CONFORME con los errores máximos permitidos, para la clase de exactitud M1 según NTC 1848.

REGLA DE DECISIÓN

El valor absoluto del máximo error o histéresis más incertidumbre expandida debe ser menor o igual al error máximo permitido

| E | + U <= EMP

Nota: Si | E | <= EMP, pero | E | + U > EMP, entonces no es posible determinar cumplimiento o no cumplimiento

E: Máximo error o histéresis. U: Incertidumbre expandida. EMP: Error máximo permitido.

OBSERVACIONES

Ninguna.

FIN DEL CERTIFICADO

295|K

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE METROLOGÍA Q-MET

No 4396

1. INFORMACIÓN

Dos (2) Páginas

INSTRUMENTO	SOLICITANTE
BALANZA	**CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE SAS**

FABRICANTE	DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE
TCM	**CALLE 27 N 6 -12 B/ CENTRO - MONTERÍA**

MODELO	SERIE	FECHA DE RECEPCIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN
ACS-701	**NO VISIBLE**	**04/02/2022**	**04/02/2022**

2. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realiza mediante la comparación directa entre el valor indicado por el equipo a calibrar y las medidas indicadas por el instrumento patrón. procedimiento interno:

3. CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura:	**30 ± 0.1° C**	Humedad:	**67,90%**

4. TRAZABILIDAD

Equipo: *PESAS LEXUS 20Kg; 10Kg; 5Kg; 2Kg; 1000gr*
Fecha de Calibración: *29-01-2021*
Certificado N°: *CL115173-CL115174-CL115175-CL115176-CL115177*

5. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

a. Se calcula la incertidumbre expandida con un factor de k=2 para un nivel de confianza de 95,45%
b. Para reconocimiento y control se adhiere al equipo una etiqueta física con el número y fecha de emisión del certificado.
c. Los resultados consignados en el presente certificado representan fielmente las medidas tomadas de acuerdo con los procedimientos para tal fin y no pueden ser reproducidos total o parcialmente sin permiso de Q-MET S.A.S
d. QMET S.A.S no se hace responsable por las consecuencias del mal uso de los equipos o la aplicación de aquellos con errores fuera del rango recomendado por el fabricante.

6. FIRMAS AUTORIZADAS

Control de calidad

7. DATOS

Masa [kg]

Patrón	Equipo	Error	U (k=2)
5,00	4,99	0,01	0,12
10,00	9,99	0,01	0,12
20,00	19,99	0,01	0,12
20,00	19,99	0,01	0,12
30,00	29,98	0,02	0,12

	[kg]	0	FALSO	0
Error Máximo:	0,02	0,00		0,00
Incertidumbre Máxima:	0,12	0,00	0,00	0,00

7. OBSERVACIONES

Se asignó y se adhirió al equipo la estampilla de calibración con el número del presente certificado.

FIN DEL CERTIFICADO

296/K

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Mediciones Especiales

Calibration Certificate - Laboratory of Especials Mesuarements

NA-24408-001 R0

Equipo *Instrument*	ESCLERÓMETRO PARA CONCRETO (TIPO N)
Fabricante *Manufacturer*	CONTROLS
Modelo *Model*	58-00181/C
Número de Serie *Serial Number*	16007144
Identificación Interna *Internal Identification*	NO PRESENTA
Intervalo de Medida *Measurement Range*	10 und a 100 und
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 10 – 04
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 10 – 05
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrologia Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Personas que Autorizan el Certificado

Persons Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Tipo de Martillo	Esclerómetro para Concreto (Tipo N)
Documento de Referencia	ASTM C805 / C805M - 18 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete
Instrumento de Referencia	Yunque para Calibración
Certificado de Calibración	D041-16 de Incolbest

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Posterior a la inspección visual y de funcionamiento se procede con la toma de las lecturas accionando el martillo en el yunque para calibración con una inclinación de + 90°. Dicho yunque posee una dureza de 59,8 HRC (Rockwell C) con la que el valor del rebote en el martillo para concreto deberá ser de 80 R ± 1 R. A continuación, los resultados de la calibración.

Tabla 1.
Resultados de la calibración como se recibe y como se entrega el equipo

Valor Nominal	Promedio de Indicación	Error	Incertidumbre Expandida, U	$k_{,\ p=95,45\%}$
R	R	R	R	-----
80	79,5	-0,5	1,5	2,00

$$\textit{Factor de Corrección (CF)}^{1} = \frac{\textit{Valor de Rebote Especificado del Yunque}}{\textit{Promedio de Indicaciones Obtenido}} = \mathbf{1,006}$$

[1] Multiplique las lecturas obtenidas en el equipo por el factor de corrección reportado

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se ejecutó en el laboratorio de metrología PINZUAR S.A.S. Durante la calibración se registrarón las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Máxima	19,7 °C	**Temperatura Mínima**	19,5 °C
Húmedad Relativa Máx.	57 % HR	**Húmedad Relativa Mín.**	56 % HR

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Se adjunta la etiqueta de calibración **No.** **NA-24408-001**

Fin del Certificado

297/K

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-24408-003 R0

Equipo *Instrument*	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO
Fabricante *Manufacturer*	NO PRESENTA
Modelo *Model*	NO PRESENTA
Número de Serie *Serial Number*	0065
Identificación Interna *Internal Identification*	NO PRESENTA
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	4,5 MPa
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 10 – 01
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 10 – 21

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 5 kN
Tipo de Indicación	Analógica	**Modelo**	U10M
División de Escala	0,25 MPa	**Número de Serie**	021278S
Resolución	0,125 MPa	**Certificado de Calibración**	5250 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 22 % al 100 % de la carga máxima.		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realiza una inspección general al instrumento bajo calibración IBC, en donde visualmente se verifica su estructura, se llevan a cabo (3) tres precargas para verificar el adecuado funcionamiento del equipo, se realizan (5) cinco mediciones al diámetro del pistón para determinar el área de contacto y se procede finalmente a la toma de las lecturas de medición de fuerza durante (3) series ascendentes.
Con la medición de Fuerza en Newton (N) y el área en metros (m^2) al cuadrado se determina la presión que realiza el instrumento.

Tabla 1.
Datos de la dimensión del Pistón

Descripción	Indicaciones Registradas del IBC						
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	Promedio	Desviación
Díametro (mm)	6,400 0	6,410 0	6,400 0	6,410 0	6,420 0	6,4080	0,008
Área (m^2)	3,22E-05	3,23E-05	3,22E-05	3,23E-05	3,24E-05	3,225E-05	8,423E-08

Tabla 2.
Datos de calibración en MPa

Valor Nominal IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Bajo Calibración para Cada Serie					
		S_1 Ascendente	S_2 Ascedente	S_3 Ascendente	Promedio $S_{1,2\ y\ 3}$.	Error	Incertidumbre
No.	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	%
1	1,000	0,529 5	0,476 8	0,513 2	0,506 5	0,494	0,15
2	1,500	1,105 8	1,006 6	1,020 4	1,044 3	0,456	0,16
3	2,000	1,508 8	1,547 7	1,490 0	1,515 5	0,485	0,16
4	2,500	2,001 0	2,054 9	1,969 6	2,008 5	0,492	0,16
5	3,000	2,538 3	2,421 6	2,471 8	2,477 2	0,523	0,17
6	3,500	2,991 6	2,955 2	2,952 7	2,966 5	0,534	0,15
7	4,000	3,508 9	3,405 9	3,546 6	3,487 1	0,513	0,18
8	4,500	4,078 9	4,072 6	4,115 3	4,089 0	0,411	0,15

CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el laboratorio de Metrología de Pinzuar en su laboratorio de fuerza ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	19,5 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	19,7 °C
Humedad Relativa Máxima:	56 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	55 % HR

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.2), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k = 2,05 y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, FALSO debe calibrarse si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. NA-24408-003

Fin del Certificado

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-24408-004 R0

Equipo *Instrument*	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO
Fabricante *Manufacturer*	NO PRESENTA
Modelo *Model*	NO PRESENTA
Número de Serie *Serial Number*	0068
Identificación Interna *Internal Identification*	NO PRESENTA
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	4,5 MPa
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2021 – 10 – 01
Fecha de Emisión *Date of issue*	2021 – 10 – 21

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Dirección de Carga	Compresión	Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN
Tipo de Indicación	Analógica	Modelo	U10M
División de Escala	0,25 MPa	Número de Serie	021278S
Resolución	0,125 MPa	Certificado de Calibración	5250 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 22 % al 100 % de la carga máxima.		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realiza una inspección general al instrumento bajo calibración IBC, en donde visualmente se verifica su estructura, se llevan a cabo (3) tres precargas para verificar el adecuado funcionamiento del equipo, se realizan (5) cinco mediciones al diámetro del pistón para determinar el área de contacto y se procede finalmente a la toma de las lecturas de medición de fuerza durante (3) series ascendentes.
Con la medición de Fuerza en Newton (N) y el área en metros (m^2) al cuadrado se determina la presión que realiza el instrumento.

Tabla 1.
Datos de la dimensión del Pistón

Descripción	Indicaciones Registradas del IBC						
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	Promedio	Desviación
Diametro (mm)	6,400 0	6,430 0	6,440 0	6,480 0	6,520 0	6,4540	0,047
Área (m^2)	3,22E-05	3,25E-05	3,26E-05	3,30E-05	3,34E-05	3,272E-05	4,739E-07

Tabla 2.
Datos de calibración en MPa

Valor Nominal IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Bajo Calibración para Cada Serie					
		S_1 Ascendente	S_2 Ascedente	S_3 Ascendente	Promedio $S_{1,2\ y\ 3}$.	Error	Incertidumbre
No.	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	%
1	1,000	0,606 1	0,578 9	0,602 4	0,595 8	0,404	0,15
2	1,500	1,112 3	1,143 3	1,134 6	1,130 1	0,370	0,15
3	2,000	1,680 4	1,710 1	1,685 4	1,692 0	0,308	0,15
4	2,500	2,144 6	2,070 3	2,117 3	2,110 7	0,389	0,16
5	3,000	2,527 0	2,499 8	2,549 3	2,525 4	0,475	0,15
6	3,500	3,023 4	3,081 5	3,116 2	3,073 7	0,426	0,16
7	4,000	3,556 8	3,601 4	3,591 5	3,583 2	0,417	0,15
8	4,500	4,195 5	4,154 7	4,216 6	4,188 9	0,311	0,16

CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el laboratorio de Metrología de Pinzuar en su laboratorio de fuerza ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	19,5 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	19,7 °C
Humedad Relativa Máxima:	57 % HR	Humedad Relativa Mínima:	58 % HR

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.2), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k = 2,02 y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, FALSO debe calibrarse si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. NA-24408-004

Fin del Certificado

300/K

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-24408-005 R0

Equipo *Instrument*	TERMÓMETRO DE CARATULA
Fabricante *Manufacturer*	WINTERS
Modelo *Model*	Y3375
Número de Serie *Serial Number*	TR001
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Intervalo de Medición *Measurement Range*	0 °C a 250 °C.
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Recepción *Date of Receipt*	2021 – 09 – 24
Fecha de Calibración *Date of Calibration*	2021 – 09 – 30
Fecha de Emisión *Date of Issue*	2021 – 10 – 04
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

Instrumento Calibrado	TERMÓMETRO DE CARATULA
Longitud de Inmersión	100 mm
Resolución	5 °C
Método Empleado	Comparación Directa
Patrón(es) de Referencia	Conjunto indicador Black Stack y sensor SPRT Pt-100
Certificado No.	15-B8DOX-20-1 de Transcat / 5-FV1ZH-20-1 Rev 0 de Transcat
Documento de Referencia	NT VVS 103:1994 Thermometers, Contact, Direct Reading: Calibration.

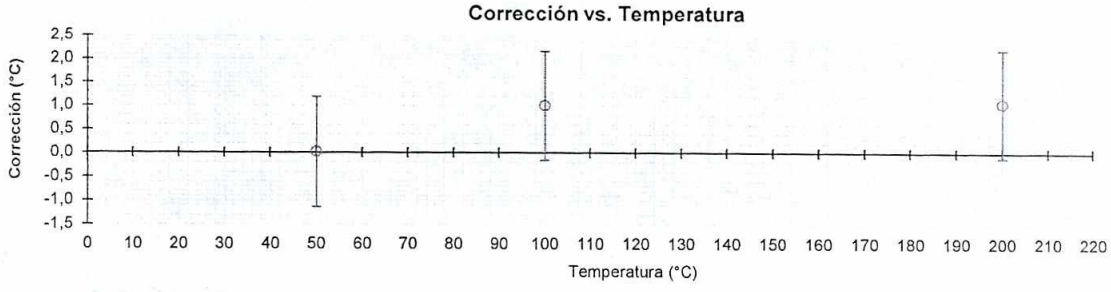
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al termómetro en referencia se le efectuó una inspección visual en la que se determinó que no presenta ninguna situación que impida su calibración, por lo que se continuó con la toma de datos al comparar sus indicaciones contra las indicaciones de la SPRT y su respectivo indicador simulando los valores de temperatura acordados con el cliente en un baño líquido.

Tabla 1.

Resultados de la calibración en los valores de temperatura solicitados por el cliente.

Indicación Promedio del Patrón	Indicación Promedio del Termómetro en Calibración	Corrección a la Indicación	Incertidumbre Expandida	$k_{p=95,45\ \%}$
°C	°C	°C	°C	----
50,0200	50,0	0,0	1,2	2,01
100,0052	99,0	1,0	1,2	2,01
200,0533	199,0	1,1	1,2	2,01



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó en las intalaciones de Pinzuar en Bogotá, bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	20,0 °C	**Humedad Máxima**	55 %HR
Temperatura Mínima	18,7 °C	**Humedad Mínima**	48 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. T-24408-005

LM-PC-22-F-01 R4.2

Fin del Documento

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-24408-006 R0

Equipo *Instrument*	TERMÓMETRO DE CARATULA
Fabricante *Manufacturer*	WINTERS
Modelo *Model*	Y3375
Número de Serie *Serial Number*	TR002
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Intervalo de Medición *Measurement Range*	0 °C a 250 °C.
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Recepción *Date of Receipt*	2021 – 09 – 24
Fecha de Calibración *Date of Calibration*	2021 – 09 – 30
Fecha de Emisión *Date of Issue*	2021 – 10 – 04
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

Instrumento Calibrado	TERMÓMETRO DE CARATULA
Longitud de Inmersión	100 mm
Resolución	5 °C
Método Empleado	Comparación Directa
Patrón(es) de Referencia	Conjunto indicador Black Stack y sensor SPRT Pt-100
Certificado No.	15-B8DOX-20-1 de Transcat / 5-FV1ZH-20-1 Rev 0 de Transcat
Documento de Referencia	NT VVS 103:1994 Thermometers, Contact, Direct Reading: Calibration.

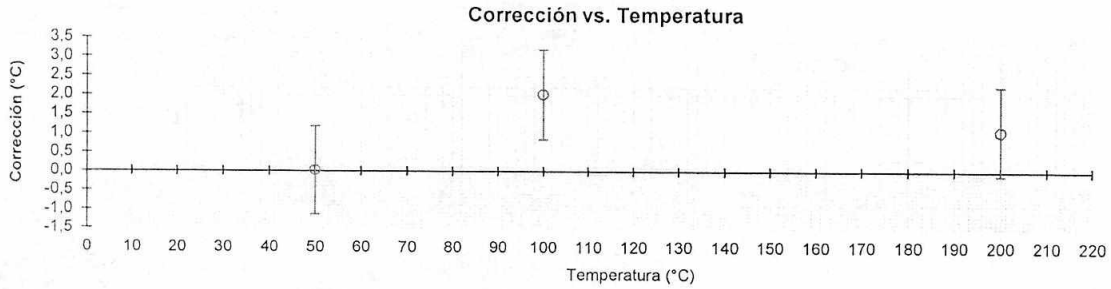
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al termómetro en referencia se le efectuó una inspección visual en la que se determinó que no presenta ninguna situación que impida su calibración, por lo que se continuó con la toma de datos al comparar sus indicaciones contra las indicaciones de la SPRT y su respectivo indicador simulando los valores de temperatura acordados con el cliente en un baño líquido.

Tabla 1.

Resultados de la calibración en los valores de temperatura solicitados por el cliente.

Indicación Promedio del Patrón	Indicación Promedio del Termómetro en Calibración	Corrección a la Indicación	Incertidumbre Expandida	$k_{,\ p=95,45\ \%}$
°C	°C	°C	°C	----
50,0200	50,0	0,0	1,2	2,01
100,0052	98,0	2,0	1,2	2,01
200,0533	199,0	1,1	1,2	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó en las intalaciones de Pinzuar en Bogotá, bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	20,0 °C	**Humedad Máxima**	55 %HR
Temperatura Mínima	18,8 °C	**Humedad Mínima**	48 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

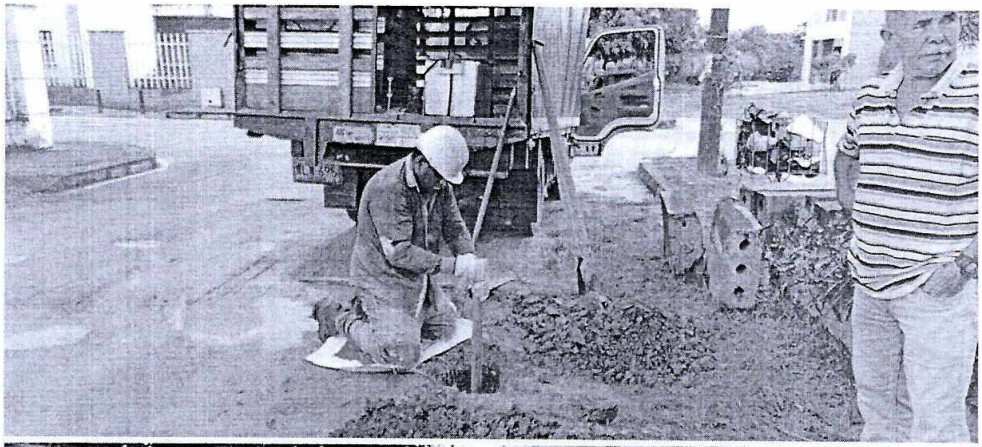
OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. T-24408-006

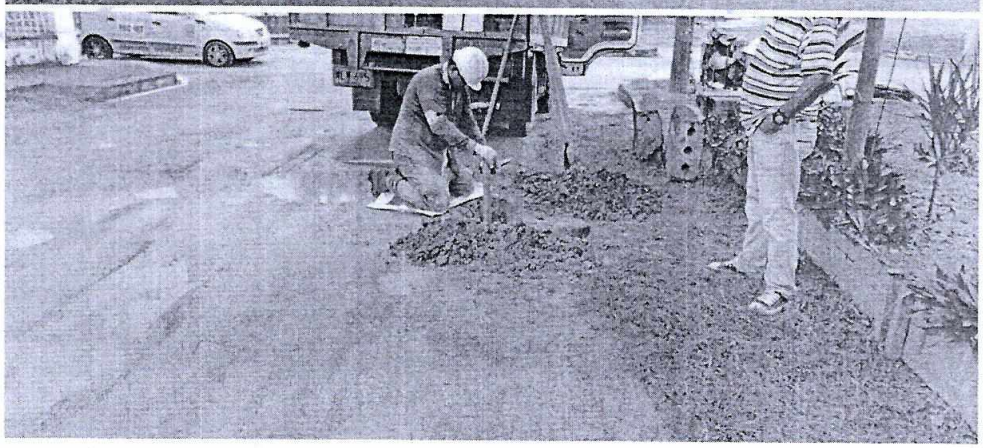
Fin del Documento

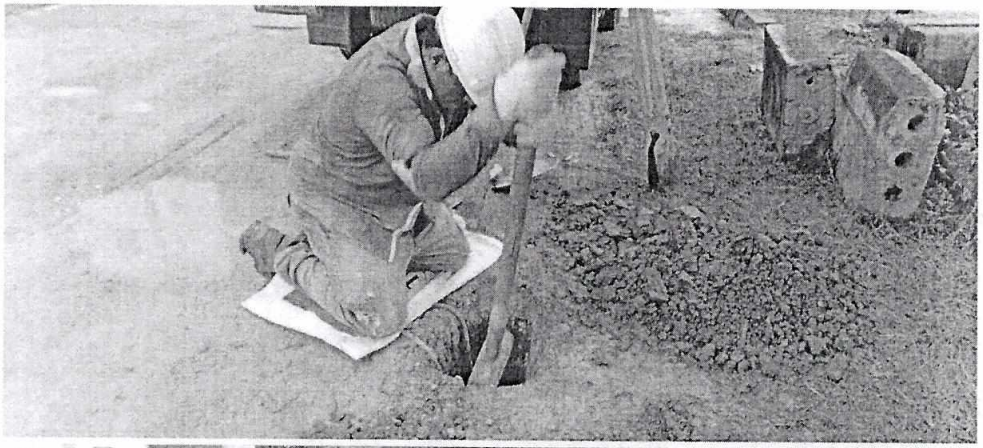
ANEXO 4.
REGISTRO FOTOGRAFICO
(EN CD)

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

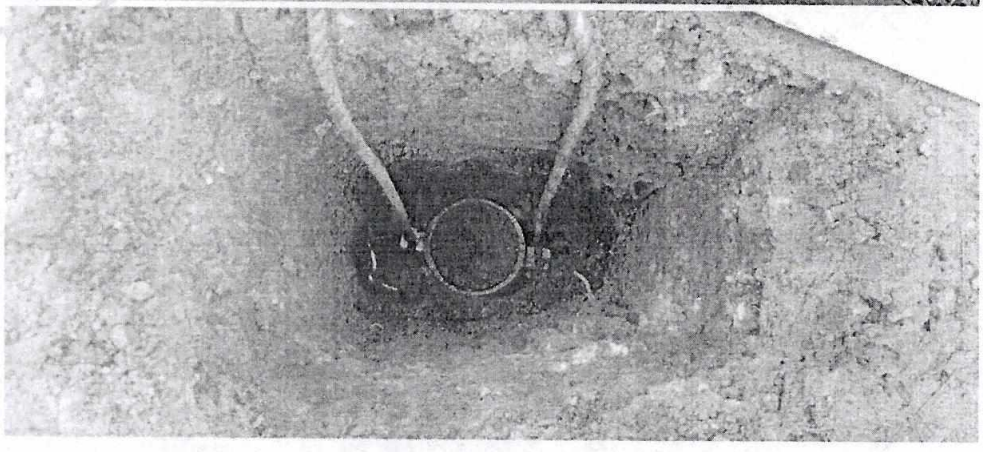


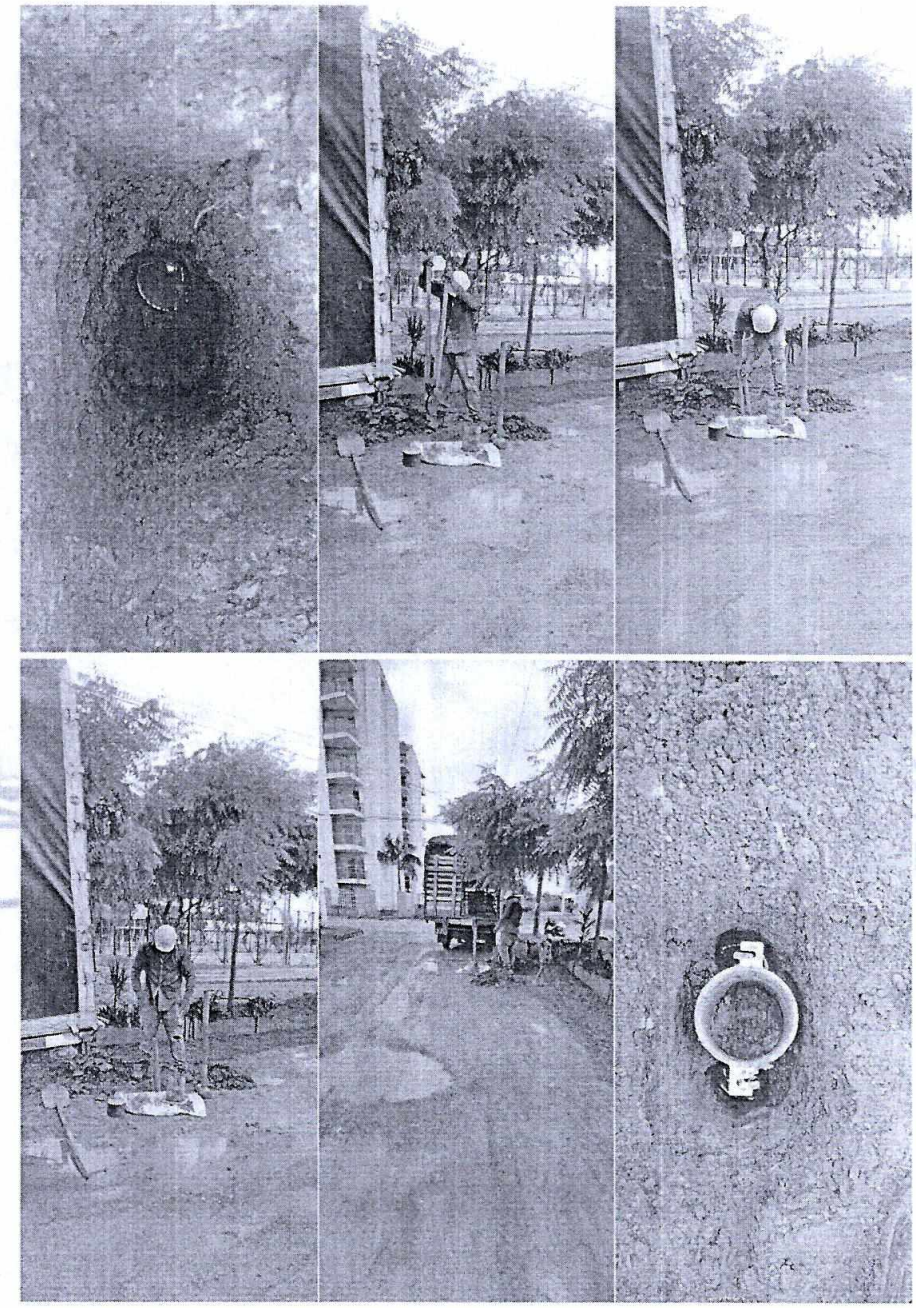


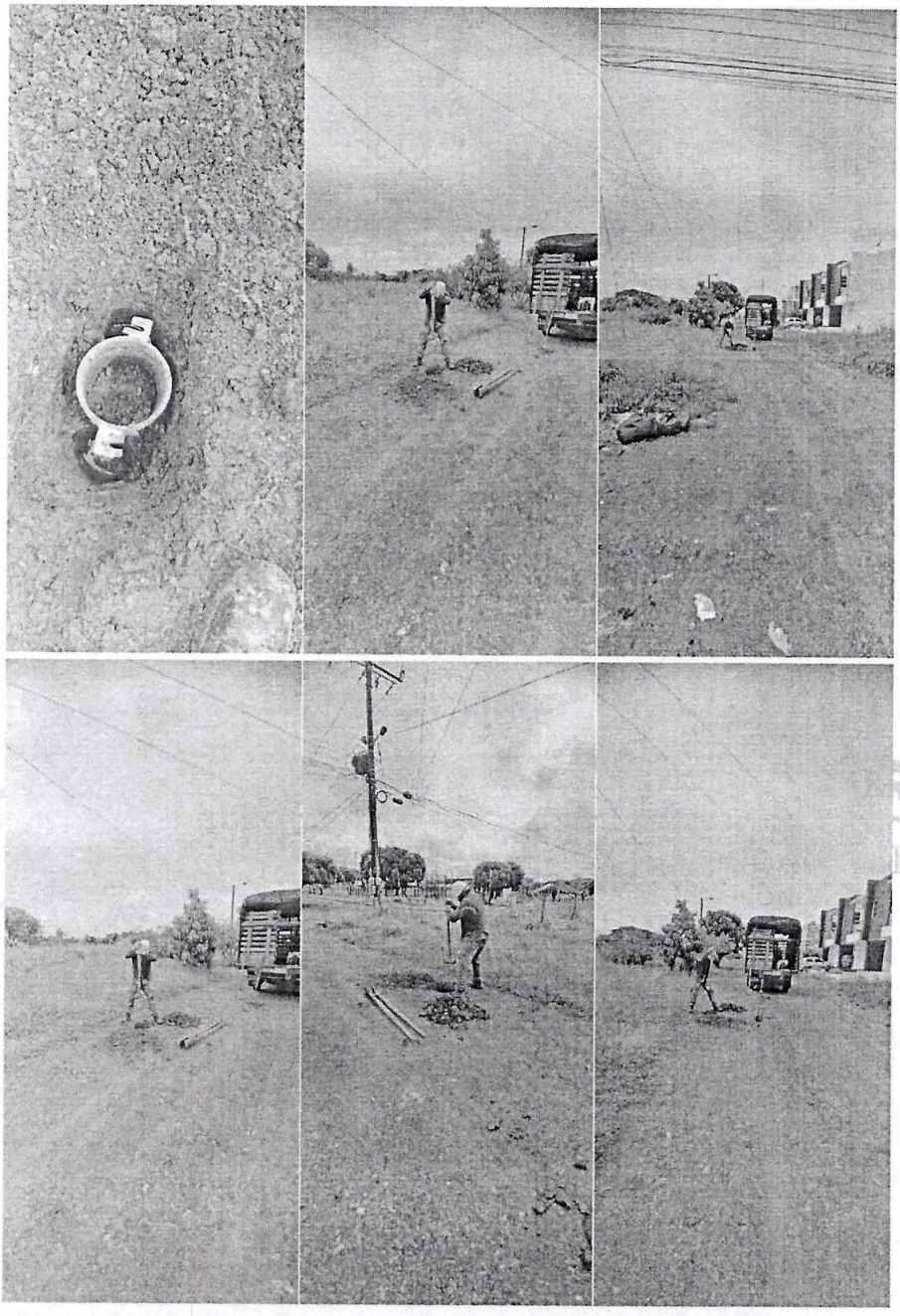


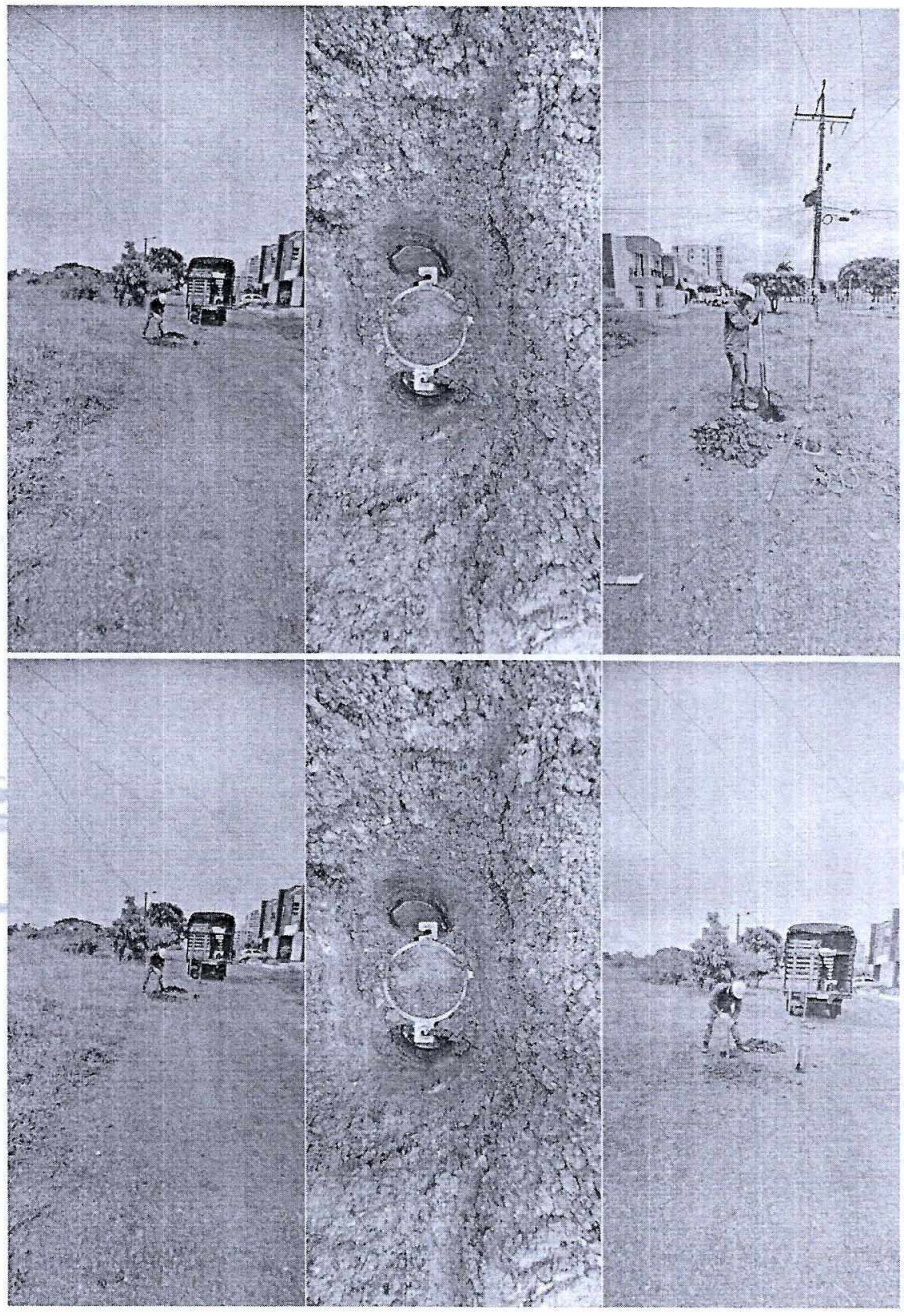




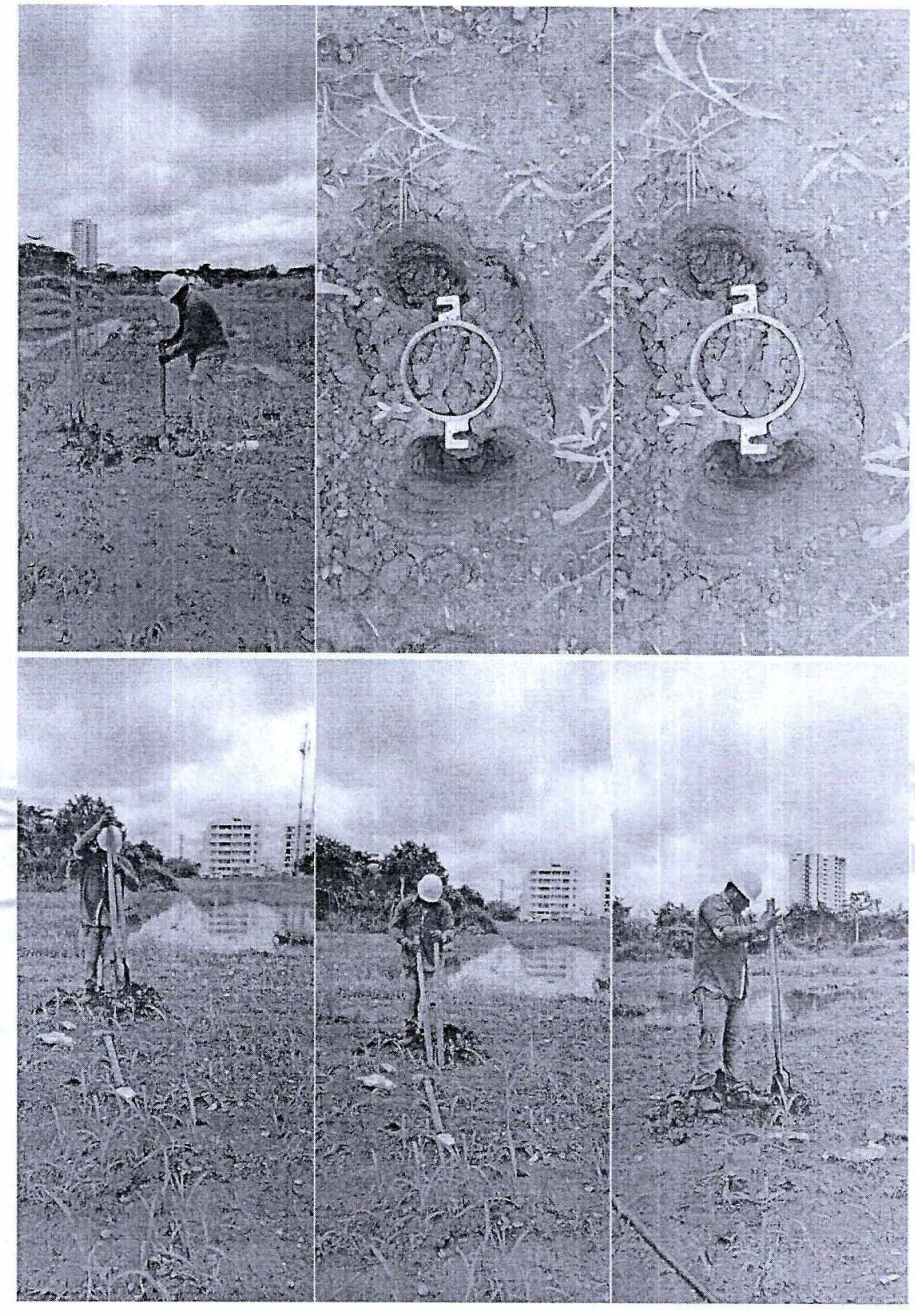




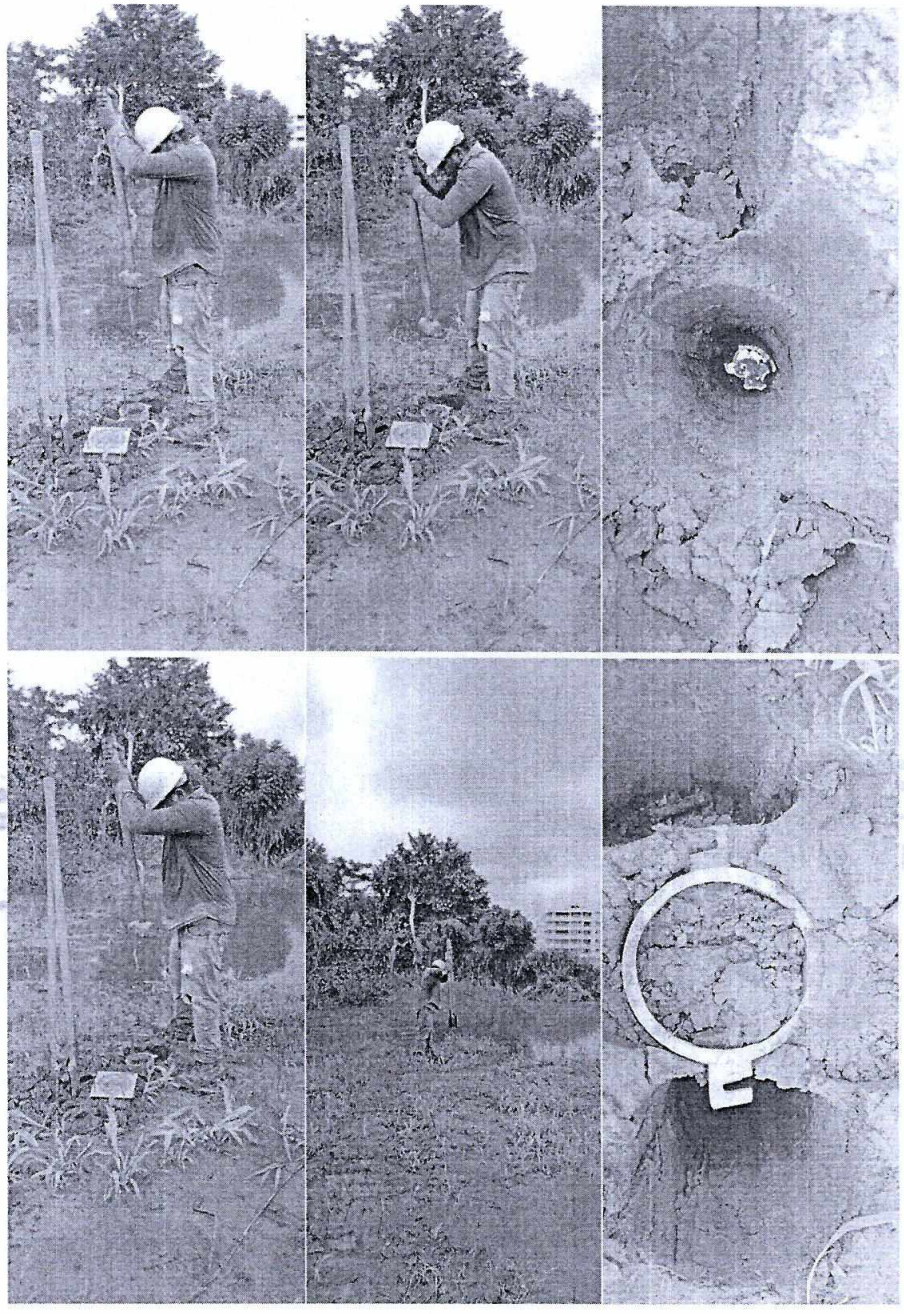












HIDRAULICO - 1A V_2

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL A REALIZAR POR LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CMA-SIM-017-2024
CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

INFORME ESTUDIO HIDROLOGIA, HIDRAULICO Y SOCAVACIÓN GRUPO PROYECTO 1A

Versión 1

NOVIEMBRE DE 2024
BOGOTÁ D.C.

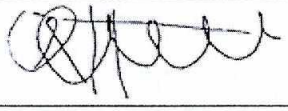
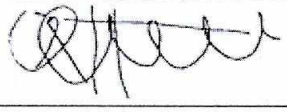
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	51

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
		
Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofia Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 9
2 OBJETIVOS 10
2.1 OBJETIVO GENERAL 10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 11
4 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS 15
5 LOCALIZACIÓN 16
6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE. 19
7 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA 21
7.1 ANÁLISIS DE LLUVIAS 22
7.1.1 VARIACIÓN TEMPORAL DE PRECIPITACIÓN 22
7.1.2 CURVA DE INTENSIDAD DURACIÓN Y FRECUENCIA 26
7.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE DRENAJE POR ESTRUCTURA 30
7.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 36
7.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA 36
7.5 PERIODO DE RETORNO 45
7.6 INTENSIDAD DE LLUVIAS 45
7.7 CAUDALES DE DISEÑO 46
8 INFORMACIÓN HIDRÁULICA 56
8.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO 56
8.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 57
8.3 PENDIENTE 57
8.4 VELOCIDADES MÍNIMAS 57
8.5 VELOCIDADES MÁXIMAS 58
9 SISTEMA PLUVIAL 72
9.1 CONSIDERACIONES GENERALES 72
9.2 DRENAJE SUPERFICIAL 72
9.2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS CUNETAS Y CANALETAS 74
9.2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS 79
10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 84

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zeitar - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T.: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E.: gerencia.convialsas@gmail.com

11 BIBLIOGRAFÍA 85

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Tramos viales para diseñar ----------16
Tabla 2. Parámetros Climáticos Promedio AEROPUERTO LOS GARZONES (Montería) ---------- 18
Tabla 3. Información de la Estación Hidro climatológica Identificada. ---21
Tabla 4: Comportamiento estadístico de la precipitación para la estación BOCA DE LA CEIBA_EST ---------- 22
Tabla 5. Resultados Prueba Smirnov Kolmogorov estación Boca de La Ceiba. ---------- 24
Tabla 6. Resultados Prueba Chi² estación Boca de La Ceiba. ---------- 24
Tabla 7. Precipitaciones máximas para la distribución de frecuencia Log Normal Estación Boca de La Ceiba. ---------- 26
Tabla 8. Parámetros de Construcción de Curvas IDF Estación Boca de La Ceiba ---------- 27
Tabla 9. Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas Boca de La Ceiba. ---------- 28
Tabla 10. Valores de Intensidad para Diferentes Periodos de Retorno, Estación Bocas de La Ceiba ---------- 29
Tabla 11. Áreas Tributarias Eje 1. ----------31
Tabla 12. Áreas Tributarias Eje 2. ---------- 32
Tabla 13. Áreas Tributarias Eje 3. ---------- 32
Tabla 14. Áreas Tributarias Eje 4. ---------- 33
Tabla 15. Áreas Tributarias Eje 5. ---------- 33
Tabla 16. Áreas Tributarias Eje 6. ---------- 33
Tabla 17. Áreas Tributarias Eje 7. ---------- 33
Tabla 18. Áreas Tributarias Eje 8. ----------34
Tabla 19. Áreas Tributarias Eje 9. ----------34
Tabla 20. Áreas Tributarias Eje 10. ----------34
Tabla 21. Áreas Tributarias Eje 11. ----------34
Tabla 22. Áreas Tributarias Eje 12. ---------- 35
Tabla 23. Áreas Tributarias Eje 26. ---------- 35

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M : +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 24. Áreas Tributarias Eje acceso Montería calle 41-1 ---------- 35
Tabla 25. Áreas Tributarias Eje acceso Montería calle 41-2 ---------- 35
Tabla 26. Valores del Coeficiente de Escorrentía en Áreas Urbanas. ----- 37
Tabla 27. Coeficientes de escorrentía eje 1. ---------- 38
Tabla 28. Coeficientes de escorrentía eje 2. ---------- 39
Tabla 29. Coeficientes de escorrentía eje 3. ---------- 40
Tabla 30. Coeficientes de escorrentía eje 4. ---------- 40
Tabla 31. Coeficientes de escorrentía eje 5. ---------- 40
Tabla 32. Coeficientes de escorrentía eje 6. ---------- 41
Tabla 33. Coeficientes de escorrentía eje 7. ---------- 42
Tabla 34. Coeficientes de escorrentía eje 8. ---------- 42
Tabla 35. Coeficientes de escorrentía eje 9. ---------- 42
Tabla 36. Coeficientes de escorrentía eje 10. ---------- 43
Tabla 37. Coeficientes de escorrentía eje 11. ---------- 43
Tabla 38. Coeficientes de escorrentía eje 12. ---------- 43
Tabla 39. Coeficientes de escorrentía eje 26. ---------- 44
Tabla 40. Coeficientes de escorrentía acceso Montería calle 41-1. -------- 44
Tabla 41. Coeficientes de escorrentía acceso Montería calle 41-1. --------- 44
Tabla 42. Valores de periodo de retorno para diferentes obras ---------- 45
Tabla 43. Cálculo de caudales Eje 1. ---------- 48
Tabla 44. Cálculo de caudales Eje 2. ---------- 49
Tabla 45. Cálculo de caudales Eje 3. ---------- 50
Tabla 46. Cálculo de caudales Eje 4. ---------- 50
Tabla 47. Cálculo de caudales Eje 5. ---------- 51
Tabla 48. Cálculo de caudales Eje 6. ---------- 51
Tabla 49. Cálculo de caudales Eje 7. ---------- 52
Tabla 50. Cálculo de caudales Eje 8. ---------- 52
Tabla 51. Cálculo de caudales Eje 9. ---------- 53
Tabla 52. Cálculo de caudales Eje 10. ---------- 53
Tabla 53. Cálculo de caudales Eje 11. ---------- 53
Tabla 54. Cálculo de caudales Eje 12. ---------- 54

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialcar@gmail.com

Tabla 55. Cálculo de caudales Eje 26. ---- 54
Tabla 56. Cálculo de caudales acceso Montería Calle 41-1. ---- 55
Tabla 57. Cálculo de caudales acceso Montería Calle 41-2. ---- 55
Tabla 58. Velocidades y fuerza tractiva máximas permisibles. ---- 59
Tabla 59. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 1. ---- 60
Tabla 60. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 2. ---- 62
Tabla 61. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 3. ---- 63
Tabla 62. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 4. ---- 64
Tabla 63. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 5. ---- 65
Tabla 64. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 6. ---- 66
Tabla 65. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 7. ---- 67
Tabla 66. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 8. ---- 67
Tabla 67. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 9. ---- 68
Tabla 68. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 10. ---- 68
Tabla 69. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 11. ---- 69
Tabla 70. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 12. ---- 70
Tabla 71. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 26. ---- 70
Tabla 72. Análisis hidráulico de drenajes superficiales acceso a calle 41 -1 ---- 70
Tabla 73. Análisis hidráulico de drenajes superficiales acceso a calle 41 -2 ---- 71
Tabla 74. Límites de Inundación permisibles de cunetas en vías urbanas. ---- 74
Tabla 75. Parámetros de diseño zona de Inundación. ---- 75
Tabla 76. Longitud máxima de saturación Cuña para un ancho de calzada de 6.00 m. ---- 75

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del sector ----------17
Figura 2. Hidrografía Municipio de Montería. ----------20
Figura 3. Localización de las Estaciones Cercanas al Área de -estudio (Boca de La Ceiba).----------21
Figura 4. Variación mensual de la precipitación en la estación Boca de La Ceiba. ---------- 23
Figura 5. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de probabilidad en la estación Boca de La Ceiba. 25
Figura 6. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a funciones de probabilidad Log Normal y Log Pearson III. en la estación Boca de La Ceiba. ---------- 25
Figura 7. Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia, Estación El Corazón ---------- 29
Figura 8. Sección trasversal zonas de inundación----------30
Figura 10. Áreas tributarias. ----------31
Figura 11. Curva Capacidad Vs Pendiente para un ancho de calzada de 6.00 m.----------77
Figura 12. Zona de Inundación en Sección de Vía.----------78
Figura 14. Box Culvert doble de 2.5 X 2.5 ----------79
Figura 16. Box Culvert doble de 2.5 X 2.5 ----------80

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Información hidro climatológica
Anexo 2. Análisis Hidrológico
Anexo 3. Evaluación hidráulica Zona de inundación.

Carrera 23 N° 124-67
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe correspondiente al volumen VII de los estudios y diseños de hidrología e hidráulica requeridos en el proyecto de "DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA" conforme al contrato de obra No. ICCU-1246 de 2023; contiene los resultados hidrológicos e hidráulicos para los diferentes segmentos viales urbanos correspondientes al grupo de prioridad 1A de la comuna 8 en el municipio de Montería, Departamento de Córdoba.

El desarrollo de los estudios se efectúa a partir de la información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) e información hidro climatológica de la red de estaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Corporación Autónoma Regional de Los Valles del Sinú y Del San Jorge en el departamento de Córdoba.

El alcance de los estudios hidrológicos comprende el análisis de lluvias de los tramos en estudio y la obtención de caudales a diferentes periodos de retorno para el diseño de las estructuras de drenaje, así como también comprende la valoración de los parámetros morfométricos principales de la cuenca, la evaluación de lluvias de diseño, proyección de caudales, a través de la aplicación de modelos Lluvia-Caudal, como lo es el propuesto por el Soil Conservation Service.

Respecto a los cálculos hidráulicos, se determinan en primera instancia las estructuras existentes a partir de la actualización del inventario de obras del corredor. Posteriormente, se realiza el diseño de las nuevas obras conforme a las variaciones del diseño geométrico o por requerimientos hidrológicos.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T.: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E.: gerencia.convialsas@gmail.com

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio hidrológico, hidráulico y de drenaje para la comuna 8, según el contrato de obra No. ICCU-1246 de 2023 cuyo objeto es "DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA".

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar estudios hidrológicos de los tramos urbanos en el municipio de Montería dispuestos en el grupo 1A de intervención, con el fin de determinar el régimen de lluvias y definir los caudales de las áreas que aportan al proyecto.

- Desarrollar estudios hidráulicos de las estructuras necesarias para el manejo y control de las aguas superficiales dentro del área de influencia del corredor vial. Esto incluye la definición de los parámetros hidráulicos requeridos para el dimensionamiento de las estructuras de drenaje y obras de protección, en cumplimiento con la normativa vigente establecida en el Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2009).

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Dado que el presente informe relaciona un abundante lenguaje técnico, la Consultoría ha considerado incluir una breve explicación, a manera de definición, de algunos conceptos y términos técnicos para compresión del lector.

Área tributaria. Superficie que drena hacia un tramo o un punto determinado.

Arcilla. Partículas cuyo diámetro es del orden de 0,00024 a 0,004 mm.

Arena. Fragmento de roca, cuyo diámetro es del orden de 0,062 a 2,0 mm.

Caudal. Relación entre el volumen de agua contra el tiempo producido por una corriente de agua.

Coeficiente de escorrentía. Relación que existe entre la escorrentía y la cantidad de agua lluvia que cae en una determinada área.

Coeficiente de rugosidad. Parámetro que representa el efecto friccional del contorno del lecho en un río o de un conducto sobre el flujo.

Contracción. Efecto natural de reducción en un cauce o la constricción que ejerce un puente sobre las líneas del flujo de la corriente.

Cuenca. Una cuenca hidrográfica es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a traes de una salida simple.

Curvas intensidad – duración - frecuencia. Curvas que relacionan la intensidad de precipitación contra la frecuencia (periodo de retorno) y el tiempo de duración de la lluvia.

Diámetro medio aritmético, D50. Corresponde al diámetro del material promedio en peso; es decir, el tamaño del material en las abscisas de la curva granulométrica que corresponde al 50 por ciento en las ordenadas.

Drenaje. Remoción natural o artificial del agua superficial y subsuperficial de un área determinada.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Escorrentía. Agua que escurre por los terrenos de la hoya hidrográfica superficialmente (escorrentía superficial) o subterráneamente (escorrentía subterránea).

Estación limnigráfica. Estación en una sección transversal de una corriente de agua en la cual se llevan a cabo medidas continúas de lecturas de mira.

Estación limnimétrica. Estación en una sección transversal de una corriente de agua en la cual se llevan a cabo medidas discontinuas de lecturas de mira.

Granulometría. Distribución dimensional de las partículas de un suelo o agregado, la cual se expresa por la proporción en peso de material existente de cada tamaño.

Grava. Fragmento de roca, cuyo diámetro oscila entre 2 a 64 mm

Hidrograma de creciente. Es la relación entre el caudal y el tiempo para un evento de creciente en una hoya hidrográfica.

Hietograma de precipitación. Es la relación entre la lluvia y el tiempo en un diagrama de barras.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Infiltración: Formación de un paso de agua en forma de conducto a través de materiales naturales o artificiales, cuando las resultantes de todas las fuerzas que actúan sobre las partículas del suelo tienen una componente vertical en el sentido de la gravedad.

Limo. Partículas cuyo diámetro es del orden de 0,004 a 0,062 mm.

Lluvia neta o efectiva. Es la lluvia que causa escorrentía superficial. Es igual a la lluvia total menos la intercepción menos la detención superficial y menos la infiltración.

Longitud resultante. Longitud de la trayectoria de flujo que sigue la línea de la pendiente resultante, medida desde el punto más alto de la pendiente hasta que el punto en que el agua abandona la corona.

Márgenes, a la izquierda (o la derecha). Lados de un cauce como se ve en la dirección hacia aguas abajo. Lados de un cauce entre los que el flujo es normalmente confinado.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Material del lecho. Material encontrado en y sobre el lecho de una corriente (puede ser transportado como carga de fondo o en suspensión).

Orientación de la trayectoria de flujo. Ángulo entre la pendiente transversal de la carretera y la pendiente resultante.

Pendiente resultante. Pendiente a través de la cual fluye el agua superficial, que se obtiene como resultado de la combinación de las pendientes transversal y longitudinal de la corona.

Periodo de retorno. Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

Precipitación. Caída del agua desde la atmósfera al suelo en forma líquida y sólida.

Profundidad de socavación. Distancia vertical que desciende un cauce por socavación a partir de un nivel de referencia.

Registro pluviográfico. Registro de precipitación obtenido por medio de un pluviógrafo (aparato que registra medidas continuas en el tiempo de precipitación).

Registro pluviométrico. Registro de precipitación obtenido por medio de un pluviómetro (aparato que registra medidas discontinuas en el tiempo de precipitación).

Socavación. Erosión del lecho o de las márgenes debido a corrientes de agua; frecuentemente se considera como localizada (ver socavación local, socavación por contracción y socavación total).

Thalweg. Línea a lo largo de una corriente que sigue la mayor profundidad del lecho en el cauce.

Tiempo al pico de la hoya. Tiempo entre el inicio de la lluvia efectiva y el caudal pico del hidrograma unitario de escorrentía superficial.

Tiempo de concentración. Tiempo de recorrido de la escorrentía superficial desde el punto más alejado de la cuenca de drenaje hasta el punto de salida considerado. En alcantarillados es la suma del tiempo de entrada y de recorrido.

Carrera 23 Nº 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Vallado. Depresión del terreno natural o artificial destinada a conducir aguas producto de las lluvias. Sistema de drenaje tipo canales en tierra.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M : +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

4 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS

El procedimiento para la realización de los estudios de hidrología, hidráulico contempla los siguientes parámetros:

- Realización de una visita técnica en la vía en estudio, ubicado en el municipio de Montería, en el departamento de Córdoba.
- Análisis de la información hidrometeorológica y cartográfica recopilada de la zona de estudio, con el fin de identificar las variables involucradas en el estudio hidrológico.
- Evaluación de la precipitación media mediante un análisis de la distribución temporal y espacial de la lluvia que podría afectar las actividades de construcción.
- Determinación de las áreas de drenaje tributarias correspondientes al tramo a diseñar.
- Cálculo de los caudales máximos para el periodo de retorno de 10 años, a través de la construcción de un modelo lluvia-caudal o mediante la proyección de caudales, dependiendo de la disponibilidad de información hidrométrica.
- Diseño del drenaje vial basado en los levantamientos topográficos y el diseño geométrico del proyecto.
- Determinación de los parámetros hidráulicos de las obras diseñadas, utilizando la geometría obtenida de la topografía, el trabajo de oficina, y los registros y observaciones de campo.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones para tener en cuenta para los diseños de las demás disciplinas y actividades durante la etapa de construcción.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

5 LOCALIZACIÓN

El proyecto en consideración se localiza en la zona urbana del Municipio de Montería en la comuna 8, en el Departamento de Córdoba. A partir de la condición actual de la vía y el análisis interdisciplinario, se realizó el análisis de la escorrentía y sistema de drenaje para cada uno de los corredores.

El diseño estará orientado al mejoramiento del drenaje actual de los corredores.

A continuación, se presentan las vías objeto del estudio correspondientes al Grupo 1A y una imagen del sector en la Figura 1:

Tabla 1. Tramos viales para diseñar

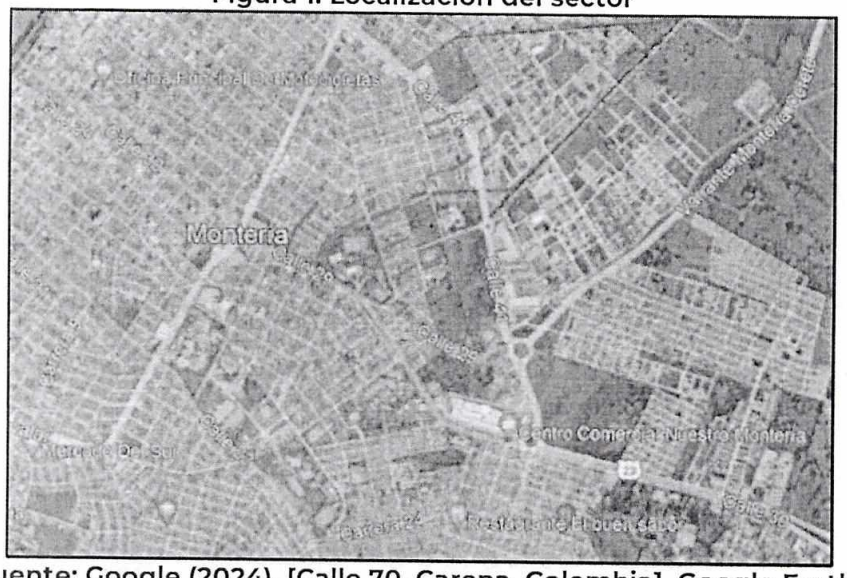
CONSECUTIVO	No. EJE	ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD (m)	BARRIO	DIRECCION
PROYECTO N°1 A					
0	-	8.00	445.13	VILLA FATIMA	SALIDA DE LOS BARRIOS SAN ANTONIO, VILLA FATIMA Y VILLA SORRENTO HACIA LA CALLE 41
1	10	6.00	280.88	SANTA BARBARA, EL EDEN II, EL MORA, ALTOS DE LA FLORESTA Y SAN JOSÉ	CALLE 46 ENTRE LA CRA 18 Y LA VIA MONTERIA - SAN CARLOS
2	11	6.00	158.49		CRA 18B ENTRE LAS CALLES 44A Y 48
3	1	6.50	283.15		CRA 15B ENTRE LAS CALLES 29 Y 34
4	5	6.50	245.72		CRA 16A ENTRE LAS CALLES 40 Y 41
5	4	5.50	119.58		CRA 15D ENTRE LAS CALLES 40A Y 40B
6	3	5.50	130.29		CRA 15C ENTRE LAS CALLES 40A Y 41
7	2	6.00	508.73		CRA 16B ENTRE LAS CALLES 29 Y 38
8	12	6.00	155.07		CRA 16C ENTRE LAS CALLES 38 Y 39
9	6	7.00	147.60		CRA 18 ENTRE LAS CALLES 38 Y 39
10	7	5.50	144.97		CRA 20 ENTRE LAS CALLES 38 Y 39
11	8	5.50	86.11		CRA 22 ENTRE LAS CALLES 29 Y 38
12	9	5.50	231.28		CALLE 39 ENTRE LA CRA 22 Y CALLE 29
13	26	7.00	56.62		CALLE 40B ENTRE LAS CRAS15 Y 15D

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 1. Localización del sector



Fuente: Google (2024). [Calle 70, Carepa, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

La topografía de Montería es básicamente plana, con algunas elevaciones de menor importancia. La parte occidental de la ciudad está surcada por la serranía de Las Palomas. Al norte limita con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete, Puerto Escondido y Los Córdobas.

La ciudad está surcada por numerosos caños y riachuelos, la principal fuente hídrica de Montería la constituye el río Sinú.

El clima de la ciudad de Montería es cálido tropical con una estación de sequía y una de lluvias a lo largo del año. La temperatura promedio anual de la ciudad es de 28°C con picos superiores a 40°C en temporada canicular. La humedad relativa promedio es de 78%

A continuación, se presentan los parámetros climáticos más comunes del municipio de Montería:

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 2. Parámetros Climáticos Promedio AEROPUERTO LOS GARZONES (Montería)

MEDIOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PRECIPITACION	3.3	16.1	25.7	85.9	158	151	147	170	178	174	86.2	35.1
No. DIAS	1	1	1	5	9	8	8	10	10	9	6	2
T.MED MAX	34.6	35.3	35.8	35.6	35	35	34.6	34.5	34.3	33.6	33.1	33.5
TEMP. MEDIA	28.8	28	28.2	28.8	28.4	28.5	28.6	28	28.2	28.2	27.9	27.9
T.MED MIN	21.1	20.8	20.6	20.5	21	22.3	20.8	20.3	19.9	20.9	21.1	20.5
T.MAX ABS	35.6	37	37	36.9	35.5	35.8	35.8	35.3	36.5	34.6	34.2	35
T.MIN ABS	20	20	19.9	19	20	22	19.8	19.4	19.6	20	20	20
HUMEDAD	72	76	76	75	79	79	78	81	80	79	80	80
NUBOSIDAD	4	5	5	5	6	6	5	6	6	6	5	5
BRILLO	174	136	129	109	113	125	160	137	111	93.1	112	144

Fuente. IDEAM.

El proyecto tiene como objetivo mejorar la infraestructura del casco urbano del municipio de Montería, permitiendo una mayor fluidez vehicular y peatonal. Asimismo, se espera que estas mejoras fomenten el desarrollo económico y social, al mejorar el acceso a comercios, servicios públicos y zonas residenciales.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T.: +57 (1) 221 1077
M.: +57 300 517 38 99
E.: gerencia.convialsas@gmail.com

3A/K

6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE.

El proyecto de intervención vial se ubica en el centro urbano del municipio de Montería, con una longitud de aproximadamente 2.8 km. Las vías por intervenir, tiene un ancho de calzada variable entre 5 m y 10.5 m, compuesta por dos carriles de circulación pavimentados en concreto hidráulico.

El sistema de drenaje asociado al área de intervención se caracteriza por estar en una zona de relieve plano, donde predomina la vegetación típica de la región, con abundancia de pastos limpios y áreas de cultivos en las zonas aledañas. A lo largo de los corredores, se observan múltiples cruces de pequeños cuerpos de agua que forman parte de la red hídrica local, incluyendo canales y caños menores que desembocan en el río Sinú, así como zonas de escorrentía superficial.

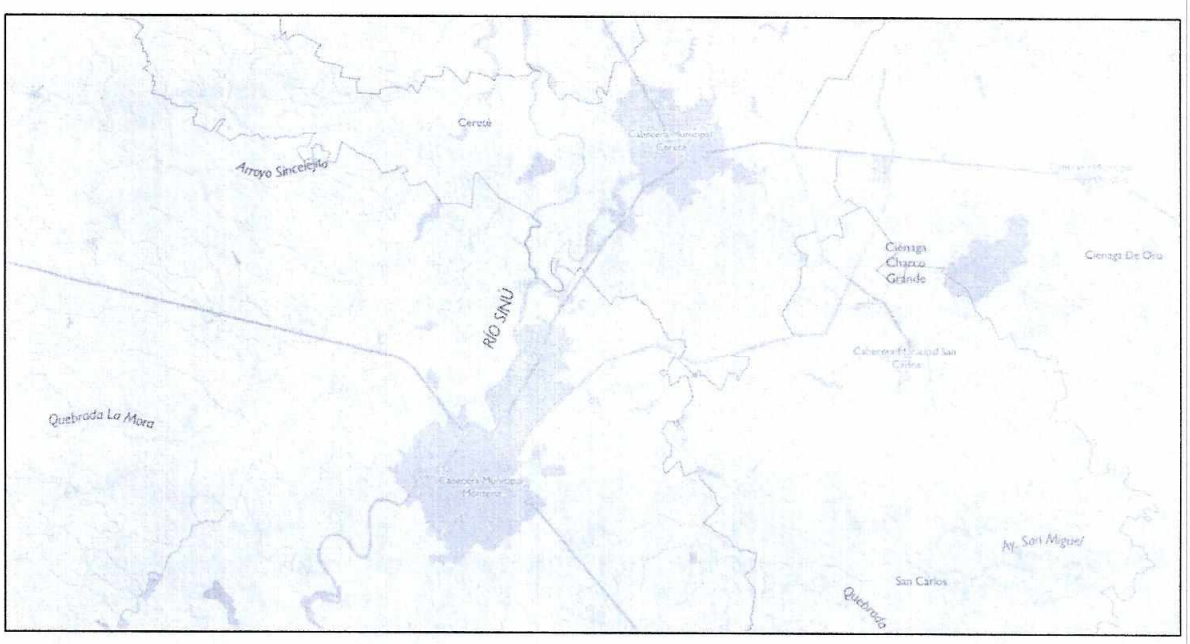
La infraestructura de drenaje existente incluye una combinación de canales que permiten el paso de las aguas pluviales y la escorrentía de un lado al otro de la vía. Estos canales están distribuidos en puntos clave a lo largo del tramo intervenido, asegurando el manejo adecuado de las aguas que atraviesan el centro urbano y evitando posibles afectaciones a las áreas circundantes.

Además, se identifican varios cruces de quebradas y caños que interceptan la vía, donde se proyecta mejorar la capacidad de los sistemas de drenaje transversales para evitar posibles inundaciones en periodos de lluvia intensa, comunes en la región de Montería debido a su clima cálido y húmedo. Los sistemas de drenaje serán adecuados para permitir un flujo continuo de las aguas y mitigar riesgos de afectación a la infraestructura vial.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 2. Hidrografía Municipio de Montería.



Fuente: IGAC.

Carrera 23 N° 124 87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

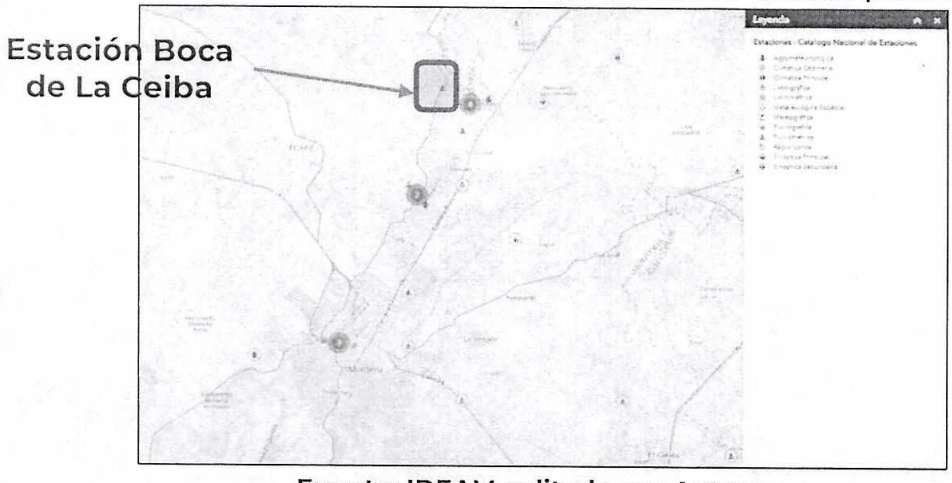
7 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

El desarrollo de los estudios se efectúa a partir de la información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) e información hidro climatológica de la red de estaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

El alcance de los estudios hidrológicos comprende el análisis de lluvias del área en estudio y obtención de caudales a diferentes periodos de retorno para el diseño de las estructuras proyectadas.

En la Figura 3, se observa la localización de las estaciones cercanas a la zona del proyecto. En la Tabla 3 se relacionan las estaciones hidroclimatológicos de la zona de estudio seleccionadas. La estación empleada para la obtención de precipitaciones es la Estación Boca de Ceiba, esta estación es la más cercana al proyecto que se encuentra activa y con información de una serie de datos desde el año 1994 al 2023 que se encuentra en una elevación de 20 msnm, altura que representa la elevación en la que se encuentra el trazado de la vía de estudio. La información de los datos hidrológicos se encuentra en el **Anexo 1. Información** .

Figura 3. Localización de las Estaciones Cercanas al Área de -estudio (Boca de La Ceiba).



Fuente: IDEAM, editada por Autores

Tabla 3. Información de la Estación Hidro climatológica Identificada.

N	CÓDIGO	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIO	COORDENADAS		ALTURA (msnm)	FECHA DE INSTALACIÓN	FECHA DE SUSPENCIÓN
					LATITUD	LONGITUD			
1	13070070	Pluviométrica	Boca de La Ceiba	Montería	8.829917	-75.856111	20	15/01/1970	

Fuente. IDEAM.

Carrera 23 N° 124 -67
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T.: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E.: gerencia.convialsas@gmail.com

7.1 ANÁLISIS DE LLUVIAS

La caracterización de lluvias para la zona de estudio se realizó a partir de los registros de la estación Boca de La Ceiba del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, la cual se encuentra ubicada en una elevación de 20msnm; estación que cuentan con registro de datos desde el año 1994 al año 2023.

7.1.1 VARIACIÓN TEMPORAL DE PRECIPITACIÓN

los valores de precipitación no presentan grandes cambios en la mayoría de los años, lo que contribuye a mantener un factor climático casi homogéneo, con precipitaciones mayores a 1000 mm. En las tablas siguientes se muestra el comportamiento de las lluvias a escala anual para la estación BOCA DE LA CEIBA_EST, la cual registra mayores valores de precipitación media anual.

Tabla 4: Comportamiento estadístico de la precipitación para la estación BOCA DE LA CEIBA_EST

AÑO	PRECIPITACIÓN TOTAL DIARIA (mm)		
	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL ANUAL
1994	109	0	1702
1995	82	0	1243
1996	94	0	1467
1997	90	0	1106
1998	86	0	1417
1999	105	0	1118
2000	130	0	1178
2001	102	0	4652
2002	84	0	3588
2003	112	0	4990
2004	84	0	4243
2005	84	0	4932
2006	98	0	5294
2007	86	0	5949
2008	110	0	5549
2009	80	0	4449
2010	97	0	5476
2011	90	0	5451
2011	90	0	5451
2012	130	0	4956
2013	108	0	4563
2014	135	0	4237
2015	95	0	4719
2016	100	0	5047
2017	106	0	4966
2018	137	0	5245
2019	120	0	4875
2020	140	0	4841
2021	90	0	5235
2022	85	0	5172
2023	96	0	6949
PROMEDIO	102	0	4154

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

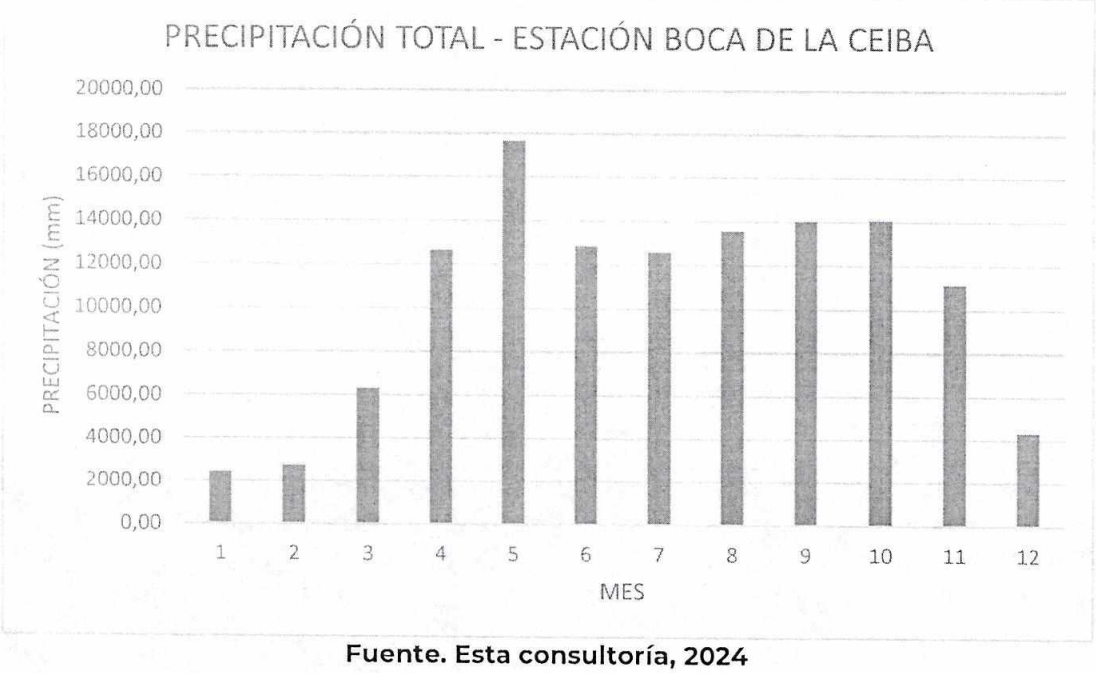
AÑO	PRECIPITACIÓN TOTAL DIARIA (mm)		
	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL ANUAL
MÍN	80	0	1106
MÁX	140	0	6949
D.E	17.52	0	1665.51
VARIANZA	306.88	0	2773896.66
COEF. ASIMETRIA	0.82		-0.9
CURTOSÍS	-0.38		-0.48

Fuente. Esta consultoría, 2024

7.1.1.1 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL MULTIANUAL (mm)

La estación Boca de La Ceiba registro una precipitación media total multianual de 4153.60 mm y un promedio mensual de 4153.62mm en el periodo 1994-2023. Como se observa en la Figura 4, la precipitación presenta un régimen monomodal, donde los periodos de mayores de precipitación se presentan entre los meses de mayo a noviembre.

Figura 4. Variación mensual de la precipitación en la estación Boca de La Ceiba.



Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

7.1.1.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS

A partir de los registros de precipitación máximos en 24 horas en cada estación de influencia sobre las cuencas, se realizó el ajuste estadístico mediante diferentes funciones de distribución de probabilidad, seleccionando el mejor ajuste, con el propósito de estimar las precipitaciones máximas asociadas a diferentes periodos de retorno, entre 2.33 y 100 años. El caudal con periodo de retorno de 2.33 años Q2.33 corresponde al caudal promedio en la distribución Gumbel de acuerdo con el numeral 2.5.4. Análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales del manual de drenaje para carreteras.

A partir de los datos de precipitación registrados se realizó la prueba de datos dudosos según la metodología expuesta por Water Resources Council U.S. encontrando que no se presentan datos dudosos de la serie de registros.

Se realizo la prueba de Chi 2 y la prueba de Smirnov Kolgomorov para la distribución Normal, Log Normal, Pearson III, Log Pearson II, Gumbel. (Ver Anexo 2 Análisis Hidrológico)

Tabla 5. Resultados Prueba Smirnov Kolmogorov estación Boca de La Ceiba.

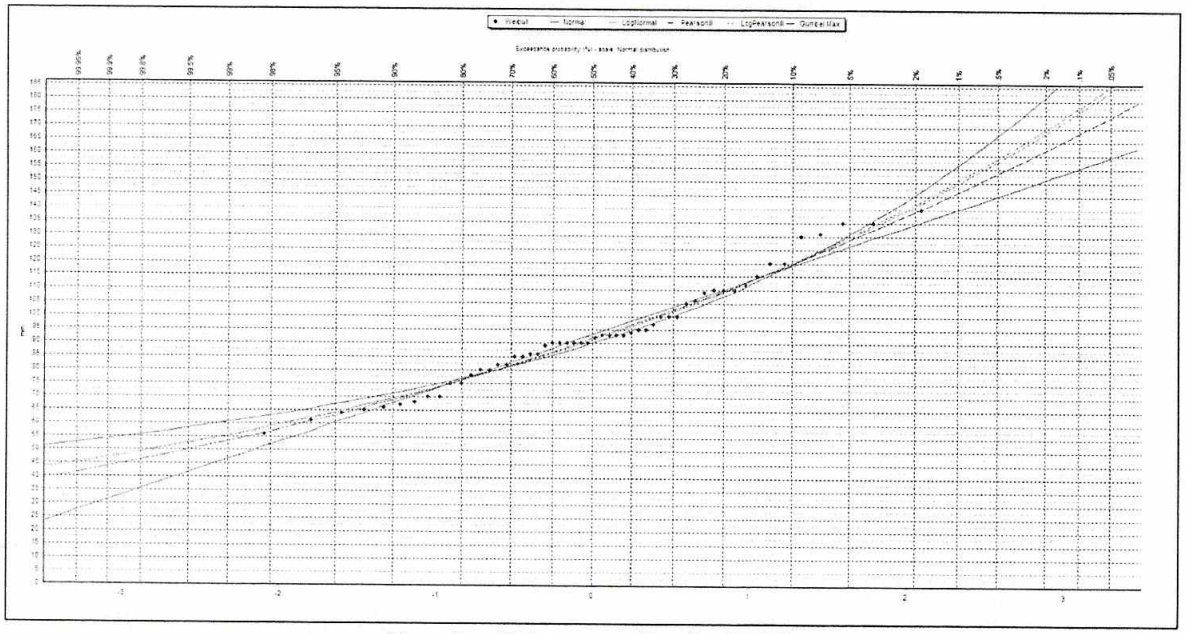
Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	59.9034%	0.10434
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.6400%	0.07291
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.9633%	0.07527
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.3865%	0.07328
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	67.8462%	0.09792

Tabla 6. Resultados Prueba Chi² estación Boca de La Ceiba.

X-Square test for All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson
Normal	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	8.37688%	8.22222
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	22.8568%	5.62963
Pearson III	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.62084%	10.2963
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	13.1088%	5.62963
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.6074%	4.07407

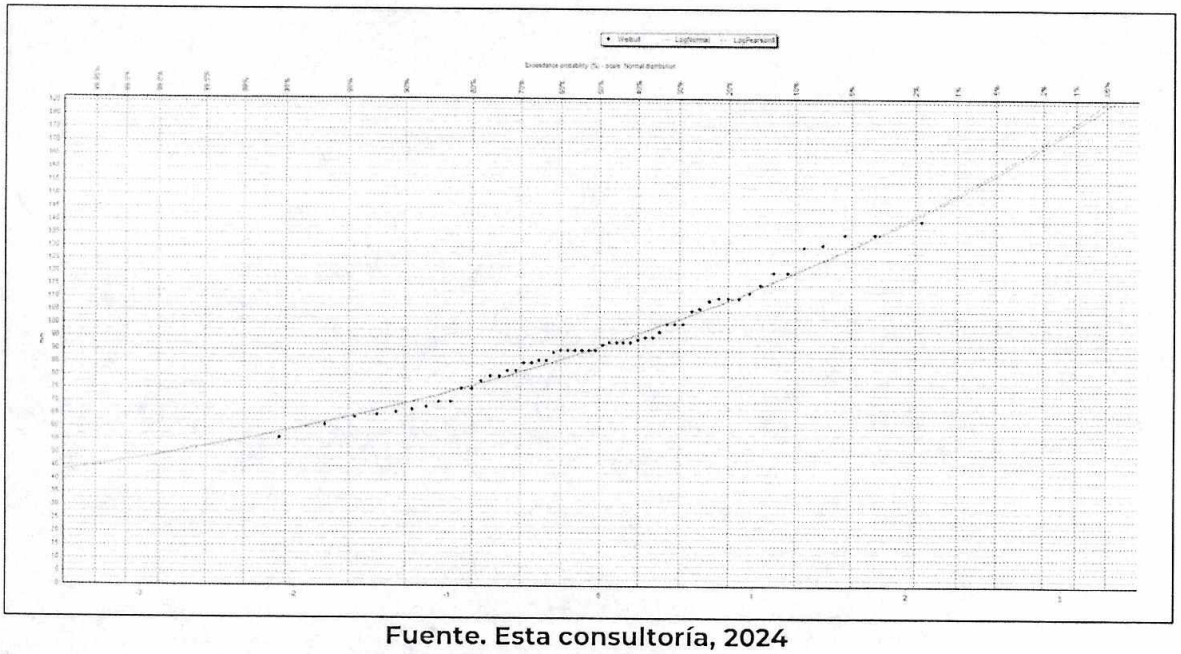
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogota - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 5. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de probabilidad en la estación Boca de La Ceiba.



Fuente. Esta consultoría, 2024

Figura 6. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a funciones de probabilidad Log Normal y Log Pearson III. en la estación Boca de La Ceiba.



Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-67
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Para definir la serie que mejor se ajusta a los registros analizados de la estación Boca de La Ceiba se comprobó por Chi² obteniendo que la frecuencia que mejor se ajusta corresponde a la frecuencia Gumbel, en cuanto a el análisis por la prueba de Smirnov Kolmogorov se obtiene que la frecuencia que mejor se ajusta corresponde a la de Log Normal, finalmente como tercer prueba de verificación de frecuencias se realiza en análisis gráfico de las diferentes funciones de distribución de probabilidad obteniendo que el mejor ajuste corresponde a Log Normal. En la Figura 5 se puede observar las diferentes funciones de distribución.

De acuerdo con el análisis de diferentes funciones de probabilidad para la estación Boca de La Ceiba se realiza la adopción de distribución Log Normal. En la Tabla 7 se presentan los valores de precipitaciones adoptados. (Ver anexo 2.)

Tabla 7. Precipitaciones máximas para la distribución de frecuencia Log Normal Estación Boca de La Ceiba.

TR	Precipitación (mm)	Probabilidad de no Excedencia P
2.33	59.85	0.57
5	64.40	0.80
10	69.56	0.90
20	76.37	0.95
25	79.13	0.96
50	91.31	0.98
100	91.35	0.99

Fuente. Esta consultoría, 2024

7.1.2 CURVA DE INTENSIDAD DURACIÓN Y FRECUENCIA

Para la determinación de la intensidad media, inicialmente se consultó en el IDEAM la existencia de estas curvas para las estaciones analizadas, encontrando que no hay disponibilidad de esta información.

Se empleó la metodología para la obtención de curvas IDF incluida dentro del manual de drenaje de carreteras de INVIAS. La curva empleada fue construida a partir de los datos que se muestran en la Tabla 8 aplicando la ecuación de curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad – duración – y

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

frecuencia, Vargas, R. y Díaz Granados, M. 1998, como lo indica el Manual de Drenaje Vial del INVIAS. La estación seleccionada para el análisis de caudales es la estación Boca de La Ceiba, toda vez que lo expuesto en el análisis de distribución espacial de lluvias corresponde a la estación que mejor representa las condiciones pluviométricas del Sector y correspondía al área de influencia de cada estación aplicando la metodología de polígonos de Thiessen.

La ecuación para el cálculo de la Intensidad se relaciona a continuación:

$$i = a \cdot \frac{T^b}{t^c} \cdot M^d \cdot N^e \cdot PT^f$$

Donde,

i = Intensidad (mm/h)
a, b, c y d parámetros de la región
T = Periodo de Retorno (años)
t = Duración de la Lluvia (hora)
M = Promedio de Precipitación Máxima anual en 24 horas (mm)
N= Promedio de Número de días de Lluvia anual.
PT= Promedio del Total de Precipitaciones en el año.

Tabla 8. Parámetros de Construcción de Curvas IDF Estación Boca de La Ceiba

Parámetros Según la Región	
a	8.51
b	0.21
c	0.5
d	-0.01
e	-0.08
f	0.28
Parámetros Hidrológicos	
M	93.39
N	68.05
PT	1415.38

Fuente. Esta consultoría, 2024

Los parámetros utilizados para la construcción de la curva IDF corresponden a la región Caribe según la metodología de Vargas y Díaz Granados.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

El valor de M fue establecido como el promedio de los valores de precipitación máxima anual en 24 horas, dichos valores se muestran en la Tabla 9 para la estación boca de la ceiba. En cuanto a los datos de las precipitaciones máximas mensuales en 24 horas, se encuentran en el **Anexo 1. Información** .

Tabla 9. Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas Boca de La Ceiba.

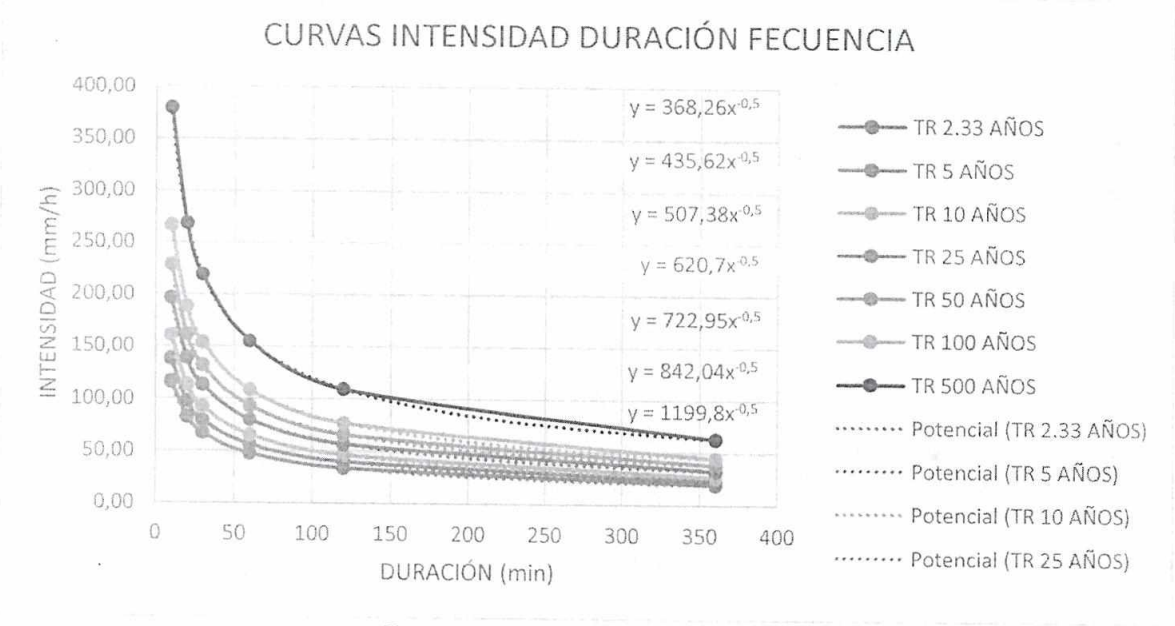
Año	No. Días Lluvia	Prec. Máx. 24h
1994	79	109
1995	79	82
1996	76	94
1997	59	90
1998	74	86
1999	52	105
2000	73	130
2001	275	102
2002	250	84
2003	287	112
2004	253	84
2005	280	84
2006	288	98
2007	292	86
2008	280	110
2009	248	80
2010	274	97
2011	272	90
2012	262	130
2013	225	108
2014	211	135
2015	198	95
2016	219	100
2017	240	106
2018	238	137
2019	210	120
2020	221	140
2021	244	90
2022	250	85
2023	309	96
PROMEDIO	**210.6**	**102.17**

Fuente. Esta consultoría, 2024

En la Figura 7 se presentan las curvas de Intensidad, duración y frecuencia correspondientes a la estación Boca de La Ceiba para los periodos de retorno de 2.33, 5,10, 20, 25, 50 y 100 años acorde a los datos obtenidos y presentados en la Tabla 10.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 7. Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia, Estación El Corazón



Fuente. Esta consultoría, 2024

Los valores con los que se ha graficado las curvas IDF para la estación Bocas de La Ceiba corresponden a los datos presentados en la Tabla 10.

Tabla 10. Valores de Intensidad para Diferentes Periodos de Retorno, Estación Bocas de La Ceiba

	Intensidades (mm/h)					
Tr (años)	10	20	30	60	120	360
2.33	116.45	82.35	67.23	47.54	33.62	19.41
5	137.76	97.41	79.53	56.24	39.77	22.96
10	160.45	113.45	92.63	65.50	46.32	26.74
15	175.42	124.04	101.28	71.61	50.64	29.24
20	186.88	132.14	107.89	76.29	53.95	31.15
25	196.28	138.79	113.32	80.13	56.66	32.71
50	228.62	161.66	131.99	93.33	66.00	38.10
100	266.28	188.29	153.74	108.71	76.87	44.38
500	379.41	268.28	219.05	154.89	109.53	63.23

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogota - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

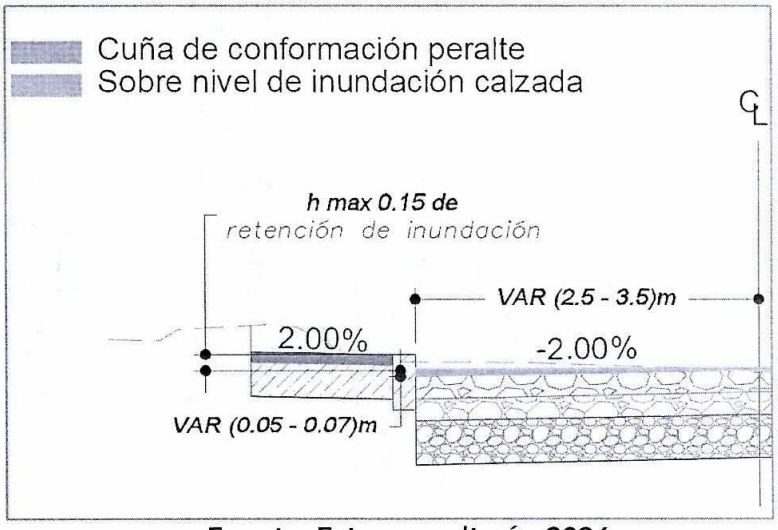
7.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE DRENAJE POR ESTRUCTURA

Es necesario definir con precisión la extensión y tipo de áreas tributarias para cada tramo en diseño, asegurando que solo se consideren aquellas áreas que contribuyen efectivamente a la escorrentía del tramo en cuestión. Las áreas de drenaje deben delimitarse a partir de la interpretación directa de los planos topográficos del proyecto, garantizando que su delimitación sea coherente con las redes de drenaje natural existentes.

Adicionalmente, es imprescindible verificar la correcta delimitación de las áreas de aporte, las cuales son producto del desarrollo del diseño. Para asegurar la precisión, se debe realizar una comparación entre los planos de diseño geométrico y los topográficos correspondientes, garantizando que las áreas de drenaje identificadas reflejen fielmente las condiciones reales del terreno. Este proceso es clave para asegurar un diseño hidráulico eficiente.

En cuanto a los elementos de confinamiento, en cada costado de la vía se disponen de sardineles de 0.15 metros de altura, los cuales, en combinación con un peralte del 2.0% en la longitud media de la vía de entre 2 y 5 metros, conforman el canal de escorrentía. Esta configuración permite controlar la inundación sobre la vía, según lo mostrado en el corte transversal adjunto.

Figura 8. Sección trasversal zonas de inundación



Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Por ende se plantean las siguientes áreas tributarias para cada uno de los ejes contemplados en esta consultoría:

Figura 9. Áreas tributarias.



Fuente. Esta consultoría, 2024.

Tabla 11. Áreas Tributarias Eje 1.

EJE 1											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+005.070	5.07	1.95%	0.02	0.01	32.96	121.18	154.13	0.00	0.21	0.79
K0+005.070	K0+013.890	8.82	0.10%	0.00	0.01	57.33	210.80	268.13	0.00	0.21	0.79
K0+013.890	K0+019.880	5.99	0.10%	0.00	0.01	38.94	143.17	182.10	0.00	0.21	0.79
K0+019.880	K0+025.890	6.01	-5.65%	-0.06	0.01	39.07	143.64	182.71	0.00	0.21	0.79
K0+025.890	K0+026.270	0.38	-5.65%	-0.06	0.00	2.47	9.08	11.55	0.00	0.21	0.79
K0+026.270	K0+032.270	6.00	-5.65%	-0.06	0.01	39.00	143.40	182.40	0.00	0.21	0.79
K0+032.270	K0+038.270	6.00	1.50%	0.02	0.01	39.00	143.40	182.40	0.00	0.21	0.79
K0+038.270	K0+049.680	11.41	1.50%	0.02	0.01	74.17	272.71	346.87	0.00	0.21	0.79
K0+049.680	K0+059.680	10.00	1.50%	0.02	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+059.680	K0+069.680	10.00	-1.27%	-0.01	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+069.680	K0+078.450	8.77	-1.27%	-0.01	0.01	57.01	209.61	266.61	0.00	0.21	0.79
K0+078.450	K0+081.520	3.07	2.85%	0.03	0.00	19.96	73.38	93.33	0.00	0.21	0.79
K0+081.520	K0+085.000	3.48	-2.35%	-0.02	0.00	22.62	83.17	105.79	0.00	0.21	0.79
K0+085.000	K0+110.610	25.61	-1.88%	-0.02	0.03	166.47	612.10	778.56	0.00	0.21	0.79
K0+110.610	K0+115.020	4.41	1.62%	0.02	0.00	28.67	105.40	134.07	0.00	0.21	0.79
K0+115.020	K0+118.916	3.90	-1.98%	-0.02	0.00	25.32	93.12	118.44	0.00	0.21	0.79
K0+118.916	K0+128.940	10.02	1.56%	0.02	0.01	65.16	239.58	304.74	0.00	0.21	0.79
K0+128.940	K0+138.940	10.00	1.56%	0.02	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+138.940	K0+148.940	10.00	-1.63%	-0.02	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+148.940	K0+157.250	8.31	-1.63%	-0.02	0.01	54.02	198.62	252.63	0.00	0.21	0.79
K0+157.250	K0+160.200	2.95	0.42%	0.00	0.00	19.17	70.51	89.68	0.00	0.21	0.79
K0+160.200	K0+164.430	4.23	-2.41%	-0.02	0.00	27.50	101.10	128.60	0.00	0.21	0.79
K0+164.430	K0+176.370	11.94	1.60%	0.02	0.01	77.61	285.38	362.99	0.00	0.21	0.79
K0+176.370	K0+186.370	10.00	1.60%	0.02	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+186.370	K0+196.370	10.00	-1.56%	-0.02	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+196.370	K0+216.670	20.30	-1.56%	-0.02	0.02	131.95	485.19	617.14	0.00	0.21	0.79

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

EJE 1												
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+216.670	K0+223.470	6.80	0.68%	0.01	0.01	44.20	162.53	206.73	0.00	0.21	0.79
K0+223.470	K0+242.100	18.63	0.95%	0.01	0.02	121.10	445.27	566.37	0.00	0.21	0.79
K0+242.100	K0+252.100	10.00	0.95%	0.01	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+252.100	K0+262.100	10.00	-0.82%	-0.01	0.01	65.00	239.01	304.01	0.00	0.21	0.79
K0+262.100	K0+283.150	21.05	-0.82%	-0.01	0.02	136.83	503.11	639.94	0.00	0.21	0.79

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 12. Áreas Tributarias Eje 2.

EJE 2											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+003.350	3.35	0.67%	0.01	0.00	20.10	37.39	57.49	0.00	0.35	0.65
K0+003.350	K0+006.640	3.29	-7.32%	-0.07	0.00	19.74	36.72	56.46	0.00	0.35	0.65
K0+006.640	K0+014.640	8.00	-7.32%	-0.07	0.01	48.00	89.30	137.30	0.00	0.35	0.65
K0+014.640	K0+022.640	8.00	-0.79%	-0.01	0.01	48.00	89.30	137.30	0.00	0.35	0.65
K0+022.640	K0+114.360	91.72	-0.79%	-0.01	0.09	550.32	1023.83	1574.15	0.00	0.35	0.65
K0+114.360	K0+129.000	14.64	-0.17%	0.00	0.01	87.84	163.42	251.26	0.00	0.35	0.65
K0+129.000	K0+132.100	3.10	3.06%	0.03	0.00	18.60	34.60	53.20	0.00	0.35	0.65
K0+132.100	K0+136.090	3.99	-2.19%	-0.02	0.00	23.94	44.54	68.48	0.00	0.35	0.65
K0+136.090	K0+160.040	23.95	-0.20%	0.00	0.02	143.70	267.34	411.04	0.00	0.35	0.65
K0+160.040	K0+184.370	24.33	0.80%	0.01	0.02	145.98	271.58	417.56	0.00	0.35	0.65
K0+184.370	K0+189.850	5.48	-0.53%	-0.01	0.01	32.88	61.17	94.05	0.00	0.35	0.65
K0+189.850	K0+206.240	16.39	0.40%	0.00	0.02	98.34	182.95	281.29	0.00	0.35	0.65
K0+206.240	K0+216.240	10.00	0.40%	0.00	0.01	60.00	111.63	171.63	0.00	0.35	0.65
K0+216.240	K0+226.240	10.00	-1.21%	-0.01	0.01	60.00	111.63	171.63	0.00	0.35	0.65
K0+226.240	K0+253.460	27.22	-1.21%	-0.01	0.03	163.32	303.84	467.16	0.00	0.35	0.65
K0+253.460	K0+258.910	5.45	-1.21%	-0.01	0.01	32.70	60.84	93.54	0.00	0.35	0.65
K0+258.910	K0+281.040	22.13	0.58%	0.01	0.02	132.78	247.03	379.81	0.00	0.35	0.65
K0+281.040	K0+346.000	64.96	-0.33%	0.00	0.06	389.76	725.12	1114.88	0.00	0.35	0.65
K0+346.000	K0+352.230	6.23	-0.29%	0.00	0.01	37.38	69.54	106.92	0.00	0.35	0.65
K0+352.230	K0+376.360	24.13	-0.12%	0.00	0.02	144.78	269.35	414.13	0.00	0.35	0.65
K0+376.360	K0+409.460	33.10	-0.72%	-0.01	0.03	198.60	369.48	568.08	0.00	0.35	0.65
K0+409.460	K0+412.490	3.03	4.05%	0.04	0.00	18.18	33.82	52.00	0.00	0.35	0.65
K0+412.490	K0+416.410	3.92	-2.41%	-0.02	0.00	23.52	43.76	67.28	0.00	0.35	0.65
K0+416.410	K0+455.490	39.08	-0.41%	0.00	0.04	234.48	436.23	670.71	0.00	0.35	0.65
K0+455.490	K0+458.690	3.20	3.39%	0.03	0.00	19.20	35.72	54.92	0.00	0.35	0.65
K0+458.690	K0+461.520	2.83	-2.11%	-0.02	0.00	16.98	31.59	48.57	0.00	0.35	0.65
K0+461.520	K0+501.780	40.26	0.93%	0.01	0.04	241.56	449.40	690.96	0.00	0.35	0.65
K0+501.780	K0+508.730	6.95	2.41%	0.02	0.01	41.70	77.58	119.28	0.00	0.35	0.65

Tabla 13. Áreas Tributarias Eje 3.

EJE 3											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+003.620	3.62	0.49%	0.00	0.00	19.91	135.02	154.93	0.00	0.13	0.87
K0+003.620	K0+029.100	25.48	0.31%	0.00	0.03	140.14	950.34	1090.48	0.00	0.13	0.87
K0+029.100	K0+042.930	13.83	1.11%	0.01	0.01	76.07	515.82	591.89	0.00	0.13	0.87
K0+042.930	K0+059.570	16.64	0.30%	0.00	0.02	91.52	620.63	712.15	0.00	0.13	0.87
K0+059.570	K0+069.570	10.00	0.30%	0.00	0.01	55.00	372.98	427.98	0.00	0.13	0.87
K0+069.570	K0+079.570	10.00	-1.57%	-0.02	0.01	55.00	372.98	427.98	0.00	0.13	0.87
K0+079.570	K0+084.400	4.83	-1.57%	-0.02	0.00	26.57	180.15	206.71	0.00	0.13	0.87
K0+084.400	K0+094.400	10.00	-1.57%	-0.02	0.01	55.00	372.98	427.98	0.00	0.13	0.87
K0+094.400	K0+104.400	10.00	-0.47%	0.00	0.01	55.00	372.98	427.98	0.00	0.13	0.87
K0+104.400	K0+106.860	2.46	-0.47%	0.00	0.00	13.53	91.75	105.28	0.00	0.13	0.87
K0+106.860	K0+130.290	23.43	0.18%	0.00	0.02	128.87	873.88	1002.75	0.00	0.13	0.87

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 14. Áreas Tributarias Eje 4.

EJE 4											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+036.100	36.10	0.34%	0.00	0.04	198.55	1752.85	1951.40	0.00	0.10	0.90
K0+036.100	K0+114.970	78.87	-0.37%	0.00	0.08	433.79	3829.55	4263.34	0.00	0.10	0.90
K0+114.970	K0+119.580	4.61	2.03%	0.02	0.00	25.36	223.84	249.19	0.00	0.10	0.90

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 15. Áreas Tributarias Eje 5.

EJE 5											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+013.780	13.78	1.41%	0.01	0.01	89.57	387.41	476.98	0.00	0.19	0.81
K0+013.780	K0+023.780	10.00	1.41%	0.01	0.01	65.00	281.14	346.14	0.00	0.19	0.81
K0+023.780	K0+033.780	10.00	-0.99%	-0.01	0.01	65.00	281.14	346.14	0.00	0.19	0.81
K0+033.780	K0+047.350	13.57	-0.99%	-0.01	0.01	88.21	381.51	469.71	0.00	0.19	0.81
K0+047.350	K0+051.030	3.68	-6.27%	-0.06	0.00	23.92	103.46	127.38	0.00	0.19	0.81
K0+051.030	K0+056.420	5.39	0.92%	0.01	0.01	35.04	151.53	186.57	0.00	0.19	0.81
K0+056.420	K0+060.190	3.77	-2.32%	-0.02	0.00	24.51	105.99	130.49	0.00	0.19	0.81
K0+060.190	K0+069.840	9.65	2.24%	0.02	0.01	62.73	271.30	334.02	0.00	0.19	0.81
K0+069.840	K0+125.520	55.68	0.12%	0.00	0.06	361.92	1565.39	1927.31	0.00	0.19	0.81
K0+125.520	K0+176.350	50.83	-0.60%	-0.01	0.05	330.40	1429.03	1759.43	0.00	0.19	0.81
K0+176.350	K0+219.930	43.58	-0.32%	0.00	0.04	283.27	1225.21	1508.48	0.00	0.19	0.81
K0+219.930	K0+229.930	10.00	-0.32%	0.00	0.01	65.00	281.14	346.14	0.00	0.19	0.81
K0+229.930	K0+239.930	10.00	6.03%	0.06	0.01	65.00	281.14	346.14	0.00	0.19	0.81
K0+239.930	K0+245.720	5.79	6.03%	0.06	0.01	37.63	162.78	200.41	0.00	0.19	0.81

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 16. Áreas Tributarias Eje 6.

EJE 6											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+001.380	1.38	-2.33%	-0.02	0.00	9.66	45.14	54.80	0.00	0.18	0.82
K0+001.380	K0+014.510	13.13	0.68%	0.01	0.01	91.91	429.53	521.44	0.00	0.18	0.82
K0+014.510	K0+024.510	10.00	0.68%	0.01	0.01	70.00	327.14	397.14	0.00	0.18	0.82
K0+024.510	K0+034.510	10.00	-0.71%	-0.01	0.01	70.00	327.14	397.14	0.00	0.18	0.82
K0+034.510	K0+034.980	0.47	-0.71%	-0.01	0.00	3.29	15.38	18.67	0.00	0.18	0.82
K0+034.980	K0+042.980	8.00	-0.71%	-0.01	0.01	56.00	261.71	317.71	0.00	0.18	0.82
K0+042.980	K0+050.980	8.00	0.41%	0.00	0.01	56.00	261.71	317.71	0.00	0.18	0.82
K0+050.980	K0+055.540	4.56	0.41%	0.00	0.00	31.92	149.17	181.09	0.00	0.18	0.82
K0+055.540	K0+103.200	47.66	-0.16%	0.00	0.05	333.62	1559.13	1892.75	0.00	0.18	0.82
K0+103.200	K0+113.200	10.00	-0.16%	0.00	0.01	70.00	327.14	397.14	0.00	0.18	0.82
K0+113.200	K0+123.200	10.00	-1.20%	-0.01	0.01	70.00	327.14	397.14	0.00	0.18	0.82
K0+123.200	K0+145.140	21.94	-1.20%	-0.01	0.02	153.58	717.74	871.32	0.00	0.18	0.82
K0+145.140	K0+147.600	2.46	2.25%	0.02	0.00	17.22	80.48	97.70	0.00	0.18	0.82

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 17. Áreas Tributarias Eje 7.

EJE 7											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+003.000	3.00	-4.77%	-0.05	0.00	16.50	147.90	164.40	0.00	0.10	0.90
K0+003.000	K0+035.790	32.79	0.30%	0.00	0.03	180.35	1616.59	1796.93	0.00	0.10	0.90
K0+035.790	K0+142.460	106.67	-0.46%	0.00	0.11	586.69	5258.97	5845.65	0.01	0.10	0.90
K0+142.460	K0+144.670	2.21	4.88%	0.05	0.00	12.15	108.96	121.11	0.00	0.10	0.90

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 18. Áreas Tributarias Eje 8.

EJE 8											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+002.820	2.82	-4.07%	-0.04	0.00	15.51	101.57	117.08	0.00	0.13	0.87
K0+002.820	K0+004.700	1.88	3.41%	0.03	0.00	10.34	67.71	78.05	0.00	0.13	0.87
K0+004.700	K0+018.890	14.19	0.78%	0.01	0.01	78.05	511.08	589.13	0.00	0.13	0.87
K0+018.890	K0+060.860	41.97	0.33%	0.00	0.04	230.84	1511.64	1742.48	0.00	0.13	0.87
K0+060.860	K0+070.860	10.00	0.33%	0.00	0.01	55.00	360.17	415.17	0.00	0.13	0.87
K0+070.860	K0+080.860	10.00	-4.39%	-0.04	0.01	55.00	360.17	415.17	0.00	0.13	0.87
K0+080.860	K0+083.160	2.30	-4.39%	-0.04	0.00	12.65	82.84	95.49	0.00	0.13	0.87
K0+083.160	K0+086.110	2.95	2.20%	0.02	0.00	16.23	106.25	122.48	0.00	0.13	0.87

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 19. Áreas Tributarias Eje 9.

EJE 9											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+004.400	4.40	0.14%	0.00	0.00	24.20	162.04	186.24	0.00	0.13	0.87
K0+004.400	K0+146.510	142.11	-0.26%	0.00	0.14	781.61	5233.40	6015.01	0.01	0.13	0.87
K0+146.510	K0+227.900	81.39	-0.07%	0.00	0.08	447.65	2997.30	3444.95	0.00	0.13	0.87
K0+227.900	K0+231.280	3.38	2.12%	0.02	0.00	18.59	124.47	143.06	0.00	0.13	0.87

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 20. Áreas Tributarias Eje 10.

EJE 10											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+003.000	3.00	1.61%	0.02	0.00	18.00	84.87	102.87	0.00	0.17	0.83
K0+003.000	K0+166.400	163.40	0.24%	0.00	0.16	980.40	4622.73	5603.13	0.01	0.17	0.83
K0+166.400	K0+226.960	60.56	-0.20%	0.00	0.06	363.36	1713.30	2076.66	0.00	0.17	0.83
K0+226.960	K0+236.960	10.00	-0.20%	0.00	0.01	60.00	282.91	342.91	0.00	0.17	0.83
K0+236.960	K0+246.960	10.00	1.59%	0.02	0.01	60.00	282.91	342.91	0.00	0.17	0.83
K0+246.960	K0+278.370	31.41	1.59%	0.02	0.03	188.46	888.62	1077.08	0.00	0.17	0.83
K0+278.370	K0+280.880	2.51	0.36%	0.00	0.00	15.06	71.01	86.07	0.00	0.17	0.83

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 21. Áreas Tributarias Eje 11.

EJE 11											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+006.480	6.48	2.03%	0.02	0.01	38.88	153.68	192.56	0.00	0.20	0.80
K0+006.480	K0+016.480	10.00	2.03%	0.02	0.01	60.00	237.16	297.16	0.00	0.20	0.80
K0+016.480	K0+026.480	10.00	-0.40%	0.00	0.01	60.00	237.16	297.16	0.00	0.20	0.80
K0+026.480	K0+073.540	47.06	-0.40%	0.00	0.05	282.36	1116.09	1398.45	0.00	0.20	0.80
K0+073.540	K0+076.540	3.00	2.00%	0.02	0.00	18.00	71.15	89.15	0.00	0.20	0.80
K0+076.540	K0+079.550	3.01	-2.00%	-0.02	0.00	18.06	71.39	89.45	0.00	0.20	0.80
K0+079.550	K0+128.100	48.55	0.42%	0.00	0.05	291.30	1151.43	1442.73	0.00	0.20	0.80
K0+128.100	K0+138.100	10.00	0.42%	0.00	0.01	60.00	237.16	297.16	0.00	0.20	0.80
K0+138.100	K0+148.100	10.00	-0.99%	-0.01	0.01	60.00	237.16	297.16	0.00	0.20	0.80
K0+148.100	K0+155.650	7.55	-0.99%	-0.01	0.01	45.30	179.06	224.36	0.00	0.20	0.80
K0+155.650	K0+158.490	2.84	0.87%	0.01	0.00	17.04	67.35	84.39	0.00	0.20	0.80

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 22. Áreas Tributarias Eje 12.

EJE 12											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+098.940	98.94	-0.19%	0.00	0.10	593.64	2814.90	3408.54	0.00	0.17	0.83
K0+098.940	K0+108.940	10.00	-0.19%	0.00	0.01	60.00	284.51	344.51	0.00	0.17	0.83
K0+108.940	K0+118.940	10.00	1.20%	0.01	0.01	60.00	284.51	344.51	0.00	0.17	0.83
K0+118.940	K0+155.070	36.13	1.20%	0.01	0.04	216.78	1027.92	1244.70	0.00	0.17	0.83

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 23. Áreas Tributarias Eje 26.

EJE 26											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+007.010	7.01	-2.21%	-0.02	0.01	49.07	176.92	225.99	0.00	0.22	0.78
K0+007.010	K0+045.640	38.63	-0.12%	0.00	0.04	270.41	974.98	1245.39	0.00	0.22	0.78
K0+045.640	K0+053.810	8.17	-0.94%	-0.01	0.01	57.19	206.20	263.39	0.00	0.22	0.78
K0+053.810	K0+056.620	2.81	1.88%	0.02	0.00	19.67	70.92	90.59	0.00	0.22	0.78

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 24. Áreas Tributarias Eje acceso Montería calle 41-1

ACCESO MONTERÍA CALLE 41 -1											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+114.780	114.78	0.50%	0.01	0.11	918.24	553.81	1472.05	0.00	0.62	0.38
K0+114.780	K0+129.780	15.00	0.50%	0.01	0.02	120.00	72.38	192.38	0.00	0.62	0.38
K0+129.780	K0+144.780	15.00	-0.50%	-0.01	0.02	120.00	72.38	192.38	0.00	0.62	0.38
K0+144.780	K0+296.170	151.39	-0.50%	-0.01	0.15	1211.12	730.46	1941.58	0.00	0.62	0.38

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 25. Áreas Tributarias Eje acceso Montería calle 41-2

ACCESO MONTERÍA CALLE 41 -2											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+124.470	124.47	-0.30%	0.00	0.12	995.76	16971.33	17967.09	0.02	0.06	0.94
K0+124.470	K0+148.960	24.49	0.50%	0.01	0.02	195.92	3339.18	3535.10	0.00	0.06	0.94

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 Nº 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

7.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración se define como el intervalo necesario, a partir del inicio de la lluvia, para que toda la escorrentía superficial generada en la cuenca tributaria alcance el punto de interés. Para su determinación, se considera un tiempo mínimo inicial de 8 minutos, al cual se suma el tiempo de recorrido, que depende de la velocidad del flujo en las diferentes zonas. En áreas montañosas, este recorrido está influenciado por la pendiente del terreno y las características del flujo, mientras que en la zona urbana se considera el tiempo de recorrido en depresiones naturales, zanjas, cunetas, colectores y canales. El tiempo mínimo de concentración se establece en 15 minutos.

Es fundamental justificar el método empleado para el cálculo del tiempo de concentración, describiendo detalladamente las ecuaciones utilizadas en el proceso. Para el presente diseño, se ha adoptado un tiempo de concentración de 15 minutos, basándose en las condiciones características de la zona de estudio.

7.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

El coeficiente de escorrentía (C) está directamente relacionado con el tipo de suelo, el grado de impermeabilidad de la zona y la pendiente del terreno. Estas características determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. Además, deben considerarse factores adicionales como el desarrollo urbano, los planes de ordenamiento territorial y las disposiciones legales locales sobre el uso del suelo, ya que estos elementos pueden afectar tanto la capacidad de infiltración como la generación de escorrentía.
Para áreas de drenaje que incluyen subáreas con diferentes coeficientes de escorrentía, el valor representativo de C se calcula como un promedio ponderado utilizando las respectivas áreas. La fórmula utilizada para este cálculo es:

$$C_{\text{prom}} = \frac{\sum(C_i \cdot A_i)}{\sum A_i}$$

Donde:

- Cprom es el coeficiente de escorrentía promedio ponderado.
- Ci es el coeficiente de escorrentía de la subárea i.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

- Ai el área de la subárea i en Hectáreas.
- ∑Ai es la suma de las áreas de todas las subáreas.

Este cálculo asegura que las subáreas con mayores dimensiones tengan un impacto proporcional en el valor del coeficiente de escorrentía global del área de drenaje.

Los valores de coeficiente de escorrentía se toman de acuerdo con la Tabla 2.9 del manual de drenaje para carreteras del INVIAS, tal como se puede observar en la **Tabla 26**.

Tabla 26. Valores del Coeficiente de Escorrentía en Áreas Urbanas.

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 -7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 -7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Áreas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

Fuente. INVIAS

Para el presente diseño, se ha adoptado un coeficiente de escorrentía de C=0.9 para el pavimento, C=0.65 para casas multifamiliares unidas y C= 0.75 para techos

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T.: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E.: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 27. Coeficientes de escorrentía eje 1.

EJE 1													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+005.070	5.07	1.95%	0.0195	32.96	121.18	154.13	0.00015	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+005.070	K0+013.890	8.82	0.10%	0.0010	57.33	210.80	268.13	0.00027	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+013.890	K0+019.880	5.99	0.10%	0.0010	38.94	143.17	182.10	0.00018	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+019.880	K0+025.890	6.01	-5.65%	-0.0565	39.07	143.64	182.71	0.00018	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+025.890	K0+026.270	0.38	-5.65%	-0.0565	2.47	9.08	11.55	0.00001	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+026.270	K0+032.270	6.00	-5.65%	-0.0565	39.00	143.40	182.40	0.00018	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+032.270	K0+038.270	6.00	1.50%	0.0150	39.00	143.40	182.40	0.00018	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+038.270	K0+049.680	11.41	1.50%	0.0150	74.17	272.71	346.87	0.00035	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+049.680	K0+059.680	10.00	1.50%	0.0150	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+059.680	K0+069.680	10.00	-1.27%	-0.0127	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+069.680	K0+078.450	8.77	-1.27%	-0.0127	57.01	209.61	266.61	0.00027	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+078.450	K0+081.520	3.07	2.85%	0.0285	19.96	73.38	93.33	0.00009	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+081.520	K0+085.000	3.48	-2.35%	-0.0235	22.62	83.17	105.79	0.00011	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+085.000	K0+110.610	25.61	-1.88%	-0.0188	166.47	612.10	778.56	0.00078	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+110.610	K0+115.020	4.41	1.62%	0.0162	28.67	105.40	134.07	0.00013	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+115.020	K0+118.916	3.90	-1.98%	-0.0198	25.32	93.12	118.44	0.00012	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+118.916	K0+128.940	10.02	1.56%	0.0156	65.16	239.58	304.74	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+128.940	K0+138.940	10.00	1.56%	0.0156	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+138.940	K0+148.940	10.00	-1.63%	-0.0163	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+148.940	K0+157.250	8.31	-1.63%	-0.0163	54.02	198.62	252.63	0.00025	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+157.250	K0+160.200	2.95	0.42%	0.0042	19.17	70.51	89.68	0.00009	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+160.200	K0+164.430	4.23	-2.41%	-0.0241	27.50	101.10	128.60	0.00013	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+164.430	K0+176.370	11.94	1.60%	0.0160	77.61	285.38	362.99	0.00036	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+176.370	K0+186.370	10.00	1.60%	0.0160	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+186.370	K0+196.370	10.00	-1.56%	-0.0156	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+196.370	K0+216.670	20.30	-1.56%	-0.0156	131.95	485.19	617.14	0.00062	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+216.670	K0+223.470	6.80	0.68%	0.0068	44.20	162.53	206.73	0.00021	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+223.470	K0+242.100	18.63	0.95%	0.0095	121.10	445.27	566.37	0.00057	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+242.100	K0+252.100	10.00	0.95%	0.0095	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+252.100	K0+262.100	10.00	-0.82%	-0.0082	65.00	239.01	304.01	0.00030	21%	79%	0.9	0.65	0.703
K0+262.100	K0+283.150	21.05	-0.82%	-0.0082	136.83	503.11	639.94	0.00064	21%	79%	0.9	0.65	0.703

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-67
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 28. Coeficientes de escorrentía eje 2.

EJE 2													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO	0	0
K0+000.000	K0+003.350	3.35	0.67%	0.0067	20.10	37.39	57.49	0.00006	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+003.350	K0+006.640	3.29	-7.32%	-0.0732	19.74	36.72	56.46	0.00006	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+006.640	K0+014.640	8.00	-7.32%	-0.0732	48.00	89.30	137.30	0.00014	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+014.640	K0+022.640	8.00	-0.79%	-0.0079	48.00	89.30	137.30	0.00014	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+022.640	K0+114.360	91.72	-0.79%	-0.0079	550.32	1023.83	1574.15	0.00157	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+114.360	K0+129.000	14.64	-0.17%	-0.0017	87.84	163.42	251.26	0.00025	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+129.000	K0+132.100	3.10	3.06%	0.0306	18.60	34.60	53.20	0.00005	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+132.100	K0+136.090	3.99	-2.19%	-0.0219	23.94	44.54	68.48	0.00007	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+136.090	K0+160.040	23.95	-0.20%	-0.0020	143.70	267.34	411.04	0.00041	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+160.040	K0+184.370	24.33	0.80%	0.0080	145.98	271.58	417.56	0.00042	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+184.370	K0+189.850	5.48	-0.53%	-0.0053	32.88	61.17	94.05	0.00009	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+189.850	K0+206.240	16.39	0.40%	0.0040	98.34	182.95	281.29	0.00028	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+206.240	K0+216.240	10.00	0.40%	0.0040	60.00	111.63	171.63	0.00017	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+216.240	K0+226.240	10.00	-1.21%	-0.0121	60.00	111.63	171.63	0.00017	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+226.240	K0+253.460	27.22	-1.21%	-0.0121	163.32	303.84	467.16	0.00047	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+253.460	K0+258.910	5.45	-1.21%	-0.0121	32.70	60.84	93.54	0.00009	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+258.910	K0+281.040	22.13	0.58%	0.0058	132.78	247.03	379.81	0.00038	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+281.040	K0+346.000	64.96	-0.33%	-0.0033	389.76	725.12	1114.88	0.00111	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+346.000	K0+352.230	6.23	-0.29%	-0.0029	37.38	69.54	106.92	0.00011	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+352.230	K0+376.360	24.13	-0.12%	-0.0012	144.78	269.35	414.13	0.00041	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+376.360	K0+409.460	33.10	-0.72%	-0.0072	198.60	369.48	568.08	0.00057	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+409.460	K0+412.490	3.03	4.05%	0.0405	18.18	33.82	52.00	0.00005	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+412.490	K0+416.410	3.92	-2.41%	-0.0241	23.52	43.76	67.28	0.00007	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+416.410	K0+455.490	39.08	-0.41%	-0.0041	234.48	436.23	670.71	0.00067	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+455.490	K0+458.690	3.20	3.39%	0.0339	19.20	35.72	54.92	0.00005	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+458.690	K0+461.520	2.83	-2.11%	-0.0211	16.98	31.59	48.57	0.00005	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+461.520	K0+501.780	40.26	0.93%	0.0093	241.56	449.40	690.96	0.00069	35%	65%	0.9	0.65	0.737
K0+501.780	K0+508.730	6.95	2.41%	0.0241	41.70	77.58	119.28	0.00012	35%	65%	0.9	0.65	0.737

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 29. Coeficientes de escorrentía eje 3.

EJE 3													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+003.620	3.62	0.49%	0.0049	19.91	135.02	154.93	0.00015	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+003.620	K0+029.100	25.48	0.31%	0.0031	140.14	950.34	1090.48	0.00109	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+029.100	K0+042.930	13.83	1.11%	0.0111	76.07	515.82	591.89	0.00059	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+042.930	K0+059.570	16.64	0.30%	0.0030	91.52	620.63	712.15	0.00071	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+059.570	K0+069.570	10.00	0.30%	0.0030	55.00	372.98	427.98	0.00043	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+069.570	K0+079.570	10.00	-1.57%	-0.0157	55.00	372.98	427.98	0.00043	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+079.570	K0+084.400	4.83	-1.57%	-0.0157	26.57	180.15	206.71	0.00021	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+084.400	K0+094.400	10.00	-1.57%	-0.0157	55.00	372.98	427.98	0.00043	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+094.400	K0+104.400	10.00	-0.47%	-0.0047	55.00	372.98	427.98	0.00043	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+104.400	K0+106.860	2.46	-0.47%	-0.0047	13.53	91.75	105.28	0.00011	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+106.860	K0+130.290	23.43	0.18%	0.0018	128.87	873.88	1002.75	0.00100	13%	87%	0.9	0.65	0.682

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 30. Coeficientes de escorrentía eje 4.

EJE 4													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+036.100	36.10	0.34%	0.0034	198.55	1752.85	1951.40	0.00195	10%	90%	0.9	0.65	0.675
K0+036.100	K0+114.970	78.87	-0.37%	-0.0037	433.79	3829.55	4263.34	0.00426	10%	90%	0.9	0.65	0.675
K0+114.970	K0+119.580	4.61	2.03%	0.0203	25.36	223.84	249.19	0.00025	10%	90%	0.9	0.65	0.675

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 31. Coeficientes de escorrentía eje 5.

EJE 5													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+013.780	13.78	1.41%	0.0141	89.57	387.41	476.98	0.00048	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+013.780	K0+023.780	10.00	1.41%	0.0141	65.00	281.14	346.14	0.00035	19%	81%	0.9	0.65	0.697

Carrera 23 N° 124-67
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

EJE 5													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+023.780	K0+033.780	10.00	-0.99%	-0.0099	65.00	281.14	346.14	0.00035	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+033.780	K0+047.350	13.57	-0.99%	-0.0099	88.21	381.51	469.71	0.00047	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+047.350	K0+051.030	3.68	-6.27%	-0.0627	23.92	103.46	127.38	0.00013	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+051.030	K0+056.420	5.39	0.92%	0.0092	35.04	151.53	186.57	0.00019	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+056.420	K0+060.190	3.77	-2.32%	-0.0232	24.51	105.99	130.49	0.00013	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+060.190	K0+069.840	9.65	2.24%	0.0224	62.73	271.30	334.02	0.00033	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+069.840	K0+125.520	55.68	0.12%	0.0012	361.92	1565.39	1927.31	0.00193	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+125.520	K0+176.350	50.83	-0.60%	-0.0060	330.40	1429.03	1759.43	0.00176	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+176.350	K0+219.930	43.58	-0.32%	-0.0032	283.27	1225.21	1508.48	0.00151	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+219.930	K0+229.930	10.00	-0.32%	-0.0032	65.00	281.14	346.14	0.00035	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+229.930	K0+239.930	10.00	6.03%	0.0603	65.00	281.14	346.14	0.00035	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+239.930	K0+245.720	5.79	6.03%	0.0603	37.63	162.78	200.41	0.00020	19%	81%	0.9	0.65	0.697

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 32. Coeficientes de escorrentía eje 6.

EJE 6													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO	0	0
K0+000.000	K0+001.380	1.38	-2.33%	-0.0233	9.66	45.14	54.80	0.00005	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+001.380	K0+014.510	13.13	0.68%	0.0068	91.91	429.53	521.44	0.00052	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+014.510	K0+024.510	10.00	0.68%	0.0068	70.00	327.14	397.14	0.00040	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+024.510	K0+034.510	10.00	-0.71%	-0.0071	70.00	327.14	397.14	0.00040	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+034.510	K0+034.980	0.47	-0.71%	-0.0071	3.29	15.38	18.67	0.00002	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+034.980	K0+042.980	8.00	-0.71%	-0.0071	56.00	261.71	317.71	0.00032	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+042.980	K0+050.980	8.00	0.41%	0.0041	56.00	261.71	317.71	0.00032	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+050.980	K0+055.540	4.56	0.41%	0.0041	31.92	149.17	181.09	0.00018	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+055.540	K0+103.200	47.66	-0.16%	-0.0016	333.62	1559.13	1892.75	0.00189	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+103.200	K0+113.200	10.00	-0.16%	-0.0016	70.00	327.14	397.14	0.00040	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+113.200	K0+123.200	10.00	-1.20%	-0.0120	70.00	327.14	397.14	0.00040	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+123.200	K0+145.140	21.94	-1.20%	-0.0120	153.58	717.74	871.32	0.00087	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+145.140	K0+147.600	2.46	2.25%	0.0225	17.22	80.48	97.70	0.00010	18%	82%	0.9	0.65	0.694

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 33. Coeficientes de escorrentía eje 7.

EJE 7													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+003.000	3.00	-4.77%	-0.0477	16.50	147.90	164.40	0.00016	10%	90%	0.9	0.65	0.675
K0+003.000	K0+035.790	32.79	0.30%	0.0030	180.35	1616.59	1796.93	0.00180	10%	90%	0.9	0.65	0.675
K0+035.790	K0+142.460	106.67	-0.46%	-0.0046	586.69	5258.97	5845.65	0.00585	10%	90%	0.9	0.65	0.675
K0+142.460	K0+144.670	2.21	4.88%	0.0488	12.15	108.96	121.11	0.00012	10%	90%	0.9	0.65	0.675

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 34. Coeficientes de escorrentía eje 8.

EJE 8													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+002.820	2.82	-4.07%	-0.0407	15.51	101.57	117.08	0.00012	13%	87%	0.9	0.65	0.683
K0+002.820	K0+004.700	1.88	3.41%	0.0341	10.34	67.71	78.05	0.00008	13%	87%	0.9	0.65	0.683
K0+004.700	K0+018.890	14.19	0.78%	0.0078	78.05	511.08	589.13	0.00059	13%	87%	0.9	0.65	0.683
K0+018.890	K0+060.860	41.97	0.33%	0.0033	230.84	1511.64	1742.48	0.00174	13%	87%	0.9	0.65	0.683
K0+060.860	K0+070.860	10.00	0.33%	0.0033	55.00	360.17	415.17	0.00042	13%	87%	0.9	0.65	0.683
K0+070.860	K0+080.860	10.00	-4.39%	-0.0439	55.00	360.17	415.17	0.00042	13%	87%	0.9	0.65	0.683
K0+080.860	K0+083.160	2.30	-4.39%	-0.0439	12.65	82.84	95.49	0.00010	13%	87%	0.9	0.65	0.683
K0+083.160	K0+086.110	2.95	2.20%	0.0220	16.23	106.25	122.48	0.00012	13%	87%	0.9	0.65	0.683

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 35. Coeficientes de escorrentía eje 9.

EJE 9													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+004.400	4.40	0.14%	0.0014	24.20	162.04	186.24	0.00019	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+004.400	K0+146.510	142.11	-0.26%	-0.0026	781.61	5233.40	6015.01	0.00602	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+146.510	K0+227.900	81.39	-0.07%	-0.0007	447.65	2997.30	3444.95	0.00344	13%	87%	0.9	0.65	0.682
K0+227.900	K0+231.280	3.38	2.12%	0.0212	18.59	124.47	143.06	0.00014	13%	87%	0.9	0.65	0.682

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 36. Coeficientes de escorrentía eje 10.

EJE 10													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+003.000	3.00	1.61%	0.0161	18.00	84.87	102.87	0.00010	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+003.000	K0+166.400	163.40	0.24%	0.0024	980.40	4622.73	5603.13	0.00560	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+166.400	K0+226.960	60.56	-0.20%	-0.0020	363.36	1713.30	2076.66	0.00208	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+226.960	K0+236.960	10.00	-0.20%	-0.0020	60.00	282.91	342.91	0.00034	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+236.960	K0+246.960	10.00	1.59%	0.0159	60.00	282.91	342.91	0.00034	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+246.960	K0+278.370	31.41	1.59%	0.0159	188.46	888.62	1077.08	0.00108	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+278.370	K0+280.880	2.51	0.36%	0.0036	15.06	71.01	86.07	0.00009	17%	83%	0.9	0.65	0.694

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 37. Coeficientes de escorrentía eje 11.

EJE 11													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+006.480	6.48	2.03%	0.0203	38.88	153.68	192.56	0.00019	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+006.480	K0+016.480	10.00	2.03%	0.0203	60.00	237.16	297.16	0.00030	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+016.480	K0+026.480	10.00	-0.40%	-0.0040	60.00	237.16	297.16	0.00030	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+026.480	K0+073.540	47.06	-0.40%	-0.0040	282.36	1116.09	1398.45	0.00140	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+073.540	K0+076.540	3.00	2.00%	0.0200	18.00	71.15	89.15	0.00009	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+076.540	K0+079.550	3.01	-2.00%	-0.0200	18.06	71.39	89.45	0.00009	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+079.550	K0+128.100	48.55	0.42%	0.0042	291.30	1151.43	1442.73	0.00144	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+128.100	K0+138.100	10.00	0.42%	0.0042	60.00	237.16	297.16	0.00030	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+138.100	K0+148.100	10.00	-0.99%	-0.0099	60.00	237.16	297.16	0.00030	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+148.100	K0+155.650	7.55	-0.99%	-0.0099	45.30	179.06	224.36	0.00022	20%	80%	0.9	0.65	0.700
K0+155.650	K0+158.490	2.84	0.87%	0.0087	17.04	67.35	84.39	0.00008	20%	80%	0.9	0.65	0.700

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 38. Coeficientes de escorrentía eje 12.

EJE 12													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+098.940	98.94	-0.19%	-0.0019	593.64	2814.90	3408.54	0.00341	17%	83%	0.9	0.65	0.694

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

EJE 12													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+098.940	K0+108.940	10.00	-0.19%	-0.0019	60.00	284.51	344.51	0.00034	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+108.940	K0+118.940	10.00	1.20%	0.0120	60.00	284.51	344.51	0.00034	17%	83%	0.9	0.65	0.694
K0+118.940	K0+155.070	36.13	1.20%	0.0120	216.78	1027.92	1244.70	0.00124	17%	83%	0.9	0.65	0.694

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 39. Coeficientes de escorrentía eje 26.

EJE 26													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+007.010	7.01	-2.21%	-0.0221	49.07	176.92	225.99	0.00023	22%	78%	0.9	0.65	0.704
K0+007.010	K0+045.640	38.63	-0.12%	-0.0012	270.41	974.98	1245.39	0.00125	22%	78%	0.9	0.65	0.704
K0+045.640	K0+053.810	8.17	-0.94%	-0.0094	57.19	206.20	263.39	0.00026	22%	78%	0.9	0.65	0.704
K0+053.810	K0+056.620	2.81	1.88%	0.0188	19.67	70.92	90.59	0.00009	22%	78%	0.9	0.65	0.704

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 40. Coeficientes de escorrentía acceso Montería calle 41-1.

ACCESO MONTERÍA CALLE 41 -1													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+114.780	114.78	0.50%	0.0050	918.24	553.81	1472.05	0.00147	62%	38%	0.9	0.65	0.806
K0+114.780	K0+129.780	15.00	0.50%	0.0050	120.00	72.38	192.38	0.00019	62%	38%	0.9	0.65	0.806
K0+129.780	K0+144.780	15.00	-0.50%	-0.0050	120.00	72.38	192.38	0.00019	62%	38%	0.9	0.65	0.806
K0+144.780	K0+296.170	151.39	-0.50%	-0.0050	1211.12	730.46	1941.58	0.00194	62%	38%	0.9	0.65	0.806

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 41. Coeficientes de escorrentía acceso Montería calle 41-1.

ACCESO MONTERÍA CALLE 41 -2													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+124.470	124.47	-0.30%	-0.0030	995.76	16971.33	17967.09	0.01797	6%	94%	0.9	0.65	0.664
K0+124.470	K0+148.960	24.49	0.50%	0.0050	195.92	3339.18	3535.10	0.00354	6%	94%	0.9	0.65	0.664

Fuente. Esta consultoría, 202

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialesas@gmail.com

7.5 PERIODO DE RETORNO

El período de retorno de diseño debe seleccionarse en función de la importancia de las áreas a proteger, así como de los posibles daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan causar a los habitantes, el tráfico vehicular, el comercio, la industria, entre otros. La elección del período de retorno está directamente relacionada con las características de protección requeridas y la relevancia del área de estudio.

Para efectos de diseño, el período de retorno o la frecuencia del evento pluvial de diseño se establecerá conforme a los siguientes criterios técnicos:

En este caso particular, dado que el canal propuesto se desarrollará a lo largo de un corredor vial, se ha seleccionado un período de retorno de 10 años, en concordancia con lo especificado en la tabla 2.8 del Manual de Drenaje del INVÍAS y la metodología de análisis para zonas inundables permisibles en áreas urbanas. A continuación, en la Tabla 42 se presentan los valores de periodo de retorno.

Tabla 42. Valores de periodo de retorno para diferentes obras

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO
Cunetas	5 años
Zanjas de coronación y canales de guarda	10 años
Estructuras de caída	10 años
Alcantarillas circulares de 0.90m de diámetro	10 años
Alcantarillas circulares mayores de 0.90m de diámetro	20 años
Puentes menores (luz menor a 10 m).	25 años
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m.	50 años
Puentes de luz mayor o igual a 50 m.	100 años
Drenaje subsuperficial	2 años

Fuente. INVIAS, 2009

7.6 INTENSIDAD DE LLUVIAS

Para este caso en particular, se ha adoptado una intensidad de lluvia de **160.45 mm/h**, calculada en el diseño hidráulico previo, para un período de retorno de 10 años. Este valor ha sido seleccionado en función de las características específicas de la cuenca y del corredor vial en el cual se

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

desarrolla el proyecto, considerando tanto las condiciones climáticas locales como las normas vigentes para el diseño de infraestructura vial en zonas urbanas.

La intensidad de 160.45 mm/h refleja la magnitud de las lluvias extremas esperadas durante un evento que se presenta, en promedio, una vez cada 10 años, y se ha calculado utilizando los registros históricos de precipitaciones y los análisis hidrológicos correspondientes. Este valor no solo asegura que el sistema de drenaje sea capaz de manejar las escorrentías generadas por este tipo de eventos, sino que también se ajusta a los lineamientos establecidos en el Manual de Drenaje de INVÍAS y la metodología recomendada para áreas urbanas con zonas de inundación permisible.

La elección de un período de retorno de 10 años es adecuada para el diseño de este canal, dado su desarrollo a lo largo de un corredor vial de importancia, donde las inundaciones podrían generar interrupciones significativas en el tráfico vehicular y afectar las actividades comerciales e industriales cercanas.

7.7 CAUDALES DE DISEÑO

Para la determinación del caudal de diseño de los colectores y canales se empleará el método racional, aplicable en proyectos donde el área de drenaje sea inferior a 1000 hectáreas. La ecuación del método racional es la siguiente:

$$Q = C\,I\,A$$

Donde:

- **Q:** Caudal estimado en un punto determinado (l/s).
- **C:** Coeficiente de escorrentía (adimensional), determinado según las características del suelo y el uso del terreno, tal como se detalla en apartados anteriores.
- **I:** Intensidad de la lluvia, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y para el período de retorno seleccionado (mm/h).
- **A:** Área de la cuenca de drenaje (hectáreas).

En este diseño, se ha considerado un período de retorno de 10 años, conforme a las recomendaciones para áreas urbanas con zonas de

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

inundación permisible. Según el estudio hidrológico e hidráulico realizado, la intensidad de lluvia asociada a dicho período de retorno es de **160.45mm/h**.

Este valor de intensidad de lluvia y los parámetros correspondientes aseguran un diseño adecuado para el manejo de las escorrentías generadas por las lluvias extremas esperadas durante el período de diseño.

Conforme a lo descrito anteriormente se logra obtener los siguientes caudales:

Carrera 23 Nº 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 2211077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 43. Cálculo de caudales Eje 1.

EJE 1											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+005.070	0.0195	0.005	0.00015	0.703	10	0.310	15.000	131.00	0.0039	0.015
K0+005.070	K0+013.890	0.0010	0.009	0.00027	0.703	10	1.490	15.000	131.00	0.0069	0.012
K0+013.890	K0+019.880	0.0010	0.006	0.00018	0.703	10	1.100	15.000	131.00	0.0047	0.005
K0+019.880	K0+025.890	-0.0565	0.006	0.00018	0.703	10	0.230	15.000	131.00	0.0047	0.005
K0+025.890	K0+026.270	-0.0565	0.000	0.00001	0.703	10	0.030	15.000	131.00	0.0003	0.005
K0+026.270	K0+032.270	-0.0565	0.006	0.00018	0.703	10	0.230	15.000	131.00	0.0047	0.010
K0+032.270	K0+038.270	0.0150	0.006	0.00018	0.703	10	0.390	15.000	131.00	0.0047	0.021
K0+038.270	K0+049.680	0.0150	0.011	0.00035	0.703	10	0.640	15.000	131.00	0.0089	0.017
K0+049.680	K0+059.680	0.0150	0.010	0.00030	0.703	10	0.580	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+059.680	K0+069.680	-0.0127	0.010	0.00030	0.703	10	0.620	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+069.680	K0+078.450	-0.0127	0.009	0.00027	0.703	10	0.560	15.000	131.00	0.0068	0.015
K0+078.450	K0+081.520	0.0285	0.003	0.00009	0.703	10	0.180	15.000	131.00	0.0024	0.002
K0+081.520	K0+085.000	-0.0235	0.003	0.00011	0.703	10	0.220	15.000	131.00	0.0027	0.003
K0+085.000	K0+110.610	-0.0188	0.026	0.00078	0.703	10	1.090	15.000	131.00	0.0199	0.023
K0+110.610	K0+115.020	0.0162	0.004	0.00013	0.703	10	0.300	15.000	131.00	0.0034	0.003
K0+115.020	K0+118.916	-0.0198	0.004	0.00012	0.703	10	0.250	15.000	131.00	0.0030	0.003
K0+118.916	K0+128.940	0.0156	0.010	0.00030	0.703	10	0.570	15.000	131.00	0.0078	0.016
K0+128.940	K0+138.940	0.0156	0.010	0.00030	0.703	10	0.570	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+138.940	K0+148.940	-0.0163	0.010	0.00030	0.703	10	0.560	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+148.940	K0+157.250	-0.0163	0.008	0.00025	0.703	10	0.490	15.000	131.00	0.0065	0.014
K0+157.250	K0+160.200	0.0042	0.003	0.00009	0.703	10	0.370	15.000	131.00	0.0023	0.002
K0+160.200	K0+164.430	-0.0241	0.004	0.00013	0.703	10	0.250	15.000	131.00	0.0033	0.003
K0+164.430	K0+176.370	0.0160	0.012	0.00036	0.703	10	0.650	15.000	131.00	0.0093	0.017
K0+176.370	K0+186.370	0.0160	0.010	0.00030	0.703	10	0.560	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+186.370	K0+196.370	-0.0156	0.010	0.00030	0.703	10	0.570	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+196.370	K0+216.670	-0.0156	0.020	0.00062	0.703	11	0.980	15.000	131.00	0.0158	0.024
K0+216.670	K0+223.470	0.0068	0.007	0.00021	0.703	12	0.580	15.000	131.00	0.0053	0.028
K0+223.470	K0+242.100	0.0095	0.019	0.00057	0.703	13	1.110	15.000	131.00	0.0145	0.022
K0+242.100	K0+252.100	0.0095	0.010	0.00030	0.703	14	0.690	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+252.100	K0+262.100	-0.0082	0.010	0.00030	0.703	15	0.730	15.000	131.00	0.0078	0.008
K0+262.100	K0+283.150	-0.0082	0.021	0.00064	0.703	16	1.290	15.000	131.00	0.0164	0.024

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T+ +57 (1) 221 1077
M+ +57 300 517 31 99
E+ gerencia.convial@gmail.com

Tabla 44. Cálculo de caudales Eje 2.

EJE 2											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+003.350	0.0067	0.003	0.00006	0.737	10	0.340	15.000	131.00	0.0015	0.002
K0+003.350	K0+006.640	-0.0732	0.003	0.00006	0.737	10	0.130	15.000	131.00	0.0015	0.002
K0+006.640	K0+014.640	-0.0732	0.008	0.00014	0.737	10	0.260	15.000	131.00	0.0037	0.005
K0+014.640	K0+022.640	-0.0079	0.008	0.00014	0.737	10	0.620	15.000	131.00	0.0037	0.009
K0+022.640	K0+114.360	-0.0079	0.092	0.00157	0.737	10	4.070	15.000	131.00	0.0423	0.051
K0+114.360	K0+129.000	-0.0017	0.015	0.00025	0.737	10	1.790	15.000	131.00	0.0067	0.058
K0+129.000	K0+132.100	0.0306	0.003	0.00005	0.737	10	0.180	15.000	131.00	0.0014	0.001
K0+132.100	K0+136.090	-0.0219	0.004	0.00007	0.737	10	0.250	15.000	131.00	0.0018	0.002
K0+136.090	K0+160.040	-0.0020	0.024	0.00041	0.737	10	2.460	15.000	131.00	0.0110	0.013
K0+160.040	K0+184.370	0.0080	0.024	0.00042	0.737	10	1.460	15.000	131.00	0.0112	0.011
K0+184.370	K0+189.850	-0.0053	0.005	0.00009	0.737	10	0.540	15.000	131.00	0.0025	0.003
K0+189.850	K0+206.240	0.0040	0.016	0.00028	0.737	10	1.410	15.000	131.00	0.0076	0.012
K0+206.240	K0+216.240	0.0040	0.010	0.00017	0.737	10	0.960	15.000	131.00	0.0046	0.005
K0+216.240	K0+226.240	-0.0121	0.010	0.00017	0.737	10	0.630	15.000	131.00	0.0046	0.005
K0+226.240	K0+253.460	-0.0121	0.027	0.00047	0.737	10	1.360	15.000	131.00	0.0125	0.017
K0+253.460	K0+258.910	-0.0121	0.005	0.00009	0.737	10	0.390	15.000	131.00	0.0025	0.020
K0+258.910	K0+281.040	0.0058	0.022	0.00038	0.737	10	1.540	15.000	131.00	0.0102	0.010
K0+281.040	K0+346.000	-0.0033	0.065	0.00111	0.737	10	4.370	15.000	131.00	0.0299	0.030
K0+346.000	K0+352.230	-0.0029	0.006	0.00011	0.737	10	0.760	15.000	131.00	0.0029	0.033
K0+352.230	K0+376.360	-0.0012	0.024	0.00041	0.737	10	3.010	15.000	131.00	0.0111	0.044
K0+376.360	K0+409.460	-0.0072	0.033	0.00057	0.737	10	1.930	15.000	131.00	0.0153	0.059
K0+409.460	K0+412.490	0.0405	0.003	0.00005	0.737	10	0.160	15.000	131.00	0.0014	0.001
K0+412.490	K0+416.410	-0.0241	0.004	0.00007	0.737	10	0.230	15.000	131.00	0.0018	0.002
K0+416.410	K0+455.490	-0.0041	0.039	0.00067	0.737	10	2.720	15.000	131.00	0.0180	0.020
K0+455.490	K0+458.690	0.0339	0.003	0.00005	0.737	10	0.180	15.000	131.00	0.0015	0.001
K0+458.690	K0+461.520	-0.0211	0.003	0.00005	0.737	11	0.190	15.000	131.00	0.0013	0.001
K0+461.520	K0+501.780	0.0093	0.040	0.00069	0.737	12	2.030	15.000	131.00	0.0186	0.022
K0+501.780	K0+508.730	0.0241	0.007	0.00012	0.737	13	0.360	15.000	131.00	0.0032	0.003

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404-11
Bogotá - Colombia
T.: +57 (1) 221 1077
M.: +57 300 517 38 99
E.: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 45. Cálculo de caudales Eje 3.

EJE 3											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+003.620	0.0049	0.004	0.00015	0.682	10	0.410	15.000	131.00	0.0038	0.074
K0+003.620	K0+029.100	0.0031	0.025	0.00109	0.682	10	2.180	15.000	131.00	0.0271	0.070
K0+029.100	K0+042.930	0.0111	0.014	0.00059	0.682	10	0.830	15.000	131.00	0.0147	0.043
K0+042.930	K0+059.570	0.0030	0.017	0.00071	0.682	10	1.590	15.000	131.00	0.0177	0.028
K0+059.570	K0+069.570	0.0030	0.010	0.00043	0.682	10	1.070	15.000	131.00	0.0106	0.011
K0+069.570	K0+079.570	-0.0157	0.010	0.00043	0.682	10	0.570	15.000	131.00	0.0106	0.011
K0+079.570	K0+084.400	-0.0157	0.005	0.00021	0.682	10	0.320	15.000	131.00	0.0051	0.016
K0+084.400	K0+094.400	-0.0157	0.010	0.00043	0.682	10	0.570	15.000	131.00	0.0106	0.026
K0+094.400	K0+104.400	-0.0047	0.010	0.00043	0.682	10	0.900	15.000	131.00	0.0106	0.037
K0+104.400	K0+106.860	-0.0047	0.002	0.00011	0.682	10	0.310	15.000	131.00	0.0026	0.040
K0+106.860	K0+130.290	0.0018	0.023	0.00100	0.682	10	2.520	15.000	131.00	0.0249	0.025

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 46. Cálculo de caudales Eje 4.

EJE 4											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+036.100	0.0034	0.036	0.00195	0.675	10	2.750	15.000	131.00	0.0480	0.048
K0+036.100	K0+114.970	-0.0037	0.079	0.00426	0.675	10	4.860	15.000	131.00	0.1049	0.105
K0+114.970	K0+119.580	0.0203	0.005	0.00025	0.675	10	0.280	15.000	131.00	0.0061	0.006

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 2211077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 47. Cálculo de caudales Eje 5.

EJE 5											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+013.780	0.0141	0.014	0.00048	0.697	10	0.760	15.000	131.00	0.0121	0.021
K0+013.780	K0+023.780	0.0141	0.010	0.00035	0.697	10	0.590	15.000	131.00	0.0088	0.009
K0+023.780	K0+033.780	-0.0099	0.010	0.00035	0.697	10	0.680	15.000	131.00	0.0088	0.009
K0+033.780	K0+047.350	-0.0099	0.014	0.00047	0.697	10	0.860	15.000	131.00	0.0119	0.021
K0+047.350	K0+051.030	-0.0627	0.004	0.00013	0.697	10	0.150	15.000	131.00	0.0032	0.024
K0+051.030	K0+056.420	0.0092	0.005	0.00019	0.697	10	0.430	15.000	131.00	0.0047	0.005
K0+056.420	K0+060.190	-0.0232	0.004	0.00013	0.697	10	0.230	15.000	131.00	0.0033	0.003
K0+060.190	K0+069.840	0.0224	0.010	0.00033	0.697	10	0.480	15.000	131.00	0.0085	0.057
K0+069.840	K0+125.520	0.0012	0.056	0.00193	0.697	10	5.730	15.000	131.00	0.0489	0.049
K0+125.520	K0+176.350	-0.0060	0.051	0.00176	0.697	10	2.880	15.000	131.00	0.0447	0.045
K0+176.350	K0+219.930	-0.0032	0.044	0.00151	0.697	10	3.250	15.000	131.00	0.0383	0.083
K0+219.930	K0+229.930	-0.0032	0.010	0.00035	0.697	10	1.050	15.000	131.00	0.0088	0.092
K0+229.930	K0+239.930	0.0603	0.010	0.00035	0.697	10	0.340	15.000	131.00	0.0088	0.014
K0+239.930	K0+245.720	0.0603	0.006	0.00020	0.697	10	0.220	15.000	131.00	0.0051	0.005

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 48. Cálculo de caudales Eje 6.

EJE 6											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+001.380	-0.0233	0.001	0.00005	0.694	10	0.110	15.000	131.00	0.0014	0.001
K0+001.380	K0+014.510	0.0068	0.013	0.00052	0.694	10	0.970	15.000	131.00	0.0132	0.023
K0+014.510	K0+024.510	0.0068	0.010	0.00040	0.694	10	0.780	15.000	131.00	0.0100	0.010
K0+024.510	K0+034.510	-0.0071	0.010	0.00040	0.694	10	0.770	15.000	131.00	0.0100	0.010
K0+034.510	K0+034.980	-0.0071	0.000	0.00002	0.694	10	0.070	15.000	131.00	0.0005	0.011
K0+034.980	K0+042.980	-0.0071	0.008	0.00032	0.694	10	0.650	15.000	131.00	0.0080	0.019
K0+042.980	K0+050.980	0.0041	0.008	0.00032	0.694	10	0.800	15.000	131.00	0.0080	0.013
K0+050.980	K0+055.540	0.0041	0.005	0.00018	0.694	10	0.520	15.000	131.00	0.0046	0.005
K0+055.540	K0+103.200	-0.0016	0.048	0.00189	0.694	10	4.550	15.000	131.00	0.0478	0.048
K0+103.200	K0+113.200	-0.0016	0.010	0.00040	0.694	10	1.370	15.000	131.00	0.0100	0.058

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Tuntai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T. (+57 (1) 2211077
M. +57 300 577 38 99
E. gerencia@convial.com.co

EJE 6											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+113.200	K0+123.200	-0.0120	0.010	0.00040	0.694	10	0.630	15.000	131.00	0.0100	0.068
K0+123.200	K0+145.140	-0.0120	0.022	0.00087	0.694	10	1.150	15.000	131.00	0.0220	0.090
K0+145.140	K0+147.600	0.0225	0.002	0.00010	0.694	10	0.170	15.000	131.00	0.0025	0.002

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 49. Cálculo de caudales Eje 7.

EJE 7											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+003.000	-0.0477	0.003	0.00016	0.675	10	0.150	15.000	131.00	0.0040	0.004
K0+003.000	K0+035.790	0.0030	0.033	0.00180	0.675	10	2.680	15.000	131.00	0.0442	0.044
K0+035.790	K0+142.460	-0.0046	0.107	0.00585	0.675	10	5.640	15.000	131.00	0.1437	0.144
K0+142.460	K0+144.670	0.0488	0.002	0.00012	0.675	10	0.110	15.000	131.00	0.0030	0.003

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 50. Cálculo de caudales Eje 8.

EJE 8											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+002.820	-0.0407	0.003	0.00012	0.683	10	0.150	15.000	131.00	0.0029	0.003
K0+002.820	K0+004.700	0.0341	0.002	0.00008	0.683	10	0.120	15.000	131.00	0.0019	0.070
K0+004.700	K0+018.890	0.0078	0.014	0.00059	0.683	10	0.970	15.000	131.00	0.0147	0.068
K0+018.890	K0+060.860	0.0033	0.042	0.00174	0.683	10	3.120	15.000	131.00	0.0433	0.054
K0+060.860	K0+070.860	0.0033	0.010	0.00042	0.683	10	1.030	15.000	131.00	0.0103	0.010
K0+070.860	K0+080.860	-0.0439	0.010	0.00042	0.683	10	0.380	15.000	131.00	0.0103	0.010
K0+080.860	K0+083.160	-0.0439	0.002	0.00010	0.683	10	0.120	15.000	131.00	0.0024	0.013
K0+083.160	K0+086.110	0.0220	0.003	0.00012	0.683	10	0.190	15.000	131.00	0.0030	0.003

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.conviasas@gmail.com

Tabla 51. Cálculo de caudales Eje 9.

EJE 9											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+004.400	0.0014	0.004	0.00019	0.682	10	0.770	15.000	131.00	0.0046	0.005
K0+004.400	K0+146.510	-0.0026	0.142	0.00602	0.682	10	8.760	15.000	131.00	0.1495	0.150
K0+146.510	K0+227.900	-0.0007	0.081	0.00344	0.682	10	9.450	15.000	131.00	0.0856	0.235
K0+227.900	K0+231.280	0.0212	0.003	0.00014	0.682	10	0.220	15.000	131.00	0.0036	0.004

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 52. Cálculo de caudales Eje 10.

EJE 10											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+003.000	0.0161	0.003	0.00010	0.694	10	0.220	15.000	131.00	0.0026	0.144
K0+003.000	K0+166.400	0.0024	0.163	0.00560	0.694	10	10.050	15.000	131.00	0.1416	0.142
K0+166.400	K0+226.960	-0.0020	0.061	0.00208	0.694	10	5.020	15.000	131.00	0.0525	0.052
K0+226.960	K0+236.960	-0.0020	0.010	0.00034	0.694	10	1.250	15.000	131.00	0.0087	0.061
K0+236.960	K0+246.960	0.0159	0.010	0.00034	0.694	10	0.560	15.000	131.00	0.0087	0.038
K0+246.960	K0+278.370	0.0159	0.031	0.00108	0.694	10	1.360	15.000	131.00	0.0272	0.029
K0+278.370	K0+280.880	0.0036	0.003	0.00009	0.694	10	0.350	15.000	131.00	0.0022	0.002

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 53. Cálculo de caudales Eje 11.

EJE 11											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+006.480	0.0203	0.006	0.00019	0.700	10	0.370	15.000	131.00	0.0049	0.012
K0+006.480	K0+016.480	0.0203	0.010	0.00030	0.700	10	0.510	15.000	131.00	0.0076	0.008
K0+016.480	K0+026.480	-0.0040	0.010	0.00030	0.700	10	0.960	15.000	131.00	0.0076	0.008
K0+026.480	K0+073.540	-0.0040	0.047	0.00140	0.700	10	3.170	15.000	131.00	0.0357	0.043

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 317 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

EJE 11											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+073.540	K0+076.540	0.0200	0.003	0.00009	0.700	10	0.200	15.000	131.00	0.0023	0.002
K0+076.540	K0+079.550	-0.0200	0.003	0.00009	0.700	10	0.210	15.000	131.00	0.0023	0.002
K0+079.550	K0+128.100	0.0042	0.049	0.00144	0.700	10	3.180	15.000	131.00	0.0368	0.044
K0+128.100	K0+138.100	0.0042	0.010	0.00030	0.700	10	0.940	15.000	131.00	0.0076	0.008
K0+138.100	K0+148.100	-0.0099	0.010	0.00030	0.700	10	0.680	15.000	131.00	0.0076	0.008
K0+148.100	K0+155.650	-0.0099	0.008	0.00022	0.700	10	0.550	15.000	131.00	0.0057	0.013
K0+155.650	K0+158.490	0.0087	0.003	0.00008	0.700	10	0.270	15.000	131.00	0.0022	0.002

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 54. Cálculo de caudales Eje 12.

EJE 12											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+098.940	-0.0019	0.099	0.00341	0.694	10	7.480	15.000	131.00	0.0861	0.095
K0+098.940	K0+108.940	-0.0019	0.010	0.00034	0.694	10	1.280	15.000	131.00	0.0087	0.009
K0+108.940	K0+118.940	0.0120	0.010	0.00034	0.694	10	0.630	15.000	131.00	0.0087	0.009
K0+118.940	K0+155.070	0.0120	0.036	0.00124	0.694	10	1.690	15.000	131.00	0.0314	0.040

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 55. Cálculo de caudales Eje 26.

EJE 26											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+007.010	-0.0221	0.007	0.00023	0.704	10	0.380	15.000	131.00	0.0058	0.006
K0+007.010	K0+045.640	-0.0012	0.039	0.00125	0.704	10	4.320	15.000	131.00	0.0319	0.038
K0+045.640	K0+053.810	-0.0094	0.008	0.00026	0.704	10	0.590	15.000	131.00	0.0068	0.044
K0+053.810	K0+056.620	0.0188	0.003	0.00009	0.704	10	0.200	15.000	131.00	0.0023	0.047

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.conviasas@gmail.com

Tabla 56. Cálculo de caudales acceso Montería Calle 41-1.

ACCESO MONTERÍA CALLE 41 -1											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+114.780	0.0050	0.115	0.00147	0.806	10	5.770	15.000	131.00	0.0432	0.049
K0+114.780	K0+129.780	0.0050	0.015	0.00019	0.806	10	1.210	15.000	131.00	0.0056	0.006
K0+129.780	K0+144.780	-0.0050	0.015	0.00019	0.806	10	1.210	15.000	131.00	0.0056	0.011
K0+144.780	K0+296.170	-0.0050	0.151	0.00194	0.806	10	7.150	15.000	131.00	0.0570	0.068

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 57. Cálculo de caudales acceso Montería Calle 41-2.

ACCESO MONTERÍA CALLE 41 -2											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc Kirpich Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+124.470	-0.0030	0.124	0.01797	0.664	10	7.480	15.000	131.00	0.4344	0.434
K0+124.470	K0+148.960	0.0050	0.024	0.00354	0.664	10	1.760	15.000	131.00	0.0855	0.085

Fuente. Esta consultoría, 2024

NOTA ACLARATORIA: Las pendientes negativas indican el sentido del flujo del agua, en la tabla se muestra de que abscisa a que abscisa sería el sentido del flujo del agua según la pendiente de diseño geométrico

Carrera 25 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

8 INFORMACIÓN HIDRÁULICA

8.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO

Los canales y bordillos diseñados para este proyecto deberán funcionar como conducciones a flujo libre por gravedad. Para su diseño hidráulico, los cálculos se realizarán utilizando el caudal máximo horario, considerando un flujo uniforme en las áreas de drenaje que sean menores a 10 hectáreas. En caso de áreas mayores, se recomienda realizar los cálculos con flujo no permanente, adaptando las hipótesis a las características de la cuenca y a las variaciones temporales del caudal.

El diseño de los canales y bordillos se basará en la fórmula de Manning, que permite calcular la velocidad del flujo según las características hidráulicas del sistema de drenaje. La ecuación de Manning es:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- **v:** velocidad del flujo (m/s),
- **n:** coeficiente de rugosidad de Manning, determinado según el material del canal o bordillo,
- **R:** radio hidráulico (m),
- **S:** pendiente del canal o bordillo (m/m).

El caudal se calculará con la ecuación de continuidad:

$$Q = v \cdot A$$

Donde:

- **Q:** caudal (m^3/s),
- **v:** velocidad del flujo (m/s),
- **A:** área de la sección transversal del canal o bordillo (m^2).

Estas fórmulas permiten dimensionar adecuadamente los canales y bordillos para garantizar un flujo eficiente, evitando desbordamientos durante eventos de precipitación intensa. La selección de los parámetros hidráulicos se ajustará a las condiciones del terreno y a las características constructivas de los canales y bordillos proyectados.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M. +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

8.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El coeficiente de rugosidad de Manning, que se utiliza para calcular la pérdida de energía por fricción en las conducciones, debe ser seleccionado cuidadosamente en función del tipo de material y la condición interna de las tuberías o canales. En lugar de utilizar los valores de la norma NS-085 de Bogotá, se han adoptado los coeficientes de rugosidad recomendados en el libro Hidráulica de Ven Te Chow, que ofrece una referencia ampliamente aceptada a nivel internacional.

A continuación, se presentan los valores típicos de n según Ven Te Chow para diferentes materiales:

- **Superficie muy lisa (PVC, PEAD):** n=0.009–0.010n = 0.009 - 0.010n=0.009–0.010
- **Tuberías de concreto prefabricado:** n=0.012–0.013n = 0.012 - 0.013n=0.012–0.013
- **Concreto fundido in situ o superficies rugosas:** n=0.015–0.017n = 0.015 - 0.017n=0.015–0.017

Estos valores ofrecen una mayor precisión en el cálculo hidráulico, especialmente cuando se diseñan sistemas de drenaje que involucran distintos materiales y condiciones de superficie. El uso de estos coeficientes asegura un dimensionamiento adecuado y una mayor confiabilidad en la predicción de la capacidad hidráulica del sistema.

8.3 PENDIENTE

La pendiente de los conductos y canales deberá seleccionarse de manera que se ajuste a la topografía del terreno, evitando generar velocidades fuera de los rangos recomendados para sistemas de alcantarillado pluvial o sanitario. En tramos donde la pendiente natural sea pronunciada y pueda causar velocidades excesivas, se deben incorporar estructuras de caída que permitan controlar la pendiente y mantener las velocidades dentro de los límites permitidos.

8.4 VELOCIDADES MÍNIMAS

La velocidad mínima en el sistema debe ser tal que garantice condiciones de autolimpieza, evitando la acumulación de sedimentos. Para ello, se emplea el criterio de esfuerzo tractivo, que se calcula mediante la siguiente ecuación:

Carrera 23 N° 124-67
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com